



(10) **DE 10 2015 220 635 A1** 2016.05.12

Offenlegungsschrift

(51) Int Cl.: **B60K 6/00** (2006.01)

B60K 6/12 (2006.01)

B60W 20/15 (2016.01)

(72) Erfinder:

Puetz, Craig, Waterloo, Ia., US; Gugel, Rainer, 68723 Plankstadt, DE; Rekow, Andrew, Cedar Falls, Ia., US; Fritz, Norbert, Dr., 68549 Ilvesheim, DE; Tarasinski, Nicolai, 67227 Frankenthal, DE; Jeffries, Dennis, Waterloo, Ia., US; Müller, David, 76297 Stutensee, DE

Deere & Company, Moline, Ill., US

**Dehnhardt, Florian, Dipl.-Phys., 68163 Mannheim,
DE**

(54) Bezeichnung: **Antriebsstranganordnung für ein Arbeitsfahrzeug mit einem Motor**

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Antriebsstranganordnung für ein Arbeitsfahrzeug mit einem Motor, genauer gesagt eine Antriebsstranganordnung zur Energiespeicherung und -abgabe.

[0002] In verschiedensten Umgebungen kann es nützlich sein, sowohl einen herkömmlichen Motor (z.B. einen Verbrennungsmotor) als auch eine stufenlos verstellbare Leistungsquelle (z.B. einen Elektro- oder hydrostatischen Motor, einen variablen Kettenantrieb, usw.) zu verwenden, um nützliche Leistung zu liefern. Beispielsweise kann ein Teil der Motorleistung umgeleitet werden, um eine erste stufenlos verstellbare Maschine (z.B. eine erste elektrische Maschine, die als Generator wirkt) anzutreiben, die ihrerseits eine zweite stufenlos verstellbare Maschine antreiben kann (z.B. eine zweite elektrische Maschine, die als Motor wirkt, unter Verwendung der elektrischen Leistung von der ersten elektrischen Maschine). In bestimmten Konfigurationen kann Leistung von beiden Typen von Quellen (d.h. einem Motor und einer stufenlos verstellbaren Leistungsquelle) für die letztendliche Leistungsabgabe (z.B. an eine Fahrzeugachse) über ein stufenlos verstellbares Getriebe mit unendlichem Übersetzungsverhältnis („IVT“) oder stufenlos verstellbares Getriebe mit einem endlichen Übersetzungsverhältnis („CVT“) kombiniert werden. Dies kann als „Split-Modus“- oder „Leistungsverzweigungs-Modus“-Betrieb bezeichnet werden, da die Leistungsübertragung zwischen dem mechanischen Weg vom Motor und dem stufenlos verstellbaren Weg geteilt sein kann. Der Split-Modus-Betrieb kann auf verschiedenen bekannten Wegen erzielt werden. Beispielsweise kann ein Planetengetriebebesatz verwendet werden, um eine Drehleistung von einem Motor und von einer elektrischen Maschine zu summieren, wobei die summierte Leistung stromabwärts innerhalb eines zugeordneten Antriebsstrangs übertragen wird. Dies kann die Abgabe von Leistung (z.B. an Fahrzeugräder) mit einem stufenlos verstellbaren effektiven Übersetzungsverhältnis ermöglichen. Es können jedoch verschiedene Probleme auftreten, einschließlich Einschränkungen in Bezug auf die maximal erreichbare Geschwindigkeit verstellbarer Leistungsquellen.

[0003] Der Betrieb von anderen Getriebearten, sowie IVT- oder CVT-Getrieben, kann verschiedene andere Probleme mit sich bringen. Beispielsweise können Getriebebeschaltungen (z.B. Übergänge zwischen verschiedenen Übersetzungsverhältnissen) zu Stößen an dem Fahrzeug, Verzögerungen oder anderen Übergangseffekten der verfügbaren Leistung (z.B. an den Rädern eines Fahrzeugs oder an einem verbundenen Werkzeug oder Gerät), oder anderen nachteiligen Auswirkungen auf die Systemleistung und das Benutzererlebnis.

[0004] Gemäß einem Aspekt der Offenbarung kann eine Antriebsstranganordnung für ein Arbeitsfahrzeug mit einem Motor eine stufenlos verstellbare Leistungsquelle („IVP“) umfassen. Eine Energiespeichervorrichtung kann konfiguriert sein, um Energie von der IVP zur Speicherung zu empfangen, und um gespeicherte Energie von der Energiespeichervorrichtung bereitzustellen, um eine oder mehrere Komponenten der IVP zu speisen. Ein Getriebe kann konfiguriert sein, um Leistung von dem Motor und von einer oder mehreren Komponenten der IVP an andere Komponenten des Fahrzeugs zu übertragen. Ein Übergangsleistungsereignis kann identifiziert werden, während dem ein vorliegender Betriebszustand des Motors nicht ausreichend Leistung für Vorgänge des Arbeitsfahrzeugs bereitstellt. Die Energiespeichervorrichtung kann veranlasst werden, gespeicherte Energie bereitzustellen, um die eine oder mehreren Komponenten der IVP zu speisen, und um dadurch dem Getriebe Leistung bereitzustellen.

[0005] In bestimmten Ausführungsformen kann das Getriebe während des Übergangsleistungsereignisses auch Leistung von dem Motor empfangen, so dass die Vorgänge des Arbeitsfahrzeugs zumindest teilweise unter Verwendung von Leistung von dem Motor und gespeicherter Energie von der Energiespeichervorrichtung ausgeführt werden kann. Das Übergangsleistungsereignis kann einen Schaltvorgang, einen Vorgang eines Werkzeugs des Arbeitsfahrzeugs oder einen Vorgang des Fahrzeugs, während der Fahrzeugmotor abgeschaltet ist, umfassen.

[0006] In bestimmten Ausführungsformen können stufenlos verstellbare Getriebe verschiedener Konfigurationen konfiguriert sein, um Leistung von der einen oder mehreren Komponenten der IVP zu empfangen. Ein stufenlos verstellbares Getriebe kann beispielsweise einen oder mehrere Planetengetriebebesätze oder Doppel-Planetengetriebebesätze umfassen, die konfiguriert sein können, um Leistung von dem Motor und von der einen oder mehreren Komponenten der IVP zur Lieferung an das Getriebe zu summieren.

[0007] Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren offenbart, um ein Arbeitsfahrzeug mit einem Motor, einer IVP, einer Energiespeichervorrichtung, die konfiguriert ist, um Energie von der IVP zur Speicherung zu empfangen, und um gespeicherte Energie von der Energiespeichervorrichtung bereitzustellen, um eine oder mehrere Komponenten der stufenlos verstellbaren Leistungsquelle anzutreiben, und einem Getriebe, das konfiguriert ist, um Leistung von dem Motor und von der einen oder mehreren Komponenten der stufenlos verstellbaren Leistungsquelle an eine oder mehrere Komponenten des Fahrzeugs zu übertragen, anzutreiben.

[0008] Das Übergangsleistungsereignis, während dem ein vorliegender Betriebszustand des Motors des Arbeitsfahrzeugs nicht ausreichend Leistung für einen oder mehrere Vorgänge des Arbeitsfahrzeugs bereitstellt, kann identifiziert werden. Die Energiespeichervorrichtung kann veranlasst werden, gespeicherte Energie von der Energiespeichervorrichtung bereitzustellen, um die eine oder mehreren Komponenten der IVP anzutreiben. Während des Übergangsleistungsereignisses kann das Getriebe dadurch über die eine oder mehreren Komponenten der IVP Leistung von der Energiespeichervorrichtung empfangen, sodass der eine oder mehrere Vorgänge des Arbeitsfahrzeugs zumindest teilweise unter Verwendung von gespeicherter Energie von der Energiespeichervorrichtung ausgeführt werden kann.

[0009] Die Details von einer oder mehreren Implementierungen werden in den begleitenden Zeichnungen und der nachfolgenden Beschreibung dargelegt. Andere Merkmale und Vorteile werden sich aus der Beschreibung, den Zeichnungen und den Ansprüchen erschließen.

[0010] Zum vollständigen Verständnis der Ziele, der Verfahren und der Struktur der Erfindung sollte auf die folgende ausführliche Beschreibung und die begleitenden Zeichnungen verwiesen werden:

[0011] Fig. 1 ist eine Seitenansicht eines beispielhaften Arbeitsfahrzeugs, das ein stufenlos verstellbares Getriebe umfassen kann,

[0012] Fig. 2 ist eine schematische Ansicht eines Antriebsstrangs des Fahrzeugs aus Fig. 1,

[0013] Fig. 3 ist eine schematische Ansicht eines stufenlos verstellbaren Getriebes, das in den Antriebsstrang aus Fig. 2 integriert sein kann,

[0014] Fig. 4 ist eine grafische Darstellung von Geschwindigkeiten einer stufenlos verstellbaren Leistungsquelle und Geschwindigkeiten von Fahrzeugrädern für verschiedene Betriebsmodi des stufenlos verstellbaren Getriebes aus Fig. 3,

[0015] Fig. 5 ist eine schematische Ansicht eines anderen stufenlos verstellbaren Getriebes, das in den Antriebsstrang aus Fig. 2 integriert sein kann,

[0016] Fig. 6 ist eine grafische Darstellung von Geschwindigkeiten einer stufenlos verstellbaren Leistungsquelle und Geschwindigkeiten von Fahrzeugrädern für verschiedene Betriebsmodi des stufenlos verstellbaren Getriebes aus Fig. 5,

[0017] Fig. 7 ist eine schematische Ansicht eines anderen stufenlos verstellbaren Getriebes, das in den Antriebsstrang aus Fig. 2 integriert sein kann,

[0018] Fig. 8 ist eine grafische Darstellung von Geschwindigkeiten einer stufenlos verstellbaren Leistungsquelle und Geschwindigkeiten von Fahrzeugrädern für verschiedene Betriebsmodi des stufenlos verstellbaren Getriebes aus Fig. 7,

[0019] Fig. 9 ist eine schematische Ansicht eines Antriebsstrangs, der jenem aus Fig. 3 ähnlich ist, mit einem System zur Leistungsspeicherung und -abgabe,

[0020] Fig. 10 ist eine schematische Ansicht eines Antriebsstrangs, der jenem aus Fig. 7 ähnlich ist, mit einem System zur Leistungsspeicherung und -abgabe,

[0021] Fig. 11 ist eine Diagrammansicht eines Managementverlaufs eines Übergangsleistungsereignisses, der in den Antriebssträngen aus Fig. 9 und Fig. 10 verwendet werden kann.

[0022] In den verschiedenen Zeichnungen zeigen gleiche Referenzsymbole gleiche Elemente an.

[0023] Das Folgende beschreibt eines oder mehrere beispielhafte Ausführungsformen der offenbarten Antriebsstranganordnung zur Energiespeicherung und -abgabe, wie in den begleitenden Figuren der Zeichnungen gezeigt, die oben kurz beschrieben wurden. Von einem Fachmann können verschiedene Modifikationen der beispielhaften Ausführungsformen bedacht werden.

[0024] In verschiedenen bekannten Konfigurationen können eines oder mehrere Planetengetriebesätze verwendet werden, um den Leistungsausgang einer IVP und eines Motors (z.B. eines Verbrennungsmotors) zu kombinieren. Beispielsweise kann bei einem Planetengetriebesatz eine erste Komponente des Getriebesatzes (z.B. ein Hohlrads) Leistung von dem Motor empfangen, eine zweite Komponente des Getriebesatzes (z.B. ein Sonnenrad) kann Leistung von der IVP empfangen, und eine dritte Komponente des Getriebesatzes (z.B. ein Planetenzahnradträger) kann die Leistung von dem Motor und der IVP an dem Ausgang des Getriebesatzes summieren. (Der Zweckmäßigkeit der Bezeichnung halber kann „Komponente“ hierin verwendet werden, insbesondere im Kontext eines Planetengetriebesatzes, um ein Element zur Übertragung von Leistung zu bezeichnen, wie ein Sonnenrad, ein Hohlrads oder einen Planetenzahnradträger). Es ist klar, dass eine derartige Konfiguration eine im Wesentlichen unendliche und stufenlose Anzahl von Übersetzungsverhältnissen für den Planetengetriebesatz ermöglichen kann. Beispielsweise kann für eine festgelegte Motordrehzahl ein bestimmtes Übersetzungsverhältnis eingestellt werden, indem die Drehzahl der IVP in Bezug auf die Motordrehzahl variiert wird.

[0025] In bestimmten Fällen kann es nützlich sein, einen Null-Leistungs-Modus für ein Fahrzeug (oder eine andere Maschine) zu erleichtern, in dem die Ausgangsgeschwindigkeit der Fahrzeugräder (oder ein anderer Maschinenausgang) eine Geschwindigkeit von Null erreicht, ohne den Motor zu stoppen oder ein Drehmoment an den Rädern nachzulassen. Auf diese Weise kann beispielsweise eine Fahrzeugleistung verwendet werden, um ein Fahrzeug stationär zu halten. Ein solcher Zustand kann beispielsweise mit einem Planetengetriebebesatz erhalten werden, der wie oben beschrieben konfiguriert ist. Falls beispielsweise ein Motor ein Sonnenrad bei einer ersten positiven Geschwindigkeit dreht, und eine IVP (z.B. ein Elektromotor, der durch einen Generator angetrieben wird) angewiesen wird, ein Hohlrads bei einer äquivalenten negativen Geschwindigkeit zu drehen, kann sich ein zugeordneter Planetenzahnradträger (der beispielsweise mit einer Differentialantriebswelle verbunden sein kann) überhaupt nicht drehen. Falls ferner die IVP bei einer geringfügig anderen (und entgegengesetzten) Drehzahl als der Motor eine Ausgangsrotation bereitstellt, kann das Fahrzeug in einen „Kriech“-Modus gelangen, in dem sich das Fahrzeug sehr langsam, aber mit hohem Rad-drehmoment bewegt. Die Null-Leistungs- und Kriech-Modi sind besonders nützlich für schwere Arbeitsfahrzeuge, wie den in **Fig. 1** gezeigten Traktor, die in der Landwirtschafts-, Bau- und Forstwirtschaftsindustrie verwendet werden. Mit zunehmender Radgeschwindigkeit kann das Fahrzeug dann letztendlich in einen normalen Antriebsmodus gelangen. Bei herkömmlichen Konfigurationen kann jeder dieser Modi ein Leistungsverzweigungs-Modus sein, in dem die Leistungsübertragung zwischen einem rein mechanischen Weg vom Motor und dem gemischten Weg durch die IVP geteilt wird.

[0026] Ein Problem in Bezug auf stufenlos verstellbare Antriebsstränge kann die relative Effizienz der Leistungsübertragung in verschiedenen Modi betreffen. Es ist beispielsweise klar, dass eine mechanische Übertragung von Leistung von einem Motor zu einem Getriebebesatz (d.h. Übertragung auf mechanischem Weg) ein hocheffizienter Modus zur Leistungsübertragung sein kann, während die Leistungsübertragung durch eine IVP weniger effizient sein kann (z.B. da die mechanische Leistung durch eine erste Maschine in elektrische oder hydraulische Leistung umgewandelt werden muss, zu einer zweiten Maschine übertragen werden muss, und dann in mechanische Leistung rückumgewandelt werden muss). Demgemäß kann eine signifikante Motivation bestehen, den mechanischen Weg stärker zu verwenden als den IVP-Weg (z.B. durch Erhöhen der Drehzahl des Motors). Diese stärkere Verwendung des mechanischen Wegs kann jedoch auch die erforderliche IVP-Drehzahl für Null-Leistungs- und Kriech-Modi hochtreiben, da diese Modi eine beinahe oder tatsächliche Geschwindigkeitsanpassung zwischen den

IVP- und Motordrehzahlen erfordern können. Dies kann zu einer erhöhten Abnutzung an zugehörigen Zahnrädern und anderen Teilen führen (z.B. einer Planetengetriebekomponente, die Leistung von der IVP und zugeordneten Lagern empfängt), sogar bis zum Punkt eines Teileausfalls. Um geeignete Drehzahlen zu erzielen, kann es ferner notwendig sein, dass die Größe und Leistung einer relevanten IVP gegenüber einer bevorzugten Größe und Leistung signifikant erhöht werden müssen. Unter anderen Vorteilen kann das hier offenbarte stufenlos verstellbare Multimode-Getriebe („MIVT“) diese Probleme behandeln. Beispielsweise kann durch eine selektive Nutzung von Kupplungen und/oder Bremsen ein MIVT eine stärkere Nutzung eines mechanischen Wegs gestatten, während die Notwendigkeit übermäßiger IVP-Drehzahlen in Null-Leistungs- und Kriech-Modi vermieden wird.

[0027] Wie aus der vorliegenden Diskussion ersichtlich wird, kann ein MIVT in verschiedensten Umgebungen und mit verschiedensten Maschinen vorteilhaft verwendet werden. Beispielsweise kann unter nunmehriger Bezugnahme auf **Fig. 1** ein MIVT im Antriebsstrang **22** eines Fahrzeugs **20** beinhaltet sein. In **Fig. 1** ist das Fahrzeug **20** als Traktor dargestellt. Es ist jedoch klar, dass andere Konfigurationen möglich sein können, einschließlich der Konfiguration des Fahrzeugs **20** als andere Art von Traktor, als Holzschlepper, Straßenhobel oder als einer von verschiedenen anderen Arbeitsfahrzeugtypen. Ferner ist es klar, dass die offenbarte IVT auch in Nicht-Arbeitsfahrzeugen und Nicht-Fahrzeuganwendungen verwendet werden kann (z.B. ortsfeste Antriebsstränge).

[0028] Wie ebenfalls oben angeführt, ist ein Vorteil des offenbarten MIVT, dass es einen Betrieb eines Fahrzeugs in verschiedensten Antriebsmodi ermöglichen kann (z.B. Null-Leistungs-Modus, Kriech-Modus und Leistungsverzweigungs-Modus), die verschiedene Kombinationen von Motor und IVP-Leistung verwenden können. Beispielsweise kann durch die Verwendung verschiedener Kupplungen und/oder Bremsen, die mit einem oder mehreren Planetengetriebebesätzen assoziiert sind, ein MIVT ermöglichen, dass Motorleistung von einem IVT-Ausgang getrennt wird, sogar während der Motor weiter arbeitet. Falls beispielsweise eine IVP eine erste Komponente eines Planetengetriebebesatzes antreibt und ein Motor eine zweite Komponente des Planetengetriebebesatzes antreibt, kann in bestimmten Ausführungsformen und Modi eine Kupplung den in Betrieb stehenden Motor von der zweiten Komponente trennen, und eine Bremse kann die Drehung einer dritten Komponente des Getriebebesatzes stoppen, wodurch eine Abgabe von Leistung nur von der IVP durch die Untersetzung des Planetengetriebebesatzes gestattet wird. Auf diese Weise kann beispielsweise nur elektrische Leistung (oder hydraulische Leistung, usw.) verwendet werden, um das Fahrzeug **20** in bestimmten

Modi anzutreiben (oder zu halten), während kombinierte elektrische und Motorleistung verwendet werden kann, um das Fahrzeug **20** in anderen Modi anzutreiben (oder zu halten). Als solches, unter anderen Vorteilen, kann ein MIVT bestimmte frühere Einschränkungen für die Leistungsfraktion vermeiden, die von einem Motor durch einen elektrischen Weg (oder hydraulischen Weg, usw.) umgeleitet werden kann.

[0029] Mit Bezugnahme auf **Fig. 2** werden nun verschiedene Komponenten eines beispielhaften Antriebsstrangs **22** gezeigt. Beispielsweise kann ein Motor **24** mechanische Leistung (z.B. über eine sich drehende Welle) an ein MIVT **26** liefern. Der Motor **24** kann auch mechanische Leistung an eine IVP **28** liefern, die eine oder mehrere IVP-Maschinen (z.B. einen Elektromotor und Generator, oder eine hydrostatische Maschine mit einem hydrostatischen Motor und einer assoziierten Pumpe) umfassen kann. Das MIVT **26** kann zusätzlich mechanische Leistung von der IVP **28** empfangen.

[0030] Das MIVT **26** kann verschiedene Kupplungen **30** und Bremsen **32** umfassen, die von verschiedenen Betätigern **34** gesteuert werden können. Die Betätiger **34** können ihrerseits von einer Getriebesteuereinheit („TCU“) **36** (oder einer anderen Steuerung) gesteuert werden, die verschiedene Eingaben von verschiedenen Sensoren oder Vorrichtungen (nicht gezeigt) über einen CAN-Bus (nicht gezeigt) des Fahrzeugs **20** empfangen kann. Das MIVT **26** kann eine oder mehrere Abtriebswellen **38a** zur Übertragung mechanischer Leistung vom MIVT **26** an verschiedene andere Komponenten (z.B. eine Differentialantriebswelle) umfassen. In bestimmten Ausführungsformen können zusätzliche Getriebe (z.B. ein Bereichsgetriebe) zwischen dem MIVT **26** und anderen Teilen des Fahrzeugs **20** (z.B. einer Differentialantriebswelle) angeordnet sein. In bestimmten Ausführungsformen kann die IVP **28** auch Leistung direkt an andere Teile des Fahrzeugs **20** liefern (z.B. über eine direkte IVP-Antriebswelle **38b**).

[0031] Mit Bezugnahme auf **Fig. 3** werden beispielhaft verschiedene interne Komponenten von MIVT **26** gezeigt, wenn MIVT **26a** dargestellt werden. Es ist zu beachten, dass die schematischen Darstellungen des in **Fig. 3** gezeigten Getriebes (und auch der in **Fig. 5** und **Fig. 7** gezeigten Getriebe) beispielhafte Implementierungen der Klarheit halber in vereinfachter Form veranschaulichen und daher nicht alle Komponenten zeigen können, die dem dargestellten Getriebe zugeordnet sind. Der Motor **24** kann einen Verbrennungsmotor **24a** umfassen, der mechanische Leistung direkt an eine Welle S1 liefern kann. (Eine „direkte“ Leistungsübertragung kann, wie hierin verwendet, die Übertragung von Leistung durch eine direkte physische Verbindung, eine einstückige Ausbildung oder über ein einfaches intervenieren-

des Element, wie ein Laufrad oder Planetenzahnrad, umfassen. Im Gegensatz dazu kann beispielsweise eine Leistungsübertragung zwischen einem Hohlrad eines Planetengetriebesatzes und einem Sonnenrad des Planetengetriebesatzes über einen Planetenzahnradträger (und assoziierte Planetenzahnräder) des Planetengetriebesatzes nicht als „direkt“ angesehen werden.) Die IVP **28**, die exemplarisch als IVP **28a** gezeigt ist, kann einen elektrischen Generator **40** und Elektromotor **42** umfassen. Der elektrische Generator **40** kann mechanische Leistung über ein Rad **46** und ein Rad **44** empfangen, die an der Welle S1 angebracht sind, und kann elektrische Leistung zur Übertragung an einen Elektromotor **42** generieren. Der Elektromotor **42** kann die empfangene elektrische Leistung in mechanische Leistung umwandeln und dadurch die Welle S2 drehen.

[0032] Obwohl hierin spezifische Begriffe wie „Generator“ und „Motor“ verwendet werden können, um verschiedene beispielhafte Konfigurationen zu beschreiben, ist es klar, dass diese (und ähnliche) Begriffe verwendet werden können, um sich allgemein auf eine elektrische Maschine zu beziehen, die entweder als Generator oder als Motor arbeiten kann. Beispielsweise kann der elektrische Generator **40** manchmal als Elektromotor arbeiten, und der Elektromotor **42** kann manchmal als Generator arbeiten. Ebenso ist es klar, dass die tatsächlichen Betriebsmodi anderer stufenlos verstellbarer Leistungsquellen ähnlich dazu gegenüber jenen variieren können, die hierin explizit beschrieben werden.

[0033] In bestimmten Ausführungsformen kann das MIVT **26a** einen Planetengetriebesatz **48** und einen Doppel-Planetengetriebesatz **50** umfassen. In bestimmten Ausführungsformen können der Planetengetriebesatz **48** und der Doppel-Planetengetriebesatz **50** konfiguriert sein, um mechanische Leistung von dem Motor **24a** und der IVP **28a** zu summieren. Durch die Verwendung einer oder mehrerer zugeordneter Kupplungen und/oder Bremsen kann das MIVT **26a** in bestimmten Modi einen Ausgang bereitstellen, der nur Leistung von der IVP **28a** verwendet.

[0034] Der Planetengetriebesatz **48** kann beispielsweise einen Planetenzahnradträger **52** umfassen, der Planetenzahnräder **54** hält, die mit einem Sonnenrad **56** und einem Hohlrad **58** kämmen können. Eine Antriebskupplung **60** kann konfiguriert sein, um mit dem Planetenzahnradträger **52** und dem Sonnenrad **56** in Eingriff zu gelangen (z.B. auf der Basis von Signalen von der TCU **36**), um die Leistungsübertragung zwischen diesen Zahnrädern zu steuern. Beispielsweise kann in einem Zustand eines vollständigen Eingriffs die Antriebskupplung **60** den Planetenzahnradträger **52** mit dem Sonnenrad **56** verriegeln. Wie in **Fig. 3** gezeigt, kann der Motor **24a** den Planetenzahnradträger **52** über die Welle S1 direkt antreiben. Demgemäß kann ein Eingriff der Kupplung

60 das Sonnenrad **56** effektiv mit der Welle S1 und dem Ausgang des Motors **24a** verriegeln. Eine Umkehrbremse **62** kann an einem fixierten Gehäuse von MIVT **26a** (oder einem anderen Merkmal) verankert sein und kann konfiguriert sein, um in Eingriff zu gelangen, um die Drehung des Hohlrads **58** zu stoppen.

[0035] In bestimmten Ausführungsformen kann eine Ausgangskomponente des Planetengetriebebesatzes **48** direkt Leistung zu einer Eingangskomponente des Doppel-Planetengetriebebesatzes **50** übertragen. Beispielsweise kann das Sonnenrad **56** einstückig mit dem Hohlrad **64** verbunden sein, wodurch ein Ausgang des Planetengetriebebesatzes **48** (d.h. das Sonnenrad **56**) mit einem Eingang des Doppel-Planetengetriebebesatzes **50** (d.h. dem Hohlrad **64**) direkt verbunden wird.

[0036] Der Doppel-Planetengetriebebesatz **50** kann auch einen Leistungseingang von der IVP **28a** empfangen. Beispielsweise kann der Elektromotor **42** die Drehung der Welle S2 gemeinsam mit einem angebrachten Rad **66** treiben. Das Rad **66** kann mit einem Rad **68** kämmen, das an der Welle S1 angebracht ist, und das Rad **68** kann direkt Leistung zum (kann z.B. einstückig gebildet sein mit dem) Sonnenrad **70** des Doppel-Planetengetriebebesatzes **50** übertragen. Das Sonnenrad **70** kann mit Planetenzahnradern **72** (eines ist gezeigt) kämmen, die direkt mit den Planetenzahnradern **74** (eines ist gezeigt) verbunden sein können, wobei beide Sätze der Planetenzahnradern **72** und **74** von einem Planetenzahnradträger **76** getragen werden. Jedes der Planetenzahnradern **74** kann mit einem von verschiedenen Planetenzahnradern **88** kämmen, die ihrerseits mit einem Hohlrad **78** kämmen können. Der Planetenzahnradträger **76** kann mit dem Hohlrad **78** verbunden sein (z.B. über Planetenzahnradern **74** und **88**) und eine Kriechbremse **80** kann an einem fixierten Gehäuse des MIVT **26a** (oder einem anderen Merkmal) verankert sein und konfiguriert sein, um mit dem Hohlrad **78** in Eingriff zu gelangen, um die Drehung dieser Komponente zu stoppen.

[0037] Der Planetenzahnradträger **76** kann einen mechanischen Leistungsausgang aus dem Doppel-Planetengetriebebesatz **50** zur Übertragung von mechanischer Leistung an verschiedene Teile des Fahrzeugs **20** liefern. Beispielsweise kann der Planetenzahnradträger **76** einstückig mit einem Abtriebszahnrad **82** verbunden sein, das mit einem Zahnrad entlang einer Laufwelle S3 kämmen kann. In bestimmten Ausführungsformen kann ein zusätzliches Getriebe **84** (z.B. ein Bereichsgetriebe) zwischen dem MIVT **26a** und anderen Teilen des Fahrzeugs **20** angeordnet sein (z.B. eine Differentialantriebswelle („DDS“)) oder kann als Teil des MIVT **26a** beinhaltet sein. Auf diese Weise können beispielsweise verschiedene Gangschaltungen über das stufenlos verstellbare

Baseline-Übersetzungsverhältnis implementiert werden, das durch das MIVT **26a** bereitgestellt ist.

[0038] In bestimmten Betriebsmodi kann das MIVT **26a** (wie in **Fig. 3** konfiguriert) Null-Leistungs- und Kriechmodi vorsehen, in denen nur Leistung von der IVP **28a** an die Räder des Fahrzeugs **20** geliefert wird. Beispielsweise kann die Antriebskupplung **60** gelöst und die Bremse **80** mit dem Hohlrad **78** (oder in bestimmten Konfigurationen mit dem Hohlrad **64** (nicht gezeigt)) in Eingriff gebracht werden. Dies kann dementsprechend den Motor **24a** vom Doppel-Planetengetriebebesatz **50** lösen, während ein festes Zahnrad (z.B. das Hohlrad **78**) bereitgestellt wird, rund um das sich die Komponenten des Doppel-Planetengetriebebesatzes **50** drehen können. Mechanische Leistung von der IVP **28a** kann an das Sonnenrad **70** geliefert werden, das den Planetenträger **76** rund um das Hohlrad **78** treiben kann. Dies kann seinerseits die Drehung des Abtriebszahnrad **82** bewirken, das von der IVP **28a**, jedoch nicht vom Motor **24a** angetrieben wird, was einen Antrieb der Räder des Fahrzeugs **20** (z.B. über die Gangschaltung **84**) nur unter Verwendung von Leistung von der IVP **28a** ermöglichen kann.

[0039] Um das Fahrzeug aus diesem Nur-IVP-Modus zu schalten, kann ein Umkehrprozess zu dem oben beschriebenen ausgeführt werden. Beispielsweise kann die Kupplung **60** in Eingriff gebracht werden, wodurch der Motor **24a** mit den Sonnenrad **56** und dem Hohlrad **64** verbunden wird. Gleichzeitig (oder nahezu gleichzeitig) kann die Kriechbremse **80** gelöst werden, wodurch es dem Doppel-Planetengetriebebesatz **50** gestattet wird, einen Ausgang am Zahnrad **82** vorzusehen, der eine Summe der Leistung von der IVP **28a** und dem Motor **24a** repräsentiert. Es ist klar, dass diese selektive Verwendung von zwei von einem Satz von Reibungselementen (z.B. Kupplungen und Bremsen) allgemein einen Übergang zwischen verschiedenen Betriebsmodi für das Fahrzeug **20** erleichtern kann.

[0040] In bestimmten Ausführungsformen kann es vorteilhaft sein, einen Übergang zwischen Modi (z.B. zwischen einem Nur-IVP-Kriechmodus und einem kombinierten Antriebsmodus) auf verschiedenen Wegen zu bewirken. Beispielsweise kann es mit in Eingriff gebrachter Kupplung **60** möglich sein, das Sonnenrad **70** (über die IVP **28a**) bei einer Drehzahl so zu drehen, dass das Hohlrad **78** im Wesentlichen stoppt, sogar ohne die Verwendung der Bremse **80**. Um ein nahtloseres Schalten zwischen Modi bereitzustellen, kann es vorteilhaft sein, an einem solchen Punkt zwischen dem Antriebs- und Kriechmodus umzuschalten. Auf diese Weise kann beispielsweise die Bremse **80** in Eingriff gebracht werden und die Kupplung **60** kann gelöst werden, mit einer minimalen Störung für den Fahrzeugbetrieb. Ein ähnlicher nahtloser Schaltpunkt kann auch für das Schalten von Kriech-

in Antriebsmodi erhalten werden und kann einen Ziel-punkt für diese Schaltvorgänge (und andere) darstellen. Es ist jedoch klar, dass in bestimmten Ausführungsformen eine Rampen- (oder andere) Modulation der Kupplung **60** (oder anderer Komponenten) verwendet werden kann.

[0041] In bestimmten Anwendungen kann es zweckmäßig sein, das Fahrzeug **20** im Rückwärtsgang zu betreiben, egal ob in einem Kriechmodus, Antriebsmodus oder einem anderen Modus. In dem MIVT **26a**, wie in **Fig. 3** gezeigt, kann es beispielsweise möglich sein, für diesen Zweck die Umkehrbremse **62** in Eingriff zu bringen.

[0042] Mit Bezugnahme auf **Fig. 4** wird nun ein Graph der Beziehung zwischen der Fahrzeugradgeschwindigkeit (in Kilometern pro Stunde) und der Drehzahl des Elektromotors **42** (in Umdrehungen pro Minute) für die Konfiguration des MIVT **26a** in **Fig. 3** präsentiert. Verschiedene Kurven werden für den Betrieb des Fahrzeugs **20** präsentiert, wobei verschiedene Bereichszahnräder (nicht gezeigt) innerhalb der Gangschaltung **84** in Eingriff gebracht werden. Es ist klar, dass die in **Fig. 4** repräsentierten Größen nur als Beispiele anzusehen sind.

[0043] Eine Linie **90** kann beispielsweise den Betrieb des Fahrzeugs in einem Kriechmodus repräsentieren (z.B. nur mit elektrischer Leistung). Es ist ersichtlich, dass bei einer Motordrehzahl von Null die Fahrzeuggeschwindigkeit Null sein kann, wobei die Nicht-Null-Motordrehzahl zur Fahrzeuggeschwindigkeit direkt proportional ist. Im Kriechmodus (z.B. mit in Eingriff gebrachter Bremse **80**, gelöster Antriebskupplung **60** und einem in Eingriff gebrachten A-Bereich-Zahnrad (nicht gezeigt) in der Gangschaltung **84**) kann das Fahrzeug **20** zu einem Übergangspunkt beschleunigen. Beispielsweise kann, wie oben beschrieben, das Fahrzeug **20** zu einem Punkt beschleunigen, an dem, basierend auf der Motordrehzahl und relevanten Übersetzungsverhältnissen, das Hohlrad **78** relativ stationär sein kann, sogar ohne einen Eingriff der Bremse **80**. An diesem (oder einem anderen) Punkt kann die Bremse **80** gelöst und die Kupplung **60** in Eingriff gebracht werden, wodurch das Fahrzeug **20** relativ nahtlos in den Split-Modus-Antrieb geschaltet wird. Der Elektromotor **42** kann dann beginnen, entlang einer Linie **92** langsamer zu werden, wobei die Fahrzeuggeschwindigkeit (nun im Leistungsverzweigungs-Modus sowohl vom Elektromotor **42** als auch dem Motor **24a** angetrieben) zunimmt, sogar während die Drehzahl des Elektromotors **42** die Richtung ändert (d.h. von der positiven Drehung in die negative Drehung wechselt).

[0044] Fortsetzend kann das Fahrzeug **20** vom A-Bereich-Gang in der Gangschaltung **84** zu einem höheren B-Bereich-Gang (nicht gezeigt) geschaltet werden. Um die Beschleunigung des Fahrzeugs **20** fort-

zusetzen, kann es nun angebracht sein, die Richtung der Drehung des Elektromotors **42** umzuschalten, wodurch von der negativen Drehung und Linie **92** zur positiven Drehung und einer Linie **94** gesprungen wird. Der Elektromotor **42** kann dann wieder verlangsamt werden, gefolgt von einem weiteren Schalten zu einem höheren C-Bereich-Gang (nicht gezeigt) in der Gangschaltung **84** und einem entsprechenden Sprung für den Elektromotor **42** von der Linie **94** zu einer Linie **96**. Durch Modulieren der Drehung des Elektromotors **42** auf diese Weise kann ein Schalten zwischen verschiedenen Bereich-Gängen der Gangschaltung **84** mit demselben Reduktionsverhältnis am Start des Schaltens (z.B. am Ende des A-Bereich-Antriebs) wie am Ende des Schaltens (z.B. am Beginn des B-Bereich-Antriebs) erzielt werden. (Es ist klar, dass ein Reduktionsverhältnis das Produkt der Übersetzungsverhältnisse der Planetengetriebebesätze **48** und **50** und des in Eingriff gebrachten Gangs (z.B. des A-Bereich-Gangs) der Gangschaltung **84** sein kann.)

[0045] Verschiedene Vorteile können aus der Konfiguration von **Fig. 3** (und anderen von dieser Offenbarung vorgesehenen) erhalten werden. Beispielsweise kann in der Konfiguration von **Fig. 3** (und anderen Konfigurationen) das Getriebe **84** stromabwärts von den Planetengetriebebesätzen **48** und **50** angeordnet sein. Dies kann die Verwendung des vollständigen Bereichs von Drehmomenten und Geschwindigkeiten, die am Ausgang des MIVT **26a** erhalten werden (d.h. wie sie aus verschiedenen Kombinationen der Leistung des Motors **24a** und des Elektromotors **42** resultieren können), mit jedem Bereich oder Gang des Getriebes **84** ermöglichen. Beispielsweise kann ein nur-elektrischer Modus (oder ein beliebiger verschiedenster Leistungsverzweigungs-Modi) mit jedem Bereich oder Gang des Getriebes **84** verwendet werden. Dies kann eine signifikante Flexibilität während des Fahrzeugbetriebs bereitstellen.

[0046] Zusätzlich kann in der Konfiguration von **Fig. 3** (oder in anderen Konfigurationen) ein Split-Modus-Antrieb unter Verwendung eines relativ einfachen planetaren Wegs implementiert werden, was unter anderen Vorteilen die Abnutzung verringern, die Lebensdauer verlängern und Kosten für das MIVT **26a** senken kann. Dies kann beispielsweise besonders für Anwendungen nützlich sein, in denen erwartet wird, dass ein Großteil der Betriebszeit im Leistungsverzweigungs-Modus verbracht wird (z.B. für verschiedene landwirtschaftliche Arbeiten, die mit dem Fahrzeug **20** verrichtet werden). Im Leistungsverzweigungs-Modus kann beispielsweise Leistung vom Motor **24a** durch die Kupplung **60** an das Hohlrad **64** geliefert werden und Leistung von dem Elektromotor **42** an das Sonnenrad **70** geliefert werden. Diese Komponenten (d.h. das Hohlrad **64** und das Sonnenrad **70**) können gemeinsam die Drehung des Planetenträgers **76** (über die Planetenzahnräder **72**)

bewirken, was seinerseits die Drehung des Zahnrads **82** und den entsprechenden Transfer von Leistung in das Getriebe **84** bewirken kann. Im Gegensatz dazu kann in einem nur-elektrischen Modus Leistung von dem Elektromotor **42** an das Sonnenrad **70** und dann wiederum an die Planetenzahnräder **72**, Planetenzahnräder **74** (die direkt mit den Zahnrädern **72** verbunden oder einstückig mit diesen gebildet sein können) und Planetenzahnräder **88** geliefert werden. Mit dem von der Bremse **80** verriegelten Hohlrad **78** kann dann Leistung von den Planetenzahnrädern **72**, **74** und **88** zum Planetenträger **76** fließen, usw. Auf diese Weise ist es klar, dass weniger Zahnradkammungen im Leistungsverzweigungs-Modus als im nur-elektrischen Modus verwendet werden können, was eine relative Verbesserung in der Leistungstransfereffizienz repräsentieren kann und auch zu einer relativen Verringerung der Teileabnutzung führen kann.

[0047] Mit Bezugnahme auf **Fig. 5** wird nun auch ein anderes beispielhaftes MIVT **26b** präsentiert. Wie in **Fig. 5** gezeigt, kann ein MIVT **26b** einen Planetengetriebebesatz **98** und einen Doppel-Planetengetriebebesatz **100** umfassen. Ein Verbrennungsmotor **24a** kann direkt sowohl einen hydrostatischen Antrieb (z.B. eine Pumpe **102** und einen Motor **104**) und eine Welle S4 antreiben, und der hydrostatische Antrieb (z.B. über den Motor **104**) kann eine Welle S5 antreiben. Der Planetengetriebebesatz **98** kann ein Sonnenrad **106**, einen Planetenzahnradträger **108** und ein Hohlrad **110** umfassen. Eine Antriebskupplung **112** kann konfiguriert sein, um mit der Welle S4 in Eingriff zu gelangen, um den Ausgang des Motors **24b** mit dem Sonnenrad **106** zu verbinden. Eine Kriechkupplung **114** kann konfiguriert sein, um sowohl mit dem Planetenzahnradträger **108** als auch dem Hohlrad **110** in Eingriff zu gelangen, wodurch der Planetenzahnradträger **108** und das Hohlrad **110** potenziell miteinander verriegelt werden. Eine Umkehrbremse **116** kann konfiguriert sein, um mit dem Hohlrad **110** in Eingriff zu gelangen. In bestimmten Konfigurationen kann demgemäß die Umkehrbremse **116** verwendet werden, um den Ausgang des Planetengetriebebesatzes **98** in Bezug auf den Ausgang des Motors **24b** umzukehren.

[0048] Der Planetengetriebebesatz **98** kann einen Ausgang umfassen, der mit einem Eingang des Doppel-Planetengetriebebesatzes **100** direkt verbunden ist (z.B. direkt verzahnt oder einstückig damit). Beispielsweise kann, wie in **Fig. 5** gezeigt, der Planetenzahnradträger **108** eine Ausgangskomponente für den Planetengetriebebesatz **98** sein und direkt mit einem Planetenzahnradträger **122** des Doppel-Planetengetriebebesatzes **100** verzahnt sein (d.h. über Zahnräder **118** und **120**). Ferner kann sich in bestimmten Konfigurationen dieser Eingang in den Doppel-Planetengetriebebesatz **100** direkt mit einer anderen Komponente des Doppel-Planetengetriebebesatzes **100** drehen. Beispielsweise kann der Planetenzahnradträger **122** als eine einstückige Komponente mit einem

Hohlrad **124** gebildet sein, so dass sich beide Komponenten im Einklang miteinander drehen.

[0049] Der Motor **104** kann einen zusätzlichen Eingang für den Doppel-Planetengetriebebesatz **100** vorsehen. Beispielsweise kann der Motor **104** über die Welle S5 eine Eingangsleistung an beide Sonnenräder **126** und **128** liefern. Der Doppel-Planetengetriebebesatz **100** kann beispielsweise auch ein Hohlrad **130** und Planetenzahnradträger **134** umfassen.

[0050] In dieser Konfiguration, ähnlich der obigen Diskussion in Bezug auf die Ausführungsform von **Fig. 3**, können verschiedene Kupplungen und Bremsen, die dem MIVT **26b** zugeordnet sind, verwendet werden, um zwischen verschiedenen Betriebsmodi für das Fahrzeug **20** umzuschalten. Wenn beispielsweise die Antriebskupplung **112** gelöst ist, kann keine Leistung vom arbeitenden Motor **24b** zu dem Planetengetriebebesatz **98** oder dem Doppel-Planetengetriebebesatz **100** übertragen werden. Ferner kann mit der in Eingriff gebrachten Kriechkupplung **114** und der in Eingriff gebrachten Umkehrbremse **116** das Zahnrad **118** verriegelt werden. Demgemäß kann der Eingriff der Kriechkupplung **114** und der Umkehrbremse **116** eine Drehung sowohl des Hohlrads **124** als auch des Planetenzahnradträgers **122** verhindern (obwohl sich die Planetenzahnräder **132** weiter rund um den Träger **122** drehen können). Auch wenn der Motor **24b** in Betrieb sein kann, kann auf diese Weise der Doppel-Planetengetriebebesatz **100** nur Leistung von dem Motor **104** zu einem Abtriebszahnrad **140** übertragen (z.B. entweder in einem Vorwärts- oder einem Rückwärts-Kriechmodus).

[0051] In bestimmten Ausführungsformen können zusätzliche Leistungsübertragungskomponenten bereitgestellt sein, um verschiedene Typen von Fahrzeugbetrieben und Betriebsmodi zu erleichtern. Beispielsweise kann eine untere Kupplung **136** und eine obere Kupplung **138** innerhalb des Doppel-Planetengetriebebesatzes **100** beinhaltet sein, wobei die obere Kupplung **138** konfiguriert ist, um sowohl mit dem Hohlrad **130** als auch dem Abtriebszahnrad **140** in Eingriff zu gelangen, und die untere Kupplung **136** konfiguriert ist, um sowohl mit dem Planetenzahnradträger **134** als auch dem Abtriebszahnrad **140** in Eingriff zu gelangen. Demgemäß können im Kriechmodus oder in anderen Modi die Kupplungen **136** und **138** selektiv aktiviert werden, um das effektive gesamte Übersetzungsverhältnis der beiden Planetengetriebebesätze **98** und **100** einzustellen.

[0052] In bestimmten Ausführungsformen kann eine Gangschaltung **142** zwischen dem Doppel-Planetengetriebebesatz **100** und anderen Teilen des Fahrzeugs **20** (z.B. einer DDS) angeordnet sein und verschiedene Gänge (z.B. Bereich-Gänge) umfassen. In bestimmten Ausführungsformen kann auch die in **Fig. 5** dargestellte Konfiguration einen Übergang zwi-

schen festgelegten Übersetzungsverhältnissen innerhalb der Gangschaltung **142** (und im Kontext des von der hydrostatischen Maschine **102**, **104** bereitgestellten stufenlos verstellbaren Übersetzungsverhältnisses) gestatten, ohne unbedingt die Richtung der Drehung für den Motor **104** zu ändern. Beispielsweise kann das Fahrzeug **20** einen Betrieb bei einer Geschwindigkeit von Null beginnen, wobei der Motor **24b** vom Getriebe (über die Kupplung **112**) gelöst ist und die Kupplung **114** und Bremse **116** in Eingriff gebracht sind. Der Motor **104** kann demgemäß die einzige Leistung an das Abtriebszahnrad **140** (und die Gangschaltung **142**) liefern. Der Motor **104** kann in der positiven Richtung gestartet werden (für einen Kriechmodusbetrieb in der positiven Richtung) oder in der negativen Richtung (für einen Kriechmodusbetrieb in der negativen Richtung). Unter der Annahme beispielsweise einer anfänglichen positiven Bewegungsrichtung kann sich die Drehung des Motors **104** (und dadurch der Welle S5) in der positiven Richtung beschleunigen, was bewirkt, dass auch die Sonnenräder **126**, **128** beschleunigen. Anfänglich kann beispielsweise die untere Kupplung **136** in Eingriff gebracht werden, wodurch Leistung vom Sonnenrad **128** über den Planetenzahnradträger **134** zum Abtriebszahnrad **140** transferiert wird. Innerhalb der Gangschaltung **142** kann ein erstes Niedrigbereich-Rad in Eingriff gebracht werden, wodurch der Leistungsübertragungsweg vom Motor **104** zu anderen Teilen des Fahrzeugs **20** (z.B. einer Differentialantriebswelle) vollendet wird.

[0053] Bei einer bestimmten Drehzahl des Motors **104**, in Abhängigkeit von den bestimmten zugeordneten Übersetzungsverhältnissen, kann das Hohlrad **110** dazu tendieren, relativ stationär zu sein, sogar wenn die Bremse **116** nicht in Eingriff gebracht ist. Wie auch oben angegeben, kann dies einen nützlichen Punkt vorsehen, an dem zwischen Betriebsmodi (z.B. Kriechmodus und Leistungsverzweigungs-Modus) oder verschiedenen Gängen (z.B. Bereich-Gängen innerhalb der Gangschaltung **142**) übergegangen werden kann. Bei Fortsetzung des obigen Beispiels kann demgemäß, sobald der Motor **104** durch den Kriechmodus auf einen solchen in der Geschwindigkeit übereingestimmten Punkt beschleunigt hat (oder zu verschiedenen anderen Zeiten), die Umkehrbremse **116** gelöst werden und die Antriebskupplung **112** kann in Eingriff gebracht werden. Dies kann einen mechanischen Übertragungsweg für Leistung vom Motor **24b** zu dem Doppel-Planetengetriebe **100** bereitstellen. Gleichzeitig (oder nahezu gleichzeitig) kann auch die untere Kupplung **136** gelöst werden und die obere Kupplung **138** kann in Eingriff gebracht werden. Aufgrund der in **Fig. 5** dargestellten Konfiguration kann es jedoch sein, dass es an diesem Punkt nicht notwendig ist, die Drehrichtung des Motors **104** umzukehren, um eine Vorwärts-Beschleunigung des Fahrzeugs **20** fortzusetzen (wie es beispielsweise für die in **Fig. 3** dargestellte Konfiguration

der Fall sein kann). In bestimmten Ausführungsformen kann nach dem Eingriff der Kupplung **112** (d.h. dem Eintritt in einen Leistungsverzweigungs-Modus) die Drehgeschwindigkeit des Motors **104** einfach gegenüber der Drehgeschwindigkeit zur Zeit des Übergangs verlangsamt werden, wobei das Fahrzeug **20** entsprechend beschleunigt wird.

[0054] Mit Bezugnahme auf **Fig. 6** wird nun beispielsweise ein Graph der Beziehung zwischen der Fahrzeugradgeschwindigkeit (in Kilometern pro Stunde) und der Drehzahl des Motors **104** (in Umdrehungen pro Minute) für die Konfiguration des MIVT **26b** in **Fig. 5** dargestellt. Verschiedene Kurven sind für den Betrieb des Fahrzeugs **20** dargestellt, wobei verschiedene Gänge (z.B. Bereich-Gänge) innerhalb der Gangschaltung **142** in Eingriff gebracht werden. Es ist klar, dass die in **Fig. 6** repräsentierten Größen nur als Beispiele anzusehen sind.

[0055] Eine Linie **150** kann beispielsweise einen Betrieb des Fahrzeugs **20** in einem Kriechmodus darstellen (z.B. nur mit hydrostatischer Leistung). Es ist ersichtlich, dass bei einer Motordrehzahl von Null die Fahrzeuggeschwindigkeit Null sein kann, wobei die Nicht-Null-Motordrehzahl zur Fahrzeuggeschwindigkeit direkt proportional ist. Im Kriechmodus (z.B. mit in Eingriff gebrachter Bremse **116** und Kriechkupplung **114**, gelöster Antriebskupplung **112** und einem in Eingriff gebrachten A-Bereich-Gang (nicht gezeigt) in der Gangschaltung **142**) kann das Fahrzeug **20** zu einem Übergangspunkt beschleunigen. In bestimmten Ausführungsformen kann dies ein Punkt sein, an dem, basierend auf der Motordrehzahl und relevanten Übersetzungsverhältnissen, das Hohlrad **110** relativ stationär sein kann, sogar ohne einen Eingriff der Bremse **116**. An diesem (oder einem anderen) Übergangspunkt kann die Bremse **116** gelöst und die Kupplung **112** in Eingriff gebracht werden, wodurch das Fahrzeug **20** in den Split-Modus-Antrieb geschaltet wird. Der Motor **104** kann dann beginnen, entlang einer Linie **152** langsamer zu werden, wobei die Fahrzeuggeschwindigkeit (nun sowohl vom Motor **104** als auch dem Motor **24b** angetrieben) zunimmt, sogar während die Drehzahl des Motors **104** die Richtung ändert (d.h. von einer positiven Drehung in eine negative Drehung wechselt).

[0056] Fortsetzend kann das Fahrzeug **20** vom vorherigen A-Bereich-Gang in der Gangschaltung **142** zu einem höheren B-Bereich-Gang (nicht gezeigt) geschaltet werden. Um die Beschleunigung des Fahrzeugs **20** fortzusetzen, kann es wieder angemessen sein, die Richtung der Beschleunigung der Drehung des Motors **104** umzuschalten (jedoch nicht sofort die Richtung der Drehung des Motors **104**) und einen geeigneten Bereich-Gang in Eingriff zu bringen (mit oder ohne Umschalten der Kupplungen **136** und **138**). Der Motor **104** kann dann entlang einer Linie **154** be-

schleunigen, wobei das Fahrzeug **20** entsprechend beschleunigt.

[0057] Mit Bezugnahme auf **Fig. 7** wird nun ein zusätzliches beispielhaftes MIVT **26c** präsentiert. Wie in **Fig. 7** gezeigt, kann ein Verbrennungsmotor **24c** mechanische Leistung an einen elektrischen Generator **172** liefern, der über ein Leistungskabel **176** elektrische Leistung an einen Elektromotor **174** liefern kann. Der Elektromotor **174** kann (z.B. über eine direkte Verzahnung) die Antriebsdrehung eines Sonnenrads **182** des Doppel-Planetengetriebebesatzes **178** antreiben. Der Doppel-Planetengetriebebesatz **178** kann auch konfiguriert sein, um mechanische Leistung von dem Motor **24c** über eine Welle S7 zu empfangen, wobei eine Antriebskupplung **196** konfiguriert ist, um sowohl mit der Welle S7 als auch einem andern Sonnenrad **180** in Eingriff zu gelangen. Ein Planetenzahnradträger **184**, der Planetenzahnräder **192** umfasst, kann direkt mit einem Hohlrad **190** verbunden sein (z.B. einstückig mit diesem sein), das selbst konfiguriert sein kann, um über einen Planetenzahnradträger **186**, der Planetenzahnräder **194** umfasst, Leistung von dem Sonnenrad **182** zu empfangen. Ein Hohlrad **188** kann mit den Planetenzahnradern **192** kämmen. Ferner kann der Planetenzahnradträger **186** eine Ausgangskomponente des Doppel-Planetengetriebebesatzes **178** bilden und kann beispielsweise direkt mit einer Eingangskomponente einer Gangschaltung **202** verbunden sein (z.B. einstückig damit gebildet sein).

[0058] Wie bei anderen hierin diskutierten Ausführungsformen kann eine Anzahl von Kupplungen und Bremsen innerhalb des MIVT **26c** (z.B. wie in **Fig. 7** dargestellt) einen nützlichen Übergang zwischen verschiedenen Betriebsmodi gestatten, einschließlich eines Kriechmodus, der nur von dem Elektromotor **174** mit angetrieben wird, und eines Leistungsverzweigungs-Modus, der sowohl von dem Elektromotor **174** als auch dem Motor **24c** mit angetrieben wird. Beispielsweise kann die Kupplung **196** mit der Welle S7 und dem Sonnenrad **180** in Eingriff gelangen, um Leistung von dem Motor **24c** zu dem Doppel-Planetengetriebebesatz **178** zu übertragen. Ebenso kann eine Kupplung **198** sowohl mit dem Hohlrad **188** als auch dem Planetenzahnradträger **184** in Eingriff gelangen, um diese Komponenten miteinander zu verriegeln. Schließlich kann eine Umkehrbremse **200** mit dem Hohlrad **188** in Eingriff gelangen, um eine Drehung dieses Zahnrads zu stoppen.

[0059] In dieser Hinsicht ist es klar, dass die Kupplung **198**, die Bremse **200** und die Kupplung **196** selektiv in Eingriff gebracht (und gelöst) werden können, um verschiedene Betriebsmodi bereitzustellen. Beispielsweise kann, wenn die Kupplung **196** gelöst ist und sowohl die Kupplung **198** als auch die Umkehrbremse **200** in Eingriff gebracht sind, das Fahrzeug **20** nur mit der Leistung des Elektromotors **174** ange-

trieben werden. Ebenso können andere Betriebsmodi mit verschiedenen anderen Konfigurationen (z.B. verschiedenen Kombinationen, in denen zwei von der Kupplung **198**, Bremse **200** und Kupplung **196** ein Eingriff gebracht sind) möglich sein.

[0060] Mit Bezugnahme auf **Fig. 8** wird nun auch beispielsweise ein Graph der Beziehung zwischen der Fahrzeugradgeschwindigkeit (in Kilometern pro Stunde) und der Drehzahl des Elektromotors **174** (in Umdrehungen pro Minute) für die Konfiguration des MIVT **26c** in **Fig. 7** präsentiert. Verschiedene Kurven werden für den Betrieb des Fahrzeugs **20** präsentiert, wobei verschiedene Gänge (z.B. Bereich-Gänge) innerhalb der Gangschaltung **202** in Eingriff gebracht werden. Es ist klar, dass die in **Fig. 8** repräsentierten Größen nur als Beispiele anzusehen sind.

[0061] Eine Linie **212** kann beispielsweise den Betrieb des Fahrzeugs **20** in einem Kriechmodus darstellen (z.B. nur mit elektrischer Leistung). Es ist ersichtlich, dass bei einer Motordrehzahl von Null die Fahrzeuggeschwindigkeit Null sein kann, wobei die Nicht-Null-Motordrehzahl zur Fahrzeuggeschwindigkeit proportional ist. Im Kriechmodus (z.B. mit in Eingriff gebrachter Umkehrbremse **200** und Kupplung **198**, gelöster Antriebskupplung **196** und einem in Eingriff gebrachten A-Bereich-Gang (nicht gezeigt) in der Gangschaltung **202**) kann das Fahrzeug **20** zu einem Übergangspunkt beschleunigen. Beispielsweise kann das Fahrzeug **20** zu einem Punkt beschleunigen, an dem, basierend auf der Motordrehzahl und relevanten Übersetzungsverhältnissen, das Hohlrad **188** relativ stationär sein kann, sogar ohne Eingriff der Bremse **200**. An diesem (oder einem anderen) Punkt kann die Kupplung **198** gelöst und die Kupplung **196** in Eingriff gebracht werden, wodurch das Fahrzeug in einen Split-Modus-Antrieb geschaltet wird. Zu dieser Zeit (oder nahezu zu dieser Zeit) kann der Elektromotor **174** dann seine Drehrichtung umkehren, wobei von der Linie **212** zu einer Linie **214** übergegangen wird. Das Fahrzeug **20** kann demgemäß fortsetzen zu beschleunigen (nun angetrieben von sowohl dem Elektromotor **174** und dem Motor **24c**), wobei die Fahrzeuggeschwindigkeit zunimmt, sogar während die Drehzahl des Elektromotors **174** die Richtung ändert (d.h. von einer negativen Drehung in eine positive Drehung wechselt). Ähnliche Schaltungen können beispielsweise auch in einen B-Bereich-Gang (nicht gezeigt) vom A-Bereich-Gang (nicht gezeigt) bewirkt werden, indem der Elektromotor **174** von der Linie **214** zu einer Linie **216** übergeführt wird, usw.

[0062] In bestimmten Ausführungsformen, einschließlich mit Bezug auf verschiedene oben besprochene Getriebekonfigurationen, kann es nützlich sein, zum Antrieb von Fahrzeugsystemen eine Antriebsstranganordnung mit der Fähigkeit zur Energiespeicherung und -abgabe („ESD“) bereitzustellen,

zusätzlich (oder als eine Alternative) zu einem herkömmlichen Motor. Beispielsweise kann es mit Bezug auf das Fahrzeug **20** nützlich sein, eine oder mehrere elektrische, hydraulische oder andere Energiespeichervorrichtungen als Teil des Antriebsstrangs **22** (oder in Kommunikation damit) bereitzustellen. Energie von dem Motor **24** kann zur Speicherung an diesen Vorrichtungen empfangen werden (z.B. Energie, die von dem Motor **24** in mechanischer Form bereitgestellt wird, und dann zur Speicherung in nicht-mechanische Formen umgewandelt wird). Die Energie kann dann auf verschiedene vorteilhafte Arten von der Speicherung zur Abgabe an verschiedene Fahrzeugkomponenten (z.B. an ein Getriebe oder eine andere Antriebsstranganordnung) freigesetzt werden.

[0063] In bestimmten Ausführungsformen der offenbarten Antriebsstranganordnung kann ein ESD-System verwendet werden, um die nachteiligen Auswirkungen von Übergangsleistungsereignissen für das Fahrzeug **20** zu verringern. Ein Übergangsleistungsereignis kann Ereignisse umfassen, in denen die verfügbare Leistung von dem Motor **24** (zumindest unter dem derzeitigen Betriebszustand des Motors **24**) für einen oder mehrere bestehende (oder angefragte) Vorgänge nicht ausreichend ist. Ein Übergangsleistungsereignis kann beispielsweise auftreten, wenn ein angetriebener Vorgang von einem Betreiber angefragt wird, aber die verfügbare (d.h. überschüssige) Leistung von dem Motor **24** (zumindest unter den derzeitigen Betriebsbedingungen) nicht ausreichend ist, um den Vorgang ohne nachteilige Auswirkungen zu vollenden (z.B. ohne die Energieversorgung an andere Fahrzeugsysteme zu verringern). Beispielsweise kann ein Betreiber, während der Motor **24** verschiedene Fahrzeugsysteme (z.B. einen Satz von Antriebsrädern) aktiv antreibt, einen Vorgang anfragen, der zusätzliche Leistung benötigt, die über die von dem Motor **24** derzeit verfügbare hinausgeht. In bestimmten Ausführungsformen kann ein ESD-System verwendet werden, um eine verfügbare Motorleistung für einen solchen Vorgang zu ergänzen (oder zu ersetzen), während verschiedene Probleme vermieden werden (z.B. Leistungsverzögerungen, ein ineffizienter Motorbetrieb, ein Erschüttern des Fahrzeugs **20**, usw.).

[0064] Ein Übergangsleistungsereignis kann beispielsweise auch auftreten, wenn ein Motor keine Leistung an den entsprechenden Antriebsstrang bereitstellt. In bestimmten Ausführungsformen kann ein ESD-System verwendet werden, um Leistung an verschiedene Fahrzeugsysteme bereitzustellen, wenn ein Motor in einem ausgeschalteten Zustand ist oder anders nicht in Betrieb ist.

[0065] In bestimmten Ausführungsformen kann eine Komponente einer IVP (z.B. ein elektrischer Generator oder eine hydraulische Pumpe) konfiguriert

sein, um mechanische Leistung von dem Motor **24** zu empfangen und die Leistung in eine andere Form umzuwandeln (z.B. elektrische Leistung oder hydraulischen Druck/Fluss). Ein Teil der umgewandelten Leistung kann zur Speicherung an eine Energiespeichervorrichtung geleitet werden (z.B. eine Batterie oder ein Akkumulator). Wenn sie benötigt wird (d.h. während einem bestimmten Übergangsleistungsereignis) kann eine gespeicherte Energie dann von der Energiespeichervorrichtung zur Rückumwandlung in mechanische Leistung an eine Komponente der IVP (z.B. einen elektrischen Motor oder einen hydraulischen Motor) freigesetzt werden. Diese mechanische Leistung kann dann wie benötigt durch das Fahrzeug **20** geleitet werden. Beispielsweise kann ein MIVT konfiguriert sein, um Leistung von der IVP zu empfangen, um mechanische Leistung, die direkt von dem Motor **24** empfangen wird, zu ergänzen.

[0066] In bestimmten Implementierungen kann ein ESD-System in den offenbarten Antriebsstranganordnungen verwendet werden, um ein Glätten des Schaltens bereitzustellen. Während bestimmter Schaltereignisse eines Getriebes des Fahrzeugs **20** (z.B. während des Übergangs von einem ersten Bereich oder Gang eines Mehrstufengetriebes zu einem zweiten Bereich oder Gang des Mehrstufengetriebes) kann an einem Eingang zu dem Getriebe mehr Leistung angefordert werden, als von dem Motor **24** verfügbar ist (d.h. ein Übergangsleistungsereignis kann auftreten). Beispielsweise können eine oder mehrere Kupplungen des Getriebes rutschen, wenn das Getriebe anfängt, nach dem Schaltereignis eine Last (z.B. eine erhöhte Last) anzunehmen. Dieses Rutschen kann in einem Leistungsverbrauch innerhalb des Getriebes selbst resultieren (z.B. aufgrund des Energieverlusts, wenn die Kupplung rutscht), sogar während durch das Getriebe Leistung an den Getriebeausgang übertragen wird. Daher kann die an dem Getriebeeingang benötigte Leistung signifikant größer sein als die an dem Getriebeausgang verfügbare Leistung.

[0067] Als ein Ergebnis dieses Leistungsverlusts (oder anderer Faktoren) können in Bezug auf den Motor **24**, das Getriebe oder andere Fahrzeugsysteme verschiedene nachteilige Ereignisse auftreten. Beispielsweise kann der Motor **24** aufgrund des übermäßigen Leistungsbedarfs an dem Getriebeeingang vorübergehend „abfallen“ oder unter einer anderen verringerten Leistung leiden, was von einem Benutzer als ein Zögern des Fahrzeugs **20** (oder des Motors **24**) wahrgenommen werden kann. Ähnlich dazu kann das Getriebe ein nicht-ideales Schalten ausführen, das von einem Benutzer als ein Erschüttern, Stottern oder sogar Stehenbleiben des Fahrzeugs **20** wahrgenommen werden kann.

[0068] Ein glattes Schalten, wie es von einem ESD-System bereitgestellt wird, kann dabei helfen, diese (und andere) Probleme zu lösen. Beispielsweise kann während eines stehenden (oder anderen) Betriebs des Fahrzeugs **20** ein Teil der Leistung von dem Motor **24** zur Speicherung (z.B. als gespeicherte elektrische, hydraulische, kinetische oder andere Energie) an das ESD-System geleitet werden (z.B. über eine IVP). Während eines Schaltereignisses kann, wie es angemessen ist, das ESD-System dann einen Teil der gespeicherten Energie an das entsprechende Getriebe (z.B. über die IVP) liefern, um die Leistung, die direkt von dem Motor **24** bereitgestellt wird, zu ergänzen. Auf diese Art kann eine Leistungslieferung von dem ESD-System relativ glatte Schaltvorgänge gestatten, sogar wenn ein Schaltereignis an einem Getriebe einen Leistungsbedarf verursacht, der den (derzeitigen) Leistungsausgang des Motors **24** übersteigt. Das kann beispielsweise nützlich sein, um den Bedarf, während des Schaltens die Motordrehzahl zu erhöhen, zu vermeiden. Ferner kann die Verwendung eines ESD-Systems für das Glätten der Schaltung den Bedarf an komplexen Getriebeaufbauten (und -steuerungen) verringern, der andernfalls nötig sein könnte, um glatte Schaltungen über eine Vielzahl an Schaltereignissen bereitzustellen.

[0069] Ein ESD-System kann verschiedene andere Vorteile bereitstellen, zusätzlich (oder als eine Alternative) zu einem Glätten des Schaltens. In bestimmten Ausführungsformen kann ein ESD-System zum Lastausgleich verwendet werden, bei dem Erhöhungen des Leistungsbedarfs während anderen Vorgängen als Schaltereignissen (zumindest zum Teil) mit gespeicherter Energie aus dem ESD-System und nicht mit einer erhöhten Leistungslieferung von dem Motor **24** erfüllt werden können. In bestimmten Implementierungen kann dies gestatten, dass der Motor **24** während einer großen Zahl an Vorgängen des Fahrzeugs **20** bei einer relativ konstanten Last und einer relativ konstanten Geschwindigkeit betrieben werden kann, was seinerseits in einer effizienteren Nutzung einer gegebenen Konfiguration des Motors **24** resultiert. Ebenso kann ein ESD-System verwendet werden, um einen Betrieb des Fahrzeugs **20** (oder eines Subsystems davon) ohne eine durchgehende Leistungslieferung von dem Motor **24** anzutreiben. Beispielsweise kann ein ESD-System in einem „reinen“ elektrischen (oder hydraulischen) Modus, in dem es sein kann, dass der Motor **24** keine Leistung für den Betrieb des Fahrzeugs **20** bereitstellt, den Betrieb verschiedener Fahrzeugsysteme unter Verwendung von zuvor gespeicherter Energie antreiben.

[0070] In bestimmten Ausführungsformen, kann ein ESD-System in einer IVP des Fahrzeugs **20** beinhaltet sein oder sich anders damit überschneiden. Beispielsweise kann eine IVP des Fahrzeugs **20** eine erste IVP-Maschine umfassen, die als ein elektrischer Generator oder eine hydraulische Pumpe kon-

figuriert ist, der/die konfiguriert sein kann, um mechanische Leistung von dem Motor **24** zu empfangen und die Leistung dementsprechend in eine elektrische oder hydraulische (oder andere) Form umzuwandeln. Eine Batterie oder ein Akkumulator (oder eine andere Energiespeichervorrichtung) kann mit der ersten IVP-Maschine in Kommunikation sein, so dass ein Teil (d.h. ein Teil oder alles) der umgewandelten Leistung zur Speicherung an die Batterie oder den Akkumulator geleitet werden kann. Eine zweite IVP-Maschine der IVP (z.B. ein elektrischer Motor oder ein hydraulischer Motor) kann konfiguriert sein, um Leistung von der Batterie oder dem Akkumulator (oder direkt von der ersten IVP-Maschine) zu empfangen, und um die empfangene Leistung für stromabwärts liegende Komponenten des Fahrzeugantriebsstrangs **22** in eine mechanische Form umzuwandeln.

[0071] Ein ESD-System kann auf verschiedene Arten gesteuert werden. In bestimmten Ausführungsformen kann das Leiten von Leistung zu und von einem ESD-System unter Verwendung einer Steuerung, die als eine Rechenvorrichtung unterschiedlicher Aufbauten (z.B. eine Prozessor und Speicherarchitektur, ein programmierbarer elektronischer Schaltkreis, usw.) konfiguriert ist, reguliert werden. In bestimmten Ausführungsformen kann der Betrieb eines ESD-Systems (als Teil der offenbarten Antriebsstranganordnung) beispielsweise durch die TCU **36** reguliert werden, oder er kann durch eine andere Steuerung (nicht gezeigt) reguliert werden. Ein ESD-System kann basierend auf verschiedenen Eingängen gesteuert werden, einschließlich Eingängen von Drehzahlsensoren (nicht gezeigt) für den Motor und andere Fahrzeugkomponenten, Eingängen von Sensoren (nicht gezeigt), die sich auf Schaltvorgänge, einen Leistungsverbrauch oder -bedarf des Fahrzeugs beziehen, oder Eingänge von verschiedenen anderen Vorrichtungen (nicht gezeigt).

[0072] Auch unter Bezugnahme auf **Fig. 9** ist eine beispielhafte Antriebsstranganordnung, die ein ESD-System umfasst, dargestellt. Der Antriebsstrang von **Fig. 9** ist konfiguriert, um mechanische Leistung von einem Verbrennungsmotor **24d** an verschiedene Fahrzeugkomponenten und -systeme zu übertragen. Wie dargestellt, wird mechanische Leistung von dem Motor **24d** entlang einer Welle S8 an einen Planetengetriebebesatz **48d** und einen Doppel-Planetengetriebebesatz **50d** geleitet, sowie zu einem elektrischen Generator **230**. (Es ist klar, dass in anderen Konfigurationen eine andere IVP-Maschine anstelle des elektrischen Generators **230** oder zusätzlich dazu verwendet werden kann.) Der elektrische Generator **230** steht in Kommunikation mit einer Batterie **234** (oder einer anderen Speichervorrichtung für elektrische Energie) und mit einem Elektromotor **232**. Zusammen können der elektrische Generator **230** und der Elektromotor **232** als eine IVP **28d** betrachtet werden, die mit einem ESD-System **228**, das die Batterie

234 (oder Batterien **234**, wie es angemessen ist), sowie verschiedenen anderen Komponenten (nicht gezeigt), einschließlich verschiedener Leistungselektronik, Steuerungen, usw. umfasst, in Kommunikation steht.

[0073] Der Planetengetriebebesatz **48d** und der Doppel-Planetengetriebebesatz **50d**, sowie die IVP **28d** sind konfiguriert, um auf eine ähnliche Weise wie der Planetengetriebebesatz **48**, der Doppel-Planetengetriebebesatz **50** und die IVP **28a** aus **Fig. 3** zu arbeiten (wie oben ausführlich besprochen), um ein MIVT **26d** bereitzustellen, das eine ähnliche Funktionalität wie das MIVT **26a** aufweist. Das MIVT **26d** kann jedoch verschiedene Unterschiede zeigen. Beispielsweise kann in **Fig. 9** gesehen werden, dass eine Welle S16 konfiguriert ist, um über das Antriebszahnrad für den elektrischen Generator **230** Leistung von der Welle S8 zu empfangen, um eine Drehung einer Hilfsantriebs-scheibe **250** anzutreiben. Ebenso kann eine Welle S10, die von einem Zahnrad **44d** der Welle S8 angetrieben ist (die auch Leistung an den elektrischen Generator **230** liefert), Leistung an eine Getriebesteuerung, eine Absaugpumpe oder eine andere Pumpe zu liefern.

[0074] Während des Betriebs kann Leistung von dem Motor **24d** auf verschiedene Arten durch das MIVT **26d** zu einem Getriebe **84d** (z.B. als ein steuerbares Getriebe konfiguriert) geleitet werden, um eine stufenlos verstellbare Multimode-Leistungsübertragung an verschiedene Fahrzeugsysteme bereitzustellen. Wie dargestellt ist beispielsweise ein Abtriebszahnrad **82d** des Doppel-Planetengetriebebesatzes **50d** konfiguriert, um mit Eingangszahnradern **236** und **238** des Getriebes **84d** zu kämmen. Durch den selektiven Betrieb der Kupplungen **252** kann das Abtriebszahnrad **82d** demgemäß eine Drehung von einer der Getriebewellen S11 bzw. S13 antreiben. Eine selektive Steuerung verschiedener anderer Kupplungen **254** kann verwendet werden, um das Getriebe **84d** in verschiedene Bereich-Gänge **240**, **242**, **244**, **246** bzw. **248** zu schalten, die für das Getriebe **84d** Bereichen A bis E entsprechen können. Auf diese Art kann Leistung von dem Motor **24d** sowie von dem Elektromotor **232** zu einer Differentialantriebswelle S12a geleitet werden. Wie gezeigt können auch eine Bremse **256** und eine Kupplung **258** gesteuert werden, um Leistung von dem Getriebe **84d** für einen mechanischen Vorderradantrieb zu einer Antriebswelle S12b zu leiten. (Es ist klar, dass die dargestellte Konfiguration der verschiedenen Gänge des Getriebes **84d** nur als Beispiel präsentiert ist. Ein ESD-System kann auch mit Bezug auf andere Konfigurationen des Getriebes **84d** verwendet werden).

[0075] Andere Vorrichtungen und Funktionalitäten können auch bereitgestellt sein. Beispielsweise kann gesehen werden, dass das Zahnrad **44d** der Welle S8 konfiguriert ist, um ein Laufrad **68d** auf der

Welle S12a zu drehen, sowie um Leistung an den elektrischen Generator **230** zu liefern. Im Gegenzug kann das Zahnrad **68d** eine Drehung einer PTO-Welle S14, und in bestimmten Konfigurationen einer vorderen PTO-Welle S15, antreiben.

[0076] Wie durch eine geeignete Steuerung (nicht gezeigt) reguliert, kann ein Teil der an dem elektrischen Generator **230** empfangenen Leistung, sobald sie in eine elektrische Form umgewandelt wurde, zur Speicherung in der Batterie **234** an eine ESD **228** geleitet werden. In bestimmten Ausführungsformen kann eine Leistung von dem elektrischen Generator **230** kontinuierlich an die Batterie **234** geleitet werden, solange der Motor **24d** läuft und die Batterie **234** nicht vollständig geladen ist. In bestimmten Implementierungen kann Leistung von dem elektrischen Generator **230** selektiver an die Batterie **234** geleitet werden. Beispielsweise kann bei bestimmten Steuerungsstrategien Leistung von dem elektrischen Generator **230** nur zu der Batterie **234** geleitet werden, wenn detektiert wurde (z.B. durch verschiedene Motor- oder andere Sensoren (nicht gezeigt)), dass der Motor **24d** in Bezug auf den derzeitigen Leistungsbedarf des Fahrzeugbetriebs überschüssige Leistung erzeugt.

[0077] Je nach Bedarf kann Energie von der Batterie **234** freigesetzt werden, um einen Betrieb des Elektromotors **232** anzutreiben. Wie oben mit Bezug auf den Elektromotor **42** aus **Fig. 3** beschrieben, kann Leistung von dem Elektromotor **232** dann durch den Doppel-Planetengetriebebesatz **50d** geleitet werden, um Leistung von dem Motor **24d** zu ergänzen (oder zu ersetzen). Dies kann beispielsweise nützlich sein, um sicherzustellen, dass den verschiedenen Systemen und Vorrichtungen des Fahrzeugs **20** eine angemessene Leistung bereitgestellt wird, sogar während der Motor **24d** in einer idealen und relativ konstanten Betriebsgeschwindigkeit gehalten wird.

[0078] In bestimmten Implementierungen kann Leistung von der Batterie **234** über den Elektromotor **232** für glatte Schaltvorgänge verwendet werden. Beispielsweise kann eine entsprechende Steuerung während (oder vor oder nach) einer Schaltung von dem A-Bereich-Gang **240** in den B-Bereich-Gang **242** identifizieren, dass bei dem Getriebe **84d** zusätzliche Leistung erfordert werden kann, um ein glattes Schalten sicherzustellen, und in bestimmten Ausführungsformen, um den Bedarf, die Motordrehzahl oder -leistung zu erhöhen, zu vermeiden. Demgemäß kann für das A-nach-B-Schaltereignis (und andere Schaltereignisse) Energie von der Batterie **234** zu dem Elektromotor **232** freigesetzt werden, sodass der Elektromotor **232** zusätzliche Leistung an das Getriebe **84d** liefern kann (d.h. über den Doppel-Planetengetriebebesatz **50d**).

[0079] Ein glattes Schalten wie in dem oben beschriebenen Beispiel kann basierend auf einer Viel-

zahl an Faktoren implementiert werden. In bestimmten Implementierungen kann beispielsweise ein Signal von der TCU **36** (oder einer anderen Vorrichtung) anzeigen, dass bald eine Schaltung zwischen Gängen des Getriebes **84d** auftreten wird (oder derzeit auftritt oder vor kurzem aufgetreten ist). Wenn identifiziert (oder erwartet) wird, dass solch ein Schaltereignis in einem Übergangsleistungsereignis resultiert, kann demgemäß Leistung von der ESD **228** umgeleitet werden. In bestimmten Implementierungen können Motorsensoren, Wellendrehzahlsensoren oder andere Sensoren (nicht gezeigt) Indikationen eines Leistungsmangels an dem Getriebe **84d** detektieren (z.B. aufgrund eines Rutschens der Kupplung innerhalb des Getriebes **84d** während eines Schaltvorgangs). Ein Leiten von Leistung von der ESD **228** zu dem Getriebe **84d** kann dann demgemäß implementiert werden.

[0080] In bestimmten Implementierungen kann Leistung von der Batterie **234** für andere Vorgänge verwendet werden. Beispielsweise kann, wenn ein Betrieb des Motors **24d** nicht möglich oder praktikabel ist (z.B. während eines Betriebs des Fahrzeugs **20** innerhalb eines geschlossenen Raums), Energie von der Batterie **234** verwendet werden, um einen nur-elektrischen Betrieb des Fahrzeugs **20** zu implementieren. In bestimmten Implementierungen kann ein nur-elektrischer Betrieb automatisch implementiert werden (z.B. basierend auf dem Empfangen eines Antriebs oder eines anderen Befehls, wenn das Fahrzeug gestartet ist, aber der Motor **24d** ausgeschaltet ist). In bestimmten Implementierungen kann ein nur-elektrischer Betrieb basierend auf anderen Faktoren implementiert werden (z.B. basierend auf einem Betreiber, der einen bestimmten Schalter, Knopf oder Hebel betätigt).

[0081] Als ein anderes Beispiel, bei dem die Verwendung eines bestimmten Werkzeugs des Fahrzeugs einen erhöhten Leistungsbedarf von dem Fahrzeug **20** bedingt, kann Energie von der Batterie **234** verwendet werden, um sicherzustellen, dass an dem Werkzeug ohne signifikant nachteilige Auswirkungen auf andere Fahrzeugsysteme (z.B. die Fahrzeugantriebsräder) oder einen signifikanten Anstieg der Motordrehzahl eine angemessene Leistung verfügbar ist. Wenn beispielsweise ein mechanisches Werkzeug (z.B. eine Ballenvorrichtung, Saatvorrichtung, Bodenverbesserungsvorrichtung, Schneidklinge, usw.) durch die PTO-Welle S14 angetrieben wird, oder ein hydraulisches Werkzeug (z.B. eine Ladeschaufel, eine Kipplasterauflage, ein Baggerarm, eine Bodenverbesserungsvorrichtung, usw.) unter Verwendung von Leistung von der vorderen PTO-Welle S15 oder einer anderen Welle angetrieben wird (d.h. wie durch eine geeignete hydraulische Pumpe umgewandelt (nicht gezeigt)), kann der Antriebsstrang des Fahrzeugs **20** erhöhten Leistungsanforderungen ausgesetzt sein. In bestimmten Ausführungs-

formen kann demgemäß während des Betriebs eines solchen Werkzeugs Energie von der Batterie **234** verwendet werden, wie durch den Elektromotor **232** in mechanische Energie umgewandelt, um Leistung von dem Motor **24d** in Bezug auf das entsprechende Werkzeug (oder Fahrzeugsystem) zu ergänzen (oder zu ersetzen).

[0082] In bestimmten Implementierungen kann Leistung von der Batterie **234** automatisch verwendet werden, sobald ein beliebiges Werkzeug des Fahrzeugs (oder ein beliebiges Werkzeug des Fahrzeugs einer bestimmten Konfiguration) betrieben wird. In bestimmten Ausführungsformen kann Leistung von der Batterie **234** selektiver verwendet werden. Beispielsweise können Motorsensoren, Wellendrehzahlsensoren oder andere Sensoren (nicht gezeigt) Indikationen eines Leistungsmangels aufgrund des Werkzeugbetriebs detektieren und demgemäß kann Leistung von der Batterie **234** gezogen werden.

[0083] Auch bezugnehmend auf **Fig. 10** ist ein anderes beispielhaftes MIVT **26e** ähnlich wie das MIVT **26c** aus **Fig. 7** konfiguriert. Ein Verbrennungsmotor **24e** liefert über eine Welle S17 mechanische Leistung an einen Doppel-Planetengetriebeatz **178e** sowie an einen elektrischen Generator **172e** (oder eine andere IVP-Maschine), der in einer IVP **28e** beinhaltet ist. Der elektrische Generator **172e** wandelt die mechanische Leistung von dem Motor **24e** in elektrische Leistung um, die über ein Leistungskabel **176e** an einen Elektromotor **174e** geleitet wird. Der Elektromotor **174e** wandelt dann die elektrische Leistung in mechanische Leistung um, die auch an den Doppel-Planetengetriebeatz **178e** geleitet wird. Auf diese Art kann das MIVT **26e** über den Doppel-Planetengetriebeatz **178e** verwendet werden, um Leistung von dem Motor **24e** und der IVP **28e** zu kombinieren, um eine stufenlos verstellbare Leistung mit einem begrenzten Übersetzungsbereich an ein Getriebe **202e** bereitzustellen.

[0084] In der dargestellten Ausführungsform steht der elektrische Generator **172e** in elektrischer Kommunikation mit einer Batterie **260** (oder einer anderen Speichervorrichtung für elektrische Energie), sowie mit dem elektrischen Motor **174e**. Zusammen können der elektrische Generator **172e** und der elektrische Motor **174e** als eine IVP **28e** betrachtet werden, die mit einem ESD-System **262** in Kommunikation steht, das die Batterie **260** (oder, wie angemessen, Batterien **260**), sowie verschiedene andere Komponenten (nicht gezeigt), einschließlich verschiedener Leistungselektronik, Steuerungen, usw., umfasst. Auf diese Art kann mechanische Energie von dem Motor **24e** als elektrische Energie in der Batterie **260** gespeichert werden und, wie angemessen, über den Elektromotor **174e** freigesetzt werden, um Leistung an den Doppel-Planetengetriebeatz **178e** zu liefern. Wie mit Bezug auf die Konfiguration aus **Fig. 9** aus-

fürlich beschrieben, kann Energie von der Batterie **260** verwendet werden, um ein Glätten der Schaltung bereitzustellen, um das Fahrzeug **20** in einem nur-elektrischen Modus zu betreiben, um einen Betrieb eines Werkzeuges des Fahrzeugs **20** anzutreiben (oder um während des Betriebs eines solchen Werkzeuges andere Fahrzeugsysteme anzutreiben), usw.

[0085] Es ist klar, dass die verschiedenen Speichervorrichtungen eines ESD-Systems (z.B. die Batterien **234** und **260**) Energie von anderen als den relevanten Motoren (z.B. den Motoren **24d** und **24e**) empfangen und speichern können. Beispielsweise können in bestimmten Implementierungen regenerative Systeme (z.B. Systeme zum Erfassen von Energie aus Bremsvorgängen) konfiguriert sein, um Leistung zur späteren Verwendung (z.B. zum Glätten eines Schaltens, einem nur-elektrischen Betrieb, usw.) an ein ESD-System zu leiten, oder sie können einen Teil eines ESD-Systems bilden. Ebenso ist klar, dass ein ESD-System mit anderen Antriebssträngen und Getrieben (einschließlich MIVTs) als den spezifisch dargestellten verwendet werden kann. In bestimmten Ausführungsformen kann ein ESD-System (nicht gezeigt) beispielsweise mit Bezug auf den in **Fig. 5** dargestellten Antriebsstrang über einen hydraulischen Akkumulator **264** (siehe **Fig. 5**, hydraulische Verbindungen nicht gezeigt) oder mit Bezug auf verschiedene andere Antriebsstrangkfigurationen (nicht gezeigt) implementiert werden.

[0086] Verschiedene der oben beschriebenen Vorgänge (und andere) können als Teil eines Übergangsleistungsereignis-Managementverfahrens („TPEM“-Verfahren) implementiert werden. Auch bezugnehmend auf **Fig. 11** kann beispielsweise ein TPEM-Verfahren **300** für das Fahrzeug **20** durch verschiedene Steuerungen (z.B. die TCU **36**) oder andere Vorrichtungen implementiert werden.

[0087] Das TPEM-Verfahren **300** kann das Identifizieren **302** eines Übergangsleistungsereignisses umfassen. Beispielsweise kann eine Steuerung durch einen Motordrehzahlsensor, verschiedene Wellendrehzahlsensoren, andere Sensoren oder Vorrichtungen identifizieren, dass ein derzeitiger (oder anstehender) Betriebszustand des betreffenden Fahrzeugs zu einem Leistungsmangel geführt hat (oder wahrscheinlich dazu führen wird). Beispielsweise kann ein Schaltvorgang **304** (z.B. ein kürzlicher, derzeitiger oder anstehender Schaltvorgang **304**) identifiziert werden, während dessen ein Getriebe mehr Leistung von einem Motor erfordern kann (z.B. aufgrund eines Rutschens der Kupplung) als von dem Motor verfügbar sein kann (zumindest in dem derzeitigen Betriebszustand). Beispielsweise kann aufgrund eines Rutschens der Kupplung während eines Schaltvorgangs an dem Eingang zu einem Getriebe mehr Leistung von dem Motor benötigt werden, als von dem Motor bei der derzeitigen Motordrehzahl ver-

fügar ist. Ähnlich dazu kann ein Betrieb **306** eines Werkzeugs (z.B. ein laufender oder anstehender Betrieb **306** des Werkzeugs) identifiziert werden, während dessen die Leistungsanforderungen des Werkzeugs (z.B. in Kombination mit anderen Leistungsanforderungen für andere Fahrzeugsysteme) die verfügbare Leistung von dem Motor übersteigen können. In bestimmten Implementierungen kann das Identifizieren **302** eines Übergangsleistungsereignisses das Identifizieren **302** des Betriebs des Fahrzeugs (oder eines Subsystems davon) umfassen, während der Motor in einem ausgeschalteten (oder anders nicht angetriebenen) Zustand **308** ist. Beispielsweise kann ein Antriebsbetrieb oder der Betrieb eines Werkzeugs des Fahrzeugs (z.B. ein derzeitiger oder anstehender Antrieb oder Werkzeugbetrieb) identifiziert werden, während der Motor in einem ausgeschalteten Zustand **308** ist.

[0088] Das TPEM-Verfahren **300** kann ferner das Veranlassen **320** einer Energiespeichervorrichtung (z.B. wie es einen Teil eines größeren ESD-Systems bilden kann), gespeicherte Energie an eine Komponente eines IVP (z.B. eine IVP-Maschine) zu liefern. Das TPEM-Verfahren **300** kann beispielsweise verwendet werden, um zu veranlassen, dass Energie von einer Batterie an einen Elektromotor geliefert wird, um zu veranlassen, dass Energie von einem hydraulischen Akkumulator an einen hydraulischen Motor geliefert wird, usw. (In bestimmten Implementierungen ist es klar, dass diesem vorangeht, dass das TPEM-Verfahren **300** veranlasst, dass Energie in der IVP gespeichert wird. In bestimmten Implementierungen kann Energie auf andere Arten in der IVP gespeichert werden.)

[0089] Das TPEM-Verfahren **300** kann dann das Bereitstellen **330** von Leistung von der Komponente des IVP (z.B. von einer IVP-Maschine) an ein Getriebe umfassen. Das TPEM-Verfahren **300** kann beispielsweise das Bereitstellen von Leistung von einem elektrischen oder hydraulischen Motor an ein MIVT verschiedener Konfigurationen, an ein Getriebe mit festgelegten Übersetzungsverhältnissen, oder an andere Getriebe, die in dem betreffenden Antriebsstrang beinhaltet sind, umfassen.

[0090] In bestimmten Implementierungen kann das TPEM-Verfahren **300** ferner das Bereitstellen **340** von Leistung von dem Motor an das Getriebe umfassen. Wenn der Motor beispielsweise nicht in einem abgeschalteten Zustand **308** ist, kann ein MIVT (oder eine andere Vorrichtung) verwendet werden, um die von dem Motor bzw. der IVP empfangene Leistung zu summieren, sodass Leistung von sowohl dem Motor als auch der IVP an das betreffende Getriebe geliefert werden kann.

[0091] Die hierin verwendete Terminologie dient nur zum Zwecke des Beschreibens spezifischer Ausführ-

rungsformen und soll nicht als die Offenbarung einschränkend aufgefasst werden. Wie hierin verwendet sollen die Singularformen „ein/eine“ und „der/die/das“ auch die Pluralformen umfassen, solange aus dem Kontext nicht klar Gegenteiliges hervorgeht. Es ist ferner klar, dass eine beliebige Verwendung der Begriffe „umfasst“ und „umfassend“ in dieser Patentschrift die Gegenwart von den besagten Merkmalen, ganzen Zahlen, Schritten, Vorgängen, Elementen und/oder Komponenten spezifiziert, jedoch die Gegenwart oder Hinzufügung von einem/einer oder mehreren anderen Merkmalen, ganzen Zahlen, Schritten, Vorgängen, Elementen, Komponenten und/oder Gruppen davon nicht ausschließt.

Patentansprüche

1. Antriebsstranganordnung für ein Arbeitsfahrzeug mit einem Motor, wobei die Antriebsstranganordnung eine stufenlos verstellbare Leistungsquelle (28d; 28e); eine Energiespeichervorrichtung (228; 262), die konfiguriert ist, um Energie von der stufenlos verstellbaren Leistungsquelle (28d; 28e) zur Speicherung zu empfangen, und um gespeicherte Energie von der Energiespeichervorrichtung (228; 262) bereitzustellen, um eine oder mehrere Komponenten (232; 174e) der stufenlos verstellbaren Leistungsquelle (28d; 28e) anzutreiben; und ein Getriebe (26d; 26e), das konfiguriert ist, um Leistung von dem Motor (24d; 24e) und von der einen oder den mehreren Komponenten (232; 174e) der stufenlos verstellbaren Leistungsquelle (28d; 28e) an eine oder mehrere Komponenten (84d; 202e) des Fahrzeugs (20) zu übertragen; sowie eine Steuerung (36) umfasst, die konfiguriert ist: um ein Übergangsleistungsereignis zu identifizieren, während dessen der Motor (24d; 24e), während er in einem derzeitigen Betriebszustand arbeitet, eine nicht ausreichende Leistung für einen oder mehrere Vorgänge des Fahrzeugs (20) bereitstellt; und um basierend auf dem Identifizieren des Übergangsleistungsereignisses die Energiespeichervorrichtung (228; 262) zu veranlassen, gespeicherte Energie von der Energiespeichervorrichtung (228; 262) bereitzustellen, um die eine oder die mehreren Komponenten (232; 174e) der stufenlos verstellbaren Leistungsquelle (26d; 26e) anzutreiben; worin das Getriebe (26d; 26e) während des Übergangsleistungsereignisses über die eine oder mehreren Komponenten (232; 174e) der stufenlos verstellbaren Leistungsquelle (28d; 28e) Leistung von der Energiespeichervorrichtung (228; 262) empfängt, sodass der eine oder die mehreren Vorgänge des Fahrzeugs (20) zumindest teilweise unter Verwendung von gespeicherter Energie von der Energiespeichervorrichtung (228; 262) ausgeführt werden.

2. Antriebsstranganordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Getriebe (26d) während des Übergangsleistungsereignisses auch

mechanische Leistung von dem Motor (24d) empfängt, sodass der eine oder die mehreren Vorgänge des Fahrzeugs (20) zumindest teilweise unter Verwendung von mechanischer Leistung von dem Motor (24d) und gespeicherter Energie von der Energiespeichervorrichtung (228) ausgeführt werden.

3. Antriebsstranganordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Übergangsleistungsereignis einen Schaltvorgang umfasst; und worin eine Leistungsanforderung zur Durchführung des einen oder der mehreren Vorgänge des Fahrzeugs (20) während des Schaltvorgangs an dem Getriebe (26d) die von dem Motor (24d) in dem derzeitigen Betriebszustand bereitgestellte Leistung übersteigt.

4. Antriebsstranganordnung nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Übergangsleistungsereignis einen Betrieb eines Werkzeugs des Fahrzeugs (20) umfasst; und worin eine Leistungsanforderung für einen Betrieb des Werkzeugs die von dem Motor (24d) in dem derzeitigen Betriebszustand des Motors (24d) für den Betrieb des Werkzeugs verfügbare Leistung übersteigt.

5. Antriebsstranganordnung nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Motor (24d) in dem derzeitigen Betriebszustand ausgeschaltet ist, sodass durch den Motor (24d) während des Übergangsleistungsereignisses dem Fahrzeug (20) keine Leistung bereitgestellt wird.

6. Antriebsstranganordnung nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie ferner umfasst: ein stufenlos verstellbares Getriebe (26d), umfassend: einen ersten Planetengetriebebesatz (48d), der eine erste Leistungsübertragungskomponente (52, 54) und eine zweite Leistungsübertragungskomponente (56) umfasst; einen Doppel-Planetengetriebebesatz (50d), der eine Eingangskomponente (64), eine Ausgangskomponente (76), eine dritte Leistungsübertragungskomponente (70) und eine vierte Leistungsübertragungskomponente (78) umfasst; eine Kupplung (60); und eine erste Bremse (80); worin die erste Leistungsübertragungskomponente (52, 54) von dem Motor (24d) einen ersten mechanischen Leistungseingang für den ersten Planetengetriebebesatz (48d) empfängt; worin die dritte Leistungsübertragungskomponente (70) von der einen oder den mehreren Komponenten (232) der stufenlos verstellbaren Leistungsquelle (28d) einen zweiten mechanischen Leistungseingang für den Doppel-Planetengetriebebesatz (50d) empfängt; worin die zweite Leistungsübertragungskomponente (56) Leistung direkt an die Eingangskomponente (64) des Doppel-Planetengetriebebesatzes (50d) überträgt; worin die Kupplung (60) konfiguriert ist, um die erste Leistungsübertragungskompo-

nente (52, 54) und die zweite Leistungsübertragungskomponente (56) in Eingriff zu bringen, um eine Leistungsübertragung zwischen der ersten Leistungsübertragungskomponente (52, 54) und der zweiten Leistungsübertragungskomponente (56) zu steuern; worin die erste Bremse (80) konfiguriert ist, um die vierte Leistungsübertragungskomponente (78) in Eingriff zu bringen, um eine Drehung der vierten Leistungsübertragungskomponente (78) zu stoppen; worin die Ausgangskomponente (76) konfiguriert ist, um mechanische Leistung direkt von der Eingangskomponente (64) und der vierten Leistungsübertragungskomponente (78) zu empfangen, und um dem Getriebe (26d) mechanische Leistung direkt bereitzustellen; und worin der Doppel-Planetengetriebebesatz (50d) konfiguriert ist, um mechanische Leistung von dem Motor (24d) und der einen oder den mehreren Komponenten (232) der stufenlos verstellbaren Leistungsquelle (28d) zu summieren, und um die summierte Leistung der Ausgangskomponente (76) bereitzustellen, wodurch das Getriebe (26d) während des Übergangsleistungsereignisses über die Ausgangskomponente (76) Leistung von der Energiespeichervorrichtung (228) empfängt.

7. Antriebsstranganordnung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie ferner umfasst: eine fünfte Leistungsübertragungskomponente (58), die in dem ersten Planetengetriebebesatz (48d) beinhaltet ist; und eine zweite Bremse (62), die konfiguriert ist, um die fünfte Leistungsübertragungskomponente (58) in Eingriff zu bringen, um eine Drehung der fünften Leistungsübertragungskomponente (58) zu stoppen; worin eine kontrollierte Betätigung der zweiten Bremse (62) eine umgekehrte Drehung der zweiten Leistungsübertragungskomponente (56) und der Eingangskomponente (64) verursacht.

8. Antriebsstranganordnung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Leistungsübertragungskomponente einen ersten Planetenzahnradträger (52) umfasst, der eines oder mehrere erste Planetenzahnräder (54) lagert; worin die zweite Leistungsübertragungskomponente ein erstes Sonnenrad (56) umfasst; worin die Eingangskomponente ein erstes Hohlrad (64) umfasst; worin die dritte Leistungsübertragungskomponente ein zweites Sonnenrad (70) umfasst; worin die vierte Leistungsübertragungskomponente ein zweites Hohlrad (78) umfasst; und worin die Ausgangskomponente des Doppel-Planetengetriebebesatzes (50d) einen zweiten Planetenzahnradträger (76) umfasst, der ein oder mehrere zweite Planetenzahnräder (72, 74, 88) lagert, wobei das eine oder die mehreren zweiten Planetenzahnräder (72, 84, 88) mit einem oder mehreren von der Eingangskomponente (64) und der vierten Leistungsübertragungskomponente (78) kämmen.

9. Antriebsstranganordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie ferner umfasst: ein

stufenlos verstellbares Getriebe (26e), umfassend: einen Doppel-Planetengetriebebesatz (178e), der eine erste Eingangskomponente (180), eine zweite Eingangskomponente (182) und eine Ausgangskomponente (186) umfasst; eine erste Kupplung (196); eine zweite Kupplung (198); und eine Bremse (200); worin die erste Eingangskomponente (180) konfiguriert ist, um einen ersten mechanischen Leistungseingang für den Doppel-Planetengetriebebesatz (178) von dem Motor (24e) zu empfangen; worin die erste Kupplung (196) konfiguriert ist, um die erste Eingangskomponente (180) in Eingriff zu bringen, um eine mechanische Leistungsübertragung zwischen der ersten Eingangskomponente (180) und dem Motor (24e) zu steuern; worin die zweite Eingangskomponente (182) einen zweiten mechanischen Leistungseingang für den Doppel-Planetengetriebebesatz (178e) von der einen oder den mehreren Komponenten (174e) der stufenlos verstellbaren Leistungsquelle (26e) empfängt; und worin der Doppel-Planetengetriebebesatz (178e) konfiguriert ist, um mechanische Leistung von dem Motor (24e) und der einen oder den mehreren Komponenten (174e) der stufenlos verstellbaren Leistungsquelle (28e) zu summieren, und um der Ausgangskomponente (186) die summierte Leistung bereitzustellen, wobei die Ausgangskomponente (186) dem Getriebe (26e) die summierte Leistung direkt bereitstellt, wodurch das Getriebe (26e) während des Übergangsleistungsereignisses über die Ausgangskomponente (186) Leistung von der Energiespeichervorrichtung empfängt.

10. Antriebsstranganordnung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Eingangskomponente ein erstes Sonnenrad (180) umfasst und die zweite Eingangskomponente ein zweites Sonnenrad (182) umfasst; und worin ein erstes Hohlrad (190) des Doppel-Planetengetriebebesatzes (178e) einstückig mit einem ersten Planetenzahnradträger (184) gebildet ist, der ein oder mehrere erste Planetenzahnräder (192) lagert, die mit sowohl dem ersten Sonnenrad (180) als auch einem zweiten Hohlrad (188) des Doppel-Planetengetriebebesatzes (178e) kämmen; und worin die Ausgangskomponente einen zweiten Planetenzahnradträger (186) umfasst, der ein oder mehrere zweite Planetenzahnräder (194) lagert, die mit sowohl dem zweiten Sonnenrad (182) als auch dem ersten Hohlrad (190) des Doppel-Planetengetriebebesatzes (178e) kämmen.

11. Antriebsstranganordnung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Kupplung (198) konfiguriert ist, um eines oder mehrere des zweiten Hohlrads (188) und des ersten Planetenzahnradträgers (184) in Eingriff zu bringen, um eine relative Bewegung des zweiten Hohlrads (188) und des ersten Planetenzahnradträgers (184) zu steuern; und worin die Bremse (200) konfiguriert ist, um das zweite Hohlrad (188) in Eingriff zu bringen, um eine Drehung des zweiten Hohlrads (188) zu stoppen.

12. Antriebsstranganordnung nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die stufenlos verstellbare Leistungsquelle (28d, 28e) eine oder mehrere eines Paares elektrischer Maschinen (230, 232; 172e, 174e) und eines Paares hydraulischer Maschinen umfasst; und worin die Energiespeichervorrichtung (228; 262) eine oder mehrere einer elektrischen Speichervorrichtung bzw. einer hydraulischen Speichervorrichtung umfasst.

13. Verfahren zum Antreiben eines Arbeitsfahrzeugs, worin das Fahrzeug (20) einen Motor (24d; 24e), eine stufenlos verstellbare Leistungsquelle (28d; 28e), eine Energiespeichervorrichtung (228; 262), die konfiguriert ist, um Energie von der stufenlos verstellbaren Leistungsquelle (28d; 28e) zur Speicherung zu empfangen, und um gespeicherte Energie von der Energiespeichervorrichtung (228; 262) bereitzustellen, um eine oder mehrere Komponenten (232; 174e) der stufenlos verstellbaren Leistungsquelle (28d; 28e) anzutreiben, und ein Getriebe umfasst (26d; 26e), das konfiguriert ist, um Leistung von dem Motor (24d; 24e) und von der einen oder den mehreren Komponenten (232; 174e) der stufenlos verstellbaren Leistungsquelle (28d; 28e) an eine oder mehrere Komponenten (84d; 202e) des Fahrzeugs (20) zu übertragen, wobei das Verfahren umfasst: das Identifizieren eines Übergangsleistungsereignisses, während dessen der Motor (24d; 24e), der in einem derzeitigen Betriebszustand arbeitet, eine nicht ausreichende Leistung für einen oder mehrere Vorgänge des Fahrzeugs (20) bereitstellt; und basierend auf dem Identifizieren des Übergangsleistungsereignisses das Verursachen, dass die Energiespeichervorrichtung (228; 262) gespeicherte Energie aus der Energiespeichervorrichtung (228; 262) bereitstellt, um die eine oder die mehreren Komponenten (232; 174e) der stufenlos verstellbaren Leistungsquelle (28d; 28e) anzutreiben; worin das Getriebe (26d; 26e) während des Übergangsleistungsereignisses über die eine oder die mehreren Komponenten (232; 174e) der stufenlos verstellbaren Leistungsquelle (26d; 26e) Leistung von der Energiespeichervorrichtung (228; 262) empfängt, sodass der eine oder die mehreren Vorgänge des Fahrzeugs (20) zumindest teilweise unter Verwendung gespeicherter Energie aus der Energiespeichervorrichtung (228; 262) ausgeführt werden.

Es folgen 11 Seiten Zeichnungen

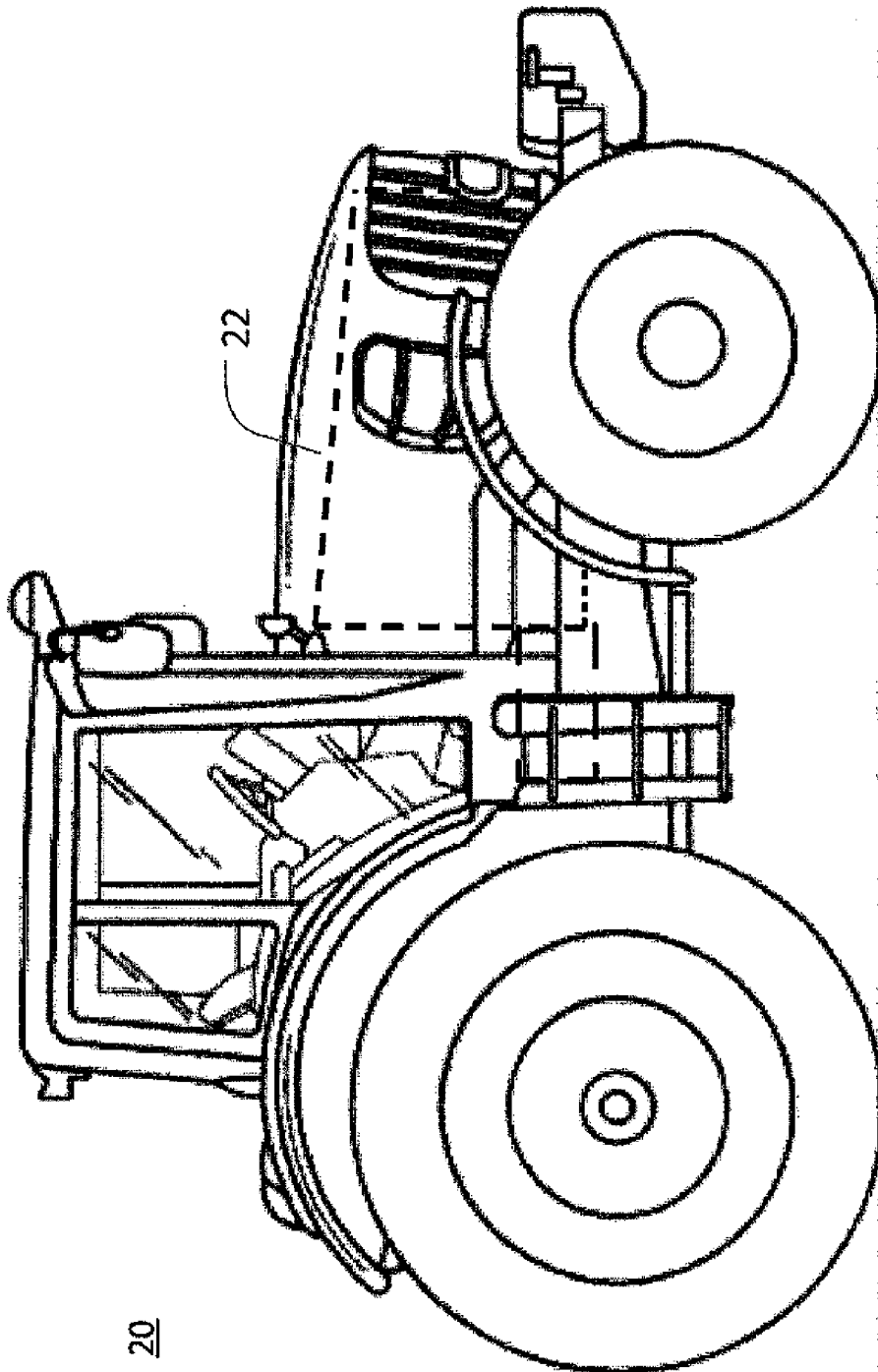


FIG. 1

20

22

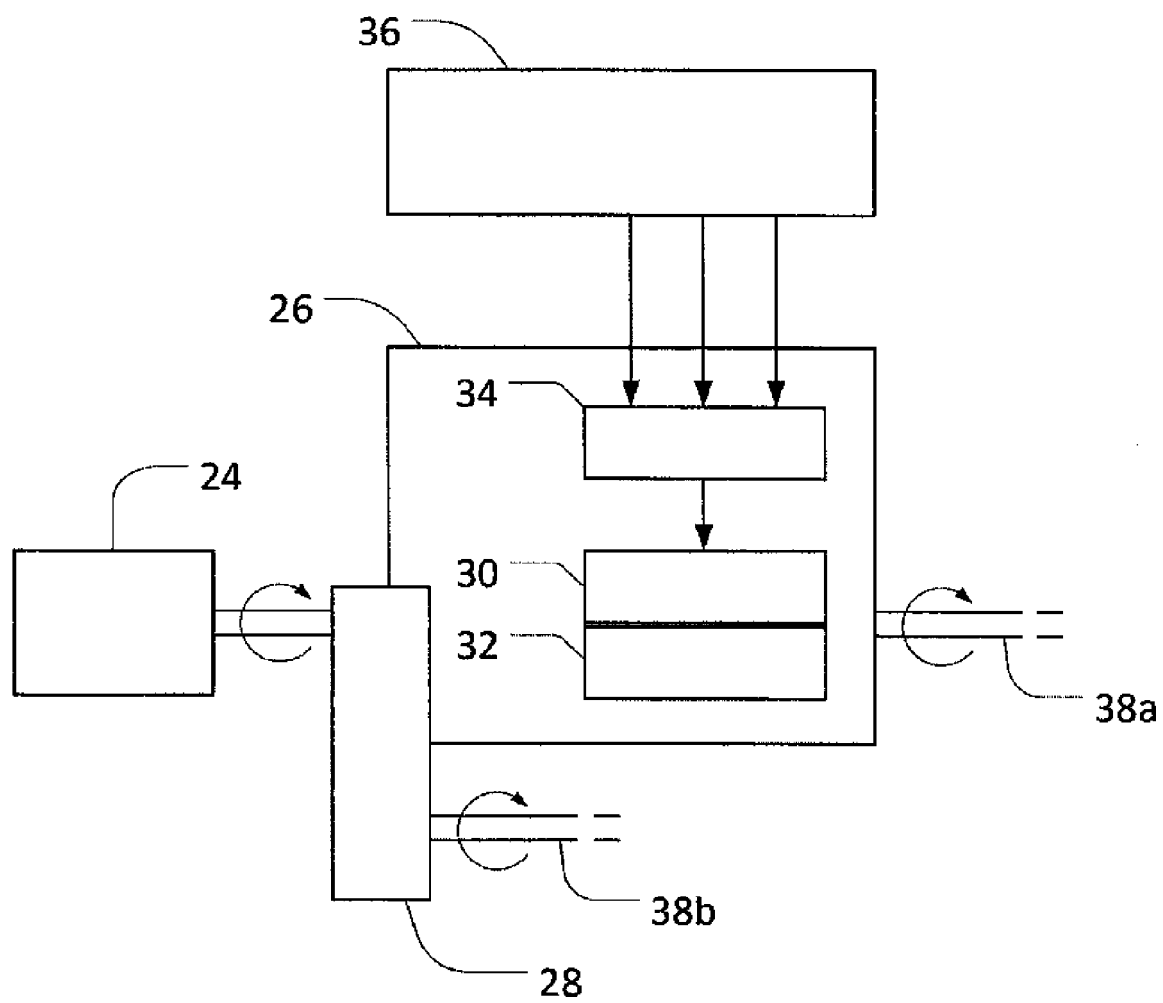
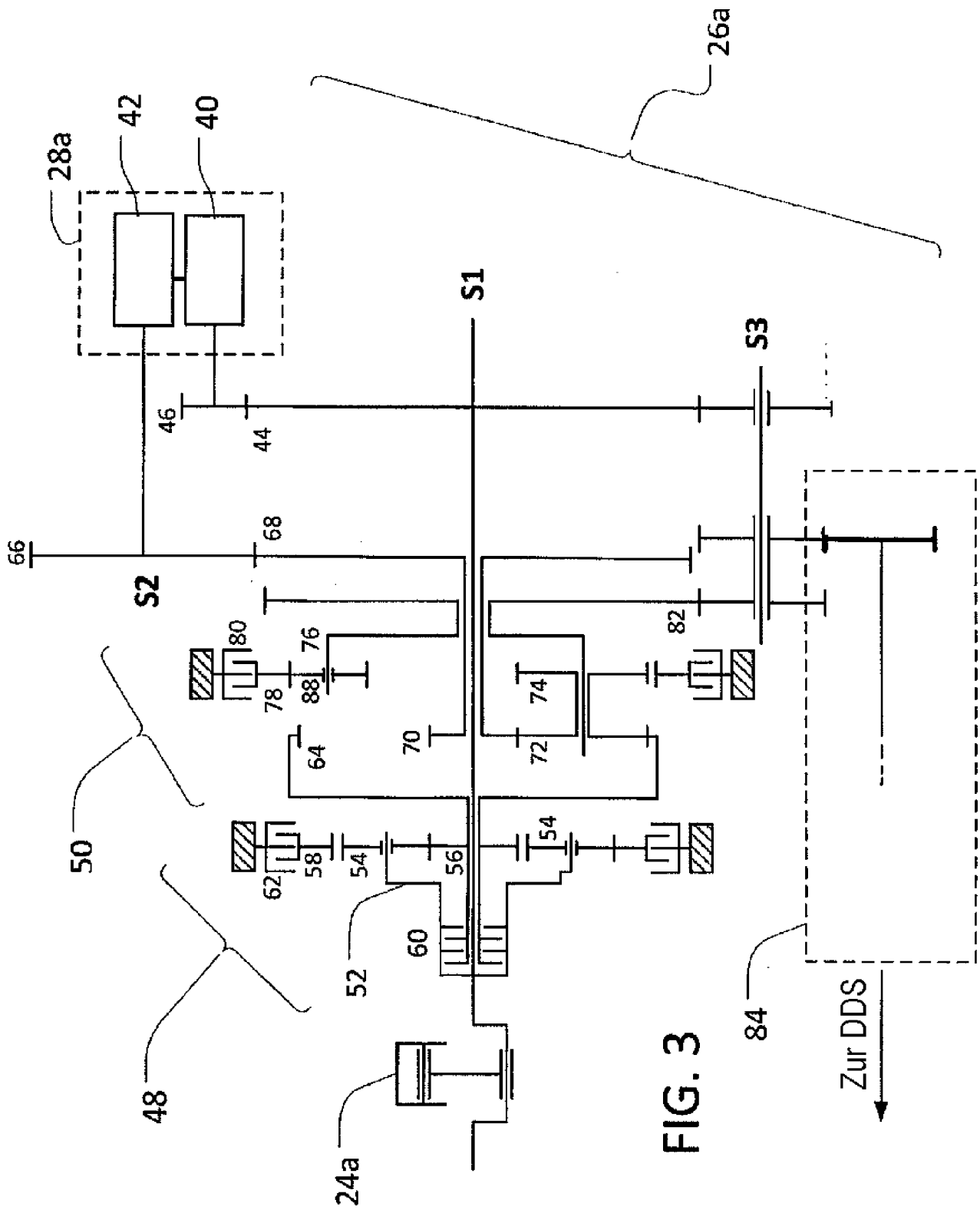
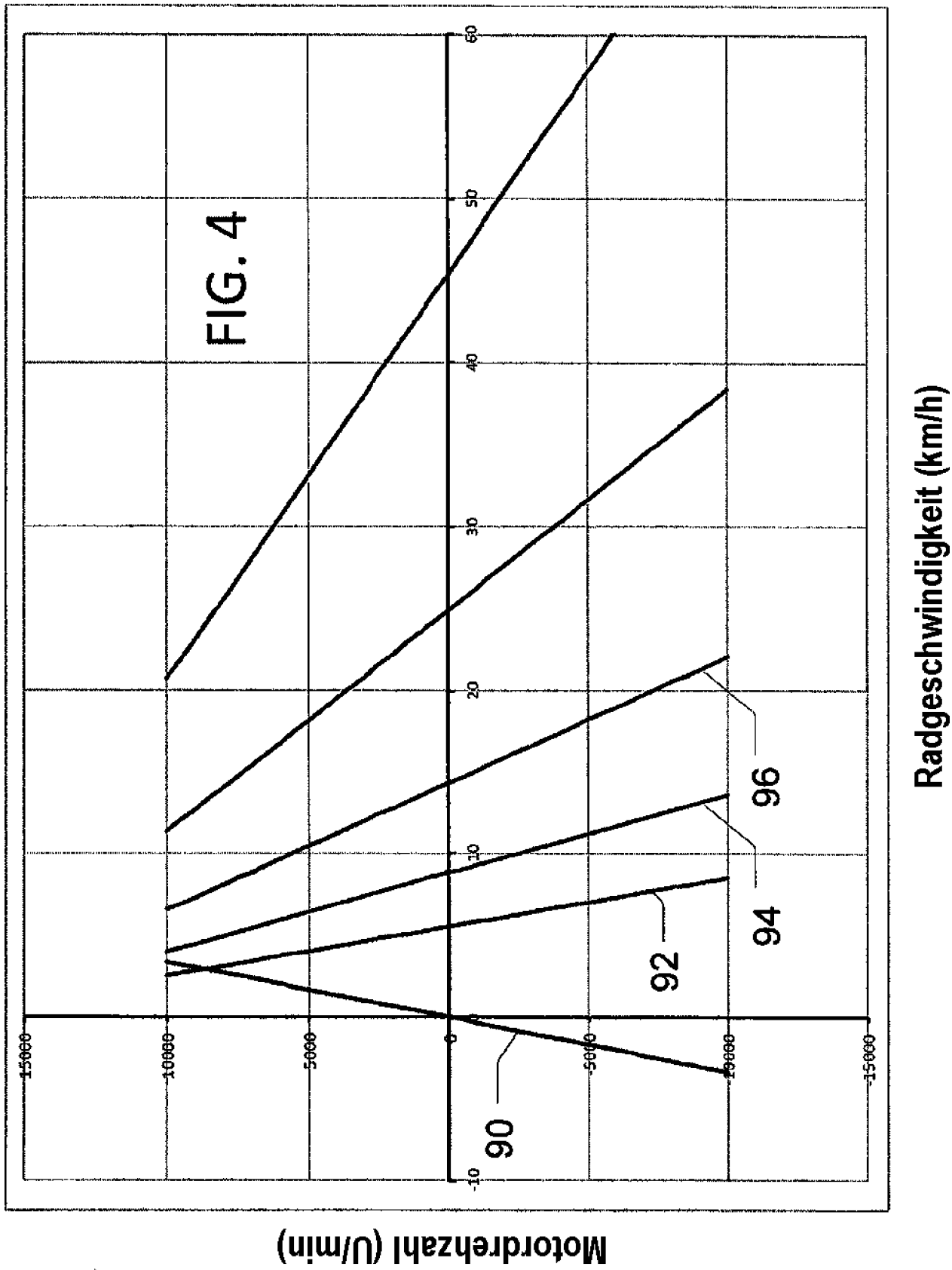


FIG. 2





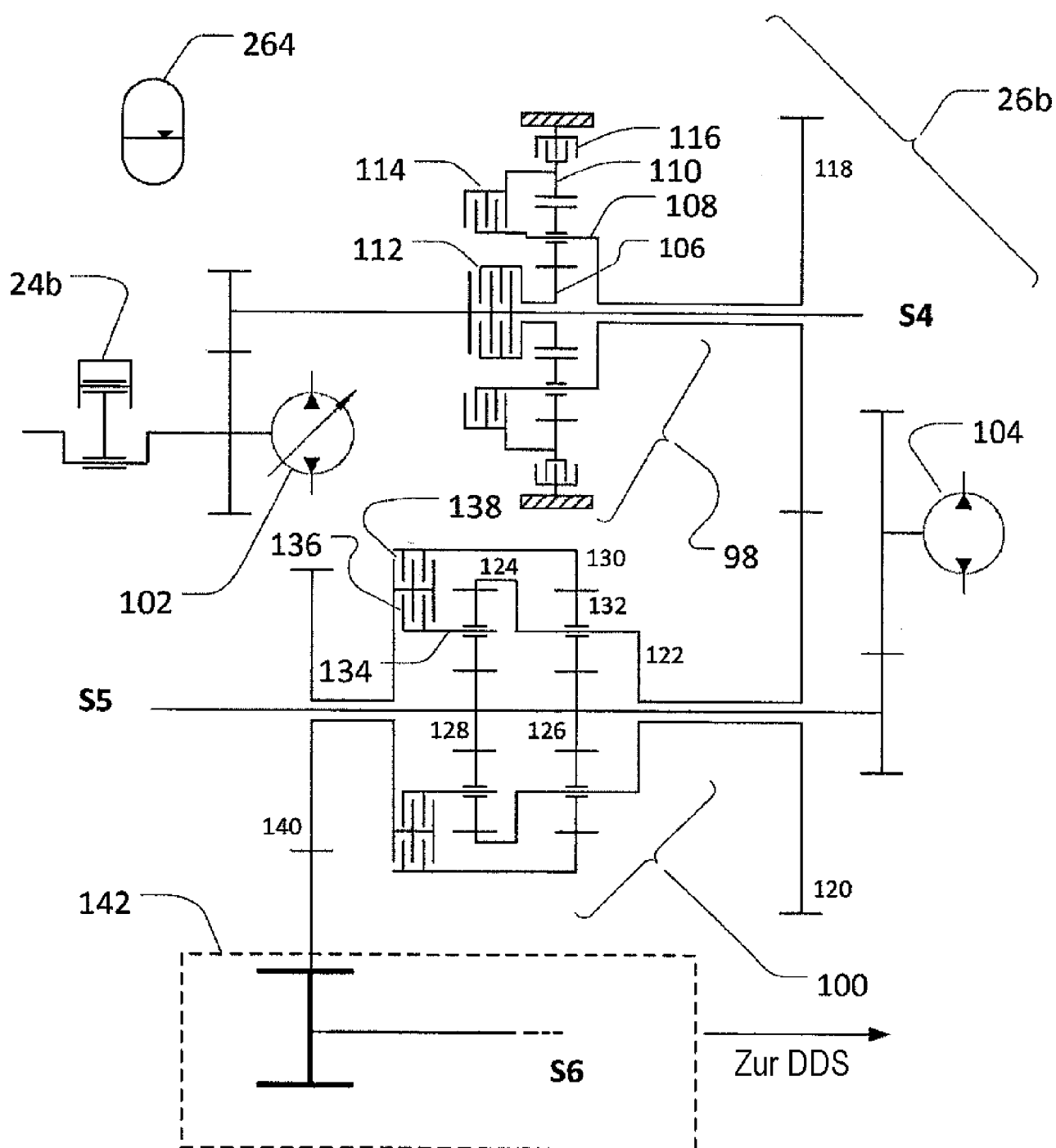
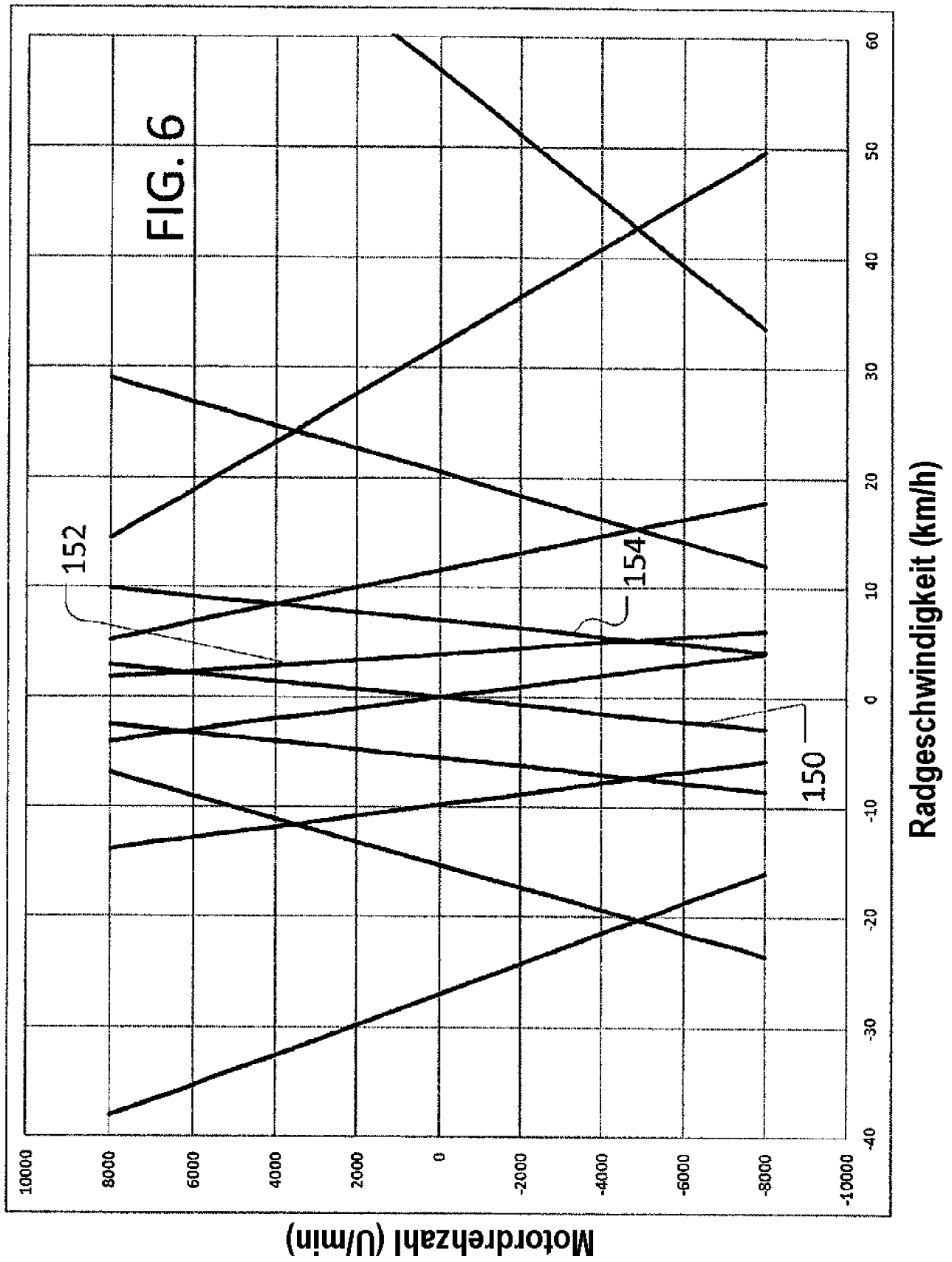


FIG. 5



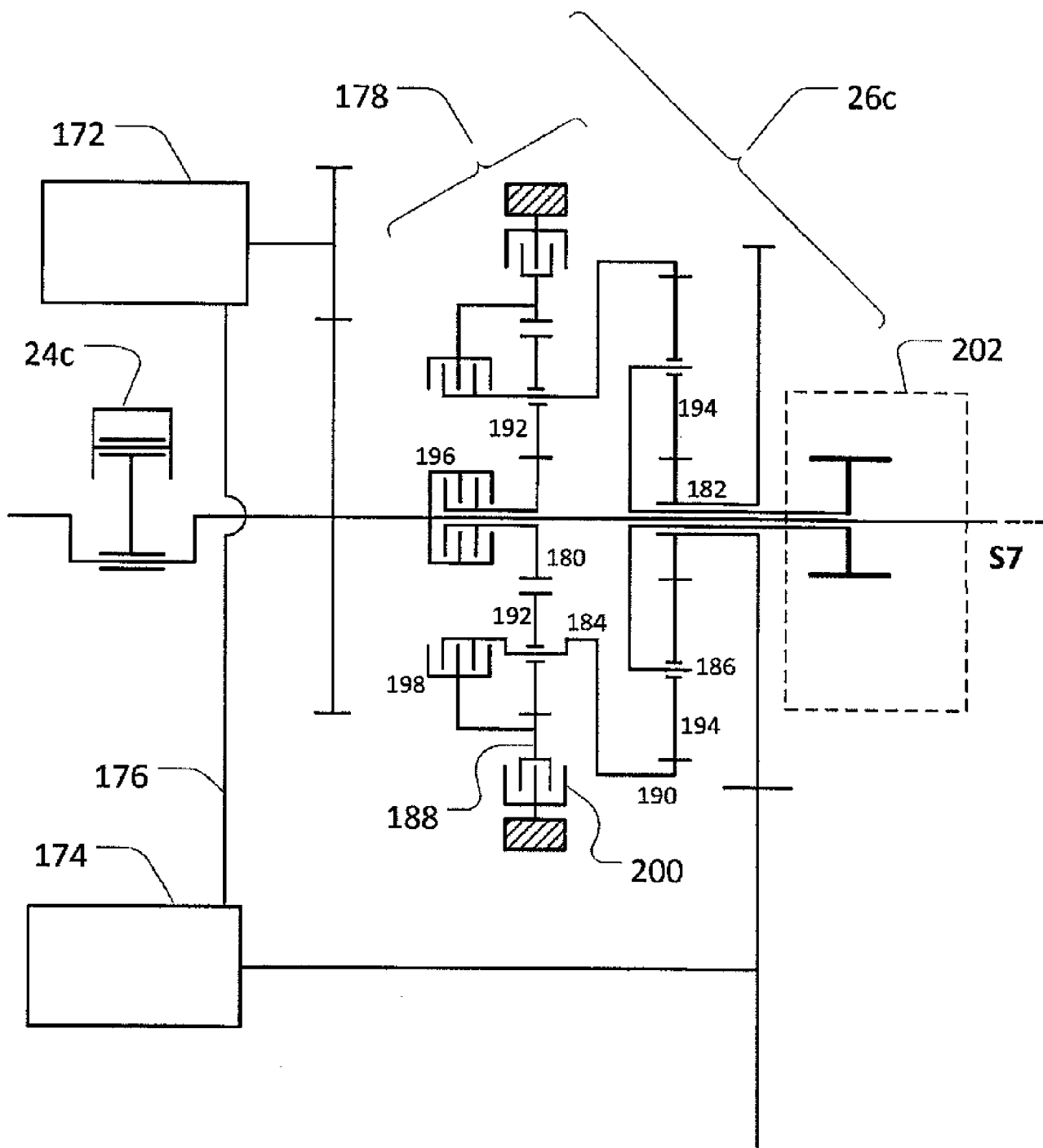
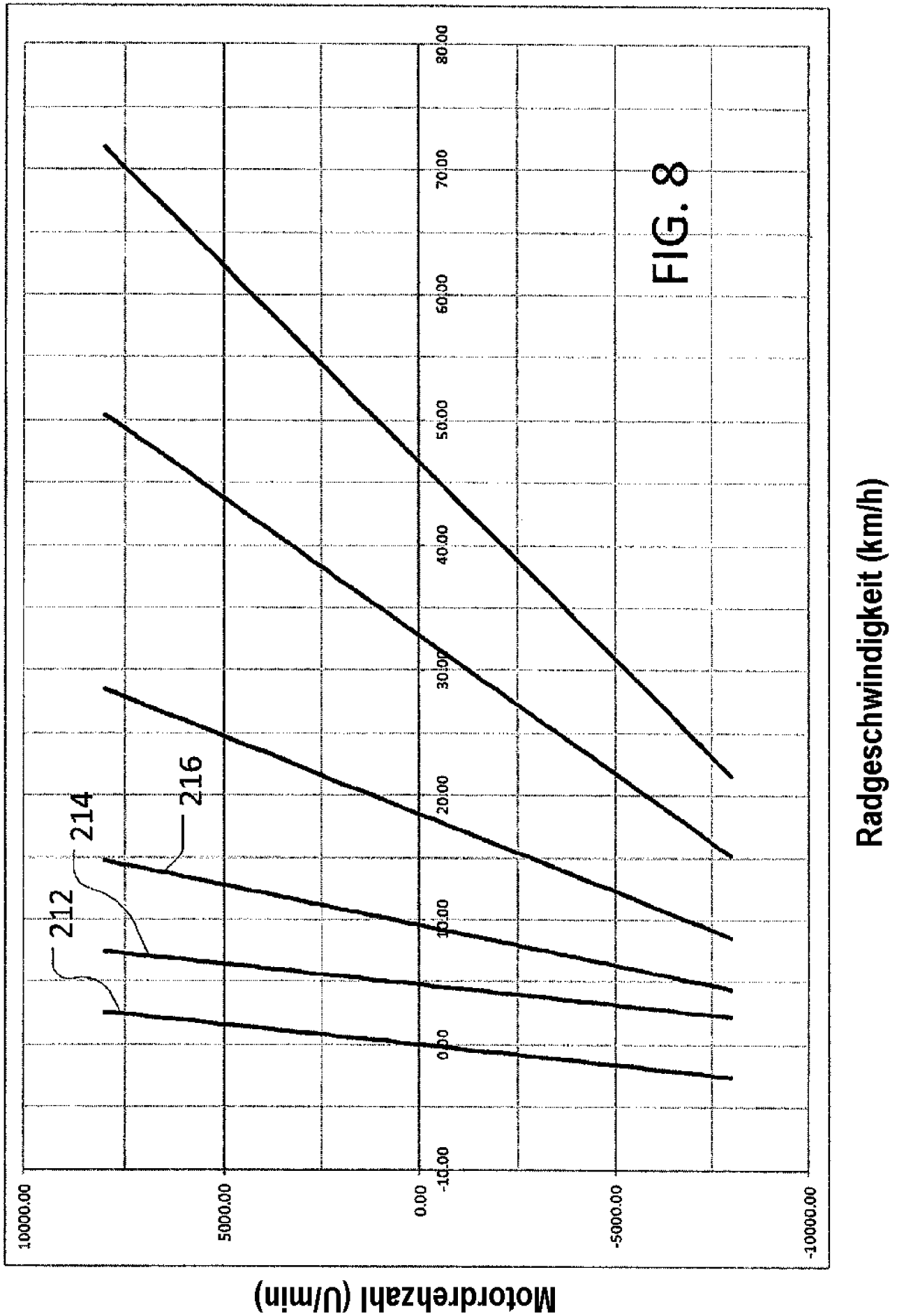


FIG. 7



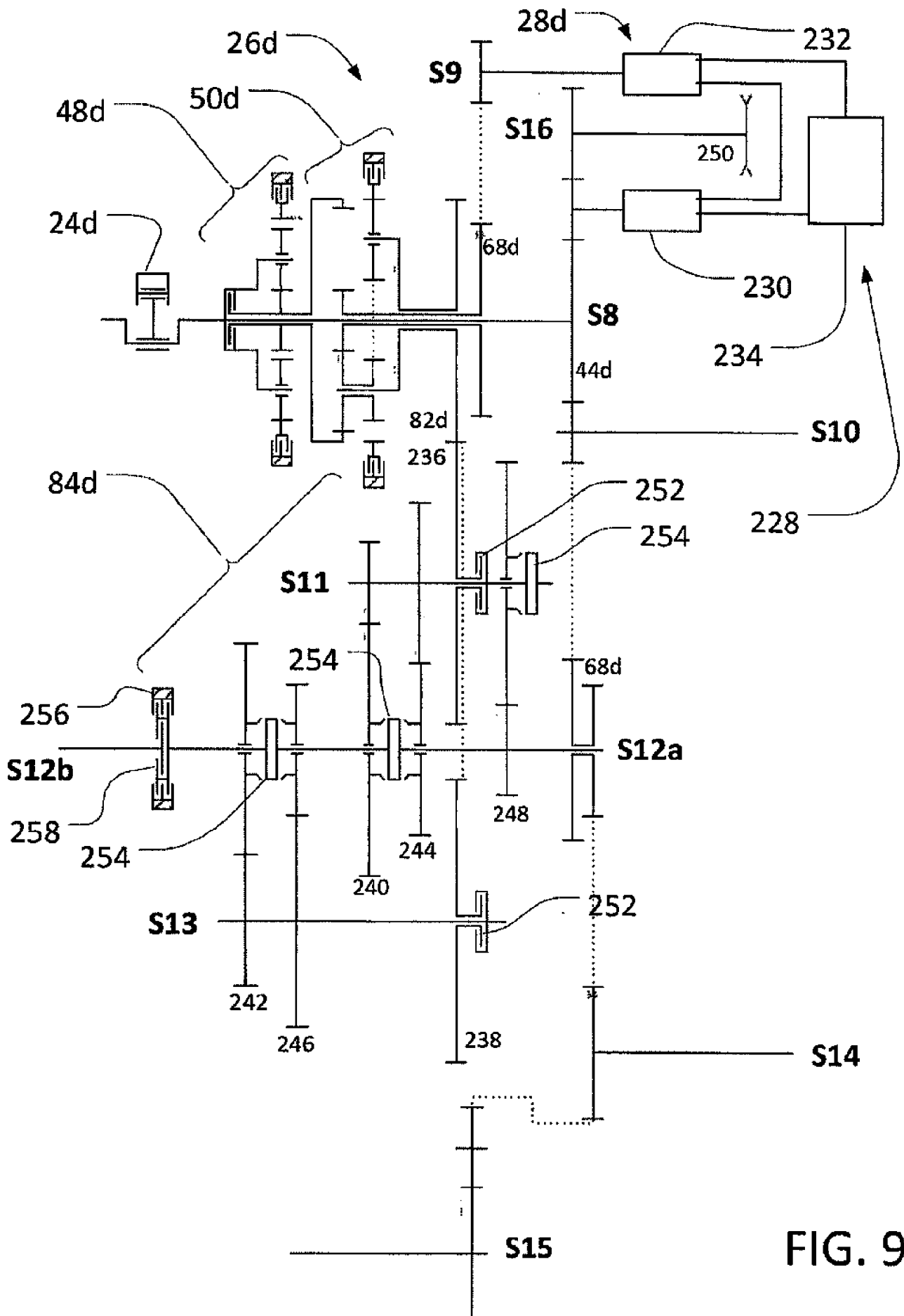


FIG. 9

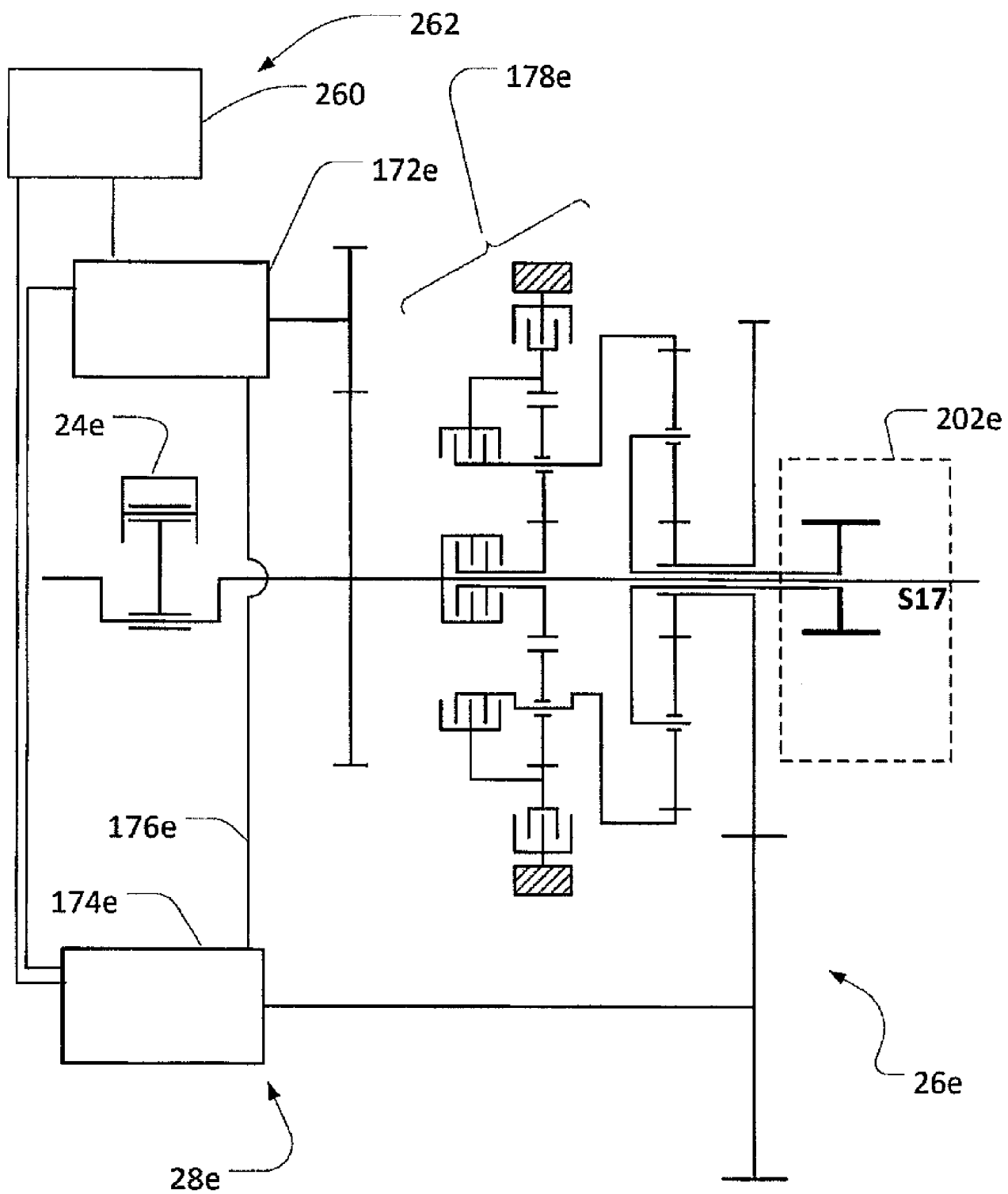


FIG. 10

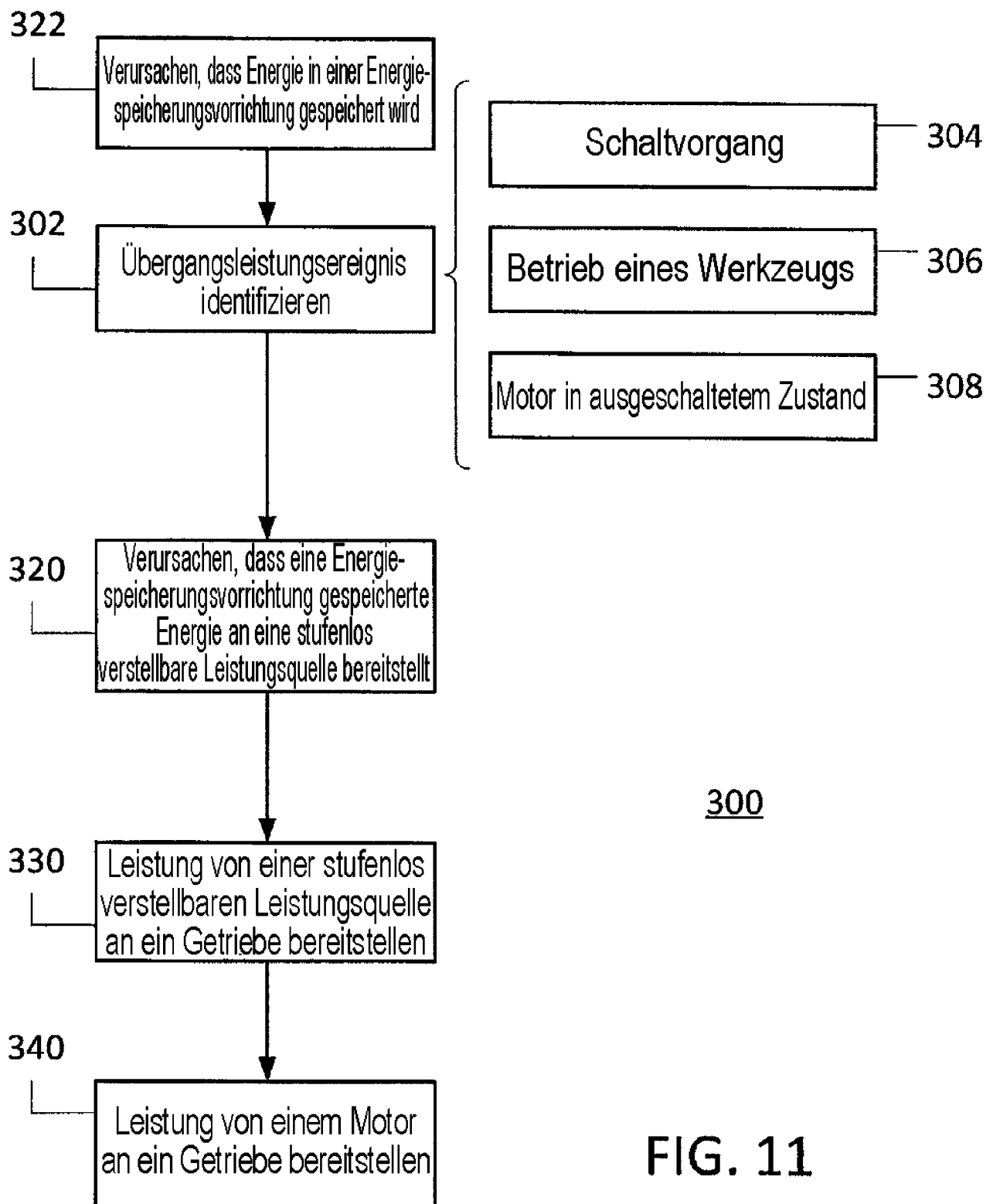


FIG. 11