



(10) **DE 10 2010 002 656 A1** 2011.09.08

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 002 656.5**

(22) Anmeldetag: **08.03.2010**

(43) Offenlegungstag: **08.09.2011**

(51) Int Cl.: **G01P 15/00** (2006.01)

G01P 15/18 (2006.01)

G11B 5/00 (2006.01)

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469, Stuttgart, DE

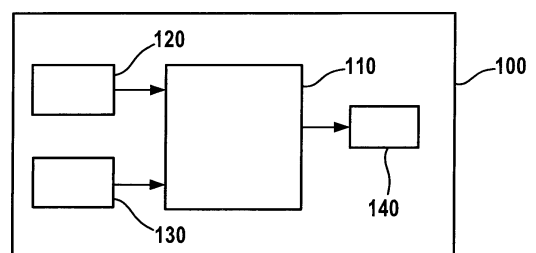
(72) Erfinder:

**Bartholomeyczik, Julian, 72762, Reutlingen, DE;
Scheiermann, Sergej, 72800, Eningen, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Frei-Fall Erkennungssystem zum Schutz von Festplatten in mobilen Geräten**

(57) Zusammenfassung: Vorgeschlagen wird ein Verfahren zur Erkennung eines freien Falls, wobei eine erste Beschleunigung parallel zu einer ersten Achse, eine zweite Beschleunigung parallel zu einer zur ersten Achse senkrechten zweiten Achse und eine dritte Beschleunigung parallel zu einer zur ersten Achse und zur zweiten Achse senkrechten dritten Achse gemessen werden, wobei eine Summe aus einem ersten Betrag der ersten Beschleunigung, einem zweiten Betrag der zweiten Beschleunigung und einem dritten Betrag der dritten Beschleunigung berechnet wird und wobei der freie Fall in Abhängigkeit der Summe erkannt wird.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Erkennung eines freien Falls eines mobilen Gerätes.

[0002] Solche Verfahren und Vorrichtungen sind allgemein bekannt. Zunehmend werden in der Unterhaltungsindustrie portable elektronische Geräte mit integrierten Festplatten angeboten. Derartige Geräte können bei der Nutzung Stößen oder Stürzen ausgesetzt sein, die während des Betriebs der Festplatte durch die damit verbundene Bewegung der Schreib-/Leseköpfe Beschädigungen auf den Speicherplatten und somit einen Datenverlust nach sich ziehen können. Um derartige Beschädigungen zu vermeiden, kommen üblicherweise 3-achsige Beschleunigungssensoren zum Einsatz, die Stöße erkennen können und somit die Möglichkeit eröffnen, den Schreib- und Lesekopf rechtzeitig in eine Parkposition zu bewegen. Ein freier Fall wird dabei erkannt, wenn an allen drei Achsen eine Beschleunigung nahe Null gemessen wird. Wird dieser freie Fall erkannt, kann vor dem Aufschlag eines Gerätes, die Festplatte des Gerätes geparkt werden, d. h. der Lesekopf der Festplatte wird in einen Bereich gebracht, in dem er sich nicht über der Magnetscheibe befindet. Hierdurch kann die Beschädigung der Festplatte durch den Lesekopf verhindert werden. Für das Parken der Platte wird ungefähr das 3-Fache der mittleren Zugriffszeit benötigt, sodass die Parkzeit ungefähr im Bereich von 40 bis 200 ms liegt.

[0003] Zur Erkennung, dass sich ein Gerät im freien Fall befindet, wird ein Beschleunigungssensor verwendet, der in der Lage ist, Beschleunigungssignale separat auf 3-orthogonalen Achsen zu messen (x, y und z Achse). Solange ein Gerät nicht in Bewegung ist, ist die Länge des aus x, y und z gebildeten Beschleunigungsvektors ($v = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$) = 1 g (Erdbeschleunigung). Im freien Fall wird dieser Wert unterschritten und befindet sich beispielsweise in einem idealen Sensorsystem bei einer linearen Fallbewegung bei 0 g. Die Detektion eines freien Falls durch Unterschreiten einer Schwelle von v ist beispielsweise in der Druckschrift US 5 227 929 A beschrieben. Bei diesem Verfahren ist es notwendig, Quadratsummen zu berechnen und von diesen Quadratsummen jeweils eine Quadratwurzel zu bilden. Diese zahlreichen Rechenoperationen sind mit einem erheblichen Kostenaufwand verbunden.

[0004] In den Druckschriften US 7 191 089 B2 und US 7 450 332 B2 werden nur drei Sensor-Einzelkanäle betrachtet. Die Verknüpfung erfolgt über UND Logik und es wird geprüft, ob alle drei Kanäle einen Schwellenwert unterschreiten. Bei einem idealen Sensor ist der geringste Beschleunigungswert in ei-

nem Kanal ohne Frei-Fall und Dynamik gleich $1/\sqrt{3}$.

[0005] Nachteilig bei den oben genannten Verfahren gemäß dem Stand der Technik ist, dass diese Verfahren empfindlich auf Sensorparameterstreuung und auf Nichtidealitäten der Sensoren reagieren. Weiterhin erfordern Sensoren gemäß dem Stand der Technik vergleichsweise viel Fläche und verursachen vergleichsweise hohe Kosten. Außerdem sind Sensoren gemäß dem Stand der Technik nur in einem Mikrokontroller realisierbar, sodass eine vergleichsweise einfache Schaltung direkt im Sensor unmöglich ist.

Offenbarung der Erfindung

[0006] Das erfindungsgemäße Verfahren hat gegenüber dem Stand der Technik den Vorteil, dass durch einfache Implementierung ohne Multiplikations- oder Wurzelziehungsoperationen eine vergleichsweise hohe Unempfindlichkeit gegenüber Sensornichtidealitäten und eine flächensparende sowie kostengünstige Realisierung erreichbar sind. Diese Vorteile werden dadurch erreicht, dass eine erste Beschleunigung parallel zu einer ersten Achse, eine zweite Beschleunigung parallel zu einer zur ersten Achse senkrechten zweiten Achse und eine dritte Beschleunigung parallel zu einer zur ersten Achse und zur zweiten Achse senkrechten dritten Achse gemessen werden, dass eine Summe aus einem ersten Betrag der ersten Beschleunigung, einem zweiten Betrag der zweiten Beschleunigung und einem dritten Betrag der dritten Beschleunigung berechnet wird und dass der freie Fall in Abhängigkeit der Summe erkannt wird.

[0007] Ein mobiles Gerät, dessen freier Fall erkannt werden soll, stellen beispielsweise elektronische Geräte wie Laptops, MP3-Player, PDA, Videokameras, Handys etc. dar. Alle diese Geräte können Festplatten enthalten, bei denen es in Folge eines Aufpralls nach einem Sturz zu einem Datenverlust aufgrund der Beschädigung der Speicherplatte durch den Schreib-/Lesekopf kommen kann. Deshalb wird bei Erkennen eines freien Falls des Gerätes der Schreib-/Lesekopf arretiert, beispielsweise am Randbereich der Speicherplatte. Somit kann ein Datenverlust durch den Aufprall verhindert werden.

[0008] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen, sowie der Beschreibung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen entnehmbar.

[0009] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung ist vorgesehen, dass die erste, zweite und dritte Beschleunigung mittels eines 3-Achsen-Beschleunigungssensors gemessen werden. Durch die Messung mittels eines 3-Achsen-Beschleunigungssensors ist das Verfahren auf einfache Weise mit be-

kannter Sensortechnologie realisierbar. Weiterhin ist bevorzugt, dass der 3-Achsen-Beschleunigungssensor digitale Signale bildet. Durch digitale Signale ist eine vergleichsweise hohe Messgenauigkeit erreichbar, sodass das erfindungsgemäße Verfahren vergleichsweise störunempfindlich realisierbar ist.

[0010] Gemäß einer anderen bevorzugten Weiterbildung ist vorgesehen, dass die Summe mit einem Schwellwert verglichen wird. Der Vergleich der Summe mit dem Schwellwert stellt eine vergleichsweise einfache Rechenoperation dar, weil lediglich zwei skalare Zahlen miteinander verglichen werden müssen. Durch diese einfache Rechenoperation sind eine hohe Unempfindlichkeit gegenüber Sensornichtidealitäten und eine flächensparende sowie kostengünstige Realisierung erreichbar. Weiterhin bevorzugt ist, dass ein Warnsignal erzeugt wird, falls die Summe den Schwellwert unterschreitet. Die Erzeugung des Warnsignals ist auf einfache Weise realisierbar, sodass die Realisation des Verfahrens vereinfacht wird. Weiterhin bevorzugt ist, dass durch das Warnsignal signalisiert wird, dass der freie Fall vorliegt. Diese einfache Verknüpfung trägt weiterhin zu einer einfachen Realisierbarkeit des Verfahrens bei.

[0011] Gemäß einer anderen bevorzugten Weiterbildung ist vorgesehen, dass bei Erkennen des freien Falls ein Schreib-/Lesekopf einer Festplatte arretiert wird. Durch Arretierung des Schreib-/Lesekopfes ist es möglich, die Festplatte im mobilen Gerät vor Schäden, die beim Aufprall dadurch entstehen, dass der Schreib-/Lesekopf auf der Festplatte anschlägt, zu schützen. Durch diesen Schutz kann Datenverlust verhindert werden.

[0012] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist eine Vorrichtung zur Erkennung eines freien Falls, wobei die Vorrichtung einen 3-Achsen-Beschleunigungssensor und eine Auswerteschaltung aufweist, wobei der freie Fall in Abhängigkeit einer Summe erkennbar ist, wobei eine erste Beschleunigung parallel zu einer ersten Achse (X), eine zweite Beschleunigung parallel zu einer zur ersten Achse (X) senkrechten zweiten Achse (Y) und eine dritte Beschleunigung parallel zu einer zur ersten Achse (X) und zur zweiten Achse (Y) senkrechten dritten Achse (Z) messbar ist, wobei die Summe aus einem ersten Betrag der ersten Beschleunigung, einem zweiten Betrag der zweiten Beschleunigung und einem dritten Betrag der dritten Beschleunigung errechenbar ist. Die Vorrichtung hat gegenüber dem Stand der Technik den Vorteil, dass durch einfache Implementierung ohne Multiplikations- oder Wurzelziehungsoperationen eine vergleichsweise hohe Unempfindlichkeit gegenüber Sensornichtidealitäten und eine flächensparende sowie kostengünstige Realisierung erreichbar sind.

[0013] In der Auswerteschaltung werden ausgehend von dem 3-Achsen-Beschleunigungssensor die erfassten Beschleunigungssignale in einem Zwischenspeicher (beispielsweise ein sample & hold-Glied) erfasst. Die so erhaltenen Signale werden beispielsweise in einem Vorverstärker elektrisch verstärkt. In diesem Vorverstärker ist zusätzlich beispielsweise ein Abgleich der Empfindlichkeit sowie eine Glättung der Signale durchführbar. Weiterhin werden die Beträge der Beschleunigungssignale gebildet. Danach wird die Summe aus den Beträgen der Beschleunigungssignale gebildet. Weiterhin wird ein Komparator verwendet, um die Summe mit dem Schwellwert zu vergleichen. Falls die Summe kleiner als der Schwellwert ist, wird festgestellt, dass der freie Fall vorliegt. Weiterhin ist bevorzugt, dass die Vorrichtung als mikroelektromechanisches System (MEMS) realisiert ist. Weiter ist bevorzugt, dass der 3-Achsen-Beschleunigungssensor und die Auswerteschaltung in einem Gehäuse integriert sind. Bevorzugt ist der 3-Achsen-Beschleunigungssensor in dem Gehäuse auf einem ersten Substrat und die Auswerteschaltung auf einem zweiten Substrat angeordnet. Dadurch ist vorteilhaft eine kostengünstige Herstellung möglich.

[0014] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist eine Verwendung einer Vorrichtung zur Erkennung eines freien Falls zum Schutz eines mobilen Gerätes vor einer Schädigung durch einen Aufprall nach einem freien Fall, wobei die Vorrichtung ein Arretiermittel zur Arretierung eines Schreib/Lesekopfes aufweist, wobei der freie Fall in Abhängigkeit einer Summe erkannt wird, wobei eine erste Beschleunigung parallel zu einer ersten Achse (X), eine zweite Beschleunigung parallel zu einer zur ersten Achse (X) senkrechten zweiten Achse (Y) und eine dritte Beschleunigung parallel zu einer zur ersten Achse (X) und zur zweiten Achse (Y) senkrechten dritten Achse (Z) gemessen werden, wobei die Summe aus einem ersten Betrag der ersten Beschleunigung, einem zweiten Betrag der zweiten Beschleunigung und einem dritten Betrag der dritten Beschleunigung errechnet wird, wobei nach Erkennen des freien Falls ein Schreib/Lesekopf des mobilen Gerätes durch das Arretiermittel arretiert wird. Diese erfindungsgemäße Verwendung hat gegenüber dem Stand der Technik den Vorteil, dass durch einfache Implementierung ohne Multiplikations- oder Wurzelziehungsoperationen eine vergleichsweise hohe Unempfindlichkeit gegenüber Sensornichtidealitäten und eine flächensparende sowie kostengünstige Realisierung erreichbar sind.

[0015] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0016] Es zeigen

[0017] **Fig. 1** eine schematische Darstellung eines mobilen Gerätes mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Erkennung eines freien Falls,

[0018] **Fig. 2** ein Flussdiagramm zur erfindungsgemäßen Erkennung des freien Falls in Abhängigkeit von der Erfassung der Beschleunigungsgrößen gemäß einer ersten Ausführungsform und

[0019] **Fig. 3** ein Flussdiagramm zur erfindungsgemäßen Erkennung des freien Falls in Abhängigkeit von der Erfassung der Beschleunigungsgrößen gemäß einer zweiten Ausführungsform.

Ausführungsform(en) der Erfindung

[0020] In den verschiedenen Figuren sind gleiche Teile stets mit den gleichen Bezugszeichen versehen und werden daher in der Regel auch jeweils nur einmal benannt bzw. erwähnt.

[0021] In der **Fig. 1** ist ein mobiles Gerät **100** mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Erkennung eines freien Falls schematisch dargestellt. Dabei kann es sich beispielsweise um einen Laptop, einen MP3-Player, einen PDA, ein Handy oder ein sonstiges elektronisches Gerät handeln, welches durch den Aufprall nach einem Sturz Schäden aufweisen kann. Besonders Festplatten in den genannten Geräten sind bei einem Sturz von einer Schädigung bedroht, da der Schreib-/Lesekopf durch den Aufprall die Speicherplatten berühren und ggf. sogar irreparabel beschädigen kann. Eine derartige Schädigung kann einen Datenverlust oder eine Beeinträchtigung der Festplatte bzw. des Geräts zur Folge haben. Um eine Schädigung zu verhindern, ist deshalb vorgesehen, die Messsignale eines 3-Achsen-Beschleunigungssensors **120** in eine Steuereinheit **110** einzulesen, um einen freien Fall und somit einen drohenden Aufprall zu verhindern. Erkennt die Steuereinheit **110** den freien Fall, leitet sie eine Maßnahme ein, die den Schreib-/Lesekopf der Festplatte **140** arretiert, beispielsweise indem sie ihn an den Rand des Plattenspeichers fährt und dort arretiert. Alternativ ist es möglich, dass das Signal des 3-Achsen-Beschleunigungssensors **120** in eine separate Auswerteschaltung **130** zur Erkennung des freien Falls eingelesen wird. Durch eine derartige Auswerteschaltung **130** ist erreichbar, dass die Steuereinheit **110** lediglich dann informiert, wenn ein freier Fall detektiert wird. Somit reduziert sich der Rechenaufwand innerhalb der Steuereinheit **110**.

[0022] In der **Fig. 2** wird ein Algorithmus beschrieben, der das erfindungsgemäße Verfahren zur Erkennung des freien Falls gemäß einer ersten Ausführungsform darstellt. Entsprechende Programme laufen beispielsweise in der Steuereinheit **110** ab. Nach dem Start **1** werden im Schritt **200** die Beschleunigungssignale des 3-Achsen-Beschleunigungssens-

sors erfasst. Im Schritt **210** werden die Beträge der Beschleunigungssignale gebildet. Im Schritt **220** werden die einzelnen Beträge der Beschleunigungssignale zu einer Summe addiert. Im Schritt **230** wird die Summe der einzelnen Beträge der Beschleunigungssignale mit einem Schwellwert verglichen. Falls die Summe nicht kleiner als der Schwellwert ist, falls also die Summe größer oder gleich dem Schwellwert ist, so wird das Programm im Block **250** beendet. Falls die Summe kleiner als der Schwellwert ist, so wird im Schritt **240** die Information abgegeben, dass freier Fall vorliegt. Diese Informationsabgabe geschieht beispielsweise über einen Interrupt. Das Programm endet im Block **260**.

[0023] Die Erkennung des freien Falls ist alternativ in einer separaten Auswerteschaltung durchführbar. Eine derartige Auswerteschaltung soll beispielhaft anhand einer zweiten Ausführungsform in **Fig. 3** beschrieben werden. Ausgehend von einem 3-Achsen-Beschleunigungssensor **120** werden die erfassten Beschleunigungssignale in einem Zwischenspeicher **310** (beispielsweise ein sample & hold-Glied) erfasst. Die so erhaltenen Signale werden beispielsweise in einem Vorverstärker **320** elektrisch verstärkt. In diesem Vorverstärker **320** ist zusätzlich beispielsweise ein Abgleich der Empfindlichkeit sowie eine Glättung der Signale durchführbar. Im Block **330** werden die Beträge der Beschleunigungssignale gebildet. Im Block **340** wird die Summe aus den Beträgen der Beschleunigungssignale gebildet. Im Block **350** wird ein Komparator verwendet, um die Summe mit dem Schwellwert zu vergleichen. Falls die Summe kleiner als der Schwellwert ist, wird in Block **360** festgestellt, dass freier Fall vorliegt.

[0024] Der 3-Achsen-Beschleunigungssensor **120** ist in das Gehäuse des Gerätes **100** integrierbar. Alternativ ist es möglich, den 3-Achsen-Beschleunigungssensor **120** in ein Bauteil des Gerätes **100** zu integrieren. Im einfachsten Fall benötigt der 3-Achsen-Beschleunigungssensor **120** lediglich eine Stromversorgung und enthält einen digitalen Ausgang zur Signalauswertung. Um bei batteriebetriebenen Vorrichtungen **100** Strom zu sparen, ist es möglich, die Stromversorgung des 3-Achsen-Beschleunigungssensors **120** zu takten, wobei die Signale zur Auswertung in einem Halteglied (sample & hold) gespeichert werden. Alternativ ist es möglich, die Signale digital mit Hilfe eines AD-Wandlers auszuwerten.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 5227929 A [\[0003\]](#)
- US 7191089 B2 [\[0004\]](#)
- US 7450332 B2 [\[0004\]](#)

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung eines freien Falls, wobei in einem ersten Schritt eine erste Beschleunigung parallel zu einer ersten Achse (X), eine zweite Beschleunigung parallel zu einer zur ersten Achse (X) senkrechten zweiten Achse (Y) und eine dritte Beschleunigung parallel zu einer zur ersten Achse (X) und zur zweiten Achse (Y) senkrechten dritten Achse (Z) gemessen werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem zweiten Schritt eine Summe aus einem ersten Betrag der ersten Beschleunigung, einem zweiten Betrag der zweiten Beschleunigung und einem dritten Betrag der dritten Beschleunigung berechnet wird und dass in einem dritten Schritt der freie Fall in Abhängigkeit der Summe erkannt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste, zweite und dritte Beschleunigung mittels eines 3-Achsen-Beschleunigungssensors (**120**) gemessen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der 3-Achsen-Beschleunigungssensor (**120**) digitale Signale bildet.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Summe mit einem Schwellwert verglichen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein Warnsignal erzeugt wird, falls die Summe den Schwellwert unterschreitet.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass durch das Warnsignal signalisiert wird, dass der freie Fall vorliegt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei Erkennen des freien Falls ein Schreib-/Lesekopf einer Festplatte arretiert wird.

8. Vorrichtung zur Erkennung eines freien Falls, wobei die Vorrichtung einen 3-Achsen-Beschleunigungssensor (**120**) und eine Auswerteschaltung (**130**) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der freie Fall in Abhängigkeit einer Summe erkennbar ist, wobei eine erste Beschleunigung parallel zu einer ersten Achse (X), eine zweite Beschleunigung parallel zu einer zur ersten Achse (X) senkrechten zweiten Achse (Y) und eine dritte Beschleunigung parallel zu einer zur ersten Achse (X) und zur zweiten Achse (Y) senkrechten dritten Achse (Z) messbar ist, wobei die Summe aus einem ersten Betrag der ersten Beschleunigung, einem zweiten Betrag der zweiten Beschleunigung und einem dritten Betrag der dritten Beschleunigung errechenbar ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung als mikroelektromechanisches System realisiert ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass dass der 3-Achsen-Beschleunigungssensor (**120**) und die Auswerteschaltung (**130**) in einem Sensorgehäuse integriert sind.

11. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8, 9 oder 10 zum Schutz eines mobilen Gerätes (**100**) vor einer Schädigung durch einen Aufprall nach einem freien Fall, wobei die Vorrichtung ein Arretiermittel zur Arretierung eines Schreib/Lesekopfes aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der freie Fall in Abhängigkeit einer Summe erkannt wird, wobei eine erste Beschleunigung parallel zu einer ersten Achse (X), eine zweite Beschleunigung parallel zu einer zur ersten Achse (X) senkrechten zweiten Achse (Y) und eine dritte Beschleunigung parallel zu einer zur ersten Achse (X) und zur zweiten Achse (Y) senkrechten dritten Achse (Z) gemessen werden, wobei die Summe aus einem ersten Betrag der ersten Beschleunigung, einem zweiten Betrag der zweiten Beschleunigung und einem dritten Betrag der dritten Beschleunigung errechnet wird, wobei nach Erkennen des freien Falls ein Schreib/Lesekopf des mobilen Gerätes (**100**) durch das Arretiermittel arretiert wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

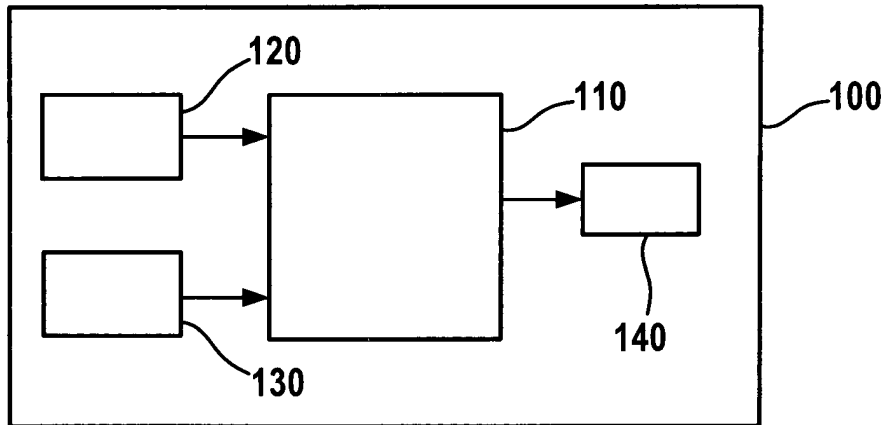


Fig. 1

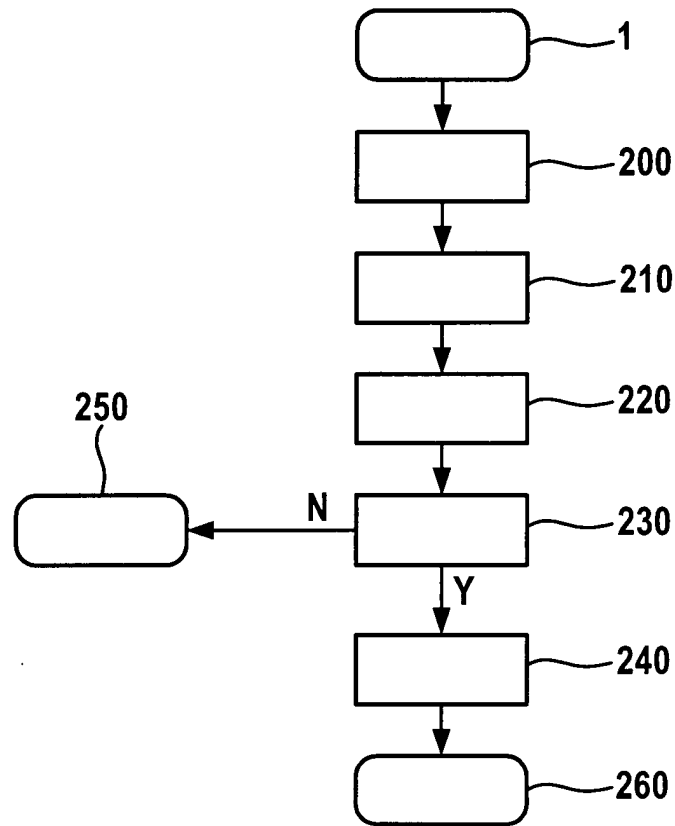


Fig. 2

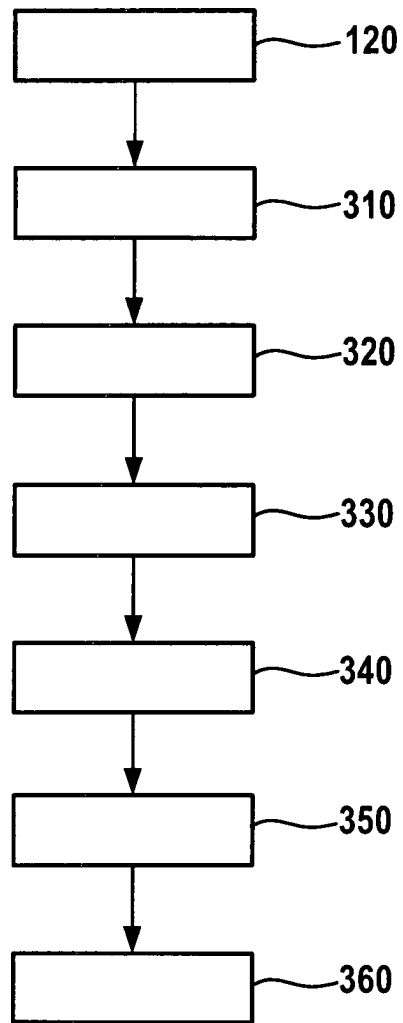


Fig. 3