

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
11. Januar 2018 (11.01.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2018/007102 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:  
G06F 3/01 (2006.01) G06F 3/0484 (2013.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/064249

(22) Internationales Anmeldedatum:  
12. Juni 2017 (12.06.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2016 212 240.1  
05. Juli 2016 (05.07.2016) DE

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
[DE/DE]; Werner-von-Siemens-Straße 1, 80333 München  
(DE).

(72) Erfinder: MACWILLIAMS, Asa; Am Sulzbogen 44,  
82256 Fürstenfeldbruck (DE). SAUER, Markus; Matthi-  
sonstr. 22, 81739 München (DE).

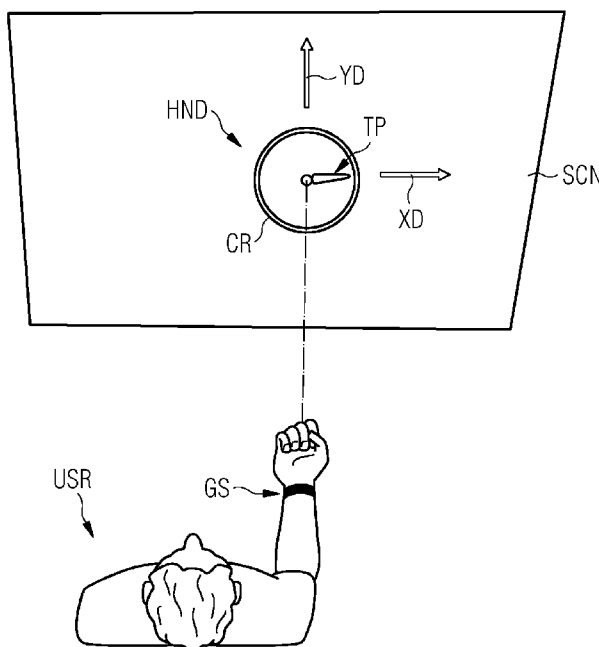
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

(54) Title: METHOD FOR THE INTERACTION OF AN OPERATOR WITH A MODEL OF A TECHNICAL SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR INTERAKTION EINES BEDIENERS MIT EINEM MODELL EINES TECHNISCHEN SYSTEMS

FIG 1



(57) Abstract: The method according to the invention provides detection of a plurality of spatial parameters which are assigned to one or both forearms of an operator. Processing markers generated from the spatial parameters are visualised in a virtual scene. The operator activates processing markers and carries out processing operations by changing the position of his or her forearm(s). After the processing operations are complete, the operator deactivates the assignment between processing marker and manipulation marker by rotating a forearm. A particular advantage of the invention compared with conventional methods lies in the activation and deactivation using the rotation of a forearm of the operator. A rotation of the wrist can be carried about largely independently of the direction in which the forearm is pointing. In this manner, the operator can use shoulder rotation and elbow flexion to change the position of the forearm in order to change spatial parameters for a processing marker, while processing operations can be deactivated and/or activated by an independent rotation of the forearm.

(57) Zusammenfassung: Das erfindungsgemäße Verfahren sieht eine Erfassung einer Mehrzahl örtlicher Parameter vor, welche einem oder beiden Unterarmen eines Bedieners zugeordnet sind. Aus den örtlichen Parametern erzeugte Bearbeitungsmarkierungen werden in einer virtuellen Szene visualisiert. Der Bediener aktiviert Bearbeitungsmarkierungen und führt Bearbeitungsoperationen durch eine Lageänderung seines oder seiner Unterarme durch. Nach Abschluss der Bearbeitungsoperationen führt der Bediener eine Freigabe der Zuordnung zwischen Bearbeitungsmarkierung und Handhabungsmarkierung durch Rotation eines



WO 2018/007102 A1

GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

Unterarms herbei. Ein besonderer Vorteil der Erfindung gegenüber herkömmlichen Verfahren liegt in der Aktivierung und der Freigabe mit Hilfe einer Rotation eines Unterarms des Bedieners. Eine Rotation des Handgelenks kann weitgehend unabhängig von einer Zeigerichtung des Unterarms veranlasst werden. Auf diese Weise kann der Bediener Schulterrotation und Ellbogenflexion für eine Lageänderung des Unterarms einsetzen, um örtliche Parameter für eine Bearbeitungsmarkierung zu verändern, während Freigabe und/oder Aktivierung von Bearbeitungsoperationen durch eine davon unabhängige Rotation des Unterarms veranlasst werden können.

## Beschreibung

Verfahren zur Interaktion eines Bedieners mit einem Modell eines technischen Systems

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Interaktion eines Bedieners mit einem Modell eines technischen Systems.

Ein derartiges Verfahren kommt beispielsweise im Bereich der  
10 Automatisierungstechnik, bei Produktions- oder Werkzeugma-  
schinen, bei Diagnose- oder Serviceunterstützungssystemen so-  
wie bei einer Bedienung und Wartung komplexer Komponenten,  
Geräte und Systeme, insbesondere industrieller oder medizini-  
scher Anlagen zum Einsatz.

15

Im Stand der Technik sind Interaktionssysteme bekannt, welche  
einen Bediener technischer Anlagen mit Hilfe einer angerei-  
cherten Situationsdarstellung bei einer Bewältigung von Ein-  
richtungs- und Wartungsarbeiten unterstützen. Eine angerei-  
20 cherte Situationsdarstellung ist in der Fachwelt auch als  
»Augmented Reality« bekannt. Dabei wird eine vom Bediener  
wahrnehmbare Situation mit computergenerierten Zusatzinforma-  
tionen oder virtuellen Objekten mittels Einblendung oder  
Überlagerung ergänzt oder ersetzt.

25

Beispielsweise sind virtuelle Aktionsmarkierungen eines In-  
dustrieroboters zum Zweck einer Kollisionsanalyse bekannt,  
welche ein reales industrielles Umfeld im Blickfeld einer Da-  
tenbrille überlagern, um dem Bediener eine intuitive Überprü-  
30 fung zu gewähren, ob der Industrieroboter von seinen Abmes-  
sungen oder von seinem Aktionsradius an einer vorgesehenen  
Stelle in der vorgesehenen Umgebung positioniert werden kann.

Eine Auswahl von virtuellen Objekten sowie ein Abruf von Zu-  
35 satzinformationen erfordert eine Erfassung von Befehlen sei-  
tens des Bedieners. In einem industriellen Umfeld scheiden  
bekannte Eingabegeräte wie z.B. Tastatur, Touchscreen, Gra-  
phiktablett, Trackpad oder Maus, welche für eine sitzende Ar-

beitsposition eines Bedieners in einem Büroumfeld zugeschnitten sind, bereits aufgrund der üblicherweise stehenden Arbeitsposition aus.

5 Eine bekannte optische Detektion von Gesten erfolgt beispielsweise unter Verwendung von Microsoft Kinect, Leap Motion oder Microsoft HoloLens. Eine oder mehrere optischen Erfassungseinrichtungen erfassen die Körperhaltung des Bediener dreidimensional, beispielsweise unter Anwendung von Laufzeit-  
10 verfahren (Time of Flight) oder Streifenlichttopometrie (Structured-light).

Zusammenfassend erfolgen heute bekannte Maßnahmen zur Interaktion nicht berührungslos, unsicher oder mit einem arbeits-  
15 situativ unpassenden Einsatz von Eingabegeräten zur Gestenerfassung.

Die vorliegende Erfindung ist demgegenüber vor die Aufgabe gestellt, ein Interaktionssystem mit einer intuitiven und berührungslosen Erfassung von Bearbeitungsoperationen bereitzustellen, welches eine Handhabung von Eingabegeräten entbehrlich macht.  
20

Die Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.  
25

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Interaktion eines Bedieners mit einem Modell eines technischen Systems sieht eine lagerichtige Visualisierung von Objekten des Modells in einer virtuellen Szene sowie eine lagerichtige Visualisierung mindestens einer Handhabungsmarkierung vor. Bei Bedienung eines Interaktionssystems wird eine Mehrzahl örtlicher Parameter erfasst, welche einem oder beiden Unterarmen des Bedieners zugeordnet sind. Eine oder mehrere aus den örtlichen Parametern erzeugte Bearbeitungsmarkierungen werden in der virtuellen Szene visualisiert. Der Bediener aktiviert zunächst eine oder mehrere Bearbeitungsmarkierungen als eine einer ersten Handhabungsmarkierung zugeordnete erste Bearbeitungsmarkie-  
30  
35

5 rung bzw. Mehrzahl erster Bearbeitungsmarkierungen. Anschließend erfolgt eine Durchführung von Bearbeitungsoperationen an der ersten Handhabungsmarkierung in Abhängigkeit einer Veränderung von auf eine Lageänderung eines der ersten Bearbeitungs-  
10 markierung zugeordneten Unterarms rückführbarer örtlicher Parameter. Der Unterarm des Bedieners erfährt dabei eine rotatorische oder translatorische Lageänderung, oder auch eine Kombination aus einer translatorischen und einer rotatorischen Lageänderung. Nach Abschluss der Bearbeitungsoperationen führt der Bediener eine Freigabe der Zuordnung der ersten Bearbeitungs-  
15 markierung zur ersten Handhabungsmarkierung herbei, indem er eine Veränderung von auf eine Rotationsbewegung eines der ersten Bearbeitungs-  
20 markierung zugeordneten Unterarms rückführbarer örtlicher Parameter veranlasst.

15 Ein besonderer Vorteil der Erfindung gegenüber herkömmlichen Verfahren liegt in der Aktivierung und der Freigabe einer Bearbeitungsoperation durch den Bediener.

20 Bekannte herkömmliche Verfahren zur Interaktion eines Bedieners mit einem Modell eines technischen Systems sehen üblicherweise Gestensteuerungsverfahren vor, welche das Problem einer berührungslosen Interaktion mit zwei- oder dreidimensionalen Objekten mithilfe einer Steuerung über einen virtuellen Mauszeiger oder einer mit einer Mauszeigereingabe ähnlichen Steuerung lösen. Dabei stellt sich grundsätzlich die Frage, wie die Aktivierung und Freigabe einer Bearbeitung zu lösen ist, welche im Fall einer herkömmlichen Maussteuerung über einen Mausklick erfolgt. Die Abbildung dieses Mausklicks  
25 auf eine berührungslose Interaktion eines üblicherweise stehenden Bedieners gestaltet sich meist als unhandlich, insbesondere aufgrund der Tatsache, dass eine Erfassung eines einzelnen Fingers ohne eine entsprechende Sensorik für eine Gestensteuerungserfassung schwierig ist.  
30

35 Die Erfindung löst dieses Problem durch eine Aktivierung und/oder Freigabe einer Bearbeitungsoperation mit Hilfe einer Rotation eines Unterarms des Bedieners. Eine solche Rotati-

onsbewegung, beispielsweise eine Pronation oder Supination des Unterarms, ist mit herkömmlichen, im Unterarmbereich des Bedieners vorgesehenen Trägheitssensoren oder auch mit einer optischen Erfassung einer Armrotationsgeste wesentlich einfacher als eine Erfassung einer Fingergeste.

Ein besonderer Vorteil der Erfindung besteht darin, dass biomechanische Gegebenheiten eines menschlichen Arms vorteilhaft genutzt werden: Ein Bediener kann eine Rotation des Handgelenks unabhängig von einer Zeigerichtung des Unterarms veranlassen. Auf diese Weise kann ein Bediener Gelenkbewegungen, insbesondere Schulterrotation und Ellbogenflexion, für eine Lageänderung des Unterarms einsetzen, um örtliche Parameter für eine Bearbeitungsmarkierung zu verändern, während Freigabe und/oder Aktivierung von Bearbeitungsoperationen durch eine davon unabhängige Rotation des Unterarms veranlasst werden können.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist darin zu sehen, dass die zur Ausübung der Gestensteuerung notwendigen Mittel keine speziellen Vorrichtungen erfordern. Insbesondere sind keine Fingergestenerfassungsmittel oder elektromyographischen Mittel erforderlich.

Im Gegensatz zu herkömmlichen Gestenerfassungsverfahren gestattet das erfindungsgemäße Verfahren eine feingranulare Steuerung verschiedener und leicht unterscheidbarer Parameter eines visualisierten Modells zur Steuerung eines technischen Systems. Zur Visualisierung einer virtuellen Szenerie - das heißt verschiedener Objekte und zugehöriger Handhabungsmarkierungen - dieses Modells ist ein einfacher Bildschirm ausreichend.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, dass der Bediener lediglich eine geringe Anzahl an Gesten zur Steuerung des Interaktionssystems verwenden und lernen muss. Diese umfassen insbesondere eine Aktivierung, ein Bewegen und eine Freigabe von Bearbeitungsmarkierungen mit Hilfe einer Handha-

bungsmarkierung. Die Freigabe einer Zuordnung der Bearbeitungsmarkierung zu einer Bearbeitungsmarkierung ist intuitiv mit einer Rotationsbewegung des Unterarms durchführbar.

5 Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Interaktionsverfahrens besteht darin, dass die Art der Bedienung einen größtmöglichen Schutz gegen eine versehentliche Auslösung der Freigabe bietet. Die Gestaltung der Handhabungsmarkierungen kann so erfolgen, dass der Bediener während einer Steuerung  
10 der Bearbeitungsmarkierungen mit Lageänderungen keine irrtümliche Freigabe veranlasst.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

15

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung ist vorgesehen, dass die im Modell des technischen Systems durchgeführten Bearbeitungsoperationen in Steueroperationen am technischen System umgesetzt werden. Diese Maßnahme gestattet eine über eine  
20 schlichte Simulation hinausgehende Steuerung des technischen Systems.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung ist vorgesehen, dass die Handhabungsmarkierung mindestens einem Objekt oder mindestens einem Bereich der virtuellen Szene zugeordnet ist.  
25 Eine Objektzuordnung ermöglicht eine Einflussnahme auf dieses Objekt, während eine Bereichszuordnung Bereichsauswahl und/oder eine Beeinflussung mehrerer Objekte ermöglicht.

30 Zur Aktivierung der ersten Bearbeitungsmarkierung wird eine örtliche Distanz zwischen einer Bearbeitungsmarkierung und der mindestens ersten Handhabungsmarkierung bestimmt. Gemäß einer ersten Ausführungsform erfolgt eine Aktivierung einer Bearbeitungsmarkierung, deren örtliche Distanz zu der ersten  
35 Handhabungsmarkierung einen vorgebbaren ersten Schwellwert unterschreitet, als eine der ersten Handhabungsmarkierung zugeordnete erste Bearbeitungsmarkierung. Gemäß einer zweiten Ausführungsform erfolgt zunächst eine Markierung einer Bear-

5 beitungsmarkierung, deren örtliche Distanz zu einer ersten Handhabungsmarkierung einen vorgebbaren ersten Schwellwert unterschreit, als eine der ersten Handhabungsmarkierung zuordenbare erste Bearbeitungsmarkierung. Im Anschluss erfolgt eine Aktivierung der zuordenbaren ersten Bearbeitungsmarkierung als eine einer ersten Handhabungsmarkierung zugeordnete erste Bearbeitungsmarkierung in Abhängigkeit einer Veränderung von auf eine Rotationsbewegung eines der ersten Bearbeitungsmarkierung zugeordneten Unterarms rückführbarer örtlicher Parameter. Die besagte Veränderung der auf eine Rotationsbewegung rückführbaren örtlichen Parameter ist auch so zu verstehen, dass der Bediener den Unterarm schon in eine vorgesehene Position gedreht hat - mithin die Rotationsbewegung schon vorher veranlasst hat - bevor die Bearbeitungsmarkierung der Handhabungsmarkierung angenähert wird, so dass auch in diesem Fall - also ohne eine über die vorhergehende hinausgehende, zusätzliche Rotationsbewegung - eine Aktivierung der Handhabungsmarkierung erfolgt.

20 Die erste Ausführungsform hat den Vorteil einer einfachen Aktivierung durch bloße Annäherung der durch den Unterarm gesteuerten Handhabungsmarkierung an eine Bearbeitungsmarkierung. Die zweite Ausführungsform sieht dagegen eine explizite Armrotation zur endgültigen Auswahl der Bearbeitungsmarkierung vor. Diese zweite Ausführungsform ist von Vorteil, wenn eine zusätzliche Bestätigung der Aktivierung durch eine Rotationsbewegung erwünscht ist, insbesondere aus Gründen einer sicheren Bedienung.

30 Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung ist vorgesehen, dass bei Unterschreitung eines zweiten Schwellwerts einer örtlichen Distanz zwischen der Bearbeitungsmarkierung und der ersten Handhabungsmarkierung eine Rückmeldung an den Bediener ausgegeben wird. Die Rückmeldung zeigt dem Benutzer eine bevorstehende Aktivierung der Bearbeitungsmarkierung an. Diese Rückmeldung erfolgt vorzugsweise haptisch, akustisch oder optisch. Eine akustische oder eine haptische Rückmeldung könnte beispielsweise durch eine Ausführung einer

Gestenerfassungseinheit als Smart Watch erfolgen, welche üblicherweise über entsprechende Aktoren zur Ausgabe solcher Rückmeldungen verfügt.

5 Der zweite Schwellwert der örtlichen Distanz liegt vorzugsweise oberhalb des ersten Schwellwerts, so dass die Rückmeldung einer bevorstehenden Aktivierung vor der eigentlichen Aktivierung erfolgt. Der Bediener kann bei Auslösen der Rückmeldung entscheiden, ob er die Bearbeitungsmarkierung weiter  
10 in Richtung auf die zu aktivierende Handhabungsmarkierung führt, oder aber, - für den Fall, dass der für die Bearbeitungsmarkierung eingeschlagene Kurs nicht eine Aktivierung der angenäherten Handhabungsmarkierung erzielen sollte - den Kurs entsprechend ändern.

15

Fig. 1: eine schematische Strukturdarstellung eines Interaktionssystems mit einem steuernden Bediener; und;

Fig. 2: eine schematische Darstellung einer Interaktion eines Bedieners mit einem Modell eines technischen  
20 Systems.

Figur 1 zeigt einen in einer Draufsicht dargestellten Bediener USR, dessen durch einen oder beide Unterarmen gebildete  
25 Gesten mit Hilfe mindestens einer Gestenerfassungseinheit GS erfasst werden.

Bei dem in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Gestenerfassungseinheit ausgebildet zum Tragen am  
30 menschlichen Körper und umfasst mindestens eine in einem Unterarmbereich des Bedieners USR angebrachte Gestenerfassungseinheit GS mit einer Mehrzahl von Trägheitssensoren zur Erfassung einer dem Unterarm des Bedieners USR zugeordneten Mehrzahl örtlicher Parameter, insbesondere Parameter, welche  
35 von einer Bewegung, Drehung und/oder Stellung der Arme des Bedieners USR gebildet werden.

Alternativ wird ein - beispielsweise optisches - Trackingsystem eingesetzt. In einem solchen optischen Trackingsystem erfassen Infrarotkameras die örtlichen Parameter anhand mindestens einen optischen Markers und geben diese an eine Steuereinheit weiter.

Die örtlichen Parameter umfassen zumindest zwei, vorzugsweise drei Freiheitsgrade, von denen zumindest ein örtlicher Parameter einer Rotationsbewegung, also einer Pronation beziehungsweise Supination, des Unterarms zugeordnet ist.

Als Gestenerfassungseinheit GS kommt beispielsweise eine sogenannte Smart Watch mit integrierten Beschleunigungssensoren, magnetischen Sensoren und gyroskopischen Sensoren zum Einsatz. Mit Auswertung dieser Sensoren ist eine Orientierungsbestimmung mit drei Freiheitsgraden möglich. Bei einer entsprechenden Kalibrierung dieser Sensoren und einer zumindest vorübergehend stillstehenden Position des Benutzers UR wird eine sichere Erfassung von im Folgenden näher betrachteten drei örtlichen Parameter ermöglicht:

- eine Außen- oder Innenrotation der Schulter des Bedieners UR, insbesondere zur Veranlassung einer links/rechts-Bewegung des Unterarms;
- eine Beugung oder Streckung des Ellbogens, insbesondere zur Veranlassung einer auf/ab-Bewegung des Unterarms um das Ellbogengelenk; und;
- eine Unterarmrotation, also eine Pronation oder Supination des Unterarms, also eine mit Hilfe des Handgelenks ausgeführte Rotation des Unterarms um dessen Hauptachse.

In der weiteren Beschreibung wird für die dem Unterarm zugeordneten Mehrzahl örtlicher Parameter ein Tripel (sr,ef,fp) aus den oben genannten Parametern fortgeführt, bestehend aus einem Parameter sr für die Schulterrotation, einem Parameter ef für die Ellbogenflexion ef sowie einem Parameter fp für die Unterarmrotation bzw. »Forearm Pronation«. Jeder örtliche Parameter dieses Tripels repräsentiert einen Winkel in Relation zu einer definierten Startorientierung, zum Beispiel ei-

nen in Richtung Norden weisenden Arm in horizontaler Richtung mit einem aufwärts gerichteten Daumen.

In Blickkontakt zum Bediener USR ist eine Visualisierungseinrichtung SCN, hier als Bildschirm ausgeführt, vorgesehen. Auf der Visualisierungseinrichtung SCN erfolgt eine lagerichtige Visualisierung einer Bearbeitungsmarkierung HND, welche in diesem Ausführungsbeispiel als ein kreisrundes Gebilde CR mit einer Darstellung der Daumenrichtung TP visualisiert wird.

10 Ausführungsbeispiele für die Visualisierungseinrichtung SCN umfassen ferner einen Großbildschirm in einem Operationsaal, Datenbrille oder -helm bzw. »Head Mounted Display«, einen Projektor zur Projektion einer Szenerie - insbesondere einer lagerichtigen Projektion anatomischer Bild- oder Strukturdaten - auf einen Körper eines Patienten.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung kann auf eine Visualisierungseinrichtung SCN teilweise verzichtet werden, indem die lagerichtige Visualisierung von Objekten des Modells in der virtuellen Szene nicht durch virtuelle sondern durch reale Objekte erfolgt, beispielsweise bei einer Bewegungsteuerung oder -programmierung von Roboterarmen. Die lagerichtige Visualisierung von den realen Objekten zugeordneten Handhabungsmarkierungen sowie der Bearbeitungsmarkierung würde in einem solchen Fall mit einer angereicherten Situationsdarstellung oder »Augmented Reality«, beispielsweise durch Projektion der Handhabungsmarkierungen auf die realen Objekte oder auch in das Sichtfeld des Bedieners, etwa mit einer Datenbrille, erfolgen.

30 Eine - nicht dargestellte - Steuerungseinheit ist zum Ansteuern der Visualisierungseinheit SCN vorgesehen. In der Steuerungseinheit erfolgt eine Erkennung der von der Gestenerfassungseinheit GS erfassten Gesten und eine Verarbeitung der durch die Gesten des Bedieners USR auszulösenden Interaktion mit einer auf der Visualisierungseinheit SCN dargestellten Szenerie.

Aus Übersichtlichkeitsgründen ist die zeichnerisch dargestellte Szenerie gemäß Fig. 1 auf eine Darstellung der Bearbeitungsmarkierung HND beschränkt. Die Szenerie wiederum umfasst oder stellt ein Modell eines technischen Systems dar, welches der Bediener USR in Ausübung des Interaktionsverfahrens steuern, konfigurieren und betreiben kann.

Die Interaktion erfolgt durch Beeinflussung von Bearbeitungsmarkierungen HND. Jede Bearbeitungsmarkierung HND wird über das oben genannte Tripel örtlicher Parameter gesteuert beziehungsweise dargestellt. Beispielsweise wird eine Bewegung in horizontaler Richtung XD oder eine Bewegung in vertikaler Richtung YD durch eine entsprechende Kombination aus Schulterrotation und Ellbogenflexion gebildet. Die Bewegung in horizontaler oder vertikaler Richtung XD, YD erfolgt intuitiv durch eine entsprechende Bewegung einer visuellen Projektion des Bedieners USR in horizontaler oder vertikaler Richtung XD, YD. Die visuelle Projektion des Bedieners USR entspricht einer in der Zeichnung strichpunktiert dargestellten Verlängerung der Unterarmachse des Bedieners USR.

Die Bearbeitungsmarkierung HND ist eine visuelle Repräsentation einer Geste auf der Visualisierungseinheit SCN. Diese visuelle Repräsentation wird durch eine Zuordnungsfunktion erzeugt, welche aus dem von der Gestenerfassungseinheit GS erfassten örtlichen Parameter der visuellen Darstellung zuordnet. Durch Bewegung des Unterarms bewegt sich die Bearbeitungsmarkierung HND in der entsprechenden Weise.

In Figur 2 ist eine schematische Darstellung einer Szenerie, bestehend aus einer beispielhaften Abbildung mehrerer Beeren, sowie mehreren Handhabungsmarkierungen HND2, HND3, HND4, HND5 dargestellt.

Der Bediener USR habe im dargestellten Ausführungsbeispiel die Aufgabe, einen rechteckförmigen Ausschnitt der Abbildung, beispielsweise einen lediglich eine Beere umfassenden Bereich, zu definieren. Dabei muss er den rechteckförmigen Aus-

schnitt selbst beziehungsweise einzelne Ecken dieses Ausschnittes so justieren, dass der gewünschte Ausschnitt mit dem in der Szenerie dargestellten Ausschnitt übereinstimmt. Die vier Handhabungsmarkierungen HND2, HND3, HND4, HND5 sind im  
5 Ausführungsbeispiel in einer jeweiligen Ecke dieses Ausschnitts visualisiert.

Die Bearbeitungsmarkierung HND1 befindet sich aufgrund der derzeitigen Armbestellung des Bedieners USR innerhalb des  
10 rechteckförmigen Ausschnitts. Gemäß dem die Daumenrichtung des Bedieners USR repräsentierenden Zeiger im Innenbereich der Handhabungsmarkierung HND1 ist die Daumenstellung des Bedieners derzeit in eine 8-Uhr-Richtung gerichtet.

15 Der Bediener USR kann nun der Bearbeitungsmarkierung HND1 die nächstgelegene dritte Handhabungsmarkierung HND3 zuordnen und die Handhabungsmarkierung HND3 somit zur Bearbeitung aktivieren. Anschließend kann er Bearbeitungsoperationen an der dritten Handhabungsmarkierung HND3 in Abhängigkeit einer Ver-  
20 änderung von auf eine Lageänderung eines der Bearbeitungsmarkierung HND1 zugeordneten Unterarms - beispielsweise des rechten Unterarms gemäß Fig. 1 - rückführbarer örtlicher Parameter durchführen. Im Ausführungsbeispiel könnte er die Lage der dritten Handhabungsmarkierung HND3 durch eine translatorische Lageänderung der Bearbeitungsmarkierung HND1 ver-  
25 ändern. Eine translatorische Lageänderung umfasst eine Änderung der ersten beiden örtlichen Parameter des Tripels ( $sr, ef, fp$ ). Nach Abschluss der Bearbeitungsoperationen veranlasst der Bediener USR eine Freigabe der Zuordnung der Bearbeitungsmar-  
30 kierung HND1 zur dritten Handhabungsmarkierung HND3 durch eine Veränderung des auf eine Rotationsbewegung der Bearbeitungsmarkierung HND1 zugeordneten Unterarms rückführbarer örtlicher Parameter, mit anderen Worten des örtlichen Parameters  $fp$  im Tripel ( $sr, ef, fp$ ). Der Bediener kann die Bearbeitungsmarkierung HND1 sodann für weitere alternative Bearbeitungsoperationen einsetzen.  
35

Nach mehreren Bearbeitungsoperationen kann eine Bestätigungsoperation vorgesehen sein, welche bewirkt, dass die im Modell des technischen Systems durchgeführten Bearbeitungsoperationen in Steueroperationen am technischen System umgesetzt werden. Alternativ dazu kann die Umsetzung in Steueroperationen unmittelbar bzw. in-situ erfolgen.

Zusammenfassend sieht das erfindungsgemäße Verfahren eine Erfassung einer Mehrzahl örtlicher Parameter vor, welche einem oder beiden Unterarmen eines Bedieners zugeordnet sind. Aus den örtlichen Parametern erzeugte Bearbeitungsmarkierungen werden in einer virtuellen Szene visualisiert. Der Bediener aktiviert Bearbeitungsmarkierungen und führt Bearbeitungsoperationen durch eine Lageänderung seines oder seiner Unterarme durch. Nach Abschluss der Bearbeitungsoperationen führt der Bediener eine Freigabe der Zuordnung zwischen Bearbeitungsmarkierung und Handhabungsmarkierung durch Rotation eines Unterarms herbei.

Ein besonderer Vorteil der Erfindung gegenüber herkömmlichen Verfahren liegt in der Aktivierung und der Freigabe mit Hilfe einer Rotation eines Unterarms des Bedieners. Eine Rotation des Handgelenks kann weitgehend unabhängig von einer Zeigerichtung des Unterarms veranlasst werden. Auf diese Weise kann der Bediener Schulterrotation und Ellbogenflexion für eine Lageänderung des Unterarms einsetzen, um örtliche Parameter für eine Bearbeitungsmarkierung zu verändern, während Freigabe und/oder Aktivierung von Bearbeitungsoperationen durch eine davon unabhängige Rotation des Unterarms veranlasst werden können.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist insbesondere von Vorteil bei einer Definition eines beispielsweise für eine Röntgenaufnahme abzugrenzenden Untersuchungsbereichs durch medizinisches Hilfspersonal an einem Körper eines Patienten. Die Interaktionen umfassen insbesondere die Auswahl des Untersuchungsbereichs, weiterhin eine Einstellung von Untersuchungs-

parametern wie Strahlungsintensität und Kontrast, sowie die Definition und Initiierung der Bildgebungssequenz.

5 Weiterhin kann in vorteilhafter Weise eine lagerichtige, auch zeitlich gestaffelte Projektion bereits aufgenommener Röntgenaufnahmen am Körper des Patienten eine Diagnose eines Arztes unterstützen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Interaktion eines Bedieners mit einem Modell eines technischen Systems, umfassend folgende Schritte:

- 5 - lagerichtige Visualisierung von Objekten des Modells in einer virtuellen Szene;
- lagerichtige Visualisierung mindestens einer Handhabungsmarkierung (HND2, ..., HND5);
- 10 - Erfassen einer mindestens einem Unterarm des Bedieners (USR) zugeordneter Mehrzahl örtlicher Parameter und lagerichtige Visualisierung mindestens einer aus den örtlichen Parametern erzeugten Bearbeitungsmarkierung (HND1) in der virtuellen Szene;
- Aktivierung mindestens einer Bearbeitungsmarkierung
- 15 (HND1) als eine einer ersten Handhabungsmarkierung (HND3) zugeordnete erste Bearbeitungsmarkierung (HND1),
- Durchführung von Bearbeitungsoperationen an der ersten Handhabungsmarkierung (HND3) in Abhängigkeit einer Veränderung von auf eine Lageänderung eines der ersten Bear-
- 20 arbeitungsmarkierung (HND1) zugeordneten Unterarms rückführbarer örtlicher Parameter;
- Freigabe der Zuordnung der ersten Bearbeitungsmarkierung (HND1) zur ersten Handhabungsmarkierung (HND3) in Abhängigkeit einer Veränderung von auf eine Rotationsbewegung
- 25 eines der ersten Bearbeitungsmarkierung (HND1) zugeordneten Unterarms rückführbarer örtlicher Parameter.

2. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die im Modell des technischen Systems durchgeführten Bearbeitungsoperationen in Steueroperationen am technischen

30 System umgesetzt werden.

3. Verfahren nach einem der vorgenannten Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Handhabungsmarkierung

35 (HND2, ..., HND5) mindestens einem Objekt oder mindestens einem Bereich der virtuellen Szene zugeordnet ist.

4. Verfahren nach einem der vorgenannten Patentansprüche, die Aktivierung der ersten Bearbeitungsmarkierung umfassend folgende Schritte:

- Erfassen einer örtlichen Distanz zwischen der mindestens  
5       einen Bearbeitungsmarkierung (HND1) und der mindestens  
      ersten Handhabungsmarkierung (HND3);
- Aktivierung einer Bearbeitungsmarkierung (HND1), deren  
      örtliche Distanz zu der ersten Handhabungsmarkierung  
      (HND3) einen vorgebbaren ersten Schwellwert unterschreitet,  
10       als eine der ersten Handhabungsmarkierung (HND3) zugeord-  
      nete erste Bearbeitungsmarkierung (HND1).

5. Verfahren nach einem der vorgenannten Patentansprüche 1  
bis 3, die Aktivierung der ersten Bearbeitungsmarkierung um-  
15       fassend folgende Schritte:

- Erfassen einer örtlichen Distanz zwischen der mindestens  
      einen Bearbeitungsmarkierung (HND1) und der mindestens  
      ersten Handhabungsmarkierung (HND3);
- Markierung einer Bearbeitungsmarkierung (HND1), deren  
20       örtliche Distanz zu einer ersten Handhabungsmarkierung  
      (HND3) einen vorgebbaren ersten Schwellwert unterschreitet,  
      als eine der ersten Handhabungsmarkierung (HND3) zuorden-  
      bare erste Bearbeitungsmarkierung (HND1);
- Aktivierung der zuordenbaren ersten Bearbeitungsmarkie-  
25       rung (HND1) als eine einer ersten Handhabungsmarkierung  
      (HND3) zugeordnete erste Bearbeitungsmarkierung (HND1) in  
      Abhängigkeit einer Veränderung von auf eine Rotationsbe-  
      wegung eines der ersten Bearbeitungsmarkierung zugeordne-  
      ten Unterarms rückführbarer örtlicher Parameter.

30

6. Verfahren nach einem der vorgenannten Patentansprüche 4  
und 5, wobei bei Unterschreitung eines zweiten Schwellwerts  
einer örtlichen Distanz zwischen der Bearbeitungsmarkierung  
(HND1) und der ersten Handhabungsmarkierung (HND3) eine Rück-  
35       meldung an den Bediener (USR) ausgegeben wird.

7. Verfahren nach einem der vorgenannten Patentansprüche, da-  
durch gekennzeichnet, dass die Rotationsbewegung eine Prona-

tion oder Supination mindestens eines Unterarms des Bedieners (USR) ist.

8. Verfahren nach einem der vorgenannten Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mehrzahl örtlicher Parameter mindestens umfasst:

- einen Parameter für eine Schulterrotation des Bedieners USR;
- einen Parameter für eine Ellbogenflexion des Bedieners USR; und;
- einen Parameter für eine Unterarmrotation des Bedieners USR.

9. Verwendung eines Verfahrens gemäß einem der vorgenannten Patentansprüche zur medizinischen Behandlung oder zur Maschinenbedienung in einem industriellen Prozess.

FIG 1

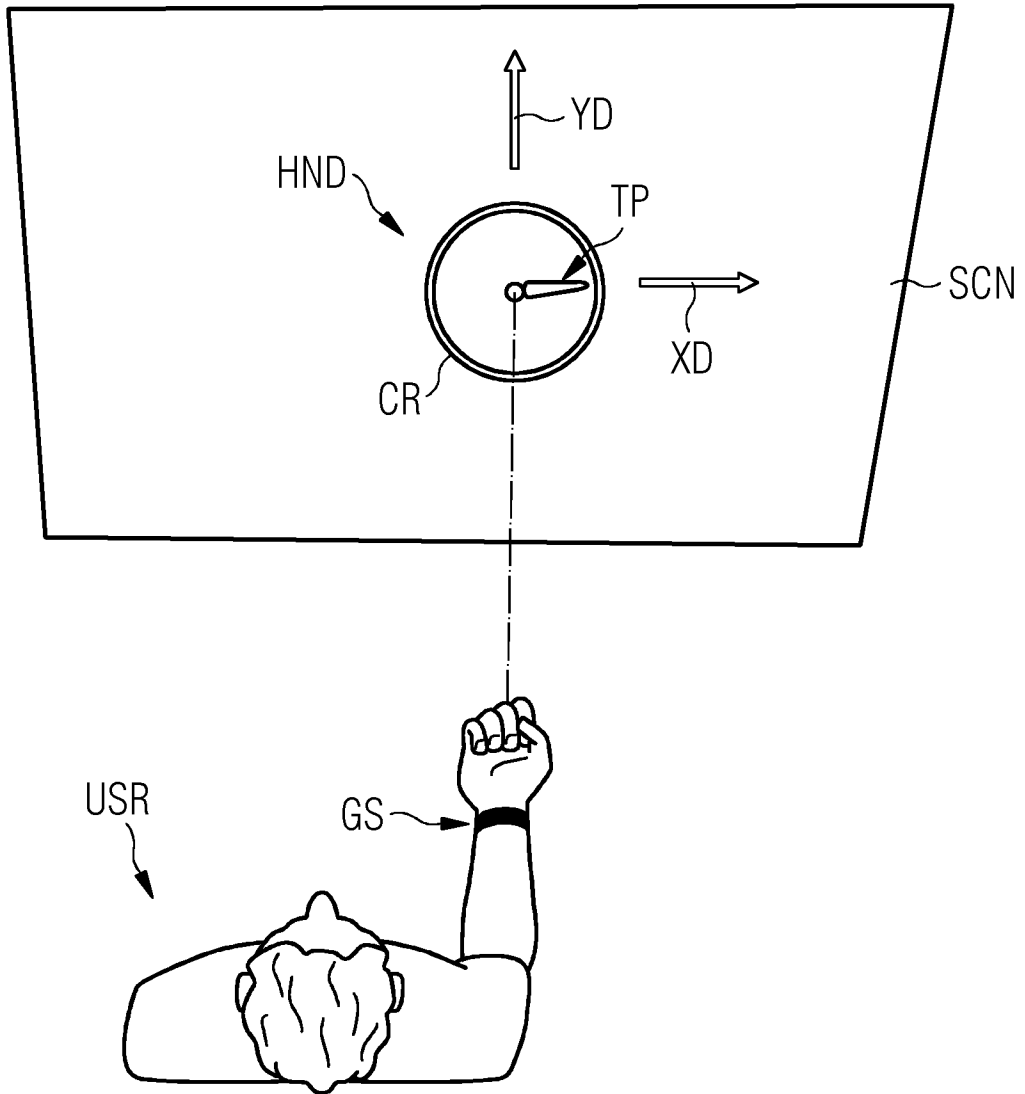
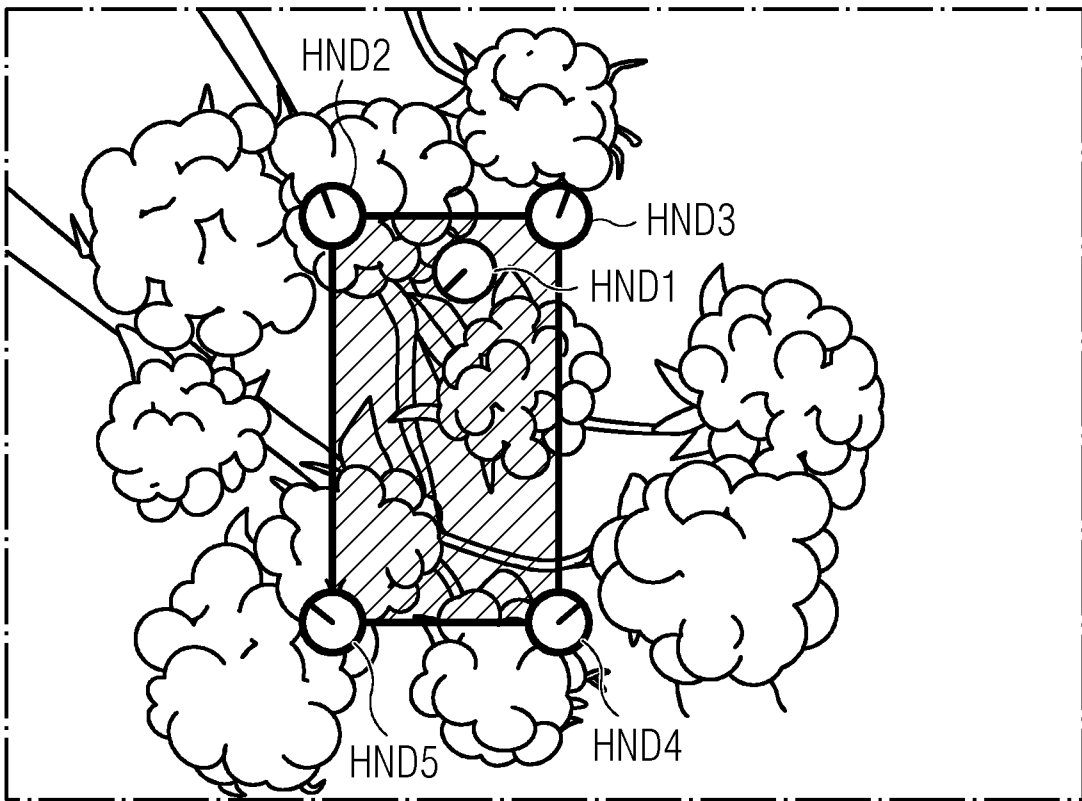


FIG 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2017/064249

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. G06F3/01 G06F3/0484  
ADD.  
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED  
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
G06F G06T G06K G05B A61B  
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 594 469 A (FREEMAN WILLIAM T [US] ET AL) 14 January 1997 (1997-01-14) figures 1-7 column 2, line 35 - column 3, line 52 column 4, line 66 - column 6, line 38 -----	1-9
A	US 2013/342572 A1 (POULOS ADAM G [US] ET AL) 26 December 2013 (2013-12-26) figures 1-20 paragraph [0134] - paragraph [0172] -----	1-9
A	US 2014/201674 A1 (HOLZ DAVID [US]) 17 July 2014 (2014-07-17) figures 1A-5B paragraph [0043] - paragraph [0078] -----	1-9
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search  16 August 2017	Date of mailing of the international search report  22/08/2017
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Roth, Lucia

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2017/064249

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 9 211 644 B1 (CHECKA NEAL [US]) 15 December 2015 (2015-12-15) figures 1-3 column 2, line 9 - column 4, line 47 -----	1-9
A	WO 2016/001089 A1 (TRUMPF MEDIZIN SYSTEME GMBH [DE]) 7 January 2016 (2016-01-07) figures 1-4 page 5, line 11 - page 9, line 19 page 12, line 28 - page 14, line 2 -----	1-9

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/064249

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 5594469	A	14-01-1997	JP 2941207 B2	25-08-1999
			JP H08315154 A	29-11-1996
			US 5594469 A	14-01-1997
-----				
US 2013342572	A1	26-12-2013	NONE	
-----				
US 2014201674	A1	17-07-2014	US 2014201674 A1	17-07-2014
			US 2014201683 A1	17-07-2014
			US 2014201684 A1	17-07-2014
			US 2014201690 A1	17-07-2014
			US 2017220126 A1	03-08-2017
-----				
US 9211644	B1	15-12-2015	NONE	
-----				
WO 2016001089	A1	07-01-2016	CN 106663141 A	10-05-2017
			DE 102014212660 A1	31-12-2015
			EP 3146454 A1	29-03-2017
			JP 2017519586 A	20-07-2017
			US 2017154158 A1	01-06-2017
			WO 2016001089 A1	07-01-2016
-----				

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G06F3/01 G06F3/0484 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole ) G06F G06T G06K G05B A61B		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 594 469 A (FREEMAN WILLIAM T [US] ET AL) 14. Januar 1997 (1997-01-14) Abbildungen 1-7 Spalte 2, Zeile 35 - Spalte 3, Zeile 52 Spalte 4, Zeile 66 - Spalte 6, Zeile 38 -----	1-9
A	US 2013/342572 A1 (POULOS ADAM G [US] ET AL) 26. Dezember 2013 (2013-12-26) Abbildungen 1-20 Absatz [0134] - Absatz [0172] -----	1-9
A	US 2014/201674 A1 (HOLZ DAVID [US]) 17. Juli 2014 (2014-07-17) Abbildungen 1A-5B Absatz [0043] - Absatz [0078] ----- -/-	1-9
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
16. August 2017		22/08/2017
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Roth, Lucia

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 9 211 644 B1 (CHECKA NEAL [US]) 15. Dezember 2015 (2015-12-15) Abbildungen 1-3 Spalte 2, Zeile 9 - Spalte 4, Zeile 47 -----	1-9
A	WO 2016/001089 A1 (TRUMPF MEDIZIN SYSTEME GMBH [DE]) 7. Januar 2016 (2016-01-07) Abbildungen 1-4 Seite 5, Zeile 11 - Seite 9, Zeile 19 Seite 12, Zeile 28 - Seite 14, Zeile 2 -----	1-9

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/064249

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5594469	A	14-01-1997	JP 2941207 B2 25-08-1999
			JP H08315154 A 29-11-1996
			US 5594469 A 14-01-1997
-----			
US 2013342572	A1	26-12-2013	KEINE
-----			
US 2014201674	A1	17-07-2014	US 2014201674 A1 17-07-2014
			US 2014201683 A1 17-07-2014
			US 2014201684 A1 17-07-2014
			US 2014201690 A1 17-07-2014
			US 2017220126 A1 03-08-2017
-----			
US 9211644	B1	15-12-2015	KEINE
-----			
WO 2016001089	A1	07-01-2016	CN 106663141 A 10-05-2017
			DE 102014212660 A1 31-12-2015
			EP 3146454 A1 29-03-2017
			JP 2017519586 A 20-07-2017
			US 2017154158 A1 01-06-2017
			WO 2016001089 A1 07-01-2016
-----			