

(19)



(11)

EP 2 433 603 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
28.03.2012 Patentblatt 2012/13

(51) Int Cl.:
A61G 5/02^(2006.01) A61G 5/04^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11172325.0**

(22) Anmeldetag: **01.07.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

- **Ledda, Ralf**
72461 Albstadt (DE)
- **Engels, Bernd**
72760 Reutlingen (DE)
- **Bitzer, Paul-Gerhard**
72461 Albstadt (DE)

(30) Priorität: **22.09.2010 DE 102010037705**

(74) Vertreter: **Staudt, Hans-Peter et al**
Bittner & Partner
Intellectual Property Division
Donaustrasse 7
85049 Ingolstadt (DE)

(71) Anmelder: **Ulrich Alber GmbH**
72461 Albstadt-Tailfingen (DE)

(72) Erfinder:
• **Birmanns, Thomas**
72336 Balingen (DE)

(54) **Hilfsantriebsvorrichtung, Rollstuhl und Verfahren zur Ermittlung der manuellen Antriebskraft eines Rollstuhlfahrers**

(57) Eine Hilfsantriebsvorrichtung für einen Rollstuhl mit einem Antriebsmotor, einem Laufrad und einer Sensoreinrichtung, die dazu ausgelegt ist, eine manuell in das Laufrad eingeleitete Antriebskraft zu erfassen, sowie einer Steuereinrichtung, die dazu ausgelegt ist, einen Antriebsmotor zum Antrieb des Laufrades in Abhängigkeit von der von einem Benutzer manuell in das Laufrad eingeleiteten Antriebskraft anzusteuern, weist einen Benutzerkraftermittlung-Betriebsmodus auf in dem eine Benutzermaximalkraft ermittelt werden kann.

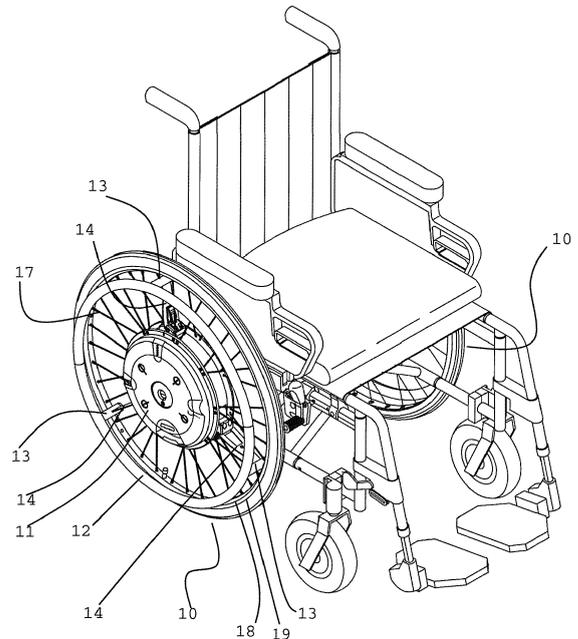


Fig. 1

EP 2 433 603 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Hilfsantriebsvorrichtung für einen Rollstuhl, einen Rollstuhl mit Hilfsantriebsvorrichtung und ein Verfahren zur Ermittlung der manuellen Antriebskraft eines Rollstuhlfahrers.

[0002] Eine Hilfsantriebsvorrichtung der in Rede stehenden Art ist aus der DE 198 57 786 A1 bekannt. Eine derartige Hilfsantriebsvorrichtung für einen Rollstuhl weist einen Antriebsmotor auf, ein Laufrad, eine Sensoreinrichtung, die dazu ausgelegt ist, eine manuell in das Laufrad eingeleitete Antriebskraft zu erfassen, und eine Steuereinrichtung, die dazu ausgelegt ist, den Antriebsmotor zum Antrieb des Laufrades gemäß einem Unterstützungsgrad in Abhängigkeit von der manuell in das Laufrad eingeleiteten Antriebskraft anzusteuern.

[0003] Derartige Rollstühle geben dem Rollstuhlfahrer die Möglichkeit, den Rollstuhl manuell anzutreiben, beispielsweise über entsprechende Greifringe an den Laufrädern, unterstützen diesen manuellen Antrieb jedoch je nach Bedarf durch den oder die Antriebsmotoren. Zu diesem Zweck erfasst die Sensoreinrichtung die jeweils manuell in den Greifring eingeleitete Kraft und die Steuereinrichtung steuert den oder die Antriebsmotoren zum Antrieb des Laufrades gemäß einem Unterstützungsgrad in Abhängigkeit von der in den Greifring eingeleiteten Kraft an.

[0004] Antriebssysteme der in Rede stehenden Art sind somit dazu geeignet, den Rollstuhlfahrer physisch zu entlasten. Als Antriebskraft beziehungsweise Antriebsmoment wirken zum einen die manuell von dem Rollstuhlfahrer in das Laufrad, beispielsweise über einen Greifring, eingeleitete manuelle Kraft und das hieraus resultierende Drehmoment und zusätzlich eine elektrische Antriebskraft beziehungsweise ein entsprechendes Antriebsdrehmoment des Antriebsmotors, die beziehungsweise das gemäß einem Unterstützungsgrad in Abhängigkeit von der manuell eingeleiteten Kraft dadurch erzeugt werden, dass die Steuereinrichtung den Antriebsmotor entsprechend ansteuert. Bei dieser Art des Betriebs wirken somit die manuelle Antriebskraft und das daraus resultierende Drehmoment und das Drehmoment des Antriebsmotors in gleicher Drehrichtung. Die beiden Drehmomente addieren sich demnach dem Betrage nach. Gleiches gilt entsprechend für einen Bremsvorgang.

[0005] Im Ergebnis bringt der Rollstuhlfahrer somit nur einen Teil der zur Fortbewegung oder zum Bremsen erforderlichen Kraft auf und kann sich deshalb ohne große Anstrengungen auch an Steigungen oder Gefällen bewegen. Das Verhältnis zwischen den manuell eingeleiteten Kräften und den durch den Elektromotor erzeugten Drehmomenten, das heißt der Unterstützungsgrad, kann nach den persönlichen Bedürfnissen des Rollstuhlfahrers einstellbar und gegebenenfalls vorwählbar sein.

[0006] Die Entscheidung, ob der Einsatz einer derartigen Hilfsantriebsvorrichtung aus therapeutischer Sicht sinnvoll oder gar geboten ist, hängt insbesondere von dem Leistungsvermögen des Rollstuhlfahrers ab. Um dieses zu ermitteln besteht die Möglichkeit, dass der Rollstuhlfahrer Fahrversuche ohne Motorunterstützung durchführt und hierbei insbesondere Rampen verschiedener Steigungen befährt. In Abhängigkeit davon, welche Steigung er bewältigen kann, kann die Maximalkraft des Rollstuhlfahrers festgestellt werden. Hierzu ist es erforderlich, einen Testparcours mit verschiedenen Rampen bereitzustellen, was naturgemäß einen nicht unerheblichen Platzbedarf erfordert.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren bereitzustellen, mit der beziehungsweise dem die Maximalkraft eines Rollstuhlfahrers zum Antrieb eines Rollstuhls auf einfache Art und Weise, insbesondere in wirtschaftlicher Hinsicht und unter dem Aspekt des Platzbedarfs, ermittelt werden kann.

[0008] Die Lösung dieser Aufgabe ist in den Patentansprüchen 1, 8 und 10 angegeben. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen definiert.

[0009] Gemäß Patentanspruch 1 wird eine Hilfsantriebsvorrichtung für einen Rollstuhl bereitgestellt, die einen Antriebsmotor, ein Laufrad, eine Sensoreinrichtung, die dazu ausgelegt ist, eine manuell in das Laufrad eingeleitete Antriebskraft zu erfassen, und eine Steuereinrichtung, die dazu ausgelegt ist, den Antriebsmotor zum Antrieb des Laufrades gemäß einem Unterstützungsgrad in Abhängigkeit von der von einem Benutzer manuell in das Laufrad eingeleiteten Antriebskraft anzusteuern, aufweist. Die Steuereinrichtung der erfindungsgemäßen Hilfsantriebsvorrichtung weist einen Benutzerkraftermittlung-Betriebsmodus auf, in dem sie dazu ausgelegt ist, den Antriebsmotor so anzusteuern, dass als Reaktion auf eine manuell in das Laufrad eingeleitete Antriebskraft ein Drehmoment entgegen der Wirkrichtung der manuell in das Laufrad eingeleiteten Antriebskraft erzeugt wird.

[0010] Während bei derartigen Hilfsantriebsvorrichtungen gemäß dem Stand der Technik in üblicher Weise das Motordrehmoment in gleicher Richtung wirkt wie das manuell eingeleitete Drehmoment, um entsprechend den Vortrieb zu unterstützen oder eine Bremskraft zu verstärken, wird bei der erfindungsgemäßen Hilfsantriebsvorrichtung in dem Benutzerkraftermittlung-Betriebsmodus das Motordrehmoment entgegengesetzt der Kraftrichtung des manuellen Antriebs aufgebracht. Es wird somit ein Widerstand gegen die manuelle Antriebskraft erzeugt. Aus der Größe dieses Widerstandes kann die manuell aufgebrachte Kraft ermittelt werden.

[0011] Dadurch, dass die Hilfsantriebsvorrichtung selbst einen entsprechenden Widerstand erzeugt, entfällt die Notwendigkeit, äußere Widerstände in Form von beispielsweise einer Rampe bereitzustellen. Die manuelle Antriebskraft, die von einem Rollstuhlfahrer aufgebracht werden kann, kann somit durch die Hilfsantriebsvorrichtung selbst ermittelt werden.

[0012] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird das Drehmoment entgegen der Wirkrichtung der

manuell in das Laufrad eingeleiteten Antriebskraft schrittweise erhöht. Hierzu wird vorzugsweise mit einem niedrigen Gegendrehmoment beziehungsweise Bremsdrehmoment entgegen der Anschubruchtung des Rollstuhlfahrers begonnen. Dies simuliert eine Bergfahrt mit moderater Steigung. Dieses Bremsdrehmoment beziehungsweise Gegendrehmoment wird zeitabhängig sukzessive erhöht, und zwar solange, bis die Testperson nicht mehr in der Lage ist, das Rad manuell zu drehen. Aus demjenigen Gegendrehmoment, bei dem gerade noch durch den Benutzer eine Drehbewegung herbeigeführt werden konnte, kann eine Maximalkraft des Benutzers ermittelt werden. Diese Maximalkraft stellt ein Maß dar, anhand dessen ermittelt werden kann, welche Steigungen von dem Rollstuhlfahrer bewältigt werden könnten.

[0013] Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung können derartige Messungen unabhängig für beide Seiten, das heißt für die linke und rechte Hand, durchgeführt werden. Bei dem häufigen Fall unterschiedlicher Maximalkräfte auf der linken und rechten Seite ist in diesem Fall die schwächere Kraft als Referenzwert anzusetzen, weil nur auf diese Weise eine Geradeausfahrt an Steigungen sichergestellt werden kann.

[0014] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung werden Messdaten in Echtzeit auf eine Datenverarbeitungsvorrichtung, beispielsweise einen PC, übertragen. Diese synchrone Datenübermittlung stellt nicht nur sicher, dass mit Abschluss der Messung sofort eine Auswertung vorliegt, sondern gibt einem Therapeuten auch die Möglichkeit, die Messergebnisse während der laufenden Messung zu beobachten und gegebenenfalls einzugreifen oder die Messung abzubrechen, falls dies aus medizinischen Gründen erforderlich sein sollte.

[0015] Die erfindungsgemäße Hilfsantriebsvorrichtung sowie ein erfindungsgemäßer, mit einer derartigen Hilfsantriebsvorrichtung ausgerüsteter Rollstuhl bieten den Vorteil, dass mit der Vorrichtung selbst die Leistungsfähigkeit des Benutzers getestet werden kann, ohne dass Rampen mit entsprechendem Platzbedarf vorgesehen werden müssen.

[0016] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird ein derartiger, mit der erfindungsgemäßen Hilfsantriebsvorrichtung ausgerüsteter Rollstuhl so gelagert beziehungsweise aufgebockt, dass die Laufräder frei drehbar sind. Der Benutzer nimmt dann in dem Rollstuhl Platz und kann die Antriebsräder somit frei drehen, wobei als einzige Gegenkraft die entgegen der Drehung wirkende Antriebskraft des Antriebsmotors wirkt.

[0017] In an sich bekannter Weise kann die erfindungsgemäße Hilfsantriebsvorrichtung einen Greifring aufweisen, über den Kraft manuell in das Laufrad einleitbar ist. Der Antriebsmotor kann als Elektromotor und insbesondere als Nabenmotor ausgeführt sein. Ein derartiger Antriebsmotor kann zusammen mit einer wiederaufladbaren Batterie und der Steuereinrichtung in der Nabe des Laufrades angeordnet sein.

[0018] Die Erfindung wird im Folgenden anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele in Verbindung mit den Zeichnungen erläutert, in denen

Fig. 1 eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Rollstuhls mit einer erfindungsgemäßen Hilfsantriebsvorrichtung und

Fig. 2 ein Beispieldiagramm für die Beziehung zwischen einer Steigfähigkeit in Prozent und einer manuellen Antriebskraft zeigt.

[0019] Fig. 1 zeigt in einer perspektivischen Darstellung einen Rollstuhl mit zwei Laufrädern 10. Jedes Laufrad 10 verfügt über eine Nabe 11, die mittels handelsüblicher Speichen 17 mit einer Felge 18 verbunden ist, auf der ein Reifen 19 aufgezogen ist. Im Inneren der Nabe 11 sind ein Antriebsmotor, der als Elektromotor ausgeführt ist (nicht gezeigt), eine wiederaufladbare Batterie (nicht gezeigt) und eine Steuereinrichtung (nicht gezeigt) angeordnet.

[0020] Ein Greifring 12 ist über drei Streben 13 und drei Speichenelemente 14 mit der Nabe 11 verbunden.

[0021] Wenn in den Greifring 12 eine manuelle Kraft eingeleitet wird, wird diese über die Streben 13 und die Speichenelemente 14 direkt auf die Nabe 11 übertragen. Eine Sensoreinrichtung erfasst die Wirkung der Kraft, die auf ein Speichenelement 14 einwirkt. Diese Wirkung ist zum einen eine in dem Speichenelement 14 erzeugte Spannung und zum anderen eine Verformung des Speichenelements 14. Jeweils mindestens eine dieser Wirkungen wird erfasst und dient als Maß für die in den Greifring 12 eingeleitete Kraft. Entsprechend diesem Maß wird der Antriebsmotor von der Steuerungseinrichtung zur Bereitstellung eines Drehmoments angesteuert. Hierbei können variable oder fest vorprogrammierte Unterstützungsgrade vorgesehen sein.

[0022] Geeignete derartige Sensoreinrichtungen beziehungsweise Sensoren sind beispielsweise in der EP 0 945 113 A2 offenbart.

[0023] Neben dem üblichen Betriebsmodus, der die manuell eingeleitete Antriebskraft beziehungsweise Bremskraft elektromotorisch verstärkt, indem er ein Drehmoment in der gleichen Richtung aufbringt, in die die manuell eingeleitete Kraft wirkt, verfügt die erfindungsgemäße Hilfsantriebsvorrichtung zusätzlich über einen Benutzerkraftermittlung-Betriebsmodus, in dem ein Drehmoment entgegen der Wirkrichtung der manuell in das Laufrad 10 eingeleiteten Antriebskraft erzeugt.

[0024] Zur Durchführung einer Maximalkraftmessung wird der in Fig. 1 gezeigte Rollstuhl so gelagert beziehungsweise aufgebockt, dass sich die Laufräder 10 frei drehen können. Anschließend wird die Steuereinrichtung der Hilfsantriebsvorrichtung in den Benutzerkraftermittlung-Betriebsmodus versetzt. Ein Benutzer nimmt in dem Rollstuhl Platz. Wenn

EP 2 433 603 A2

der Benutzer nun beginnt, die Laufräder 10 durch manuell in den Greifring 12 eingeleitete Kraft zu drehen, entwickelt der Antriebsmotor aufgrund der Ansteuerung der Steuereinrichtung in dem Benutzerkraftermittlung-Betriebsmodus ein zunächst geringes Gegenmoment, das zeitabhängig sukzessive erhöht wird, und zwar solange, bis die Testperson nicht mehr in der Lage ist, das Laufrad 10 über den Greifring 12 in eine Drehbewegung zu versetzen. Diese ermittelte Anschubkraft, die gerade noch zu einer Drehbewegung geführt hat, wird als Maximalkraft festgehalten.

[0025] In Abhängigkeit dieser maximalen Antriebskraft kann der Grad einer Steigung, die der Rollstuhlfahrer ohne Zusatzantrieb bewältigen kann, mit der nachfolgenden Formel berechnet werden:

$$\alpha(F_{\max}) := 100 \cdot \tan \left(\arcsin \left(\frac{2 \cdot F_{\max} \cdot r_{PR}}{d_W \cdot m_{\text{total}} \cdot g} - \mu_{WC} \right) \right)$$

$\alpha(F_{\max})$ Steigung/% in Abhängigkeit von der ermittelten Maximalkraft

F_{\max} gemessene Maximalkraft

r_{PR} Radius des Greifrings

d_W Durchmesser des Antriebsrades

m_{total} Gesamtmasse (Rollstuhl + Insasse)

g Erdbeschleunigung

μ_{WC} Rollreibungskoeffizient des Rollstuhls

[0026] Der Grad der Steigung, der bei einer bestimmten Maximalkraft bewältigt werden kann, hängt insbesondere von der Gesamtmasse des Rollstuhlfahrers und Rollstuhls sowie dem Rollreibungskoeffizienten ab. Fig. 2 zeigt ein entsprechendes Diagramm für eine Gesamtmasse von 115 kg und einem Rollreibungskoeffizienten von 0,015.

[0027] Wenn sich aus den oben beschriebenen Versuchen ergibt, dass der mögliche Grad einer Steigung geringer ist als diejenigen Steigungen, die der Rollstuhlfahrer aufgrund seines persönlichen Umfelds bewältigen muss, ist die Versorgung mit einem restkraftunterstützenden Antriebssystem, d.h. einem Rollstuhl mit einer gattungsgemäßen Hilfsantriebsvorrichtung angezeigt.

Bezugszeichen:

[0028]

10 Laufräder

11 Nabe

12 Greifring

13 Streben

14 Speichenelemente

17 Speichen

18 Felge

19 Reifen

Patentansprüche

1. Hilfsantriebsvorrichtung für einen Rollstuhl
mit einem Antriebsmotor,
mit einem Laufrad (10),
mit einer Sensoreinrichtung, die dazu ausgelegt ist, eine manuell in das Laufrad (10) eingeleitete Antriebskraft zu erfassen, und
mit einer Steuereinrichtung, die dazu ausgelegt ist, den Antriebsmotor zum Antrieb des Laufrades (10) gemäß einem Unterstützungsgrad in Abhängigkeit von der von einem Benutzer manuell in das Laufrad (10) eingeleiteten Antriebskraft anzusteuern,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steuereinrichtung einen Benutzerkraftermittlung-Betriebsmodus aufweist, in dem sie dazu ausgelegt ist, den Antriebsmotor so anzusteuern, dass als Reaktion auf eine manuell in das Laufrad (10) eingeleitete Antriebskraft ein Drehmoment entgegen der Wirkrichtung der manuell in das Laufrad (10) eingeleiteten Antriebskraft erzeugt wird.
2. Hilfsantriebsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung dazu ausgelegt ist, den Antriebsmotor im Benutzerkraftermittlung-Betriebsmodus so anzusteuern, dass das Drehmoment entgegen der Wirkrichtung der manuell in das Laufrad (10) eingeleiteten Antriebskraft schrittweise erhöht wird.
3. Hilfsantriebsvorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung dazu ausgelegt ist, den Antriebsmotor im Benutzerkraftermittlung-Betriebsmodus so anzusteuern, dass das schrittweise Erhöhen des Drehmoments entgegen der Wirkrichtung der manuell in das Laufrad (10) eingeleiteten Antriebskraft beendet wird, wenn dem Benutzer ein manuelles Drehen des Laufrades (10) entgegen diesem Drehmoment nicht mehr möglich ist.
4. Hilfsantriebsvorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung dazu ausgelegt ist, den Wert des maximalen Drehmoments zu speichern und daraus die Maximalkraft des Benutzers zu ermitteln.
5. Hilfsantriebsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung dazu ausgelegt ist, im Benutzerkraftermittlung-Betriebsmodus Messdaten in Echtzeit auf eine externe Datenverarbeitungsvorrichtung zu übertragen.
6. Hilfsantriebsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** einen Greifring (12), über den Kraft manuell in das Laufrad (10) einleitbar ist.
7. Hilfsantriebsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Antriebsmotor als Elektromotor ausgeführt ist und der Antriebsmotor zusammen mit einer wiederaufladbaren Batterie und der Steuereinrichtung in der Nabe (11) des Laufrades (10) angeordnet ist.
8. Rollstuhl mit einer Hilfsantriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7.
9. Rollstuhl nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf jeder Seite eine Hilfsantriebsvorrichtung vorgesehen ist, wobei die Hilfsantriebsvorrichtungen unabhängig voneinander betreibbar sind, so dass die Benutzerkraft eines Rollstuhlfahrers separat für jede Seite ermittelt werden kann.
10. Verfahren zur Ermittlung der maximalen manuellen Antriebskraft eines Rollstuhlfahrers, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Rollstuhl nach einem der Ansprüche 8 oder 9 so gelagert wird, dass seine Laufräder (10) frei drehbar sind, die Steuereinrichtung in den Benutzerkraftermittlung-Betriebsmodus versetzt wird und als Reaktion auf eine manuell in das Laufrad (10) eingeleitete Antriebskraft ein Drehmoment entgegen der Wirkrichtung der manuell in das Laufrad (10) eingeleiteten Antriebskraft erzeugt wird, wobei das Drehmoment entgegen der Wirkrichtung der manuell in das Laufrad (10) eingeleiteten Antriebskraft schrittweise solange erhöht wird, bis dem Benutzer ein manuelles Drehen des Laufrades (10) entgegen diesem Drehmoment nicht mehr möglich ist.

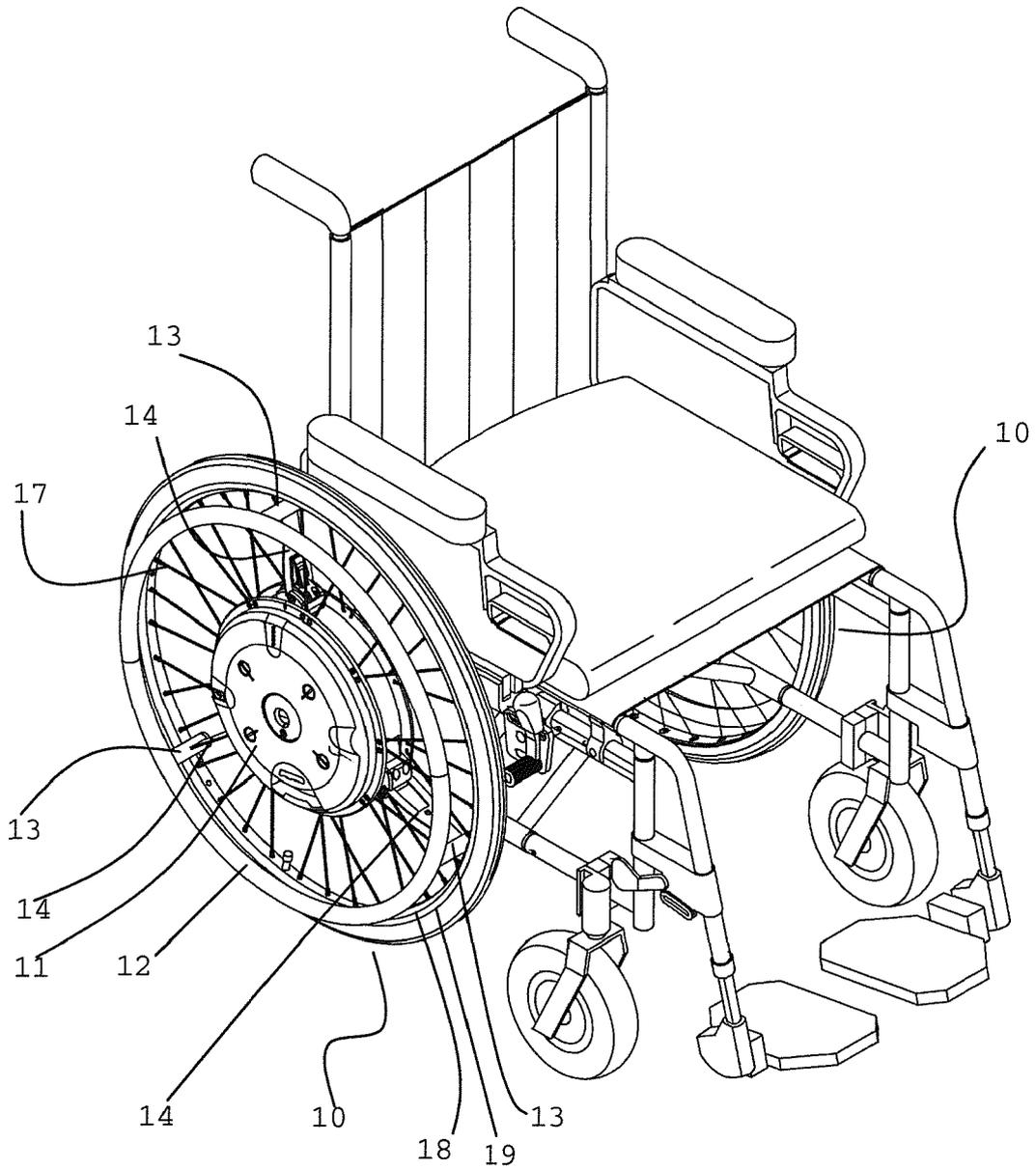


Fig. 1

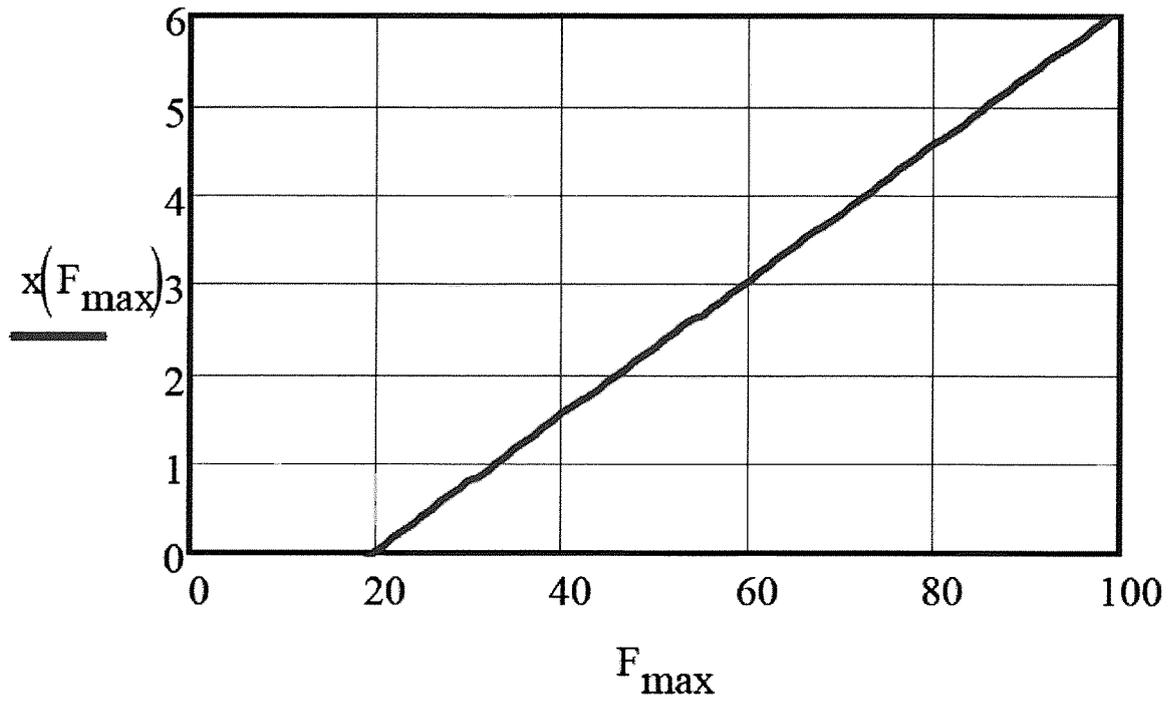


Fig. 2

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19857786 A1 [0002]
- EP 0945113 A2 [0022]