



(10) **DE 10 2015 221 067 A1** 2017.05.04

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 221 067.7**

(22) Anmeldetag: **28.10.2015**

(43) Offenlegungstag: **04.05.2017**

(51) Int Cl.: **H02K 7/106** (2006.01)

**H02K 7/06** (2006.01)

**H02K 49/00** (2006.01)

**H02P 3/12** (2006.01)

**H02P 3/22** (2006.01)

(71) Anmelder:

**Brose Fahrzeugteile GmbH & Co.  
Kommanditgesellschaft, Bamberg, 96052  
Bamberg, DE**

(72) Erfinder:

**Wölker, Florian, 91353 Hausen, DE**

(74) Vertreter:

**Maikowski & Ninnemann Patentanwälte  
Partnerschaft mbB, 10707 Berlin, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

**DE 10 2011 112 273 A1**

**US 2015 / 0 222 169 A1**

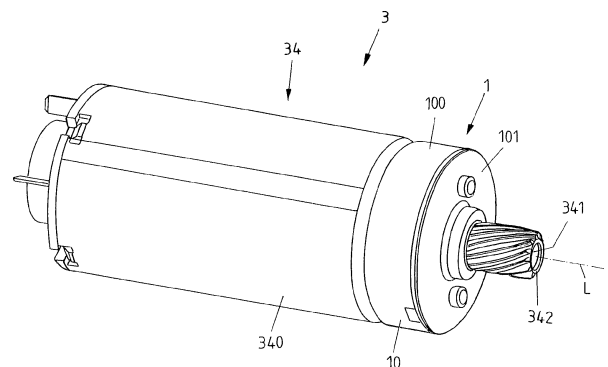
**EP 1 940 012 A1**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Antriebsvorrichtung zum Verstellen eines Fahrzeugteils mit einer magnetischen Bremsvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Eine Antriebsvorrichtung (3) zum Verstellen eines Fahrzeugteils, insbesondere einer Heckklappe (20), umfasst einen elektrischen Antrieb (34) zum Anreiben des Fahrzeugteils, mit einer Abtriebswelle (341) zum Übertragen einer Verstellkraft auf das Fahrzeugteil, und eine mit der Abtriebswelle (341) wirkverbundene, erste Bremsvorrichtung (1), die zumindest ein Permanentmagnetelement (12, 14) aufweist und ausgebildet ist, eine Bremskraft zum Feststellen des Fahrzeugteils in einer gerade eingenommenen Stellung bereitzustellen. Zudem ist eine zweite Bremsvorrichtung (4) vorgesehen, die ausgebildet ist, den elektrischen Antrieb (34) in einen generatorischen Bremsbetrieb zu schalten, um eine generatorisch durch den Antrieb erzeugte Leistung zumindest teilweise in den Antrieb zurückzuspeisen und dadurch eine Bremskraft zum Bremsen einer Bewegung des Fahrzeugteils bereitzustellen. Auf diese Weise wird eine Antriebsvorrichtung mit einer Permanentmagnetbremse zur Verfügung gestellt, die einfach und platzsparend bei Bereitstellung einer zuverlässigen Bremskraft aufgebaut sein kann.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Antriebsvorrichtung zum Verstellen eines Fahrzeugteils nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zum Betreiben einer Antriebsvorrichtung.

**[0002]** Eine solche Antriebsvorrichtung umfasst einen elektrischen Antrieb zum Antreiben des Fahrzeugteils. Der elektrische Antrieb weist eine Abtriebswelle zum Übertragen einer Verstellkraft auf das Fahrzeugteil auf. Mit dieser Abtriebswelle ist eine erste Bremseinrichtung verbunden, die zumindest ein Permanentmagnetelement aufweist und ausgebildet ist, eine Bremskraft zum Feststellen des Fahrzeugteils in einer gerade eingenommenen Stellung bereitzustellen.

**[0003]** Bei einer aus der EP 1 940 012 A1 bekannten Antriebsvorrichtung weist eine Bremsvorrichtung in Form einer sogenannten Hysteresebremse ein scheibenförmiges, drehfest mit einer Abtriebswelle verbundenes Trägerelement auf, an dem ein ringförmiges Hystereseelement beispielsweise aus einem weichmagnetischen Material befestigt ist. Dem Hystereseelement stehen zwei Permanentmagnete an einem Stator gegenüber. Die Hysteresebremse stellt sowohl bei Stillstand als auch bei Bewegung einer Heckklappe eine Bremskraft zur Verfügung, wobei die Hysteresebremse schaltbar sein kann, um die Bremskraft beispielsweise bei einer manuellen Bewegung der Heckklappe zu reduzieren.

**[0004]** Aus der FR 2 818 304 ist ein Antrieb zum Verstellen eines Fahrzeugteils bekannt. Der Antrieb weist eine Bremseinrichtung zum Halten des Fahrzeugteils in einer eingestellten Position auf.

**[0005]** Bei einer aus der DE 10 2005 030 053 A1 bekannten Antriebsvorrichtung zum Verschwenken einer an einer Karosserie eines Fahrzeugs angeordneten Klappe ist eine Bremseinrichtung vorgesehen, bei der an einer Welle eine Bremsscheibe angeordnet ist, auf die ein Bremsselement bremsend einwirkt.

**[0006]** Aus der EP 1 534 971 B1 ist eine magnetbremsenbetätigte Federkupplung bekannt, bei der ein Magnet in Gegenüberlage zu einer Rotorscheibe angeordnet wird. Bei der dort beschriebenen Bremseinrichtung wird eine Bremskraft durch die Induzierung von Wirbelströmen bewirkt.

**[0007]** Zudem sind aus dem Stand der Technik so genannte Schlingfederbremsen bekannt, die eine in einem Bremsstopp angeordnete Schlingfeder verwenden. Bei Einleiten einer antriebsseitigen Kraft wird die Schlingfeder zum Lösen einer Anlage mit dem Bremsstopp belastet, so dass eine Abtriebswelle ohne große Bremswirkung der Schlingfeder angetrieben werden kann. Bei Anliegen einer abtriebsseitigen Kraft

an der Abtriebswelle hingegen wird die Schlingfeder in Richtung ihrer Anlage mit dem Bremsstopp belastet, so dass die Abtriebswelle gebremst und die abtriebsseitige Kraft abgeleitet wird, ohne dass es zu einem Verstellen der Abtriebswelle kommt.

**[0008]** Herkömmliche Bremseinrichtungen dieser Art sind aufwändig und haben einen erheblichen Bauumbedarf. Zudem sind Bremseinrichtungen, die eine Reibung zum Bremsen ausnutzen, verschleiss- und unter Umständen temperaturanfällig.

**[0009]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Antriebsvorrichtung mit einer Permanentmagnetbremse zur Verfügung zu stellen, die einfach und platzsparend bei Bereitstellung einer zuverlässigen Bremskraft aufgebaut sein kann. Zudem soll ein Verfahren zur Verfügung gestellt werden, mit dem eine solche Antriebsvorrichtung vorteilhaft betrieben werden kann.

**[0010]** Diese Aufgabe wird durch einen Gegenstand mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

**[0011]** Demnach weist die Antriebsvorrichtung eine zweite Bremseinrichtung auf, die ausgebildet ist, den elektrischen Antrieb in einen generatorischen Bremsbetrieb zu schalten, um eine generatorisch durch den Antrieb erzeugte Leistung zumindest teilweise in den Antrieb zurückzuspeisen und dadurch eine Bremskraft zum Bremsen einer Bewegung des Fahrzeugteils bereitzustellen.

**[0012]** Die Anschlussvorrichtung weist somit zwei Bremseinrichtungen auf. Eine erste Bremseinrichtung, die ein Permanentmagnetelement aufweist und somit als Permanentmagnetbremse ausgestaltet ist, dient hierbei insbesondere zum Bereitstellen einer Bremskraft bei Stillstand des Fahrzeugteils, so dass diese erste Bremseinrichtung insbesondere als Feststellbremse dient. Eine zweite Bremseinrichtung ist demgegenüber als Generatorbremse ausgestaltet und dient insbesondere zur Bereitstellung einer Bremskraft bei Bewegung des Fahrzeugteils. Die zweite Bremseinrichtung nutzt eine durch den Antrieb bereitgestellte, bremsende Kraft aus, wenn der Antrieb in einen generatorischen Bremsbetrieb geschaltet ist.

**[0013]** Die als Permanentmagnetbremse ausgestaltete erste Bremseinrichtung kann in platzsparender Weise in den Antrieb integriert sein und erfordert somit einen geringen Bauraum. Die zweite Bremseinrichtung kann hingegen durch eine elektrische Beschaltung des Antriebs verwirklicht sein, so dass auch die zweite Bremseinrichtung nur wenige zusätzliche Bauteile und einen geringen zusätzlichen Bauraum erfordert.

**[0014]** Die erste Bremseinrichtung kann beispielsweise einen feststehenden Abschnitt und ein zu dem feststehenden Abschnitt drehfestes, erstes Permanentmagnetelement aufweisen. Zusätzlich ist, in einer Ausführungsform, ein zu dem feststehenden Abschnitt um eine Längsachse drehbares, zweites Permanentmagnetelement vorgesehen, das mit der Abtriebswelle derart wirkverbunden ist, dass das zweite Permanentmagnetelement bei einer Drehbewegung der Abtriebswelle zu dem feststehenden Abschnitt verdreht wird. Der feststehende Abschnitt kann beispielsweise durch ein Gehäuse der zweiten Bremseinrichtung verwirklicht sein. Das erste Permanentmagnetelement, das ortsfest zu dem feststehenden Abschnitt, beispielsweise dem Gehäuse, ist, und das zweite Permanentmagnetelement, das bei einer Drehbewegung der Abtriebswelle zu dem ersten Permanentmagnetelement verdreht wird, wirken magnetisch zusammen und stellen auf diese Weise eine Bremskraft zur Verfügung.

**[0015]** Die Bremskraft kann hierbei derart sein, dass insbesondere bei Stillstand des Fahrzeugteils und somit bei Stillstand der Abtriebswelle das zweite Permanentmagnetelement in Position zu dem ersten Permanentmagnetelement gehalten wird, so dass die erste Bremseinrichtung eine Feststellkraft zum Verstellen der Abtriebswelle und damit des durch die Abtriebswelle angetriebenen Fahrzeugteils bereitstellt.

**[0016]** Das erste Permanentmagnetelement und das zweite Permanentmagnetelement sind vorzugsweise jeweils mehrpolig mit Magnetpolen, die entlang einer Umfangsrichtung um die Längsachse zueinander versetzt sind, ausgestaltet. Jedes Permanentmagnetelement weist zumindest ein Magnetpolpaar mit zwei entlang der Umfangsrichtung zueinander versetzten, ungleichnamigen Magnetpolen auf, wobei die Magnetpole des ersten Permanentmagnetelements den Magnetpolen des zweiten Permanentmagnetelements in einem Bremszustand magnetisch anziehend gegenüberstehen, so dass aufgrund der magnetischen Anziehungskräfte die Permanentmagnetelemente in Position zueinander gehalten werden und eine feststellend wirkende Bremskraft auf die Abtriebswelle ausgeübt wird.

**[0017]** Grundsätzlich ist ein Magnetpolpaar an jedem Permanentmagnetelement ausreichend. Die bereitgestellte (maximale) Bremskraft kann hierbei jedoch durch Auswahl der Anzahl der Magnetpolpaare eingestellt werden, wobei gilt, dass die (maximale) Bremskraft umso größer ist, je mehr Magnetpolpaare vorhanden sind. Beispielsweise können die Permanentmagnetelemente drei, vier oder fünf Magnetpolpaare aufweisen.

**[0018]** Die Permanentmagnetelemente sind in ihren Magnetpolen hierbei kongruent. Insbesondere weisen die Permanentmagnetelemente die gleiche An-

zahl von Magnetpolen auf, so dass in dem Bremszustand einem Südpol des ersten Permanentmagnetelements gerade ein Nordpol des zweiten Permanentmagnetelements gegenübersteht (und umgekehrt) und somit aufgrund der magnetischen Anziehung eine Haltekraft zwischen den Permanentmagnetelementen bewirkt wird.

**[0019]** Die erste Bremseinrichtung wirkt vorzugsweise allein aufgrund der zwischen den Permanentmagnetelementen wirkenden Magnetkräfte. Die durch die erste Bremseinrichtung bereitgestellte Bremskraft wird somit durch die magnetische Anziehung zwischen den Permanentmagnetelementen verursacht, nicht aber durch Reibung der Permanentmagnetelemente aneinander. Entsprechend können das erste Permanentmagnetelement und das zweite Permanentmagnetelement zueinander beabstandet sein, so dass bei einer Drehbewegung des zweiten Permanentmagnetelements relativ zu dem ersten Permanentmagnetelement keine (nennenswerten) Reibungskräfte verursacht werden.

**[0020]** Grundsätzlich sind hierbei unterschiedliche Anordnungen der Permanentmagnetelemente zueinander denkbar und möglich.

**[0021]** Beispielsweise können die Permanentmagnetelemente jeweils scheibenförmig nach Art von Kreisscheiben ausgestaltet sein und sich axial mit ihren Stirnseiten gegenüberstehen. In diesem Fall sind die Permanentmagnetelemente vorzugsweise axial zueinander beabstandet.

**[0022]** In einer alternativen Ausgestaltung können die Permanentmagnetelemente zylindrisch ausgestaltet und konzentrisch zueinander angeordnet sein. In diesem Fall ist das erste Permanentmagnetelement beispielsweise radial außerhalb der zweiten Permanentmagnetelements angeordnet, wobei die Permanentmagnetelemente vorzugsweise radial zueinander beabstandet sind.

**[0023]** Sind die Permanentmagnetelemente jeweils mehrpolig mit mehreren entlang der Umfangsrichtung zueinander versetzten Magnetpolen ausgebildet, so ist das in Summe bei einer Drehbewegung der Abtriebswelle bereitgestellte Bremsmoment vorzugsweise 0. Die erste Bremseinrichtung stellt somit lediglich bei Stillstand der Abtriebswelle eine (nennenswerte) Bremskraft zur Verfügung, die feststellend auf die Abtriebswelle wirkt. Kommt es hingegen zu einer Drehbewegung der Abtriebswelle, so heben sich die an der Bremseinrichtung in Summe über eine Umdrehung des zweiten Permanentmagnetelements bewirkten Bremskräfte gerade auf, so dass insbesondere bei einer schnelleren Drehbewegung die Bremseinrichtung keine Bremskraft mehr zur Verfügung stellt und somit der Bewegung des Fahrzeugteils nicht entgegenwirkt.

**[0024]** Die erste Bremseinrichtung bewirkt auf diese Weise ein Feststellen der Abtriebswelle bis zu einem vorbestimmten Grenzdrehmoment, dass durch die magnetischen Anziehungskräfte zwischen den Permanentmagnetelementen bestimmt ist. Wird dieses Grenzdrehmoment überschritten, so wird das zweite Permanentmagnetelement relativ zu dem ersten Permanentmagnetelement verdreht, so dass die feststellende Wirkung der Permanentmagnetbremse aufgehoben ist. Erst wenn das an der Abtriebswelle wirkende Drehmoment wiederum unter das Grenzdrehmoment fällt, gelangen die Permanentmagnetelemente wiederum in eine Bremsstellung zueinander, in der die Permanentmagnetelemente magnetisch in Position zueinander gehalten werden, so dass die Abtriebswelle festgestellt wird.

**[0025]** Zwischen den Permanentmagnetelementen kann beispielsweise ein Zwischenelement aus einem nicht magnetisierbaren Werkstoff angeordnet sein. Dieses Zwischenelement trennt die Permanentmagnetelemente voneinander und kann beispielsweise dazu dienen, einen definierten Abstand zwischen den Permanentmagnetelementen einzustellen. Denkbar und möglich ist hierbei, dass die Permanentmagnetelemente reibend an dem Zwischenelement anliegen. Soll die Bremseinrichtung jedoch nicht reibend wirken und eine Verstellkraft lediglich aufgrund der magnetischen Anziehung zwischen den Permanentmagnetelementen zu Verfügung stellen, ist zumindest eins der Permanentmagnetelemente vorzugsweise von dem Zwischenelement beabstandet.

**[0026]** Um insbesondere bei mehrpoliger Ausgestaltung der Permanentmagnetelemente einen magnetischen Fluss an einer dem jeweils anderen Permanentmagnetelement abgewandten Seite zu leiten und somit eine übermäßige Feldausbreitung außerhalb der Bremseinrichtung zu vermeiden, ist vorzugsweise an einem oder an beiden der Permanentmagnetelemente ein Rückschlusselement vorgesehen. Das Rückschlusselement ist hierbei rückseitig des zugeordneten Permanentmagnetelements, also an einer dem anderen Permanentmagnetelement abgewandten Seite des Permanentmagnetelements, angeordnet und ist beispielsweise aus einem weichmagnetischen Werkstoff, beispielsweise aus Stahl, gefertigt.

**[0027]** In einer Ausführungsform kann die erste Bremseinrichtung zum Einstellen der bereitgestellten Bremskraft schaltbar sein. Beispielsweise kann der axiale oder radiale Abstand zwischen den Permanentmagnetelementen verändert werden, um auf diese Weise die aufgrund der zwischen den Permanentmagnetelementen wirkenden Magnetkräfte bereitgestellte Bremskraft zu variieren. So kann die Bremseinrichtung beispielsweise zwischen einem ersten Zustand, in dem die Permanentmagnetelemente einander angenähert sind, und einem zweiten Zustand, in dem die Permanentmagnetelemente voneinander

entfernt sind, geschaltet werden, um in dem ersten Zustand eine erhöhte Bremswirkung und in dem zweiten Zustand eine reduzierte Bremswirkung einzustellen.

**[0028]** Während die erste Bremseinrichtung als zusätzliche Einheit beispielsweise an dem Antrieb der Antriebsvorrichtung vorzusehen ist, kann die zweite Bremseinrichtung in einfacher Weise durch eine elektrische Schaltung mit einem Widerstand verwirklicht sein. Über den Widerstand (mit vergleichsweise kleinem Widerstandswert, beispielsweise unter 100 Ohm) können Anschlüsse des elektrischen Antriebs kurzgeschlossen werden, so dass auf diese Weise der Antrieb in einen generatorischen Bremsbetrieb geschaltet werden kann. Wird abtriebsseitig ein Drehmoment auf die Abtriebswelle ausgeübt und kommt es infolgedessen zu einer Drehbewegung der Abtriebswelle, so wirkt der Antrieb dieser Drehbewegung generatorisch entgegen, so dass die Drehbewegung der Abtriebswelle gebremst wird.

**[0029]** Die zweite Bremseinrichtung weist zur Steuerung vorzugsweise einer Steuerelektronik auf. Mittels der Steuerelektronik wird die elektrische Schaltung gesteuert, um die Anschlüsse des Antriebs wahlweise über den Widerstand kurzzuschließen oder nicht. Mittels der Steuerelektronik kann somit gesteuert werden, ob eine Bewegung des Fahrzeugteils gebremst wird oder nicht. Wird beispielsweise erkannt, dass ein Nutzer manuell an dem Fahrzeugteil angreift, um das Fahrzeugteil zu bewegen, kann die Steuerelektronik die Anschlüsse des Antriebs öffnen, so dass keine generatorischen Gegenkräfte erzeugt werden und ein leichtgängiges Bewegen des Fahrzeugteils möglich ist.

**[0030]** Die Steuerung der Schaltung kann in Abhängigkeit vom Drehmoment oder der Drehzahl des Antriebs erfolgen. Denkbar und möglich ist aber auch eine Steuerung beispielsweise situationsabhängig oder in Abhängigkeit von Umgebungsbedingungen. So kann beispielsweise bei Erkennen einer manuellen Bewegung die Kurzschlussverbindung geöffnet werden, um ein leichtgängiges Bewegen des Fahrzeugteils zu ermöglichen.

**[0031]** In einer Ausführungsform kann der Widerstand veränderbar sein. Beispielsweise kann der Widerstand temperaturabhängig sein und sich somit mit der Temperatur ändern, so dass temperaturbedingten Änderungen im System, beispielsweise in der Schwergängigkeit des zu verstellenden Bauteils, entgegengewirkt werden kann.

**[0032]** In einer Ausführungsform kann der Widerstand auch durch die Steuerelektronik veränderbar und somit steuerbar sein. Die Steuerelektronik kann hierbei insbesondere ausgebildet sein, den Widerstand in Abhängigkeit vom Drehmoment, von der

Drehzahl oder vom Motorstrom oder in Abhängigkeit von zumindest einer Umgebungsbedingung, beispielsweise in Abhängigkeit von einer Umgebungstemperatur, zu steuern. Zum Beispiel können bei niedrigen Temperaturen die zum Verstellen des Fahrzeugteils erforderlichen Verstellkräfte höher sein. Durch Erhöhen des Widerstands, beispielsweise unter Verwendung temperaturabhängiger Bauteile, können die durch die zweite Bremseinrichtung bereitgestellten Bremskräfte reduziert werden, um auf diese Weise der Verstellkrafterhöhung entgegenzuwirken. Im umgekehrten Fall kann bei einer Temperaturerhöhung der Widerstandswert gesenkt werden.

**[0033]** In einer konkreten Ausgestaltung kann die Steuerelektronik ausgebildet sein, eine Klemmenspannung zwischen den Anschlüssen des elektrischen Antriebs zu erfassen, um abhängig von der Klemmenspannung die elektrische Schaltung zum Kurzschließen der Anschlüsse zu steuern oder zu regeln. So kann anhand der Klemmenspannung überwacht werden, ob der Antrieb kurzgeschlossen werden soll oder nicht. Ist die Klemmenspannung beispielsweise kleiner als ein vorbestimmter Schwellwert, so wird der Antrieb über den Widerstand kurzgeschlossen. Ist die Klemmenspannung hingegen größer als der vorbestimmte Schwellwert, so wird die Kurzschlussverbindung geöffnet, so dass keine generatorischen Bremskräfte am Antrieb bereitgestellt werden.

**[0034]** Wird das Fahrzeugteil manuell verstellt, so wirkt die zweite Bremseinrichtung der Verstellbewegung generatorisch entgegen und bremst die Verstellbewegung, wenn der Antrieb in den Generatorbetrieb geschaltet ist. Mit steigender Verstellgeschwindigkeit steigt hierbei die Klemmenspannung zwischen den Anschlüssen. Wird dadurch der Schwellwert überschritten, so wird die Kurzschlussverbindung zwischen den Anschlüssen des Antriebs geöffnet, so dass die Bremskraft abgeschaltet wird und somit ein weiteres Verstellen des Fahrzeugteils in leichtgängiger Weise erfolgen kann. Wird die Schwellenspannung wiederum unterschritten, kann die Kurzschlussverbindung wiederum geschlossen werden, so dass die zweite Bremseinrichtung bremsend wirkt.

**[0035]** Durch Überwachung der Klemmenspannung kann somit eine drehzahlabhängige Steuerung oder Regelung der Bremseinrichtung bewirkt werden. Die Steuerelektronik kann hierbei ausgebildet sein, den Schwellwert beispielsweise in Abhängigkeit von zumindest einer Umgebungsbedingung, beispielsweise der Umgebungstemperatur, zu verändern. So kann bei niedrigen Umgebungstemperaturen ein kleiner Schwellwert eingestellt werden, während bei hohen Umgebungstemperaturen ein im Vergleich größerer Schwellwert gesetzt wird. Auf diese Weise kann die zweite Bremseinrichtung umgebungsabhängig zum Bereitstellen einer Bremskraft gesteuert werden.

**[0036]** Der Schwellwert kann hierbei (deutlich) unter der Klemmenspannung liegen, die im Betrieb des Elektromotors, also bei Bestromen des Elektromotors zum Verstellen des Fahrzeugteils, auftritt. Auf diese Weise ist die Kurzschlussverbindung zwischen den Anschlüssen des Antriebs im elektrischen Betrieb des Antriebs, also bei Betriebsspannung des Antriebs, geöffnet, so dass kein Strom über den Widerstand fließt.

**[0037]** Die Aufgabe wird auch gelöst durch ein Verfahren zum Betreiben einer Antriebsvorrichtung zum Verstellen eines Fahrzeugteils, insbesondere einer Heckklappe. Bei dem Verfahren treibt ein elektrischer Antrieb das Fahrzeugteil an, indem eine Abtriebswelle des Antriebs eine Verstellkraft auf das Fahrzeugteil überträgt. Eine mit der Abtriebswelle wirkverbundene, erste Bremseinrichtung, die zumindest ein Permanentmagnetelement aufweist, stellt eine Bremskraft zum Feststellen des Fahrzeugteils in einer gerade eingenommenen Stellung bereit. Zudem ist vorgesehen, dass eine zweite Bremseinrichtung bei einer Bewegung des Fahrzeugteils eine Bremskraft zum Bremsen der Bewegung des Fahrzeugteils bereitstellt, indem der elektrische Antrieb in einen generatorischen Bremsbetrieb geschaltet wird.

**[0038]** Die Vorteile und vorteilhaften Ausgestaltungen, die vorangehend für die Antriebsvorrichtung erläutert worden sind, finden analog auch Anwendung auf das Verfahren, so dass auf das oben Ausgeführte verwiesen werden soll.

**[0039]** Der der Erfindung zugrunde liegende Gedanke soll nachfolgend anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert werden. Es zeigen:

**[0040]** Fig. 1 eine Gesamtansicht einer Antriebsvorrichtung mit einer Permanentmagnetbremse;

**[0041]** Fig. 2 eine schematische Ansicht eines Fahrzeugs mit einer Antriebsvorrichtung zum Verstellen einer Heckklappe.

**[0042]** Fig. 3A eine schematische Ansicht eines Ausführungsbeispiels einer Antriebsvorrichtung in Form eines Spindelantriebs, in ausgefahrener Stellung einer Schubstange;

**[0043]** Fig. 3B eine schematische Ansicht der Antriebsvorrichtung bei eingefahrener Schubstange;

**[0044]** Fig. 4A eine Ansicht eines Ausführungsbeispiels einer Permanentmagnetbremse;

**[0045]** Fig. 4B eine Ansicht eines anderen Ausführungsbeispiels einer Permanentmagnetbremse;

[0046] Fig. 5 schematische Ansichten zweier Permanentmagnetelemente der Permanentmagnetbremse, mit daran angeordneten Magnetpolen;

[0047] Fig. 6A eine abgerollte Darstellung der Permanentmagnetelemente, in einem Bremszustand bei sich gegenüberliegenden, magnetisch anziehenden Magnetpolen;

[0048] Fig. 6B eine Ansicht der Permanentmagnetelemente bei (geringfügiger) Auslenkung;

[0049] Fig. 6C eine Ansicht der Permanentmagnetelemente bei Relativbewegung der Permanentmagnetelemente um eine Periodenweite der periodisch angeordneten Magnetpole;

[0050] Fig. 6D eine grafische Darstellung des aufgrund magnetischer Anziehung zwischen den Permanentmagnetelementen wirkenden Haltemoments über dem Winkel;

[0051] Fig. 7 eine schematische Ansicht einer Steuereinrichtung in Zusammenwirken mit einem Antrieb der Antriebsvorrichtung.

[0052] Fig. 1 zeigt in einer perspektivischen Ansicht eine Antriebsvorrichtung 3, die einen elektrischen Antrieb 34 und eine Permanentmagnetbremse 1 aufweist. Der elektrische Antrieb 34 ist als Elektromotor ausgestaltet und weist in einem Gehäuse 340 einen zu dem Gehäuse 340 feststehenden Stator und einen zum Stator drehbaren Rotor auf. Der Rotor ist um eine Längsachse L drehbar und treibt eine Abtriebswelle 341 an, an der ein Ritzelement 342 zum Antreiben eines nachgeordneten Getriebes 35 (siehe Fig. 3A und Fig. 3B) zum Verstellen eines Fahrzeugteils angeordnet ist.

[0053] Wie aus Fig. 2 ersichtlich kann eine Antriebsvorrichtung 3 dieser Art beispielsweise zum Verstellen einer Heckklappe 20 eines Fahrzeugs 2 dienen. Die Antriebsvorrichtung 3 wirkt in sich bekannter Weise zwischen der Heckklappe 20 und einer Karosserie 21 des Fahrzeugs 2.

[0054] Grundsätzlich kann eine Antriebsvorrichtung 3 der hier beschriebenen Art aber auch zum Verstellen gänzlich anders gearteter Fahrzeugteile Verwendung finden.

[0055] Die Antriebsvorrichtung 3 kann beispielsweise als Spindeltrieb ausgebildet sein, wie er in einem Ausführungsbeispiel in Fig. 3A und Fig. 3B dargestellt ist.

[0056] Bei dem in Fig. 3A und Fig. 3B dargestellten konkreten Ausführungsbeispiel einer Antriebsvorrichtung 3 in Form eines Spindeltriebs weist die Antriebsvorrichtung 3 eine Spindel 32 auf, die sich

entlang einer Längsachse L erstreckt, drehbar an einem Gehäuse 30 angeordnet ist und mit einem elektrischen Antrieb 34 in Form eines Elektromotor in Verbindung steht.

[0057] Die Spindel 32 weist an ihrer äußeren Mantelfläche ein Außengewinde auf, das mit einem Innengewinde in einer Bohrung 313 einer Spindelmutter 310 in Eingriff steht. Die Spindelmutter 310 ist drehfest an einem (Innen-)Rohr einer Schubstange 31 gehalten, das über eine von der Spindelmutter 310 abgewandte Stirnseite 314 in einem Hüllrohr 312 gelagert ist. Das Hüllrohr 312 ist an dem Gehäuse 30 entlang der Längsachse L verschiebbar (aber drehfest) gelagert, so dass über das Hüllrohr 312 auch das Rohr 311 an dem Gehäuse 30 geführt ist.

[0058] An der Stirnseite 314 der Schubstange 31 ist eine Koppelstelle 301 zum (schwenkbaren) Koppeln der Schubstange 31 z.B. mit der Heckklappe 20 (siehe z.B. Fig. 2) angeordnet. Demgegenüber weist das Gehäuse 30 an einem der Schubstange 31 abgewandten Ende eine Koppelstelle 300 auf, über das das Gehäuse 30 z.B. mit der Karosserie 21 (schwenkbar) gekoppelt ist.

[0059] Der elektrische Antrieb 34 in Form des Elektromotors ist über ein Getriebe 35 mit der Spindel 32 verbunden. Der elektrische Antrieb 34 treibt über das Abtriebsritzel 342 das Getriebe 35 an, um über das Getriebe 35 ein Drehmoment zum Beispiel in umgesetzter Weise auf die Spindel 32 zu übertragen. Das Getriebe 35 kann beispielsweise als Planetengetriebe ausgebildet sein, wobei grundsätzlich auch ganz andere Getriebebauformen denkbar und möglich sind.

[0060] Im Betrieb der Antriebsvorrichtung 3 versetzt der Elektromotor 34 die Spindel 32 in eine Drehbewegung um die Längsachse L. Aufgrund des Gewindeeingriffs der Spindelmutter 310 mit der Spindel 32 und der festen Verbindung der Spindelmutter 310 mit der Schubstange 31 rollt die Spindelmutter 310 an der Spindel 32 ab, so dass die Spindelmutter 310 entlang der Längsachse L relativ zu der Spindel 32 verstellt wird und zusammen mit der Spindelmutter 310 das Rohr 311 und das Hüllrohr 312 verfahren werden und somit die gesamte Schubstange 31 bewegt wird.

[0061] Fig. 3A zeigt die Antriebsvorrichtung 3 in einer ausgefahrenen Stellung, bei der die Spindelmutter 310 an ein dem Getriebe 34 abgewandtes Ende der Spindel 32 verfahren ist. Fig. 3B hingegen zeigt die Antriebsvorrichtung 3 in einer eingefahrenen Stellung, bei der die Spindelmutter 310 dem dem Elektromotor 34 zugewandten Ende der Spindel 32 angeht.

[0062] Die Schubstange 31 ist über eine Feder 33 in Form einer Druckfeder gegenüber dem Gehäuse

**30** vorgespannt und dazu an einer Abstützung **36** an dem Gehäuse **30** abgestützt. Die Vorspannung erfolgt dabei – bei dem dargestellten Beispiel – in Richtung der ausgefahrenen Stellung (siehe **Fig. 3A**), so dass die Feder **33** bei einem Einfahren der Schubstange **31** entgegen der Verstellrichtung V auf Druck gespannt wird, wie dies in **Fig. 3B** dargestellt ist. Mittels der Feder **33** kann ein manuelles Verstellen der Heckklappe **20** beispielsweise in Richtung einer geöffneten Stellung unterstützt werden. Gegebenenfalls kann auf eine solche Feder **33** aber auch verzichtet werden.

**[0063]** Die Antriebsvorrichtung **3** weist, wie in **Fig. 1** dargestellt, eine Permanentmagnetbremse **1** mit einem Gehäuse **10**, das aus Gehäuseteilen **100**, **101** zusammengesetzt ist, auf. Die Permanentmagnetbremse **1** wirkt auf die Abtriebswelle **341** des Antriebs **34** ein und dient dazu, eine Bremskraft bereitzustellen, die insbesondere zu einem Feststellen des durch die Antriebsvorrichtung **3** angetriebenen Fahrzeugteils, bei dem vorliegenden Beispiel der Heckklappe **20**, dienen soll.

**[0064]** **Fig. 4A** zeigt in einer perspektivischen Ansicht ein Ausführungsbeispiel einer Baugruppe einer Permanentmagnetbremse **1**, die in dem Gehäuse **10** eingefasst ist. Die Baugruppe umfasst ein erstes Rückschlusselement **11**, ein erstes Permanentmagnetelement **12**, ein zweites Rückschlusselement **13**, ein zweites Permanentelement **14** und ein Zwischenelement **15**, die im Betrieb der Permanentmagnetbremse **1** bremsend zusammenwirken.

**[0065]** Das erste Rückschlusselement **11** und das erste Permanentmagnetelement **12** bilden gemeinsam ein erstes Bremsselement aus und sind fest, insbesondere drehfest miteinander verbunden. Beispielsweise kann das erste Permanentmagnetelement **12** formschlüssig, kraftschlüssig und/oder stoffschlüssig mit dem ersten Rückschlusselement **11** verbunden sein, indem das erste Permanentmagnetelement **12** beispielsweise über eine geeignete Nut-Feder-Verbindung rotatorisch formschlüssig an dem ersten Rückschlusselement **11** festgelegt ist oder durch Verkleben stoffschlüssig mit dem ersten Rückschlusselement **11** verbunden ist.

**[0066]** Das erste Rückschlusselement **11** und das erste Permanentmagnetelement **12** sind drehfest in dem Gehäuse **10** gehalten und drehbar zu der Abtriebswelle **341**. Die Abtriebswelle **341** kann somit zu dem durch das erste Rückschlusselement **11** und das erste Permanentmagnetelement **12** gebildeten, ersten Bremsselement verdreht werden, wobei das erste Bremsselement lagefest zu dem Gehäuse **10** verbleibt und somit nicht mit der Abtriebswelle **341** verdreht wird.

**[0067]** Das zweite Rückschlusselement **13** und das zweite Permanentmagnetelement **14** bilden ein zweites Bremsselement aus. Das zweite Rückschlusselement **13** und das zweite Permanentmagnetelement **14** sind hierbei drehfest an der Abtriebswelle **341** angeordnet und werden somit bei einem Verdrehen der Abtriebswelle **341** um die Längsachse L (Drehbewegung D) zusammen mit der Abtriebswelle **341** verdreht.

**[0068]** Beispielsweise kann das Permanentmagnetelement **14** drehfest mit der Abtriebswelle **341** verbunden sein, indem das Permanentmagnetelement **14** mit der Abtriebswelle **341** verpresst oder formschlüssig mit der Abtriebswelle **341** verbunden ist. Das Rückschlusselement **13** kann demgegenüber drehfest, beispielsweise formschlüssig, kraftschlüssig und/oder stoffschlüssig mit dem Permanentmagnetelement **14** verbunden sein.

**[0069]** Die Rückschlusselemente **11**, **13** dienen als magnetischer Rückschluss zum Leiten des durch die Permanentmagnetelemente **12**, **14** bewirkten magnetischen Flusses und sind hierzu vorteilhafterweise aus einem weichmagnetischen Material, beispielsweise aus Stahl, gefertigt. Wie nachfolgend noch erläutert werden soll, sind die Permanentmagnetelemente **12**, **14** jeweils multipolig mit umfangreich zueinander versetzten Magnetpolen N, S ausgestaltet. Über die aus einem weichmagnetischen Material hergestellten Rückschlusselemente **11**, **13** wird ein magnetischer Fluss rückseitig der Permanentmagnetelemente **12**, **14** zwischen benachbarten Polen N, S geleitet.

**[0070]** Die Permanentmagnetelemente **12**, **14** können demgegenüber beispielsweise als Sinter Teile aus einem Werkstoff mit permanentmagnetischen Eigenschaften, z.B. aus einem Neodym-Material, ausgebildet sein. Denkbar und möglich ist in diesem Zusammenhang aber auch, die Permanentmagnetelemente **12**, **14** als Kunststoffteile, beispielsweise als Kunststoffspritzgussteil, auszubilden, wobei in diesem Fall permanentmagnetische Partikel in das Kunststoffmaterial eingebettet sind.

**[0071]** Zwischen den Permanentmagnetelementen **12**, **14** ist ein aus einem nicht magnetisierbaren Werkstoff gefertigtes Zwischenelement **15** z.B. in Form einer dünnen Kunststoffolie angeordnet, das insbesondere verhindern soll, dass die Bremsselemente mit ihren Permanentmagnetelementen **12**, **14** durch Korrosion eine Verbindung miteinander eingehen. Das Zwischenelement **15** kann – betrachtet in axialer Richtung entlang der Längsachse L – beispielsweise eine Dicke zwischen **1** Hundertstel Millimeter und **10** Hundertstel Millimeter, beispielsweise **5** Hundertstel Millimeter aufweisen.

**[0072]** Die Permanentmagnetelemente **12**, **14** dienen dazu, durch magnetische Anziehung eine Bremswirkung zwischen den Bremsen **11**, **12** bzw. **13**, **14** zu bewirken. Die Bremswirkung soll hierbei insbesondere dazu dienen, dass durch die Antriebsvorrichtung **3** angetriebene Fahrzeugteil, bei dem Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 2** die Heckklappe **20**, in einer gerade eingenommenen Position festzustellen, um ein unbeabsichtigtes Bewegen der Heckklappe **20** zu verhindern. Die Permanentmagnetbremse **1** soll somit bei Stillstand der Heckklappe **20** ein Feststellen der Heckklappe **20** bewirken. Greift ein Nutzer an der Heckklappe **20** an, um die Heckklappe **20** zu bewegen, soll die Permanentmagnetbremse **1** hingegen – bei Überschreiten eines Grenzdrehmoments – ein Bewegen der Heckklappe **20** ermöglichen.

**[0073]** Um eine solche Feststellwirkung bereitzustellen, sind die Permanentmagnetelemente **12**, **14** jeweils mehrpolig ausgestaltet und weisen, wie schematisch in **Fig. 5** dargestellt, periodisch angeordnete Magnetpole N, S auf, die betrachtet in Umfangsrichtung um die Längsachse L derart versetzt zueinander angeordnet sind, dass auf einen Nordpol N ein Südpol S und auf den Südpol S wiederum ein Nordpol N folgt. Die Anordnung der Magnetpole N, S an den Permanentmagnetelementen **12**, **14** ist hierbei kongruent zueinander. Insbesondere weisen die Permanentmagnetelemente **12**, **14** die gleiche Anzahl von Magnetpolpaaren auf (bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel vier Magnetpolpaare, wobei auch andere Anzahlen von Magnetpolpaaren, beispielsweise fünf, sechs, sieben oder acht Magnetpolpaare, möglich sind).

**[0074]** In einem Bremszustand stehen sich die Magnetpole N, S der Permanentmagnetelemente **12**, **14**, wie schematisch in **Fig. 6A** dargestellt, magnetisch anziehend gegenüber. Das Permanentmagnetelement **14** wird somit in Position relativ zu dem gehäusefesten Permanentmagnetelement **12** gehalten, so dass das Permanentmagnetelement **14** und darüber die Abtriebswelle **341** gegenüber dem Gehäuse **10** der Permanentmagnetbremse **1** festgestellt sind.

**[0075]** In **Fig. 6A** (und genauso in den nachstehend noch erläuterten **Fig. 6B** und **Fig. 6C**) sind die Permanentmagnetelemente **12**, **14** in abgerollter Weise dargestellt, indem die an sich kreisförmigen Permanentmagnetelemente **12**, **14** auf eine Linie projiziert sind (entsprechend einem Aufschneiden an einem Umfangsort und einem Abwickeln auf eine Linie). In dem Bremszustand gemäß **Fig. 6A** steht ein Nordpol eines Permanentmagnetelements **12**, **14** gerade einem Südpol S des anderen Permanentmagnetelements **14**, **12** gegenüber. Dies entspricht einem nicht belasteten Zustand. Wird im Betrieb ein Drehmoment auf die Abtriebswelle **341** – beispielsweise infolge einer Belastung der Heckklappe **20** – ausgeübt, so kön-

nen die Permanentmagnetelemente **12**, **14** (geringfügig) um einen Winkel  $\beta$  zueinander ausgelenkt werden, wie dies in **Fig. 6B** veranschaulicht ist. Weil somit Nordpole N und Südpole S der Permanentmagnetelemente **12**, **14** paarweise voneinander entfernt werden, wirkt eine rückstellende magnetische Kraft zwischen den Permanentmagnetelementen **12**, **14**, die ein rückstellendes, die Last an der Heckklappe **20** ausgleichendes Drehmoment an der Abtriebswelle **341** bewirkt. In dem Bremszustand bei Lasten unterhalb des Grenzdrehmoments wird ein Verdrehen der Abtriebswelle **341** somit verhindert und eine abtriebsseitig eingeleitete Last somit blockiert.

**[0076]** Übersteigt die auf die Abtriebswelle **341** wirkende Last jedoch das vorbestimmte Grenzdrehmoment, das durch die magnetische Anziehungskraft zwischen den Permanentmagnetelementen **12**, **14** bestimmt ist, so kommt es zu einem Durchrutschen des Permanentmagnetelements **14** zu dem gehäusefesten Permanentmagnetelement **12**, weil das magnetische Haltemoment die wirkende Last nicht auffangen kann. Das Durchrutschen erfolgt hierbei solange, bis das Lastmoment wiederum unter das Grenzdrehmoment fällt. Ist dies der Fall, nehmen die Permanentmagnetelemente **12**, **14** wiederum eine Stellung zueinander ein, in der ein Nordpol N des einen Permanentmagnetelements **12**, **14** einem Südpol S des anderen Permanentmagnetelements **14**, **12** magnetisch anziehend gegenübersteht (und umgekehrt) und somit wiederum eine feststellend wirkende, magnetische Kupplung zwischen den Permanentmagnetelementen **12**, **14** hergestellt ist.

**[0077]** Der Verlauf des durch die magnetischen Anziehungskräfte bewirkten Moments  $M$  über den Winkel  $\beta$  zwischen den Permanentmagnetelementen **12**, **14** ist in **Fig. 6D** dargestellt. Das Moment  $M$  verläuft sinusförmig mit einer Periodenweite  $\alpha$ , die der Periodenweite  $\alpha$  der Magnetpole N, S an den Permanentmagnetelementen **12**, **14** entspricht (siehe **Fig. 5**). Bei geringfügiger Auslenkung, wie in **Fig. 6B** dargestellt, steigt das Haltemoment zunächst, bis es einen Maximalwert  $M_{\max}$  erreicht. Danach fällt es ab und kreuzt die Nulllinie bei einem Winkel  $\beta$ , der einer Stellung der Permanentmagnetelemente **12**, **14** zueinander entspricht, an der sich gerade gleichnamige Pole, also ein Nordpol N einem anderen Nordpol N und ein Südpol S einem anderen Südpol S, der Permanentmagnetelemente **12**, **14** gegenüberstehen. Nach Kreuzen der Nulllinie wird das Haltemoment negativ, so dass die weitere Bewegung der Permanentmagnetelemente **12**, **14** relativ zueinander magnetisch sogar unterstützt wird, bis wiederum eine Stellung, in der sich ungleichnamige Pole N, S magnetisch anziehend gegenüberstehen (siehe **Fig. 6C**), erreicht ist.

**[0078]** Das Grenzdrehmoment entspricht dem maximalen Haltemoment  $M_{\max}$ . Ist das abtriebsseitig auf die Abtriebswelle **341** wirkende Lastmoment grö-

ßer als dieses Grenzdrehmoment  $M_{max}$ , so wird das Permanentmagnetelement **14** relativ zu dem Permanentmagnetelement **12** bewegt, weil die magnetischen Anziehungskräfte nicht ausreichen, um das Permanentmagnetelement **14** magnetisch in drehfester Weise zu dem Permanentmagnetelement **12** zu halten.

**[0079]** Die Bremswirkung zwischen den Permanentmagnetelementen **12**, **14** kann rein magnetisch erreicht werden, so dass ein (geringfügiger) axialer Abstand zwischen den Permanentmagnetelementen **12**, **14** vorgesehen sein kann. Zusätzlich können die Permanentmagnetelemente **12**, **14** – unter Zwischenlage des Zwischenelements **15** – jedoch auch reibend miteinander in Anlage sein, so dass zusätzlich Reibkräfte wirken, die die magnetischen Anziehungskräfte überlagern.

**[0080]** Die Permanentmagnetbremse **1** wirkt als Feststellbremse bei Stillstand des durch die Antriebsvorrichtung **3** angetriebenen Fahrzeugteils, in diesem Fall der Heckklappe **20**. Wird die Heckklappe **20** bewegt und somit die Abtriebswelle **341** um ihre Längsachse L verdreht, so werden auch die Permanentmagnetelemente **12**, **14** zueinander verdreht. Aufgrund des sinusförmigen Verlaufs des zwischen den Permanentmagnetelementen **12**, **14** wirkenden Haltemoments  $M$  (siehe **Fig. 6D**) ist das während des Verdrehens wirkende, resultierende Moment pro Umdrehung gleich 0, weil das Integral des Momentenverlaufs gleich 0 ist. Ist das Grenzdrehmoment durch die auf die Abtriebswelle **341** wirkende Last somit erst einmal überschritten und wird die Abtriebswelle **341** demzufolge in eine Drehbewegung  $D$  versetzt, so erfolgt das weitere Verdrehen in leichtgängiger Weise, ohne dass die Permanentmagnetbremse **1** diesem nennenswerte Kräfte entgegensetzt.

**[0081]** Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 4A** stehen sich die Permanentmagnetelemente **12**, **14** unter Zwischenlage des Zwischenelements **15** axial mit ihren Stirnseiten gegenüber und erstrecken sich scheibenförmig parallel zueinander quer zur Längsachse L. Bei einem anderen, in **Fig. 4B** dargestellten Ausführungsbeispiel sind Permanentmagnetelemente **12**, **14** demgegenüber konzentrisch zueinander angeordnet. Ein zylindrisches, erstes Permanentmagnetelement **12** ist hierbei an einem zylindrischen, aus einem weichmagnetischen Werkstoff hergestellten Rückschlusselement **11** angeordnet und darüber drehfest mit dem Gehäuse **10** der Permanentmagnetbremse **1** verbunden. Das Permanentmagnetelement **12** wird somit über das Rückschlusselement **11** gehäusefest gehalten. Ein zweites Permanentmagnetelement **14** ist hingegen an der Abtriebswelle **341** angeordnet und drehfest mit der Abtriebswelle **341** verbunden, so dass bei einer Drehbewegung  $D$  der Abtriebswelle **341** um die Längsachse L das Permanentmagnetelement **14** zusammen mit der Abtriebswelle

**341** verdreht wird. Zwischen den Permanentmagnetelementen **12**, **14** ist ein zylindrisches Zwischenelement **15** aus einem nicht magnetisierbaren Werkstoff angeordnet, wobei dieses Zwischenelement **15** einen radialen Abstand zu jedem der Permanentmagnetelemente **12**, **14** aufweisen oder auch in Anlage mit den Permanentmagnetelementen **12**, **14** sein kann.

**[0082]** Auch bei dem Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 4B** sind die Permanentmagnetelemente **12**, **14** jeweils mehrpolig mit entlang der Umfangsrichtung um die Längsachse L zueinander versetzten Magnetpolen N, S ausgebildet. Die Anzahl der Magnetpole N, S der Permanentmagnetelemente **12**, **14** ist hierbei identisch, so dass in einem Bremszustand einem Magnetpol N, S des einen Permanentmagnetelements **12**, **14** ein ungleichnamiger Magnetpol S, N des anderen Permanentmagnetelements **14**, **12** gegenübersteht und auf diese Weise aufgrund der magnetischen Haltekräfte eine Bremskraft zum Feststellen der Abtriebswelle **341** bereitgestellt wird.

**[0083]** Die Funktionsweise der Permanentmagnetbremse **1** dieses Ausführungsbeispiels ist ansonsten identisch wie vorangehend für das Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 4A** beschrieben, so dass auf das oben Ausgeführte verwiesen werden soll.

**[0084]** Die Permanentmagnetbremse **1** der Antriebsvorrichtung **3** wirkt feststellend, um die Abtriebswelle **341** bei Stillstand der Heckklappe **20** in Position zu halten. Bei Bewegung der Heckklappe **20** und bei daraus folgender Drehbewegung der Abtriebswelle **341** sind die resultierenden Bremskräfte der Permanentmagnetbremse **1** demgegenüber vernachlässigbar, so dass die Permanentmagnetbremse **1** der Bewegung der Heckklappe **20** keinen nennenswerten Widerstand entgegensetzt.

**[0085]** Um auch eine Bewegung der Heckklappe **20** zu bremsen, ist daher eine zweite Bremseinrichtung **4** vorgesehen, die schematisch in **Fig. 7** dargestellt ist. Die zweite Bremseinrichtung **4** wirkt generatorisch, indem der Antrieb **34** über seine Anschlüsse **343**, **344** mittels eines Widerstands **41** kurzgeschlossen wird. Wird die Abtriebswelle **341** und darüber der Rotor des Antriebs **34** bei kurzgeschlossenen Anschlüssen **343**, **344** verdreht, so führt dies zu einer Induktion einer Spannung zwischen den Anschlüssen **343**, **344**, infolge derer ein Strom über den Widerstand **41** fließt, der in den Antrieb **34** zurück gespeist und damit zu einer Bremswirkung führt.

**[0086]** Die zweite Bremseinrichtung **4** ist somit geeignet, einer Bewegung der Heckklappe **20** entgegenzuwirken. Die Bremswirkung der zweiten Bremseinrichtung **4** ist hierbei bei Stillstand der Abtriebswelle **341** vernachlässigbar (weil bei Stillstand der Abtriebswelle **341** keine Spannung an dem Antrieb **34** induziert wird). Die Bremseinrichtungen **1**, **4** ergänzen sich somit dahin-

gehend, dass die erste Bremseinrichtung **1** bei Stillstand und die zweite Bremseinrichtung **4** bei Bewegung der Heckklappe **20** eine Bremskraft bereitstellen.

**[0087]** Die zweite Bremseinrichtung **4** wird über eine Steuereinrichtung **42** gesteuert, die über eine Schalteinrichtung **40** wahlweise den Widerstand **41** zwischen die Anschlüsse **343**, **344** schaltet oder die mittels des Widerstands **41** geschaffene Kurzschlussverbindung zwischen den Anschlüssen **343**, **344** öffnet. Die Steuerung kann hierbei in Abhängigkeit vom Drehmoment, von der Drehzahl, vom Motorstrom oder auch situationsabhängig oder in Abhängigkeit von Umgebungsbedingungen, beispielsweise der Umgebungstemperatur, erfolgen.

**[0088]** Zur Steuerung kann die Steuereinrichtung **42** beispielsweise eine am Widerstand **41** anfallende, der Klemmenspannung zwischen den Anschlüssen **343**, **344** entsprechende Spannung  $U$  überwachen. Diese Spannung  $U$  steigt mit steigender Drehzahl, weil mit steigender Drehzahl die am Antrieb **34** induzierte Spannung und damit einhergehend der Stromfluss durch den Widerstand **41** steigt.

**[0089]** Die Steuerung kann hierbei derart erfolgen, dass die Anschlüsse **343**, **344** über den Widerstand **41** kurzgeschlossen werden, solange die Spannung  $U$  unterhalb eines Schwellwerts liegt. Bei einer vergleichsweise geringen Verstellgeschwindigkeit der Heckklappe **20** bei manueller Verstellung der Heckklappe **20** wird somit über die zweite Bremseinrichtung **4** eine Bremswirkung bereitgestellt. Steigt die Spannung  $U$  jedoch über den Schwellwert, so wird die Kurzschlussverbindung über die Schalteinrichtung **40** geöffnet, so dass der Antrieb **34** sich nicht mehr im generatorischen Bremsbetrieb befindet und ein weiteres Verstellen der Heckklappe **20** somit leichtgängig erfolgen kann. Bei größeren Verstellgeschwindigkeiten der Heckklappe **20** wirkt die Bremseinrichtung **4** somit nicht bremsend, so dass die Heckklappe **20** in leichtgängiger Weise manuell durch einen Nutzer bewegt werden kann. Fällt die Spannung  $U$  wiederum unter den Schwellwert, so werden die Anschlüsse **343**, **344** wiederum kurzgeschlossen, so dass die Bremseinrichtung **4** bremst.

**[0090]** Die Schalteinrichtung **40** kann beispielsweise als mechanisches Relais oder auch als elektronisches Bauteil, beispielsweise als Transistor, ausgebildet sein.

**[0091]** Die durch die zweite Bremseinrichtung bereitgestellte Bremskraft kann auch geregelt werden, beispielsweise indem die Bremskraft durch eine Pulsbreitenmodulation (PWM) durch pulsartiges Schalten der Schalteinrichtung **40** eingestellt wird.

**[0092]** Der Schwellwert wird vorzugsweise so gewählt, dass er (deutlich) unterhalb der im elektrischen Betrieb des Antriebs **34** auftretenden Betriebsspannung liegt. Bei Bestromen des Antriebs **34** zum Verstellen der Heckklappe **20** ist die Kurzschlussverbindung somit geöffnet, so dass kein Strom über den Widerstand **41** fließt.

**[0093]** Die Steuereinrichtung **42** kann hierbei ausgebildet sein, den Schwellwert beispielsweise in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur anzupassen. Bei niedrigen Umgebungstemperaturen kann auf diese Weise beispielsweise der Schwellwert herabgesetzt werden, während bei hohen Umgebungstemperaturen ein größerer Schwellwert gesetzt wird.

**[0094]** Die Steuerung kann zusätzlich oder alternativ auch situationsabhängig erfolgen. Wird beispielsweise über einen geeigneten Sensor, beispielsweise einen Tastensensor oder einen kapazitiven Sensor oder dergleichen, festgestellt, dass ein Nutzer zum manuellen Verstellen an der Heckklappe **20** angreift, so kann die Kurzschlussverbindung geöffnet werden, um ein leichtgängiges Verstellen der Heckklappe **20** zu ermöglichen.

**[0095]** Der Widerstand **41** kann veränderbar sein, wobei eine Steuerung des Widerstandswerts beispielsweise über die Steuereinrichtung **42** erfolgen kann. Beispielsweise kann der Widerstandswert temperaturabhängig verändert werden, um beispielsweise bei einer hohen Umgebungstemperatur den Widerstandswert zu verkleinern oder bei einer niedrigen Umgebungstemperatur den Widerstandswert zu erhöhen. Auf diese Weise können Änderungen in den zum Verstellen der Heckklappe **20** erforderlichen Verstellkräften ausgeglichen werden.

**[0096]** Die Bremseinrichtungen **1**, **4** können im wesentlichen verschleißfrei sein. Insbesondere weist die erste Bremseinrichtung **1**, wenn die Permanentmagnetelemente **12**, **14** nicht aneinander reiben, sondern ausschließlich magnetisch wechselwirken, keine Teile auf, die einem signifikanten Verschleiß unterliegen. Weil die zweite Bremseinrichtung **4** zudem rein elektrisch aufgebaut sein kann, tritt auch an dieser zweiten Bremseinrichtung **4** zumindest kein mechanischer Verschleiß auf.

**[0097]** Die erste Bremseinrichtung **1** kann in den Antrieb **34** integriert sein und erfordert somit nur einen geringen zusätzlichen Bauraum. Weil die zweite Bremseinrichtung **4** durch einige wenige elektrische Bauelemente verwirklicht werden kann, ist zudem auch der Bauraumbedarf der zweiten Bremseinrichtung **4** gering.

**[0098]** Der der Erfindung zugrundeliegende Gedanke ist nicht auf die vorangehend geschilderten Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern lässt sich

grundsätzlich auch in gänzlich anders geartete Ausführungsformen verwirklichen.

**M**  
**M<sub>max</sub>**  
**U**  
**V**

Drehmoment  
Maximales Drehmoment  
Spannung  
Verstellrichtung

**[0099]** Insbesondere kann eine Antriebsvorrichtung der hier beschriebenen Art beispielsweise auch bei einer anderen Verstelleinrichtung in einem Fahrzeug zum Einsatz kommen. Die Antriebsvorrichtung ist hierbei auch nicht auf einen Spindeltrieb beschränkt, sondern kann ganz unterschiedlich aufgebaut sein.

**[0100]** Eine Antriebsvorrichtung der hier beschriebenen Art kann zudem zum Verstellen ganz unterschiedlicher Fahrzeugteile, beispielsweise von Klappen oder Türen an Fahrzeugen, dienen. Insofern ist die Antriebsvorrichtung nicht auf die Verwendung an einer Heckklappe beschränkt.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Bremseinrichtung (Permanentmagnetbremse)
<b>10</b>	Gehäuse
<b>100, 101</b>	Gehäuseteil
<b>11</b>	Rückschlusselement
<b>12</b>	Permanentmagnetelement
<b>13</b>	Rückschlusselement
<b>14</b>	Permanentmagnetelement
<b>15</b>	Zwischenelement
<b>151, 152</b>	Seite
<b>2</b>	Fahrzeug
<b>20</b>	Heckklappe
<b>21</b>	Karosserie
<b>3</b>	Antriebsvorrichtung
<b>30</b>	Gehäuse
<b>300</b>	Koppelstelle
<b>301</b>	Koppelstelle
<b>31</b>	Schubstange
<b>310</b>	Spindelmutter
<b>311</b>	Rohr
<b>312</b>	Hüllrohr
<b>313</b>	Bohrung
<b>314</b>	Stirnseite
<b>32</b>	Spindel
<b>33</b>	Druckfeder
<b>34</b>	Antriebsvorrichtung (Motor)
<b>340</b>	Gehäuse
<b>341</b>	Abtriebswelle
<b>342</b>	Abtriebsritzel
<b>343, 344</b>	Motoranschlüsse
<b>35</b>	Getriebe
<b>36</b>	Abstützung
<b>4</b>	Bremseinrichtung
<b>40</b>	Schalteinrichtung
<b>41</b>	Widerstand
<b>42</b>	Steuerelektronik
<b><math>\alpha, \beta</math></b>	Winkel
<b>L</b>	Längsachse

**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**

- EP 1940012 A1 [0003]
- FR 2818304 [0004]
- DE 102005030053 A1 [0005]
- EP 1534971 B1 [0006]

### Patentansprüche

1. Antriebsvorrichtung (3) zum Verstellen eines Fahrzeugteils, insbesondere einer Heckklappe (20), mit

– einem elektrischen Antrieb (34) zum Antreiben des Fahrzeugteils, mit einer Abtriebswelle (341) zum Übertragen einer Verstärkungskraft auf das Fahrzeugteil, und

– einer mit der Abtriebswelle (341) wirkverbundenen, ersten Bremseinrichtung (1), die zumindest ein Permanentmagnetelement (12, 14) aufweist und ausgebildet ist, eine Bremskraft zum Feststellen des Fahrzeugteils in einer gerade eingenommenen Stellung bereitzustellen,

gekennzeichnet durch

eine zweite Bremseinrichtung (4), die ausgebildet ist, den elektrischen Antrieb (34) in einen generatorischen Bremsbetrieb zu schalten, um eine generatorisch durch den Antrieb erzeugte Leistung zumindest teilweise in den Antrieb zurückzuspeisen und dadurch eine Bremskraft zum Bremsen einer Bewegung des Fahrzeugteils bereitzustellen.

2. Antriebsvorrichtung (3) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Bremseinrichtung (1) einen feststehenden Abschnitt (10) und ein zu dem feststehenden Abschnitt (10) drehfestes, erstes Permanentmagnetelement (12) aufweist.

3. Antriebsvorrichtung (3) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Bremseinrichtung (1) ein zu dem feststehenden Abschnitt (10) um eine Längsachse (L) drehbares, zweites Permanentmagnetelement (14) aufweist, das mit der Abtriebswelle (341) derart wirkverbunden ist, dass das zweite Permanentmagnetelement (14) bei einer Drehbewegung (D) der Abtriebswelle (341) zu dem feststehenden Abschnitt (10) verdreht wird.

4. Antriebsvorrichtung (3) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Permanentmagnetelement (12) und das zweite Permanentmagnetelement (14) jeweils zumindest ein Magnetpolpaar mit zwei entlang einer Umfangsrichtung um die Längsachse (L) zueinander versetzten, ungleichnamigen Magnetpolen (N, S) aufweisen, wobei die Magnetpole (N, S) des ersten Permanentmagnetelements (12) den Magnetpolen (N, S) des zweiten Permanentmagnetelements (14) in einem Bremszustand zur Bereitstellung der Bremskraft magnetisch anziehend gegenüber stehen.

5. Antriebsvorrichtung (3) nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Permanentmagnetelement (2) und das zweite Permanentmagnetelement (14) axial oder radial zueinander beabstandet sind und nicht reibend aneinander anliegen.

6. Antriebsvorrichtung (3) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die durch erste Bremseinrichtung (1) aufgrund der magnetischen Anziehung der Permanentmagnetelemente (12, 14) bei einer Drehbewegung (D) der Abtriebswelle (341) bereitgestellte Bremskraft in Summe über eine Umdrehung des zweiten Permanentmagnetelements (14) Null ist.

7. Antriebsvorrichtung (3) nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen den Permanentmagnetelementen (12, 14) ein Zwischenelement (15) aus einem nicht magnetisierbaren Werkstoff angeordnet ist.

8. Antriebsvorrichtung (3) nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Permanentmagnetelement (12, 14) mit einem Rückschlusselement (11, 13) aus einem weichmagnetischen Werkstoff zur Bereitstellung eines magnetischen Rückschlusses verbunden ist.

9. Antriebsvorrichtung (3) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Bremseinrichtung (1) zum Einstellen der bereitgestellten Bremskraft schaltbar ist.

10. Antriebsvorrichtung (3) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Bremseinrichtung (4) eine elektrische Schaltung mit einem Widerstand (41) aufweist, wobei die Schaltung ausgebildet ist, Anschlüsse (343, 344) des elektrischen Antriebs (34) über den Widerstand (41) kurzzuschließen.

11. Antriebsvorrichtung (3) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Widerstand (41) veränderbar ist.

12. Antriebsvorrichtung (3) nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Bremseinrichtung (4) eine Steuerelektronik (42) aufweist, die ausgebildet ist, die Schaltung zu steuern.

13. Antriebsvorrichtung (3) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerelektronik (42) ausgebildet ist, den Widerstand (41), insbesondere in Abhängigkeit von dem Drehmoment des Antriebs (34), von der Drehzahl des Antriebs (34), von einem Motorstrom oder zumindest einer Umgebungsbedingung, beispielsweise in Abhängigkeit von einer Umgebungstemperatur, zu verändern.

14. Antriebsvorrichtung (3) nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerelektronik (42) ausgebildet ist, eine Klemmenspannung (U) zwischen den Anschlüssen (343, 344) des elektrischen Antriebs (34) zu erfassen und abhängig von der Klemmenspannung (U) die elektrische Schaltung

zum Kurzschließen der Anschlüsse (343, 344) zu steuern.

15. Antriebsvorrichtung (3) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerelektronik (42) ausgebildet ist, die Anschlüsse (343, 344) über den Widerstand (41) kurzzuschließen, wenn die Klemmenspannung (U) kleiner als ein vorbestimmter Schwellwert ist, und die Kurzschlussverbindung über den Widerstand (41) zu öffnen, wenn die Klemmenspannung (U) größer als der vorbestimmte Schwellwert ist.

16. Antriebsvorrichtung (3) nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerelektronik (42) ausgebildet ist, den Schwellwert, insbesondere in Abhängigkeit von zumindest einer Umgebungsbedingung, beispielsweise der Umgebungstemperatur, einzustellen.

17. Verfahren zum Betreiben einer Antriebsvorrichtung (3) zum Verstellen eines Fahrzeugteils, insbesondere einer Heckklappe (20), bei dem

- ein elektrischer Antrieb (34) das Fahrzeugteil antreibt, indem eine Abtriebswelle (341) des Antriebs (34) eine Verstellkraft auf das Fahrzeugteil überträgt, und
- eine mit der Abtriebswelle (341) wirkverbundene, erste Bremseinrichtung (1), die zumindest ein Permanentmagnetelement (12, 14) aufweist, eine Bremskraft zum Feststellen des Fahrzeugteils in einer gerade eingenommenen Stellung bereitstellt, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine zweite Bremseinrichtung (4) bei einer Bewegung des Fahrzeugteils eine Bremskraft zum Bremsen der Bewegung des Fahrzeugteils bereitstellt, indem der elektrische Antrieb (34) in einen generatorischen Bremsbetrieb geschaltet wird.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

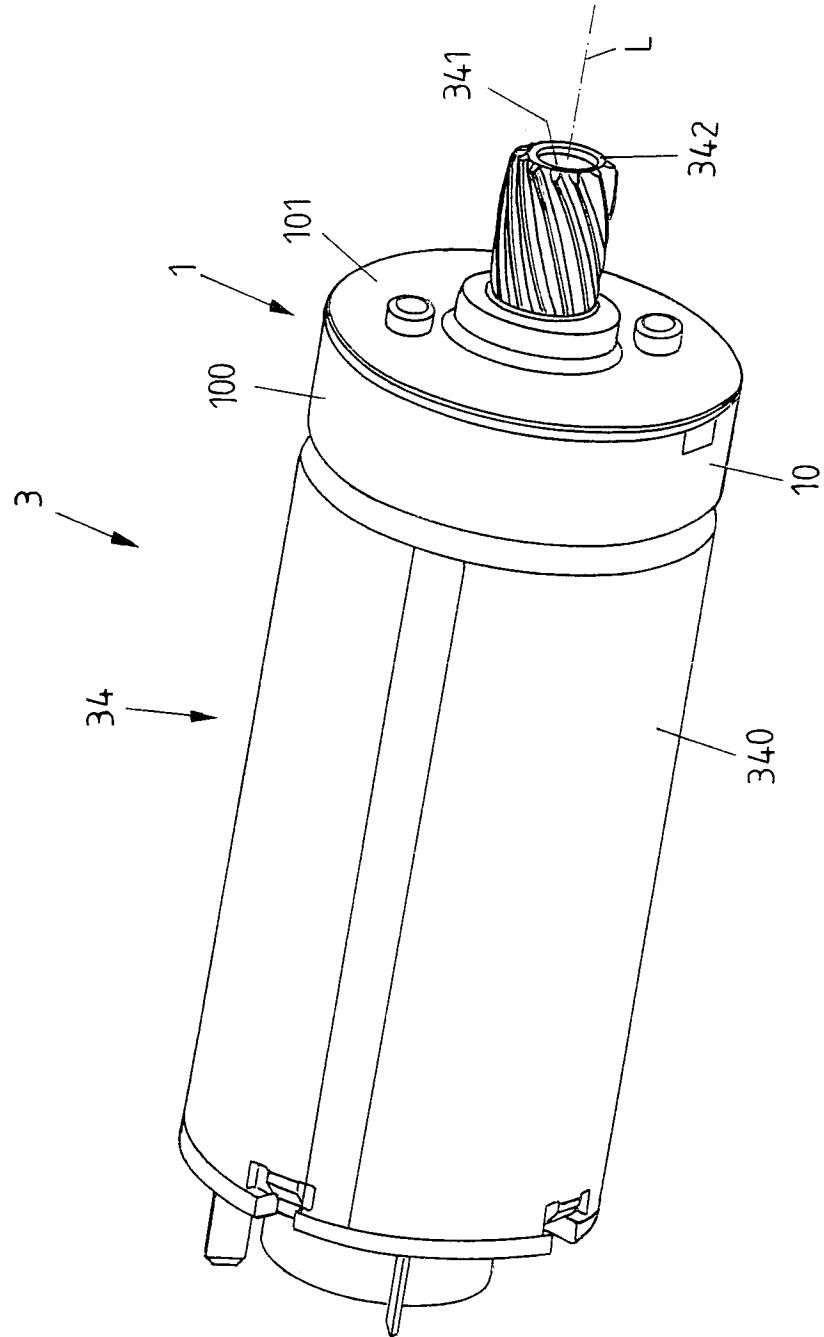


FIG 2

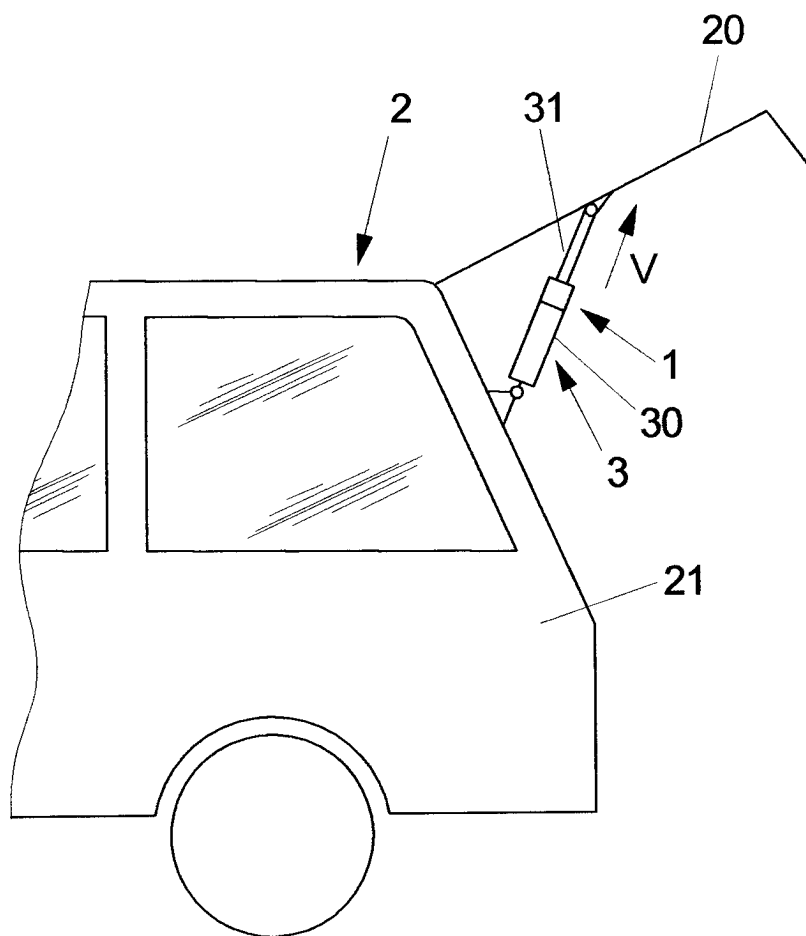


FIG 3A

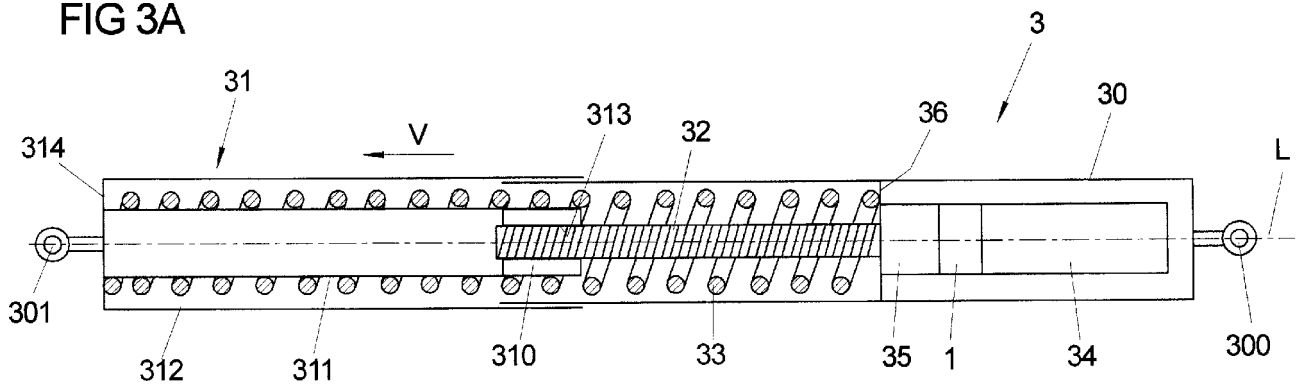


FIG 3B

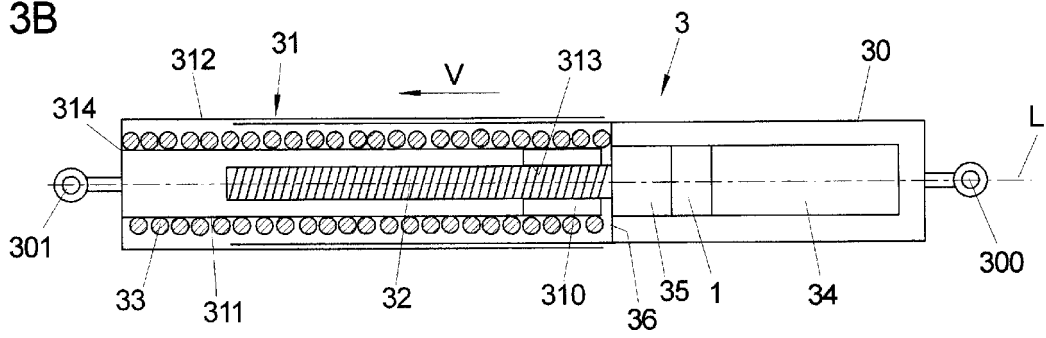


FIG 4A

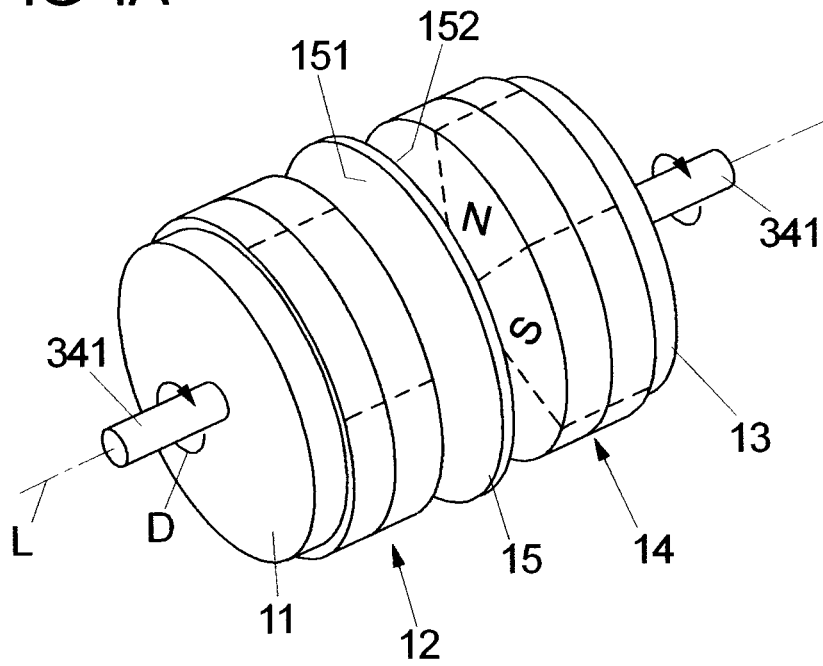


FIG 4B

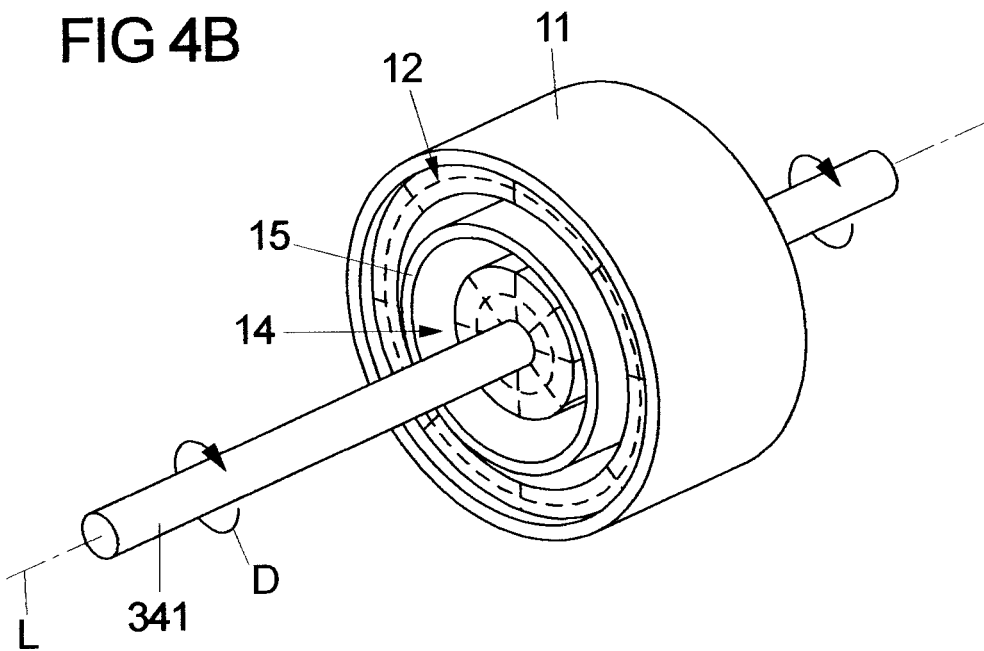


FIG 5

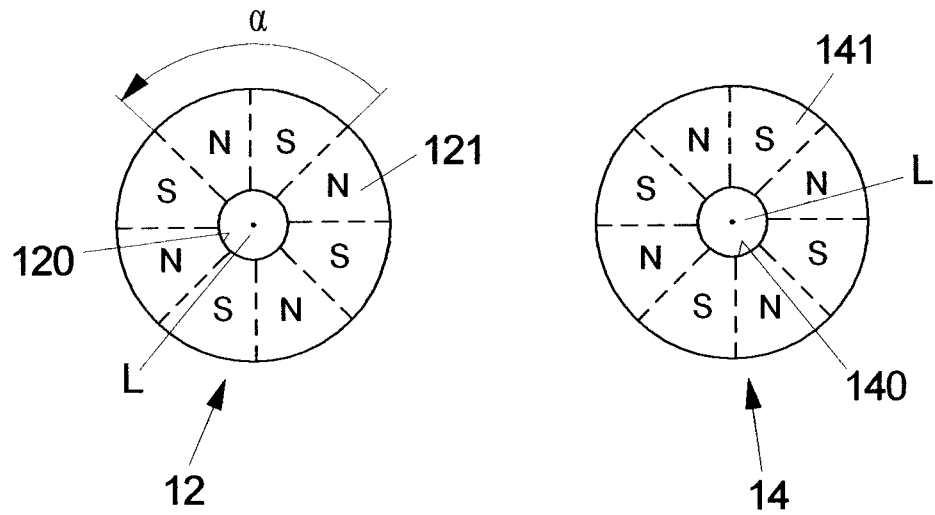


FIG 6A

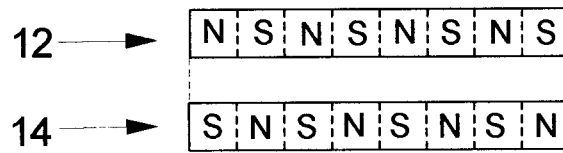


FIG 6B

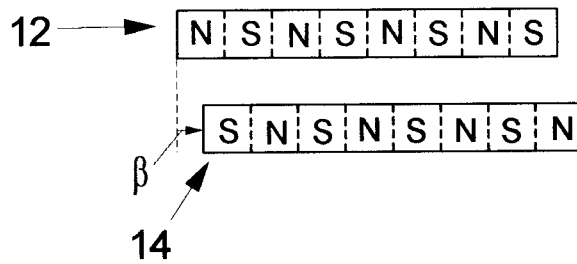


FIG 6C

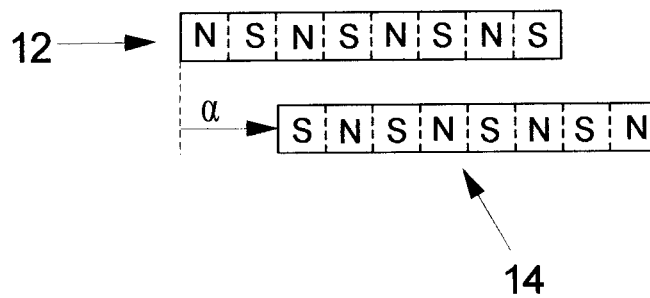


FIG 6D

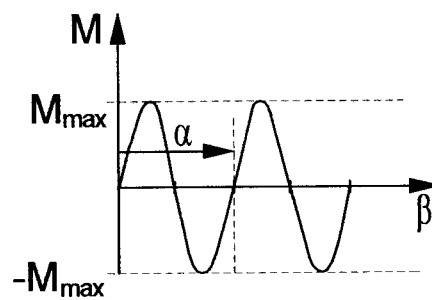


FIG 7

