

(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
9. September 2016 (09.09.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/139176 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H02K 19/12 (2006.01) H01F 7/06 (2006.01)
H01F 7/16 (2006.01) H01F 7/18 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/054213

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. Februar 2016 (29.02.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 203 977.3 5. März 2015 (05.03.2015) DE

(71) Anmelder: CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder: GÖTZENBERGER, Martin; Welsersstraße 20,
85051 Ingolstadt (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, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, 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.

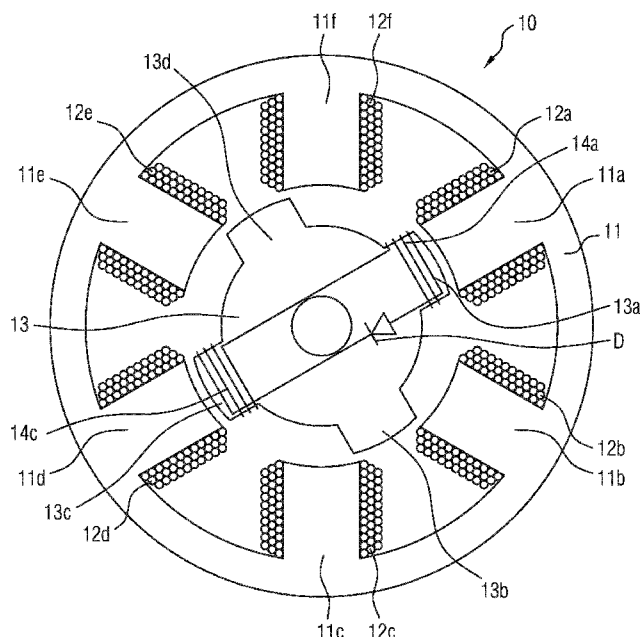
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: APPARATUS HAVING AN ELECTRIC MOTOR WITH A SOFT MAGNETIC ROTOR, AND APPARATUS
HAVING AT LEAST ONE ARMATURE OF A MAGNETIC ACTUATOR FORMED FROM A SOFT MAGNETIC MATERIAL

(54) Bezeichnung : VORRICHTUNG MIT EINEM ELEKTROMOTOR MIT EINEM WEICHMAGNETISCHEN ROTOR UND
VORRICHTUNG MIT ZUMINDEST EINEM AUS EINEM WEICHMAGNETISCHEN MATERIAL GEBILDETEN ANKER
EINES MAGNETAKTORS

FIG 4



(57) Abstract: The invention relates to an apparatus having at least one soft magnetic movable actuation element (2; 13; 24) and at least one first coil (4; 12a-12f; 23a-231) which can be connected to an energy source and in the magnetic field of which, which is produced on account of the excitation by the energy source, the movable actuation element (2; 13; 24) can be moved into a preferred position on account of the soft magnetic material thereof being magnetized by the magnetic field of the coil (4; 12a-12f; 23a-231), wherein a second coil (5; 14a-14d; 26a-26h) is wound around the movable actuation element (2; 13; 24), the ends of which second coil are connected via a diode (D; D1-D5), wherein the diode (D; D1-D5) is connected in a poled manner such that, in the event of magnetization of the movable actuation element (2; 13; 24), which is intended to move the actuation element into the preferred position, no induction current can flow and, in the event of demagnetization, the induced current results in a delay in the demagnetization.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/139176 A1

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung mit zumindest einem weichmagnetischen, beweglichen Betätigungselement (2; 13; 24) und zumindest einer, mit einer Energiequelle verbindbaren ersten Spule (4; 12a-12f; 23a-231), in deren aufgrund der Erregung durch die Energiequelle erzeugtem Magnetfeld das bewegliche Betätigungselement (2; 13; 24) aufgrund einer Magnetisierung seines weichmagnetischen Materials durch das Magnetfeld der Spule (4; 2a-12f; 23a-231) in eine Vorzugslage bewegbar ist, wobei um das bewegliche Betätigungselement (2; 13; 24) eine zweite Spule (5; 14a-14d; 26a-26h) gewickelt ist, deren Enden über eine Diode (D; D1-D5) verbunden sind, wobei die Diode (D; D1-D5) derart gepolt verschaltet ist, dass bei einer Magnetisierung des beweglichen Betätigungselements (2; 13; 24), die es in die Vorzugslage bewegen soll, kein Induktionsstrom fließen kann und bei einer Entmagnetisierung der induzierte Strom zu einer Verzögerung der Entmagnetisierung führt.

Beschreibung

Vorrichtung mit einem Elektromotor mit einem weichmagnetischen Rotor und Vorrichtung mit zumindest einem aus einem weich-

5 magnetischen Material gebildeten Anker eines Magnetaktors

Die Erfindung betrifft Vorrichtungen mit zumindest einem weichmagnetischen, beweglichen Betätigungselement und zumindest

10 einer, mit einer Energiequelle verbindbaren ersten Spule, in deren aufgrund der Erregung durch die Energiequelle erzeugtem Magnetfeld das bewegliche Betätigungselement aufgrund einer Magnetisierung seines weichmagnetischen Materials durch das Magnetfeld der Spule in eine Vorzugslage bewegbar ist.

15

Die weichmagnetischen beweglichen Betätigungselemente sind Läufer oder Rotoren von Elektromotoren oder Anker von Magnetaktoren. Diese werden im Magnetfeld der Spule magnetisiert und bewegen sich im Magnetfeld der Spule in eine Vorzugslage, in der

20 die geringste Reluktanz, also der geringste magnetische Widerstand, vorliegt.

Es gibt viele verschiedene Elektromotor-Typen, von denen solche Typen betrachtet werden sollen, die synchronen Charakter

25 aufweisen. Üblicherweise sind dies die permanent erregte Synchronmaschine und die fremderregte Synchronmaschine, auch in ihren Ausprägungen als BLDC (brushless direct current; bürstenloser Gleichstrommotor). Dazu kommen noch die synchrone Reluktanzmaschine (auch in ihrer Ausprägung als synchronisierte

30 Asynchronmaschine) und die geschaltete Reluktanzmaschine.

Zum Verständnis der Funktion von Motoren ist das folgende Modell der Drehmomentbildung hilfreich, obwohl es die Wirklichkeit nur sehr stark vereinfacht wieder gibt. Betrachtet wird ein Motor mit

35 Einzelpolwicklung. Man kann die Drehmomentbildung grob in zwei Komponenten aufteilen. Zum einen wird ein Rotorpol aufgrund der Ströme im Stator in eine Vorzugslage gezogen, zum anderen – im

Falle eines permanent erregten oder fremderregten Rotors - von einer ungünstigen Lage weg geschoben.

In der US 2009/0179604 A1 ist ein Elektromotor mit einem Rotor
5 sowie einem Stator beschrieben, wobei im Stator zwei senkrecht
aufeinander stehende Statorwicklungen angeordnet sind. Bei
Bestromung der einen Wicklung wirkt der Rotor als magnetischer
Kern dieser Wicklung, wodurch er magnetisiert wird. Eine um den
Rotor direkt gewickelte Wicklung, deren Enden über eine Diode
10 miteinander verbunden sind, verhindert bei einem Abschalten der
Bestromung der einen Wicklung eine schnelle Entmagnetisierung
des Rotors. Der Antrieb des Rotors erfolgt aufgrund eines
Stromflusses in der anderen Statorwicklung, deren Wicklungs-
drähte im Wesentlichen parallel zur Rotorachse geführt sind und
15 die alle in der gleichen Richtung vom Strom durchflossen werden,
wodurch eine Lorenzkraft auftritt, die den Rotor antreibt.

Diese schiebende Komponente entfällt z.B. bei Reluktanzmotoren,
da diese keine Erregung haben. Statt geschoben zu werden, würde
20 sich der magnetische Kreis umpolen und der Rotorpol würde
wiederrum angezogen werden, was ein negatives Moment bedeuten
würde. Daher muss beim geschalteten Reluktanzmotor die Spule
abgeschaltet sein, wenn sich der Rotorpol vom jeweiligen
Statorpol entfernt.

25 Magnetaktoren sollen am Beispiel eines Solenoid-Injektors
erläutert werden. Die meisten Solenoid-Injektoren werden nur
aktiv geöffnet, zum Schließen wird der Aktivierungsstrom ab-
geschaltet, das Magnetfeld baut sich ab und eine Feder schließt
30 das Ventil. Man kann den Feldabbau beschleunigen, indem man einen
kurzen Gegenstrom zum Abbau der Wirbelströme einprägt. Es gibt
Solenoidventile, die aktiv mit Hilfe einer zweiten aktiv
bestromten Spule geschlossen werden. Diese haben einen erhöhten
Aufwand der Ansteuerelektronik zur Folge. Bei einspuligen
35 Magnetventilen besteht ein zu den Motoren äquivalentes Problem,
dass ein Weicheisenteil i.d.R. nur in eine Spule hineingezogen

werden kann. Zum Abstoßen würde man einen Permanentmagneten verbauen müssen.

Bei Motoren kann man entweder auf die schiebende Komponente
5 verzichten (geschalteter Reluktanzmotor, synchroner
Reluktanzmotor, synchronisierter Asynchronmotor), was durch
eine größere Maschine ausgeglichen werden kann, oder man wählt
die permanent erregten oder fremderregten Ausführungen der
Synchronmaschine, bei denen Schieben möglich ist. Permanent
10 erregte Synchronmaschinen setzen jedoch meist teure Magnete aus
seltenen Erden ein, wenn sie nicht als technisch aufwändige
Lösung Flussleitkeile und billigere Ferritmagnete verwenden.
Fremderregte Maschinen benötigen eine Übertragungseinrichtung
für die Erregerenergie, meist in Form von Schleifringen oder als
15 ringförmiger Transformator.

Bei Solenoid-Injektoren werden in der Regel Haltestrom und
Schließfederkraft zueinander optimiert. Die Schließzeiten
bleiben dabei im Vergleich zu den Öffnungszeiten relativ lange.
20

Die Aufgabe der Erfindung ist es, die Eigenschaften eines
permanent erregten oder fremderregten Betätigungselements zu
erreichen, ohne auf Permanentmagnete oder die Übertragung der
Erregerenergie mit Hilfe von Schleifringen oder speziellen
25 Transformatoren zurückgreifen zu müssen.

Die Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung mit einem
Elektromotor mit einem weichmagnetischen Rotor mit zumindest
zwei Polen und mit einem Stator mit zumindest zwei Polen, um die
30 jeweils eine mit einer Energiequelle verbindbare erste Spule
gewickelt ist, in deren aufgrund der Erregung durch die
Energiequelle erzeugtem Magnetfeld der Rotor aufgrund einer
Magnetisierung seines weichmagnetischen Materials durch das
Magnetfeld der ersten Spulen in eine Vorzugslage bewegbar ist,
35 wobei um jeden Pol des Rotors eine zweite Spule gewickelt ist,
deren Enden über eine Diode verbunden sind, wobei die Diode derart
gepolt verschaltet ist, dass bei einer Magnetisierung des Rotors,
die ihn in die Vorzugslage bewegen soll, kein Induktionsstrom

fließen kann und bei einer Entmagnetisierung der induzierte Strom zu einer Verzögerung der Entmagnetisierung führt.

Die Aufgabe wird auch gelöst durch eine Vorrichtung mit zumindest
5 einem aus einem weichmagnetischen Material gebildeten Anker
eines Magnetaktors, der in eine Öffnung eines Eisenrückschlusses
hineinragt und zumindest einer, mit einer Energiequelle
verbindbaren ersten, um einen zentralen Schenkel des Eisen-
rückschlusses gewickelten Spule, in deren aufgrund der Erregung
10 durch die Energiequelle erzeugtem Magnetfeld der Anker aufgrund
einer Magnetisierung seines weichmagnetischen Materials durch
das Magnetfeld der Spule in eine Vorzugslage bewegbar ist, wobei
um den Anker eine zweite Spule gewickelt ist, deren Enden über
eine Diode verbunden sind, wobei die Diode derart gepolt
15 verschaltet ist, dass bei einer Magnetisierung des Ankers, die
ihn in die Vorzugslage bewegen soll, kein Induktionsstrom fließen
kann und bei einer Entmagnetisierung der induzierte Strom zu
einer Verzögerung der Entmagnetisierung führt.

20 Der Vorteil der Erfindung besteht darin, einen Teil eines
magnetischen Kreises zunächst unbeeinflusst Aufmagnetisieren zu
lassen, um den darin vorhandenen Fluss anschließend am
Abmagnetisieren zu hindern. Im Gegensatz zu Ansätzen wie z.B.
beim Spaltpolmotor werden nicht beide Flussänderungsrichtungen
25 gleichartig verzögert sondern unterschiedlich beeinflusst, so
dass sich ein Gleichrichtungseffekt einstellt. Durch den
Gleichrichtungseffekt erhält man im Mittel ein ähnliches
Verhalten wie bei einer Fremderregung. Im Gegensatz zu Ansätzen
mit einer echten Erregerwicklung benötigt man keine Anschlüsse
30 oder Energieübertragungseinrichtungen wie Schleifringe,
Transformatoren oder dergleichen. Das durch die Hilfswicklung
beeinflusste Betätigungselement kann insbesondere vollkommen
galvanisch isoliert, also z.B. mit Kunststoff umspritzt sein, so
dass der Einsatz in aggressiven Medien möglich ist.

35 In besonderen Ausbildungen ist die Anzahl der Statorpole entweder
größer oder kleiner als die Anzahl der Pole des Rotors.

Bei einem Elektromotor kann auf diese Weise auch ein schiebendes Drehmoment erzeugt werden, da ein Statorpol für eine bestimmte Zeit umgepolt werden kann, wenn ein Rotorpol, den er zuvor angezogen hat, an ihm vorbeiläuft, um diesen nun abzustößen und ihm einen zusätzlichen schiebenden Impuls zu verleihen.

Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen mit Hilfe von Figuren näher erläutert werden. Dabei zeigen

- 10 Figur 1 eine Prinzipskizze eines Querschnitts durch einen rotationssymmetrischen Magnetaktor,
Figur 2 die Prinzipskizze der Figur 1 mit einem Feldlinienverlauf, wenn der Anker angezogen wird,
Figur 3 die Prinzipskizze der Figur 1 mit einem Feldlinienverlauf, wenn der Anker aufgrund der erfindungsgemäßen zweiten Spule abgestoßen wird,
15 Figur 4 eine Prinzipskizze eines Reluktanzmotors mit einem konventionellen und einem erfindungsgemäßen Rotorpolpaar,
20 Figur 5 eine Prinzipskizze mit einem Reluktanzmotors mit 12 Stator- und 10 Rotorpolen und
Figur 6 eine mögliche Verschaltung der ersten und zweiten Spulen des Reluktanzmotors der Figur 5.
- 25 Figur 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in Form eines Magnetaktors, dessen Funktion und Aufbau anhand einer Prinzipskizze dargelegt wird.

Bei dem Magnetaktor 1 soll es sich um einen rotationssymmetrischen Aktor handeln, wobei in Figur 1 nur der Querschnitt rechts einer Rotationsachse R dargestellt ist. Der Magnetaktor 1 weist einen Anker 2 auf, der mit einem weichmagnetischen Material gebildet ist und in eine Öffnung eines Eisenrückschlusses 3 hineinragt. Um einen zentralen Schenkel des Eisenrückschlusses 3 ist eine erste Spule 4 gewickelt, die ein Magnetfeld erzeugt, 35 wenn sie mittels einer Energiequelle bestromt wird.

Die Magnetfeldlinien des Magnetfeldes verlaufen dabei überwiegend in den magnetischen Werkstoffen des Eisenrückschlusses 3 und des Ankers 2 sowie anfänglich im Luftspalt zwischen dem Anker 2 und dem zentralen Schenkel des Eisenrückschlusses 3. Da
5 der Luftspalt 6 einen wesentlich größeren magnetischen Widerstand aufgrund seiner geringeren Permeabilität hat und das Gesamtsystem einen Zustand mit geringstem magnetischen Widerstand bzw. geringster Reluktanz anstrebt, wird der Anker 2 in die Öffnung des Eisenrückschlusses 3 hineingezogen, um den
10 Luftspalt 6 zu verringern.

Hierdurch können beispielsweise mittels des Ankers 2 Stößel von z.B. Ventilen oder sonstigen Aktoren betätigt werden, wobei die Bewegung des Ankers 2 üblicherweise gegen eine Federkraft
15 erfolgt, die den Anker 2 in einer Ruheposition hält bzw. bei Abschalten des magnetischen Feldes diesen wieder in diese Ruheposition bringt. Ein Abstoßen des Ankers 2 durch Umpolen der Energiequelle an der ersten Spule 4 ist nicht möglich, da das weichmagnetische Material des Ankers 2 ebenfalls durch den nun
20 entgegengesetzten magnetischen Fluss umgepolt würde und der Anker 2 daher nach wie vor angezogen werden würde.

In erfindungsgemäßer Weise ist nun um den Anker 2 eine zweite Spule 5 gewickelt, deren Enden (nicht dargestellt) über eine
25 Diode miteinander verbunden sind. Wenn bei einer Bestromung der ersten Spule 4 ein Magnetfeld im Anker 2 aufgebaut wird, würde dessen Änderung eine Spannung in der zweiten Spule 5 induzieren, wodurch der daraufhin fließende Strom in der zweiten Spule 5 ein Magnetfeld erzeugen würde, das dem Aufbau des anziehenden
30 Magnetfeldes entgegengerichtet wäre. Die Diode ist jedoch so gepolt verschaltet, dass dieser Strom nicht fließen kann und entsprechend kein Gegenmagnetfeld aufgebaut werden kann.

Wird jedoch die die erste Spule 4 bestromende Energiequelle
35 abgeschaltet oder umgepolt, so baut sich, wie bereits erläutert, ein entgegengesetzt gerichtetes Magnetfeld im Eisenrückschluss 3 und im Anker 2 auf, welches in der zweiten Spule 5 einen Strom in die entgegengesetzte, also in Durchlassrichtung der Diode

orientierte Richtung fließen lässt. Dadurch wird ein Magnetfeld erzeugt, welches dem zuvor erzeugten Magnetfeld gleichgerichtet ist und dieses folglich zumindest kurzzeitig aufrechterhält.

5 Auf diese Weise entstehen, wie in der Figur 3 durch ein Simulationsergebnis dargestellt ist, zwei entgegengesetzte Magnetfelder, die sich nun abstoßen, so dass der Anker 2 zumindest für eine kurze Zeitdauer, während der das Magnetfeld im Anker 2 aufrechterhalten bleibt, aus der Öffnung des Eisenrückflusses 3
10 ausgeworfen werden kann.

Eine weitere Anwendung des erfindungsgemäßen Prinzips zeigt die Figur 4, in der eine Prinzipskizze eines Reluktanzmotors 10 dargestellt ist. Der Reluktanzmotor 10 weist einen Stator 11 mit
15 sechs Statorpolen 11a bis 11f auf, die jeweils mit einer ersten Spule 12a bis 12f umwickelt sind. Im Betrieb werden jeweils gegenüberliegende Wicklungen 12a, 12d bzw. 12b, 12e bzw. 12c, 12f gleichzeitig bestromt, so dass die entsprechenden Statorpole entgegengesetzte Pole eines Elektromagneten darstellen, zwischen denen sich ein Magnetfeld ausbildet. Im Zentrum des
20 Reluktanzmotors 10 ist ein Rotor 13 ausgebildet, der im dargestellten Beispiel vier Rotorpole 13a bis 13d aufweist. Die Rotorpole 13b und 13d sind im dargestellten Beispiel der Figur 4 in konventioneller Weise aufgebaut, tragen also keine zweiten
25 Spulen. An ihnen soll das Prinzip des Reluktanzmotors erläutert werden und damit dessen Nachteil zutage treten.

Es sollen die ersten Spulen 12c und 12f der Statorpole 11c und 11f bestromt sein, so dass sich zwischen ihnen ein Magnetfeld
30 aufbaut, das zunächst zu einem kleinen Teil durch die Rotorpole 13b und 13d und den Rotor verläuft, jedoch auch noch in den sich zwischen den Stator- und Rotorpolen vorhandenen Luftspalten. Auch hier trachtet das System nach einem Zustand geringer Reluktanz, so dass die Rotorpole 13b und 13d zu den Statorpolen
35 11c bzw. 11f gezogen werden, der Rotor 13 sich also zu drehen beginnt. Wenn sich die Stator- und Rotorpole genau gegenüber stehen, ist der Zustand geringster Reluktanz erreicht. Wenn sich der Rotor 13 aufgrund seiner Trägheit jedoch ein wenig weiter

dreht, wird die Reluktanz wieder größer, so dass ein bremsendes Moment auf den Rotor einwirkt. Aus diesem Grund wird üblicherweise die Bestromung der ersten Spulen 12c und 12f der Statorpole 11c und 11f abgeschaltet, so dass der Rotor 13 nicht
5 abgebremst wird. Es ist allerdings nicht möglich, die Statorspulen 12c und 12f mit umgekehrten Vorzeichen zu bestromen, um den Rotorpolen 13b und 13d einen abstoßenden Impuls zu geben, da sich dadurch die Rotorpole 13b und 13d ebenfalls umpolen würden und wieder zu den Statorpolen 11c und 11f zurückgezogen werden
10 würden.

In erfindungsgemäßer Weise ist daher, wie an den Rotorpolen 13a und 13c gezeigt, um diese jeweils eine zweite Spule 14a bzw. 14c gewickelt, deren Enden über eine Diode D miteinander verbunden
15 sind. In gleicher Weise, wie bereits zum Magnetaktor der Figuren 1 bis 3 erläutert, kann aufgrund der Diode D beim Aufbau eines Magnetfeldes im Rotor 14 zwischen den Polen 13a und 13c aufgrund der entsprechenden Orientierung der Diode D kein Strom fließen, so dass die Funktion in diesem Fall gleich wie im zuvor er-
20 läuterten Fall einer konventionellen Anordnung abläuft. Bewegen sich die Rotorpole 13a und 13c nach dem Erreichen des Zustandes geringster Reluktanz jedoch von den Statorpolen 11a und 11d weg, so können die zugehörigen ersten Spulen 12a und 12d mit um-
25 entgegengerichtete Magnetfeld in den zweiten Spulen 14a und 14c durch die nunmehr leitende Diode D ein Strom fließen kann. Dieser hält das zuvor zwischen den Rotorpolen 13a und 13c aufgebaute Magnetfeld für eine kurze Zeit aufrecht, so dass die Rotorpole 13a und 13c von den Statorpolen 11a und 11d abgestoßen werden
30 können und hierdurch der Rotor 13 ein zusätzliches Drehmoment erfährt.

Die Ausbildung von lediglich zwei der vier Rotorpole mit einer erfindungsgemäßen zweiten Spule wurde lediglich zur Erläuterung
35 der unterschiedlichen Funktionsweisen dargestellt, zur Erzielung des größtmöglichen Effekts werden die Rotorpole 13b und 13d ebenfalls mit entsprechenden zweiten Spulen, die über eine weitere Diode miteinander verbunden sind, ausgebildet.

Ein entsprechender Reluktanzmotor 20 ist in der Figur 5 dargestellt, wobei dieser Reluktanzmotor 20 einen Stator 21 mit zwölf Statorpolen 22 aufweist, um die entsprechend zwölf erste
5 Spulen 23a bis 23l gewickelt sind. Der Rotor 24 weist im dargestellten Ausführungsbeispiel zehn Pole 25 auf, die mit entsprechenden zweiten Spulen 26a bis 26h versehen sind.

10 In der Figur 6 ist in schematischer Weise dargestellt, wie die jeweiligen Stator- und Rotorspulen 23a bis 23l bzw. 26a bis 26h verschaltet sein können.

Durch die erfindungsgemäße Anordnung von kurzgeschlossenen Spulen auf einem weichmagnetischen Anker eines Magnetaktors oder
15 den Polen eines weichmagnetischen Rotors beispielsweise eines Reluktanzmotors kann in vorteilhafter Weise ein abstoßender Impuls auf die beweglichen Betätigungselemente bei Umpolen der jeweiligen Erregerspulen ausgeübt werden, so dass beispielsweise bei der Verwendung des Magnetaktors in einem Ventil dieses
20 schneller wieder geschlossen werden kann oder aber auch bei Verwendung in einen Reluktanzmotor ein größeres Drehmoment erreicht werden kann. Dabei kann auf die ansonsten erforderlichen Permanentmagnete verzichtet werden, ohne dass zusätzliche Leitungen zu Erregerspulen auf dem Rotor beispielsweise über
25 Schleifringe oder Ringtransformatoren geführt werden müssten.

Patentansprüche

1. Vorrichtung mit einem Elektromotor (10; 20) mit einem weichmagnetischen Rotor (13; 24) mit zumindest zwei Polen (13a-13d; 24) und mit einem Stator (11) mit zumindest zwei Polen (11a-11f; 22), um die jeweils eine mit einer Energiequelle verbindbare erste Spule (12a-12f; 23a- 23l) gewickelt ist, in deren aufgrund der Erregung durch die Energiequelle erzeugtem Magnetfeld der Rotor (13; 24) aufgrund einer Magnetisierung seines weichmagnetischen Materials durch das Magnetfeld der ersten Spulen (12a-12f; 23a- 23l) in eine Vorzugslage bewegbar ist,
- wobei um jeden Pol (13a-13d; 24) des Rotors (13; 24) eine zweite Spule (14a-14d; 26a-26h) gewickelt ist, deren Enden über eine Diode (D; D1-D5) verbunden sind, wobei die Diode (D; D1-D5) derart gepolt verschaltet ist, dass bei einer Magnetisierung des Rotors (13; 24), die ihn in die Vorzugslage bewegen soll, kein Induktionsstrom fließen kann und bei einer Entmagnetisierung der induzierte Strom zu einer Verzögerung der Entmagnetisierung führt.
2. Vorrichtung mit zumindest einem aus einem weichmagnetischen Material gebildeten Anker (2) eines Magnetaktors (1), der in eine Öffnung eines Eisenrückschlusses (3) hineinragt und zumindest einer, mit einer Energiequelle verbindbaren ersten, um einen zentralen Schenkel des Eisenrückschlusses (3) gewickelten Spule (4), in deren aufgrund der Erregung durch die Energiequelle erzeugtem Magnetfeld der Anker (2) aufgrund einer Magnetisierung seines weichmagnetischen Materials durch das Magnetfeld der Spule (4) in eine Vorzugslage bewegbar ist,
- wobei um den Anker (2) eine zweite Spule (5) gewickelt ist, deren Enden über eine Diode verbunden sind, wobei die Diode derart gepolt verschaltet ist, dass bei einer Magnetisierung des Ankers (2), die ihn in die Vorzugslage bewegen soll, kein Induktionsstrom fließen kann und bei einer Entmagnetisierung der induzierte Strom zu einer Verzögerung der Entmagnetisierung führt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der Statorpole (11a-11f; 22) größer als die Anzahl der Pole (13a-13d; 24) des Rotors ist und um jeden Statorpol (11a-11f; 22) eine erste Spule (12a-12f; 23a- 23l) und um jeden Rotorpol (13a-13d; 24) eine zweite Spule (14a-14d; 26a-26h) gewickelt ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der Statorpole (11a-11f; 22) kleiner als die Anzahl der Pole (13a-13d; 24) des Rotors ist und um jeden Statorpol (11a-11f; 22) eine erste Spule (12a-12f; 23a- 23l) und um jeden Rotorpol (13a-13d; 24) eine zweite Spule (14a-14d; 26a-26h) gewickelt ist.

FIG 1

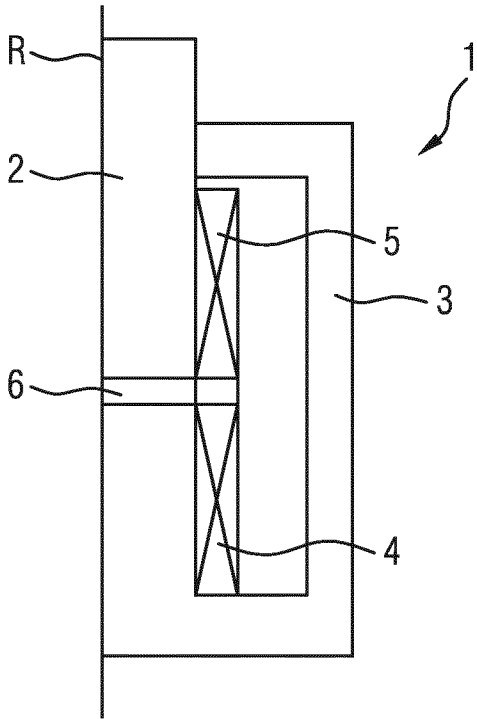


FIG 2

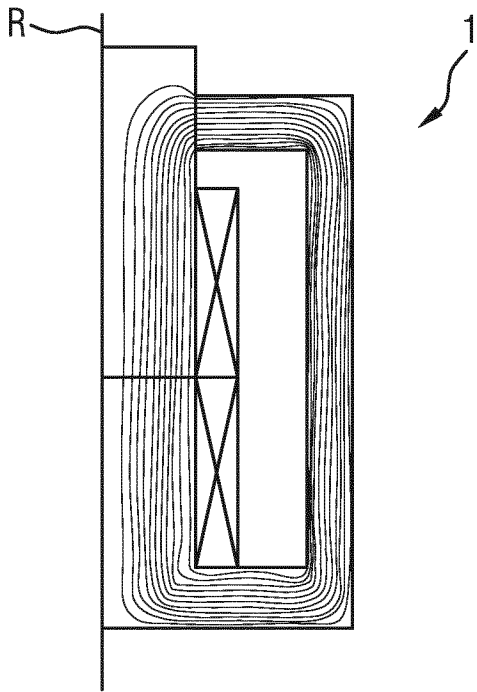


FIG 3

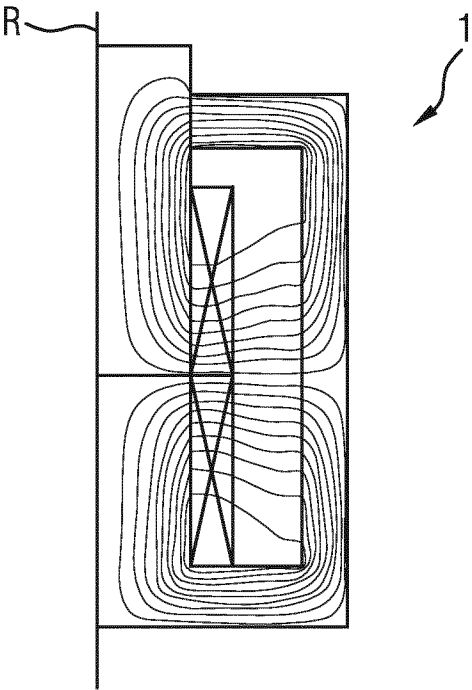


FIG 4

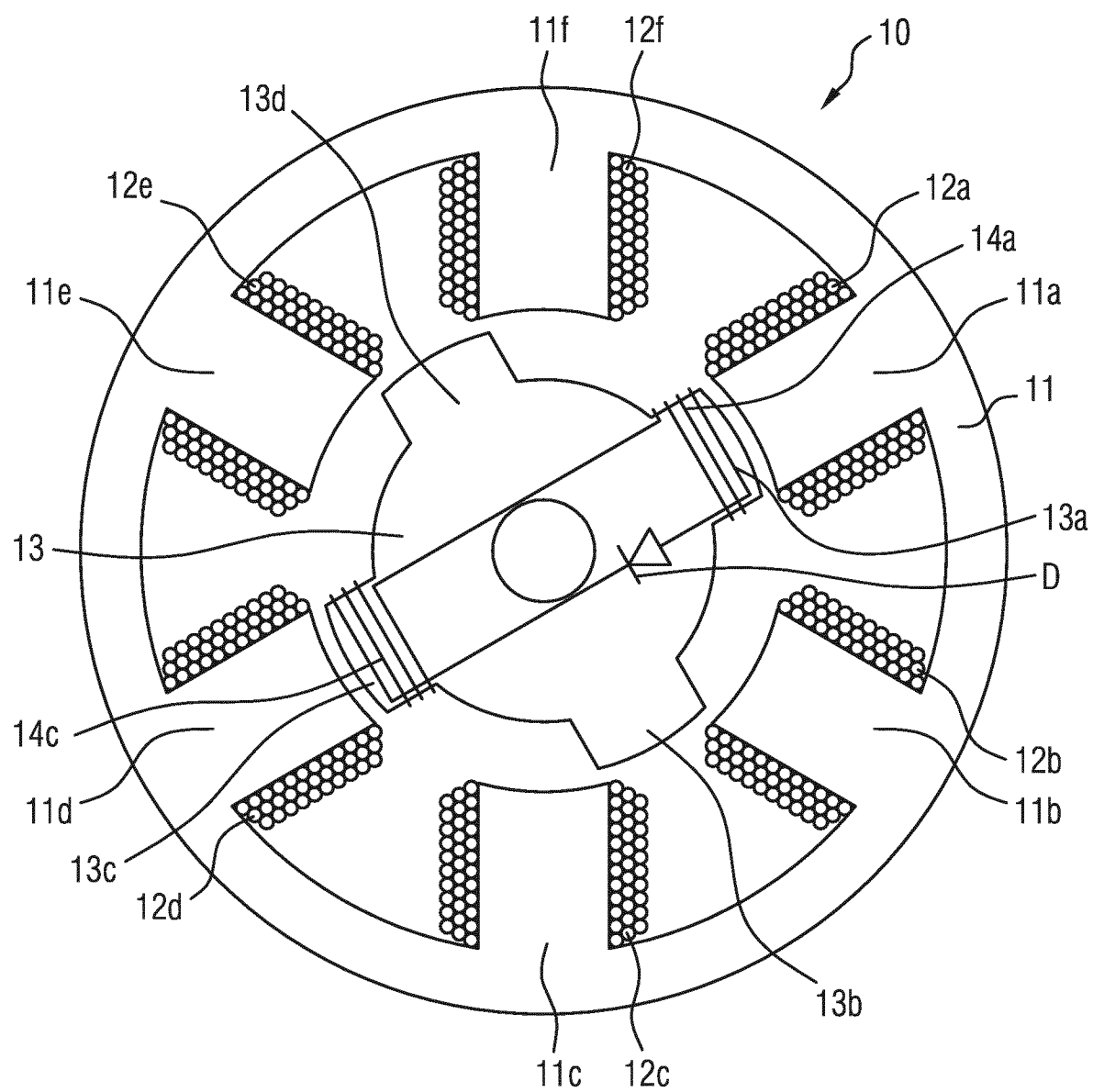
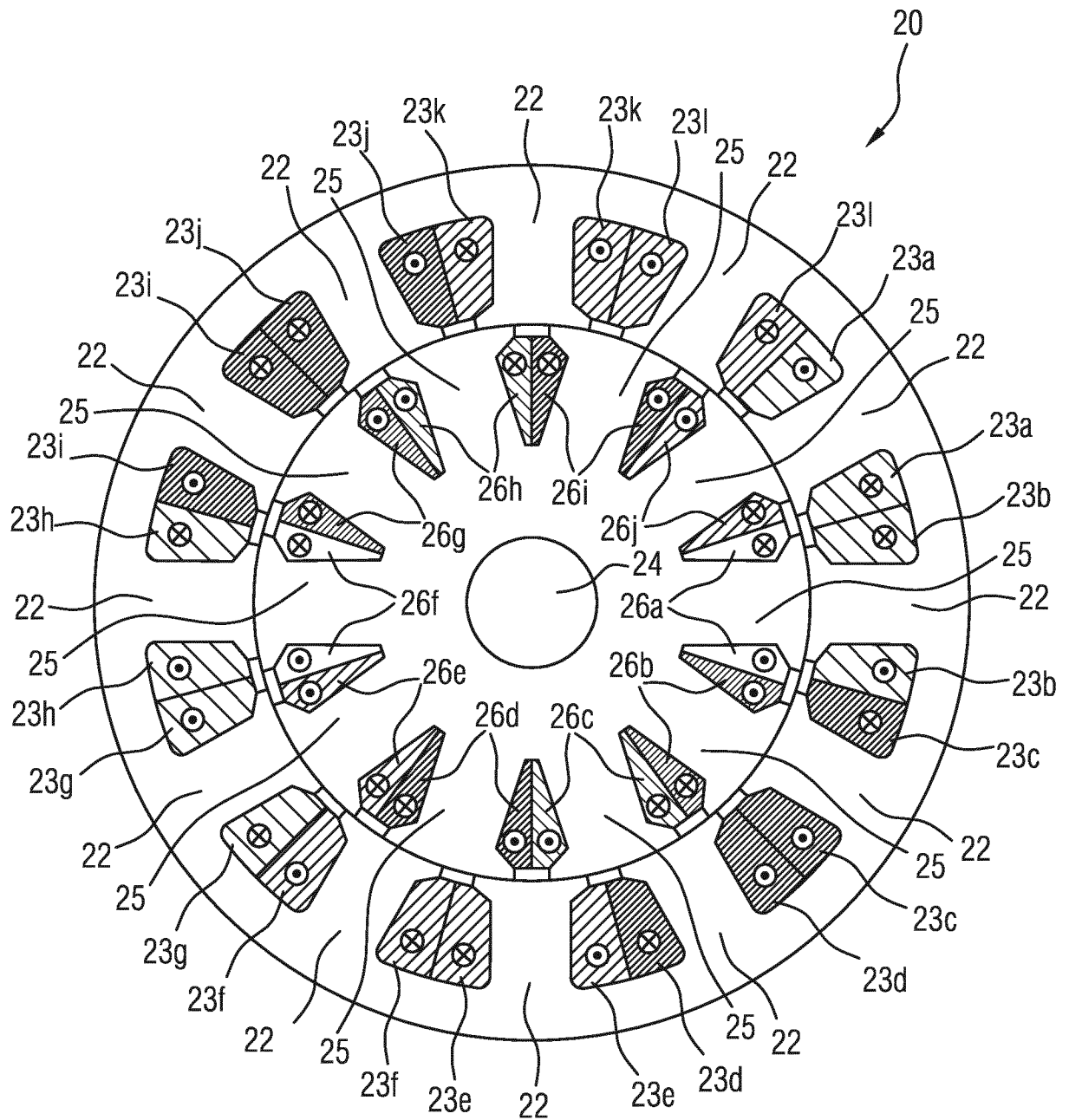
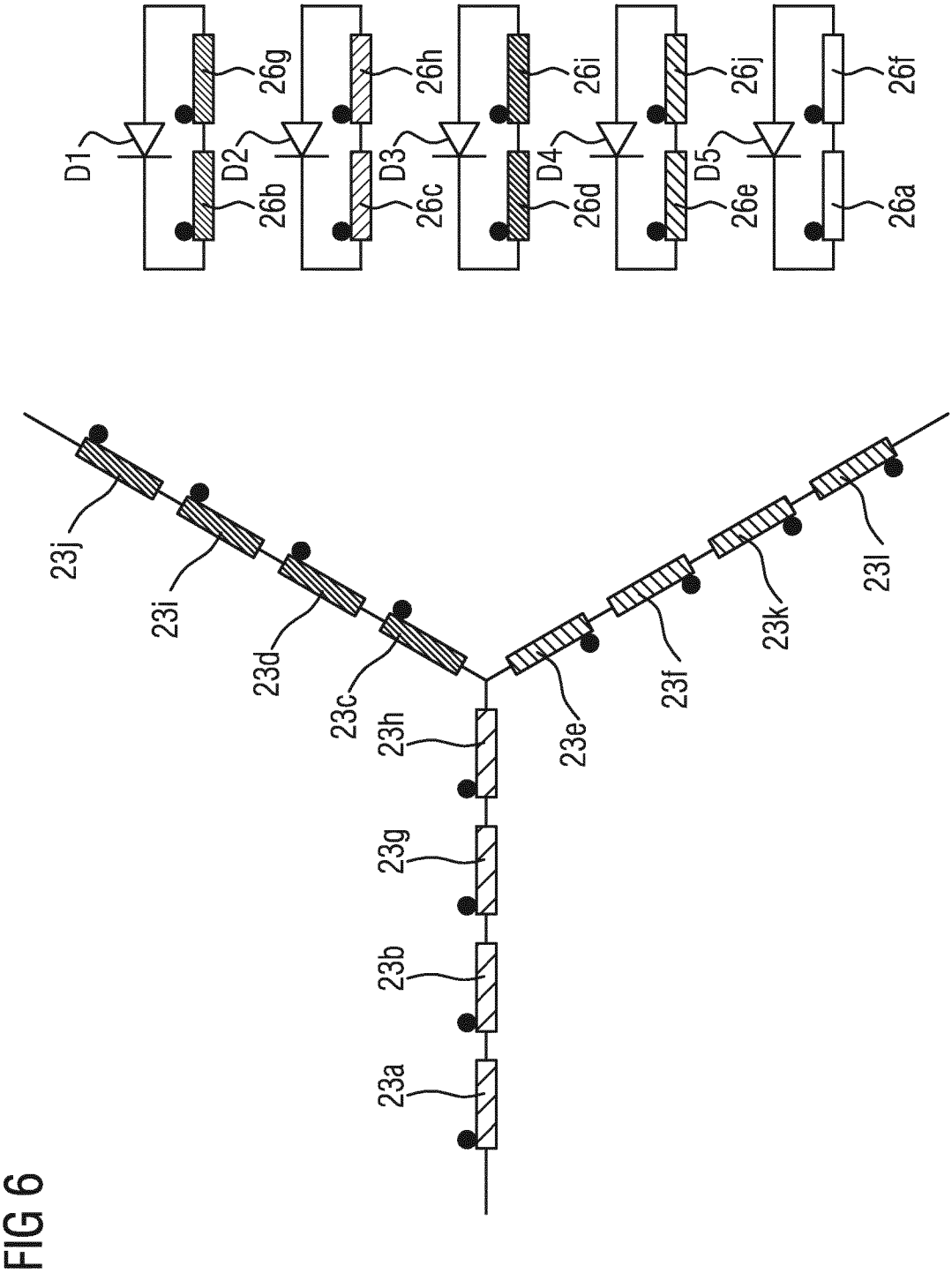


FIG 5





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/054213

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H02K19/12 H01F7/16 H01F7/06 H01F7/18 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) H02K H01F F01L		
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	EP 2 207 255 A1 (TOYOTA CHUO KENKYUSHO KK [JP]; TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]; TOYOTA JIDOSH) 14 July 2010 (2010-07-14) abstract; figures 1-3, 9-13 paragraphs [0021] - [0029]	1,3,4
Y	EP 1 507 271 A2 (JAPAN AE POWER SYSTEMS CORP [JP]; TECHNICAL CONSULTING TANIMIZU [JP]) 16 February 2005 (2005-02-16) abstract; figures 8, 9, 10, 13, 14 paragraphs [0068] - [0074]	2
Y	EP 1 479 879 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 24 November 2004 (2004-11-24) abstract; figures 1-4 paragraphs [0015], [0019] - [0024]	2
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "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) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "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 "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 "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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 24 June 2016		Date of mailing of the international search report 05/07/2016
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 Ganchev, Martin

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2016/054213**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see supplemental sheet

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

The International Searching Authority has found that the international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims 1, 3, 4

Apparatus having an electric motor, said device being used for achieving a delay in the demagnetization of the rotor.

2. Claim 2

Device comprising an armature of a magnetic actuator, which is used for achieving a delay in the demagnetization of the armature.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/054213

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2207255	A1	14-07-2010	CN 101874337 A 27-10-2010
			EP 2207255 A1 14-07-2010
			JP 5302527 B2 02-10-2013
			JP 2009112091 A 21-05-2009
			KR 20100087348 A 04-08-2010
			US 2010259136 A1 14-10-2010
			WO 2009057467 A1 07-05-2009

EP 1507271	A2	16-02-2005	CN 1585050 A 23-02-2005
			EP 1507271 A2 16-02-2005
			KR 20050019037 A 28-02-2005
			SG 109556 A1 30-03-2005
			US 2005057103 A1 17-03-2005

EP 1479879	A1	24-11-2004	DE 10321036 A1 25-11-2004
			DE 502004000098 D1 17-11-2005
			EP 1479879 A1 24-11-2004

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H02K19/12 H01F7/16 H01F7/06 H01F7/18
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

H02K H01F F01L

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	EP 2 207 255 A1 (TOYOTA CHUO KENKYUSHO KK [JP]; TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]; TOYOTA JIDOSH) 14. Juli 2010 (2010-07-14) Zusammenfassung; Abbildungen 1-3, 9-13 Absätze [0021] - [0029] -----	1,3,4
Y	EP 1 507 271 A2 (JAPAN AE POWER SYSTEMS CORP [JP]; TECHNICAL CONSULTING TANIMIZU [JP]) 16. Februar 2005 (2005-02-16) Zusammenfassung; Abbildungen 8, 9, 10, 13, 14 Absätze [0068] - [0074] -----	2
Y	EP 1 479 879 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 24. November 2004 (2004-11-24) Zusammenfassung; Abbildungen 1-4 Absätze [0015], [0019] - [0024] -----	2



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



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

24. Juni 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

05/07/2016

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

Ganchev, Martin

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☒ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.

3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.

4. ☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- ☐ Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- ☒ Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1, 3, 4

Vorrichtung mit einem Elektromotor, die dafür verwendet wird, eine Verzögerung der Entmagnetisierung des Rotors zu erreichen.

2. Anspruch: 2

Vorrichtung mit einem Anker eines Magnetaktors, die dafür verwendet wird, eine Verzögerung der Entmagnetisierung des Ankers zu erreichen.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/054213

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2207255	A1	14-07-2010	CN 101874337 A 27-10-2010
			EP 2207255 A1 14-07-2010
			JP 5302527 B2 02-10-2013
			JP 2009112091 A 21-05-2009
			KR 20100087348 A 04-08-2010
			US 2010259136 A1 14-10-2010
			WO 2009057467 A1 07-05-2009
EP 1507271	A2	16-02-2005	CN 1585050 A 23-02-2005
			EP 1507271 A2 16-02-2005
			KR 20050019037 A 28-02-2005
			SG 109556 A1 30-03-2005
			US 2005057103 A1 17-03-2005
EP 1479879	A1	24-11-2004	DE 10321036 A1 25-11-2004
			DE 502004000098 D1 17-11-2005
			EP 1479879 A1 24-11-2004