

(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  
23. Mai 2013 (23.05.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2013/072373 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
**H01F 38/18** (2006.01) **H02J 5/00** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/072633
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
14. November 2012 (14.11.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
20 2011 107 803.9  
14. November 2011 (14.11.2011) DE
- (71) Anmelder: **IGUS GMBH** [DE/DE]; Spicher Str. 1a,  
51147 Köln (DE).
- (72) Erfinder: **NEHRING, Harald**; Heckenweg 20a, 53229  
Bonn (DE). **HABERING, Richard**; Rosenstr. 31, 51143  
Köln (DE).
- (74) Anwalt: **LIPPERT, STACHOW & PARTNER**; Postfach  
30 02 08, 51412 Bergisch Gladbach (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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: INDUCTIVE ROTARY TRANSMITTER

(54) Bezeichnung : INDUKTIVER DREHÜBERTRAGER

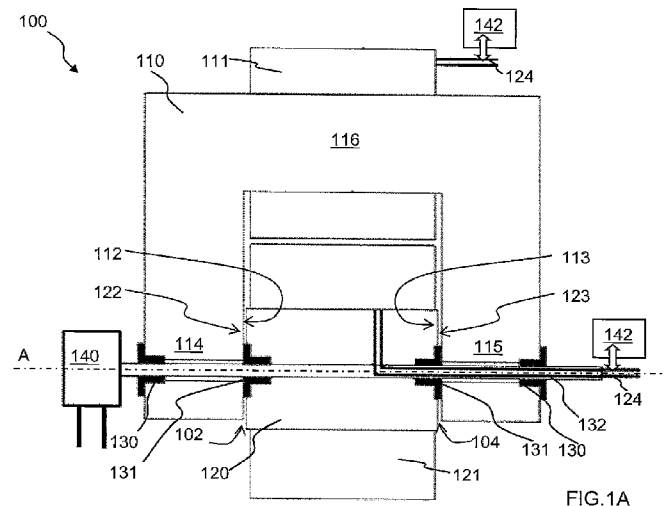


FIG. 1A

(57) Abstract: The invention relates to an inductive rotary transmitter (100; 200; 300) for transmitting electric energy and/or electric signals in a contactless manner, comprising a core with a first core part (110; 210; 310) and a second core part (120; 220; 320). One core part is stationary and the other core part can be rotated relative to the stationary core part about a rotational axis (A). Each core part is made of a magnetically permeable material and has at least one induction coil (111, 121; 211-1, 211-2, 221; 311-1...311-4, 321). According to the invention, the first core part (110; 210; 310) has two pole surfaces (112, 113; 212, 213) which are arranged perpendicular to the rotational axis, which face each other, and each of which is oppositely magnetized during operation. Additionally, the second core part (120; 220; 320) has two pole surfaces (122, 123; 222, 223) which are arranged perpendicular to the rotational axis, which face away from each other, and each of which lies axially opposite a corresponding pole surface of the first core part at one of the axially opposite end faces, thereby forming an air gap (102, 104; 202, 204). In this manner, the second core part (120; 220; 320) extends axially between the first core part pole surfaces (112, 113; 212, 213) which face each other.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2013/072373 A1



---

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

Ein induktiver Drehübertrager (100; 200; 300) zur berührungslosen Übertragung elektrischer Energie und/oder elektrischer Signale umfasst einen Kern mit einem ersten Kernteil (110; 210; 310) und einem zweiten Kernteil (120; 220; 320). Der eine Kernteil ist stationär und der andere Kernteil gegenüber dem stationären um eine Drehachse (A) rotierbar. Beide Kernteile sind aus einem magnetisch permeablen Material hergestellt und haben mindestens eine Induktionswicklung (111, 121; 211-1, 211-2, 221; 311-1...311-4, 321). Erfindungsgemäß ist einerseits vorgesehen, dass der erste Kernteil (110; 210; 310) zwei senkrecht zur Drehachse angeordnete und einander zugewandte Polflächen (112, 113; 212, 213) aufweist, welche im Betrieb jeweils magnetisch gegenpolig sind. Andererseits sieht die Erfindung vor, dass der zweite Kernteil (120; 220; 320) zwei senkrecht zur Drehachse angeordnete und voneinander abgewandte Polflächen (122, 123; 222, 223) aufweist, welche jeweils an einem der axial gegenüberliegenden, stirnseitigen Enden unter Bildung eines Luftspalts (102, 104; 202, 204) einer entsprechenden Polfläche des ersten Kernteils axial gegenüberliegen. Hierdurch wird erreicht, dass der zweite Kernteil (120; 220; 320) sich axial zwischen den einander zugewandten Polflächen (112, 113; 212, 213) des ersten Kernteils erstreckt.

5

**Induktiver Drehübertrager**

Die Erfindung betrifft einen induktiven Drehübertrager  
10 (Engl. „rotary transformer“) zur berührungslosen Übertragung  
elektrischer Energie und/oder elektrischer Signale zwischen  
relativ zueinander drehbaren Maschinen- oder Anlagenteilen.  
Die Erfindung betrifft insbesondere einen induktiven  
Drehübertrager mit einem zweiteiligen Kern, wobei ein  
15 Kernteil feststehend bzw. stationär und der andere Kernteil  
um eine Drehachse endlos drehbar bzw. rotierbar ist und  
jeder Kernteil jeweils aus einem magnetisch permeablen  
Material hergestellt ist und mindestens eine  
Induktionswicklung aufweist.

20 Induktive Drehübertrager, gelegentlich auch  
Drehtransformatoren, Rotierübertrager oder etwas  
unzutreffend kontaktlose Schleifringe genannt, sind aus dem  
Stand der Technik bekannt. Sie werden typischerweise gemäß  
einer von zwei verbreiteten Grundformen hergestellt. Eine  
25 der beiden Grundformen verwendet topfförmige Kernteile,  
welche sich mit ihren Polflächen bezüglich der Drehachse  
axial gegenüberliegen. Demnach verlaufen hierbei die  
Magnetfeldlinien im Wesentlichen axial durch den Luftspalt  
zwischen den Polflächen. Eine besondere Form eines  
30 derartigen induktiven Drehübertragers ist beispielsweise  
aus der internationalen Patentanmeldung WO 01/88931 bekannt.  
Bei diesem Drehübertrager weist zumindest einer der beiden  
topfförmigen Kernteile eine spezielle Form auf, welche es  
ermöglicht, die Drehstellung des drehbaren Kernteils zu  
35 bestimmen.

Bei der zweiten ebenfalls verbreiteten Grundform eines Drehübertragers liegen sich die beiden relativ zueinander drehbaren Kernteile als ringförmig ineinander gesetzte Ringe, ähnlich wie Wälzlagerschalen, mit ihren Polflächen radial gegenüber. Bei dieser Grundform ist der Verlauf der Magnetfeldlinien im ringförmigen Luftspalt somit im Wesentlichen radial zur Drehachse. Ein solcher Drehübertrager ist zur berührungslosen Energieübertragung, insbesondere für Hochspannungsanwendungen, beispielsweise aus der DE 10 2006 057 150 bekannt.

Eine eher ungewöhnliche Bauform eines Drehübertragers zur Übertragung von elektrischer Energie von stehenden auf drehende Maschinenteile ist aus der DE 103 14 282 bekannt. Hierbei liegen sich ein Stator mit Primärinduktionswicklung und ein Rotor mit Sekundärinduktionswicklung axial gegenüber, ohne dass jedoch die typische Topfform der ersten Grundform verwendet wird.

Berührungslos sind aus physikalischen Gründen nur relativ geringe Leistungsspektren übertragbar. Berührungslose Drehübertrager werden insbesondere für Anwendungen bevorzugt, die geringen Verschleiß, Wartungsfreiheit und/oder hohe Drehgeschwindigkeit fordern.

Handelsübliche Drehübertrager lassen sich nicht ohne Weiteres zuverlässig bei relativ niedrigen Frequenzen, insbesondere bei Netzfrequenz von etwa 50 Hz, einsetzen. Zur Verringerung des magnetischen Widerstands des unvermeidbaren Luftspalts werden bekannte Drehübertrager typisch mit Wechselspannungen hoher Frequenz, meist im Bereich von 20-30 kHz, betrieben. Dies erfordert entsprechende elektronische Frequenzumrichter, welche die Systemkosten erhöhen. Bekannte Drehübertrager, insbesondere deren Kernteile, sind zudem entsprechend der hohen Frequenz ausgelegt.

Hinzu kommt, dass aufgrund der Anordnungen bzw.

Durchführungen der Induktionswicklungen an beiden Kernteilen typischerweise eine gewisse Abhängigkeit der Ausgangsspannung von der Drehzahl und/oder ein Gegendrehmoment nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann.

- 5 Besonders bei niedrigeren Frequenzen, die nicht um mehrere Größenordnungen über dem nominalen Drehzahlbereich liegen, ist zudem oft eine besonders robuste mechanische Lagerung des Drehteils erforderlich, um unerwünschte Schwingungen bedingt durch Wechselwirkung zwischen der Drehbewegung und  
10 dem Wechselfeld zu vermeiden.

- Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es mithin, eine Bauform für einen induktiven Drehübertrager vorzuschlagen, welche die vorgenannten Nachteile zumindest teilweise überwindet. Insbesondere soll eine kostengünstige Lösung  
15 bereitgestellt werden, welche niedrigfrequente Wechselspannung zuverlässig und auch ohne elektronische Frequenzumsetzung mit möglichst geringen Verlusten überträgt.

- Bei einem gattungsgemäßen induktiven Drehübertrager wird  
20 diese Aufgabenstellung bereits dadurch gelöst, dass am ersten Kernteil zwei im Betrieb magnetisch gegenpolige Polflächen senkrecht zur Drehachse angeordnet und einander zugewandt sind. Am zweiten Kernteil sind zwei ebenfalls senkrecht zur Drehachse angeordnete, jedoch voneinander  
25 abgewandte Polflächen vorgesehen. Diese abgewandte Polflächen sind jeweils an einem der axial gegenüberliegenden bzw. stirnseitigen Enden des zweiten Kernteils so vorgesehen, dass jede der abgewandten Polflächen unter Bildung eines geringen Luftspalts jeweils  
30 einer entsprechenden Polfläche des ersten Kernteils axial gegenüberliegt. Demnach erstreckt sich der zweite Kernteil axial zwischen den einander zugewandten Polflächen des ersten Kernteils.

Jede geeignete Geometrie der Kernteile mit entsprechender Ausrichtung der Polflächen ermöglicht bereits die Vermeidung eines drehzahlabhängigen Frequenzverhaltens der Ausgangsspannung und unerwünschter Gegendrehmomente. Zudem wird in einfacher Bauweise eine effiziente Übertragung bei niedrigen Frequenzen ermöglicht. Welcher der beiden Kernteile endlos drehbar und welcher feststehend ist, d.h. ob der erste Kernteil steht und der zweite dreht, oder umgekehrt ist hierbei prinzipiell unerheblich.

10 In einer besonders einfachen Ausführung, weist der erste Kernteil mindestens einen Bügel auf, welcher zwei durch einen Stegbereich verbundene Schenkel hat, an deren Enden die einander zugewandten Polflächen ausgebildet sind. Diese Ausführung eignet sich insbesondere für geblechte Bauweise, welche kostengünstig und unlängst in der Trafo-Herstellung bewährt ist. Somit kann beispielsweise ein feststehender erster Kernteil in Bauweise ähnlich der eines U-Kernteils in einem UI-Trafokern hergestellt werden. Anstatt eines einzigen Bügels kann der erste Kernteil mehrere symmetrisch um die Drehachse angeordnete Bügel aufweisen, wobei an jedem Bügel, vorzugsweise am Stegbereich, eine jeweilige Induktionswicklung vorgesehen ist. Letztere Ausführung ermöglicht es, im Inneren der Bügel quer zur Drehachse zusätzlichen Bauraum insbesondere für die Induktionswicklung und/oder die magnetische Querschnittsfläche des zweiten Kernteils zu gewinnen. Durch Erhöhung der wirksamen magnetischen Querschnittsfläche am Luftspalt kann bspw. dessen magnetischer Widerstand insgesamt verringert werden.

Alternativ oder ergänzend kann zur Gewinnung von Bauraum in Radialrichtung, bei einem Kernteil, auch mit lediglich einem Bügel, die Abmessung der Schenkel in Richtung quer zur Drehachse deutlich größer sein als die Abmessung des Stegbereichs in Richtung Drehachse.

Obwohl für die Wirkweise physikalisch unerheblich ist, welcher der beiden Teile gegenüber dem Gestell der Anlage oder Maschine dreht oder fest steht, wird bevorzugt, dass der allgemein schwerer und größer bauende erste Kernteil stationär ist und somit der zweite Kernteil endlos drehbar gelagert ist. Der zweite Kernteil wird zweckmäßig unmittelbar am ersten Kernteil oder zumindest gegenüber diesem drehbar gelagert, vorzugsweise mittels elektrisch isolierenden Gleit- oder Wälzlager, insbesondere mittels aus Kunststoff gefertigten Drehlagern. Bevorzugt kann ein inneres Paar Wälzlager und ein äußeres Paar Gleitlager eingesetzt werden. Hierbei können die beiden inneren Wälzlager vorzugsweise zur Aufnahme von Axialkräften am rotierbaren Kernteil ausgeführt sein.

Zur Durchführung von Anschlussleitungen ist zweckmäßigerweise eine Hohlwelle drehfest am zweiten Kernteil angebracht, welche koaxial zur Drehachse verläuft und an mindestens einer der beiden einander zugewandten Polflächen durch den ersten Kernteil hindurch führt. In einer mechanisch einfachen Ausführung ist die Hohlwelle an beiden zugewandten Polflächen jeweils durch den ersten Kernteil hindurch nach Außen geführt ist und beidseitig am ersten Kernteil drehbar gelagert. Auch hierbei erfolgt die Drehlagerung vorzugsweise mittels elektrisch isolierenden Gleit- oder Wälzlager, insbesondere aus Kunststoff.

Zur zusätzlichen Übertragung weiterer Betriebsmedien, insbesondere Gasen und/oder Flüssigkeiten, kann an einem Ende der Hohlwelle eine Drehdurchführung zwischen den relativ zueinander drehbaren Maschinenteilen vorgesehen sein. Entsprechend kann die Hohlwelle auch mit einer optischen Drehdurchführung für optische Datenleitungen, etwa Glasfaserkabeln, ergänzt werden.

Zur kosteneffizienten Kombination elektrischer Daten- und

Energie-Übertragung kann ein erstes Trägerfrequenz-Modem an die Induktionswicklung des ersten Kernteils und ein zweites Trägerfrequenz-Modem an die Induktionswicklung des zweiten Kernteils angeschlossen sein. Hierdurch kann eine

5 Übertragung von Daten zwischen den relativ zueinander drehbaren Maschinen- bzw. Anlagenteilen unter Ausbildung einer Trägerfrequenzanlage, vorzugsweise mittels preiswerten und bewährten PowerLAN- bzw. Powerline-Bridges realisiert werden.

10 In zweckmäßiger und einfacher Gestaltung ist der zweite Kernteil technisch (d.h. nicht im strikt geometrischen Sinne) als Zylinderkörper ausgeführt, insbesondere mit Kreisrunder Basis, so dass das Magnetfeld innerhalb des zweiten Kernteils zwischen den voneinander abgewandten  
15 Polflächen stets näherungsweise, d.h. technisch parallel zur Drehachse verläuft. Zur Vermeidung von magnetisch bedingten bevorzugten Ausrichtungen und/oder Bremsmomenten kann der Zylinderkörper bzw. der zweite Kernteil aus einem spiralförmig aufgewickelten Transformatorblech hergestellt  
20 sein.

Vorzugsweise wird der Zylinderkörper bzw. der zweite Kernteil jedoch aus mindestens zwei Segmenten zusammengefügt, welche geometrisch „horizontalen Zylindersegmenten“ entsprechen. Mit anderen Worten, diese  
25 Segmente werden durch Schneiden eines Zylinderkörpers entlang einer oder mehrerer zur Längsachse parallel verlaufender Schnittebenen erzeugt. Dies ermöglicht es die Segmente jeweils aus mehreren parallel zur Drehachse angeordneten Platten aus Elektro- bzw. Transformatorblech  
30 herzustellen und so zu verwenden, dass im zusammengefügt Zylinderkörper die Platten, in Richtung senkrecht zur Drehachse gesehen, unterschiedlich ausgerichtet d.h. gegeneinander winkelfersetzt sind.

Die Erfindung betrifft auch die Verwendung eines induktiven Drehübertragers zur Übertragung von elektrischer Energie mit Wechselspannung bei einer Frequenz im Bereich von etwa 40-60Hz, insbesondere bei Netzfrequenz, da sie eben eine solche  
5 Übertragung ohne Frequenzumstellung in den kHz-Bereich dennoch mit bemerkenswertem Wirkungsgrad ermöglicht.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich, ohne Beschränkung des Schutzzumfangs, aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele anhand der  
10 beigefügten Figuren. Hierbei zeigen:

FIG.1A-1B: ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Drehübertragers in schematischer Seitenansicht (FIG.1A) und in Draufsicht entlang der Drehachse (FIG.1B);

15 FIG.2A-2B: ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Drehübertragers in schematischer Seitenansicht (FIG.2A) und in Draufsicht entlang der Drehachse (FIG.2B);

FIG.3: eine schematische Draufsicht entlang der Drehachse eines dritten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Drehübertragers;  
20

FIG.4: perspektivisch einen schematischen Querschnitt durch einen drehbaren Kernteil für einen Drehübertrager gemäß FIG.1-3, wobei der Kernteil aus einem spiralförmig gewickelten Transformatorblech hergestellt ist; und  
25

FIG.5: perspektivisch einen schematischen Querschnitt durch einen drehbaren Kernteil für einen Drehübertrager gemäß FIG.1-3, wobei der Kernteil aus mehreren Segmenten hergestellt ist, deren Kernbleche in Richtung senkrecht  
30

zur Drehachse unterschiedlich ausgerichtet sind.

In FIG.1A und FIG.1B ist ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Drehübertragers allgemein mit 100 bezeichnet. Der Drehübertrager 100 umfasst einen Kern zur Führung des magnetischen Felds ( $\Phi$ : nicht abgebildet), welcher im Wesentlichen aus einem ersten Kernteil 110 und einem zweiten Kernteil 120 besteht. Die beiden Kernteile 110, 120 des Kerns sind aus magnetisch hochpermeablen Material, beispielsweise aus ferromagnetischen Blechplatten, insbesondere aus Elektroblech, hergestellt. Die Kernteile 110, 120 und führen im Betrieb den magnetischen Kreis im Wesentlichen parallel zur Ebene gemäß FIG.1A in einem quasi geschlossenen Kreis. Der erste Kernteil 110 hat im Ausführungsbeispiel nach FIG.1A-1B eine U-förmige bzw. C-förmige Geometrie und stellt somit einen Bügel dar mit zwei Schenkeln 114, 115, die durch einen Stegbereich 116 verbunden sind. Der Stegbereich 116 des ersten Kernteils 110 ist mit einer ersten Induktionswicklung 111 aus einer geeigneten Zahl Induktionswindungen umgeben, welche durch Induktion das magnetische Feld erzeugen bzw. aufgrund des magnetischen Felds eine Spannung in der Induktionswicklung 111 induzieren.

Der zweite Kernteil 120 des ferromagnetischen Kerns ist stirnseitig durch zwei Luftspalte 102, 104 vom ersten Kernteil 110 getrennt und gegenüber diesem um eine Drehachse A endlos drehbar d.h. rotierbar angeordnet. Die Breite der Luftspalte 102, 104 ist so gering wie möglich gehalten vorzugsweise im Bereich von wenigen Zehntel Millimeter. Eine am zweiten Kernteil 120 befestigte und diesen umgebende weitere Induktionswicklung 121 ermöglicht die Übertragung elektrischer Energie und/oder elektrischer Signale von bzw. zur Induktionswicklung 111 am ersten Kernteil 110. Die elektromagnetische Kopplung zwischen beiden

Induktionswicklungen 111, 121 erfolgt somit grundsätzlich nach dem Prinzip eines Transformators mit Trafokern. Eine Spannungsumsetzung bzw. -transformation ist in der Regel nicht erwünscht, weshalb hier die Bezeichnung Drehübertrager  
5 bevorzugt wird. Die Funktion des zweiten Kernteils 120 entspräche jedoch bei einem Trafo mit UI-Bauform der des I-Teils.

Wie am besten aus FIG.1A ersichtlich, erstreckt sich der zweite Kernteil 120 axial entlang der Drehachse A zwischen  
10 den beiden Endbereichen der Schenkel 114, 115 des ersten Kernteils 110. Der zweite Kernteil 120 weist an seinen axial gegenüberliegenden bzw. stirnseitigen Enden entsprechend zwei voneinander abgewandte parallele Polflächen 122, 123 auf. Die beiden Polflächen 122, 123 verlaufen senkrecht zur  
15 Drehachse A an den stirnseitigen Enden des drehbaren zweiten Kernteils 120. Wie ferner am besten aus FIG.1A ersichtlich, liegen folglich diesen voneinander abgewandten Polflächen 122, 123 zwei einander zugewandte Polflächen 112, 113 an den Schenkeln 114, 115 des ersten Kernteils 110 gegenüber. Die  
20 einander zugewandten Polflächen 112, 113 des ersten Kernteils 110 sind somit ebenfalls senkrecht zu Drehachse A angeordnet.

Durch Feldeinkopplung parallel zur Drehachse A an den gegenpoligen Polflächen 112, 122 bzw. 113, 123 wird somit  
25 einerseits vermieden, dass Kräfte quer zur Drehachse A elektromagnetisch erzeugt werden. Insbesondere wird sichergestellt, dass bei der Drehung des zweiten Kernteils 120 Gegendrehmomente weitestgehend vermieden werden. Wie in FIG.1A-1B gezeigt, wird als zweiter Kernteil 120  
30 vorzugsweise ein Zylinderkörper, insbesondere ein näherungsweise kreiszylindrischer Körper verwendet, wodurch das Magnetfeld innerhalb des zweiten Kernteils 120 quasi vollständig parallel zur Drehachse A verläuft. Zudem wird durch das magnetische Feld an axial gegenüberliegenden

gegenpoligen Polflächen 112, 122 bzw. 113, 123 der zweite Kernteil 120 quasi selbsttätig zwischen den beiden Schenkeln 114, 115 des ersten Kernteils 110 zentriert, so dass die Breite der Luftspalte 102, 104 gleich bleibt.

- 5 Wie weiter aus FIG.1A-1B ersichtlich, erfolgt die mechanische Drehlagerung des rotierbaren zweiten Kernteils 120 unmittelbar am feststehenden ersten Kernteil 110. Die Drehlagerung erfolgt mittels elektrisch isolierenden bzw. galvanisch trennenden inneren und äußeren Drehlagern 130, 10 131, vorzugsweise aus Kunststoff. Zur drehbaren Lagerung ist weiter eine Hohlwelle 132 vorgesehen, an welcher der zweite Kernteil 120 koaxial und drehfest angebracht ist. Die Hohlwelle 132 ist durch die Lager 130, 131 drehbar gelagert, so dass ihre Längsachse auch die Drehachse A definiert.
- 15 In der Ausführung gemäß FIG.1A-1B wird eine stabile Lagerung auf einfache Weise dadurch gewährleistet, dass die Hohlwelle 132 durch beide Schenkel 114, 115 hindurch nach außen geführt ist und durch Drehlager 130, 131 beidseitig am ersten Kernteil 110 gelagert ist. Hierbei werden
- 20 vorzugsweise als äußere Drehlager zwei Gleitlager 130 eingesetzt und als inneres Paar zwei Wälzlager 131 eingesetzt, bspw. Kugellager. Die Drehlager 130, 131 sind jeweils aus Kunststoff. Das innere Paar Wälzlager 131 dient vorzugsweise zur Aufnahme axialer Kräfte. Der rotierbare
- 25 Kernteil 120 kann zudem durch Nuten in der Hohlwelle 132 zentriert werden. Die Hohlwelle 132 erlaubt auf einfache Weise das Durchführen von Anschlussleitungen, insbesondere der elektrischen Leitungen 124 der zweiten Induktionswicklung 121 auf den bzw. die drehbaren Maschinen-
- 30 oder Anlagenkomponenten.

Wie in FIG.1A gezeigt kann an einem Ende der Hohlwelle 132 eine Drehdurchführung bzw. Drehkopplung 140 angebracht werden, mittels welcher gasförmige und/oder flüssige

Betriebsmedien zwischen den relativ zueinander drehenden Vorrichtungskomponenten übertragen werden können. Die Bauweise solcher Drehdurchführungen ist an sich bekannt und demnach hier nicht näher erläutert.

- 5 Weiter kann, wie in FIG.1A schematisch gezeigt, an der Anschlussleitung 118, 124 jeder Induktionswicklung 111, 121 jeweils ein Trägerfrequenz-Modem 140 an sich bekannter Bauart vorgesehen werden zur Übertragung von Daten zwischen den relativ zueinander drehbaren Vorrichtungskomponenten.
- 10 Bei Verwendung des Drehübertragers 100 zur Übertragung von Netzspannung kann ohne Weiteres und auf kostengünstige Weise eine TFA nach dem sog. Powerline- oder PowerLAN Prinzip realisiert werden, etwa zum Datenaustausch mit Aktoren/Sensoren auf der/den drehenden
- 15 Vorrichtungskomponente(n).

FIG.2A-2B zeigen ein zweites Ausführungsbeispiel eines Drehübertragers, allgemein mit 200 bezeichnet. Bestandteile des Drehübertragers 200, deren Wirkweise bzw. Aufbau im Wesentlichen identisch zu jenen des Ausführungsbeispiels nach FIG.1A-1B ist, sind in FIG.2A-2B mit um hundert erhöhte

20 Bezugszeichen bezeichnet. Nachfolgend wird zur Vereinfachung nur der wesentliche Unterschied der beiden Ausführungsbeispiele erläutert.

Der Drehübertrager 200 weist einen feststehenden ersten

25 Kernteil 210 mit in der Ebene der FIG.2A in etwa rechteckiger Rahmenform auf. Der erste Kernteil 210 bildet demnach, wie in FIG.2B ersichtlich, zwei diametral gegenüberliegende Bügel aus mit jeweils zwei Schenkeln 214, 215 und einem Stegbereich 216-1, 216-2. An jedem der

30 Stegbereiche 216-1, 216-2 ist eine jeweilige Induktionswicklung 211-1, 211-2 vorgesehen. Hierdurch kann die erforderliche Induktionswindungszahl am jeweiligen Stegbereich 216-1, 216-2 im Wesentlichen halbiert werden,

wodurch im Inneren zusätzlicher Bauraum gewonnen wird, insbesondere für die Induktionswicklung 221 am drehbaren zweiten Kernteil 220. Dies ermöglicht bei Bedarf, insbesondere unter Beibehaltung einer vergleichbaren Kernquerschnittsfläche des zweiten Kernteils 220, die Verwendung einer Hohlwelle 232 mit größerem Innendurchmesser, etwa für zusätzliche Anschlussleitungen zwischen den relativ drehenden Vorrichtungskomponenten. Weitere Merkmale und Eigenschaften des Drehübertragers 200 entsprechen analog dem oben zu FIG.1A-1B Erläuterten.

In der Draufsicht nach FIG.3 ist schematisch beispielhaft ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Drehübertragers allgemein mit 300 bezeichnet. Zur weiteren Erhöhung des Induktionswicklungsraums um den drehbaren zweiten Kernteil 320 des magnetischen Kerns kann ein feststehender erster Kernteil auch mit vier kreuzförmig angeordneten Bügeln bzw. Stegbereichen 316-1 ... 316-4 und entsprechend vier feststehenden Induktionswicklungen 311-1 ... 311-4 vorgesehen werden. Auch andere, vorzugsweise rotationssymmetrische, Geometrien des ersten Kernteils sind möglich.

Bevor anhand der FIG.4 und FIG.5 mögliche Bauweisen des drehbaren zweiten Kernteils 120; 220; 320 näher erläutert werden, seien zunächst einige bemerkenswerte Vorteile und Wirkungen der vorgeschlagenen „Schenkelbauweise“ für einen Drehübertrager 100; 200; 300 erläutert.

Unerwünschte Schwingungen und Gegendrehmomente am drehbaren Kernteil 120; 220; 320 werden vor allem dadurch vermieden, dass die Geometrie beider Kernteile 110, 120; 210, 220; 310, 320 sicherstellt, dass die Feldlinien des Magnetfelds durch die beiden Luftspalte 102, 204; 202, 204 und auch durch den zweiten Kernteil 120; 220; 320 ausschließlich parallel zur Drehachse A verlaufen. Das Magnetfeld wird somit invariant

bezüglich der Drehstellung. Zudem wird der drehbare Kernteil 120; 220; 320 anhand der gegenpoligen Polflächenpaare, die sich parallel gegenüberliegen, 112-122, 113-123; 212-222; 213-223 in Axialrichtung mittig und im gleichen Abstand  
5 zwischen den beiden Schenkeln 114, 115; 214, 215 des ersten Kernteils 110; 210 gehalten. Versuche mit einem Prototyp konnten ohne weitere Leistungselektronik im Leistungsspektrum von 35 bis 140 Watt ein Wirkungsgrad von 85 % bis 88 % bei rein sinusförmiger Ausgangsspannung von  
10 zwischen 190 bis 220 V erzielen.

Somit lassen sich mit der vorgeschlagenen Schenkelbauweise nach dem Prinzip aus FIG.1-3 ohne Weiteres bei geringen Frequenzen, insbesondere unterhalb des kHz-Bereichs und bei Netzfrequenz, auch ohne zusätzliche Leistungselektronik mit  
15 hohem Wirkungsgrad elektrische Energie und/oder elektrische Datenübertragung erzielen. Aufgrund rein induktiver Kopplung ohne Frequenzumstellung mittels Leistungselektronik lässt sich auch anhand kostengünstiger, marktüblicher Trägerfrequenz-Modems, auch als sog. Bridges bezeichnet,  
20 eine Datenübertragung über den Drehübertrager realisieren. Versuche zeigten zudem, dass der vorgeschlagene Aufbau drehzahlunabhängig eine hohe Spannungsstabilität am Ausgang gewähren kann. Zudem lässt sich die vorgeschlagene Bauweise mit erprobten, verhältnismäßig günstigen  
25 Herstellungsverfahren für Transformatorkerne realisieren.

Es ist demnach wünschenswert den ersten Kernteil 110; 210; 310 aus einem Blechpaket mit einer Vielzahl hochpermeabler Elektrobleche, bspw. in U-Form und parallel zur Ebene der FIG.1A oder FIG.2A gestapelt, herzustellen. Die geblechte  
30 Bauweise ist kostengünstig und demnach zur Vermeidung von Wirbelströmen auch beim zweiten Kernteil 110; 210; 310 sinnvoll. In der Praxis lässt sich bei Verwendung einfacher quaderförmiger Blechpakete als zweiten Kernteil 110; 210; 310 ein deutliches und unerwünschtes „Einrastverhalten“

erkennen. Die Blechplatten bzw. Lamellen eines so hergestellten zweiten Kernteils 120; 220; 320 bevorzugen die Ausrichtung parallel zu denen im ersten Kernteil 110; 210; 310. Derartiges unerwünschtes Einrastverhalten während der  
5 Endlosdrehung des zweiten Kernteils 120; 220; 320 lässt sich durch Verwendung einer der beiden in FIG.4 und FIG.5 gezeigten Bauweisen vermeiden.

FIG.4 zeigt einen Abschnitt eines im Wesentlichen kreiszyindrisch geformten Kernteils, allgemein mit 420  
10 bezeichnet. Dieser ist speziell zur Verwendung als drehbarer Kernteil 120; 220; 320 in einem Drehübertrager 100; 200; 300 gemäß FIG.1-3 gestaltet. Der Kernteil 420 gemäß FIG.4 besteht aus einem spiralförmig aufgewickelten Blechband 450, welches zur Isolierung gegen Wirbelströme zumindest  
15 einseitig mit einer Isolierschicht, beispielsweise aus Backlack, versehen ist. Das permeable Blechband 450 aus Elektroblech kann beispielsweise unmittelbar auf der Hohlwelle 132; 232; 332 (nicht gezeigt in FIG.4) aufgewickelt werden. Anschließend an das Aufwickeln wird das  
20 Blechband 450 durch Erhitzen, vorzugsweise anhand der zugleich als Kleber wirkenden Isolierschicht zu einer einheitlich zylinderförmigen Gestalt verklebt. Anschließend kann außen auf dem Kernteil 420 eine Isolierschicht gegen die entsprechende Induktionswicklung 121; 221; 321  
25 aufgebracht werden. Aufbau und Herstellung des Kernteils 420 sind somit ähnlich zu dem eines aufgewickelten Ringkerns aus Transformatorblech für einen Ringkerntrafo. Der Kernteil 420 ist im Querschnitt im Wesentlichen rotationssymmetrisch aufgebaut und weist daher bei Rotation um die Drehachse A  
30 ein invariantes Verhalten auf d.h. besitzt keine bevorzugte Ausrichtung im Magnetfeld eines in geblechter Bauweise hergestellten ersten Kernteils 110; 210; 310 gemäß FIG.1-3.

FIG.5 zeigt eine bevorzugte Variante zur Herstellung eines drehbaren Kernteils 520 für einen Drehübertrager 100; 200;

300 gemäß FIG.1-3. Der Kernteil 520 nach FIG.5 ist ebenfalls im Wesentlichen mit einer kreiszylinderförmigen Kontur gestaltet. Der Kernteil 520 ist aus vier Segmenten 551, 552, 553, 554 zusammengefügt. Jedes Segment 551, 552, 553, 554 besteht aus einer Vielzahl miteinander verklebter Lamellen oder Platten 550 aus hochpermeablem Elektroblech, welche mit ihrer Längsrichtung parallel zur Drehachse A verlaufen. In Richtung quer zur Drehachse A sind die Platten 550 der Segmente 551, 552, 553, 554 paarweise gegeneinander winkelfersetzt bzw. unterschiedlich ausgerichtet. In der Ausführung gemäß FIG.5 sind entsprechend der Verwendung von vier Kernsegmenten, die paarweise unterschiedlich ausgerichtet sind, die Platten 550 jeweils um 90° gegeneinander gedreht unterschiedlich ausgerichtet.

Alternativ zu der beispielhaft in FIG.5 gezeigten Ausführung sind auch andere Ausrichtungswinkel und/oder andere Anzahlen an Segmenten zur Vermeidung einer präferenziellen Ausrichtung des drehbaren Kernteils 520 möglich. Als mögliches Herstellungsverfahren für einen Kernteil 520 gemäß FIG.5 kann ein auf herkömmliche Weise gefertigtes in etwa quaderförmiges Blechpaket durch geeignetes Bearbeiten zu einem Hohlzylinder umgeformt und anschließend in Längsrichtung in vier gleiche Segmente geviertelt werden. Zum Winkelversatz werden zwei diametral gegenüberliegende entsprechend erzeugte Segmente durch Kippen um 180° und Drehen, wie in FIG.5 gezeigt, wieder an die beiden anderen Segmente angefügt. Das Fügen erfolgt beispielsweise durch geeignete Verklebung. Praktische Versuche zeigten mit einer Ausführung gemäß FIG.5 eine geringere Erwärmung und demnach höheren Wirkungsgrad als mit einer Ausführung gemäß FIG.4.

Auch andere Bauweisen zur Herstellung bzw. Geometrien eines drehbaren Kernteils 120; 220; 320 und auch des feststehenden Kernteils 110; 110; 310 sind jedoch im Rahmen der vorliegenden Erfindung ohne Weiteres verwendbar.

5

**Induktiver Drehübertrager****Bezugzeichenliste****FIG.1A-1B**

- 10 100 Drehübertrager  
102, 104 Luftspalt  
110 erster Kernteil (stationär)  
111 Induktionswicklung  
112, 113 zugewandte Polflächen  
15 114, 115 Schenkel  
116 Stegbereich  
118 Anschlussleitung  
120 zweiter Kernteil (rotierbar)  
121 Induktionswicklung  
20 122, 123 abgewandte Polflächen  
124 Anschlussleitung  
130, 131 Drehlager  
132 Hohlwelle  
140 Drehdurchführung  
25 142 Trägerfrequenz-Modem  
A Drehachse

**FIG.2A-2B**

- 200 Drehübertrager  
30 202, 204 Luftspalt  
210 erster Kernteil (stationär)  
211-1, 211-2 Induktionswicklung  
212, 213 zugewandte Polflächen  
35 214, 215 Schenkel  
216-1, 216-2 Stegbereich

- 218 Anschlussleitung
- 220 zweiter Kernteil (rotierbar)
- 221 Induktionswicklung
- 222, 223 abgewandte Polflächen
- 5 224 Anschlussleitung
- 230, 231 Drehlager
- 232 Hohlwelle
- 240 Drehdurchführung
- A Drehachse

10

**FIG. 3**

- 300 Drehübertrager
- 310 erster Kernteil (stationär)
- 311-1... 311-4 Induktionswicklung
- 15 316-1... 316-4 Stegbereich
- 320 zweiter Kernteil (rotierbar)
- 321 Induktionswicklung

**FIG. 4**

- 20 420 Kernteil
- 450 Kernblech
- A Drehachse

**FIG. 5**

- 25 520 Kernteil
- 550 Platen
- 551, 552, 553, 554 Segmente
- A Drehachse

5

**Induktiver Drehübertrager****Patentansprüche**

- 10 1. Induktiver Drehübertrager (100; 200; 300)  
zur berührungslosen Übertragung elektrischer Energie  
und/oder elektrischer Signale zwischen relativ zueinander  
drehbaren Maschinen- oder Anlagenteilen, umfassend einen  
Kern mit einem ersten Kernteil (110; 210; 310) und einem  
15 zweiten Kernteil (120; 220; 320), wobei ein Kernteil  
stationär und der andere Kernteil gegenüber dem  
stationären Kernteil um eine Drehachse (A) rotierbar ist,  
beide Kernteile jeweils aus einem magnetisch permeablen  
Material hergestellt sind und beide Kernteile mindestens  
20 eine Induktionswicklung (111, 121; 211-1, 211-2, 221;  
311-1...311-4, 321) aufweisen,  
  
dadurch gekennzeichnet, dass  
  
der erste Kernteil (110; 210; 310) zwei senkrecht zur  
Drehachse (A) angeordnete und einander zugewandte  
25 Polflächen (112, 113; 212, 213) aufweist, welche im  
Betrieb jeweils magnetisch gegenpolig sind, und  
  
der zweite Kernteil (120; 220; 320) zwei senkrecht zur  
Drehachse angeordnete und voneinander abgewandte  
Polflächen (122, 123; 222, 223) aufweist, welche jeweils  
30 an einem der axial gegenüberliegenden, stirnseitigen  
Enden unter Bildung eines Luftspalts (102, 104; 202, 204)  
einer entsprechenden Polfläche des ersten Kernteils axial  
gegenüberliegen, so dass der zweite Kernteil (120; 220;  
320) sich axial zwischen den einander zugewandten  
35 Polflächen (112, 113; 212, 213) des ersten Kernteils

erstreckt.

2. Drehübertrager nach einem der vorstehenden Ansprüche  
dadurch gekennzeichnet, dass der erste  
Kernteil mindestens einen Bügel umfasst, welcher zwei  
5 durch einen Stegbereich (116) verbundene Schenkel (114,  
115) aufweist an deren Enden die einander zugewandte  
Polflächen (112, 113) ausgebildet sind.
3. Drehübertrager nach Anspruch 2, dadurch  
gekennzeichnet, dass der erste Kernteil (210;  
10 310) mehrere symmetrisch um die Drehachse (A) angeordnete  
Bügel aufweist, wobei an jedem Bügel, vorzugsweise am  
Stegbereich (216-1, 216-2; 316-1... 316-4), jeweils eine  
Induktionswicklung (211-1, 211-2; 311-1... 311-4)  
vorgesehen ist.
- 15 4. Drehübertrager nach Anspruch 2, dadurch  
gekennzeichnet, dass der erste Kernteil (110)  
lediglich einen Bügel aufweist und die Abmessung der  
Schenkel (115, 116) quer zur Drehachse (A) größer ist als  
die Abmessung des Stegbereichs (116) in Richtung  
20 Drehachse.
5. Drehübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 4  
dadurch gekennzeichnet, dass der erste  
Kernteil stationär (110; 210; 310) ist und der zweite  
Kernteil (120; 220; 320) am ersten Kernteil drehbar  
25 gelagert ist, vorzugsweise mittels elektrisch  
isolierenden Gleit- oder Wälzlagern, insbesondere mittels  
Drehlagern aus Kunststoff (130, 131; 230, 231).
6. Drehübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 5  
dadurch gekennzeichnet, dass eine Hohlwelle  
30 (132; 232) zur Durchführung von Anschlussleitungen (124;  
224) drehfest am zweiten Kernteil (120; 220) angebracht  
ist, wobei die Hohlwelle koaxial zur Drehachse (A)

verläuft und an mindestens einer der beiden einander zugewandten Polflächen (112, 113; 212, 213) durch den ersten Kernteil (110, 210) hindurch geführt ist.

- 5 7. Drehübertrager nach Anspruch 6 dadurch gekennzeichnet, dass die Hohlwelle (132; 232) an beiden zugewandten Polflächen (112, 113; 212, 213) jeweils durch den ersten Kernteil (110, 210) hindurch nach Außen geführt ist und beidseitig am ersten Kernteil drehbar gelagert ist, vorzugsweise mittels elektrisch  
10 isolierenden Gleit- oder Wälzlagern, insbesondere mittels Drehlagern aus Kunststoff (130, 131; 230, 231).
- 15 8. Drehübertrager nach Anspruch 6 oder 7 dadurch gekennzeichnet, dass an einem Ende der Hohlwelle (132; 232) eine Drehdurchführung (140; 240) zur Übertragung von Gasen und/oder Flüssigkeiten zwischen den relativ zueinander drehbaren Maschinen- oder Anlagenteilen vorgesehen ist.
- 20 9. Drehübertrager nach einem der vorstehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass ein erstes Trägerfrequenz-Modem (142) an die Induktionswicklung (111) des ersten Kernteils und ein zweites Trägerfrequenz-Modem (142) an die Induktionswicklung (121) des zweiten Kernteils angeschlossen ist, zur  
25 Übertragung von Daten zwischen den relativ zueinander drehbaren Maschinen- oder Anlagenteilen, insbesondere unter Ausbildung einer Trägerfrequenzanlage, vorzugsweise einer PowerLAN- bzw. Powerline-Anlage.
- 30 10. Drehübertrager nach einem der vorstehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Kernteil (120; 220; 320) als Zylinderkörper (420; 520) ausgeführt ist, so dass das Magnetfeld innerhalb des zweiten Kernteils zwischen den voneinander abgewandten Polflächen (122, 123; 222, 223) stets näherungsweise

parallel zur Drehachse (A) verläuft.

5 11. Drehübertrager nach Anspruch 10 dadurch gekennzeichnet, dass der Zylinderkörper (420) aus einem spiralförmig aufgewickelten Transformatorblech (450) hergestellt ist.

10 12. Drehübertrager nach Anspruch 10 dadurch gekennzeichnet, dass der Zylinderkörper (520) aus mindestens zwei Segmenten (551, 552, 553, 554) zusammen gefügt ist, welche jeweils aus mehreren parallel zur Drehachse (A) angeordneten Platten (550) aus Transformatorblech hergestellt sind, wobei im zusammengefügteten Zylinderkörper (520) die Platten der mindestens zwei Segmente in Richtung senkrecht zur Drehachse (A) unterschiedlich ausgerichtet sind.

15

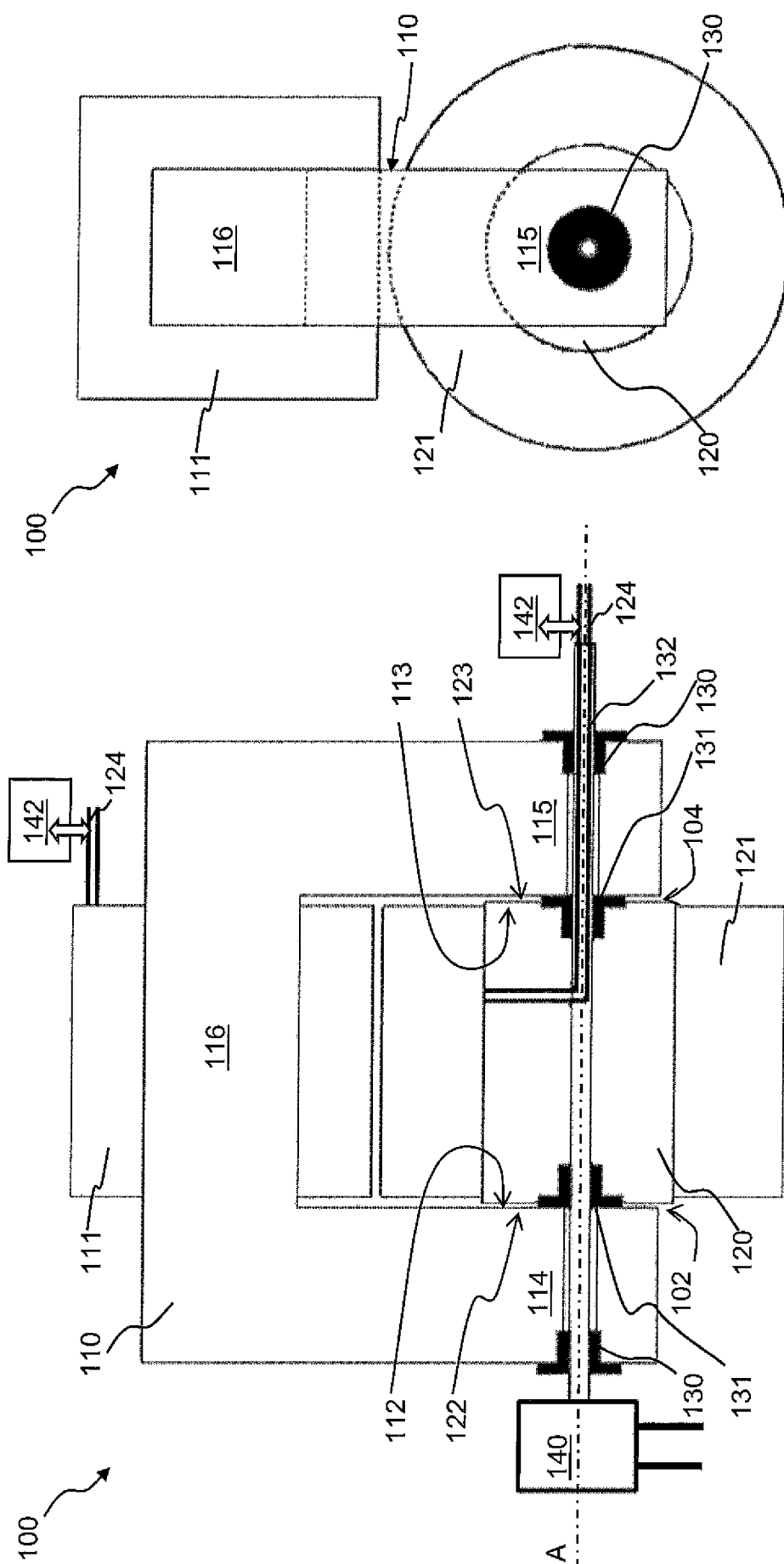


FIG. 1B

FIG. 1A

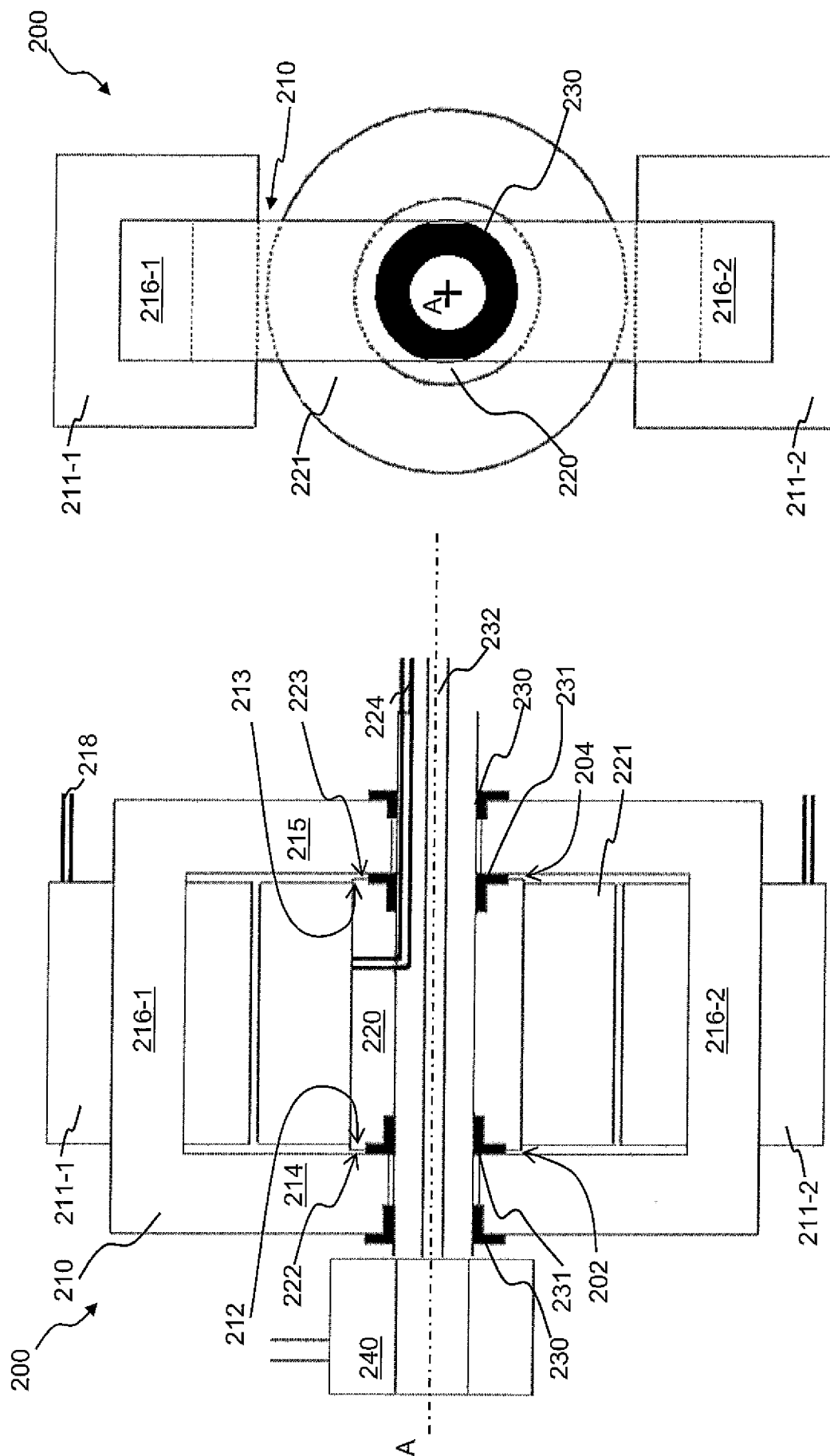


FIG. 2B

FIG. 2A

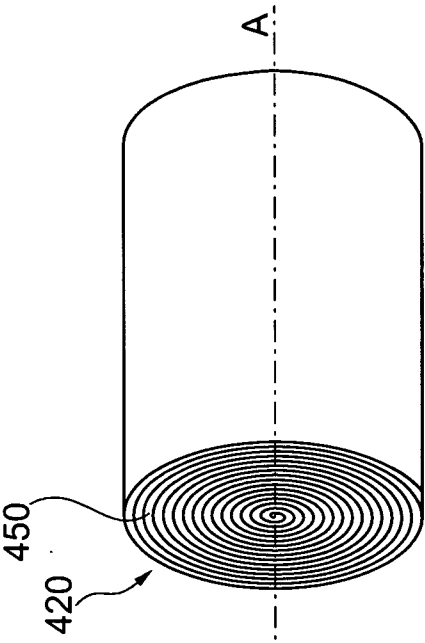


Fig. 4

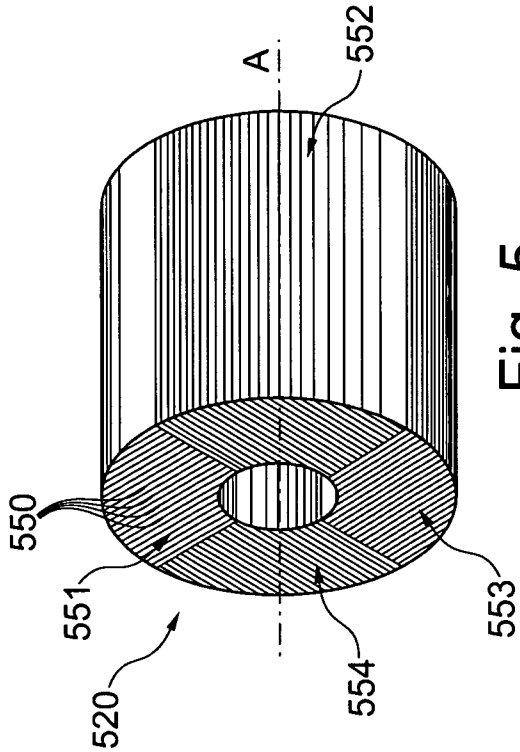


Fig. 5

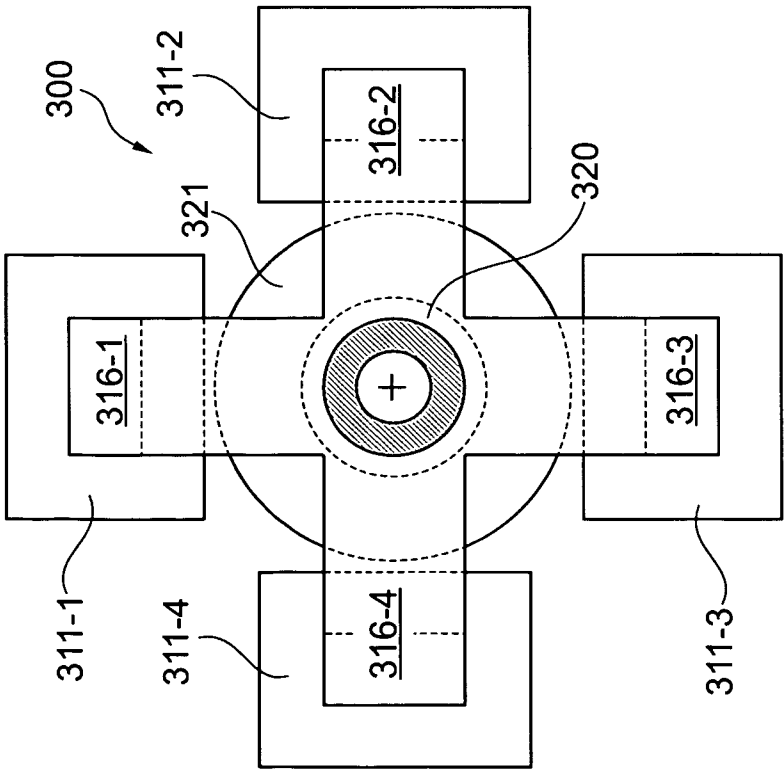


Fig. 3

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/072633

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01F38/18 H02J5/00  
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)

H01F

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         | WO 2010/081654 A1 (ROLLS ROYCE PLC [GB];<br>LANGLEY FELIX LAWRENCE [GB]; CHONG ELLIS<br>FUL HEN) 22 July 2010 (2010-07-22)<br>abstract<br>page 12, line 23 - page 13, line 24;<br>figure 6<br>page 8, line 25 - page 11, line 25;<br>figures 3-5<br>page 15, lines 3-12<br>----- | 1-4,9                   |
| X         | GB 2 183 102 A (ASPDEN HAROLD; MUMFORD<br>FRANCIS JAMES) 28 May 1987 (1987-05-28)<br>abstract; figures 1-4<br>page 2, lines 51-92<br>page 2, lines 118-130<br>-----                                                                                                              | 1-4,6,<br>10,11<br>8,12 |
| Y         | -----<br>-/-                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |



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

30 January 2013

Date of mailing of the international search report

11/02/2013

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

Reder, Michael

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2012/072633

| C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT |                                                                                                                         |                       |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Category*                                            | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                      | Relevant to claim No. |
| X                                                    | US 5 059 876 A (SHAH EMANUEL E [US])<br>22 October 1991 (1991-10-22)                                                    | 1,2,4,<br>10,11       |
| Y                                                    | abstract; figures 1d,3,4<br>column 11, line 20 - column 12, line 55<br>column 13, line 26 - column 14, line 13<br>----- | 12                    |
| X                                                    | US 3 531 749 A (TVETER RICHARD S ET AL)<br>29 September 1970 (1970-09-29)                                               | 1,10,11               |
| Y                                                    | column 2, line 53 - column 3, line 21;<br>figures 1-4<br>-----                                                          | 12                    |
| X                                                    | US 3 441 886 A (TVETER RICHARD S)<br>29 April 1969 (1969-04-29)                                                         | 1,5-7                 |
| Y                                                    | column 2, line 22 - column 3, line 7;<br>figures 1-3<br>-----                                                           | 8                     |
| X                                                    | JP 8 222459 A (YASKAWA ELECTRIC CORP;<br>AOYAMA YOSHIO) 30 August 1996 (1996-08-30)                                     | 1,6,10                |
| Y                                                    | paragraph [0011]; figure 5<br>paragraph [0012]; figure 6<br>-----                                                       | 8                     |
| Y                                                    | US 2 962 679 A (STRATTON JERRY L)<br>29 November 1960 (1960-11-29)                                                      | 12                    |
|                                                      | column 2, line 69 - column 4, line 16;<br>figures 2e,2i<br>-----                                                        |                       |
| Y                                                    | US 2 468 786 A (SEALEY WILLIAM C ET AL)<br>3 May 1949 (1949-05-03)                                                      | 12                    |
|                                                      | figures 1-4<br>column 1, lines 1-5<br>column 2, line 5 - column 3, line 28<br>-----                                     |                       |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/072633

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date         |
|-------------------------------------------|---------------------|----------------------------|-----------------------------|
| WO 2010081654                             | A1                  | 22-07-2010                 | EP 2377133 A1 19-10-2011    |
|                                           |                     |                            | US 2011285491 A1 24-11-2011 |
|                                           |                     |                            | WO 2010081654 A1 22-07-2010 |
| GB 2183102                                | A                   | 28-05-1987                 | NONE                        |
| US 5059876                                | A                   | 22-10-1991                 | NONE                        |
| US 3531749                                | A                   | 29-09-1970                 | NONE                        |
| US 3441886                                | A                   | 29-04-1969                 | NONE                        |
| JP 8222459                                | A                   | 30-08-1996                 | JP 3724516 B2 07-12-2005    |
|                                           |                     |                            | JP 8222459 A 30-08-1996     |
| US 2962679                                | A                   | 29-11-1960                 | NONE                        |
| US 2468786                                | A                   | 03-05-1949                 | NONE                        |

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. H01F38/18 H02J5/00  
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 H01F

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          | WO 2010/081654 A1 (ROLLS ROYCE PLC [GB];<br>LANGLEY FELIX LAWRENCE [GB]; CHONG ELLIS<br>FUL HEN) 22. Juli 2010 (2010-07-22)<br>Zusammenfassung<br>Seite 12, Zeile 23 - Seite 13, Zeile 24;<br>Abbildung 6<br>Seite 8, Zeile 25 - Seite 11, Zeile 25;<br>Abbildungen 3-5<br>Seite 15, Zeilen 3-12<br>----- | 1-4,9              |
| X          | GB 2 183 102 A (ASPDEN HAROLD; MUMFORD<br>FRANCIS JAMES) 28. Mai 1987 (1987-05-28)                                                                                                                                                                                                                        | 1-4,6,<br>10,11    |
| Y          | Zusammenfassung; Abbildungen 1-4<br>Seite 2, Zeilen 51-92<br>Seite 2, Zeilen 118-130<br>-----<br>-/-                                                                                                                                                                                                      | 8,12               |



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 er-  
scheinen 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

30. Januar 2013

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

11/02/2013

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

Reder, Michael

| C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN |                                                                                                                                                                   |                    |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Kategorie*                                            | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                                                | Betr. Anspruch Nr. |
| X                                                     | US 5 059 876 A (SHAH EMANUEL E [US])<br>22. Oktober 1991 (1991-10-22)                                                                                             | 1,2,4,<br>10,11    |
| Y                                                     | Zusammenfassung; Abbildungen 1d,3,4<br>Spalte 11, Zeile 20 - Spalte 12, Zeile 55<br>Spalte 13, Zeile 26 - Spalte 14, Zeile 13<br>-----                            | 12                 |
| X                                                     | US 3 531 749 A (TVETER RICHARD S ET AL)<br>29. September 1970 (1970-09-29)                                                                                        | 1,10,11            |
| Y                                                     | Spalte 2, Zeile 53 - Spalte 3, Zeile 21;<br>Abbildungen 1-4<br>-----                                                                                              | 12                 |
| X                                                     | US 3 441 886 A (TVETER RICHARD S)<br>29. April 1969 (1969-04-29)                                                                                                  | 1,5-7              |
| Y                                                     | Spalte 2, Zeile 22 - Spalte 3, Zeile 7;<br>Abbildungen 1-3<br>-----                                                                                               | 8                  |
| X                                                     | JP 8 222459 A (YASKAWA ELECTRIC CORP;<br>AOYAMA YOSHIO)<br>30. August 1996 (1996-08-30)                                                                           | 1,6,10             |
| Y                                                     | Absatz [0011]; Abbildung 5<br>Absatz [0012]; Abbildung 6<br>-----                                                                                                 | 8                  |
| Y                                                     | US 2 962 679 A (STRATTON JERRY L)<br>29. November 1960 (1960-11-29)<br>Spalte 2, Zeile 69 - Spalte 4, Zeile 16;<br>Abbildungen 2e,2i<br>-----                     | 12                 |
| Y                                                     | US 2 468 786 A (SEALEY WILLIAM C ET AL)<br>3. Mai 1949 (1949-05-03)<br>Abbildungen 1-4<br>Spalte 1, Zeilen 1-5<br>Spalte 2, Zeile 5 - Spalte 3, Zeile 28<br>----- | 12                 |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/072633

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |    | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie |               |  | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|----|-------------------------------|-----------------------------------|---------------|--|-------------------------------|
| WO 2010081654                                      | A1 | 22-07-2010                    | EP                                | 2377133 A1    |  | 19-10-2011                    |
|                                                    |    |                               | US                                | 2011285491 A1 |  | 24-11-2011                    |
|                                                    |    |                               | WO                                | 2010081654 A1 |  | 22-07-2010                    |
| -----                                              |    |                               |                                   |               |  |                               |
| GB 2183102                                         | A  | 28-05-1987                    | KEINE                             |               |  |                               |
| -----                                              |    |                               |                                   |               |  |                               |
| US 5059876                                         | A  | 22-10-1991                    | KEINE                             |               |  |                               |
| -----                                              |    |                               |                                   |               |  |                               |
| US 3531749                                         | A  | 29-09-1970                    | KEINE                             |               |  |                               |
| -----                                              |    |                               |                                   |               |  |                               |
| US 3441886                                         | A  | 29-04-1969                    | KEINE                             |               |  |                               |
| -----                                              |    |                               |                                   |               |  |                               |
| JP 8222459                                         | A  | 30-08-1996                    | JP                                | 3724516 B2    |  | 07-12-2005                    |
|                                                    |    |                               | JP                                | 8222459 A     |  | 30-08-1996                    |
| -----                                              |    |                               |                                   |               |  |                               |
| US 2962679                                         | A  | 29-11-1960                    | KEINE                             |               |  |                               |
| -----                                              |    |                               |                                   |               |  |                               |
| US 2468786                                         | A  | 03-05-1949                    | KEINE                             |               |  |                               |
| -----                                              |    |                               |                                   |               |  |                               |