

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 705 833 B1

(51) Int. Cl.: H01F 38/18 (2006.01)

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 01912/11

(22) Anmeldedatum: 01.12.2011

(43) Anmeldung veröffentlicht: 14.06.2013

(24) Patent erteilt: 15.12.2015

(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.12.2015

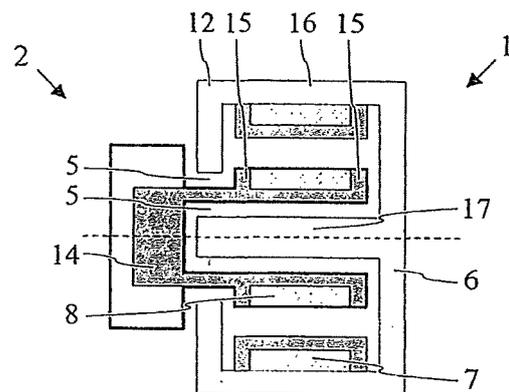
(73) Inhaber:  
ETH Zürich ETH Transfer, HG E 47-49, Rämistrasse 101  
8092 Zürich ETH-Zentrum (CH)

(72) Erfinder:  
Dominik Bortis, 8046 Zürich (CH)  
Johann W. Kolar, 8044 Zürich (CH)

(74) Vertreter:  
Frei Patentanwaltsbüro AG, Postfach 1771  
8032 Zürich (CH)

(54) **Vorrichtung zur transformatorischen Energieübertragung auf eine rotierende Welle.**

(57) Eine Vorrichtung zur transformatorischen Energieübertragung auf eine rotierende Welle weist auf: einen stehenden Teil (1) mit einer Primärwicklung (7) und einen mit der Welle rotierenden Teil (2) mit einer Sekundärwicklung (8), sowie einen Transformator Kern aus Magnetkernmaterial, wobei die beiden Wicklungen (7, 8) und der Transformator Kern (12, 16, 17) einen Transformator bilden. Dabei sind alle Teile des Transformator Kerns (12, 16, 17) am stehenden Teil (1) angeordnet, oder Teile des Transformator Kerns sind am rotierenden Teil (2) nur an Stellen geringer mechanischer Belastung durch Fliehkräfte angeordnet.



**Beschreibung**

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der elektrischen Energie- und Signalübertragung und insbesondere auf eine Vorrichtung zur transformatorischen Energieübertragung auf eine rotierende Welle gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

[0002] Eine derartige Vorrichtung zur transformatorischen Energieübertragung auf eine rotierende Welle ist beispielsweise bekannt aus:

Colonel WM. T. McLyman, «Transformer and Inductor design Handbook», Third Edition, Revised and Expanded, Pages: 19-3–19-10 New York, NY: Marcel Dekker, Inc., 2004.

[0003] Im Bereich von Robotik oder bei Materialbearbeitungssystemen besteht vielfach die Aufgabe, auf drehenden Teilen befindliche Systemteile mit elektrischer Energie zu versorgen. Vorteilhaft werden hierfür Transformatoren mit einem stehenden und einem rotierenden Teil eingesetzt, d.h., es wird die magnetische Kopplung beider Teile zur berührungsfreien Übertragung elektrischer Leistung genutzt, wobei der Übertritt des magnetischen Flusses zwischen rotierendem und stehendem Teil axial oder radial ausgeführt sein kann.

[0004] Bei axialem Luftspalt bzw. axialer Führung des magnetischen Flusses im Übergangsbereich zwischen einem stehenden Teil 1 und einem rotierenden Teil 2 ist eine konzentrische Anordnung von zwei topfförmigen zylindrischen magnetischen Schalenkernen 3, 4 mit Mittelsteg (Pot-Cores od. Schalenkerne) bekannt, deren offene Seiten sich mit geringer Distanz (Luftspalllänge) 5 gegenüberstehen (Fig. 1). Der magnetische Fluss 6 kann sich so vom Mittelsteg des feststehenden Teiles 1 (Primärseite) über einen inneren Luftspalt in den Mittelsteg des rotierenden Teiles 2 (Sekundärseite) fortsetzen und zylindersymmetrisch über dessen Aussenwände und über einen kreisringförmigen äusseren Luftspalt zurück in die Aussenwände bzw. den Mittelsteg der Primärseite schliessen. Eine Primärwicklung 7 ist dabei auf den Mittelsteg des primärseitigen Schalenkerns und eine Sekundärwicklung 8 auf den Mittelsteg des sekundärseitigen Schalenkerns gewickelt. Das System ist mechanisch einfach realisierbar, weist jedoch aufgrund der relativ grossen radialen Ausdehnung Beschränkungen hinsichtlich des Einsatzes bei hohen Drehzahlen auf. Um bei kleinem Bauvolumen eine möglichst hohe Leistung übertragen zu können, ist eine hohe Betriebsfrequenz des Transformators zu wählen, weshalb der Magnetkreis mit Blick auf geringe Ummagnetisierungsverluste in Ferrit ausgeführt werden muss. Ferritmaterialien sind allerdings durch geringe mechanische Festigkeit gekennzeichnet, womit dem Aussendurchmesser bzw. der maximalen Drehzahl des Systems relativ tiefe Grenzen gesetzt, oder spezielle mechanische Verstärkungen in Form von Hülsen oder Bandagen vorzusehen sind. Zudem erhöht allgemein der rotierende Schalenkern mit Mittelsteg 4 die Masse der rotierenden Teile 2, wodurch für rasche Beschleunigung auf hohe Drehzahlen ein höheres Drehmoment benötigt wird bzw. bei Vorliegen einer Asymmetrie des Aufbaus – speziell mit grossem Aussendurchmesser – starke Unwuchtkräfte verursacht werden.

[0005] Bei radialem Luftspalt (Fig. 2a) wird ein Zylinder 9 hoher Permeabilität (Kernmaterial) angeordnet und auf diesem die Sekundärwicklung 8 aufgebracht, wobei die beiden Enden des Zylinders nicht bewickelt werden. Zur Erhöhung der mechanischen Festigkeit wird der Zylinder vorteilhaft mit einer tragenden Welle 10 und einer Hülse hoher Permeabilität 11 ausgeführt (Fig. 2b). Der primärseitige Magnetkreis wird durch zwei konzentrische Kreisscheiben hoher Permeabilität 12 realisiert, welche beidseitig die Enden der Hülse hoher Permeabilität 11 überlappen und so angeordnet sind, dass einerseits ein radialer Luftspalt 5 über den Umfang gleicher Breite verbleibt bzw. eine Drehung des Zylinders 9 oder der tragenden Welle 10 mit der Hülse hoher Permeabilität 11 möglich ist und andererseits der im Zylinder 9 oder in der Hülse hoher Permeabilität 11 fließende magnetische Fluss 6 einen Pfad geringer Reluktanz für einen radialen Rückschluss hin zur Primärseite 1 zur Verfügung hat, wobei der primärseitige Flusspfad durch einen Hohlzylinder hoher Permeabilität 13, der ohne Luftspalt zwischen den beiden Kreisscheiben 12 sitzt und in dessen Innerem die Primärwicklung 7 untergebracht ist, vervollständigt wird. Diese Ausführung bietet den Vorteil eines geringen Aussendurchmessers der rotierenden Teile 2 – somit eine Reduktion des benötigten Drehmoments für rasche Beschleunigung und Reduktion der Unwuchtkräfte – und einer einfachen Skalierung nach höheren Leistungen durch Vergrösserung der axialen Ausdehnung. Andererseits ist nach wie vor hinsichtlich mechanischer Festigkeit kritisches Ferritmaterial auf dem rotierenden Teil 2 unterzubringen und damit eine Einschränkung hinsichtlich der maximalen Drehzahl, dem weiterhin benötigten höheren Drehmoment und der weiterhin bestehenden Unwuchtkräfte gegeben.

[0006] Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zur transformatorischen Energieübertragung auf eine rotierende Welle der eingangs genannten Art zu schaffen, welche die oben genannten Nachteile behebt.

[0007] Diese Aufgabe löst eine Vorrichtung zur transformatorischen Energieübertragung auf eine rotierende Welle mit den Merkmalen des Patentanspruches 1.

[0008] Die Vorrichtung zur transformatorischen Energieübertragung auf eine rotierende Welle weist also auf: einen stehenden Teil mit einer Primärwicklung und einen mit der Welle rotierenden Teil mit einer Sekundärwicklung, sowie einen Transformator Kern aus Magnetkernmaterial. Dabei bilden die beiden Wicklungen und der Transformator Kern einen Transformator, wobei alle Teile des Transformator Kerns am stehenden Teil angeordnet sind, oder Teile des Transformator Kerns am rotierenden Teil nur an Stellen geringer mechanischer Belastung durch Fliehkräfte angeordnet sind.

[0009] Dabei sind die Stellen geringer mechanischer Belastung durch Fliehkräfte insbesondere Stellen, an denen sich der Transformator Kern, in radialer Richtung gesehen, innerhalb des Radius der Sekundärwicklung befindet. Der äusserste Radius des rotierenden Teiles des Kernes ist also kleiner oder gleich dem äussersten Radius der Sekundärwicklung.

[0010] Es sind also gemäss einer Ausführungsform keine Teile des Transformator-kerns am rotierenden Teil angeordnet.

[0011] Gemäss einer Ausführungsform weist die Sekundärwicklung die Form eines Hohlzylinders auf und umfängt einen stehenden Teil des Transformator-kerns. Es ragt also der stehende Teil des Transformator-kerns in die Sekundärwicklung hinein.

[0012] Es gilt also für die verschiedenen Ausführungsformen auch, dass der Teil des Transformator-kerns, der von der Sekundärwicklung umfungen ist, entweder am stehenden Teil angeordnet ist oder sich in radialer Richtung nicht weiter als bis zur Sekundärwicklung erstreckt.

[0013] Gemäss einer Ausführungsform erstreckt sich der stehende Teil des Transformator-kerns in axialer Richtung mindestens entlang der gesamten Länge der Sekundärwicklung.

[0014] Gemäss einer Ausführungsform ist die Sekundärwicklung eine Luftspaltwicklung. Eine Luftspaltwicklung ist auf einer Zylinderfläche derart gewickelt, dass die Flussrichtung durch die Wicklung jeweils normal zur Zylinderfläche verläuft, also in radialer Richtung bezüglich des Zylinders.

[0015] Gemäss einer Ausführungsform weist der Transformator-kern einen am stehenden Teil angeordneten topfförmigen zylindrischen Schalenkern auf, dessen Schale die Sekundärwicklung umfängt und dabei vom rotierenden Teil im Bereich der Sekundärwicklung nur durch einen Luftspalt getrennt ist.

[0016] Gemäss einer Ausführungsform ist ein Teil des Transformator-kerns, der von der Sekundärwicklung umfungen ist, mit der Sekundärwicklung am rotierenden Teil angeordnet und erstreckt sich in radialer Richtung nicht weiter als bis zur Sekundärwicklung.

[0017] Gemäss einer Ausführungsform ist die Sekundärwicklung eine zylindrische Spule und weist der Transformator-kern einen am stehenden Teil angeordneten topfförmigen zylindrischen Schalenkern auf, dessen Schale die Sekundärwicklung umfängt, und einen ebenfalls stehenden Mittelsteg (Zapfen), der in die Sekundärwicklung hineinragt.

[0018] Eine zylindrische Spule ist auf einer Zylinderfläche gewickelt und erzeugt einen Fluss in axialer Richtung bezüglich des Zylinders.

[0019] Gemäss einer Ausführungsform weist die Vorrichtung ein feststehendes, das offene Ende des topfförmigen Schalenkerns abschliessendes ringförmiges Kernteil auf, welches mit dem Mittelsteg einen Luftspalt bildet, wobei ein Träger der Sekundärwicklung durch diesen Luftspalt in den Schalenkern hineinführt.

[0020] Gemäss einer Ausführungsform weist die Vorrichtung ein feststehendes, das offene Ende des topfförmigen Schalenkerns abschliessendes ringförmiges Kernteil auf sowie ein am rotierenden Teil angeordnetes drehendes Kernteil, wobei ein erster Luftspalt zwischen dem drehenden Kernteil und dem ringförmigen Kernteil vorliegt und ein zweiter, beispielsweise axialer Luftspalt zwischen dem stehenden Mittelsteg (Zapfen) und dem drehenden Kernteil vorliegt, und ein Träger der Sekundärwicklung durch den ersten Luftspalt in den Schalenkern hineinführt.

[0021] Weitere bevorzugte Ausführungsformen gehen aus den abhängigen Patentansprüchen hervor.

[0022] Im Folgenden wird der Erfindungsgegenstand anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen, welche in den beiliegenden Zeichnungen dargestellt sind, näher erläutert. Es zeigen jeweils schematisch:

Fig. 1: Axiale Ausführung eines rotierenden Transformators bekannter Art.

Fig. 2a, 2b: Radiale Ausführung eines rotierenden Transformators bekannter Art.

Fig. 3: Einen rotierenden Transformator mit einem aus nichtmagnetisierbarem Material gefertigten Sekundärwicklungsträger in Form eines Hohlzylinders.

Fig. 4: Einen rotierenden Transformator mit einem Zapfen mit unterschiedlichen Durchmessern.

Fig. 5: Einen rotierenden Transformator mit einem verkürzten Zapfen und axialem Luftspalt.

Fig. 6: Einen rotierenden Transformator mit einem mitrotierenden Zylinder aus Kernmaterial und derselben Länge wie der Hohlzylinder.

Fig. 7a, 7b: Einen rotierenden Transformator mit einer im Luftspalt und auf dem Hohlzylinder befindlichen Sekundärwicklung.

Fig. 8: Einen Transformator mit einer im Luftspalt und innerhalb des Hohlzylinders befindlichen Sekundärwicklung.

Fig. 9: Einen rotierenden Transformator mit einer im Luftspalt und auf dem Hohlzylinder befindlichen Sekundärwicklung und einem mitrotierenden Zylinder aus Kernmaterial und verkürztem Zapfen mit axialem Luftspalt.

Fig. 10: Einen rotierenden Transformator mit einer im Luftspalt und innerhalb des Hohlzylinders befindlichen Sekundärwicklung und einem mitrotierenden Zylinder aus Kernmaterial und verkürztem Zapfen mit axialem Luftspalt.

[0023] Grundsätzlich sind in den Figuren gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0024] Ein Aspekt der verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung ist, nur einen Wicklungsträger und die Sekundärwicklung rotieren zu lassen, sämtliche Teile oder wesentliche Teile des Magnetkreises jedoch feststehend zu halten.

[0025] Fig. 3 zeigt einen beispielhaften Aufbau eines rotierenden Transformators mit einem aus nichtmagnetisierbarem Material gefertigten Sekundärwicklungsträger in Form eines Hohlzylinders 14 geringer Wandstärke, wobei ein Anfangsbereich (ausgehend vom geschlossenen Ende des Hohlzylinders 14) ungewickelt verbleibt, also nur ein Endbereich mit der Sekundärwicklung 8 bedeckt wird, wobei vorteilhaft sich radial und in Umfangsrichtung erstreckende Seitenwände 15 des Wicklungsbereiches vorliegen können. Zusätzlich zu den Seitenwänden 15 können auch Zwischenwände (Segmentierung der Sekundärwicklung 8) im Wicklungsbereich vorgesehen sein, welche zu einer Erhöhung der mechanischen Festigkeit des rotierenden Teils und Verbesserung der elektrischen Eigenschaften (Durchschlagfestigkeit) führen können. Die Sekundärwicklung kann auch mit leichten Materialien (z.B. Aluminium) ausgeführt werden, was zu einer Reduktion der rotierenden Masse und deren Unwuchtkräfte führt.

[0026] Der feststehende Magnetkreis hoher Permeabilität ist durch einen Schalenkern 16 mit gegenüber den Seitenwänden längerem zylinderförmigem Mittelsteg (Zapfen) 17 und eine auf die Seitenwände ohne Luftspalt konzentrisch aufgelegte vordere Kreisscheibe 12 (aus Gründen der Herstellbarkeit beispielsweise gebildet durch zwei Halbkreisscheiben) gleichen Materials gebildet.

[0027] Der Schalenkern 16 wird bei der Montage konzentrisch mit dem Hohlzylinder 14 angeordnet und der Zapfen 17 so weit in diesen eingeschoben – der Aussendurchmesser des Zapfens 17 ist so gewählt, dass gegenüber der Innenwand des Hohlzylinders 14 ein über den Umfang konstanter Luftspalt 5 verbleibt – dass das Zapfenende die Welle in axialer Richtung nicht berührt, also nach wie vor eine freie Drehung des Hohlzylinders 14 möglich ist. Anschliessend wird die vordere Kreisscheibe 12, deren Lochdurchmesser geringfügig grösser als der Aussendurchmesser des Hohlzylinders 14 im Bereich ohne Wicklung gewählt ist (also mit einem über den Umfang konstanten Luftspalt 5), aufgebracht.

[0028] Weiter kann an der Innenfläche der zylinderförmigen Aussenwand des Schalenkerns 16 die Primärwicklung 7 aufgebracht sein. Der durch die Primärwicklung 7 erregte magnetische Fluss 6 schliesst sich dann zylindersymmetrisch durch den Zapfen 17 über den Boden und die Aussenwand des Schalenkerns 16 und die vordere Kreisscheibe 12 bzw. deren Lochinnenwand radial nach innen gegen den Zapfenaussenmantel. Entsprechend ist die Zapfenlänge so zu wählen, dass der aus der Innenwand der Kreisscheibe 12 austretende magnetische Fluss 6 einen Pfad minimaler Reluktanz vorfindet.

[0029] Der rotierende Hohlzylinder mit geringer Wandstärke 14 kann hierbei aus einem hochfesten Kunststoff oder aus hochfesten keramischen Materialien gefertigt werden und ist nur im Bereich des Flussübertrittes aus der Lochinnenwand der Kreisscheibe 12 in den Zapfen 17 mit möglichst geringer Dicke auszuführen, um die vorstehend erwähnte minimale Reluktanz des magnetischen Fluss 6 sicherzustellen. Mechanische Verstärkungen in anderen Bereichen sind daher einfach möglich.

[0030] Fig. 4 zeigt einen beispielhaften Aufbau eines rotierenden Transformators mit einem aus nichtmagnetisierbarem Material gefertigten Sekundärwicklungsträger in Form eines Hohlzylinders 14 gemäss Fig. 3, wobei der Zapfen 17 – wieder mit Blick auf minimale Reluktanz – nur im Bereich der Lochinnenwand der Kreisscheibe 12 einen möglichst kleinen Luftspalt 5 gegenüber dem Hohlzylinder 14 aufweisen muss und über die weitere Länge mit geringerem Durchmesser ausgeführt sein kann, beispielsweise, um Freiraum für eventuelle Biegeschwingungen des Hohlzylinders 14 zu belassen. Für eine einfachere mechanische Fertigung kann für den Zapfen 17 im Bereich der Lochinnenwand der Kreisscheibe 12 ein separater Zylinder 18 – beispielsweise aus demselben Material wie der Zapfen 17 – verwendet werden und dieser mechanisch mit dem Zapfen verbunden sein.

[0031] Fig. 5 zeigt einen beispielhaften Aufbau eines rotierenden Transformators mit einem aus nichtmagnetisierbarem Material gefertigten Sekundärwicklungsträger in Form eines Hohlzylinders 14 gemäss Fig. 3, wobei im Bereich der Innenwandung der Kreisscheibe 12 ein Zylinder aus Kernmaterial 19 ohne Luftspalt in den Hohlzylinder 14 eingebracht, also mitrotierend, vorliegt, womit die Reluktanz des magnetischen Flusses 6 zum rotierenden Teil reduziert wird, da dann nur mehr der Luftspalt 5 als erster Luftspalt im Bereich der Aussenwand des Hohlzylinders 14 verbleibt.

[0032] Beispielsweise ist hierfür ein Zylinder aus Kernmaterial 19 relativ geringen Durchmessers vorzusehen, womit die mechanische Beanspruchung des Zylinders aus Kernmaterial 19 auf relativ tiefe Werte beschränkt bleibt.

[0033] Der Zapfen 17 ist dann so zu kürzen, dass hin zum Ende des Zylinders aus Kernmaterial 19 als zweiter Luftspalt ein geringer axialer Luftspalt 20 verbleibt, also dessen Drehung nicht behindert und die Reluktanz des magnetischen Flusses 6 möglichst gering verbleibt.

[0034] Fig. 6 zeigt einen beispielhaften Aufbau eines rotierenden Transformators mit einem aus nichtmagnetisierbarem Material gefertigten Sekundärwicklungsträger in Form eines Hohlzylinders 14 und einem mitrotierenden Zylinder aus Kern-

material 19 gemäss Fig. 5, wobei weiterführend der Zylinder aus Kernmaterial 19 ebenfalls in den Bereich ausserhalb der Innenwandung der Kreisscheibe 12 bis hin zum Ende des Hohlzylinders 14 verlängert ist.

[0035] Zur Verringerung der mechanischen Beanspruchung des Zylinders aus Kernmaterial 19 kann des Weiteren der Hohlzylinder 14 in Form einer Hülse mit Schrumpfsitz vorliegen. Der Zapfen 17 ist dabei wiederum zu kürzen (bei maximaler Länge des Zylinders aus Kernmaterial 17 verschwindet der Zapfen 17 gänzlich), dass hin zum Ende des Zylinders aus Kernmaterial 19 ein geringer axialer Luftspalt 20 verbleibt, also die Drehung des Zylinders aus Kernmaterial 19 nicht behindert und die Reluktanz des magnetischen Flusses 6 möglichst gering verbleibt. Für sämtliche der vorstehend beschriebenen Anordnungen (Fig. 3–Fig. 6) kann der Schalenkern 16 auch mit nicht über den ganzen Umfang geschlossenen Aussenwänden, also z.B. als E-Kern oder U-Kern, ausgeführt sein, einzig der Zapfen 17 soll vorteilhaft einen kreisrunden Querschnitt aufweisen.

[0036] Fig. 7a und 7b zeigen weitere Ausführungsformen eines erfindungsgemässen rotierenden Transformators mit einem aus nichtmagnetisierbarem Material gefertigten Sekundärwicklungsträger in Form eines Hohlzylinders 14, wobei nun die Sekundärwicklung 8 direkt im Luftspalt 5 des primärseitig feststehenden Magnetkreises, d.h. zwischen der Innenfläche der dann entsprechend breit ausgeführten Kreisscheibe 12 und dem Zapfen 17 angeordnet ist.

[0037] Die Länge des Hohlzylinders 14 wird dadurch verkürzt und so mechanische Resonanzen potentiell zu höheren Drehzahlen verschoben. Zudem weist diese Ausführung Vorteile bezüglich der Montage auf. Die Primärwicklung 7 ist beispielsweise auf dem Boden des Schalenkerns 16 (Fig. 7a) oder in einem unteren Teil einer Innenwand des Schalenkerns 16 angeordnet, also an einem von der offenen Seite des Schalenkerns beabstandeten Bereich der Innenwand (Fig. 7a).

[0038] Die Sekundärwicklung 8 ist dabei beispielsweise als selbsttragende Luftspaltwicklung – wie von rotierenden elektrischen Maschinen bekannt – auszuführen, wobei die Wicklung auf den Hohlzylinder 14 von aussen aufgeschoben wird.

[0039] Fig. 8 zeigt einen beispielhaften Aufbau eines rotierenden Transformators mit einem aus nichtmagnetisierbarem Material gefertigten Sekundärwicklungsträger in Form eines Hohlzylinders 14 und einer sich im Luftspalt 5 befindlichen Sekundärwicklung 8 analog zur Fig. 7, wobei die Sekundärwicklung 8 in den Hohlzylinder 14 eingeschoben ist, der Hohlzylinder 14 also die Sekundärwicklung 8 in radialer Richtung umfängt. Für die Bauweise im Inneren des Hohlzylinders 14 ist durch dessen Wandung eine mechanische Verstärkung hinsichtlich der Fliehkräfte gegeben.

[0040] Fig. 9 zeigt einen beispielhaften Aufbau eines rotierenden Transformators mit einem aus nichtmagnetisierbarem Material gefertigten Sekundärwicklungsträger in Form eines Hohlzylinders 14 und einer auf den Hohlzylinder 14 geschobenen im Luftspalt 5 befindlichen Sekundärwicklung 8 analog zur Fig. 7, wobei aufgrund des geringen Durchmessers des Hohlzylinders 14 und der dadurch geringen Fliehkräfte hier wieder ein Zylinder aus Kernmaterial 19 entsprechender Länge im Inneren des Hohlzylinders 14 mitrotierend vorgesehen und der Zapfen 17 entsprechend gekürzt werden, dass hin zum Ende des Zylinders aus Kernmaterial 19 wiederum ein geringer axialer Luftspalt 20 verbleibt.

[0041] Fig. 10 zeigt einen beispielhaften Aufbau eines rotierenden Transformators mit einem aus nichtmagnetisierbarem Material gefertigten Sekundärwicklungsträger in Form eines Hohlzylinders 14 und einer im Luftspalt 5 befindlichen Sekundärwicklung 8 und einem mitrotierenden Zylinder aus Kernmaterial 19 und verkürztem Zapfen 17 mit axialem Luftspalt 20 analog zur Fig. 9, wobei die Sekundärwicklung 8 in den Hohlzylinder 14 eingeschoben ist.

[0042] Des Weiteren kann, grundsätzlich in allen Ausführungsformen, die Wicklung in Nuten eines Rotorringes aus Material hoher Permeabilität eingelegt sein, der auf dem Hohlzylinder oder innerhalb des Zylinders angeordnet ist. Ebenfalls kann grundsätzlich in allen Ausführungsformen die Primärwicklung in Nuten des stehenden Kernmaterials eingebracht sein. Beispielsweise ist dann die Luftspaltbreite nicht mehr durch die Wicklungshöhe und die Wandstärke des Hohlzylinders bestimmt, allerdings ist wieder magnetisches Material auf dem rotierenden Teil angeordnet.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur transformatorischen Energieübertragung auf eine rotierende Welle, aufweisend einen stehenden Teil (1) mit einer Primärwicklung (7) und einen mit der Welle rotierenden Teil (2) mit einer Sekundärwicklung (8), sowie einen Transformator Kern aus Magnetkernmaterial, wobei die beiden Wicklungen (7, 8) und der Transformator Kern (12, 16, 17) einen Transformator bilden, dadurch gekennzeichnet, dass alle Teile des Transformator Kerns (12, 16, 17) am stehenden Teil (1) angeordnet sind, oder Teile (19) des Transformator Kerns (12, 16, 17) am rotierenden Teil (2) nur an Stellen angeordnet sind, an denen sich der Transformator Kern, in radialer Richtung gesehen, innerhalb des Radius der Sekundärwicklung (8) befindet.
2. Vorrichtung gemäss Anspruch 1, in welcher die Sekundärwicklung (8) die Form eines Hohlzylinders aufweist und einen Zapfen (17) des Transformator Kerns (12, 16, 17) umfängt.
3. Vorrichtung gemäss Anspruch 2, in welcher der Zapfen (17) des Transformator Kerns (12, 16, 17) sich in axialer Richtung mindestens entlang der gesamten Länge der Sekundärwicklung (8) erstreckt.
4. Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 1 bis 3, in welcher die Sekundärwicklung (8) eine Luftspaltwicklung ist.

## CH 705 833 B1

5. Vorrichtung gemäss Anspruch 4, in welcher der Transformator Kern (12, 16, 17) einen am stehenden Teil (1) angeordneten topfförmigen zylindrischen Schalenkern (16) aufweist, dessen Schale die Sekundärwicklung (8) umfängt und dabei vom rotierenden Teil (2) im Bereich der Sekundärwicklung (8) nur durch einen Luftspalt getrennt ist (5).
6. Vorrichtung gemäss Anspruch 4 oder 5, wobei ein Teil (19) des Transformator Kerns, der von der Sekundärwicklung (8) umfungen ist, mit der Sekundärwicklung (8) am rotierenden Teil (2) angeordnet ist und sich in radialer Richtung nicht weiter als bis zur Sekundärwicklung (8) erstreckt.
7. Vorrichtung gemäss einem der Ansprüche 3 bis 5, in welcher der Transformator Kern (12, 16, 17) einen am stehenden Teil (1) angeordneten topfförmigen zylindrischen Schalenkern (16) aufweist, dessen Schale die Sekundärwicklung (8) umfängt, und einen ebenfalls stehenden Mittelsteg oder Zapfen (17), der in die Sekundärwicklung (8) hineinragt.
8. Vorrichtung gemäss Anspruch 7, aufweisend ein feststehendes, das offene Ende des topfförmigen Schalenkerns (16) abschliessendes ringförmiges Kernteil (12), welches mit dem Mittelsteg einen Luftspalt (5) bildet, wobei ein Träger der Sekundärwicklung (8) durch diesen Luftspalt (5) in den Schalenkern (16) hineinführt.
9. Vorrichtung gemäss Anspruch 7, aufweisend ein feststehendes, das offene Ende des topfförmigen Schalenkerns (16) abschliessendes ringförmiges Kernteil (12) sowie ein am rotierenden Teil angeordnetes drehendes Kernteil (19), wobei ein erster Luftspalt (5) zwischen dem drehenden Kernteil (19) und dem ringförmigen Kernteil (12) und ein zweiter Luftspalt (20) zwischen dem stehenden Mittelsteg oder Zapfen (17) und dem drehenden Kernteil (19) vorliegt, und ein Träger der Sekundärwicklung durch den ersten Luftspalt in den Schalenkern (16) hineinführt.

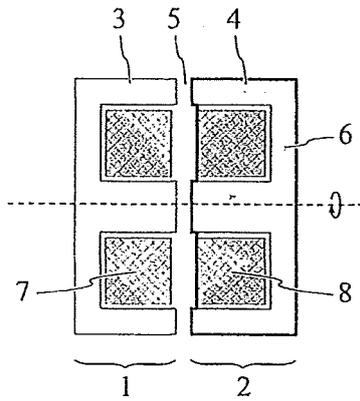


Fig. 1

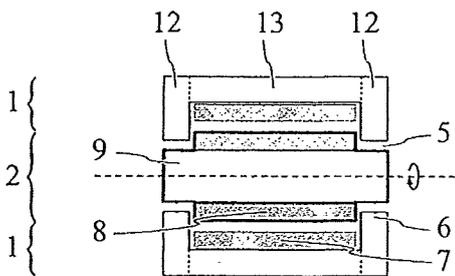


Fig. 2a

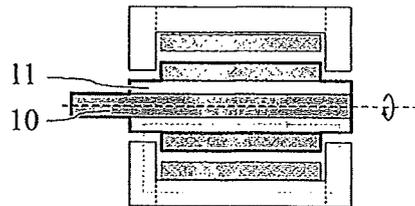


Fig. 2b

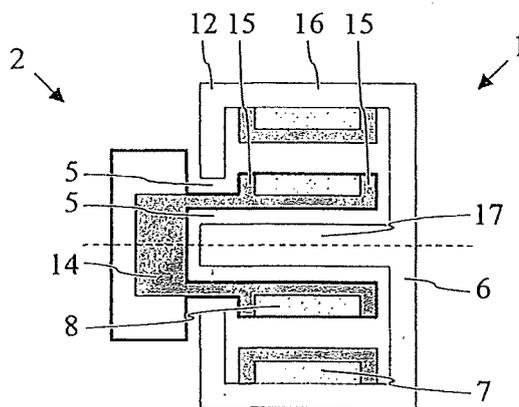


Fig. 3

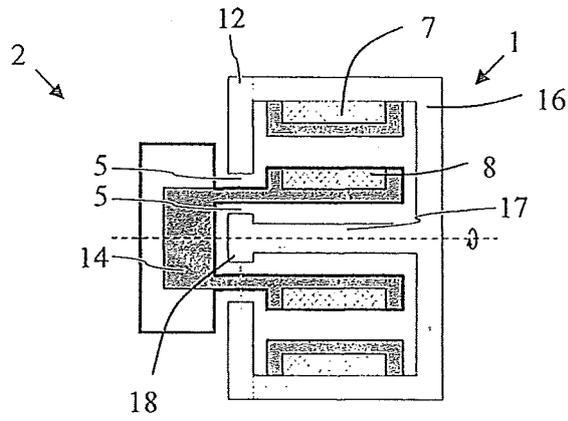


Fig. 4

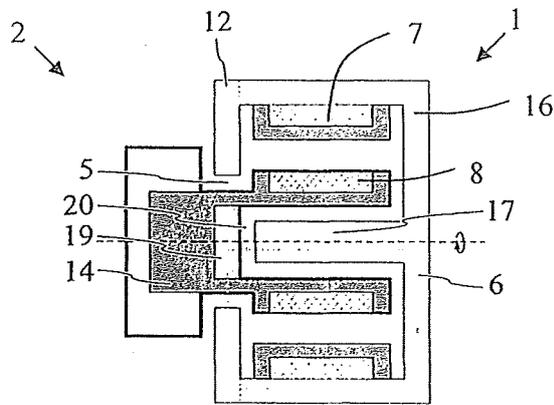


Fig. 5

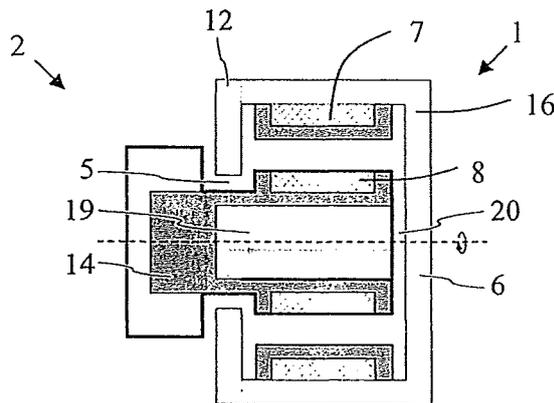


Fig. 6

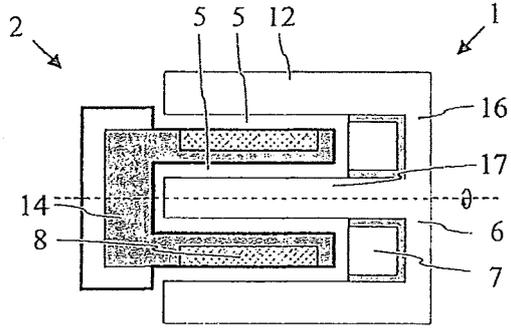


Fig. 7a

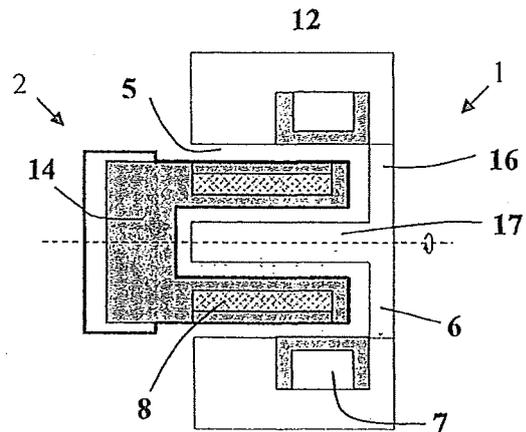


Fig. 7b

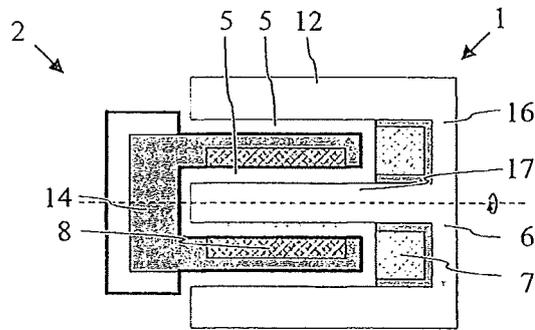


Fig. 8

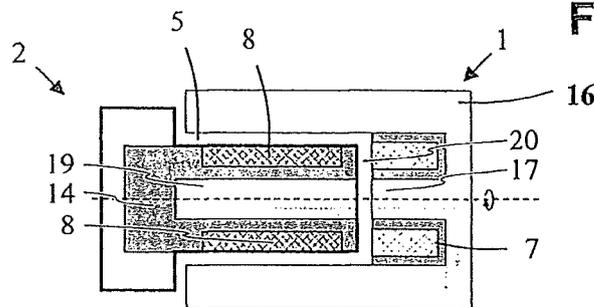


Fig. 9

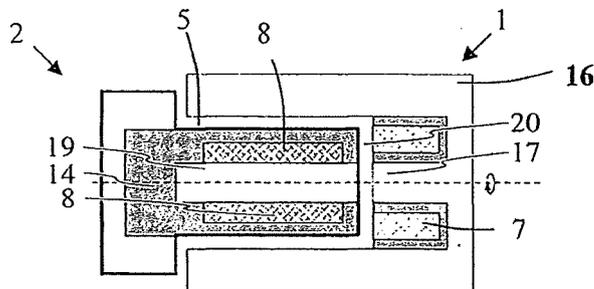


Fig. 10

