

(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
22. November 2012 (22.11.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/155967 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01F 1/16 (2006.01) H01F 27/33 (2006.01)
H01F 3/02 (2006.01) H01F 41/02 (2006.01)
H01F 27/245 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/058027

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. Mai 2011 (18.05.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
[DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HAMBERGER, Peter
[AT/AT]; Bergweg 5, A-4202 Kirchschlag bei Linz (AT).
LACKNER, Marion [AT/AT]; Sandgasse 8/29, A-4020
Linz (AT). MAIRINGER, Martin [AT/AT];
Altenbergerstr. 49/11, A-4040 Linz (AT).

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS
AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506
München (DE).

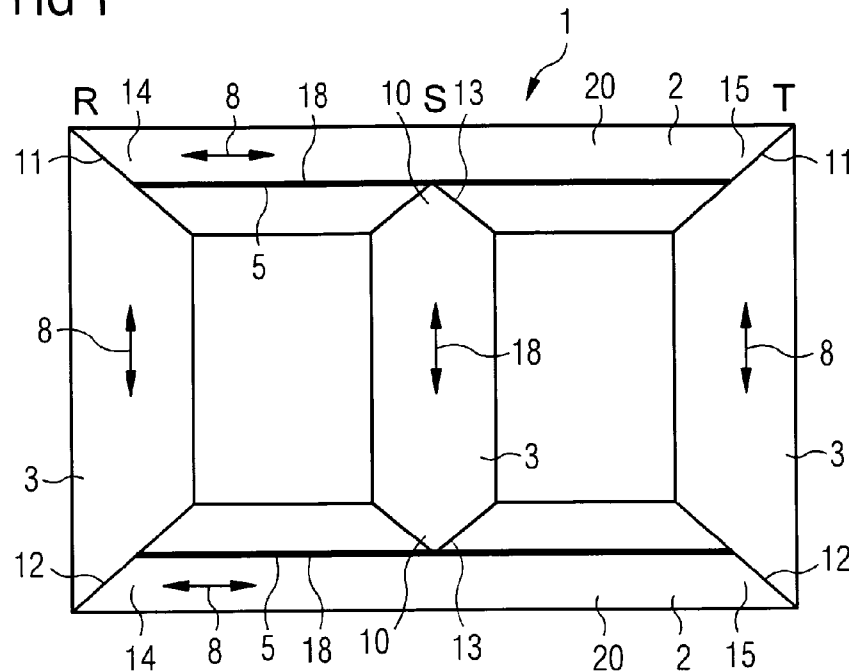
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: LOW-NOISE TRANSFORMER

(54) Bezeichnung : GERÄUSCHARMER TRANSFORMATOR

FIG 1



(57) Abstract: The invention relates to a low-noise transformer having yoke parts (2) and limb parts (3), each being formed from stacked laminations of a grain-oriented magnetically soft material having a preferred magnetic orientation (8), wherein the yoke parts (2) contain laminations (20) on which a permeability barrier (5) extending in the preferred orientation (8) is formed such that the permeability to a magnetic flux varying from the preferred orientation (8) is reduced.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2012/155967 A1



SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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).

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

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Geräuscharmer Transformator, mit Jochteilen (2) und Schenkelteilen (3), die jeweils aus geschichteten Blechlamellen eines eine magnetische Vorzugsrichtung (8) aufweisenden kornorientierten weichmagnetischen Werkstoffs gebildet sind, wobei die Jochteile (2) Blechlamellen (20) enthalten, an denen eine in Vorzugsrichtung (8) verlaufende Permeabilitäts-Barriere (5) so ausgebildet ist, dass für einen von der Vorzugsrichtung (8) abweichenden magnetischen Fluss die Durchlässigkeit herabsetzt ist.

Beschreibung

Geräuscharmer Transformator

5

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft einen geräuscharmen Transformator oder eine geräuscharme Drossel, mit Jochteilen und Schenkelteilen, die jeweils aus geschichteten Blechlamellen eines eine magnetische Vorzugsrichtung aufweisenden kornorientierten weichmagnetischen Werkstoffs gebildet sind. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines magnetischen Kerns.

15

Stand der Technik

Bei elektrischen Transformatoren oder Drosselspulen, wie sie üblicherweise in Energie-Verteilungsnetzen eingesetzt werden, bestehen Schenkel- und Jochteile aus einem Stapel von Blechlamellen, üblicher Weise eines Elektroblechs aus einem kornorientierten weichmagnetischen Werkstoff, der eine magnetische Vorzugsrichtung aufweist. Solche kornorientierten Werkstoffe werden auch als "Grain Orientated Electrical Steel, kurz auch GOES bezeichnet. Je nach dem Grad der Orientierung, das ist die Abweichung der Kantenlänge der Kristallite von der Walzrichtung, unterscheidet man so genanntes konventionell kornorientiertes Elektroband (Conventional Grain Oriented CGO) von Elektroband mit hoher Permeabilität (High Permeability Grain Oriented HGO), bei dem die Abweichung von der Walzrichtung nur gering ist und die in Walzrichtung eine sehr hohe Permeabilität aufweisen. Die Permeabilität ist ein stoffabhängiger Faktor, welcher die magnetische Flussdichte (Induktion) mit der magnetischen Feldstärke (Erregung) verknüpft. Eine hohe Permeabilität oder Durchlässigkeit bedeutet also eine hohe Flussdichte bezogen auf eine bestimmte Feldstärke. Der so genannte B800-Wert

eines Werkstoffs gibt den Wert der magnetischen Flussdichte bei einer Erregung von 800 A pro Meter an. Bei einem hochorientierten Elektrostahlblech (HGO) ist der B800-Wert mindestens 1,88 Tesla. Wegen des größeren Aufwands bei der Herstellung sind die hochwertigen Sorten der HGO-Werkstoffe im Vergleich zu CGO-Werkstoffen teurer.

Ein kornorientiertes Elektroblech ist also anisotrop, das heißt die Permeabilität ist richtungsabhängig, in magnetischer Vorzugsrichtung (Walzrichtung) ist sie um ein mehrfaches höher, als in Querrichtung.

Im Schenkel oder Joch eines elektrischen Transformators oder einer Drossel verläuft der magnetische Fluss auch im Wesentlichen in Richtung der Schenkel- beziehungsweise Jochachse, so dass hierfür Elektroband verwendet wird, dessen Walzrichtung in Richtung der Achse zeigt. Es gibt aber auch abweichende Bereiche, beispielsweise im Mündungsbereich eines Dreischenkelkern-Transformators, das heißt im Stoßbereich zwischen Mittelschenkel und Joch, wo ein von der Schenkelachse abweichender ("rotierender") Flussanteil auftritt. Dieser von der magnetischen Vorzugsrichtung abweichende Flussanteil verursacht einen erheblichen Anteil an Betriebsgeräuschen, da die Magnetostriktion eines weichmagnetischen Werkstoffs quer zur Vorzugsrichtung um ein Vielfaches höher ist, als in Walzrichtung.

Aus praktischer Erfahrung des Transformatorbaus ist bekannt, dass es für den Bau geräuscharmer Transformatoren günstig ist, wenn für den Kern höherwertiges Material, also ein Material mit einem hohen B800-Wert gewählt wird. Günstig ist insbesondere ein hochorientiertes Siliziums Stahlblech (HGO) mit einer Induktion von mehr als 1,88 Tesla bei einer magnetischen Erregung von 800 A pro Meter. Man weiß, desto besser die Kornorientierung, das heißt, je höher die Anisotropie des magnetischen Werkstoffs, desto geringer ist tendenziell die Geräuschemission. Die Materialkosten eines

Transformatorkerns aus einem HGO-Werkstoff sind aber im Vergleich zu einem CGO höher.

Um eine möglichst geringe Geräuschemission zu erreichen,
5 wurde in der DE 1 488 357 schon vorgeschlagen, im Jochteil eines Transformators ein Elektroband zu verwenden, welches eine Würfeltextur mit zwei senkrecht aufeinander stehenden magnetischen Vorzugsrichtungen aufweisen. Ein solcher Transformatorkern ist aber wegen der hohen Materialkosten
10 aufwändig in der Herstellung.

Wenn ein Transformator oder eine Drosselspule in der Nähe eines Wohnbereichs zu installieren ist, hat die Emission von Betriebsgeräuschen zunehmende Bedeutung. Das Problem der
15 Geräuschemission von Transformatoren oder Drosseln ist bislang noch immer nicht zufriedenstellend gelöst.

Darstellung der Erfindung

20

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, einen geräuscharmen Transformator anzugeben, bei dem der Aufwand bei der Herstellung möglichst gering ist.

25 Diese Aufgabe wird durch einen Transformator mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und mit einem Verfahren zur Herstellung eines Transformatorkerns mit den Merkmalen des Anspruchs 11 gelöst. Auf vorteilhafte Ausführungen der Erfindung nehmen die jeweils abhängigen Ansprüche Bezug.

30

Die Erfindung geht von dem Gedanken aus, die Anisotropie von Joch-Blechlamellen durch geeignete Maßnahmen konstruktiv zu erhöhen, so dass ihre magnetische Durchlässigkeit gegenüber einer Abweichung des magnetischen Flusses von der
35 Vorzugsrichtung herabgesetzt wird. Damit verringert sich der magnetische Flussanteil quer zur Walzrichtung. Es verringert sich bei Betrieb die Magnetostriktion des Kerns und damit die Geräuschemission. Gemäß der Erfindung enthalten also die

Jochteile Joch-Blechlamellen mit einer in magnetischer Vorzugsrichtung verlaufenden Permeabilitäts-Barriere. Diese Permeabilitäts-Barriere erstreckt sich in Walzrichtung des Jochblechs, das heißt in Richtung der Jochachse. Die Barriere
5 kann beispielsweise in ihrer Länge durchgehend zwischen den beiden Enden einer Joch-Blechenlamelle oder aber auch kürzer ausgebildet sein. Von Bedeutung ist lediglich, dass einem Flussübertritt quer zur Walzrichtung des Elektrobandes eine Schranke entgegen gesetzt wird. Die Permeabilitäts-Barriere
10 hat also den Effekt, dass die Ausbildung von so genannten "rotierenden Flussanteilen", das heißt von der Vorzugsrichtung abweichenden Flusskomponenten, unterdrückt oder zumindest erschwert wird. Dies hat wie gesagt zur Folge, dass die Magnetostriktion und damit die Geräuschemission
15 geringer sind. Obwohl sich wegen der durch das Design erzwungenen Flussführung die magnetischen Verluste etwas erhöhen, überwiegt der vorteilhafte Effekt einer geringeren Geräuscentwicklung, insbesondere dann, wenn der Transformator in der Nähe eines Wohnbereichs installiert
20 werden soll und die Akzeptanzschwelle gegenüber Lärmabstrahlung immer geringer wird.

Es bestehen nun verschiedene Möglichkeiten eine Permeabilitäts-Barriere technisch zu realisieren,
25 entscheidend ist dabei lediglich, dass dort wo Flusskomponenten quer zur Vorzugsrichtung auftreten, die magnetische Durchlässigkeit verringert wird.

Konstruktiv günstig kann es sein, wenn die Permeabilitäts-Barriere zumindest im Bereich der Einmündung zwischen einem
30 mittleren Schenkelteil und einem oberen oder einem unteren Jochteil eines Transformators ausgebildet ist. Im Bereich des Stoßes treten bei einem Dreischenkelkern-Transformator dort so genannte "rotierende" Flussanteile auf, deren Ausbildung
35 dadurch erschwert wird.

Hierbei hat sich gezeigt, dass es günstig sein kann, wenn die axiale Länge der Permeabilitäts-Barriere größer ist, als die

Breite der Blechlamellen des Mittel-Schenkelteils des Transformators.

- In einer besonders bevorzugten Ausführungsform kann
- 5 vorgesehen sein, dass die Permeabilitäts-Barriere in Form eines oder mehrerer sich in magnetische Vorzugsrichtung erstreckenden Schlitzes oder eines Luftspalts hergestellt ist. Derartige Schlitzte können bereits bei der Herstellung des Elektrobandes, oder aber an den fertig geschnittenen
- 10 Joch-Blechlamellen beispielsweise durch Stanzen hergestellt werden. Ein Luftspalt kann beispielsweise auch in einer Lage des Joch-Blechstapels durch nebeneinander liegende Blechstreifen realisiert werden.
- 15 Um die Handhabung der Joch-Blechlamellen zu erleichtern kann es günstig sein, wenn die Permeabilitäts-Barriere durch einen oder mehrere nach Art einer Perforationslinie im Joch-Blech ausgebildeten Anordnung von Schlitzten gebildet ist. Die Schlitzte können in bekannter Weise durch Stanzen oder
- 20 Schneiden erzeugt werden.

- In einer Variante der Erfindung ist vorgesehen, die Permeabilitäts-Barriere dadurch zu realisieren, dass die Joch-Blechlamellen aus einem Coil geschnitten werden, der aus
- 25 streifenförmigen Teilbereichen besteht, wobei Teilbereiche mit hoher und geringer Permeabilität in Richtung der magnetischen Vorzugsrichtung nebeneinander liegend verlaufen. Auch hier bewirken die niedrig permeablen Feldgrenzen über die Blechdicke hinweg eine geringere Durchlässigkeit für
- 30 Komponenten des magnetischen Flusses, dessen Richtung quer zur magnetischen Vorzugsrichtung verläuft. Diese niedrig permeablen Feldgrenzen können beispielsweise durch Laser-Bestrahlung, durch Ätzung oder durch andere Technologien erzeugt werden. Ein Vorteil ist hierbei, dass die gewünschte
- 35 Schrankenfunktion bereits im Halbzeug (Coil) vorhanden ist.

In einer anderen Variante kann die Permeabilitäts-Barriere dadurch realisiert sein, indem Joch-Blechlamellen verwendet

werden, die aus einem Elektrolech, das heißt Coil geschnitten sind, welches bereits in magnetischer Vorzugsrichtung verlaufende nutzförmige Eintiefungen aufweist.

5 Diese Eintiefungen können beispielsweise bei der Herstellung des Elektroleches, also beim Kaltwalzen, durch entsprechend geformte Arbeitswalzen hergestellt werden. Es ist auch denkbar, dass die Eintiefungen auf andere Weise, beispielsweise durch eine chemische Vorbehandlung hergestellt
10 werden.

In einer besonders günstigen Ausführungsform ist vorgesehen, dass ein Jochteil ausschließlich aus Joch-Blechlamellen zusammengesetzt wird, von denen jedes mit einer
15 Permeabilitäts-Barriere ausgestattet ist.

Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Herstellen eines Magnetkerns, insbesondere eines Transformatorkerns oder eines Drosselkerns, bestehend aus jeweils aus Blechlamellen
20 geschichteten Schenkelteilen und Jochteile eines kornorientierten weichmagnetischen Werkstoffs mit einer magnetischen Vorzugsrichtung. Das erfindungsgemäße Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass bei der Herstellung eines Jochteils Blechlamellen verwendet werden, an denen jeweils
25 zumindest eine Permeabilitäts-Barriere ausgebildet ist. Diese Permeabilitätsbarriere ist so ausgebildet, dass bei Betrieb des Transformators oder der Drossel der Ausbildung eines von der Vorzugsrichtung abweichenden magnetischen Flusses entgegengewirkt wird. Auf diese Weise kann kostengünstig ein
30 geräuscharmer Transformator oder eine Drossel hergestellt werden.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

35 Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird im nachfolgenden Teil der Beschreibung auf die Zeichnungen Bezug genommen, aus denen weitere vorteilhafte Ausgestaltungen, Einzelheiten und

Weiterbildungen der Erfindung anhand nicht einschränkender Ausführungsbeispiele zu entnehmen sind.

Es zeigen:

- 5 Figur 1 ein Ausführungsbeispiel der Erfindung, welches in einer schematischen Darstellung obere und untere Joch-Blechlamellen zeigt, an denen jeweils eine Permeabilitäts-Barriere in Form eines Luftspaltes ausgebildet ist;
- 10 Figur 2 eine mögliche Ausbildung einer Permeabilitäts-Barriere an einer Joch-Blechlamelle mit nutzförmigen Eintiefungen in einer vergrößerten Querschnittsdarstellung;
- 15 Figur 3 ein anderes Ausführungsbeispiel der Erfindung, welches eine Joch-Blechlamelle zeigt, an welcher die Permeabilitäts-Barriere durch Schlitze oder Ausnehmungen unterschiedlicher Länge und Gestalt
- 20 ausgebildet ist;
- 25 Figur 4 einen Abschnitt eines GOES-Elektrobandes mit Blick auf die Bandfläche, welche in Teilfelder unterteilt ist und mehrere in Vorzugsrichtung des Blechbandes verlaufende Feldgrenzen (Permeabilitäts-Barriere) mit unterschiedlicher Permeabilität aufweist.

Ausführung der Erfindung

- 30 Figur 1 zeigt in einer vereinfachten Darstellung eine Ausführung der Erfindung. Zu sehen ist der magnetische Kern eines Dreischenkelkern-Transformators 1, dessen Schenkel 3 mit dem Buchstaben R, S und T bezeichnet sind. Jeder Schenkel
- 35 3 trägt in üblicher Weise eine Wicklungsanordnung, die der Einfachheit halber in der Zeichnung nicht dargestellt ist. Bei der Herstellung des Joch-Blechpakets des Dreischenkelkern-Transformators 1 wurden im Jochteil 2 Joch-

Blechlamellen 20 mit einer Permeabilitäts-Barriere 5 verwendet; wie in der Zeichnung angedeutet, setzt sich die gezeichnete obere und die untere Joch-Blechendlamelle 20 jeweils aus nebeneinander liegenden Teileblechen zusammen.

5 Die auf einer Ebene des Joch-Blechstapels liegenden Teilebleche sind in einem Abstand zueinander angeordnet. Dadurch entsteht ein durch den Luftspalt 18 geteiltes Jochteil 2. Der Luftspalt 18 wirkt für jenen **Anteil des magnetischen Flusses**, der quer zur Vorzugsrichtung 8
10 gerichtet ist, wie eine Barriere oder wie eine Schranke. Die Anisotropie wird durch dieses Blech-Design quasi konstruktiv erhöht. Dadurch wird erreicht, dass im Falle eines Erregungszustandes des Transformators, bei dem die Schenkel R und S erregt sind, der Ausbildung eines "rotierenden"
15 magnetischen Flusses, der seinen Ursprung im Bereich des Stoßes 10 hat und sich im Joch in Richtung des nicht erregten Schenkels T hinein erstreckt, sich nicht über den Mittelschenkel, sondern über den äußeren, nicht erregten Schenkel T schließt. Da der magnetische Fluss quasi durch das
20 Design gezwungen wird im Joch 2 in Vorzugsrichtung 8 des Materials weiter zu fließen, verringert sich die unerwünschte Querkomponente des magnetischen Flusses. Eine geringere Querkomponente des magnetischen Flusses ist günstig für eine geringe Geräuschentwicklung. Andererseits hat die konstruktiv
25 erzwungene Flussführung über den äußeren, nicht erregten Schenkel T aufgrund des Durchflutungsgesetzes einen sich um das (in Figur 2) rechte Transformatorfenster schließenden zirkulierenden Flussanteil zur Folge, der geringfügig die magnetischen Verluste des Transformator kernels 1 erhöht. Diese
30 Erhöhung der magnetischen Verluste wird aber in Kauf genommen, da der vorteilhafte Effekt der Geräuschminimierung überwiegt.

An den Ecken stoßen Joch-Blechlamellen 20 und Blechlamellen der Schenkel 3 in einem Winkel aufeinander und sind wie
35 üblich auf Gehrung geschnitten und überlappend gelegt. In der dargestellten Ausführungsform erstreckt sich der Luftspalt 18 von einem linken Ende 14 durchgehend bis zu einem rechten Ende 15 und reicht bis zum jeweiligen Gehrungsschnitt 11, 12.

Wie unten stehend noch näher ausgeführt, kann die Länge des Luftspalts 18 aber auch kürzer sein; der Luftspalt 18 muss auch nicht notwendigerweise durchgehend sein, sondern kann auch nach Art einer Perforation ausgebildet sein.

5

Figur 2 zeigt im Querschnitt eine Blechlamelle 20 an der an einer Seite oder an beiden Seiten Eintiefung in 7 ausgebildet sind. Hier geht als die Permeabilitäts-Barriere nicht über die gesamte Blechdicke. Eine solche Eintiefung 7 kann im Querschnitt unterschiedliche Form aufweisen, solange nur eine wirksame Grenz- oder Schrankenfunktion bezüglich der Ausbildung eines magnetischen Flusses quer zur Walzrichtung erzielt wird. Sie kann beispielsweise durch Walzen oder Fräsen hergestellt werden. Das Elektroband kann beispielsweise beim Kaltwalzen so geformt werden.

Figur 3 zeigt eine Detaildarstellung im Stoßbereich 10 zwischen einer Joch-Blechenlamelle 2 und einer Mittelschenkel-Blechlamelle 3 mit dachförmigem Gehrungsschnitt 13. Der Stoßbereich 10 ist in Figur 3 mit Schraffur gekennzeichnet. Die Permeabilitäts-Barriere 5 besteht hier aus drei nebeneinander liegenden Anordnungen von Schlitten 17. Diese Schlitten 17 verlaufen in Vorzugsrichtung 8, sind aber unterschiedlich ausgebildet. Die obere über eine Länge 9 sich erstreckende Schlittenanordnung besteht aus Schlitten 17 und verbindenden Stegen 21 (Perforationslinie). Dabei ist das Verhältnis zwischen der Länge eines Schlittens 17 und der Länge eines Steges 21 so gewählt, das die magnetische Durchlässigkeit für den magnetischen Fluss quer zur Walzrichtung 8 des Elektrobleches 20 verringert ist. Die mittlere Barriere ist ein durchgehender geradlinig in Vorzugsrichtung 8 verlaufender Schlitz 17; die darunter liegende Barriere besteht aus zwei Schlitten 17 beidseits vom dachförmigen Gehrungsschnitt 13. Wie in Figur 3 dargestellt, kann die Länge 9 dieser Permeabilitäts-Barrieren 5 unterschiedlich sein, z.B. kürzer als die Breite 16 oder aber länger, bis hin zu den Gehrungen 11 an den Enden 14, 15 der Joch-Blechenlamelle 20.

Figur 4 zeigt einen Ausriss aus einem Elektroband 19 in einer Draufsicht auf die Bandfläche. Das Elektroband 19 besteht aus einem kornorientierten weichmagnetischen Werkstoff und ist aus streifenförmigen Teilbereichen oder Teilfeldern 6 zusammengesetzt. Mit dem Bezugszeichen 8 ist wieder die Vorzugsrichtung, das heißt die Walzrichtung des Elektrobandes 19 gekennzeichnet. Im Elektroband 17 sind in Walzrichtung 8 zueinander parallel verlaufend mehrere niedrigpermeable Feldgrenzen 4 ausgebildet. Diese niedrigpermeablen Feldgrenzen 4 können beispielsweise beim Walzprozess des Elektrobandes 17, z.B. wie oben bereits dargestellt in Form von Querschnittverringerungen hergestellt werden. Eine Permeabilitäts-Barriere 5 kann aber auch in einem dem Walzprozesses folgenden Verarbeitungsschritt hergestellt werden, wie bereits oben dargestellt durch einen Schnitt- oder Schlitzvorgang, der auch teilweise unterbrochen sein kann (Perforation) oder durch eine andere mechanische oder chemische Einwirkung auf den bandförmigen weichmagnetischen Werkstoff, z.B. durch eine Laser-Behandlung. Es ist denkbar, dass auf die Materialeigenschaft selbst Einfluss genommen wird, so dass eine über die Blechdicke sich einstellende Barrierewirkung zu Stande kommt.

Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung kann also darin gesehen werden, dass durch die Einführung von Permeabilitäts-Barrieren 5 konstruktiv die Geräuschemission abgesenkt werden kann, ohne dass teures hochpermeables kornorientiertes Material verwendet werden muss. Die Kernherstellung ist damit billiger. Dadurch können kostengünstig Transformatoren gefertigt werden, die weniger Betriebsgeräusche verursachen. Auch wenn mit der erfindungsgemäßen Maßnahme eine geringfügige Erhöhung der magnetischen Verluste in Kauf genommen werden muss, überwiegt der Vorteil geringerer Geräusche und Kostenvorteil bei der Herstellung eines geräuscharmen Transformators, da auf höherwertiges Material verzichtet werden kann.

Obwohl die Erfindung in Detail durch die oben dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen. So lässt sich das anhand eines 3-Schenkelkern-Transformators erläuterte Prinzip natürlich genauso auf Transformatoren mit mehr als drei Schenkeln ebenso gut auf den magnetischen Kern elektrischer Drosseln und auf andere elektrische Maschinen anwenden.

Zusammenstellung der verwendeten Bezugszeichen

	1	Kern eines elektrischen Transformators
5	2	Jochteil
	3	Schenkelteil
	4	Feldgrenze, niedrigpermeabel
	5	Permeabilitäts-Barriere
	6	Teilbereich
10	7	Eintiefung
	8	magnetischer Vorzugsrichtung
	9	Länge
	10	Stoßbereich, Einmündungsbereich zwischen 2 und 3
	11	Gehrungsschnitt oberes Jochteil
15	12	Gehrungsschnitt unteres Jochteil
	13	Gehrungsschnitt im Stoßbereich
	14	Ende einer Joch-Bleichenlamelle
	15	Ende einer Joch-Bleichenlamelle
	16	Breite
20	17	Schlitz
	18	Luftspalt
	19	Elektroband
	20	Joch-Bleichenlamelle
	21	Steg
25		

Patentansprüche

1. Geräuscharmer Transformator, mit Jochteilen (2) und
5 Schenkelteilen (3), die jeweils aus geschichteten
Blechlamellen eines eine magnetische Vorzugsrichtung (8)
aufweisenden kornorientierten weichmagnetischen
Werkstoffs gebildet sind, wobei die Jochteile (2)
Blechlamellen (20) enthalten, an denen eine in
10 Vorzugsrichtung (8) verlaufende Permeabilitäts-Barriere
(5) so ausgebildet ist, dass für einen von der
Vorzugsrichtung (8) abweichenden magnetischen Fluss die
Durchlässigkeit herabgesetzt ist.
- 15 2. Transformator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass die Permeabilitäts-Barriere (5) zumindest im
Bereich des Stoßes (10) zwischen einem Jochteil (2) und
einem Mittel-Schenkelteil (3) ausgebildet ist.
- 20 3. Transformator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
dass die Permeabilitäts-Barriere (5) eine Länge (9)
aufweist, die größer ist als eine Breite (6) des Mittel-
Schenkelteils (3).
- 25 4. Transformator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch
gekennzeichnet, dass die Permeabilitäts-Barriere (5)
durch zumindest einen in Vorzugsrichtung (8) einer
Blechlamelle (20) ausgebildeten Schlitz (17) hergestellt
ist.
- 30 5. Transformator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch
gekennzeichnet, dass die Permeabilitäts-Barriere (5)
durch zumindest eine nach Art einer Perforationslinie
verlaufende Anordnung schlitzförmiger Ausnehmungen einer
35 Blechenlamelle (20) gebildet ist.
6. Transformator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch
gekennzeichnet, dass die Permeabilitäts-Barriere (5)

durch niedrigpermeable Feldgrenzen (4) gebildet sind, die streifenförmige Teilbereich (17) der Blechenlamelle (20) voneinander trennen.

- 5 7. Transformator nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die geringere Permeabilität der Feldgrenzen (4) durch eine Laserbehandlung des die Blechenlamelle (20) bildenden weichmagnetischen Werkstoffs hergestellt ist.
- 10 8. Transformator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Permeabilitäts-Barriere (5) durch zumindest eine an der Blechenlamelle (20) ausgebildete, sich in Vorzugsrichtung (8) erstreckende nutförmige Eintiefung (7) gebildet ist.
- 15 9. Transformator nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Eintiefung (7) durch einen Walzvorgang oder durch eine chemische Vorbehandlung bei der Herstellung des Elektrostahlblechs, aus dem die
- 20 Blechenlamelle (20) hergestellt ist, gebildet ist.
10. Transformator nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass eine Jochteil (2) ausschließlich aus Blechlamellen (20) zusammengesetzten
- 25 ist, an denen eine Permeabilitäts-Barriere (5) ausgebildet ist.
11. Verfahren zum Herstellen eines magnetischen Kernels (1), insbesondere eines Transformatorkerns oder eines Drosselkerns, bestehend aus jeweils aus Blechlamellen geschichteten Schenkelteilen (3) und Jochteilen (2) eines kornorientierten weichmagnetischen Werkstoffs mit einer magnetischen Vorzugsrichtung (8), **gekennzeichnet dadurch**, dass bei der Herstellung eines Jochteils (2)
- 30 Blechlamellen (20) verwendet werden, die eine Permeabilitäts-Barriere (5) aufweisen, welche so ausgebildet ist, dass einer Abweichung des magnetischen
- 35

Flusses von der Vorzugsrichtung (8) entgegengewirkt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet,
5 dass die Permeabilitäts-Barriere (5) durch zumindest eine an der Blechenlamelle (20) ausgebildete, sich in Vorzugsrichtung (8) erstreckende nutförmige Eintiefung (7) gebildet wird.

10 13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Eintiefung (7) durch einen Walzvorgang oder durch eine chemische Vorbehandlung bei der Herstellung des Elektrostahlblechs, aus dem die Blechenlamelle (20) hergestellt ist, gebildet wird.

15 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass, dass bei der Herstellung eines Jochteils (2) ausschließlich Blechlamellen (20) mit einer Permeabilitäts-Barriere (5) verwendet werden.

20

2/2

FIG 3

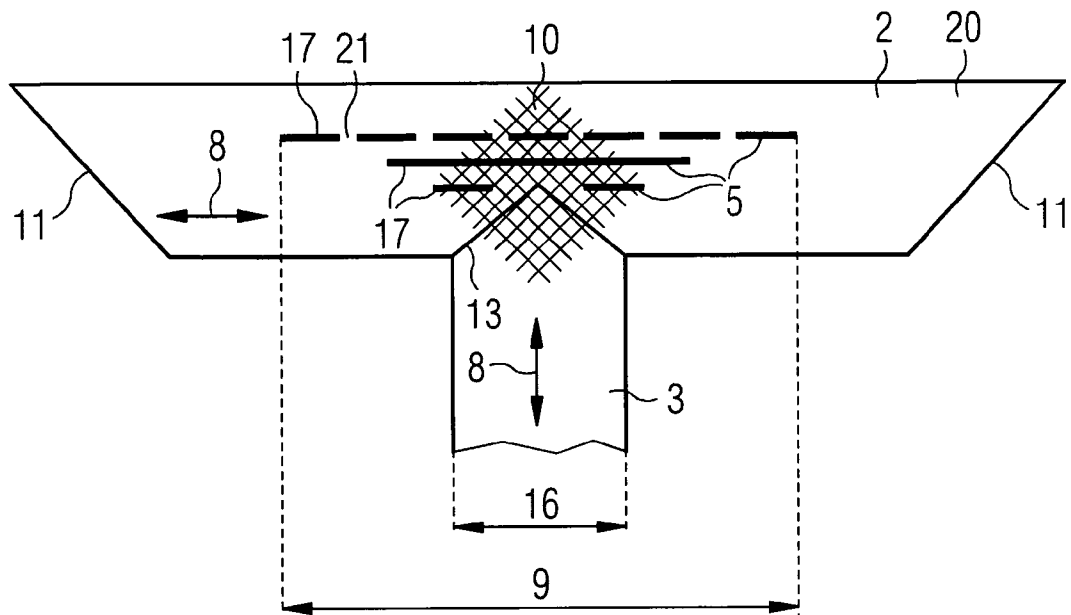
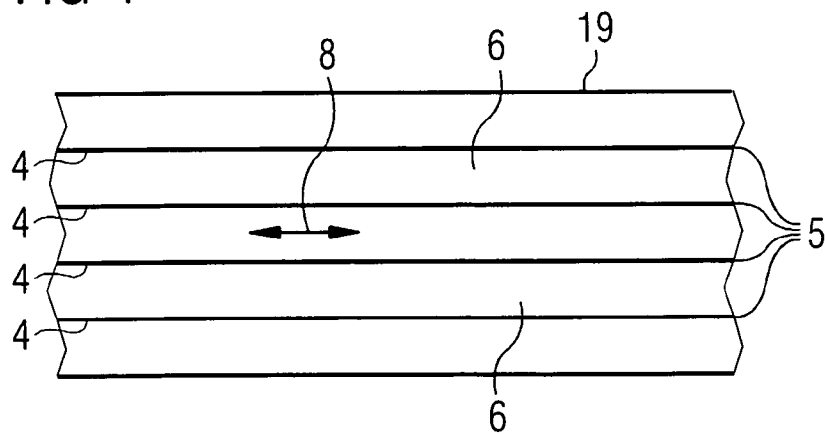


FIG 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/058027

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01F1/16 H01F3/02 H01F27/245 H01F27/33 H01F41/02
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 practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 157 850 A (WINTER DAVID F ET AL) 17 November 1964 (1964-11-17)	1-4,6, 10,11
Y	column 1, lines 13-31 column 2, lines 32-44,60-70 column 5, lines 14-38 column 8, line 48 - column 11, line 20 -----	5,7-9, 12,13
X	GB 1 344 526 A (BBC BROWN BOVERI & CIE) 23 January 1974 (1974-01-23)	1-4,6, 10,11,14
Y	page 1, lines 15-30 page 1, line 90 - page 2, line 26 page 2, lines 64-76 -----	5,7-9, 12,13
X	DE 11 36 771 B (SIEMENS AG) 20 September 1962 (1962-09-20)	1-4,6, 10,11,14
Y	column 1, lines 21-33 column 3, lines 3-16 -----	5,7-9, 12,13
	-/-	



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 document 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

19 March 2012

Date of mailing of the international search report

23/03/2012

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

Gols, Jan

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2011/058027

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 14 88 356 A1 (SIEMENS AG) 3 April 1969 (1969-04-03)	1-4,6, 10,11,14
Y	page 2, line 13 - page 3, line 10	5,7-9, 12,13
X	----- US 2 912 660 A (GRAHAM DONALD C) 10 November 1959 (1959-11-10)	1-4,6, 10,11,14
Y	column 1, lines 37-47 column 3, lines 12-38	7-9,12, 13
Y	----- GB 693 605 A (BRITISH THOMSON HOUSTON CO LTD) 1 July 1953 (1953-07-01)	5,8,9
	page 1, line 92 - page 2, line 6 page 2, lines 53-87	
Y	----- EP 2 226 399 A1 (NIPPON STEEL CORP [JP]) 8 September 2010 (2010-09-08)	7
	page 3, paragraph 16 page 4, paragraph 19-25	
Y	----- EP 0 897 016 A1 (NIPPON STEEL CORP [JP]) 17 February 1999 (1999-02-17)	7
	page 2, paragraph 6 page 3, paragraph 17 - page 4, paragraph 18 figures 12a,12b	
A	----- DE 10 2006 017762 A1 (SIEMENS AG [DE]) 18 October 2007 (2007-10-18)	1,7-9, 12,13
	page 2/7, paragraph 5 page 3/7, paragraph 13 page 4/7, paragraph 28-29 -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/058027

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3157850	A	17-11-1964	NONE
GB 1344526	A	23-01-1974	CH 516863 A 15-12-1971 DE 2043295 A1 09-12-1971 DE 7032574 U 20-04-1972 FR 2110851 A5 02-06-1972 GB 1344526 A 23-01-1974
DE 1136771	B	20-09-1962	NONE
DE 1488356	A1	03-04-1969	NONE
US 2912660	A	10-11-1959	NONE
GB 693605	A	01-07-1953	NONE
EP 2226399	A1	08-09-2010	CN 101896626 A 24-11-2010 EP 2226399 A1 08-09-2010 JP 4669565 B2 13-04-2011 KR 20100100956 A 15-09-2010 US 2010243629 A1 30-09-2010 WO 2009075328 A1 18-06-2009
EP 0897016	A1	17-02-1999	CN 1216072 A 05-05-1999 DE 69835923 T2 13-09-2007 EP 0897016 A1 17-02-1999 US 6368424 B1 09-04-2002 WO 9832884 A1 30-07-1998
DE 102006017762 A1	A1	18-10-2007	BR PI0709987 A2 02-08-2011 CA 2649201 A1 18-10-2007 CN 101438358 A 20-05-2009 DE 102006017762 A1 18-10-2007 EP 2005451 A1 24-12-2008 JP 2009533855 A 17-09-2009 US 2009280338 A1 12-11-2009 WO 2007116047 A1 18-10-2007

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	H01F1/16	H01F3/02
		H01F27/245
		H01F27/33
		H01F41/02
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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 3 157 850 A (WINTER DAVID F ET AL) 17. November 1964 (1964-11-17)	1-4,6, 10,11
Y	Spalte 1, Zeilen 13-31 Spalte 2, Zeilen 32-44,60-70 Spalte 5, Zeilen 14-38 Spalte 8, Zeile 48 - Spalte 11, Zeile 20 -----	5,7-9, 12,13
X	GB 1 344 526 A (BBC BROWN BOVERI & CIE) 23. Januar 1974 (1974-01-23)	1-4,6, 10,11,14
Y	Seite 1, Zeilen 15-30 Seite 1, Zeile 90 - Seite 2, Zeile 26 Seite 2, Zeilen 64-76 -----	5,7-9, 12,13
X	DE 11 36 771 B (SIEMENS AG) 20. September 1962 (1962-09-20)	1-4,6, 10,11,14
Y	Spalte 1, Zeilen 21-33 Spalte 3, Zeilen 3-16 -----	5,7-9, 12,13
	-/-	
☒ 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" älteres Dokument, 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 anderen 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
19. März 2012		23/03/2012
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 Gols, Jan

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 14 88 356 A1 (SIEMENS AG) 3. April 1969 (1969-04-03)	1-4,6, 10,11,14
Y	Seite 2, Zeile 13 - Seite 3, Zeile 10	5,7-9, 12,13

X	US 2 912 660 A (GRAHAM DONALD C) 10. November 1959 (1959-11-10)	1-4,6, 10,11,14
Y	Spalte 1, Zeilen 37-47 Spalte 3, Zeilen 12-38	7-9,12, 13

Y	GB 693 605 A (BRITISH THOMSON HOUSTON CO LTD) 1. Juli 1953 (1953-07-01) Seite 1, Zeile 92 - Seite 2, Zeile 6 Seite 2, Zeilen 53-87	5,8,9

Y	EP 2 226 399 A1 (NIPPON STEEL CORP [JP]) 8. September 2010 (2010-09-08) Seite 3, Absatz 16 Seite 4, Absatz 19-25	7

Y	EP 0 897 016 A1 (NIPPON STEEL CORP [JP]) 17. Februar 1999 (1999-02-17) Seite 2, Absatz 6 Seite 3, Absatz 17 - Seite 4, Absatz 18 Abbildungen 12a,12b	7

A	DE 10 2006 017762 A1 (SIEMENS AG [DE]) 18. Oktober 2007 (2007-10-18) Seite 2/7, Absatz 5 Seite 3/7, Absatz 13 Seite 4/7, Absatz 28-29	1,7-9, 12,13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/058027

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3157850	A	17-11-1964	KEINE
GB 1344526	A	23-01-1974	CH 516863 A 15-12-1971 DE 2043295 A1 09-12-1971 DE 7032574 U 20-04-1972 FR 2110851 A5 02-06-1972 GB 1344526 A 23-01-1974
DE 1136771	B	20-09-1962	KEINE
DE 1488356	A1	03-04-1969	KEINE
US 2912660	A	10-11-1959	KEINE
GB 693605	A	01-07-1953	KEINE
EP 2226399	A1	08-09-2010	CN 101896626 A 24-11-2010 EP 2226399 A1 08-09-2010 JP 4669565 B2 13-04-2011 KR 20100100956 A 15-09-2010 US 2010243629 A1 30-09-2010 WO 2009075328 A1 18-06-2009
EP 0897016	A1	17-02-1999	CN 1216072 A 05-05-1999 DE 69835923 T2 13-09-2007 EP 0897016 A1 17-02-1999 US 6368424 B1 09-04-2002 WO 9832884 A1 30-07-1998
DE 102006017762 A1	A1	18-10-2007	BR PI0709987 A2 02-08-2011 CA 2649201 A1 18-10-2007 CN 101438358 A 20-05-2009 DE 102006017762 A1 18-10-2007 EP 2005451 A1 24-12-2008 JP 2009533855 A 17-09-2009 US 2009280338 A1 12-11-2009 WO 2007116047 A1 18-10-2007