

(19)



(11)

EP 3 018 664 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.05.2016 Patentblatt 2016/19

(51) Int Cl.:
H01F 3/02 (2006.01) H01F 27/26 (2006.01)
H01F 27/245 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14192071.0**

(22) Anmeldetag: **06.11.2014**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

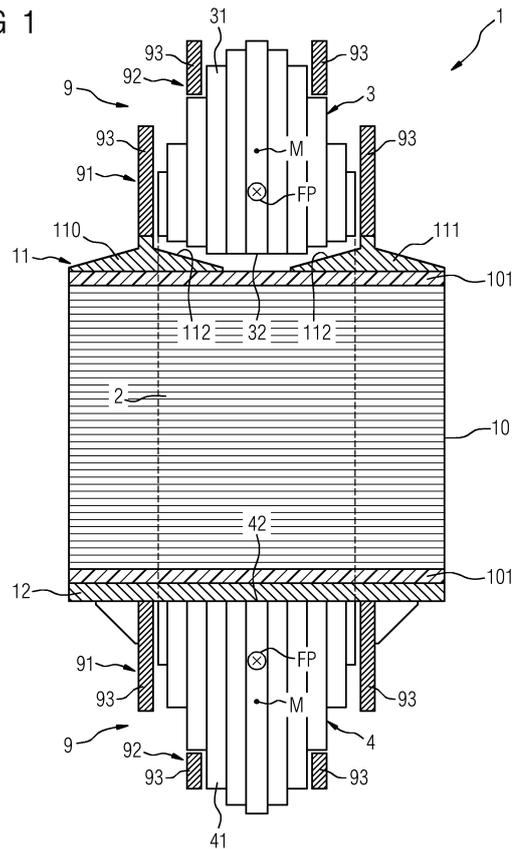
(72) Erfinder: **Findeisen, Jörg**
01156 Dresden (DE)

(54) **Magnetkern für eine elektrische Induktionseinrichtung**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf einen Magnetkern (1) für eine elektrische Induktionseinrichtung, der zumindest zwei Schenkel (2) und mindestens zwei die Schenkel (2) an ihren Enden verbindende Joche (3, 4) aufweist, wobei die Joche (3, 4) und die Schenkel (2) jeweils aus Blechpaketen (31, 41) zusammengesetzt sind und der Querschnitt der Schenkel (2) und der der Joche (3, 4) durch die Blechpaketbreite der aufeinander liegenden Blechpakete (31, 41) und die sich daraus ergebende Stufung bestimmt wird.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass zumindest einer der Schenkel (2) des Magnetkernes eine Wicklung (10) trägt und dieser die Wicklung (10) tragende Schenkel (2) im Querschnitt kreisförmig mit einem gestuften äußeren Rand ist und die Mitten der Blechpakete (31, 41) dieses Schenkels (2) auf einer geraden Linie liegen und bei zumindest einem der an diesen Schenkel (2) angrenzenden Joche (3, 4) die Blechpakete (31, 41) derart ausgerichtet sind, dass die Blechpaketmitten außenliegender Blechpakete (31, 41) gegenüber der Blechpaketmitte mittlerer Blechpakete (31, 41) in Richtung dieses Schenkels (2) unter Bildung einer Jochquerschnittsfläche versetzt sind, bei der der geometrische Flächenschwerpunkt (FP) gegenüber der Blechpaketmitte der mittleren Blechpakete (31, 41) in Richtung dieses Schenkels (2) verschoben ist.

FIG 1



EP 3 018 664 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Magnetkern für eine elektrische Induktionseinrichtung mit den Merkmalen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Aus dem Bereich der elektrischen Energieverteiltechnik sind Drehstromtransformatoren bekannt, bei denen der Eisenkern aus in einer Ebene liegenden Schenkeln sowie aus oberen und unteren Jochbalken besteht, die die Schenkel verbinden. Die Schenkel sind von Wicklungen umschlossen, die gegeneinander und gegen Erde isoliert sind. Um die bei Kurzschluss auftretenden radialen Wicklungskräfte einfach zu beherrschen, werden für Leistungstransformatoren der beschriebenen Art Wicklungen mit kreisförmigen Spulen bevorzugt, welche auf die Schenkel des Transformator-kerns aufgesetzt werden. Um für den Kernschenkel einen hohen Füllfaktor (optimale Füllung des kreisförmigen Querschnitts der Wicklung mit magnetischem Material) zu erreichen, wird der Querschnitt der Schenkel üblicherweise kreisförmig mit mehrfach abgestuftem Rand ausgeführt. Bei dreischenkelligen Drehstromtransformatoren wird die Stufung des Schenkels üblicherweise im Joch fortgeführt, um für jede Stufe über den gesamten Magnetkreis den gleichen Querschnitt zu erhalten und einen störungsfreien Magnetfluss zu gewährleisten.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei gestuften Magnetkernen einen gegenüber dem Stand der Technik verbesserten Magnetfluss zu erreichen.

[0004] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Magnetkern mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Magnetkerns sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0005] Danach ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass zumindest einer der Schenkel des Magnetkerns eine Wicklung trägt und dieser die Wicklung tragende Schenkel im Querschnitt kreisförmig mit einem gestuften äußeren Rand ist und die Mitten der Blechpakete dieses Schenkels auf einer geraden Linie liegen und bei zumindest einem der an diesen Schenkel angrenzenden Joche die Blechpakete derart ausgerichtet sind, dass die Blechpaketmitten außenliegender Blechpakete gegenüber der Blechpaketmitte mittlerer Blechpakete in Richtung dieses Schenkels unter Bildung einer Jochquerschnittsfläche versetzt sind, bei der der geometrische Flächenschwerpunkt gegenüber der Blechpaketmitte der mittleren Blechpakete in Richtung dieses Schenkels verschoben ist.

[0006] Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Magnetkerns ist darin zu sehen, dass es aufgrund der erfindungsgemäß vorgesehenen Stufung der Blechpakete bei dem oder den Jochen bzw. durch die erfindungsgemäße Abkehr von einem kreisförmigen Jochquerschnitt an der Schenkelschnittstelle zu einem von Stufe zu Stufe verringerten magnetischen Weg (verglichen mit herkömmlichen Magnetkernen mit kreisförmigem

Jochquerschnitt) kommt und sich demzufolge das erforderliche Kernblechmaterial verringern und Gewicht reduzieren lässt. Die Verminderung des Kernblechmaterials führt in vorteilhafter Weise auch zu einer Reduzierung der Ummagnetisierungsverluste. Auch lassen sich Stufen im Bereich der dem Schenkel zugewandten Jochkante vermeiden, so dass sich die Anzahl der auftretenden elektrischen Spitzen (verglichen mit herkömmlichen Magnetkernen) reduzieren lässt.

[0007] Bezüglich des Blechpaketversatzes wird es als besonders vorteilhaft angesehen, wenn die Blechpaketmitten der äußeren Blechpakete in Richtung des Schenkels derart versetzt sind, dass die Blechpaketmitten äußerer Blechpakete dichter am Schenkel liegen als die Blechpaketmitten mittlerer Blechpakete.

[0008] Vorzugsweise sind die Blechpakete zumindest eines der Joche derart ausgerichtet, dass - im Querschnitt und quer zur Stapelrichtung der Bleche betrachtet - die Mitten der Blechpakete auf einer krummlinigen Kurve liegen, die bezogen auf die Mitte des mittleren Blechpakets oder der mittleren Blechpakete achsensymmetrisch ist.

[0009] Auch ist es vorteilhaft, wenn bei zumindest einem der Joche die Blechpakete an der Schnittstelle zum Schenkel eine geradlinige Jochkante bilden.

[0010] Vorzugsweise liegen sich die Blechpakete von Joch und Schenkel jeweils paarweise stirnkantenseitig gegenüber.

[0011] Auch ist es vorteilhaft, wenn bei den flächig aufeinander liegenden Blechpaketen des Jochs die Stufenhöhe der Stufung jeweils dem Zweifachen der Stufenhöhe der Stufung entspricht, die die stirnkantenseitig gegenüberliegenden Blechpakete des Schenkels aufweisen.

[0012] Besonders bevorzugt ist es, wenn die Stufung auf der dem Schenkel abgewandten Seite dem Zweifachen des Versatzes der Blechpakete im Joch entspricht bzw. wenn die Stufung im Bereich des Jochs dem Zweifachen der Stufung im Bereich des Schenkels entspricht.

[0013] Die Joch- und Schenkelbleche weisen für jede Stufe vorzugsweise jeweils die gleiche Breite auf. Die Querschnittsflächen von Joch und Schenkel sind vorzugsweise gleich groß.

[0014] Die Blechpakethöhe eines jeden Blechpakets des Jochs ist bevorzugt jeweils genauso groß wie die Blechpakethöhe des stirnkantenseitig gegenüberliegenden Blechpakets des Schenkels.

[0015] Bei zumindest einem der Joche sind die Blechpakete vorzugsweise mittels einer Presseinrichtung zusammengedrückt, die mindestens zwei Presseinheiten aufweist, von denen zumindest eine Presseinheit, bevorzugt die oder eine schenkelnahe Presseinheit, alle Blechpakete des Jochs zusammenpresst und von denen zumindest eine Presseinheit, bevorzugt die oder eine schenkelferne Presseinheit, nur eine Teilmenge der Blechpakete des Jochs zusammenpresst. Mit anderen Worten ist es vorteilhaft, die Pressung des Joches in Richtung Schenkel in mehrere Pressbereiche zu unter-

teilen, so dass diese zumindest teilweise nicht die gesamte Schichtdicke des Kernjoches umfasst.

[0016] Vorzugsweise weist zumindest eine der Presseinheiten des Joches Spannblätter zur Übertragung der Presskraft auf.

[0017] Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass zumindest eine der Presseinheiten Pressbolzen aufweist, die zwei außenseitig am Joch anliegende und einander gegenüberliegende Presselemente, zum Beispiel in Form von Pressbalken, auf das Joch drücken.

[0018] Auch ist es vorteilhaft, wenn die jeweils einen Teilbereich der Jochhöhe pressenden Presseinheiten mit jeweils eigenen die Presskraft längs in Jochrichtung verteilenden Pressbalken versehen sind.

[0019] Vorzugsweise sind nur die dem Schenkel gegenüberliegenden Pressbalken mit der Wicklungsaufgabe oder der Wicklungsverspannungseinrichtung direkt verbunden. Die Pressbalken der schenkelfernen Jochpresseinheit sind vorzugsweise räumlich und kraftschlüssig von der Wicklungsaufgabe und Wicklungsverspannungseinrichtung getrennt.

[0020] Auch ist es vorteilhaft, wenn eine Presseinheit zumindest eines Joches mit längs des Joches angeordneten Pressbalken versehen ist und wenn diese Pressbalken jeweils aus einem metallischen Material gefertigt sind und zumindest teilweise auf der der Wicklung gegenüberliegenden Seite mit einer elektrischen Abschirmung bildenden runden Abschlussfläche versehen sind. Der Abstand der runden Abschlussfläche zur Wicklungskante der Wicklung ist vorzugsweise gleich dem Abstand der Jochkante zur Wicklung oder kleiner als dieser.

[0021] Weiterhin wird es als vorteilhaft angesehen, wenn für die axiale Verspannung einer auf dem Schenkel befindlichen Wicklung zumindest ein Abstützelement vorgesehen ist, welches in Richtung Joch zumindest teilweise angeschrägt ist, und der Versatz der Mitten der äußeren Blechpakete des Joches derart gestaltet ist, dass die Stufung des Joches der Kontur der Anschrägung des Abstützelements folgt.

[0022] Die Blechpakete des unter der Wicklung befindlichen Joches sind gegenüber der Mitte des mittleren Blechpaketes des Joches bevorzugt derart verschoben, dass die Jochkante auf der zum Schenkel zeigenden Seite eine Linie bildet und die Wicklungsaufgabe zur Lagerung der Wicklung sich zumindest teilweise auf dieser Jochkante direkt abstützt.

[0023] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Dabei zeigen beispielhaft:

Figur 1 einen Abschnitt eines erfindungsgemäßen Magnetkerns im Querschnitt,

Figur 2 einen Schenkel des Magnetkerns gemäß Figur 1 im Querschnitt,

Figur 3 ein Ausführungsbeispiel für ein oberes Joch

für den Magnetkern gemäß Figur 1 im Querschnitt,

Figur 4 ein Ausführungsbeispiel für ein unteres Joch für den Magnetkern gemäß Figur 1 im Querschnitt,

Figur 5 ein Ausführungsbeispiel für einen dreischenkelligen Magnetkern,

Figur 6 ein Joch des Magnetkerns gemäß Figur 5 im Querschnitt,

Figur 7 das Joch gemäß Figur 6 in einer dreidimensionalen Darstellung schräg von der Seite,

Figur 8 eine modifizierte Jochausgestaltung mit zusätzlicher elektrischer Abschirmung für den Magnetkern gemäß Figur 5,

Figur 9 ein weiteres Ausführungsbeispiel für einen dreischenkelligen Magnetkern,

Figur 10 ein Joch des Magnetkerns gemäß Figur 9 im Querschnitt,

Figur 11 das Joch gemäß Figur 10 in einer dreidimensionalen Darstellung schräg von der Seite und

Figur 12 das obere Joch eines Ausführungsbeispiels mit Blechpaketen, welche gegenüber den Blechpaketen des Schenkels einen veränderten Querschnitt aufweisen.

[0024] In den Figuren werden der Übersicht halber für identische oder vergleichbare Komponenten stets dieselben Bezugszeichen verwendet.

[0025] Die Figur 1 zeigt einen Abschnitt eines Magnetkerns 1 für eine elektrische Induktionseinrichtung. Der Magnetkern 1 umfasst ein oberes Joch 3, ein unteres Joch 4 sowie einen von einer Wicklung 10 der Induktionseinrichtung verdeckten Schenkel 2, der zwischen dem oberen Joch 3 und dem unteren Joch 4 angeordnet ist. Die Wicklung 10 der Induktionseinrichtung ist auf den Schenkel 2 aufgesetzt.

[0026] Das obere Joch 3 wird durch Blechpakete 31 gebildet, die mittels einer Presseinrichtung 9 aufeinander gepresst werden. Die Presseinrichtung 9 umfasst eine untere Presseinheit 91, die benachbart zum Schenkel 2 angeordnet ist, sowie eine obere Presseinheit 92, die vom Schenkel 2 durch die Presseinheit 91 räumlich getrennt ist.

[0027] Es lässt sich in der Figur 1 erkennen, dass die untere Presseinheit 91 alle Blechpakete 31 des oberen Jochs 3 zusammenpresst, wohingegen die obere Presseinheit 92 lediglich einige der Blechpakete 31 des oberen Jochs 3, jedoch nicht alle Blechpakete 31 zusammen-

presst.

[0028] Die beiden Presseeinheiten 91 und 92 umfassen bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 jeweils zwei Pressbalken 93, die mittels in der Figur 1 nicht dargestellter Pressbolzen zusammengedrückt werden.

[0029] Die Blechpakete 31 des oberen Jochs 3 sind bei dem Magnetkern 1 gemäß Figur 1 derart ausgerichtet, dass die Blechpaketmitten außenliegender Blechpakete gegenüber der Blechpaketmitte mittlerer Blechpakete in Richtung des Schenkels 2 unter Bildung einer Jochquerschnittsfläche versetzt sind, bei der der geometrische Flächenschwerpunkt FP gegenüber der Blechpaketmitte M der mittleren Blechpakete in Richtung des Schenkels 2 verschoben ist.

[0030] Zur mechanischen Verspannung der Wicklung 10 im Bereich des Schenkels 2 dient an der Schnittstelle zum oberen Joch 3 bei dem Magnetkern 1 gemäß Figur 1 eine Wicklungsverspannungseinrichtung 11, die zwei Abstützelemente 110 und 111 umfasst. Die beiden Abstützelemente 110 und 111 weisen in Richtung der Schenkelmittle des Schenkels 2 bzw. der Jochmitte des oberen Jochs 3 jeweils eine schräg verlaufende Kante 112 auf, an deren Verlauf die untere Jochkante 32 des oberen Jochs 3 angepasst ist. Um die Anpassung der Jochkante 32 an die Form der Abstützelemente 110 und 111 zu ermöglichen, ist der Versatz der Blechpakete 31 bzw. die Stufung der Blechpakete 31 wie in Figur 1 gezeigt im Jochrandbereich entsprechend gewählt.

[0031] Die Figur 1 zeigt darüber hinaus die Ausgestaltung des unteren Jochs 4 näher im Detail. Es lässt sich erkennen, dass das untere Joch 4 durch Blechpakete 41 gebildet ist, die mittels einer Presseinrichtung 9 aufeinandergepresst werden. Die Presseinrichtung 9 umfasst eine obere Presseinheit 91, die dem Schenkel 2 gegenüber benachbart angeordnet ist, sowie eine vom Schenkel 2 entfernt angeordnete Presseinheit 92.

[0032] Die beiden Presseeinheiten 91 und 92 weisen jeweils gegenüberliegende Pressbalken 93 auf, die mittels nicht dargestellter Pressbolzen aufeinandergedrückt werden.

[0033] Die Blechpakete 41 sind bei dem unteren Joch 4 derart ausgerichtet, dass die Blechpaketmitten außenliegender Blechpakete gegenüber der Blechpaketmitte mittlerer Blechpakete in Richtung des Schenkels 2 unter Bildung einer Jochquerschnittsfläche versetzt sind, bei der der geometrische Flächenschwerpunkt FP gegenüber der Blechmitte M der mittleren Blechpakete in Richtung des Schenkels 2 verschoben ist. Der Versatz der Blechpakete 41 ist darüber hinaus derart gewählt, dass an der Schnittstelle zum Schenkel 2 eine geradlinige Jochkante 42 gebildet wird, auf der eine Wicklungsauf-
lage 12, die die Wicklung 10 trägt, aufliegt.

[0034] Mit anderen Worten ist die dem Schenkel 2 zugewandte Jochkante des unteren Jochs 4 vorzugsweise geradlinig, wohingegen die untere Jochkante 32 des oberen Jochs 3 mit Blick auf eine Anpassung der Jochkante an die Abstützelemente 110 und 111 vorzugsweise ungeradlinig ist.

[0035] Zwischen der Wicklungsauf-
lage 12 und der Wicklung sowie zwischen den Abstützelementen 110 und 111 ist vorzugsweise jeweils eine Isolieranordnung 101 vorgesehen.

5 **[0036]** Die Figur 2 zeigt den Querschnitt des Schenkels 2 des Magnetkerns 1 gemäß Figur 1 im Querschnitt. Es lässt sich erkennen, dass der Schenkel 2 aus einer Vielzahl an Blechpaketen 21 gebildet ist. Im Querschnitt ist der Schenkel 2 kreisförmig mit einem gestuften äußeren Rand. Die Mitten der Blechpakete des Schenkels 2 liegen auf einer geraden Linie 22.

10 **[0037]** Die Figur 3 zeigt im Querschnitt ein weiteres Ausführungsbeispiel für ein oberes Joch 3, das bei dem Magnetkern 1 gemäß Figur 1 eingesetzt werden kann. Es lässt sich erkennen, dass die Mitten der Blechpakete 31 auf einer krummlinigen Kurve 36 liegen, die vorzugsweise - bezogen auf die Jochmitte des oberen Jochs 3 - achsensymmetrisch ist. Darüber hinaus lässt die Figur 3 erkennen, dass der Flächenschwerpunkt FP des oberen Jochs 3 gegenüber der Blechpaketmitte M der mittleren Blechpakete in Richtung der unteren Jochkante 32 verschoben ist.

15 **[0038]** Die Figur 4 zeigt nochmals das untere Joch des Magnetkerns 1 gemäß Figur 1 im Querschnitt. Es lässt sich erkennen, dass die Blechpaketmitten der Blechpakete 41 des unteren Jochs 4 auf einer krummlinigen Kurve 46 liegen, die - bezogen auf die Mitte des mittleren Blechpakets des unteren Jochs 4 - vorzugsweise achsensymmetrisch ist. Darüber hinaus zeigt die Figur 4 den Versatz des Flächenschwerpunkts FP gegenüber der Blechpaketmitte M des mittleren Blechpakets des unteren Jochs 4; es lässt sich erkennen, dass der Flächenschwerpunkt FP in Richtung auf die an die Wicklungsauf-
lage 12 (vgl. Figur 1) angrenzende Jochkante 42 verschoben ist.

20 **[0039]** Die Figur 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel für einen dreischenkelligen Magnetkern 1 für eine elektrische Induktionseinrichtung, die neben dem Magnetkern 1 drei Wicklungen 10 aufweist. Jede der Wicklungen 10 ist jeweils auf einem Schenkel 2 des dreischenkelligen Magnetkerns 1 aufgesetzt.

25 **[0040]** Die Figur 5 zeigt darüber hinaus Pressbolzen 94, die zum Verpressen der Blechpakete des oberen Jochs 3 bzw. des unteren Jochs 4 dienen. Die Pressbolzen 94 bilden vorzugsweise Bestandteile von Presseeinheiten, beispielsweise solchen wie den Presseeinheiten 91 und 92 gemäß Figur 1, von denen zumindest eine vorzugsweise nicht die gesamte Schichtdicke des jeweiligen Jochs erfasst und von denen zumindest eine andere vorzugsweise die gesamte Schichtdicke des jeweiligen Jochs umfasst.

30 **[0041]** Bei dem oberen Joch 3 und dem unteren Joch 4 kann eine Segmentierung des jeweiligen Jochs in einem schenkelnahen Abschnitt 3a bzw. 4a und einem schenkelfernen Abschnitt 3b bzw. 4b vorgesehen sein, wie dies durch Linien L in der Figur 5 angedeutet ist.

35 **[0042]** Die Figur 6 zeigt die Verpressung der Blechpakete beim oberen Joch 3 des Magnetkerns 1 gemäß Figur

5 beispielhaft näher im Detail. Man erkennt eine Presse-
einrichtung 9, die eine Presseinheit 91 sowie eine Presse-
einheit 92 umfasst. Die Presseinheit 91 weist zwei ge-
genüberliegende Pressbalken 93, Pressbolzen 94 sowie
zwei Pressbeilageelemente 95 auf. Die Funktion der
Pressbeilageelemente 95 besteht darin, einen gleichmä-
ßigen Anpressdruck über Blechpaketstufen hinweg zu
gewährleisten. Die Presseinheit 91 dient zum Zusammen-
pressen aller Blechpakete des Jochs.

[0043] Die Presseinheit 92 weist ebenfalls zwei Press-
balken 93, Pressbolzen 94 sowie zwei Pressbeilageele-
mente 95 auf. Im Unterschied zu der Presseinheit 91
presst die Presseinheit 92 lediglich eine Teilmenge der
Blechpakete des Jochs zusammen.

[0044] Die Figur 7 zeigt die beiden Presseinrichtungen
91 und 92 gemäß Figur 6 näher im Detail in einer drei-
dimensionalen Darstellung schräg von der Seite. Man
erkennt die Pressbalken 93, die Pressbolzen 94 sowie
die Pressbeilageelemente 95, deren Funktion bereits im
Zusammenhang mit der Figur 6 erläutert worden ist.

[0045] Die Figur 8 zeigt eine bevorzugte, modifizierte
Ausgestaltung für die Presseinheit 91, die zu der Wick-
lung 10 unmittelbar benachbart ist. Es lässt sich erken-
nen, dass die Pressbalken 93 der Presseinheit 91 im
Bereich ihrer der Wicklung 10 gegenüberliegenden un-
teren Balkenkanten jeweils mit einer elektrischen Ab-
schirmung 96 ausgestattet sind. Die elektrische Abschir-
mung weist vorzugsweise im Querschnitt eine runde Ab-
schlussfläche auf, deren Abstand zur Wicklungskante
der Wicklung 10 gleich oder kleiner ist als der Abstand
der unteren Jochkante 32 des Jochs 3 von der Wicklung
10. Die Pressbalken 93 und die elektrische Abschirmung
96 bestehen vorzugsweise aus metallischem Material.

[0046] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 8 re-
duziert sich durch den vollständigen Entfall einer Stufe
im Bereich der der Wicklung 10 zugewandten unteren
Jochkante 32 bereits die Anzahl der auftretenden elek-
trischen Spitzen (verglichen mit herkömmlichen Magnet-
kernen mit kreisförmigen Jochen und ungeradliniger
Jochkante). Darüber hinaus wird die der Wicklung 10 zu-
gewandte Jochkante 32 durch die in die Presseinheit 91
integrierte elektrische Abschirmung 96 abgeschirmt. Wie
erwähnt, wird die Presseinheit 91 vorzugsweise derart
nach unten verlängert, dass sich ein Überstand zur Joch-
kante 32 bildet, und es erfolgt vorzugsweise eine Ver-
rundung der Presseinheit 91 im Bereich dieser Überde-
ckung.

[0047] Die Figur 9 zeigt ein Ausführungsbeispiel für
einen dreischenkelligen Magnetkern 1 für eine Indukti-
onseinrichtung, die mit drei Wicklungen 10 ausgestattet
ist. Es lässt sich erkennen, dass die drei Schenkel 2 des
Magnetkerns 1 mittels eines oberen Jochs 3 und eines
unteren Jochs 4 miteinander verbunden sind. Zum Ver-
spannen der Blechpakete des oberen Jochs 3 und des
unteren Jochs 4 sind Spannbänder 200, zum Beispiel in
Form von Bandagen, vorgesehen, die durch Löcher oder
Schlitze im jeweiligen Joch hindurchgeführt sein können.
Alternativ kann eine Segmentierung des jeweiligen

Jochs in einem schenkelnahen Abschnitt und einem
schenkelfernen Abschnitt vorgesehen sein, so dass je-
des der Spannbänder 200 entweder das schenkelferne
oder das schenkelnahe Segment verspannt. Bezüglich
der Segmentierung in ein schenkelfernes oder schenkel-
nahes Segment sei auf die Erläuterungen im Zusammen-
hang mit der Figur 5 verwiesen, die hier analog gelten.

[0048] Die Figur 10 zeigt in einem Querschnitt ein Aus-
führungsbeispiel für das Verspannen des oberen Jochs
3 bzw. des unteren Jochs 4 gemäß Figur 9 näher im
Detail. Man erkennt eine schenkelnahe Presseinheit 91
sowie eine schenkelferne Presseinheit 92, von denen die
schenkelnahe Presseinheit 91 alle Blechpakete des
Jochs und die schenkelferne Presseinheit 92 eine Teil-
menge der Blechpakete des Jochs zusammenpresst.
Die beiden Presseinheiten 91 und 92 weisen jeweils ein
Spannband 200 auf, das zum Verspannen der Blechpa-
kete des jeweiligen Jochsegments dient. Um eine gleich-
mäßige Anpresskraft zu erreichen, weisen die beiden
Presseinheiten 91 und 92 vorzugsweise auch Pressbei-
lageelemente 95 auf, wie sie bereits im Zusammenhang
mit den Figuren 6 und 7 erläutert worden sind.

[0049] Um das Anbringen der Spannbänder 200 wie
in Figur 10 gezeigt zu ermöglichen, können die Blechpa-
kete des Jochs in ein oder mehrere schenkelferne und
in ein oder mehrere schenkelnahe Segmente segmen-
tiert sein; beispielsweise kann in einem solchen Falle die
schenkelnahe Presseinheit 91 das schenkelnahe Seg-
ment des Jochs und die schenkelferne Presseinheit 92
das schenkelferne Segment des Jochs zusammenpres-
sen. Alternativ kann das Joch mit Löchern versehen sein,
durch die die Spannbänder 200 hindurch gezogen sind.

[0050] Vorteilhafterweise sind die Spannbänder (200)
der schenkelnahen Presseinheit (91) und die Spannbän-
der der schenkelfernen Presseinheit (92) in Richtung der
Jochachse versetzt angeordnet. Somit wird es möglich
dass die Spannbänder der schenkelnahen Presseinheit
und die Spannbänder der schenkelfernen Presseinheit
jeweils den gleichen Spalt zwischen den Jochsegmenten
nutzen können.

[0051] Die Anzahl der Spannbänder (200) der schen-
kelfernen Presseinheit (92) kann gegenüber der Anzahl
der Spannbänder der schenkelnahen Presseinheit (91)
erhöht sein, um eine günstige Verteilung der Presskräfte
auf das Joch zu erreichen.

[0052] Die Figur 11 zeigt die beiden Presseinrich-
tungen 91 und 92 mit den Spannbändern 200 gemäß Figur
10 beim oberen Joch 3 in einer dreidimensionalen Dar-
stellung näher im Detail.

[0053] Die Figur 12 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei
dem die Blechpakete 31 des Joches 3 zumindest teilwei-
se nicht die gleiche Blechbreite aufweisen wie die zuge-
ordneten Blechpakete des Schenkels 2. Im Ausführungs-
beispiel erfolgt die Auslegung der Blechpakete des
Schenkels wie in den bereits vorgenannten Beispielen
derart, dass ein der Kreisform angenäherter Schenkel 2
gebildet wird. Dieser ist von der Wicklung 10 umschlos-
sen.

[0054] Das Joch 3 weist im Ausführungsbeispiel eine gegenüber dem Schenkel verminderte Anzahl von Kernstufen auf. Mehrere Blechpakete 31 des Joches weisen eine gleiche Blechbreite auf. Die Anpassung der Querschnitte von Schenkel und Joch erfolgt im Ausführungsbeispiel Blechpaket übergreifend. Durch diese spezielle Ausführung ist eine Verminderung der Kernhöhe, sowie eine Vereinfachung der Presseinheiten möglich. Auch hier erfolgt der oben beschriebene Versatz der jeweiligen Mitten der Blechpakete 31 zueinander. Die Blechpakete bilden auch in diesem Ausführungsbeispiel an der Schnittkante zum Schenkel eine geradlinige Jochkante 32.

[0055] Die Pressung des Joches ist in mehrere Pressbereiche unterteilt, die durch getrennte Presseinheiten (91, 92) verspannt werden. Die schenkelnahen Presseinrichtungen 91 des Joches 3 sind durch parallel zur Schenkellachse verlaufende Zugelemente 98 zur Wicklungsverspannung miteinander verbunden. Diese Zugelemente 98 können wie bekannt durch außerhalb der Wicklung liegende Zugstangen, durch innerhalb der Wicklung auf dem Schenkel aufliegende Zugstangen oder durch innerhalb des Kernes oder der Wicklung verlaufende Zugelemente aus Kunststoff gebildet werden.

[0056] In einer vorteilhaften Ausgestaltung sind die Befestigungselemente 99 zum Anheben des Aktivteiles jeweils nur mit der Presseinheit 91 eines Abschnittes des Joches verbunden.

[0057] Bevorzugt weisen die schenkelfernen Presseinheiten 92 keine Verbindung zu den Wicklungsverspanneinrichtungen, den Wicklungsaufgaben und den Zugelementen 98 zur Wicklungsverspannung sowie den Befestigungselementen 99 zum Anheben des Aktivteiles auf. Die Kraftwirkungen dieser Funktionen müssen demzufolge bei der Dimensionierung der schenkelfernen Presseinrichtungen 92 nicht berücksichtigt werden.

[0058] Obwohl die Erfindung im Detail durch bevorzugte 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 Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Magnetkern (1) für eine elektrische Induktionseinrichtung, der zumindest zwei Schenkel (2) und mindestens zwei die Schenkel (2) an ihren Enden verbindende Joche (3, 4) aufweist, wobei die Joche (3, 4) und die Schenkel (2) jeweils aus Blechpaketen (31, 41) zusammengesetzt sind und der Querschnitt der Schenkel (2) und der der Joche (3, 4) durch die Blechpaketbreite der aufeinander liegenden Blechpakete (31, 41) und die sich daraus ergebende Stufung bestimmt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass

- zumindest einer der Schenkel (2) des Magnetkernes eine Wicklung (10) trägt und dieser die Wicklung (10) tragende Schenkel (2) im Querschnitt kreisförmig mit einem gestuften äußeren Rand ist und die Mitten der Blechpakete (31, 41) dieses Schenkels (2) auf einer geraden Linie liegen und

- bei zumindest einem der an diesem Schenkel (2) angrenzenden Joche (3, 4) die Blechpakete (31, 41) derart ausgerichtet sind, dass die Blechpaketmitten außenliegender Blechpakete (31, 41) gegenüber der Blechpaketmitte mittlerer Blechpakete (31, 41) in Richtung dieses Schenkels (2) unter Bildung einer Jochquerschnittsfläche versetzt sind, bei der der geometrische Flächenschwerpunkt (FP) gegenüber der Blechpaketmitte der mittleren Blechpakete (31, 41) in Richtung dieses Schenkels (2) verschoben ist.

2. Magnetkern (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Blechpaketmitten der äußeren Blechpakete (31, 41) in Richtung des Schenkels (2) derart versetzt sind, dass die Blechpaketmitten äußerer Blechpakete (31, 41) dichter am Schenkel (2) liegen als die Blechpaketmitten mittlerer Blechpakete (31, 41).

3. Magnetkern (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Blechpakete (31, 41) zumindest eines der Joche (3, 4) derart ausgerichtet sind, dass - im Querschnitt und quer zur Stapelrichtung der Bleche betrachtet - die Mitten der Blechpakete (31, 41) auf einer krummlinigen Kurve liegen, die bezogen auf die Mitte des mittleren Blechpakets oder der mittleren Blechpakete (31, 41) achsensymmetrisch ist.

4. Magnetkern (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass bei zumindest einem der Joche (4) die Blechpakete (41) an der Schnittstelle zum Schenkel (2) eine geradlinige Jochkante (42) bilden.

5. Magnetkern (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Stufung im Bereich des Jochs (3, 4) dem Zweifachen der Stufung im Bereich des Schenkels (2) entspricht.

6. Magnetkern (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Blechpakethöhe eines jeden Blechpakets des Jochs (3, 4) jeweils genauso groß wie die Blechpakethöhe des stirnkantenseitig gegenüberliegenden

Blechpakets des Schenkels (2) ist.

7. Magnetkern (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass 5
 bei zumindest einem der Joche (3, 4) die Blechpakete (31, 41) mittels einer Presseinrichtung zusammengepresst sind, die mindestens zwei Presseeinheiten (91, 92) aufweist, 10
 - von denen zumindest eine Presseinheit (91) alle Blechpakete (31, 41) des Jochs (3, 4) zusammenpresst und
 - von denen zumindest eine Presseinheit (92) nur eine Teilmenge der Blechpakete (31, 41) des Jochs (3, 4) zusammenpresst. 15
8. Magnetkern (1) nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass 20
 zumindest eine der Presseeinheiten (91, 92) durch ein Spannband (200) gebildet ist oder ein Spannband (200) aufweist.
9. Magnetkern (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche 7-8,
dadurch gekennzeichnet, dass 25
 zumindest eine der Presseeinheiten (91, 92) einen Pressbolzen (94) aufweist, der zwei außenseitig am Joch (3, 4) anliegende und einander gegenüberliegende Presselemente auf das Joch (3, 4) drückt. 30
10. Magnetkern (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass 35
 die Pressung des Joches (3, 4) in Richtung Schenkelachse in mehrere Pressbereiche unterteilt ist und diese zumindest teilweise nicht die gesamte Schichtdicke des Kernjoches umfassen.
11. Magnetkern (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass 40
 die jeweils einen Teilbereich der Jochhöhe pressenden Presseinheiten (91, 92) mit jeweils eigenen, die Presskraft längs in Jochrichtung verteilenden Pressbalken (93) versehen sind. 45
12. Magnetkern (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass 50
 nur die dem Schenkel (2) gegenüberliegenden Pressbalken (93) mit der Wicklungsauflage (12) oder der Wicklungsverspannungseinrichtung (11) in Verbindung stehen. 55
13. Magnetkern (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
- eine Presseinheit (91, 92) zumindest eines Joches (3, 4) mit längs des Joches (3, 4) angeordneten Pressbalken (93) versehen ist und
 - diese Pressbalken (93) aus einem metallischen Material gefertigt sind und zumindest teilweise auf der der Wicklung (10) gegenüberliegenden Seite mit einer elektrischen Abschirmung (96) bildenden runden Abschlussfläche versehen sind, deren Abstand von der Wicklungskante (112) der Wicklung (10) genau so groß wie der Abstand zwischen der Jochkante (32) und der Wicklungskante (112) oder kleiner als dieser Abstand ist.
14. Magnetkern (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 - für die axiale Verspannung der auf dem Schenkel (2) befindlichen Wicklung (10) zumindest ein Abstützelement (110, 111) vorgesehen ist, welches in Richtung Joch (3) zumindest teilweise angeschrägt ist, und
 - der Versatz der Mitten der äußeren Blechpakete (31) des Joches (3) derart gestaltet ist, dass die Stufung des Joches (3) der Kontur der Anschrägung des Abstützelements (110, 111) folgt.
15. Magnetkern (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Blechpakete (41) des unter der Wicklung (10) befindlichen Joches (4) derart gegenüber der Mitte des mittleren Blechpaketes des Joches (4) verschoben sind, dass die Jochkante (42) auf der zum Schenkel (2) zeigenden Seite eine Linie bildet und die Wicklungsauflage (12) zur Lagerung der Wicklung (10) sich zumindest teilweise auf dieser Jochkante (42) direkt abstützt.

FIG 2

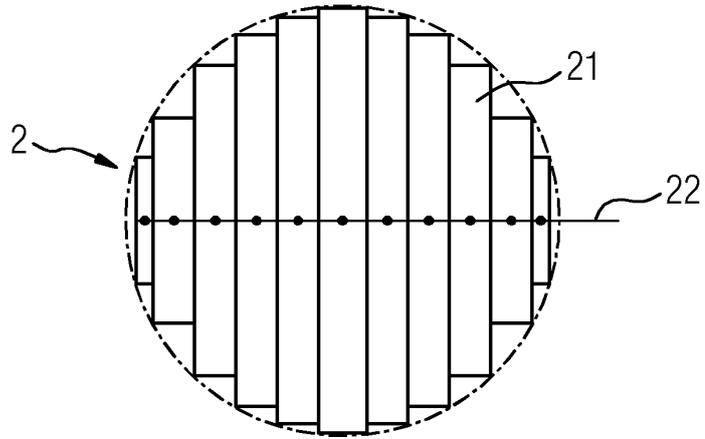


FIG 3

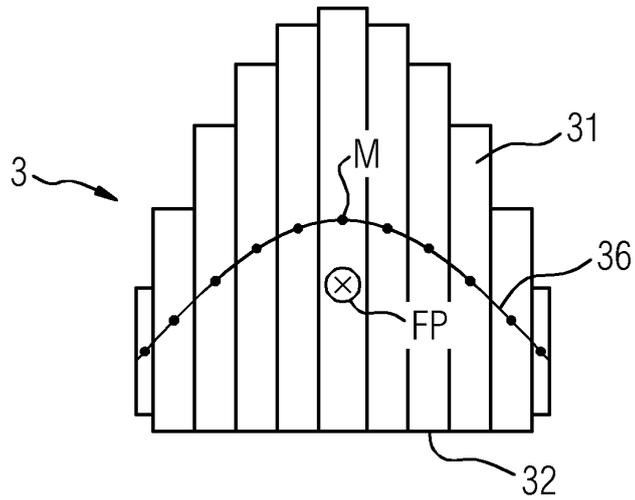
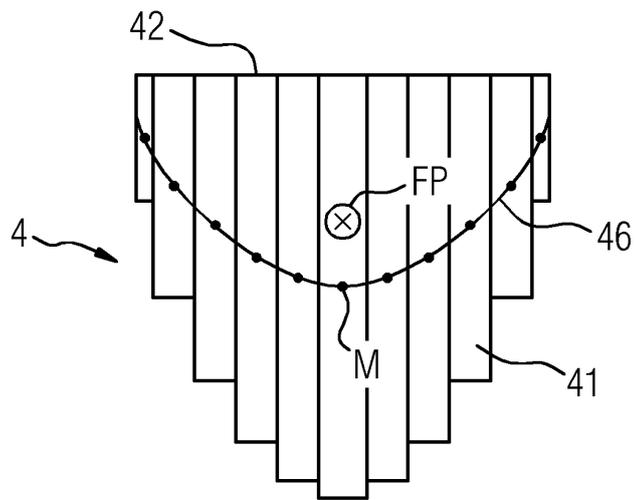


FIG 4



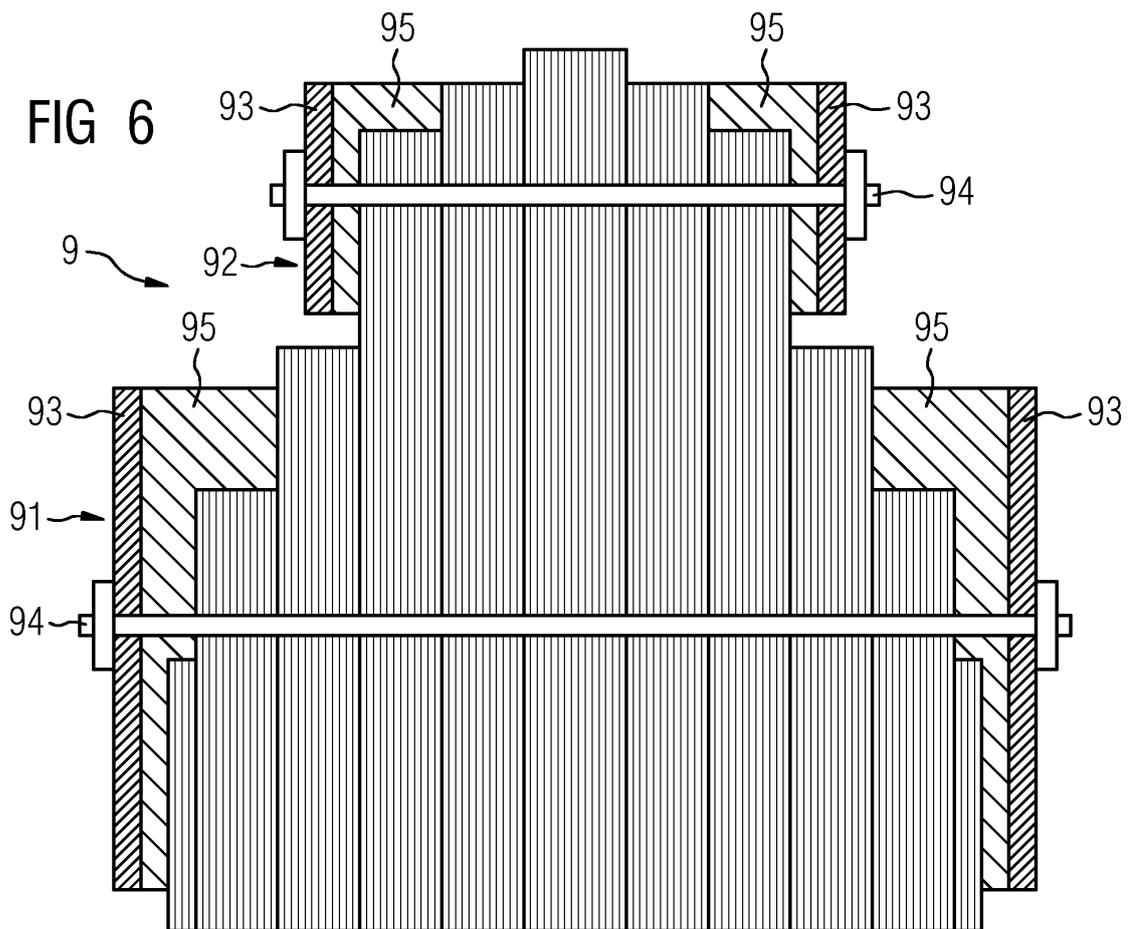
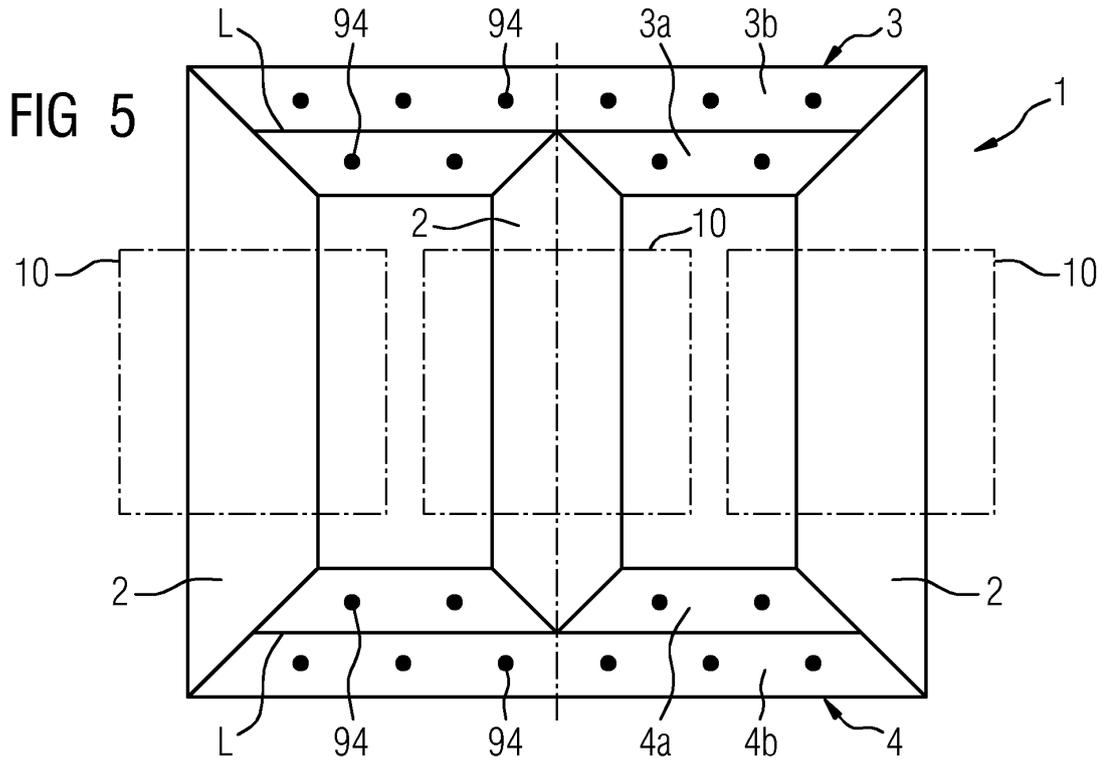
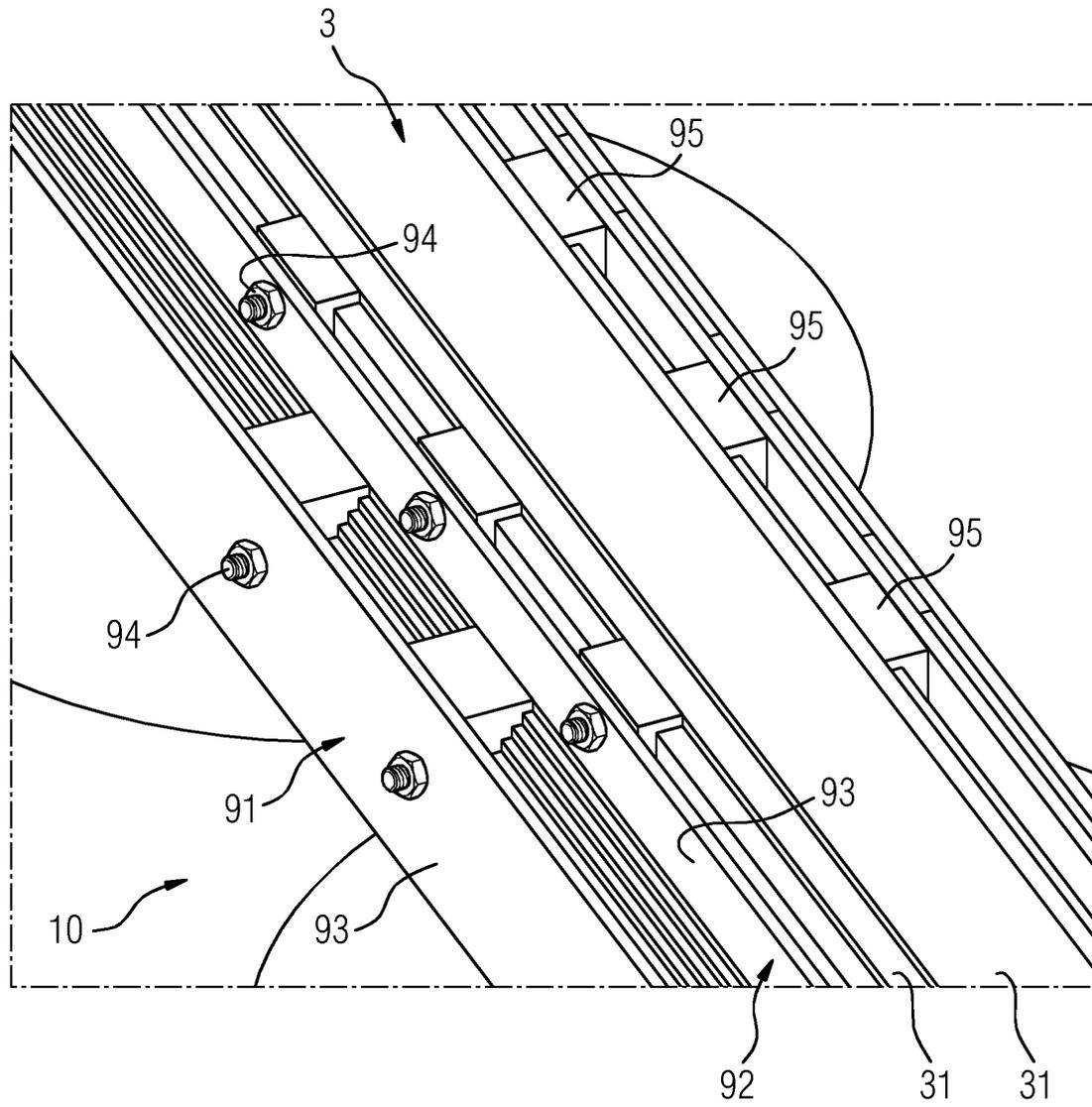
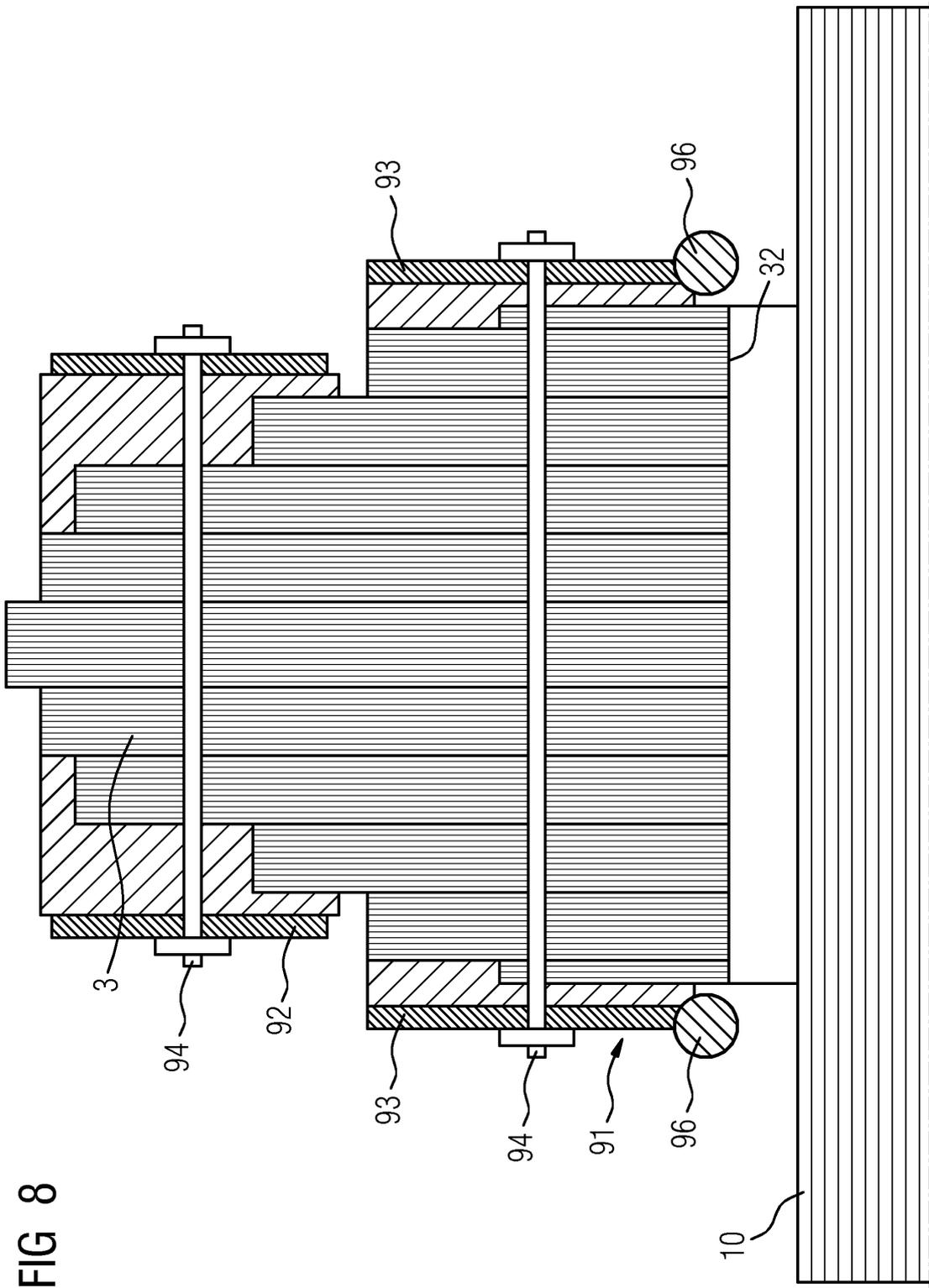


FIG 7





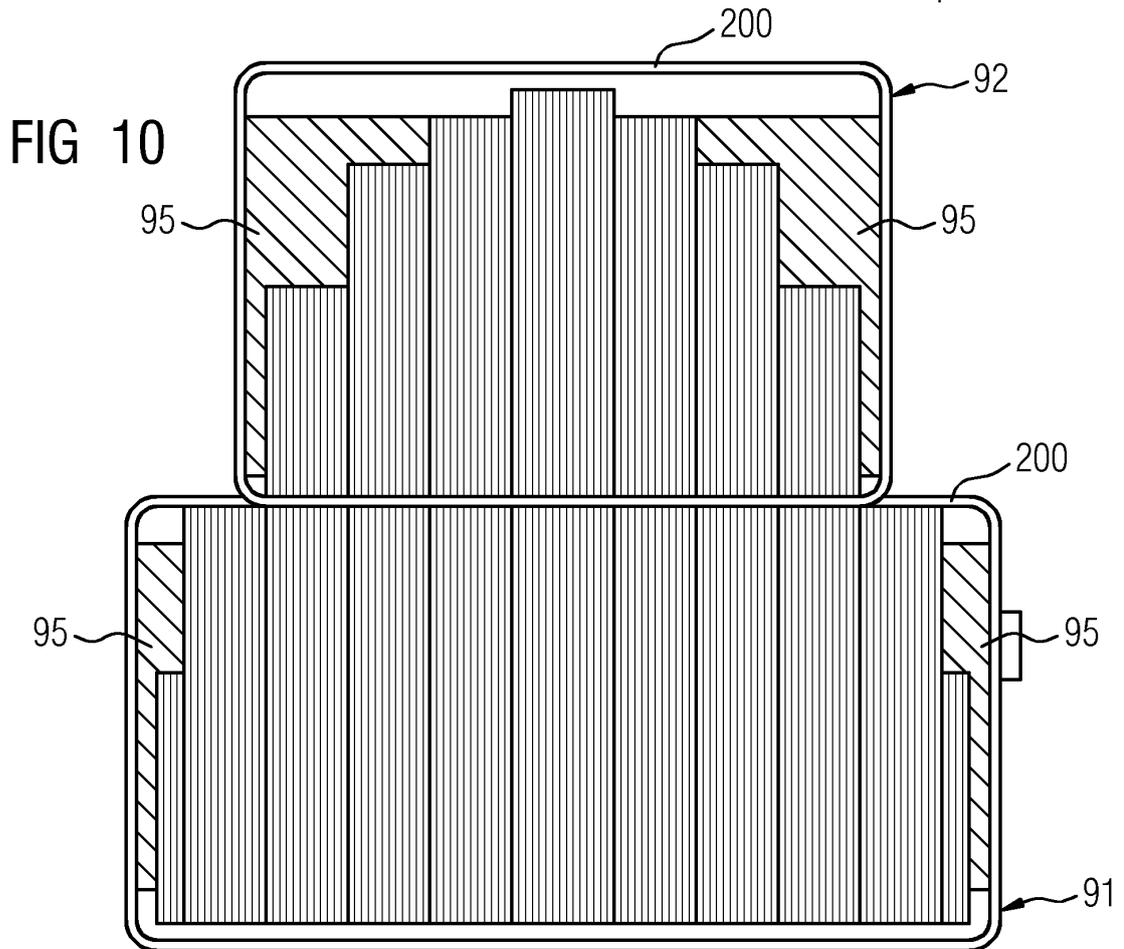
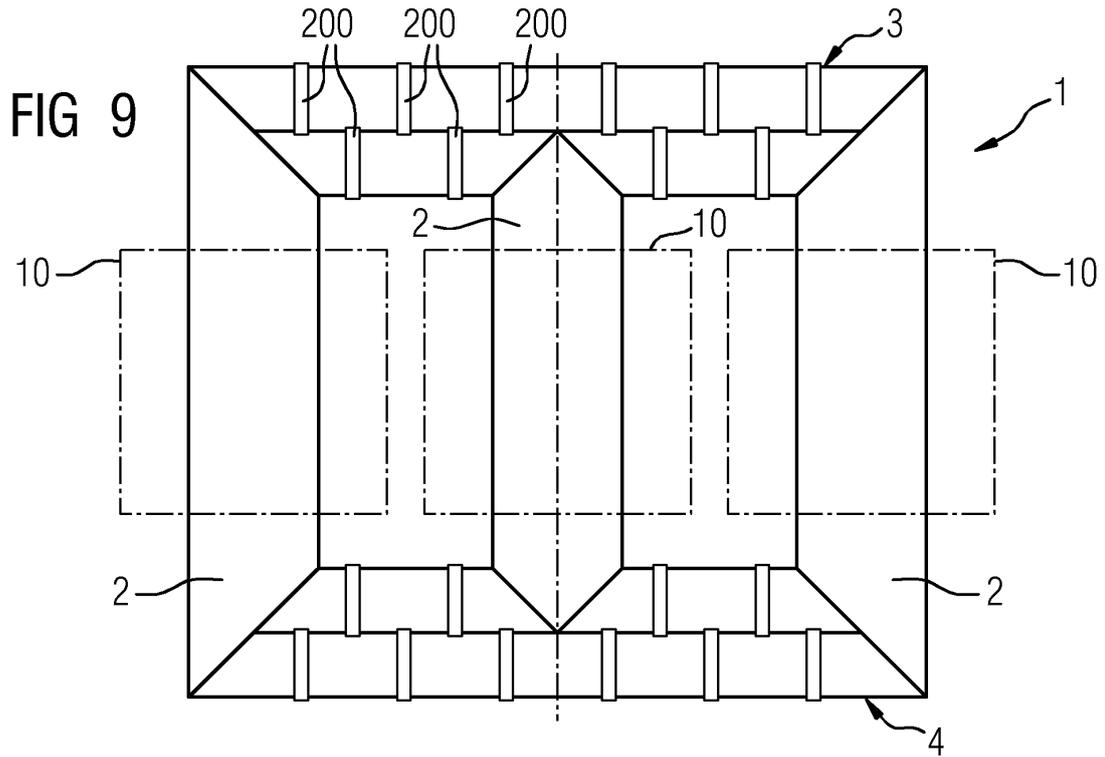
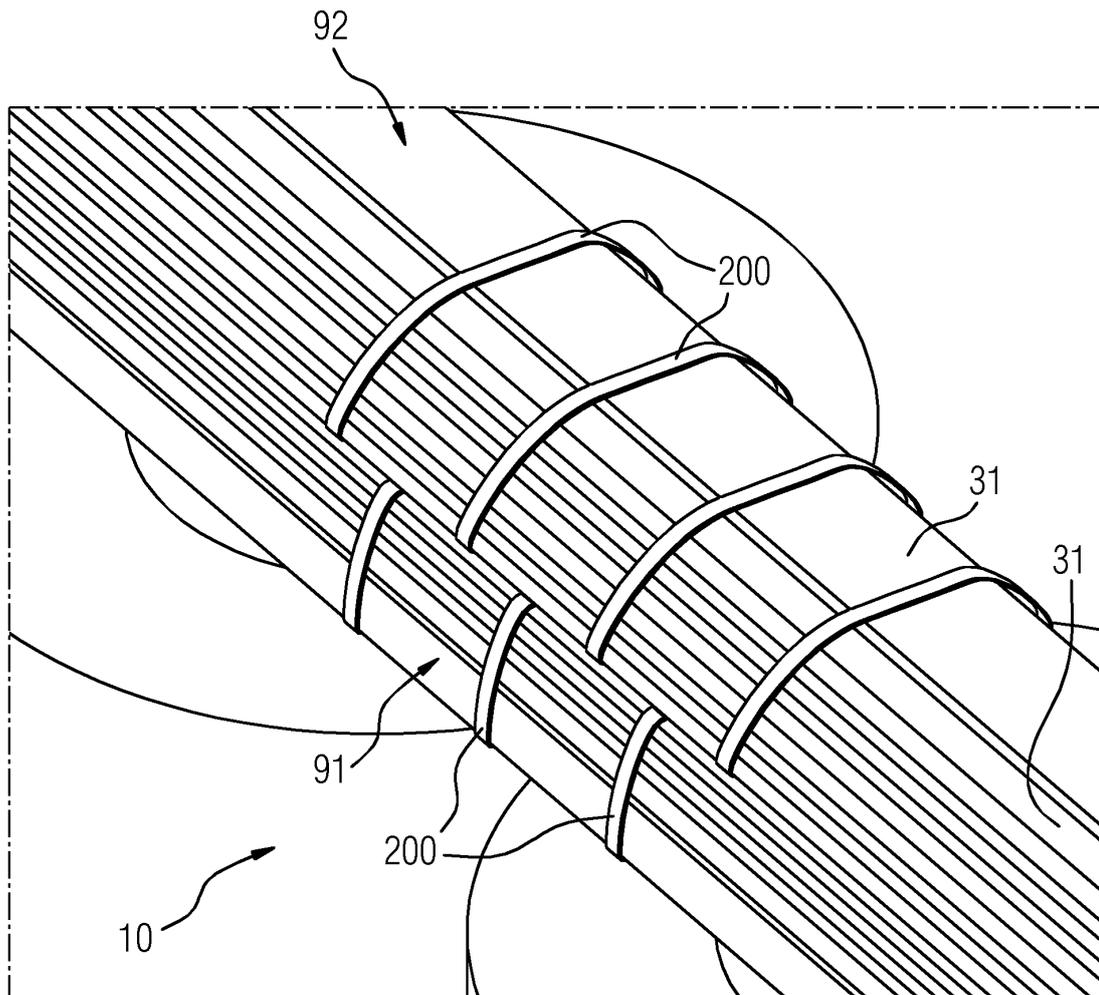
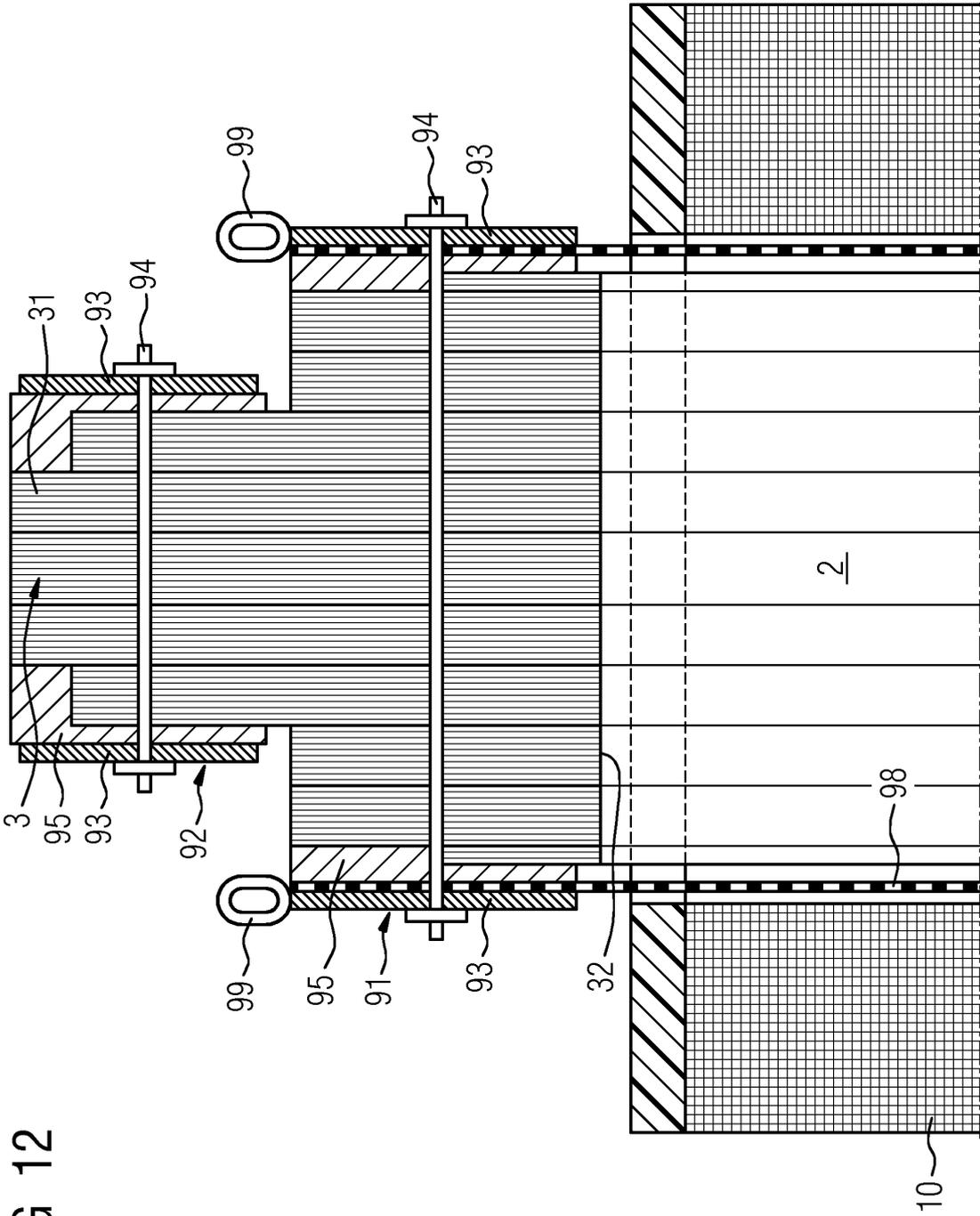


FIG 11







EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 14 19 2071

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2011/133391 A2 (ABB TECHNOLOGY AG [CH]; SARVER CHARLIE [US]; PAULEY WILLIAM E [US]) 27. Oktober 2011 (2011-10-27)	1,3,4,6	INV. H01F3/02 H01F27/26 H01F27/245
Y	* Zusammenfassung; Abbildungen 1,11-13 * * Absatz [0035] - Absatz [0038] *	10,13-15	
X	CH 341 896 A (OERLIKON MASCHF [CH]) 31. Oktober 1959 (1959-10-31) * Abbildungen 2,3c, 11 * * Seite 2, linke Spalte, Zeile 45 - Zeile 51 *	1-3,5	
X	US 4 140 987 A (MAEZIMA MASAOKI) 20. Februar 1979 (1979-02-20) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 * * Spalte 1, Zeile 5 - Zeile 31 *	1,3,4,6	
X	GB 673 210 A (BRITISH THOMSON HOUSTON CO LTD; ALFRED NOEL APPELYARD) 4. Juni 1952 (1952-06-04) * Abbildung 1 *	1,3,4,6	
Y	DE 23 24 644 A1 (SCHORSCH GMBH) 5. Dezember 1974 (1974-12-05) * Abbildung 1 * * Seite 2, Absatz 3 - Seite 3, Absatz 3 * * Seite 4, Absatz 4 - Seite 5, Absatz 1 *	13-15	
Y	GB 1 094 442 A (ENGLISH ELECTRIC CO LTD) 13. Dezember 1967 (1967-12-13) * Abbildung 2 * * Seite 1, rechte Spalte, Zeile 49 - Zeile 59 * * Seite 2, linke Spalte, Zeile 29 - Zeile 35 *	13	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H01F
----- -/--			
1 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. April 2015	Prüfer Tano, Valeria
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 14 19 2071

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y A	JP S52 30911 U (NN) 4. März 1977 (1977-03-04) * Abbildungen 1,2 * -----	10 7-9,11, 12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. April 2015	Prüfer Tano, Valeria
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 14 19 2071

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-04-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2011133391 A2	27-10-2011	CA 2797071 A1 CN 203277040 U US 2013147588 A1 WO 2011133391 A2	27-10-2011 06-11-2013 13-06-2013 27-10-2011
CH 341896 A	31-10-1959	KEINE	
US 4140987 A	20-02-1979	JP S572165 B2 JP S5272420 A US 4140987 A	14-01-1982 16-06-1977 20-02-1979
GB 673210 A	04-06-1952	KEINE	
DE 2324644 A1	05-12-1974	KEINE	
GB 1094442 A	13-12-1967	FR 1425821 A GB 1094442 A	24-01-1966 13-12-1967
JP S5230911 U	04-03-1977	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82