

19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

11

Veröffentlichungsnummer:

**0 262 410  
A1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21

Anmeldenummer: 87112554.8

51

Int. Cl.4: **H01F 27/24**

22

Anmeldetag: 28.08.87

30

Priorität: 12.09.86 DE 3631186

43

Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
06.04.88 Patentblatt 88/14

84

Benannte Vertragsstaaten:  
AT CH DE GB IT LI NL SE

71

Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft Berlin  
und München  
Wittelsbacherplatz 2  
D-8000 München 2(DE)**

72

Erfinder: **Müller, Walter, Dr.  
Kappelbergsteig 37  
D-8540 Schwabach(DE)**

54

**Eisenkern für Transformatoren mit mindestens drei Kernschenkeln.**

(57) Die Kernschenkel (1, 2) derartiger Transformatoren sind üblicherweise durch Joche (3, 4) miteinander verbunden, wobei sowohl die Kernschenkel (1, 2) als auch die Joche (3, 4) aus Blechlamellen aus kornorientiertem Transformatorblech geschichtet sind und wobei Knotenstellen zwischen einem Joch (3, 4) und einem Mittelkernschenkel (1) von besonders geformten Knotenblechlamellen (5) gebildet sind. Erfindungsgemäß bestehen die Knotenblechlamellen (5) aus Folien aus amorphem Werkstoff mit niedrigen Ummagnetisierungsverlusten und bildet jeweils eine Vielzahl von deckungsgleich zugeschnittenen Folien je eine Knotenblechlamelle (5), wobei die Flußdichte im amorphen Werkstoff kleiner ist als im mit Silizium legierten Transformatorblech. Erfindungsgemäß gestaltete Eisenkerne sind vor allem geeignet zum Einsatz in Großtransformatoren, da sie gerade dort eine weitere Verbesserung der Werkstoffausnutzung ermöglichen.

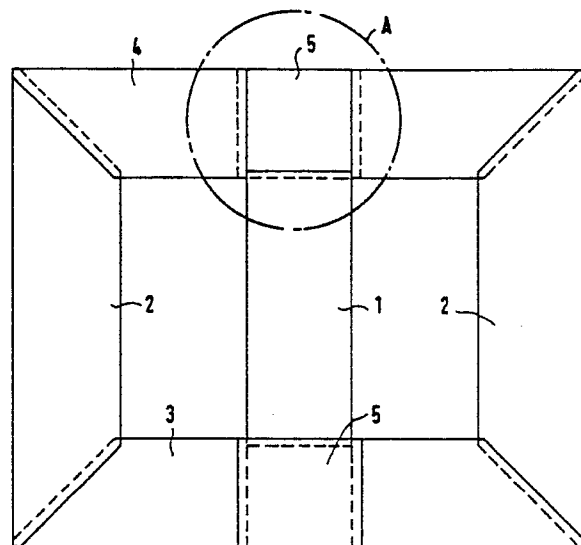


FIG 1

EP 0 262 410 A1

## Eisenkern für Transformatoren mit mindestens drei Kernschenkeln

Die Erfindung betrifft einen Eisenkern für Transformatoren mit mindestens drei Kernschenkeln und mit zwei diese verbindenden Jochen,

wobei die Kernschenkel und die Joche aus Blechlamellen aus kornorientiertem, mit Silizium legiertem Transformatorblech geschichtet sind,

wobei die Stoßfugen zwischen den Blechlamellen von Blechlage zu Blechlage gegeneinander versetzt sind und die Blechlamellen einander benachbarter Blechlagen sich im Bereich der Stoßfugen gegenseitig überlappen und

wobei Knotenstellen zwischen einem Joch und einem Mittelkernschenkel von besonders geformten Knotenblechlamellen gebildet sind.

Bei Mehrphasentransformatoren mit geschachtelten mehrschenkligen Eisenkernen treten den Baufaktor bestimmende Zusatzverluste hauptsächlich an den Knotenstellen von Mittelkernschenkeln mit einem Joch auf. In diesen Bereichen sind in den Blechebenen elliptische magnetische Drehfelder vorhanden, die durch das Zusammenreffen räumlich unterschiedlich gerichteter Flüsse mit gegenseitiger elektrischer Phasenverschiebung entstehen. Dagegen herrschen in den Schenkel- und Jochbereichen außerhalb der Knotenstellen reine Wechselfelder vor.

Durch die US-PS 2 922 972 ist es bekannt, bei fünfschenkligen Eisenkernen für Transformatoren, an den Knotenstellen zwischen Mittelkernschenkeln und Jochen besonders geformte Knotenblechlamellen vorzusehen. Diese Knotenblechlamellen bestehen ebenso wie die von ihnen miteinander verbundenen Mittelkernschenkel und Joche aus Transformatorblech mit einer magnetischen Vorzugsrichtung. Die Stoßfugen an den Mittelkernschenkeln und den Jochen verlaufen gegenüber deren Längsachsen unter  $45^\circ$ . Dabei entsprechen die Längsachsen gleichzeitig der Blechwalzrichtung und der magnetischen Vorzugsrichtung. Die magnetische Vorzugsrichtung der Knotenblechlamellen ist abwechselnd links und rechts um  $45^\circ$  gedreht. Diese bekannte Knotenstellengestaltung ist zwar sehr aufwendig, kann aber die oben erwähnten elliptischen Drehfelder trotzdem nur unwesentlich günstiger aufnehmen als normal ohne besondere Knotenblechlamellen geschichtete Eisenkerne.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, die Werkstoffausnutzung des eingesetzten Kernwerkstoffs und damit den Baufaktor bei Transformatoren der eingangs genannten Art weiter zu verbessern.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Knotenblechlamellen aus Folien aus amorphem Werkstoff mit niedrigen Ummagnetisierungsverlusten bestehen, daß jeweils eine Vielzahl von deckungsgleich zugeschnittenen Folien eine Knotenblechlamelle bildet, und daß die Flußdichte im amorphen Werkstoff kleiner ist als im mit Silizium legierten Transformatorblech.

Nach vorteilhaften Ausgestaltungen erfindungsgemäßer Eisenkerne ist die Flußdichte im amorphen Werkstoff mindestens um den Faktor  $\cos \alpha$  kleiner als im mit Silizium legierten Transformatorblech, wobei der Winkel  $\alpha$  kleiner als  $30^\circ$  und gleich dem Winkel ist, um den die Stoßfuge zwischen einer Lamelle aus Transformatorblech und einer Knotenblechlamelle gegenüber einem rechtwinkligen Stoß verdreht ist. Dabei ist zweckmäßigerweise die Induktion in den Lamellen aus Transformatorblech höher als die Sättigungsinduktion des amorphen Werkstoffs.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungsmerkmale sind in den Ansprüchen 4 und 5 angegeben.

Erfindungsgemäß mit Knotenblechlamellen aus amorphem Werkstoff mit niedrigen Ummagnetisierungsverlusten versehene Eisenkerne sind vorteilhaft bei Großtransformatoren einsetzbar, weil sie deren Abmessung weiter optimieren und dabei den Einsatz des verhältnismässig teuren amorphen Werkstoffs auf ein Minimum beschränken.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind anhand einer Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

FIG 1 die Vorderansicht eines dreischenkligen Eisenkerns für einen Mehrphasentransformator und

FIG 2 und 3 weiter optimierte Ausführungsformen der Einzelheit bei A in FIG 1.

Einander entsprechende Teile sind in allen FIG mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Ein dreischenkliger Eisenkern ist aus einem Mittelkernschenkel 1 sowie zwei Endkernschenkel 2 aufgebaut, deren Enden durch ein unteres Joch 3 und ein oberes Joch 4 miteinander verbunden sind. Die Enden der Endkernschenkel 2 und der Joche 3 und 4 stoßen in üblicher Weise an jeweils  $45^\circ$  gegen die Längsachsen der Bauteile geneigten Stoßfugen zusammen. Dagegen sind die Knotenstellen des Mittelkernschenkel 1 mit den Jochen 3 und 4 durch besondere Knotenblechlamellen 5 gestaltet.

Die Knotenblechlamellen 5 bestehen aus deckungsgleich aufeinander geschichteten Folien aus amorphem Werkstoff mit sehr niedrigen Ummagnetisierungsverlusten. Diese Folien sind bedingt durch ihr eine sehr hohe Abkühlgeschwindigkeit erforderndes Herstellverfahren gewöhnlich wesent-

lich dünner als 0,05 mm. Durch Aufeinanderlegen einer Vielzahl von Folien erhalten die Knotenblechlamellen 5 die gleiche Stärke wie die Blechlamellen aus 0,2 bis 0,35 mm starkem Transformatorblech.

Bei der Ausführungsform gemäß FIG 1 haben die Knotenblechlamellen 5 einfache Rechteckform, so daß alle von diesen flankierten Stoßfugen rechtwinklig zur jeweiligen Schenkel-bzw. Jochachse liegen. Schon dabei ist eine spürbare Zusatzverlustabsenkung im Bereich der Knotenstellen erreicht.

Bei der Anordnung gemäß FIG 2 haben die Knotenblechlamellen 5 im wesentlichen die Gestalt eines gleichschenkligen Dreiecks mit einem spitzen Winkel von  $2\alpha$  kleiner oder gleich  $60^\circ$ . Dadurch ist die dem Fluß neben den Stoßfugen der Knotenblechlamellen 5 mit dem Joch 3 bzw. 4 zur Verfügung stehende Querschnittsfläche um den Faktor  $1/\cos \alpha$  größer als die Querschnittsfläche des Joches 3 bzw. 4.

Bei der Anordnung gemäß FIG 3 ist zusätzlich die Stoßfuge zwischen den Knotenblechlamellen 5 und dem Mittelkernschenkel 1 pfeilförmig ausgeführt, wodurch die Stoßfuge wiederum um den Winkel  $\alpha$  gegen die Normale auf der Schenkelachse geneigt ist. Dadurch ist bei dieser Anordnung die Querschnittsfläche auch neben der Fuge an dem Mittelkernschenkel 1 vergrößert. Außerdem ist dabei der Mittelkernschenkel 1 leicht verkürzt ausgeführt, so daß die Knotenblechlamellen 5 noch einen zusätzlichen Spalt zwischen dem Mittelkernschenkel 1 und dem jeweils gegenüberliegenden Joch 3 bzw. 4 überbrücken. Die Knotenblechlamellen 5 sind zu diesem Zweck in Richtung auf den Mittelkernschenkel 1 verlängert, wobei die Seitenkante der Knotenblechlamellen 5 mit den Spaltebenen am Mittelkernschenkel 1 jeweils rechte Winkel bilden.

Bei Anwendung der Erfindung auf Eisenkerne mit mehr als drei Kernschenkeln sind jeweils alle Knotenstellen zwischen Mittelkernschenkeln und Jochen von besonderen Knotenblechlamellen 5 gebildet. Lediglich die Verbindung der Endkernschenkel mit den Jochen ist auch in diesen Fällen durch Schrägstöße hergestellt.

## Ansprüche

1. Eisenkern für Transformatoren mit mindestens drei Kernschenkeln und mit zwei diese verbindenden Jochen,

-wobei die Kernschenkel (1, 2) und die Joche (3, 4) aus Blechlamellen aus kornorientiertem, mit Silizium legiertem Transformatorblech geschichtet sind,

-wobei die Stoßfugen zwischen den Blechlamellen von Blechlage zu Blechlage gegeneinander versetzt sind und die Blechlamellen einander be-

nachbarter Blechlagen sich im Bereich der Stoßfugen gegenseitig überlappen und

-wobei Knotenstellen zwischen einem Joch (3, 4) und einem Mittelkernschenkel (1) von besonders geformten Knotenblechlamellen (5) gebildet sind,

**dadurch gekennzeichnet,**

-daß die Knotenblechlamellen (5) aus Folien aus amorphem Werkstoff mit niedrigen Ummagnetisierungsverlusten bestehen,

-daß jeweils eine Vielzahl von deckungsgleich zugeschnittenen Folien eine Knotenblechlamelle (5) bildet und

-daß die Flußdichte im amorphen Werkstoff kleiner ist als im mit Silizium legierten Transformatorblech.

2. Eisenkern nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Flußdichte im amorphen Werkstoff mindestens um den Faktor  $\cos \alpha$  kleiner ist als im mit Silizium legierten Transformatorblech, wobei der Winkel kleiner als  $30^\circ$  und gleich einem Winkel ist, um den die Stoßfuge zwischen einer Lamelle aus Transformatorblech und einer Knotenblechlamelle (5) gegenüber einem rechtwinkligen Stoß verdreht ist.

3. Eisenkern nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Induktion in den Lamellen aus Transformatorblech höher ist als die Sättigungsinduktion des amorphen Werkstoffs.

4. Eisenkern nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Knotenblechlamellen (5) die Form eines gleichschenkligen Dreiecks aufweisen, wobei der Stoß mit dem zugehörigen Mittelschenkel (1) rechtwinklig ist (FIG 2).

5. Eisenkern nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Knotenblechlamellen (5) die Form einer Pfeilspitze haben und die Blechlamellen der Mittelkernschenkel (1) im Pfeilschnitt ausgeführt sind (FIG 3).

45

50

55

86 P 6511

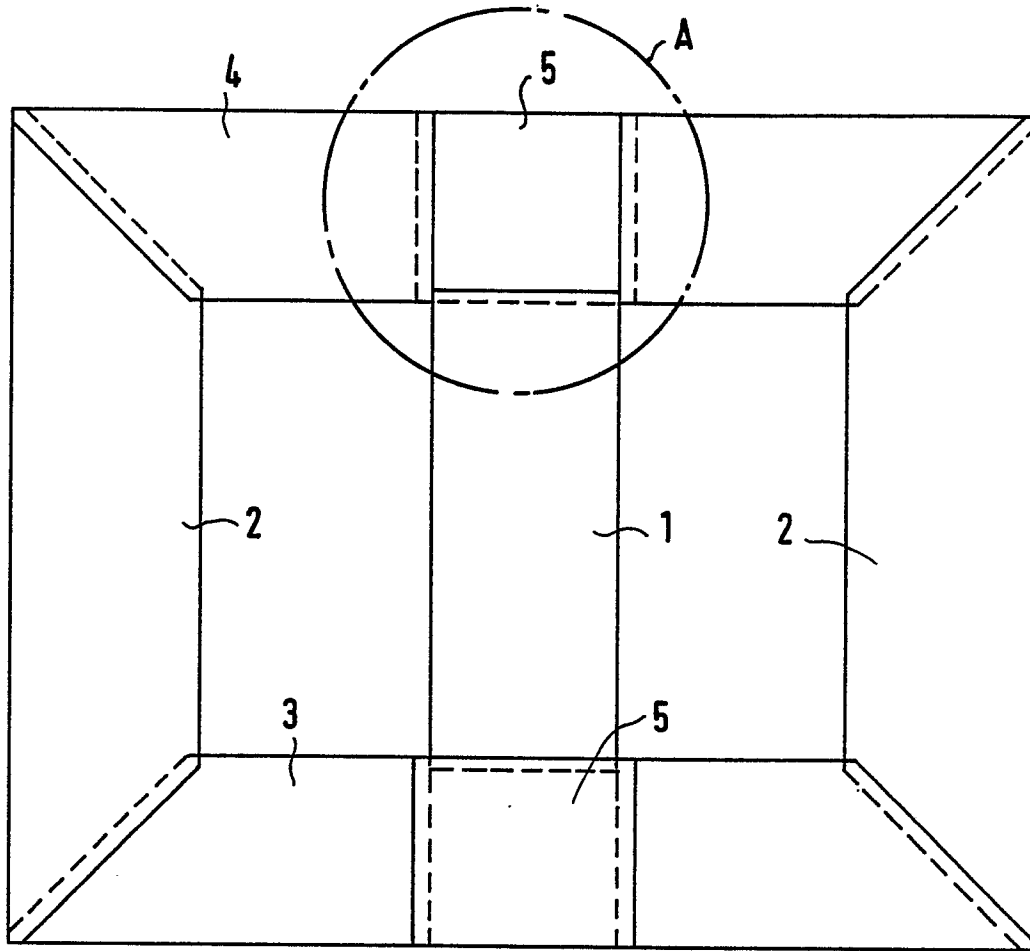


FIG 1

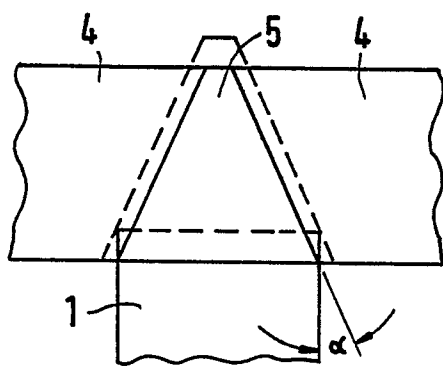


FIG 2

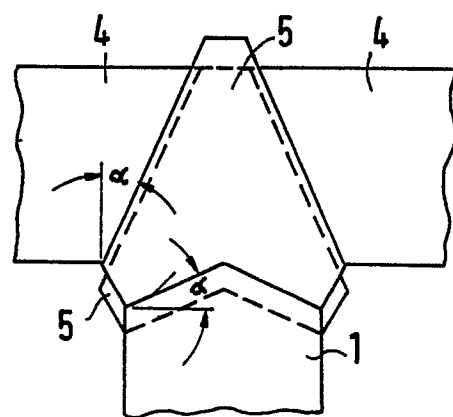


FIG 3



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 87 11 2554

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 9, Nr. 39 (E-297)[1762], 19. Februar 1985; & JP-A-59 181 511 (TOSHIBA K.K.) 16-10-1984 * Insgesamt *	1	H 01 F 27/24
A	FR-E- 72 486 (CO. GENERALE D'ELECTRICITE) * Seite 1, rechte Spalte, Absatz 4 *	1,2,4	
A	FR-A-1 163 232 (CO. GENERALE D'ELECTRICITE) * Seite 2, linke Spalte, Absatz 3 *	1,2,5	
A	US-A-4 565 746 (MITSUBISHI DENKI)		
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 6, Nr. 243 (E-145)[1121], 2. Dezember 1982; & JP-A-57 143 807 (OOSAKA HENATSUKI K.K.) 06-09-1982		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
			H 01 F 27/00 H 01 F 3/00
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche		Prüfer
DEN HAAG	15-12-1987		VANHULLE R.
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 andern Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	