

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 030 319 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
23.08.2000 Patentblatt 2000/34

(51) Int Cl.7: **H01F 3/04**

(21) Anmeldenummer: **99123475.8**

(22) Anmeldetag: **25.11.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **Wobben, Aloys**
26607 Aurich (DE)

(72) Erfinder: **Wobben, Aloys**
26607 Aurich (DE)

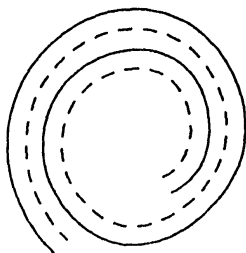
(30) Priorität: **20.02.1999 DE 19907320**

(74) Vertreter: **Eisenführ, Speiser & Partner**
Martinistrasse 24
28195 Bremen (DE)

(54) **Ringkern**

(57) Ringkerne finden in der Elektrotechnik, insbesondere in Spulen zur Erhöhung der Induktivität, vielfach Verwendung. Beispielhaft sei hier erwähnt eine Drosselspule, deren Ohmscher Widerstand niedrig ist im Vergleich zum induktiven Blindwiderstand. Durch Einbau eines Ringkerns, beispielsweise eines lamellierten Eisenkerns, wird die Induktivität einer solchen Drosselspule wesentlich erhöht (Eisendrosseln). Ist der Eisenpfad geschlossen, so erhält er häufig Luftspalte, um den Einfluß der Eisensättigung zu vermindern (Luftspalt drosseln). Aufgabe der Erfindung ist es, einen Ringkern vorzusehen, welcher die vorbeschriebenen Nachteile nicht aufweist und sich leichter und kostengünstiger herstellen läßt, wobei nur sehr geringe Streufelder entstehen und der gewünschte Verlauf der Magnetisierungskennlinie leicht erreichbar ist und sich genau definieren läßt. Die Erfindung basiert auf dem Ansatz, den Ring-

kern aus wenigstens zwei lamellierten Schichten herzustellen, wobei die erste Schicht ein magnetisch und elektrisch leitendes Material ist und die zweite Schicht aus einem nicht magnetischen und nicht elektrisch leitenden Material besteht. Als erste lamellierte Schicht kann beispielsweise ein Dynamoblech verwendet werden, während für die zweite Schicht Papier oder Folie verwendet werden kann. Durch die Wahl der Dicke des nicht leitenden Materials, also der zweiten Schicht, lassen sich die gewünschten Magnetisierungskennlinien einstellen. Beispielsweise erhält man bei der Verwendung von sehr dünnem Schichtmaterial, wie sehr dünnem Papier, eine sehr leicht gescherte Kennlinie, was einem sehr, sehr kleinem Luftspalt entspricht. Soll die Scherung der Kennlinie größer ausfallen, kann entsprechend dickeres, nicht leitendes Schichtmaterial verwendet werden.



_____ Dynamoblech
----- z.B. Papier, Folie usw.

Figur 3

EP 1 030 319 A1

Beschreibung

[0001] Ringkerne finden in der Elektrotechnik, insbesondere in Spulen zur Erhöhung der Induktivität, vielfach Verwendung. Beispielhaft sei hier erwähnt eine Drosselspule, deren Ohmscher Widerstand niedrig ist im Vergleich zum induktiven Blindwiderstand. Durch Einbau eines Ringkerns, beispielsweise eines lamellierten Eisenkerns, wird die Induktivität einer solchen Drosselspule wesentlich erhöht (Eisendrosseln). Ist der Eisenpfad geschlossen, so erhält er häufig Luftspalte, um den Einfluß der Eisensättigung zu vermindern (Luftspalt drosseln).

[0002] Mittels des Ringkerns lassen sich die Magnetisierungskennlinien von Spulen bzw. Induktivitäten auf einen gewünschten Wert einstellen. Solche Induktivitäten werden zunehmend in der modernen Leistungselektronik im höheren Leistungsbereich eingesetzt. Nur beispielhaft sei ein Anwendungsbereich wie z.B. die Glättung von pulsierendem Gleichstrom, Filtern von Gleichstrom, Entkoppeln von Systemen oder für Spannungsregler (Tiefsetzsteller, Hochsetzsteller) erwähnt. Weitere Anwendungsgebiete für Induktivitäten mit einem Ringkern sind Kurzschlußdrosseln bei einem Wechselrichterzweig oder Filterdrosseln. Je nach Größe des Ringkern-Luftspaltes lassen sich dann verschiedene Magnetisierungskennlinien, wie sie beispielhaft in Figur 1 dargestellt sind, einstellen. Diese Magnetisierungskennlinien werden dann auch Hysteresisschleifen genannt.

[0003] Bei der Hysteresiskennlinie in Figur 1 vom Typ a weist der Ringkern keinen Luftspalt auf. Bei der Hysteresis-Magnetisierungskennlinie vom Typ b weist der Ringkern einen relativ kleinen Luftspalt auf und bei der Hysteresis-Magnetisierungskennlinie vom Typ c weist der Ringkern einen sehr großen Luftspalt auf.

[0004] Der Luftspalt eines Ringkerns kann an einer Stelle konzentriert sein, so daß man den Spalt sehen und auch ausmessen kann (makroskopischer Luftspalt). Es können aber auch mehrere kleine Luftspalte über den magnetischen Kreis bzw. den Ringkern aufgeteilt sein. Dann spricht man von einem sog. "mikroskopischen Luftspalt". Hierzu wird bei Eisenpulverkernen durch Beimischen von nichtmagnetischen Stoffen der effektive Luftspalt auf den ganzen Umfang verteilt. Ausführungsformen für einen makroskopischen und mikroskopischen Luftspalt zeigt Figur 2.

[0005] Aus EP 0 401 805 ist ein Ringkern bekannt, bei dem sehr dünnschichtige Materialien im Bereich von wenigen μm zu einem Ringkern verarbeitet werden. Allerdings ist die Herstellung dieser Ringkerne sehr kompliziert, aufwendig und die Ringkerne sind für einen Einsatz in der Leistungselektronik wenig geeignet.

[0006] Die Herstellung eines Ringbandkerns mit makroskopischem Luftspalt geschieht in der Regel wie folgt. Zunächst wickelt man ein Dynamoblech auf einen Kern, welcher nach dem Wickelvorgang wieder entfernt wird. Dann schneidet man einen Luftspalt in den Ring

mittels einer Säge, einem Laser oder einem ähnlichen Werkzeug. Sehr kleine Spalte lassen sich mit dieser Methode allerdings nur schwer und umständlich herstellen, da die Luftspaltbreite immer direkt von der Werkzeugbreite abhängt.

[0007] Bei der Herstellung von Ringkernen mit mikroskopischem Luftspalt ergeben sich ebenfalls Schwierigkeiten bei der genauen Definition des Luftspaltwertes, da die Verteilung der magnetischen und nichtmagnetischen Materialien über den Umfang in der Regel nicht zu 100% homogen erfolgt.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es, einen Ringkern vorzusehen, welcher die vorbeschriebenen Nachteile nicht aufweist und sich leichter und kostengünstiger herstellen läßt. Dabei ergeben sich weitere Vorteile wie eine genaue Definition des Verlaufs der Magnetisierungskennlinie und sehr geringe Streufelder.

[0009] Erfindungsgemäß wird die gestellte Aufgabe durch einen Ringkern mit den Merkmalen nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0010] Die Erfindung basiert auf dem Ansatz, den Ringkern aus wenigstens zwei aufeinanderaufgewickelten Materiallagen/Schichten herzustellen, wobei die erste Schicht aus einem magnetisch und elektrisch leitenden Material ist und die zweite Schicht aus einem nicht magnetischen und nicht elektrisch leitenden Material besteht. Als erste lamellierte Schicht kann beispielsweise ein Dynamoblech verwendet werden, während für die zweite Schicht Papier oder Folie verwendet werden kann. Durch die Wahl der Dicke des nicht leitenden Materials, also der zweiten Schicht, lassen sich die gewünschten Magnetisierungskennlinien einstellen. Beispielsweise erhält man bei der Verwendung von sehr dünnem Schichtmaterial, wie sehr dünnem Papier, eine nur sehr leicht gescherte Kennlinie, was einem sehr, sehr kleinem Luftspalt entspricht. Soll die Scherung der Kennlinie größer ausfallen, kann entsprechend dickeres, nicht leitendes Schichtmaterial verwendet werden.

[0011] Die Vorteile des erfindungsgemäßen Ringkerns liegen auf der Hand. Da nur ein Wickelvorgang notwendig ist und auch keine Spezialmaterialien wie bei bisherigen Ringkernen mit mikroskopischem Luftspalt verwendet werden müssen, lassen sich mit üblichen auf dem Markt erhältlichen Materialien Ringkerne herstellen, die je nach Wahl der Materialien und insbesondere der Materialdicken eine gewünschte Magnetisierungskennlinie aufweisen. Insbesondere die Fertigung von Ringkernen mit einer sehr leicht gescherten Kennlinie ist einfach durchzuführen, indem nur sehr dünnes, nicht leitendes Material verwendet wird. Dies hat zur Folge, daß eine Induktivität mit einem solchen Ringkern mit sehr leicht geschelter Kennlinie auch nur sehr geringe Streufelder aufweist, so daß bei sehr leistungsstarken Anwendungen in der Leistungselektronik keine Streufelder auftreten. Ein solcher Ringkern erfährt auch bei hohen Strömen/Magnetfeldern keine Verformung und ist daher ebenfalls für die Leistungselektronik bevorzugt

geeignet.

[0012] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Teil des dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Die Figuren stellen dar:

- Figur 1 Magnetisierungskennlinien für verschiedene Ringkernarten;
- Figur 2 Ausführungsform von Ringkernen mit makroskopischen und mikroskopischen Luftspalten;
- Figur 3 Darstellung eines erfindungsgemäßen Ringkerns;
- Figur 4 Darstellung eines erfindungsgemäßen Ringkerns.

[0013] Figur 1 zeigt drei verschiedene Kennlinientypen. Die Kennlinie vom Typ a zeigt eine Hystereseschleife einer Induktivität mit einem Ringkern ohne Luftspalt. Bei der Kennlinie vom Typ b ist die Kennlinie leicht geschert und der Ringkern weist einen relativ kleinen Luftspalt auf. Bei der Kennlinie vom Typ c ist die Kennlinie sehr weit geschert und der Ringkern weist einen sehr großen Luftspalt auf. Figur 2 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines Ringkerns mit einem makroskopischen Luftspalt - Typ 1 - und eines Ringkerns mit einem mikroskopischen Luftspalt - Typ 2. Der Ringkern vom Typ 1 besteht beispielsweise aus einem magnetisch und elektrisch leitenden Material wie Dynamoblech. Der Ringkern vom Typ 2 besteht ebenfalls aus einem magnetisch und elektrisch leitenden Material, dem jedoch nicht magnetische Stoffe beigemischt sind.

[0014] Figur 3 zeigt einen aus zwei Schichten bestehenden, aufgewickelten Ringkern. Die erste Schicht bzw. Lage - durchgezogene Linie - besteht hierbei aus einem Dynamoblech und die zweite Schicht/Lage - gestrichelte Linie - besteht aus einem magnetisch und elektrisch nicht leitenden Material, beispielsweise aus Papier oder einer Folie. Die gewünschte Magnetisierungskennlinie läßt sich bei einem solchen gewickelten Ringkern durch die Zahl der Wicklungen und durch die Material- und Lagendickenwahl bestimmen. Wählt man für das nicht leitende Material eine relativ geringe Dicke im Vergleich zum Dynamoblech, erhält man im Ergebnis eine leicht gescherte Kennlinie, womit eine Induktivität in einem Ringkern mit sehr kleinem Luftspalt erreicht werden kann. Soll sich die Scherung der Kennlinie vergrößern, wird statt sehr dünnem nicht leitenden Material entsprechend dickeres nicht leitendes Material verwendet. Selbstverständlich läßt sich die Magnetisierungskennlinie auch durch die entsprechende Wahl für die Dicke des leitenden Materials einstellen, wobei es stets auf die Relation der Schichtdicken von leitendem und nicht leitendem Material ankommt.

[0015] Das Dynamoblech kann für Anwendungen für niedrige Frequenzen, z.B. 50 Hertz, eine Dicke von etwa 0,05 bis 0,6 mm aufweisen. Für Anwendungen mit höheren Betriebsfrequenzen können Blechstärken von 0,1 bis 0,3 mm zur Anwendung kommen. Bei einer speziell-

len Anwendung des Ringkerns in einer Kurzschlußdrossel bzw. in einem Hochsetzsteller konnte eine Dicke von 0,23 mm für die Materialschichtdicke des Dynamoblechs als sehr geeignet herausgefunden werden. Für die Dicke des magnetisch nicht leitenden Materials kommen Schichtdicken von etwa 0,01 bis 0,5 mm in Frage. Diese Materialdicke gibt bei der Anwendung die Höhe des maximalen Stromes der Drossel wieder. Für Kurzschlußdrosseln ist eine Schichtdicke von 0,1 mm für die nicht leitende Materiallage sehr gut geeignet.

[0016] Bekanntlich erzeugen Drosseln mit Luftspalten ein Streufeld. Figur 5 zeigt eine solche bekannte Anordnung, in welcher neben dem Hauptfluß auch der Streufluß aufgetragen ist. Magnetische Feldlinien versuchen stets, den leichtesten Weg zu nehmen. Sie sollten in der gezeichneten Geometrie (Figur 5) die Schenkel und die beiden Joche durchfließen. Dabei müssen die magnetischen Feldlinien aber 4 Luftspalte (magnetisch nicht leitende Strecken) überwinden. Bei dieser Geometrie werden sich leicht Streufelder ausbilden, da sie eine Alternative zum gewünschten Weg darstellen.

[0017] Figur 4 zeigt einen erfindungsgemäßen Ringkern und die zugehörige Hauptfluß-bzw. Streuflußverteilung. Da der effektive Luftspalt bei dem in Figur 4 dargestellten Ringkern gleichmäßig über den gesamten Umfang verteilt ist, ist die magnetische Leitfähigkeit homogen über die gesamte magnetische Länge gleich. Es gibt keine ausgeprägten Barrieren, wie einen konzentrierten Luftspalt, bei der in Figur 5 dargestellten Anordnung.

[0018] Streufelder entstehen nur dann, wenn partiell der magnetische Widerstand kleiner ist, als der magnetische Widerstand des Hauptweges. Bei der normalen Ausführungsform mit konzentrierten Luftspalten (Figur 5) ist dies der Fall. Bei einem Ringkern mit einem homogen verteilten Luftspalt ist dies weniger stark ausgeprägt. Daher ist die Streuung (der Streufluß) bei dem in Figur 4 dargestellten Ringkern wesentlich geringer. Eine größere Streuung würde bedeuten, daß die wirksame Induktivität verkleinert wird. Das bedeutet, daß der erfindungsgemäße Ringkern weniger Windungen und weniger Kupfer benötigt, so daß sein Wirkungsgrad höher ist als von Ringkernen nach dem Stand der Technik.

Patentansprüche

1. Ringkern, bestehend aus mit wenigstens zwei Lagen aufgewickelten Materialien, wobei die erste Materiallage aus einem magnetischen und elektrisch leitenden Material und eine zweite Materiallage aus einem nicht magnetischen und nicht elektrisch leitendem Material besteht.
2. Ringkern nach Anspruch 1, wobei die Schichtdicken der ersten und weiteren Lagen unterschiedlich sind.

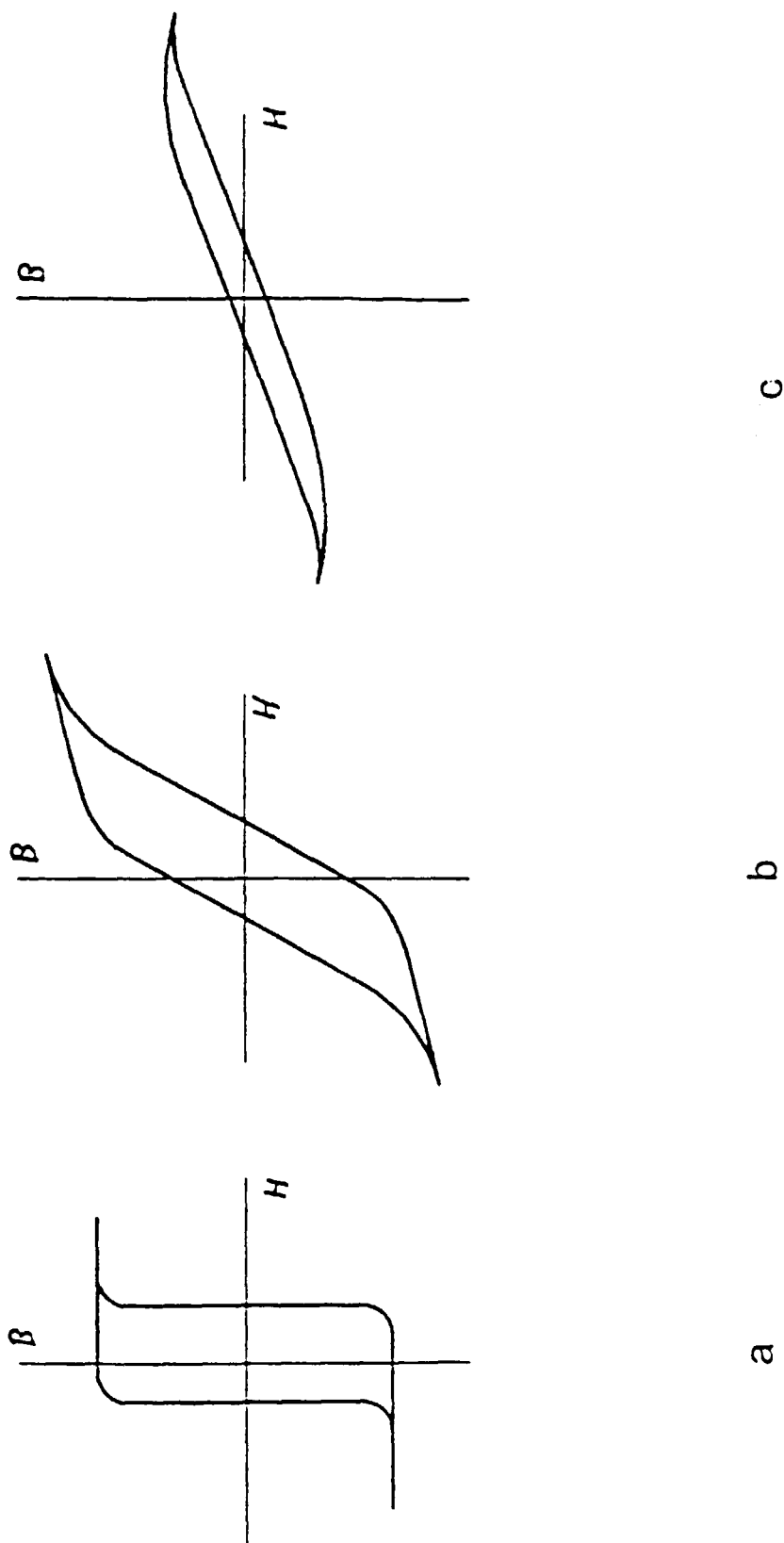
3. Ringkern nach Anspruch 1 oder 2,
bei dem die zweite Materiallage eine sehr geringe
Dicke aufweist.
4. Ringkern nach einem der vorhergehenden Ansprü- 5
che,
bei dem für die zweite Materiallage Papier oder eine
Folie verwendet wird.
5. Ringkern nach einem der vorhergehenden Ansprü- 10
che,
bei dem für die erste Materiallage Dynamoblech
verwendet wird.
6. Ringkern nach einem der vorhergehenden Ansprü- 15
che, bei dem die Dicke der nicht leitenden Materi-
allage in einem Bereich von etwa 0,01 bis 0,05 mm
liegt.
7. Ringkern nach einem der vorhergehenden Ansprü- 20
che, bei dem die Schichtdicke der ersten Material-
lage etwa 0,1 bis 0,7 mm beträgt.
8. Ringkern, bestehend aus mit wenigstens zwei La- 25
gen aufgewickelten Materialien, wobei die erste
Materiallage aus einem magnetisch und elektrisch
leitenden Material und die zweite Materiallage aus
einem nicht magnetischen und nicht elektrisch lei-
tenden Material besteht, dadurch gekennzeichnet,
dass die zweite Materiallage aus Papier oder einer 30
Folie mit einer Dicke von etwa 0,01 bis 0,05 mm
besteht und die Schichtdicke der ersten Materialla-
ge etwa 0,1 bis 0,7 mm beträgt.
9. Verwendung eines Ringkerns nach einem der vor- 35
hergehenden Ansprüche in einer Induktivität für die
Leistungselektronik.

40

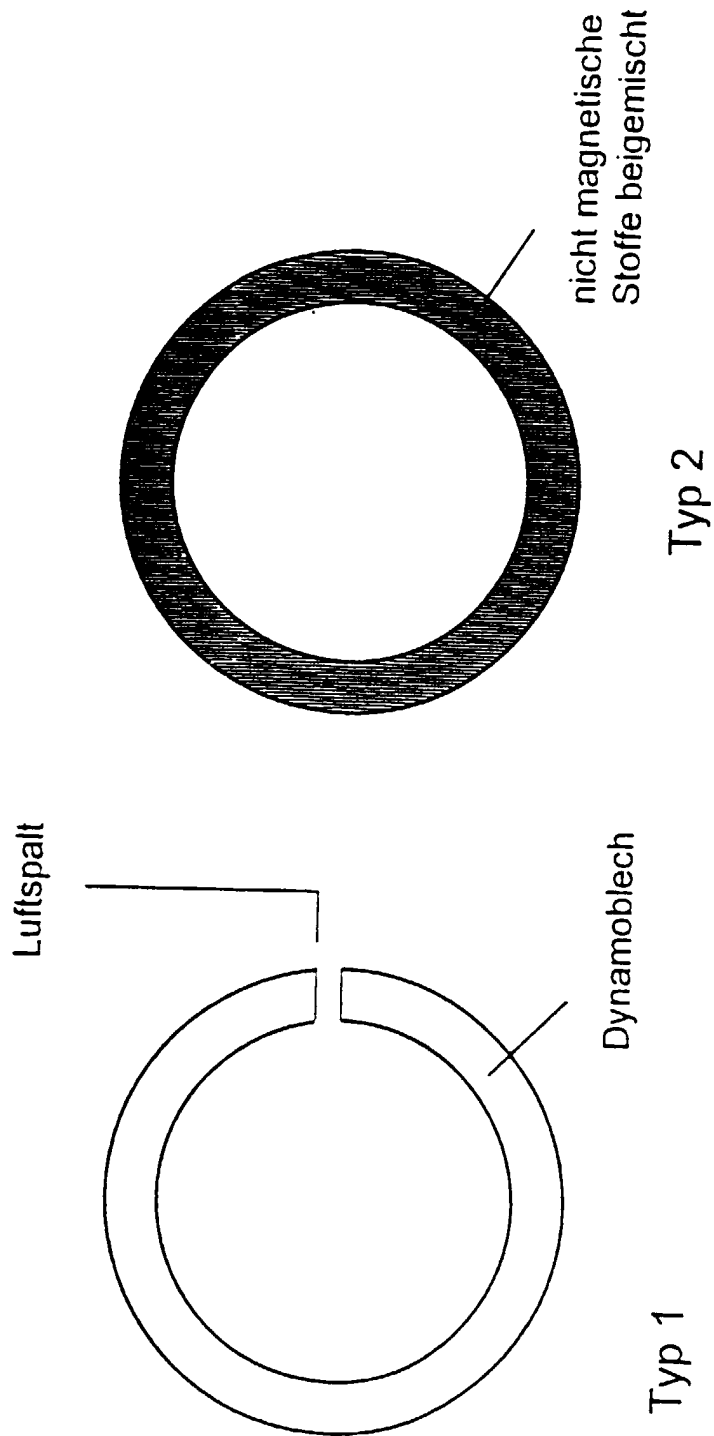
45

50

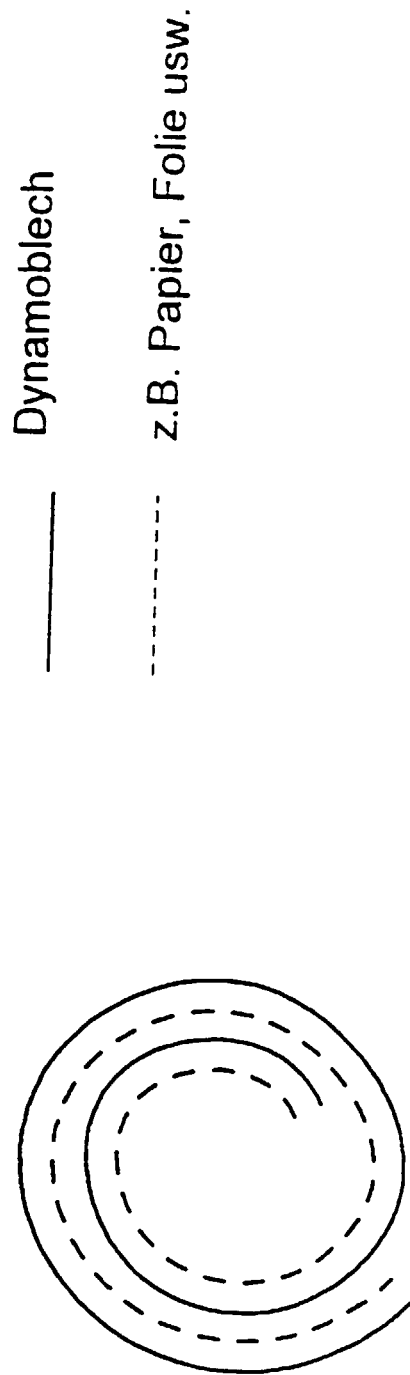
55



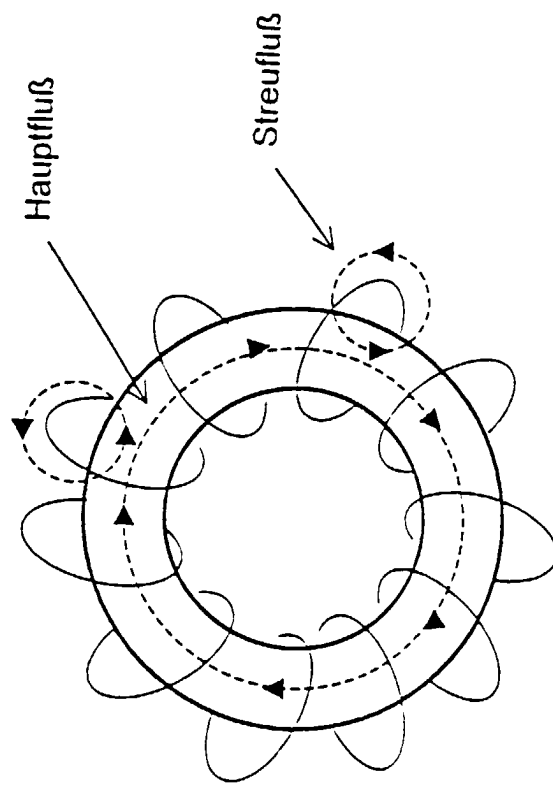
Figur 1



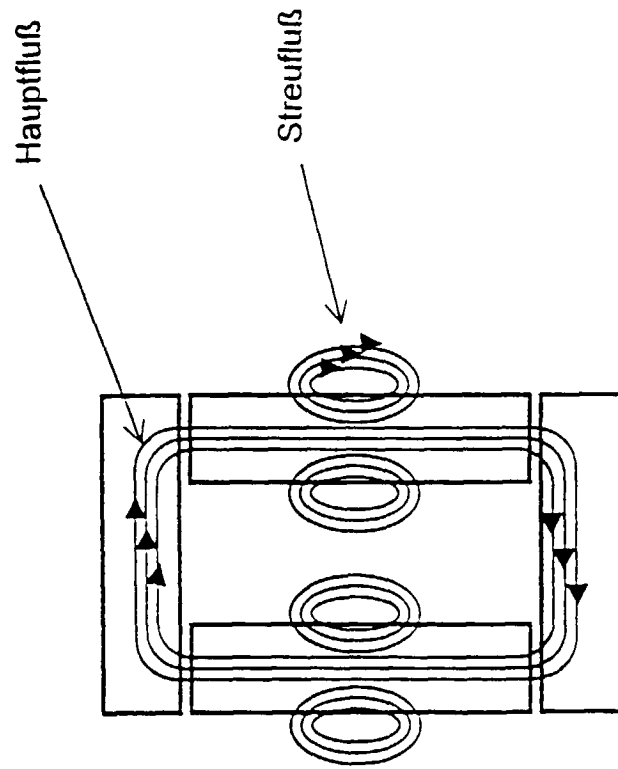
Figur 2



Figur 3



Figur 4



Figur 5



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 99 12 3475

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	GB 2 133 932 A (INT RESEARCH & DEV CO LTD) 1. August 1984 (1984-08-01) * Seite 1, Zeile 86 - Zeile 101 *	1-6	H01F3/04
X	FR 2 502 834 A (MAGNETIC METALS GMBH) 1. Oktober 1982 (1982-10-01) * Seite 8, Zeile 13 - Seite 9, Zeile 28 *	7,8	
A	US 4 558 297 A (SHIGETA MASAO ET AL) 10. Dezember 1985 (1985-12-10)		
A	WO 91 18404 A (ALLIED SIGNAL INC) 28. November 1991 (1991-11-28)		
A	US 4 441 940 A (PFEIFER FRIEDRICH ET AL) 10. April 1984 (1984-04-10)		
A	FR 2 106 374 A (SIEMENS AG) 5. Mai 1972 (1972-05-05)		
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 11, 26. Dezember 1995 (1995-12-26) & JP 07 201549 A (NIPPON STEEL CORP), 4. August 1995 (1995-08-04) * Zusammenfassung *		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) H01F
D,A	EP 0 401 805 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 12. Dezember 1990 (1990-12-12)		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 25. Mai 2000	Prüfer 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 anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P44C03)

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

EP 99 12 3475

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

25-05-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 2133932 A	01-08-1984	KEINE	
FR 2502834 A	01-10-1982	US 4366520 A	28-12-1982
		AT 381183 B	10-09-1986
		AT 67282 A	15-01-1986
		DE 3201569 A	04-11-1982
US 4558297 A	10-12-1985	JP 1980898 C	17-10-1995
		JP 4069401 B	06-11-1992
		JP 60030103 A	15-02-1985
		JP 2054931 C	23-05-1996
		JP 6011007 B	09-02-1994
		JP 59063704 A	11-04-1984
		JP 1667943 C	29-05-1992
		JP 3032885 B	15-05-1991
		JP 59096700 A	04-06-1984
WO 9118404 A	28-11-1991	US 5091253 A	25-02-1992
		CA 2079324 A	19-11-1991
		DE 69100720 D	13-01-1994
		DE 69100720 T	24-03-1994
		EP 0528883 A	03-03-1993
		JP 2944208 B	30-08-1999
US 4441940 A	10-04-1984	DE 3031257 A	18-03-1982
		AT 14167 T	15-07-1985
		DE 3171212 D	08-08-1985
		EP 0046279 A	24-02-1982
		ES 504799 D	16-08-1982
		ES 8206902 A	16-11-1982
FR 2106374 A	05-05-1972	AT 315949 B	15-05-1974
		BE 847794 A	14-02-1977
		CH 538773 A	15-08-1973
		DE 2044302 A	09-03-1972
		DK 142664 B	08-12-1980
		GB 1369817 A	09-10-1974
		DE 2062694 A	29-06-1972
JP 07201549 A	04-08-1995	KEINE	
EP 0401805 A	12-12-1990	JP 3011603 A	18-01-1991
		DE 69013227 D	17-11-1994
		US 5138393 A	11-08-1992

EPO FORM P0461

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