

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 691 662 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
10.01.1996 Patentblatt 1996/02

(51) Int. Cl.⁶: **H01F 3/08**, H01H 83/14

(21) Anmeldenummer: **95109486.1**

(22) Anmeldetag: **20.06.1995**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT

(71) Anmelder: **VACUUMSCHMELZE GMBH**
D-63450 Hanau (DE)

(30) Priorität: **06.07.1994 DE 4423622**

(72) Erfinder: **Brunner, Markus, Dipl.-Ing.**
D-63856 Bessenbach (DE)

(54) **Summenstromwandler für elektronische Schutzgeräte**

(57) Ein Summenstromwandler (1), der über einen Verstärker (10) auf einen Schutzschalter (7) wirkt, besitzt einen Kern aus massivem metallischem Material aus einer Legierung mit mehr als 40 % Nickel, so daß er selbst bei kleinen Abmessungen mechanisch fest ausgeführt werden kann. Die durch den ohmschen Wider-

stand der Wicklung (3) bedingte Temperaturabhängigkeit der Anordnung wird durch die mit steigender Temperatur verminderten Wirbelströme in dem Kern (2) kompensiert, so daß kleinste Abmessungen für den Summenstromwandler realisiert werden können.

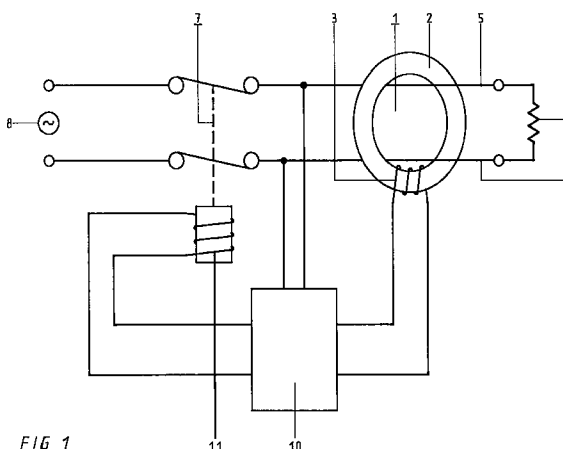


FIG 1

EP 0 691 662 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Summenstromwandler mit einem bewickelten, in sich geschlossenen Kern aus hochpermeablem weichmagnetischem Material zur Erfassung des Summenstromes von durch den Kern hindurchtretenden Stromleitungen, bei dem die Wicklung des Kerns über einen Verstärker an einen Schutzschalter angeschlossen ist.

Ein derartiger Summenstromwandler ist in WO 93/16479 beschrieben. Der Kern für diesen bekannten Summenstromwandler kann wahlweise aus gesintertem, ferromagnetischem Material, aus aufeinandergestapelten Scheiben oder gewickelten Bändern oder Drähten bestehen. Allen diesen Kernen ist gemeinsam, daß entweder durch kleine Luftspalte im Material oder durch die Aufteilung in Scheiben oder durch Wickeln Isolierschichten vorgesehen sind, die durch das einwirkende Wechselfeld induzierte Wirbelströme im Material vermindern. Dies hat zur Folge, daß derartige Kerne - besonders wegen ihrer kleinen Abmessungen - eine geringe mechanische Festigkeit aufweisen und daher gegen Schockbeanspruchungen empfindlich sind und auch für die Bewicklung eine geringe Festigkeit aufweisen.

Wenn ein Summenstromwandler an den Eingang eines Verstärkers angeschlossen wird, die Leistung für das Schalten eines Relais also nicht dem Kern selbst entnommen wird, so benötigt er eine relativ geringe Übertragungsleistung und kann daher mit kleinen Abmessungen ausgeführt werden. Die Verkleinerung der Abmessungen wird im wesentlichen begrenzt durch die damit verbundene mechanische Schwächung des Summenstromwandlerkerns und durch die unvermeidliche Erhöhung des ohmschen Widerstandes der Wicklung, da diese dann aus relativ dünnen Drähten bestehen muß. Dieser ohmsche Widerstand der Wicklung des Summenstromwandlerkerns ist aber unter anderem maßgebend für den Verstärkungsfaktor des nachgeschalteten Verstärkers. Da der ohmsche Widerstand sich mit der Temperatur ändert, wird auch der Verstärker einen Temperaturgang aufweisen, so daß die Genauigkeit der Auslösecharakteristik darunter leidet.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es nun, einen Summenstromwandler anzugeben, der relativ kleine Abmessungen haben kann und trotzdem einen mechanisch festen Kern und einen geringen Temperaturgang besitzt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Kern massiv, das heißt ohne isolierende Zwischenlagen oder Luftspalte, die den Kernquerschnitt aufteilen, ausgebildet ist und daß das Material des Kerns aus einer metallischen Legierung mit einem Gehalt von mindestens 40 % Nickel besteht, das einen positiven Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstandes besitzt.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Fig. 1 zeigt die Schaltung des Summenstromwandlers beim Einsatz für eine elektronische Schutzzeineinrichtung;

Fig. 2 enthält ein Ersatzschaltbild zur Erläuterung der Wirkungsweise;

in den Fig. 3 bis 5 sind mögliche weitere Kernformen dargestellt und

in Fig. 6 ist der Temperaturgang eines erfindungsgemäßen Kerns dargestellt.

Der Summenstromwandler 1 in Fig. 1 besteht aus einem Kern 2 mit einer Wicklung 3. Durch den Kern sind Stromleitungen 5 und 6 hindurchgeführt, die über einen Schutzschalter 7 eine Wechselspannungsquelle 8 mit einem Verbraucher 9 verbinden. An die Stromleitungen 5 und 6 sind die Versorgungsleitungen eines Verstärkers 10 angeschlossen, dessen Eingangsleitungen mit der Wicklung 3 des Summenstromwandlers 1 und dessen Ausgangsleitungen mit der Ausschaltwicklung 11 des Schutzschalters 7 verbunden sind.

Wenn der Summenstrom, der durch die in den Stromleitungen 5 und 6 fließenden Ströme beispielsweise infolge eines Erdschlusses nicht Null ist, so wird in dem Kern 2 des Summenstromwandlers 1 ein Wechselstrom erzeugt, der eine Spannung in der Wicklung 3 induziert, die ihrerseits über den Verstärker 10 die Auslösung des Schutzschalters 7 bewirkt.

Bei Verwendung eines Massivkerns aus einer metallischen Legierung mit hohem Nickelgehalt ergibt sich ein Ersatzschaltbild für die Schaltung, wie es in Fig. 2 dargestellt ist. Hochnickelhaltige metallische Nickel-Eisen-Legierungen besitzen eine magnetische Permeabilität, deren Werte um Größenordnungen höher sind, als sie für den Einsatz als Kern eines Summenstromwandlers benötigt werden. Der Kern 2 besitzt damit eine sehr hohe Induktivität. Da er jedoch massiv ausgeführt ist, bewirkt ein Fluß in dem Kern 2, daß sich Wirbelströme ausbreiten können, da sie durch Luftspalte oder andere isolierende Schichten, die den Kernquerschnitt aufteilen, nicht gehindert werden. Diese Wirbelströme erzeugen ein Gegenfeld zu dem durch den Summenstrom bedingten Wechselfeld in dem Kern 2; sie werden nur begrenzt durch den elektrischen Widerstand des Materials, aus dem der Kern 2 besteht. Im Ersatzschaltbild ist der Kern 2 daher durch einen ohmschen Widerstand R_2 und eine Induktivität L_2 dargestellt. Die Wicklung 3 ist im Ersatzschaltbild nach Fig. 2 aufgeteilt in eine Induktivität N_3 und einen Widerstand R_3 , der den Kupferwiderstand der Wicklung kennzeichnet.

Es wird angenommen, daß die Schaltung in Fig. 2 so abgestimmt ist, daß bei dem gewünschten maximalen Summenstromwert eine Auslösung des Schutzschalters 7 über den Verstärker 10 erfolgt. Wenn sich nun die Umgebungstemperatur erhöht, erhöht sich auch der Kupferwiderstand R_3 der Wicklung 3, so daß die Eingangsspannung am Verstärker 10 sinken würde. Andererseits erhöht sich aber auch der Widerstand R_2 , da das Material des Kernes 2 einen positiven Temperaturkoeffi-

zienten des elektrischen Widerstandes besitzt. Die Erhöhung des Widerstandes R₂ bedingt aber, daß die Wirbelströme in dem Kern 2 abnehmen und das durch den Summenstrom erzeugte Feld weniger schwächen. Dies bedingt eine höhere Wechselstrompermeabilität des Kernes 2 und führt zu einer Erhöhung der induzierten Spannung in der Wicklung 3 und damit am Eingang des Verstärkers 10. Hieraus ist ersichtlich, daß durch die bewußte Inkaufnahme von nennenswerten Wirbelströmen durch Verwendung eines Massivkerns eine Temperaturkompensation der Schaltung möglich ist; in der Praxis hat sich herausgestellt, daß die Kompensation optimal ist, wenn - abhängig von dem jeweils verwendeten Material und der Kernform - die Wandstärke des Kernes 2 im Verhältnis zu dem mittleren Durchmesser einen Wert im Bereich von 0,01 bis 0,5 aufweist. Die besonders hohe statische Permeabilität der erfindungsgemäß verwendeten hochnickelhaltigen Legierung gestattet es außerdem, den Kern in verschiedenen geometrischen Formen und auch geteilt aus zwei oder mehr Kernteilen zusammenzusetzen.

Fig. 3 zeigt einen geteilten Kern in Kreisform, Fig. 4 einen solchen in Rechteckform und Fig. 5 einen Kern aus zwei U-Hälften, die überlappt zusammenzusetzen sind. Diese Kerne besitzen den Vorteil, daß die Wicklung in bekannter Weise leichter aufzubringen ist und daß sie fertig gewickelt über die Kernteile geschoben werden kann. Der Überlappungsbereich in Fig. 5 bewirkt zwar, daß auf einem Teil des Kernes ein wenn auch kleiner Luftspalt vorhanden ist. Eine wesentliche Verminderung der Wirbelströme tritt dadurch nicht ein eintreten, so daß nach wie vor die Höhe der Wirbelströme nahezu vollständig von der Leitfähigkeit des Kernmaterials bestimmt wird und der temperaturkompensierende Effekt erhalten bleibt.

In Fig. 6 ist für ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kernes mit 1000 Windungen für die Wicklung 3 und einem Wicklungswiderstand von 50 Ohm sowie einem Kernquerschnitt von 0,03 cm² und einer Eisenlänge von 4,15 cm, die Ausgangsspannung des Verstärkers 10, also die Spannung an der Wicklung 11 des Schutzschalters 7 abhängig von der Wechselstrompermeabilität dargestellt, die sich durch unterschiedliches Kernmaterial, unterschiedliche Glühbehandlungen ergeben kann. Die ausgezogene Kurve ist damit die Ausgangsspannung bei Raumtemperatur, die gestrichelten Kurven ergeben sich, wenn man eine Temperatur von +70° bzw. -20°C zugrundelegt. Man sieht hier einerseits, daß eine sehr gute Kompensation des Temperaturganges ermöglicht wird, und daß andererseits bei einer Wechselstrompermeabilität von mehr als 15 000 oder 20 000 keine wesentliche Änderung der Ausgangsspannung mehr auftritt, so daß bei diesem Anwendungsfall ohne weiteres die zur Temperaturkompensation verwendete Schwächung der statischen Permeabilität des Kernmaterials durch die im Massivkern auftretenden Wirbelströme in Kauf genommen werden kann.

Dies gilt umso mehr, als tatsächlich Verluste durch Wirbelströme nur auftreten, wenn ein Fehlerfall, d. h. ein Summenstrom verschieden von Null, vorliegt, so daß also nur kurzzeitig vom Auftreten des Fehlers bis zum Abschalten des Schutzschalters 7 ein Fluß im Kern 2 vorhanden ist. Eine Aufheizung des Kernes 2 im Normalbetrieb des Summenstromwandlers findet also nicht statt. Durch die Verwendung des erfindungsgemäßen Summenstromwandlers wird erreicht, daß man einerseits einen mechanisch sehr festen, praktisch direkt bewickelbaren Kern besitzt und außerdem den Temperaturgang bedingt durch den ohmschen Widerstand der Wicklung des Summenstromwandlerkerns ausgleichen kann.

Patentansprüche

1. Summenstromwandler (1) mit einem bewickelten, in sich geschlossenen Kern (2) aus hochpermeablem weichmagnetischem Material zur Erfassung des Summenstromes von durch den Kern (2) hindurchtretenden Stromleitungen (5, 6), bei dem die Wicklung des Kernes (2) über einen Verstärker (10) an einen Schutzschalter (7) angeschlossen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kern (2) massiv, das heißt ohne isolierende Zwischenlagen oder Luftspalte, die den Kernquerschnitt aufteilen, ausgebildet ist und daß das Material des Kernes (2) aus einer metallischen Legierung mit einem Gehalt von mindestens 40 % Nickel besteht, das einen positiven Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstandes besitzt.
2. Summenstromwandler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wandstärke im Verhältnis zum mittleren geometrischen Durchmesser des Kernes (2) so gewählt ist, daß sie nicht kleiner als das 0,01-fache und nicht größer als das 0,5-fache des mittleren geometrischen Durchmessers beträgt.
3. Summenstromwandler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kern (2) aus mehreren Teilen zusammengesetzt ist.
4. Summenstromwandler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kern (2) kreisförmig ausgebildet und durch Abtrennen von einem Rohr hergestellt ist.
5. Summenstromwandler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kern (2) durch Fließpressen hergestellt ist.

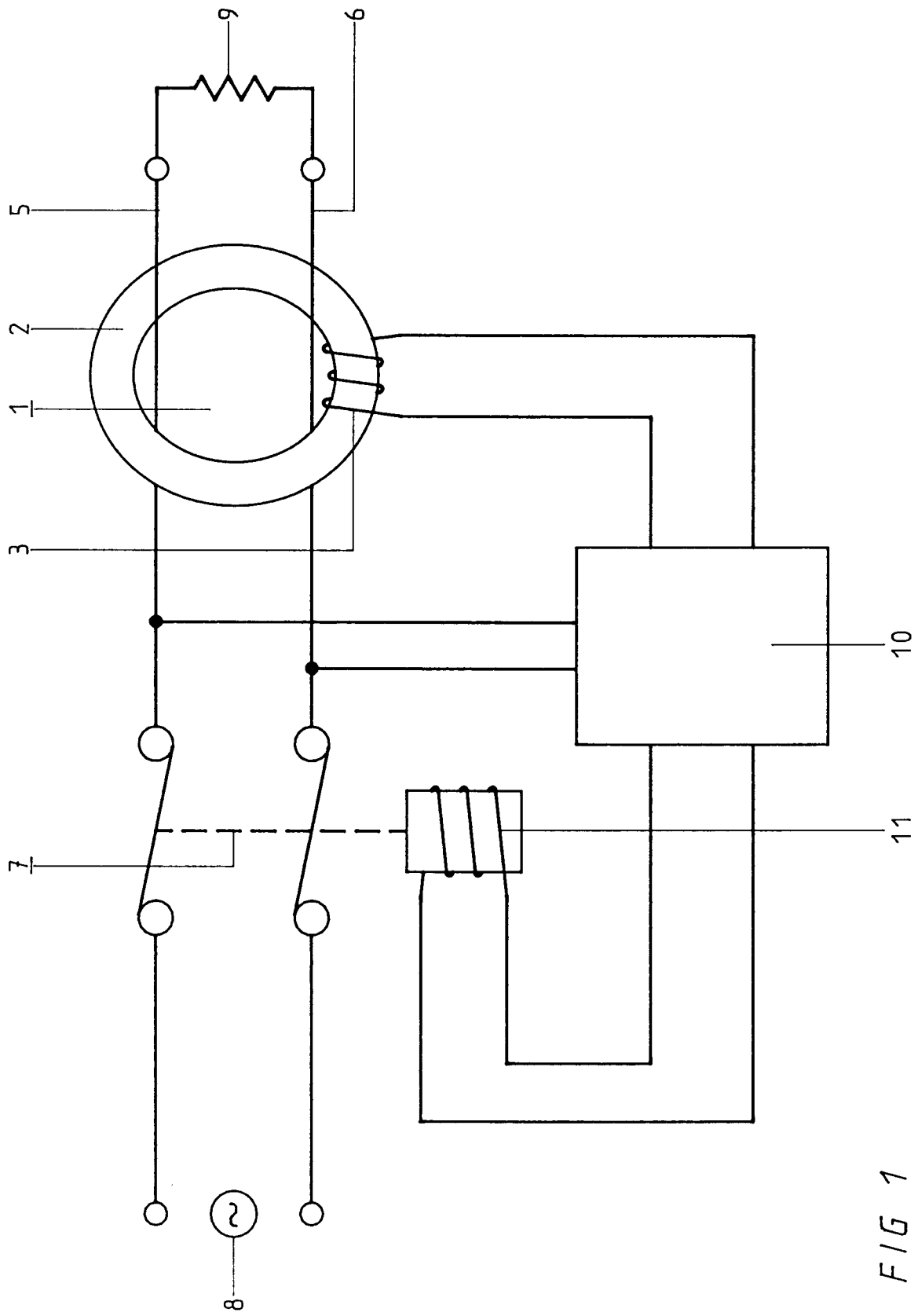


FIG 1

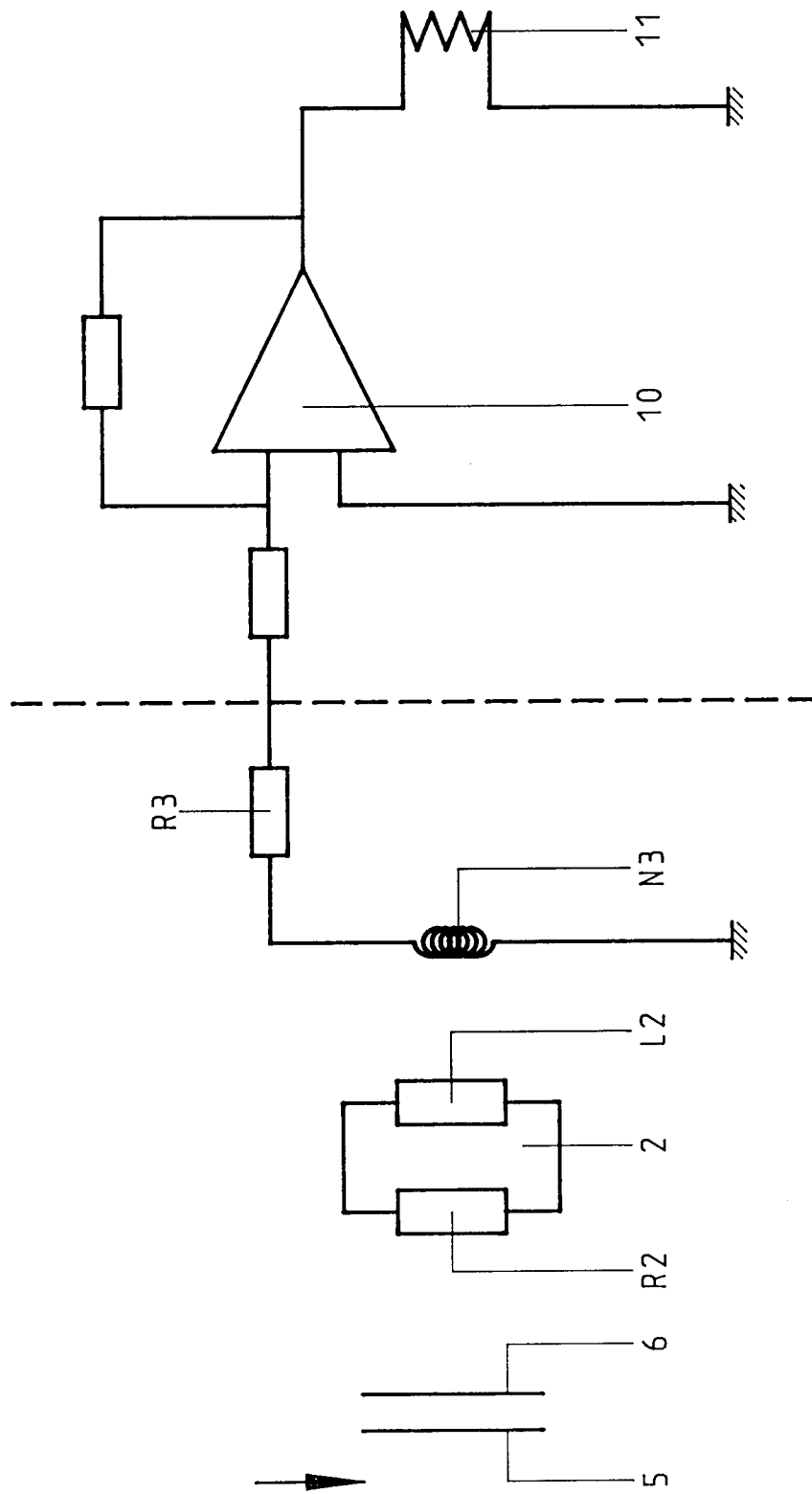


FIG 2

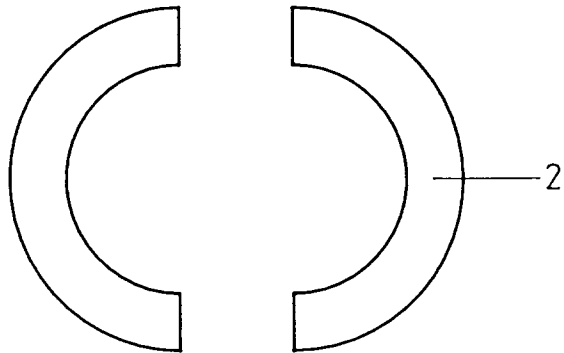


FIG 3

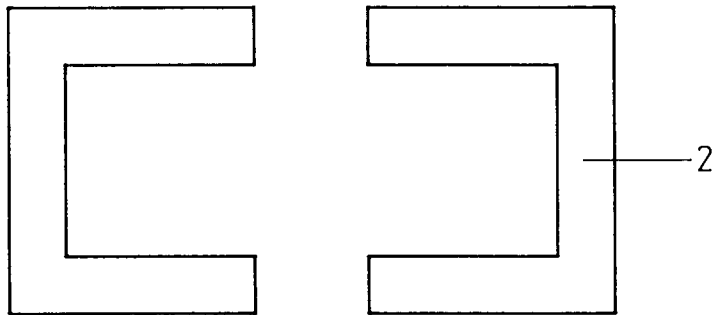


FIG 4

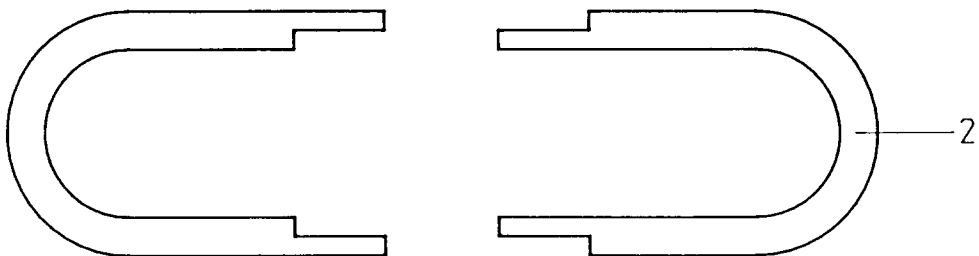


FIG 5

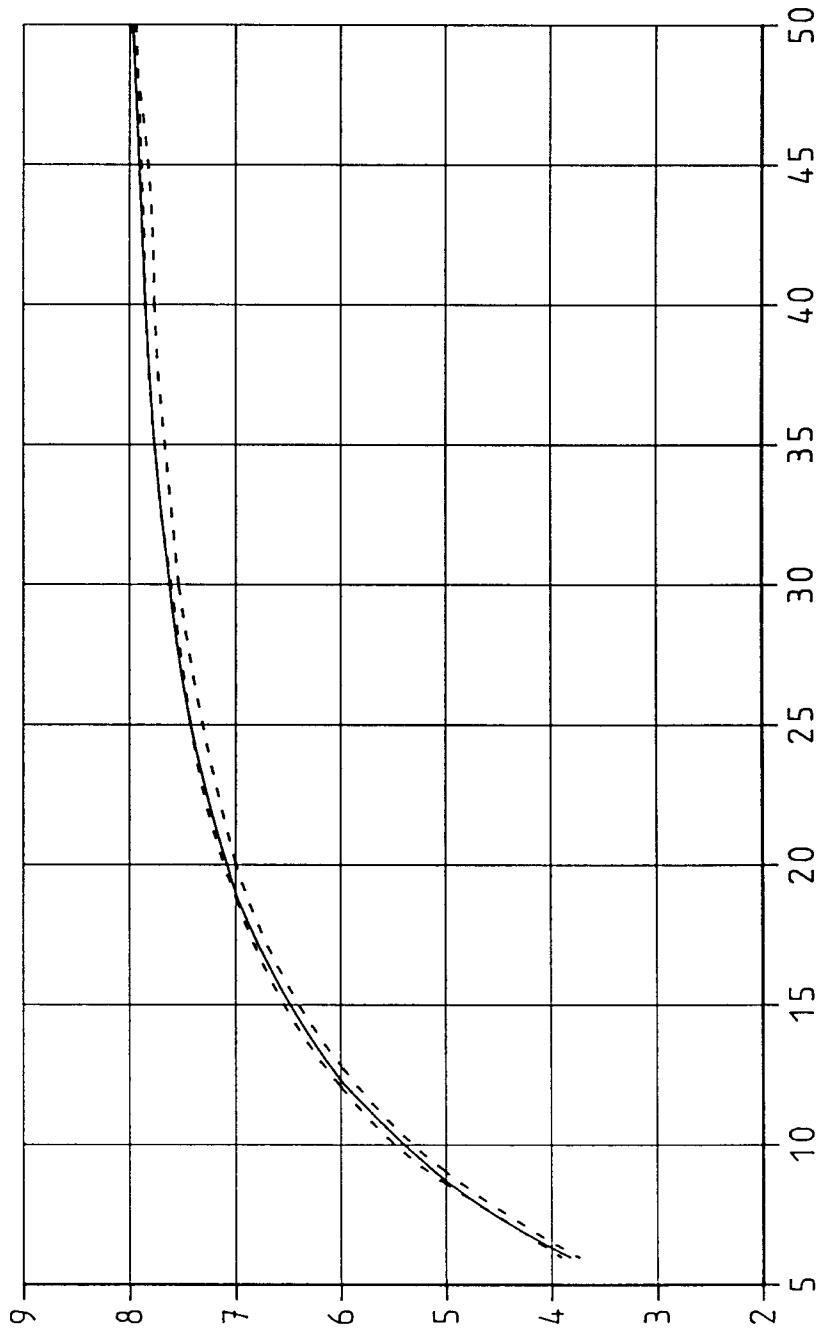


FIG 6



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 95 10 9486

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	EP-A-0 392 204 (VACUUMSCHMELZE GMBH) 17.Oktober 1990 * Spalte 1, Zeile 22 - Zeile 24 * ---	1	H01F3/08 H01H83/14
D,A	US-A-5 235 488 (KOCH STUART) 10.August 1993 * Spalte 1, Zeile 56 - Zeile 62; Abbildung 2 * ---	1,4	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 005 no. 063 (E-054) ,28.April 1981 & JP-A-56 012705 (TOSHIBA CORP) 7.Februar 1981, * Zusammenfassung *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016 no. 022 (E-1156) ,20.Januar 1992 & JP-A-03 238805 (TOSHIBA CORP) 24.Oktober 1991, * Zusammenfassung *	1	
A	DATABASE WPI Section Ch, Week 7714 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class L03, AN 77-24098Y & JP-A-52 022 793 (MATSUSHITA ELEC IND KK) , 21.Februar 1977 * Zusammenfassung *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) H01F H01H
A	US-A-5 110 378 (HASEGAWA RYUSUKE ET AL) 5.Mai 1992 * Spalte 6, Zeile 29 - Zeile 32 * -----	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchesort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 18.Oktober 1995	Prüfer Marti Almeda, 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 : mündliche 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)