

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 656 637 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **94250233.7**

(51) Int. Cl.⁶: **H01F 38/08**

(22) Anmeldetag: **23.09.94**

(30) Priorität: **03.12.93 DE 4341721**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.06.95 Patentblatt 95/23

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE LI SE

(71) Anmelder: **AEG Westinghouse
Transport-Systeme GmbH
Nonnendammallee 15-21
D-13599 Berlin (DE)**

(72) Erfinder: **Xie, Jian, Dr.-Ing.
Südliche Ringstrasse 191
D-63225 Langen (DE)**

(74) Vertreter: **Rüthning, Wolfgang, Dipl.-Ing.
Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH
Theodor-Stern-Kai 1
D-60596 Frankfurt (DE)**

(54) Transformator mit rahmenförmigem Blechpaket.

(57) Die Erfindung bezieht sich auf einen Transformator mit rahmenförmigem Blechpaket, in dessen zentralen Freiraum Wicklungen ragen, die als n-Paare aus jeweils einer inneren Oberspannungswicklung und einer darüberliegenden äußeren Unterspannungswicklung um zwei der gegenüberliegenden Schenkel des Blechpakets gruppiert sind, insbesondere für den Parallelbetrieb mit mehreren einspeisenden Vierquadrantenstellern. Bei der Erzeugung von 16 2/3-Hz-Wechselspannung aus Gleichspannung durch getaktete Vierquadrantensteller treten

störende Stromüberschwingungen auf. Um diese auf einfache Weise zu reduzieren - d.h. ohne Erhöhung der Transformatorkosten, des Transformatorvolumens oder des -gewichtes - wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß dem Blechpaket (6) im zentralen Freiraum (7) ein oder mehrere kreuzförmige Zwischenjoche (8) eingefügt sind, die den Freiraum (7) in Fenster (9) für die einzelnen Wicklungspaare (1/3) unterteilen, in denen diese einliegen und daß die Oberspannungswicklungen (3) in Reihe geschaltet sind.

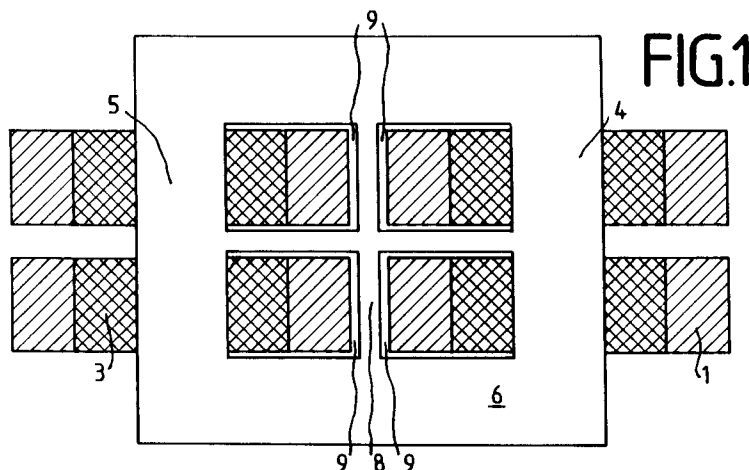


FIG.1

EP 0 656 637 A1

Die Erfindung bezieht sich auf einen Transformator mit rahmenförmigem Blechpaket, wie er im Oberbegriff des Anspruchs 1 näher definiert ist.

Solche Transformatoren werden z.B. zur Bereitstellung von 16 2/3 Hz-Energie bei der Bahnstromversorgung über statische Umrichter mit Leistungshalbleitern eingesetzt. Die benötigte hohe Leistung wird dabei durch Parallelschaltung von mehreren einspeisenden Vierquadrantenstellern über nur einen solchen Transformator erreicht.

In Fig. 5 ist das schematische Schaltbild für einen solchen Transformator mit vier auf separate Unterspannungswicklungen 1 einspeisende Vierquadrantensteller 2 dargestellt. Die vier Oberspannungswicklungen 3 sind allgemein parallel geschaltet.

Der konstruktive Aufbau eines solchen bekannten Transformators ist Fig. 6 entnehmbar. Um die Schenkel 4 und 5 eines rahmenförmigen Blechpakets 6 sind dabei die Unterspannungswicklungen 1 und Oberspannungswicklungen 3 je zu Paaren gruppiert und ragen einseitig in den vom Blechpaket 6 umschlossenen zentralen Freiraum 7.

Die 16 2/3 Hz-Wechselspannung wird durch Pulsen von Leistungshalbleitern (GTOs) in Vierquadrantenstellern 2 aus Gleichspannungen erzeugt. Durch das Pulsen sind die Ausgangsspannungen e_1 , e_2 , e_3 und e_4 der Vierquadrantensteller (vgl. Fig. 5) entsprechend Fig. 7c mit hohen Oberschwingungen überlagert. Diese Spannungsüberschwingungen verursachen weiter Stromüberschwingungen in den Unterspannungswicklungen 1, wie in Fig. 7b dargestellt. Zur Kompensation der Stromüberschwingungen werden die einzelnen Vierquadrantensteller versetzt getaktet. Dadurch wird der Ausgangsstrom des Transformators i_{Ges} in der Oberspannungswicklung 3 sinusförmig (vgl. Fig. 7a).

Von den Stromüberschwingungen in den Unterspannungswicklungen 1 werden zusätzliche Stromwärmeverluste im Transformator und in den Stromrichtern hervorgerufen. Außerdem wird die Ausnutzung der Leistungshalbleiter (GTOs) durch die Stromspitzen deutlich verschlechtert. Diese Nachteile können durch den Einsatz von vier getrennten Transformatoren, die oberspannungsseitig in Reihe geschaltet sind, beseitigt werden. Dadurch werden aber die Kosten, das Volumen und das Gewicht des Transformators stark erhöht.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Transformator so auszubilden, daß auf einfache Weise, ohne wesentliche Erhöhung der Transformatorkosten, des Transformatorvolumens und des Gewichtes die unerwünschten Stromüberschwingungen stark reduziert werden können.

Diese Aufgabe wird nach der Erfindung durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind den Un-

teransprüchen entnehmbar.

Anhand von schematischen Ausführungsbeispielen wird die Erfindung im nachstehenden näher erläutert.

5 Es zeigen:

- | | |
|-----------------|---|
| Fig. 1 | den neuartigen Transformatoraufbau für vier Wicklungspaare |
| Fig. 2 | die zugehörigen Strom- und Spannungsverläufe |
| 10 Fig. 3 | den neuartigen Transformatoraufbau für sechs Wicklungspaare |
| Fig. 4 | den Transformatoraufbau für acht Wicklungspaare |
| 15 Fig. 5 bis 7 | den schon erläuterten Stand der Technik. |

Wie Fig. 1 zeigt, ist dem neuen Transformator statt des bloßen bisher üblichen rahmenförmigen Blechpakets 6 ein kreuzförmiges Zwischenjoch 8 integriert. In den damit gebildeten vier Fenstern 9 (im bisherigen Freiraum 7) liegen die vier Wicklungspaaare 1/3 magnetisch entkoppelt ein. Das der neuen Konstruktion zugrundeliegende Prinzip ist folgendes:

25 Die Größe der Stromüberschwingungen in den Unterspannungswicklungen 1 ist von der Streuinduktivität abhängig und nimmt mit zunehmender Streuinduktivität ab. Bei Transformatoren mit mehreren Unterspannungswicklungen 1 gibt es zwei unterschiedliche Streuinduktivitäten: Die zwischen den einzelnen Unterspannungswicklungen 1 und die zwischen den Unterspannungswicklungen 1 und den Oberspannungswicklungen 3. Während die erste Streuinduktivität für die Begrenzung der Stromüberschwingungen maßgebend ist, bestimmt die zweite den Spannungsabfall des Transformators. Bei der bisherigen Transformator konstruktion (vgl. Fig. 6) sind die Größen der beiden Streuinduktivitäten voneinander abhängig. Die Streuinduktivität zwischen den Unterspannungswicklungen 1 darf deswegen zur Verringerung der Stromüberschwingungen nicht beliebig erhöht werden, da sonst der Spannungsabfall des Transformators ebenfalls vergrößert wird, was eine Verschlechterung der elektrischen Eigenschaften des Transformators bedeutet.

Bei der neuen Transformator konstruktion werden die vier Unter- und Oberspannungswicklungen durch das zusätzliche Zwischenjoch 8 magnetisch entkoppelt. Damit kann die Streuinduktivität zwischen den einzelnen Unterspannungswicklungen 1, die die Größe der Stromüberschwingungen bestimmt, ohne Einfluß auf die andere Streuinduktivität beliebig erhöht werden. D.h., die Stromüberschwingungen können durch Erhöhung der Streuinduktivität stark reduziert werden, ohne den Spannungsabfall des Transformators zu vergrößern. In den Fig. 2a und 2b sieht man, daß die Ströme

durch den Einsatz der neuen Transformatorkonstruktion sowohl in den Oberspannungs- als auch in den Unterspannungswicklungen sinusförmig sind. Da im Zwischenjoch 8 nur Oberschwingungen des Flusses vorhanden sind, die eine sehr kleine Amplitude haben, kann das Zwischenjoch 8 sehr schmal dimensioniert werden. Um die Stromoverschwingungen z.B. um ca. 20-fach zu reduzieren, wird ein Querschnitt des Zwischenjoches 8 von etwa nur 1/10 des Schenkelquerschnitts 4 bzw. 5 benötigt. Aus diesem Grund wird der Transformator durch das zusätzliche Zwischenjoch 8 nicht viel größer und schwerer.

Die Fig. 3 und 4 zeigen Transformatorkonstruktionen für sechs- oder achtfache Einspeisung und entsprechend angeordnet zweimal drei bzw. zweimal vier Wicklungspaare 1/3. Das Transformator-Blechpaket 6 ist hier durch zwei bzw. drei aneinander grenzende kreuzförmige Zwischenjoch 8, die ineinander übergehen, ergänzt. Das Wirkungsprinzip ist wie bereits geschildert.

Die neue Transformatorkonstruktion kann überall dort, wo mehrere Vierquadrantensteller parallel betrieben werden, z.B. auch auf Lokomotiven, eingesetzt werden.

Patentansprüche

1. Transformator mit rahmenförmigem Blechpaket, in dessen zentralen Freiraum Wicklungen ragen, die als n-Paare aus jeweils einer inneren Oberspannungswicklung und einer darüberliegenden äußeren Unterspannungswicklung um zwei der gegenüberliegenden Schenkel des Blechpaketes gruppiert sind, insbesondere für den Parallelbetrieb mit mehreren einspeisenden Vierquadrantenstellern,
dadurch gekennzeichnet,
daß dem Blechpaket (6) im zentralen Freiraum (7) ein oder mehrere magnetisch entkoppelnde kreuzförmige Zwischenjoch 8 eingefügt sind, die den Freiraum (7) in Fenster (9) für die einzelnen Wicklungspaare (1/3) unterteilen, in denen diese einliegen und daß die Oberspannungswicklungen (3) in Reihe geschaltet sind.
2. Transformator nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Zwischenjoch 8 schmal dimensioniert sind und nur einen Bruchteil des Querschnitts der Schenkel (4 bzw. 5) aufweisen.
3. Transformator nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß für $n = 4$ Wicklungspaare (1/3) ein Zwischenjoch (8) Verwendung findet, das im Freiraum (7) vier Fenster (9) bildet.

4. Transformator nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß für $n = 6$ bzw. $n = 8$ Wicklungspaare zwei bzw. drei neben- oder übereinander angrenzende und ineinander übergehende Zwischenjoch 6 bzw. 8 Einzelfenster (9) bilden.

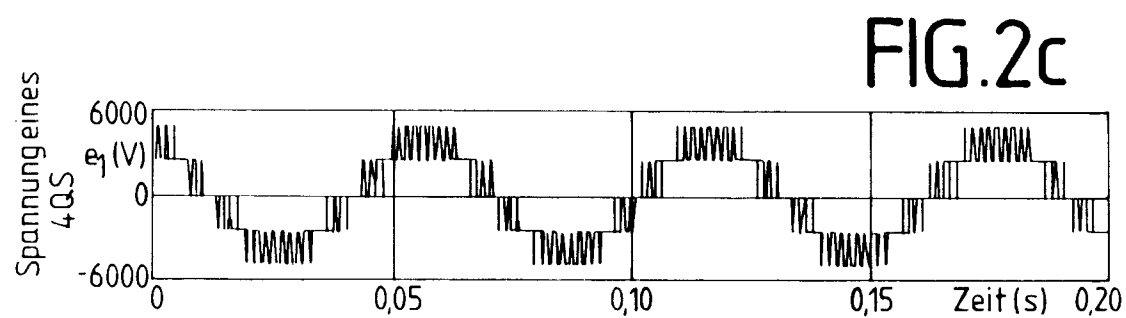
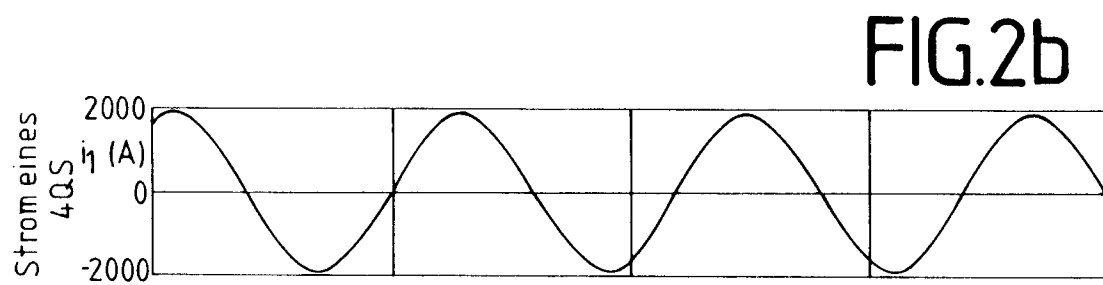
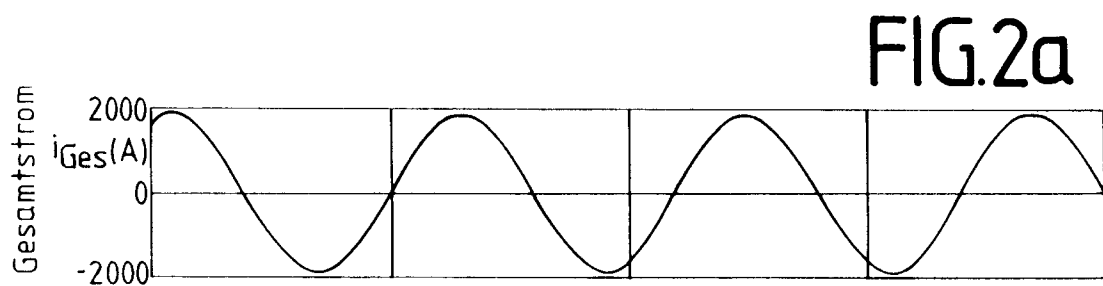
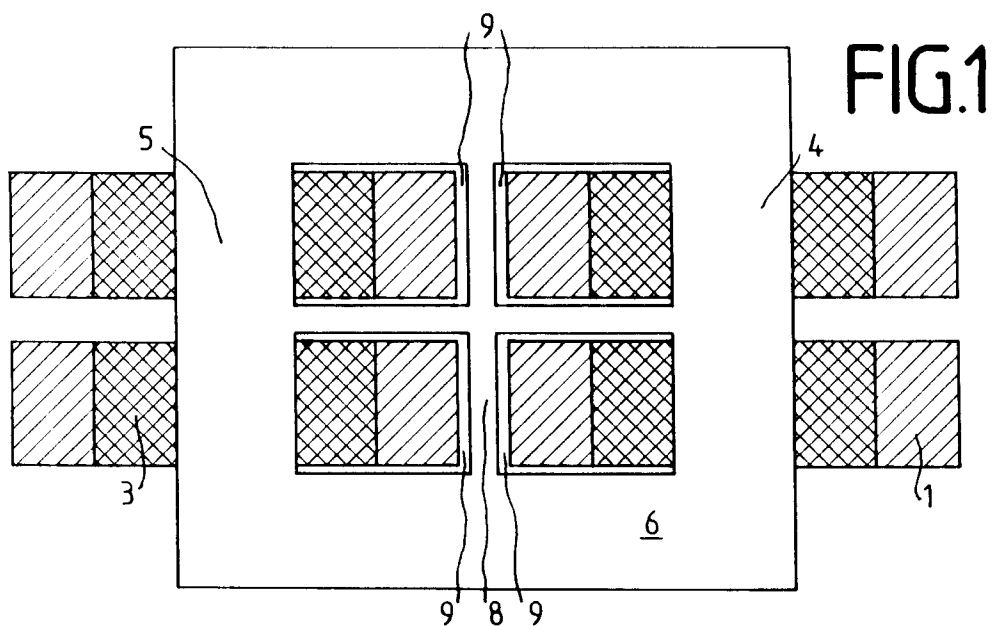


FIG.3

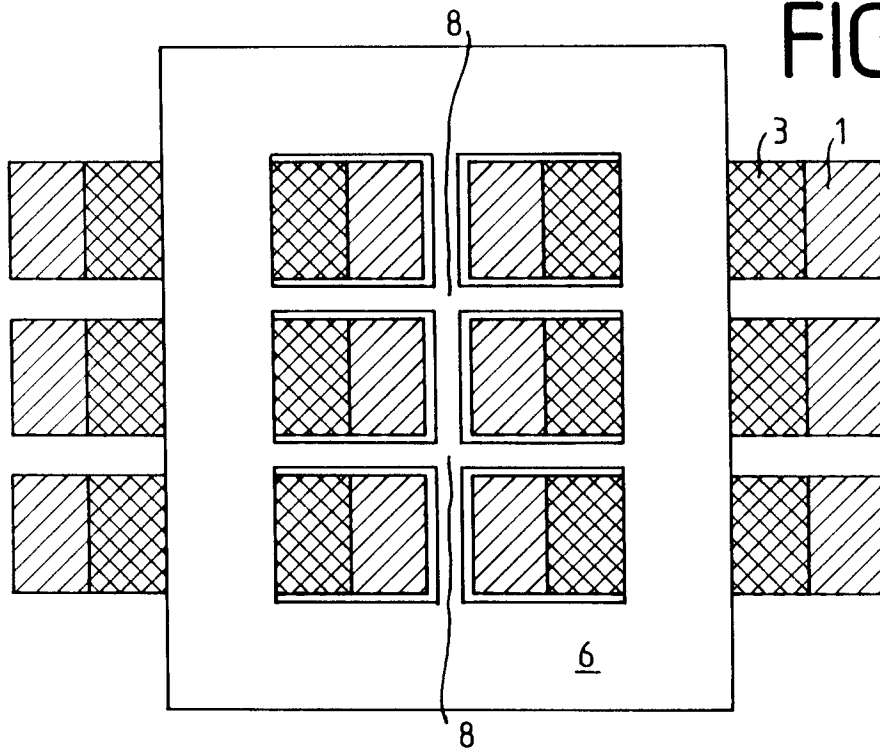
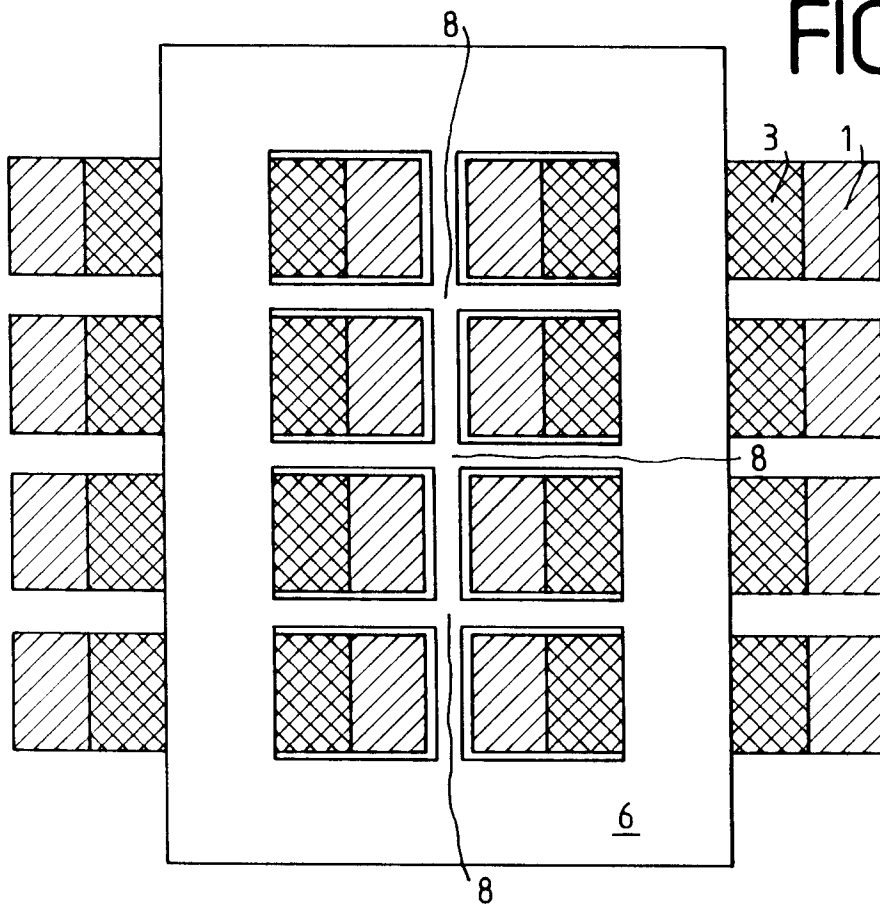
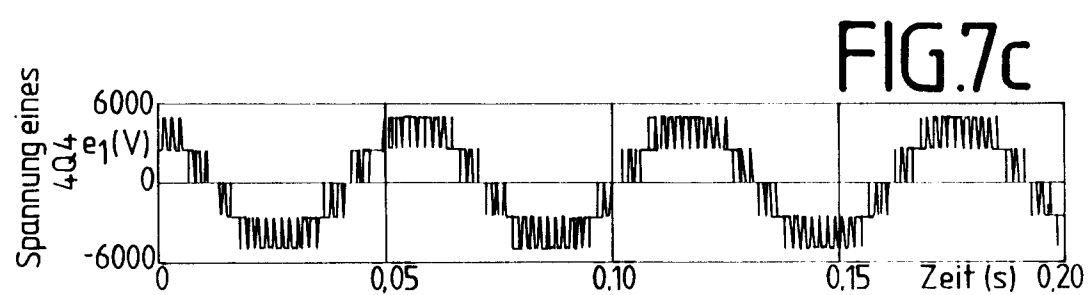
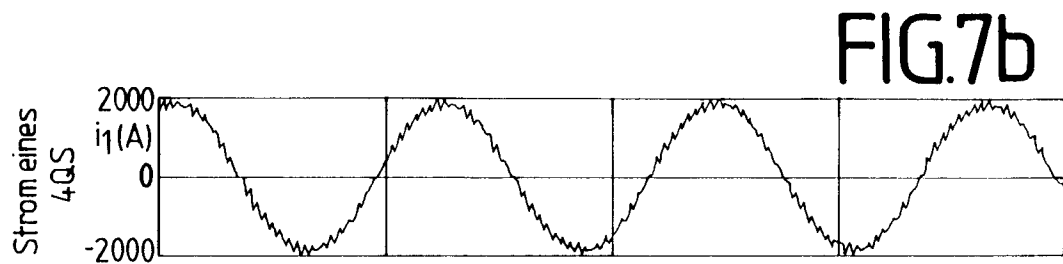
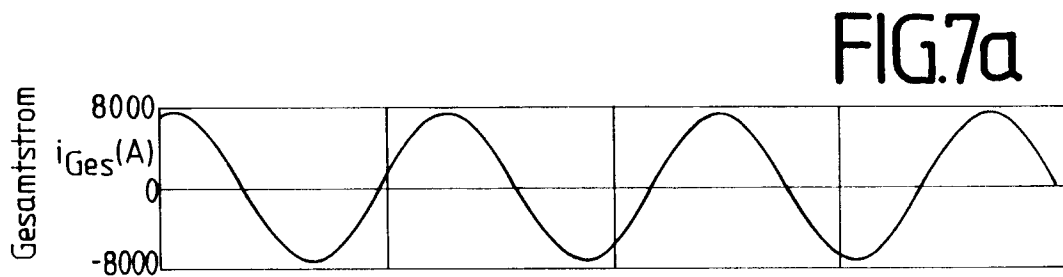
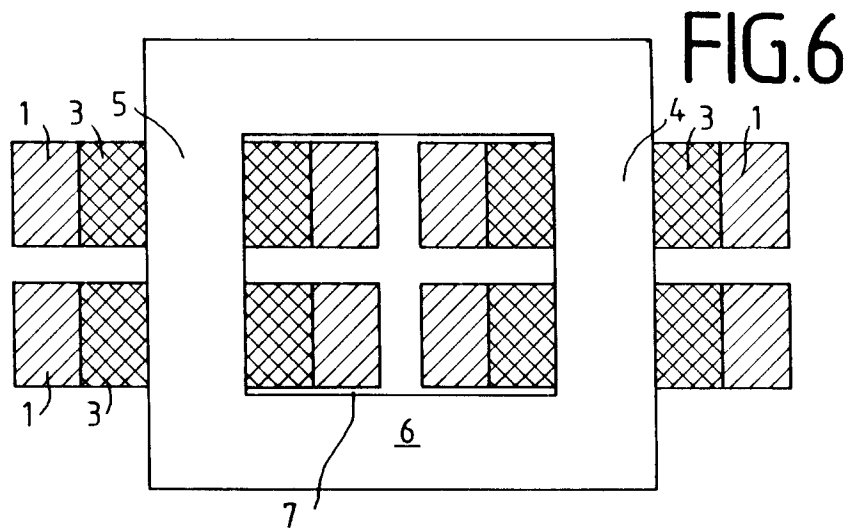
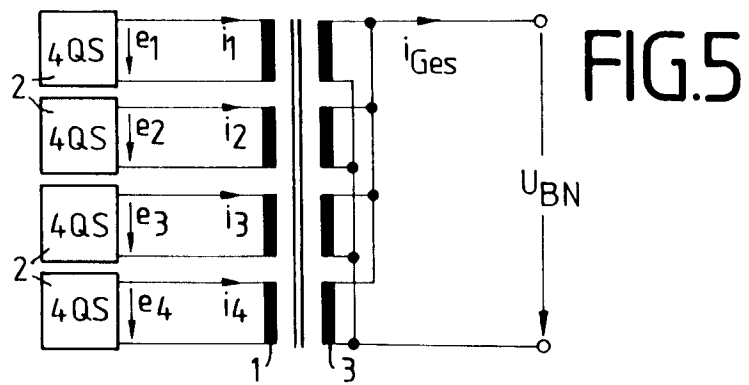


FIG.4







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 94 25 0233

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	CH-A-391 085 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) * Abbildung 4 *	1	H01F38/08
A	DE-C-631 785 (E. WIRZ) * Abbildung 8 *	1	
A	FR-A-704 640 (THOMSON-HOUSTON)		
A	CH-A-247 752 (E. HAEFELY & CIE)		
A	DE-C-695 233 (SACHSENWERK, LICHT- UND KRAFT- A.G.)		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			H01F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
DEN HAAG		13. März 1995	
		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 : 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			