

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 90107899.8

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **H01F 39/00**

(22) Anmeldetag: 26.04.90

(30) Priorität: 27.04.89 DE 3913852

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
31.10.90 Patentblatt 90/44

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE**

(71) Anmelder: **Vogt electronic Aktiengesellschaft**  
**Erlautal 7**  
**D-8391 Erlau/Passau(DE)**

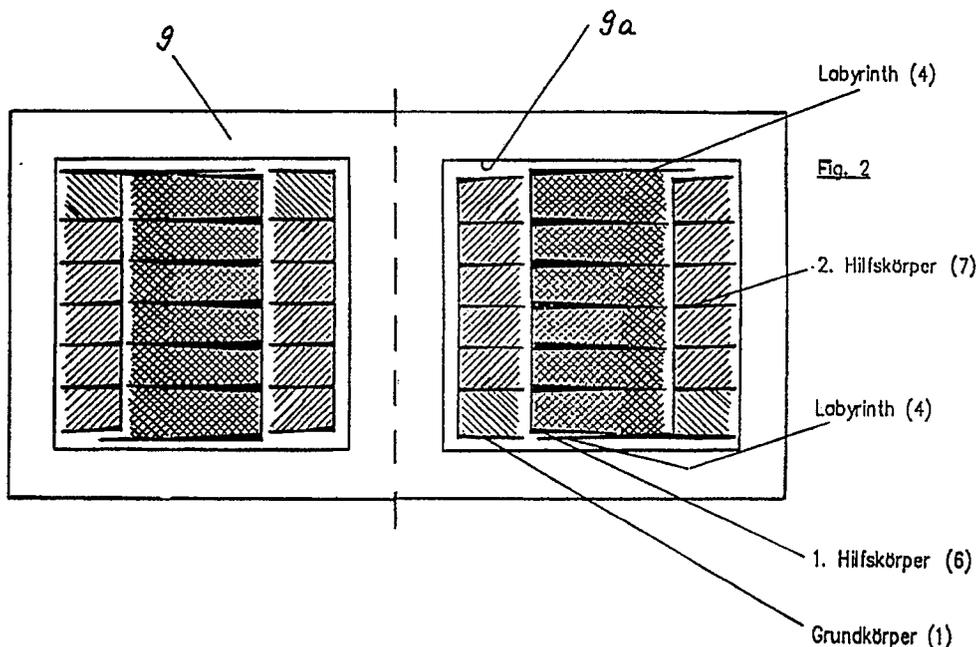
(72) Erfinder: **Hartmann, Uwe**

**Passauerstrasse 49**  
**D-8391 Untergriesbach(DE)**  
Erfinder: **Gaisbauer, Erwin, Dipl.-Ing.(FH)**  
**Schulstrasse 5**  
**D-8391 Salzweg(DE)**  
Erfinder: **Thaler, Walter**  
**Fattendorf 16**  
**D-8391 Thyrnau(DE)**

(74) Vertreter: **Hieke, Kurt**  
**Stadlerstrasse 3**  
**D-8013 Haar bei München(DE)**

(54) **Transformator für Schaltnetzteilanwendungen.**

(57) Es wird ein Transformator für Schaltnetzteilanwendungen vorgeschlagen, der funktionsmäßig und hinsichtlich der Möglichkeit zu wirtschaftlicher Fertigung gegenüber den bekannten Scheibenkammer- und Steckkammer-Transformatoren für diese Anwendungen optimiert ist. Der Transformator weist einen Kern 9 mit einem nahezu quadratischen Wickelfenster 9a auf und ist mit einem Wicklungsträger versehen, der aus zwei oder mehreren ineinandersteckbaren Spulenkörpern 1,6,7 besteht, wobei jeder dieser Spulenkörper in Wicklungskammern 8 aufgeteilt ist.



EP 0 395 037 A2

## Transformator für Schaltnetzteilanwendungen

Die Erfindung bezieht sich auf einen Transformator gemäß dem einleitenden Teil des Patentanspruchs 1.

Es sind Transformatoren mit Scheibenwicklungen in Kammerform, sogenannte Scheibenkammertransformatoren, in dem Bereich der Switchmode-Leistungstrafos bekannt, die sich auf die genormten Kernformen - insbesondere für ferritische E-Kerne - stützen. Zu berücksichtigen bei der Auslegung derartiger Transformatoren sind in der BRD die Vorschriften für die Netztrennung nach VDE 0806 bzw. 0860, die entweder eine Luftstrecke von 6 mm vorschreiben oder eine Trennung durch entsprechende Isoliermaterialien. Außerdem ist bei den vorgegebenen genormten Kernabmessungen mit Sicherheit die optimale Auslegung nicht erreichbar.

Im Zuge der Weiterentwicklung des Standes der Technik, gestützt auf die anfallenden Stückzahlen, ist eine optimale Auslegung ohne Rücksicht auf Normen jedoch vorteilhaft, d.h. auch außerhalb der Normen liegende Kernformen haben in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit durchaus eine Berechtigung zu erfinderischer Tätigkeit.

Die bekannten Scheibenkammer-Transformatoren im Frequenzbereich von größer gleich 16 kHz weisen neben unbestrittenen Vorteilen eine Reihe von Nachteilen auf, die in einer Tabelle nachfolgend aufgeführt werden. Darüber hinaus gibt es auch den sogenannten Steckkammer-Transformator, der verschiedene Nachteile des Scheibenkammer-Transformators nicht aufweist, dafür aber mit anderen Nachteilen behaftet ist. Auch hier wird auf die nachfolgende Tabelle verwiesen.

Wichtige Gesichtspunkte bei der Auslegung von Transformatoren, die bei Frequenzen von größer gleich 16 kHz betrieben werden sollen, sind die Kopplung, Wicklungskapazität, Wirbelstromverluste, Kupferverluste, Verluste im Kernmaterial (hier vorzugsweise Ferrit), Fertigungsschwierigkeiten, Automatisierungsmöglichkeit, Netztrennung nach VDE 0806 bzw. 0860 und maximal übertragbare Leistung, bezogen auf das Gesamtvolumen des Transformators.

Die Erfinder haben erkannt, daß die auf optimale Auslegung einer Lagenwicklung dimensionierten Wickelfenster der genormten E/ETD etc.-Kerne den modernen Erfordernissen wie Automatenfertigung sowie optimale Leistungsübertragung und gleichzeitige Netztrennung nach VDE 0808 bzw. 0860 nicht mehr entsprechen.

Dies gilt insbesondere auch für die bekannte Scheibenkammerkonstruktion derartiger Transformatoren.

Der Nachteil derartiger Transformatoren besteht darin, daß für die Wickeldrahtführung mit Netztrennung jeweils mindestens 6 mm Abstand erforderlich sind, was eine voluminöse Konstruktion des Spulenkörpers mit übermäßig hohen Flanschen erfordert. Auch die Wickeltechnik derartiger Transformatoren ist aufwendig, und wegen Wicklungsungenauigkeiten (Überwickeln etc.) sind übermäßige Sicherheitsabstände (größer 6 mm) erforderlich. Eine Coronamessung ist dementsprechend obligatorisch, um sämtliche Risiken auszuschließen.

Die oben angegebenen wichtigen Gesichtspunkte realisiert überraschend in optimaler Weise der im Patentanspruch 1 gekennzeichnete Transformatoraufbau, der eine Kombination aus einem Scheibenkammer-Transformator und einem Steckkammer-Transformator darstellt und einen funktionell optimalen sowie besonders wirtschaftlich fertigmachen Transformator für Sperrwandler- und Durchflußbetrieb ergibt. Dabei wurde als optimal unter Vernachlässigung von Randbedingungen ein quadratisches Wickelfenster für E(und ähnliche)- Kernformen erkannt, und es wurde gefunden, daß der Einfluß von konstruktiven Gegebenheiten noch eine gewisse Abweichung von dieser optimalen quadratischen Auslegung des Wickelfensters bedingt. Zu berücksichtigen ist bei jeglicher Auslegung eines Transformators, daß er vollautomatisch zu fertigen ist.

Der erfindungsgemäße Transformatoraufbau berücksichtigt nicht nur in optimaler Weise Netztrennung, Kopplung der Wicklungen untereinander, automatische Fertigungsmöglichkeit, Universalität für fast alle Anwendungen im Bereich bis 300 W (in Abhängigkeit der Kerngröße, geringes Streufeld, hoher Wirkungsgrad, im Gegensatz zu den genormten Kernschnitten), sondern er führt darüber hinaus noch zu weiteren Vorteilen:

Aus der gemäß der Erfindung vorgesehenen Geometrie der Kernformen, die eine Voraussetzung für die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Steck-Spulenkörper mit den Kammerwicklungen ist, ergibt sich zunächst einmal, daß die Grundfläche des Transformators größer und die Höhe geringer wird als bei den Scheibenkammer-Transformatoren und den Steckkammer-Transformatoren gemäß dem Stande der Technik. Dies ist insofern von Vorteil, als die Entflechtung der Schaltung und die Einhaltung von Sicherheitsabständen bei größerer Grundfläche leichter zu bewerkstelligen ist und sich mehr SMD-Bauteile auf dieser größeren Fläche unterbringen lassen. Die geringe Bauhöhe erweist sich bei der Steckkartentechnik

jedenfalls als vorteilhaft.

In der nachstehenden Tabelle werden Vor- und Nachteile der vorgenannten Konstruktionen miteinander verglichen, wobei die Überlegenheit des erfindungsgemäßen Transformators ersichtlich wird.

	6-fach Scheibenkammertrafo	3-fach Steckkammertrafo	Erfindungsgemäßer Transformator
Kopplung	befriedigend	gut	gut
Wickelzeit	lang	kurz	kurz
Anzahl der Wicklungen	begrenzt, da viele Stützpunkte benötigt werden	groß, es werden nur wenige Stützpunkte benötigt	sehr groß, größere Stiftanzahl möglich, wenig Stützpunkte nötig
Flexibilität	groß, Spulenkörper läßt viele Wicklungsarten zu	klein, Trafo ist nur mit einem speziellen Spulenkörpersatz zu optimieren	sehr groß, dreifache Kammeranzahl läßt sehr viele Variationsmöglichkeiten zu
Netztrennung	durch Wickeltechnik: Fertigungsüberwachung notwendig (Coronamessung)	durch Konstruktion ohne Kontrolle	durch Konstruktion ohne Kontrolle

Ein Ausführungsbeispiel für die Spulenkörper des erfindungsgemäßen Transformators veranschaulicht die Fig. 1.

In Fig. 1 bezeichnet die Bezugszahl 1 einen Grundspulenkörper mit einem Fuß 2, der mit den notwendigen Anschlußstiften 3 versehen ist. Dieser Grundspulenkörper 1 wird von einem ersten Hilfsspulenkörper 6 umgeben, der Labyrinth 4 aufweist, ebenso wie ein zweiter Hilfsspulenkörper 7, der den Hilfsspulenkörper 6 umgibt und für die Netztrennung ebenfalls mit Labyrinth 4 versehen ist.

In Fig. 2 ist ein Ausführungsbeispiel für den Aufbau des erfindungsgemäßen Transformators schematisch unter gleicher Indexierung wie in Fig. 1 in Verbindung mit einem E-Kern 9 dargestellt, dessen Mittelschenkel von den ineinandergesteckten Spulenkörpern, dem Grundspulenkörper 1, dem ersten Hilfsspulenkörper 6 und dem zweiten Hilfsspulenkörper 7, umgeben ist.

Die Fig. 3 zeigt einen Aufbau eines Transformators bisheriger Technik.

Anhand der zeichnerischen Darstellung werden die Vorteile des erfindungsgemäßen Transformators nachstehend noch einmal zusammengestellt (sh. auch die Tabelle).

1) Die einzelnen Steckeinheiten 1,6,7 sind vollautomatisch zu bewickeln, wobei bei allen Spulenkörpern das Drahtanlegen ebenfalls vollautomatisch erfolgen kann.

2) Die Auslegung des Transformators ist universell möglich, wobei allen vorkommenden Kopplungsverhältnissen Rechnung getragen wird.

3) Der Wirkungsgrad ist größer durch optimale Kernkonfiguration, Wickelraumaussnutzung und Verbesserung der Verkopplung.

4) Die übertragbare Leistung kann durch die vorgenannten Maßnahmen bis zu 40% über denen vergleichbarer Normkerne liegen.

5) Die Netztrennung ist so zuverlässig, daß sie keiner Nachprüfung bedarf (Prüfaufwand = Null).

6) Das Streufeld (wichtig bei TV- und Monitoranwendung) wird reduziert.

7) Etwa drei bis vier Trafogrößen im Frequenzbereich größer gleich 16 kHz und in einem Leistungsbereich bis zu 300 Watt sind bei gleicher Grundkonzeption möglich.

8) Anwendung bei Sperr-, Fluß- und Sinuswandler ist möglich.

9) Weitgehende Freiheit in der Anpassung an gegebene Forderungen ohne konstruktive Änderungen in allen Betriebsarten wie freischwinger, festfrequenzierter Betrieb, sowie Dreiecks- oder Trapezbetrieb.

10) Vorteile in Bezug auf die Automatisierung der Wickeltechnik.

11) Die sich durch die Vergrößerung der Grundfläche eines erfindungsgemäßen Transformators anscheinend ergebenden Nachteile werden dadurch mehr als kompensiert, daß nunmehr SMD-Bauteile besser auf der Unterseite montiert werden können und die Entflechtung der Schaltung vereinfacht wird; eine Erhöhung der Zahl der benötigten, auch netzgetrennten Anschlüsse ist leicht zu bewerkstelligen.

12) Die Bauhöhe des optimierten Trafos wird geringer, so daß mechanische Festigkeitsprobleme weniger gravierend in Erscheinung treten (Hebel-Kipp-Bewegung bei Fallbeanspruchung).

13) Eine eventuell notwendige Abschirmung kann auf das gleiche Potential geschaltet werden, wie der Kern 9, d.h. entweder auf die Netz- oder die netzgetrennte Seite, so daß Isolationsprobleme nicht entstehen.

14) Für den Fall der Wirbelstrombeeinflussung der Wicklung im Grundkörper 1 durch Wirbelströme, verursacht durch den Luftspalt, können die Kammern 8 in diesem Bereich einen größeren Abstand vom Kern 9 aufweisen.

15) Man kann jeden Spulenkörper ohne Mehrkosten mit dem elektrisch optimierten Draht wickeln, z.B. wegen möglicher Wirbelstromverluste Litzendraht nur auf dem Grundspulenkörper 1.

### Ansprüche

15 1. Transformator für Schaltnetzteilanwendungen mit Schaltfrequenz größer gleich 16 kHz, mit einem magnetisch leitenden Kern, vorzugsweise aus Ferrit, und einem den Kern umgebenden Wicklungsträger, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kern (9) ein nahezu quadratisches Wickelfenster (9a) aufweist und der Wicklungsträger aus zwei oder mehreren ineinandersteckbaren Spulenkörpern (1;6;7) besteht, von denen jeder in Wickelkammern (8) aufgeteilt ist.

20 2. Transformator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wickelkammern (8) der ineinandergesteckten Spulenkörper (1;6;7) jeweils miteinander korrespondieren, d.h., daß die Kammern (8) jeweils in gleicher Höhe liegen, wie die der anderen ineinandergesteckten Spulenkörper, um die erforderlichen engen magnetischen Kopplungen sicherzustellen.

25 3. Transformator nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Anzahl der Kammern (8) bei allen Spulenkörpern (1;6;7) gleich ist.

4. Transformator nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Mittelschenkel des Kerns (9) einen runden oder annäherend runden Querschnitt aufweist.

5. Transformator nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Netztrennung durch Labyrinth (4) an den Enden der Spulenkörper (6,7) erfolgt.

30 6. Transformator nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kern (9) mit der Abschirmung entweder der netzverbundenen oder der netzgetrennten Seite zugeordnet ist.

7. Transformator nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Grundspulenkörper (1) im Bereich des Luftspalts im Mittelschenkel des Kerns (9) zur Vermeidung von Wirbelstromverlusten einen größeren Durchmesser aufweist.

8. Transformator nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Grundspulenkörper (1) mit Litze bewickelt ist.

9. Abwandlung des Transformators nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche für den Einsatz bei kleiner Leistung, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Grundspulenkörper (1) keine Kammern (8) aufweist.

45

50

55

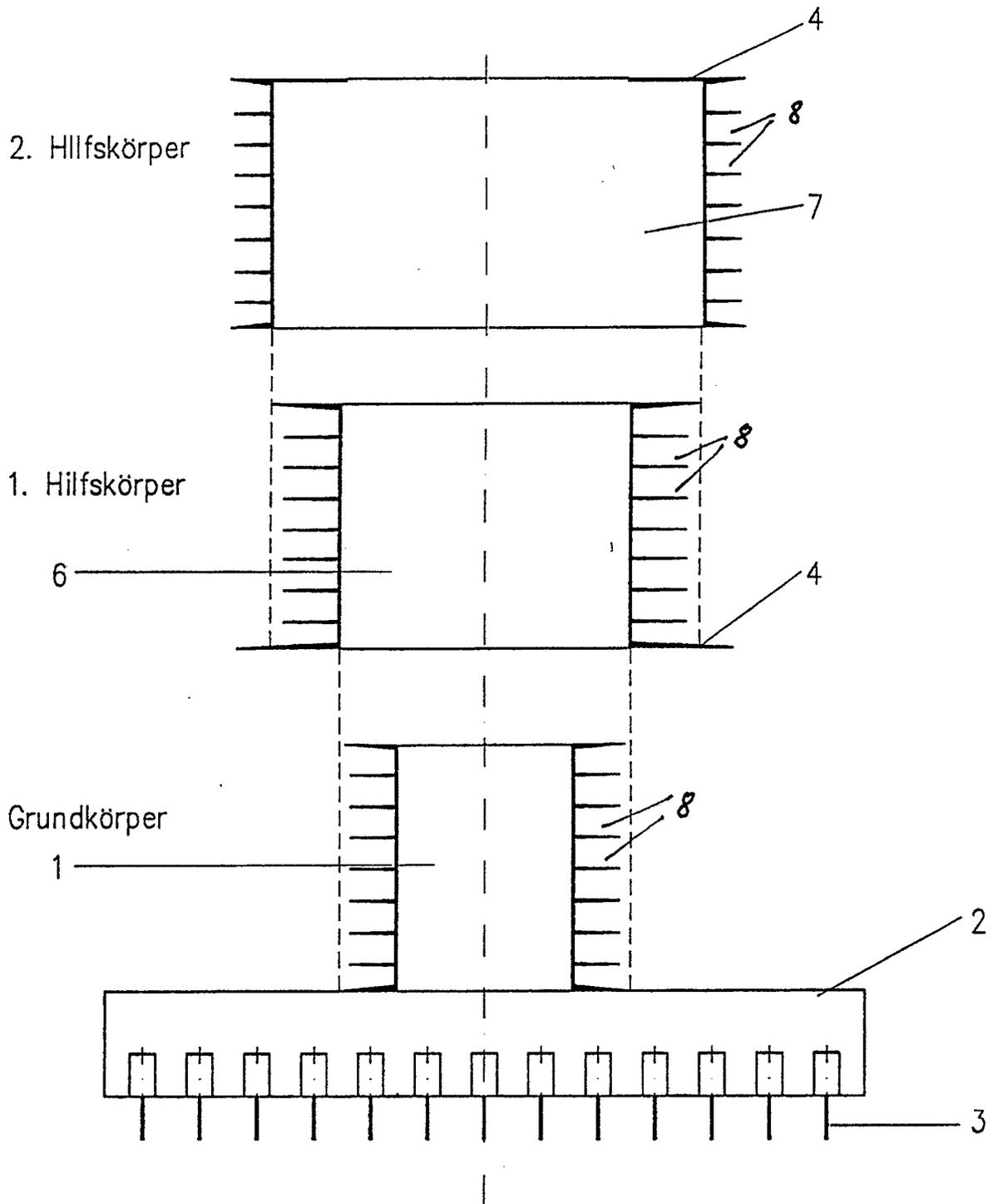


Fig.1

