



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Int. Cl.³: H 01 F
G 05 F

17/06
1/455

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



PATENTSCHRIFT A5

11

630 199

21 Gesuchsnummer: 5161/78

22 Anmeldungsdatum: 11.05.1978

30 Priorität(en): 14.05.1977 DE 2721967

24 Patent erteilt: 28.05.1982

45 Patentschrift
veröffentlicht: 28.05.1982

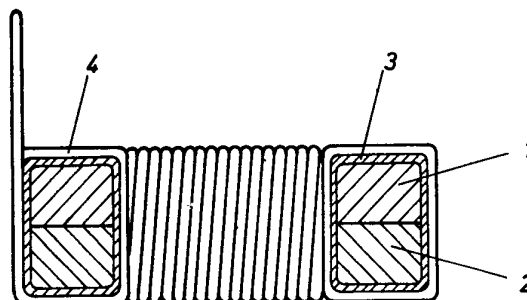
73 Inhaber:
Vogt GmbH & Co. KG, Erlau über Passau (DE)

72 Erfinder:
Dr. rer. nat. Erich Lechky, Erlau über Passau (DE)

74 Vertreter:
Max Kieser, Zürich

54 Funkentstördrossel für phasenanschnittgesteuerte Halbleiterschalter.

57 Die Funkentstördrossel besteht aus einem Ringkern und einer Wicklung (4), wobei der Ringkern aus zwei weichmagnetischen Metallpulverpresslingen (Teilkernen 1,2) zusammengesetzt ist. Einer der beiden Teilkern enthält keine isolierenden Bindemittel, während der andere Teilkern aus weichmagnetischem Metallpulver und isolierendem Bindemittel besteht. Der Vorteil einer solchen Stördrossel liegt einerseits darin, dass die beiden Teilkern im üblichen Pressverfahren für Massekerne hergestellt werden können, und andererseits darin, dass mit ihr Entstörschaltungen gebaut werden können, bei denen die schnellen Einschaltvorgänge den geforderten Störgrad nicht übersteigen.



PATENTANSPRÜCHE

1. Funkentstördrossel für phasenanschnittgesteuerte Halbleiterschalter, bestehend aus einem Ringkern und einer Wicklung, wobei der Ringkern aus zwei Teilkernen (1,2) zusammengesetzt ist, von denen jeder aus einem weichmagnetischen Metallpulverpressling besteht, dadurch gekennzeichnet, dass einer der beiden Teilkern keine isolierenden Bindemittel enthält.

2. Funkentstördrossel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der andere Teilkern aus weichmagnetischem Metallpulver und isolierendem Bindemittel besteht, wobei der Bindemittelanteil zwischen 0,15 und 0,45 Gewichtsprozent liegt.

3. Funkentstördrossel nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in beiden Teilkernen weichmagnetisches Metallpulver mit Korngrößen zwischen 10 und 600 µm enthalten ist.

4. Funkentstördrossel nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis der Höhe des bindemittellosen Teiles zu der Höhe des Kernteiles mit Bindemittel im Bereich zwischen 0,5 und 1,5 liegt.

Die Erfindung betrifft eine Funkentstördrossel für phasenanschnittgesteuerte Halbleiterschalter nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Phasenanschnittgesteuerte Halbleiterschaltungen werden in verschiedenen Bereichen der Elektrotechnik zur Steuerung von Verbraucherströmen bzw. -leistungen in Wechselstromkreisen in zunehmendem Masse verwendet, z. B. zur Steuerung von Motoren oder zur Regelung der Helligkeit von Lichtquellen.

Die schnellen Einschaltvorgänge derartiger Schalter verursachen erhebliche Störspannungen, die z. B. nach der Vorschrift 0875 des Verbandes der Deutschen Elektro-Techniker (VDE) im Frequenzbereich 0,15 bis 30 MHz durch geeignete Entstörmittel auf einen bestimmten zulässigen Pegel gedämpft werden müssen.

Als geeignetes Mittel zur Funkentstörung derartiger Halbleiterschalter unter Berücksichtigung der Einbauabmessungen und des Kostenaufwandes hat sich die Reihenschaltung der Ringkerndrossel mit einem Kondensator ergeben. Dieses Entstörglied liegt als Spannungsteiler parallel zum Halbleiterschalter und dämpft damit die Störsignale, die in dem Schalter entstehen und auf den Zuleitungen in den Verbraucherkreis hineinlaufen.

Die Drossel wird vom Verbraucherstrom durchflossen und stellt wegen der niedrigen Frequenz des Verbraucherstromkreises, meist 50 Hz, keinen nennenswerten induktiven Widerstand dar. Bei den hohen Frequenzen der Störspannungen jedoch muss der induktive Widerstand gross sein, insbesondere bei 150 kHz, da bei dieser Frequenz die Störspannung am grössten ist. Von der Drossel wird daher eine möglichst hohe Induktivität bei 150 kHz verlangt, entsprechend von dem Drosselkern eine möglichst hohe Permeabilität bei dieser Frequenz.

Diese Entstörschaltung hat einen unerwünschten Nebeneffekt. Drossel und Kondensator bilden einen Schwingkreis, der sich über den eingeschalteten Halbleiterschalter schliesst und durch den Einschaltvorgang zu Eigenschwingungen angeregt wird. Die Frequenz der Eigenschwingungen liegt zwischen 5 und 20 kHz. Die Überlagerung von Verbraucher- und Schwingstrom im Halbleiterschalter ergibt Stromschwankungen, die unbeabsichtigte, störende Schaltvorgänge hervorrufen können. Bei Lichtreglern beispielsweise verursachen sie flackerartige Helligkeitsschwankungen der angeschlossenen Lichtquellen.

Dieser Nebeneffekt lässt sich durch eine ausreichende Bedämpfung der genannten Eigenschwingungen vermeiden. Es hat sich gezeigt, dass die erforderliche Dämpfung nur durch ausreichend grosse Verluste des Drosselkernes erreicht werden kann, da zusätzliche Schaltungsmassnahmen innerhalb des Halbleiterschalters, wie z. B. das Einfügen eines Widerstandes, den Verbraucherkreis in unzulässiger Weise belasten oder die Entstörmwirkung zu stark herabsetzen. Für den Kernwerkstoff werden demnach hohe Verluste im Frequenzbereich 5 bis 20 kHz gefordert.

Die beiden genannten Forderungen, nämlich hohe Permeabilität bei 150 kHz und hohe Verluste bei den vergleichsweise wesentlich niedrigeren Frequenzen 5 bis 20 kHz, widersprechen bekanntlich einander, wenn sie auf einen homogenen weichmagnetischen Werkstoff angewandt werden. Entweder ist der Werkstoff breitbandig und behält seine Permeabilität bis zu hohen Frequenzen bei; in diesem Fall hat er bei niedrigen Frequenzen stets kleine Verluste, oder er hat bei niedrigen Frequenzen hohe Verluste, was jedoch stets mit einem starken Permeabilitätsabfall bei höheren Frequenzen verbunden ist.

Obwohl bei einigen Anwendungen mit homogenen Drosselkernen ein gut brauchbarer Kompromiss zwischen beiden Anforderungen möglich ist, kann für viele Anwendungsfälle kein geeigneter magnetischer Kernwerkstoff gefunden werden, der die gegensätzlichen Forderungen erfüllt. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn geringe Abmessungen bei höheren Leistungen im Verbraucherkreis gefordert werden.

In diesen Fällen werden kombinierte Drosselkerne verwendet, die aus zwei Teilkernen aus verschiedenen weichmagnetischen Werkstoffen zusammengesetzt sind:

1. aus einem «permeabilitätstragenden» Teilkern, der breitbandig ist und ausreichende Permeabilität bei 150 kHz gewährleistet;

2. aus einem «verlusttragenden» Teilkern, der hohe Verluste bei 5 bis 20 kHz aufweist und damit die erforderliche Dämpfung der unerwünschten Eigenschwingungen sicherstellt. Er liefert jedoch keinen wirksamen Beitrag zur Permeabilität bei 150 kHz.

Weiter wird von der Funkentstördrossel gefordert, dass ihre Kosten den Gesamtkosten eines Halbleiterschalters entsprechen. Da die in Halbleiterschaltungen hauptsächlich verwendeten Schaltelemente, wie Kondensatoren, Widerstände, Thyristoren, in den letzten Jahren erheblich billiger geworden sind, wird auch von der Funkentstördrossel ein geringer Kostenaufwand gefordert, das heisst aber, dass teure Werkstoffe und aufwendige Fertigungsverfahren in zunehmendem Masse vermieden werden müssen.

Durch die deutsche Offenlegungsschrift 2 119 950 ist eine zweiteilige Drossel bekannt, deren permeabilitätstragender Teilkern aus einem Ferritring mit Luftspalt besteht. Den verlusttragenden Teilkern bilden gestanzte und geschichtete Elektro- oder Tiefziehbleche. Diese Lösung erfordert wegen des Einschleifens der Luftspalte und wegen des Schichtens der Bleche einen hohen Aufwand bei der Herstellung. Die Forderung nach kostengemessenen Funkentstörmitteln kann damit nicht erfüllt werden. Ausserdem erzeugen die Bleche magnetostruktive Schwingungen, die hörbar sind und in vielen Anwendungsfällen, z. B. bei Lichtreglern im Haushalt (Dimmern), als akustische Störung empfunden werden.

In der deutschen Offenlegungsschrift 1 813 643 wird ebenfalls eine Drossel mit einem zweiteiligen Kern vorgeschlagen. Der permeabilitätstragende Teilkern besteht aus einer zu dünnen Bändern ausgewalzten Nickel-Kupfer-Eisen-Legierung mit Zusätzen von Mangan, Molybdän und Chrom. Der verlusttragende Teil besteht aus Bändern oder Blechen aus Eisen mit Silizium- oder Aluminiumzusatz. Die Zusammensetzung der Legierungen für den permeabilitätstragenden Teilkern wird so

gewählt, dass die Magnetostriktion sehr gering ist. Damit entfällt zwar der Nachteil störender Geräuschentwicklung; die verwendeten Legierungen, die 74 bis 84 % Nickel enthalten, zu Bändern ausgewalzt, sind jedoch als Kernwerkstoff zu teuer und lassen den Bau einer kostengünstigen Funkentstördrossel nicht zu.

Weiter enthält die deutsche Offenlegungsschrift 2 505 080 den Vorschlag eines zweiteiligen Drosselkerns, bei dem teure Werkstoffe vermieden werden können. Der permeabilitätstragende Teil besteht in diesem Fall aus Eisenpulver, das mit isolierendem Binder verpresst wird. Den verlusttragenden Teil des Kernes bildet eine ringförmige Wicklung aus Eisendraht, die vor dem Pressen in die Form so eingelegt wird, dass sie nach dem Pressen im Ringkern eingebettet und allseitig vom Eisenpulver umschlossen ist. Diese Lösung bringt zweifellos von Seiten der verwendeten Werkstoffe eine Kostensenkung, doch bedingt die Herstellung und das stückweise Einlegen des Drahtwickels Massnahmen, die neben dem einfachen Pulverpressen zusätzlich ablaufen müssen und zusätzliche Einrichtungen erfordern. Insbesondere ist das Einfüllen des Eisenpulvers in die Pressform vor und nach dem Einlegen des Drahtwickels notwendig, das heisst ein Einfüllen in zwei Phasen. Darüber hinaus ist eine Vorrichtung zum Herstellen und zum zentrischen passgenauen Einlegen der Drahtwickel notwendig.

Der vorliegenden Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, beide Teilkern im üblichen Pressverfahren für Massekerne ohne zusätzliche Massnahmen herzustellen.

Es hat sich nämlich überraschenderweise herausgestellt, dass beim Pressen von handelsüblichen und billigen weichmagnetischen Eisenpulversorten mit Korngrössen zwischen 10 und 600 µm ohne Beigabe isolierender Binder verlusttragende Teilkern so hergestellt werden können, dass die erforderliche hohe Dämpfung im Frequenzbereich 5 bis 20 kHz in der Kombination mit einem permeabilitätstragenden Teilkern gegeben ist. Dabei können die Eigenschaften dieses Teilkerns durch den Pressdruck, die Korngrösse und die Korngrössenverteilung des Pulvers sowie durch eine leichte Wärmebehandlung beeinflusst und auf gewünschte Werte eingestellt werden. Es hat sich gezeigt, dass die elektromagnetischen Eigenschaften derartiger Kerne, insbesondere die Verluste im Bereich 5 bis 20 kHz, innerhalb der Toleranzen gehalten werden können, die für eine Massenproduktion erforderlich sind. Ebenso hat sich gezeigt, dass die Festigkeit der ohne Binder gepressten Kerne völlig ausreicht und sich nur unbedeutend von der Festigkeit der Kerne unterscheidet, die üblicherweise als Massekerne mit Binder in Drosseln verwendet werden.

Die Funkentstördrossel der eingangs erwähnten Art ist demnach erfindungsgemäss dadurch gekennzeichnet, dass einer der beiden Teilkern keine isolierenden Bindemittel enthält. Vorteilhafte Ausführungsformen der erfindungsgemässen

Funkentstördrossel sind in den abhängigen Patentansprüchen 2 bis 4 angegeben.

Durch die Erfindung ist es also möglich geworden, die verlusttragenden Teilkern für Funkentstördrosseln mit Hilfe des gleichen einfachen Pressverfahrens herzustellen wie die permeabilitätstragenden Teilkern, nämlich im gleichen Arbeitsgang und in der gleichen Pressform ohne irgendwelche zusätzliche Massnahmen, was eine erhebliche Vereinfachung im Herstellungsprozess bedeutet.

Ein wesentlicher Vorteil der erfindungsgemässen Funkentstördrossel ist, dass Permeabilität und Verluste des kombinierten zweiteiligen Kernes ausser durch die obengenannten press-technischen Faktoren und die Wärmebehandlung des verlusttragenden Teilkerns durch das Volumenverhältnis der beiden Teilkern beeinflusst werden können. Herstellungstechnisch ist das sehr einfach durch Wahl der entsprechenden Höhen der Teilkern beim Pressen möglich. Eine Änderung des Volumenverhältnisses ist beispielsweise dann erwünscht, wenn in einem Halbleiterschalter zur Entstörung zwei Kondensatortypen mit zwei verschiedenen Kapazitätswerten verwendet werden. Beim grösseren Kapazitätswert wird eine höhere Dämpfung bei 5 bis 20 kHz verlangt, die Induktivität bei 150 kHz kann geringer sein. Beim kleineren Kapazitätswert dagegen kann die Dämpfung geringer sein, dafür wird eine höhere Induktivität bei 150 kHz gefordert. Die Drossel Eigenschaften werden einfach durch Einstellen entsprechender Presshöhen beim Herstellen der beiden Teilkern an die verschiedenen Bedingungen angepasst.

Die beiden Teilkern werden zusammengesetzt, gemeinsam – wie bekannt – mit einer isolierenden Schutzschicht überzogen und bewickelt.

Die Zeichnung zeigt ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Funkentstördrossel. 1 und 2 sind die beiden Teilkern, die gemeinsam mit der Isolierung 3 beschichtet sind. 4 ist die Bewicklung. Es handelt sich bei dieser Drossel um eine Ausführung, die sich für Helligkeitsregler (Dimmer) für die Steuerung von Leistungen zwischen 60 und 600 W eignet. Der Aussendurchmesser des kombinierten und beschichteten Kernes beträgt 39 mm, der Innendurchmesser 20 mm und die Höhe 8,5 mm. Das Volumenverhältnis vom permeabilitätstragenden Teilkern zum verlusttragenden Teilkern beträgt in diesem Beispiel 1,5. Die Wicklung besteht aus 140 Windungen Kupferlack-Draht mit 0,75 mm Durchmesser. Diese Drossel entstört in Verbindung mit einem Kondensator von 0,22 µF Kapazität den Halbleiterschalter so, dass der geforderte Störgrad N nach der vorerwähnten VDE-Vorschrift 0875 eingehalten wird. Die erfindungsgemässe Drossel erfüllt damit die an sie gestellten Anforderungen, obwohl billige Werkstoffe und wesentlich vereinfachte Herstellungsverfahren verwendet werden.

