



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 883 144 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.12.1998 Patentblatt 1998/50

(51) Int. Cl.⁶: **H01F 27/28, H01F 30/08**

(21) Anmeldenummer: **98109874.2**

(22) Anmeldetag: **29.05.1998**

(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

(30) Priorität: **06.06.1997 DE 19723958**

(71) Anmelder:
**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **Bakran, Mark-Matthias, Dr.**
91054 Erlangen (DE)
• **Marquardt, Rainer, Dr.**
91074 Herzogenaurach (DE)
• **Teigelkötter, Johannes, Dr.**
91074 Herzogenaurach (DE)

(54) **Spannverband**

(57) Ein Spannverband für einen Stromrichter, der wenigstens einen Leistungs-Halbleiter (10), einen Flüssigkeitskühlkörper (11, 12) und eine innerhalb des Spannverbandes angeordnete Drosselspule (1) aufweist, wobei die Drosselspule (1) wenigstens ein einstückiges Induktivitätsteil (2) umfaßt, das als Luftspule ausgebildet ist, weist dadurch, daß an dem Induktivitätsteil (2) der Drosselspule (1) wenigstens ein Aufnahmeteil (3, 4) angeordnet ist, das wenigstens eine Durchgangsbohrung (7, 8) zur Aufnahme mindestens einer Kernstange (5) aufweist, trotz geringer Baugröße eine hohe Induktivität auf.

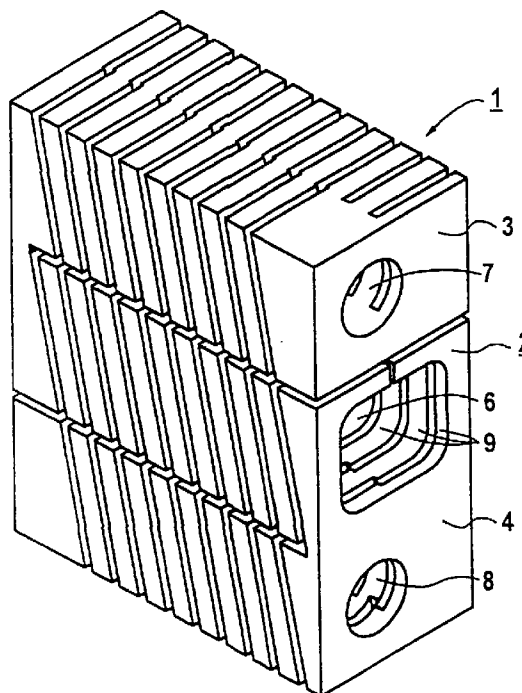


FIG 1

EP 0 883 144 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Spannverband für einen Stromrichter, der wenigstens einen Leistungs-Halbleiter, einen Flüssigkeitskühlkörper und eine innerhalb des Spannverbandes angeordnete Drosselspule aufweist, wobei die Drosselspule wenigstens ein einstückiges Induktivitätsteil umfaßt, das als Luftspule ausgebildet ist.

Ein derartiger Spannverband ist aus der EP 0 639 840 B1 bekannt. Die Drosselspule ist im bekannten Fall innerhalb des Spannverbandes angeordnet, wodurch das magnetische Feld auf die angrenzende Kühldose oder die Leistungs-Halbleiter gerichtet ist. Durch schnelle Stromänderungen werden in den angrenzenden Bauteilen Wirbelströme hervorgerufen. Diese Wirbelströme verursachen hohe Verluste und verringern gleichzeitig die zur Strombegrenzung notwendige Induktivität der Luftspule.

Ferner ist aus der EP 0 465 700 B1 eine Drosselspule bekannt, die bei Stromrichterschaltungen als Kommutierungsinduktivität verwendet wird und die dazu dient, bei Stromrichterventilen, wie Thyristoren und GTO-Thyristoren, die Stromänderungsgeschwindigkeit zu begrenzen. Die bekannte Drosselspule ist als Einleiterdrossel ausgeführt und besteht aus einem mit Kernen versehenen, rohrförmigen elektrischen Leiter. Als elektrischer Leiter dient ein Warmerohr, auch Heat-Pipe genannt, auf dem die Kerne aufgeschoben sind. Die Kondensationszone des Warmerohrs ist mit einem wärmeleitenden Montageblock versehen, der als Wärmesenke dient. Mehrere Einleiterdrosseln können zu einer Drosselanordnung zusammengefaßt werden, wobei die Montageblöcke mittels eines Spannverbandes mit Kühldosen thermisch miteinander verbunden sind. Die Verdampfungszonen wenigstens zweier Einleiterdrosseln sind mittels elektrisch leitender Verbindungsstege miteinander elektrisch leitend verbunden. Die Einleiterdrosseln bzw. die aus mehreren Einleiterdrosseln bestehende Drosselanordnung kann insbesondere bei flüssigkeitsgekühlten Stromrichtern eingesetzt werden, wobei die Kühlung durch auftretende Verschmutzung nicht beeinflußt wird. Die für Dauerbetrieb gut geeignete Einleiterdrossel weist jedoch im Kurzschlußfall einen hohen Stromfluß auf.

Darüber hinaus ist durch die DE 26 40 901 C2 eine selbsttragende Spule für einen Impulstransformator hoher Leistung bekannt. Die Spule wird aus einem Rohr durch entsprechend eingefräste Schlitzte gebildet.

Weiterhin ist aus der DE 91 11 720 U eine Drosselspule ohne Kern bekannt, die aus einer Wicklung mit einer vorgebbaren Zahl von Windungen und einem Spulenkörper besteht. Für die Wicklung ist ein flexibles Kabel vorgesehen und als Spulenkörper dient eine Trägerplatte, deren Randbereiche mit Bohrungen und deren Innenbereich mit einem Durchbruch versehen sind. Pro Windung ist das Kabel durch eine Bohrung und den Durchbruch geführt. Diese Drosselspule, die

auch als Toroid-Spule bezeichnet wird, ist zwar streufeldarm, jedoch nur für kurzzeitige Belastungen ausgelegt. Außerdem weist diese Drosselspule eine relativ große Baugröße auf, da eine große Leiterlänge für eine ausreichend große Induktivität notwendig ist. Aufgrund der großen Leiterlänge ist die Kühlung ungünstig.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Spannverband zu schaffen, der trotz geringer Baugröße eine hohe Induktivität aufweist.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Spannverbandes sind in den Ansprüchen 2 bis 4 beschrieben.

Der Spannverband nach Anspruch 1 weist wenigstens einen Leistungs-Halbleiter, einen Flüssigkeitskühlkörper und eine innerhalb des Spannverbandes angeordnete Drosselspule auf, wobei die Drosselspule wenigstens ein einstückiges Induktivitätsteil umfaßt, das als Luftspule ausgebildet ist. Es versteht sich hierbei von selbst, daß das Induktivitätsteil aus einem elektrisch leitfähigen Material besteht. Bevorzugte Materialien sind Kupfer und Aluminium. Erfindungsgemäß ist an dem Induktivitätsteil der Drosselspule wenigstens ein Aufnahmeteil angeordnet, das wenigstens eine Durchgangsbohrung zur Aufnahme mindestens einer Kernstange aufweist.

Durch die Einstückigkeit des Induktivitätsteils erhält man eine gute Verkopplung der Windungen und damit eine hohe Induktivität bei geringer Baugröße. Aufgrund der geringen Baugröße des Induktivitätsteils ergeben sich für die Windungen der Luftspule nur geringe Leiterlängen und damit entsprechend geringe ohmsche Verluste. Weiterhin weist die Drosselspule des erfindungsgemäßen Spannverbandes aufgrund ihrer geringen Baugröße auch eine hohe mechanische Stabilität auf, so daß bei auftretenden Kurzschlußströmen, die durch das Abstoßen der Windungen hervorgerufenen Kurzschlußkräfte höchstens nur zu geringen Verformungen der Luftspule führen.

Erfindungsgemäß ist an dem Induktivitätsteil wenigstens ein Aufnahmeteil für eine Kernstange angeordnet, wobei es besonders vorteilhaft ist, das Induktivitätsteil und das Aufnahmeteil bzw. die Aufnahmeteile - wie in Anspruch 4 beschrieben - einstückig auszubilden. Bei dem Spannverband gemäß Anspruch 1 erhält man eine gute Kombination aus linearer Luftspule und sättigbaren Kernstangen. Die Kurzschlußströme sind damit wirkungsvoll zu begrenzen, wodurch die Stromschienen mechanisch entlastet werden.

Die in dem Spannverband gemäß Anspruch 1 eingesetzte Drosselspule ist besonders einfach und kostengünstig durch einfache mechanische Bearbeitung aus einem Metallstück, vorzugsweise aus einem Kupferblock herstellbar. Hierbei wird das Metallstück, welches das Induktivitätsteil bilden soll, durch radial ausgeführtes Schlitzten und durch eine mittig angebrachte Durchgangsbohrung gefertigt. Bei diesem Herstellverfahren erhält man damit auf einfache Weise ein

einstückiges, als Luftspule ausgebildetes Induktivitätsteil.

Bei dem erfindungsgemäßen Spannverband dienen als Flüssigkeitskühlkörper vorzugsweise Wasserkühl-dosen, die ein- oder beidseitig auf der Anordnung anliegen. Auf diese Weise wird der gesamte Spannverband wirkungsvoll gekühlt.

Ein besonderer Vorteil des Spannverbandes nach Anspruch 1 liegt darin, daß das magnetische Feld nicht auf die Kühl-dosen gerichtet ist und damit keine Wirbelströme in die Kühl-dose induziert werden. Der Spannverband mit der Drosselspule zur Erhöhung der Kommutierungsinduktivität kann damit sowohl mit Metall-Kühl-dosen als auch mit Keramik-Kühl-dosen ausgeführt werden.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung und in Verbindung mit den weiteren Ansprüchen. Es zeigen:

- FIG 1 eine Ausführungsform einer Drosselspule für einen erfindungsgemäßen Spannverband,
 FIG 2 eine erste Ausführungsform eines Spannverbandes mit einer Drosselspule gemäß FIG 1 und einer Metall-Kühl-dose,
 FIG 3 eine zweite Ausführungsform eines Spannverbandes mit einer Drosselspule gemäß FIG 1 und einer Keramik-Kühl-dose.

In FIG 1 ist mit 1 eine Drosselspule bezeichnet, die im vorliegenden Ausführungsbeispiel ein Induktivitätsteil 2 umfaßt, das als Luftspule ausgebildet ist. An dem Induktivitätsteil 2 sind zwei Aufnahmeteile 3 und 4 angeordnet. Die beiden Aufnahmeteile 3 und 4 dienen zur Aufnahme jeweils einer Kernstange 5 (siehe FIG 2 und 3) und tragen nicht zur Induktivität bei.

Bei dem in FIG 1 dargestellten Ausführungsbeispiel sind das Induktivitätsteil 2 sowie die Aufnahmeteile 3 und 4 aus einem Kupferblock gefertigt. Die Luftspule wird hierbei durch radial ausgeführtes Schlitzten des Induktivitätsteils 2 und durch eine mittig im Induktivitätsteil 2 angebrachte Durchgangsbohrung 6 gefertigt. Weiterhin weisen die beiden Aufnahmeteile 3 und 4 jeweils eine Durchgangsbohrung 7 bzw. 8 zur Aufnahme der Kernstangen 5 auf.

Durch das erfindungsgemäß einstückig ausgebildete Induktivitätsteil 2 erhält man eine gute Verkopplung der Windungen 9 im Induktivitätsteil 2, wodurch eine hohe Induktivität bei geringer Baugröße erreicht wird. Aufgrund der geringen Baugröße ergibt sich auch ein entsprechend geringer Materialbedarf für die Herstellung der Drosselspule.

Der in FIG 2 und 3 gezeigte Spannverband umfaßt die in FIG 1 dargestellte Drosselspule 1 sowie einen Leistungs-Halbleiter 10 und einen Flüssigkeitskühlkörper 11 (FIG 2) bzw. einen Leistungs-Halbleiter 10 und einen Flüssigkeitskühlkörper 12 (FIG 3).

Bei dem Flüssigkeitskühlkörper 11 handelt es sich

um eine Metall-Kühl-dose. Der Flüssigkeitskühlkörper 12 ist als Keramik-Kühl-dose ausgebildet. Bei Verwendung einer Metall-Kühl-dose 11 ist zwischen der Drosselspule 1 und der Metall-Kühl-dose 11 eine Isolierscheibe 13 aus Keramik vorgesehen.

Zwischen der Metall-Kühl-dose 11 und dem Leistungs-Halbleiter 10 bzw. zwischen der Keramik-Kühl-dose 12 und dem Leistungs-Halbleiter 10 ist jeweils ein Anschlußblech 14 angeordnet. Da das Anschlußblech 14 auf Potential liegt, ist zwischen dem Anschlußblech 14 und der Metall-Kühl-dose 11 eine weitere Isolierscheibe 15 angeordnet (FIG 2).

Bei dem in FIG 3 gezeigten Spannverband sind keine Isolierscheiben erforderlich, da die Keramik-Kühl-dose 12 selbst isolierend wirkt.

Bei der in FIG 2 und 3 gewählten Ansicht ist nur das Aufnahmeteil 3 der Drosselspule 1 sichtbar. Das Induktivitätsteil 2 wird vom Aufnahmeteil 3 verdeckt. Im Aufnahmeteil 3 ist eine Kernstange 5 eingesetzt.

Ein besonderer Vorteil der in FIG 2 und 3 gezeigten Anordnung liegt darin, daß das magnetische Feld nicht auf die Kühl-dosen 11 bzw. 12 gerichtet ist und damit keine Wirbelströme in die Kühl-dose induziert werden. Der Spannverband mit der Drosselspule 1 zur Erhöhung der Kommutierungsinduktivität kann damit sowohl mit Metall-Kühl-dosen 11 als auch mit Keramik-Kühl-dosen 12 ausgeführt werden.

Der in FIG 2 und 3 dargestellte Spannverband wird durch die in Pfeilrichtung wirkenden Einspannkräfte zusammengehalten.

Patentansprüche

- Spannverband für einen Stromrichter, der wenigstens einen Leistungs-Halbleiter (10), einen Flüssigkeitskühlkörper (11, 12) und eine innerhalb des Spannverbandes angeordnete Drosselspule (1) aufweist, wobei die Drosselspule (1) wenigstens ein einstückiges Induktivitätsteil (2) umfaßt, das als Luftspule ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß an dem Induktivitätsteil (2) der Drosselspule (1) wenigstens ein Aufnahmeteil (3, 4) angeordnet ist, das wenigstens eine Durchgangsbohrung (7, 8) zur Aufnahme mindestens einer Kernstange (5) aufweist.
- Spannverband nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Induktivitätsteil (2) der Drosselspule (1) aus Kupfer besteht.
- Spannverband nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Induktivitätsteil (2) der Drosselspule (1) aus Aluminium besteht.
- Spannverband nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Induktivitätsteil (2) der Drosselspule (1) und das Aufnahmeteil bzw. die Aufnahmeteile (3, 4) einstückig ausgebildet sind.

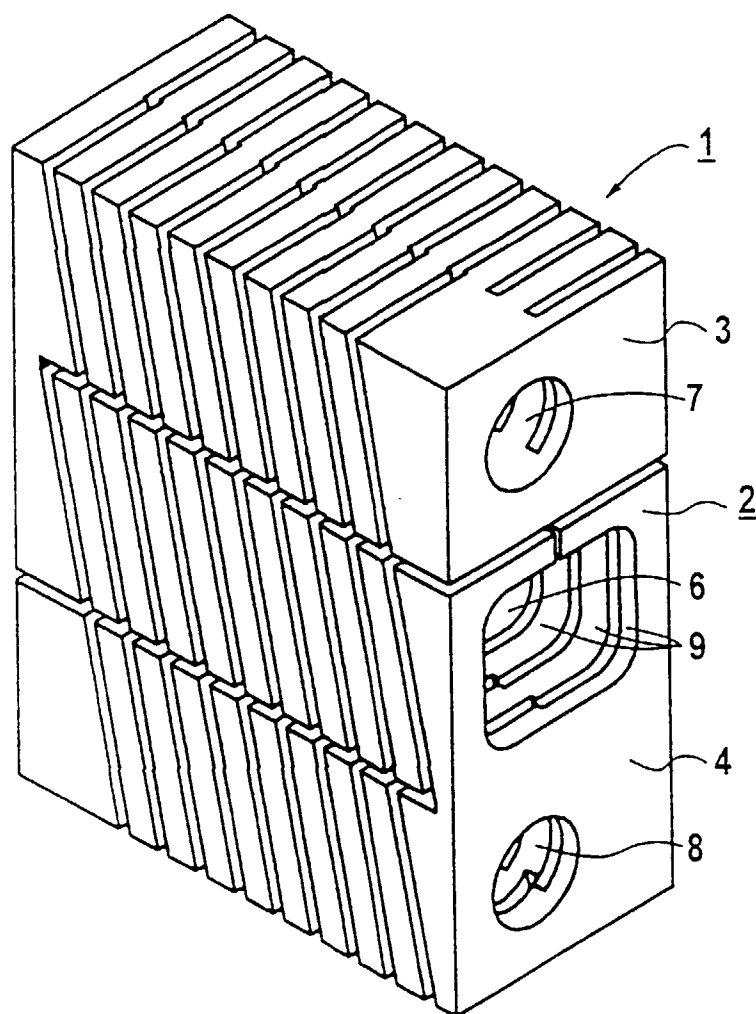


FIG 1

