

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 560 139 A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **93102976.3**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **H01C 1/082**

(22) Anmeldetag: **25.02.93**

(30) Priorität: **12.03.92 DE 9203354 U**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**15.09.93 Patentblatt 93/37**

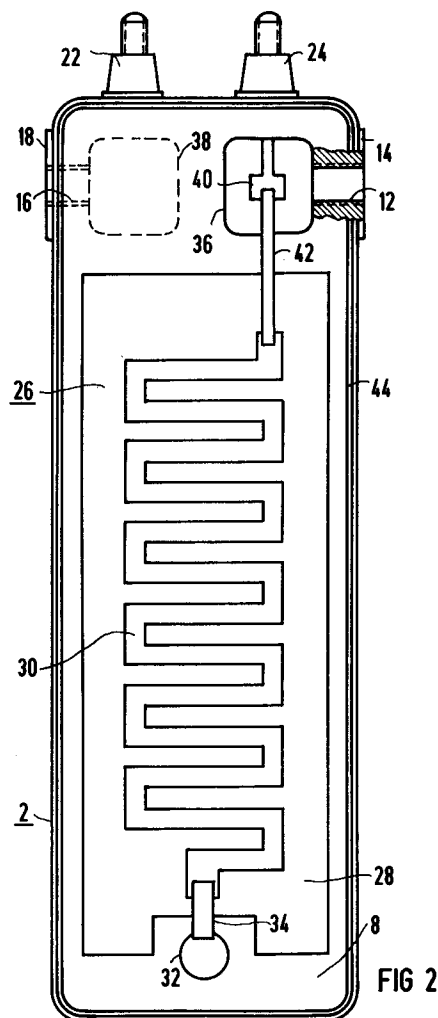
(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT CH DE FR GB LI SE**

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**  
**Wittelsbacherplatz 2**  
**D-80312 München(DE)**

(72) Erfinder: **Salanki, Tibor, Dr.**  
**Kulmbacher Strasse 1**  
**W-8520 Erlangen(DE)**

(54) **Flüssigkeitsgekühlter Hochlastwiderstand.**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf einen flüssigkeitsgekühlter Hochlastwiderstand. Erfindungsgemäß besteht dieser Hochlastwiderstand aus einem mit einem Zu- und Ablauf versehenen Elemententräger (2), der auf seinen Flachseiten (8,10) jeweils ein Widerstandselement (26) aufweist, deren aktive Teile (30) einerseits mittels eines Durchbruchs (32) im Elemententräger (2) elektrisch in Reihe geschaltet sind und andererseits jeweils elektrisch leitend mit einem elektrischen Anschluß (22,24) des Elemententrägers (2) verbunden sind, und aus zwei Kappen (4,6), die jeweils eine Flachseite (8,10) des Elemententrägers (2) abdecken, wobei ein eingeschlossener Raum jeweils derart unterteilt ist, daß im Bereich des Zu- bzw. Ablaufs und des Durchbruchs (32) jeweils ein Freiraum (60,62) und als deren Verbindung ein Kühlkanal (64) vorhanden sind, wobei der Kühlkanal (64) den aktiven Teil (30) des Widerstandselementes (26) einbettet. Somit erhält man einen flüssigkeitsgekühlten Hochlastwiderstand relativ kleiner Baugröße, dessen Eigeninduktivität minimal ist und der mit einer hohen Spannung und mit einer hohen Verlustleistung belastet werden kann.



EP 0 560 139 A2

Die Erfindung bezieht sich auf einen flüssigkeitsgekühlten Hochlastwiderstand.

Aus der DE 33 38 709 A1 ist ein flüssigkeitsgekühlter Widerstand bekannt, bei dem ein Widerstandsdraht auf ein Keramikformteil aufgewickelt ist. Dieses Keramikformteil ist plattenförmig ausgebildet und ist auf einer Plattenfläche mit Ausformungen versehen. Diese Ausformungen führen den Widerstandsdraht etwa in einer Ebene zickzackförmig. Die andere Plattenfläche des Keramikformteils ist an einen Kühlkörper angepreßt, in dem Strömungskanäle verlaufen. Außerdem sind der Widerstandsdraht und die Plattenoberfläche, auf die der Draht aufgebracht ist, gemeinsam mit einer Glasur überzogen. Ein derartiger Widerstand besitzt zwar eine geringe Eigeninduktivität, kann jedoch nicht mit hohen Verlustleistungen belastet werden.

Aus der DE-GM 91 00 865 ist ein flüssigkeitsgekühlter Hochlastwiderstand bekannt, der aus einem Widerstandselement besteht, der zwischen zwei Flüssigkeitskühlkörper verspannt ist. Dabei ist jeweils zwischen einem Flüssigkeitskühlkörper und dem Widerstandselement eine elektrisch isolierende, wärmeleitende Scheibe angeordnet. Das Widerstandselement besteht aus einem elektrisch isolierenden Trägerkörper und einem bandförmigen Widerstandsmaterial, das derart um eine Stirnseite des Trägerkörpers gelegt ist, daß annähernd die beiden Flachseiten des Trägerkörpers bedeckt sind. Das Widerstandsmaterial im vom Flüssigkeitskühlkörper abgedeckten Bereich ist mit Schlitzsen versehen, um dadurch den Widerstandswert pro Längeneinheit erheblich zu erhöhen, wodurch sich die Verlustleistung, die abgeführt wird, ebenfalls erheblich erhöht. Da bei diesem flüssigkeitsgekühlten Hochlastwiderstand zwischen dem Widerstandselement und dem Flüssigkeitskühlkörper jeweils eine elektrisch isolierende, wärmeleitende Scheibe vorgesehen ist, kann durch deren Dimensionierung die Spannungsfestigkeit dieses Hochlastwiderstandes einer geforderten Isolierfestigkeit angepaßt werden. Dieser flüssigkeitsgekühlte Hochlastwiderstand führt zwar auf kleinem Raum eine hohe Verlustleistung ab, ist niederinduktiv und dessen Isolierfestigkeit ist sehr hoch, jedoch besteht er aus vielen Einzelteilen, die aufwendig zusammengebaut werden müssen.

Aus der DE-GM 91 11 719 ist ein flüssigkeitsgekühlter Hochlastwiderstand bekannt, der aus einem Gehäuse und einem Widerstandselement besteht. Dieses Widerstandselement ist innerhalb einer von einem Zulauf zum Ablauf mit einer Kühlflüssigkeit durchflossenen Kammer angeordnet. Diese Kammer besteht aus zwei Isolierplatten und einem Isolerring. Als Widerstandselement ist eine bifilar gewickelte Leiterbandspirale vorgesehen, die derart zwischen den beiden Isolierplatten gespannt ist, daß die Kühlflüssigkeit durch einen rechteckfö-

migen Kanal strömt. Durch die Anordnung des Widerstandselements direkt in der Kühlflüssigkeit, wodurch beidseitig am stromführenden Widerstandselement die Kühlflüssigkeit entlangströmt, kann eine hohe Verlustleistung an die Kühlflüssigkeit abgeführt werden. Durch die Ausgestaltung des Widerstandselements als bifilar gewickelte Leiterbandspirale wird die resultierende Induktivität des Hochlastwiderstandes minimal gehalten, wobei als Widerstandsmaterial ein Flachband gewählt ist, welches aufgrund der Geometrie im Vergleich zu einem Rundleiter eine niedrigere Eigeninduktivität aufweist. Der Zusammenbau dieses Widerstandes ist nicht einfach und seine Abmessungen sind nicht gering.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, einen flüssigkeitsgekühlten Hochlastwiderstand anzugeben, der eine relativ kleine Baugröße aufweist und der außerdem eine minimale Eigeninduktivität aufweist und mit einer hohen Spannungen und mit einer hohen Verlustleistung belastet werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der flüssigkeitsgekühlte Hochlastwiderstand aus einem mit einem Zu- und Ablauf versehenen Elemententräger besteht, der auf einer Flachseite ein Widerstandselement aufweist, wobei ein erstes Ende eines aktiven Teils dieses Widerstandselementes mittels eines Durchbruchs im Elemententräger mit einem ersten elektrischen Anschluß und ein zweites Ende mit einem zweiten elektrischen Anschluß des Elemententrägers verbunden sind, und aus zwei Kappen, die jeweils eine Flachseite des Elemententrägers abdecken, wobei ein eingeschlossener Raum jeweils derart unterteilt ist, daß im Bereich des Zu- bzw. Ablaufs und des Durchbruchs jeweils ein Freiraum und als deren Verbindung ein Kühlkanal vorhanden sind, wobei der Kühlkanal den aktiven Teil des Widerstandselementes einbettet.

Da der flüssigkeitsgekühlte Hochlastwiderstand nur drei Teile aufweist, wobei der mittlere Teil vorgefertigt werden kann, ist der Zusammenbau sehr einfach. Außerdem ist dieser Hochlastwiderstand durch die Unterbringung des Widerstandselementes auf wenigstens einer Flachseite des Elemententrägers sehr kompakt. Diese kompakte Bauweise wird dadurch noch unterstützt, daß die weiteren Elemente des Hochlastwiderstandes so am Elemententräger angeordnet werden, wodurch möglichst wenig Platzbedarf benötigt wird. Da der aktive Teil des Widerstandselementes bandförmig ist und seine freien Enden durch den Elemententräger räumlich voneinander getrennt sind, weist dieser flüssigkeitsgekühlte Hochlastwiderstand eine minimale Eigeninduktivität auf und kann mit einer hohen Spannung, beispielsweise mehrere kV, belastet werden. Da die Kühlflüssigkeit mittels des Kühlkanals über den aktiven Teil des Widerstandselemen-

tes geführt wird, wird eine große Kühlwirkung erreicht, so daß dieser Hochlastwiderstand mit einer hohen Verlustleistung, beispielsweise mehrere kW belastet werden kann.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung des flüssigkeitsgekühlten Hochlastwiderstandes ist auf jeder Flachseite des Elemententrägers ein Widerstandselement angeordnet, deren aktive Teile einerseits mittels des Durchbruchs im Elemententräger elektrisch in Reihe geschaltet sind und andererseits jeweils elektrisch leitend mit einem elektrischen Anschluß des Elemententrägers verbunden sind. Somit kann man jeden beliebigen Widerstandswert verwirklichen, ohne dabei die räumlichen Abmessungen des erfindungsgemäßen Hochlastwiderstandes ändern zu müssen.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung des flüssigkeitsgekühlten Hochlastwiderstandes ist das Widerstandselement in einer korrespondierenden Vertiefung des Elemententrägers derart eingebettet, daß die Oberfläche des Widerstandselementes mit der Flachseite des Elemententrägers plan ist. Dadurch besteht die Möglichkeit das Widerstandselement separat in verschiedenen Ausführungsformen und für verschiedene Stromstärken und/oder Widerstandswerten zu fertigen. Somit kann einerseits eine hohe Typenvielfalt mittels Standardelementen erreicht werden und andererseits im Fehlerfall defekte Widerstandselemente einfach ausgetauscht werden, d.h. der Hochlastwiderstand kann kostengünstig repariert werden.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform sind auf der Innenseite der Kappe Rippen derart senkrecht angeordnet, daß ein zum aktiven Teil des Widerstandselementes korrespondierender Kühlkanal entsteht, wobei die Schmalseiten dieser Rippen jeweils mit einer flexiblen Lippe versehen sind. Durch die Verwendung der senkrechten Rippen kann ein Kühlkanal, der den aktiven Teil des Widerstandselementes einbettet, sehr einfach aufgebaut werden. Da die Schmalseiten dieser Rippen jeweils mit einer flexiblen Lippe versehen sind, ist beim betriebsbereiten Hochlastwiderstand der Kühlkanal flüssigkeitsdicht abgeschlossen, so daß die zum Abführen der Verlustleistung benötigte Kühlflüssigkeit sich nicht verringern kann, wodurch die Kühlwirkung nicht vermindert wird.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform wird der Kühlkanal mittels zweier kammförmiger Zwischenstücke gebildet, wobei diese Zwischenstücke beidseitig des aktiven Teils des Widerstandselementes auf der Flachseite des Elemententrägers angeordnet werden. Durch die Verwendung dieser kammförmigen Zwischenstücke kann der entstehende Kühlkanal jeweils den aktiven Teilen unterschiedlicher Widerstandselemente einfach angepaßt werden. Außerdem vereinfacht sich die Montage erheblich, da die entsprechenden

kammförmigen Zwischenstücke nur noch auf dem Widerstandselement plaziert und die Kappen aufgesetzt werden müssen.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind den Unteransprüchen 5 bis 9 zu entnehmen.

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird auf die Zeichnung Bezug genommen, in der mehrere Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen flüssigkeitsgekühlten Hochlastwiderstandes schematisch veranschaulicht sind.

Figur 1

zeigt die Seitenansicht eines betriebsfertigen flüssigkeitsgekühlten Hochlastwiderstandes, in

Figur 2

ist die Draufsicht auf einen geöffneten Hochlastwiderstand nach Figur 1 dargestellt, die

Figuren 3 und 4

zeigen verschiedene Ausführungsformen des Widerstandselementes,

Figur 5

veranschaulicht einen Ausschnitt aus einem aktiven Teil des Widerstandselementes, in der

Figur 6

ist eine Draufsicht auf eine weitere Ausführungsform des geöffneten Hochlastwiderstandes nach

Figur 1 dargestellt, in der

Figur 7

ist eine Innenseite einer Kappe des Hochlastwiderstandes dargestellt, in

Figur 8

ist eine zugehörige Ausschnittsvergrößerung z veranschaulicht, und die

Figur 9

zeigt eine Draufsicht auf eine weitere Ausführungsform des geöffneten Hochlastwiderstandes nach Figur 1.

Die Figur 1 zeigt eine Seitenansicht von rechts eines erfindungsgemäßen flüssigkeitsgekühlten Hochlastwiderstandes, der aus einem Elemententräger 2 und zwei Kappen 4 und 6 besteht. Die Kappen 4 und 6 decken die Flachseiten 8 und 10 des Elemententrägers 2 weitgehend ab. Die Kappen 4 und 6 sind mit dem Elemententräger 2 in dieser Darstellung verschweißt. Es bietet sich auch jede andere Verbindungstechnik an, die jeweils die Kappen 4 und 6 mit dem Elemententräger 2 flüssigkeitsdicht verbinden. Dieser Elemententräger 2 und die beiden Kappen 4 und 6 sind aus Kunststoff, wobei diese Teile 2, 4 und 6 vorteilhafterweise Kunststoffspritzteile sind. Der Elemententräger 2 weist seitwärts, bei dieser Darstellung in der Bildebene, eine Gewindebohrung 12 auf, die als Anschluß für eine Kühlflüssigkeitsleitung dient, mittels der die Kühlflüssigkeit zu- bzw. abgeführt werden kann. Zur Verstärkung dieser Gewindebohrung 12 ist eine Kreisringscheibe 14 vorgesehen. Ein weiterer Anschluß, bestehend aus einer Gewindebohrung 16 mit einer Kreisringscheibe 18 als Verstär-

kung, ist auf der gegenüberliegenden Seite des Elemententrägers 2 angeordnet.

Diese beiden Anschlüsse dienen als Zu- bzw. Ablauf der Kühlflüssigkeit des Hochlastwiderstandes. Eine Stirnseite 20 des Elemententrägers 2 ist mit zwei elektrischen Anschlüssen 22 und 24 versehen, wobei bei dieser Darstellung des Hochlastwiderstandes nur der elektrische Anschluß 24 zu sehen ist.

In der Figur 2 ist die Draufsicht auf einen geöffneten Hochlastwiderstand nach Figur 1 dargestellt. Bei dieser und den folgenden Figuren sind jeweils gleiche Bauelemente mit denselben Bezugszeichen versehen. In dieser Darstellung ist die Kappe 4 weggelassen worden, so daß der Blick auf die Flachseite 8 des Elemententrägers 2 frei ist.

Die Flachseite 8 und die hier nicht zu sehende Flachseite 10 des Elemententrägers 2 ist jeweils mit einem Widerstandselement 26 versehen. Man kann jedoch auch nur eine Flachseite 8 bzw. 10 mit einem Widerstandselement 26 versehen, wenn beispielsweise der Widerstandswert klein sein soll. Dieses Widerstandselement 26 besteht aus einem passiven Teil 28 und einem aktiven Teil 30. Als Widerstandselement 26 ist eine Metallfolie vorgesehen, aus der mittels eines Ätzzvorgangs der aktive Teil 30 erstellt wird.

Der aktive Teil 30 ist beispielsweise mäanderrförmig gestaltet, um die Eigeninduktivität minimal zu halten. Die Metallfolie 26 wird aus einer Widerstandslegierung, beispielsweise Nickelchrom (NiCr 80/20) oder Manganit, gefertigt. Die Metallfolie 26 wird vor der chemischen Ätzung jeweils auf eine Flachseite 8 oder 10 des Elemententrägers 2 aufgeklebt. Die Ätzung wird mit Hilfe von fotolithografischen Verfahren durchgeführt. Die beiden aktiven Teile 30 der Widerstandselemente 26 sind mittels eines Durchbruchs 32 und eines Metallbandes 34 aus der Legierung des Widerstandselementes elektrisch in Reihe geschaltet. Die Gewindebohrung 12 bzw. 16 mündet in eine Ausnehmung 36 bzw. 38, wobei die Öffnung der Ausnehmung 36 in der Ebene der Flachseite 8 und die Öffnung der Ausnehmung 38 in der Ebene der Flachseite 10 des Elemententrägers 2 liegen. Die elektrischen Anschlüsse 22 und 24 und die Ausnehmungen 38 und 36 sind derart einander räumlich zugeordnet, daß eine Anschlußzunge 40 der elektrischen Anschlüsse 22 und 24 in der Ausnehmung 38 bzw. 36 angeordnet ist. Die freien Enden der aktiven Teile 30 des Widerstandselementes 26 der Flachseiten 8 und 10 sind mit den Anschlußzungen 40 mittels eines Metallbandes 42 elektrisch leitend verbunden. Auch diese Metallbänder 42 sind aus der Legierung des Widerstandselementes 26 hergestellt.

Die Flachseite 8 bzw. 10 ist außerdem mit einer umlaufenden Nut 44 versehen, die für die

Aufnahme der Kappe 4 bzw. 6 vorgesehen ist. Durch die Nut 44 ist die Kappe 4 bzw. 6 räumlich auf der Flachseite 8 bzw. 10 des Elemententrägers 2 fixiert. Die Nut 44 kann auch so schmal ausgeführt sein, daß die Kappe 4 bzw. 6 außerdem im Elemententräger 2 eingespannt ist. Dadurch vereinfacht sich die Montage bzw. das Verschweißen des Elemententrägers jeweils mit der Kappe 4 und 6 wesentlich.

Die Figuren 3 und 4 zeigen jeweils eine weitere Ausführungsform des Widerstandselementes 26. Bei beiden Ausführungsformen ist die Metallfolie 26 auf eine Tragplatte 46 geklebt.

Diese Tragplatte 46 weist an einer Stirnseite eine Aussparung 48 auf, wodurch eine eindeutige Lage dieser Tragplatte 46 im Elemententräger 2 festgelegt ist und ein Vertauschen ausgeschlossen ist. Jede Ecke dieser Tragplatte 46 ist vorzugsweise mit einer Bohrung 50 versehen. Bei dieser Ausführungsform gemäß Figur 3 ist als aktiver Teil 30 eine mäanderrförmige Leiterbahn vorgesehen. Bei der Ausführungsform nach Figur 4 ist als aktiver Teil 30 zwei mäanderrförmige Leiterbahnen vorgesehen, die elektrisch parallel geschaltet sind. Außerdem entspricht bei dieser Ausführungsform die Grundform der Metallfolie 26 der Grundform der Tragplatte 46 und nicht jede Ecke ist mit einer Bohrung 50 versehen. Die Ausführungsform des aktiven Teils 30 mit zwei mäanderrförmigen Leiterbahnen wird dann empfohlen, wenn der Widerstandswert zwischen 0,01  $\Omega$  und 0,2  $\Omega$  und der Wert der Stromstärke zwischen 100A und 400A liegen soll.

Ein Ausschnitt einer weiteren Ausführungsform des aktiven Teils 30 des Widerstandselementes 26 ist in Figur 5 näher dargestellt. Das Besondere an dieser Ausführungsform des aktiven Teils 30 ist, daß der Abstand zwischen den einzelnen Mäandern unterschiedlich ist. Hier sind die Abstände jeweils nach zwei Mäandern größer als der Abstand zwischen den zwei Mäandern. Durch diese Gestaltung des aktiven Teils 30 werden anstelle von einer (Figur 2) oder zwei (Figur 4) drei Leiterbahnen von der Kühlflüssigkeit gleichzeitig überspült. Bei der Ausführungsform gemäß Figur 5 erhöht sich der Widerstandswert erheblich. Diese feinstrukturierte Ausführung der Mäander wird bevorzugt ab einem Widerstandswert von 1  $\Omega$  bis zu einem Widerstandswert von 80  $\Omega$ .

In Figur 6 ist eine weitere Ausführungsform eines geöffneten Hochlastwiderstandes nach Figur 1 dargestellt. Gegenüber der Ausführungsform nach Figur 2 ist bei dieser Ausführungsform das Widerstandselement 26 auf eine Tragplatte 46 aufgeklebt. Deshalb ist der Elemententräger 2 beidseitig mit einer zur Tragplatte 46 korrespondierenden Vertiefung 52 versehen. Die Tiefe dieser Vertiefung 52 entspricht der Dicke der Tragplatte 46 mit dem

Widerstandselement 26, so daß das Widerstandselement 26 und die Flachseite 8 bzw. 10 eine Ebene bilden. Die Tragplatte 46 kann mittels Stifte 54 oder Kunststoffnägeln mit dem Elemententräger 2 lösbar befestigt werden.

Die Figur 7 zeigt eine Innenseite 56 der Kappe 4 des Hochlastwiderstandes nach Figur 1. Auf dieser Innenseite 56 sind Rippen 58 derart senkrecht angeordnet, daß die Innenseite 56 unterteilt ist in einen oberen Freiraum 60, einen unteren Freiraum 62 und einen Kühlkanal 64, der diese Freiräume 60 und 62 untereinander verbindet. Diese Aufteilung ist derart vorgenommen worden, daß bei einem betriebsfertigen Hochlastwiderstand der Kühlkanal 64 den aktiven Teil 30 des Widerstandselements 26 einbettet, der Freiraum 60 über den Zu- bzw. Ablauf der Kühlflüssigkeit und der Freiraum 62 über dem Durchbruch 32 angeordnet sind. Durch diese Gestaltung gelangt das Kühlmittel über den Zulauf, bestehend aus der Innengewindebohrung 12 und der Ausnehmung 36, in den Freiraum 60. Von dort kann das Kühlmittel nur durch den Kühlkanal 64 zum Freiraum 62 gelangen, wobei er die Verlustleistung des aktiven Teils 30 aufnimmt. Von dort gelangt das Kühlmittel durch den Durchbruch 32 zum Freiraum der Rückseite des Hochlastwiderstandes und von dort durch den Kühlkanal zum Freiraum über den Ablauf, bestehend aus der Ausnehmung 38 und der Innengewindebohrung 16, nach außen. Damit die Kühlflüssigkeit nicht seitwärts aus dem Kühlkanal 64 in zwei Hohlräume 66 fließen kann oder aber quer zur Fließrichtung im Kühlkanal durchsickern kann, ist die Schmalseite 68 jeder Rippe 58 mit einer flexiblen Lippe 70 versehen. Ein Ausschnitt VIII dieser Figur 7 ist in Figur 8 vergrößert dargestellt, der eine Rippe 58 mit zugehöriger Lippe 70 zeigt.

In Figur 9 ist eine weitere Ausführungsform eines geöffneten Hochlastwiderstandes nach Figur 1 näher dargestellt. Gegenüber der Ausführungsform nach Figur 6 ist die Flachseite 8 des Elemententrägers 2 mit zwei kammförmigen Zwischenstücken 72 und 74 versehen. Diese kammförmigen Zwischenstücke 72 und 74 sind derartig gestaltet und zueinander auf der Flachseite 8 bzw. 10 angeordnet, daß sie den aktiven Teil 30 des Widerstandselementes 26 einbetteten. D.h., mittels dieser kammförmigen Zwischenstücke 72 und 74 und der Kappe 4 bzw. 6 wird ebenfalls ein Kühlkanal 64 gebildet, in dem die Kühlflüssigkeit von der Ausnehmung 36 durch den Kühlkanal 64, den Durchbruch 32 und den Kühlkanal der Rückseite zur Ausnehmung 38 fließen kann. Diese beiden Zwischenstücke 72 und 74 können zusammen mit der Tragplatte 46 mittels der Stifte 54 lösbar mit dem Elemententräger 2 verbunden werden. Diese Ausführungsform bietet sich in vorteilhafter Weise dann an, wenn der Elemententräger 2 mit unterschiedli-

chen Widerstandselementen ausgestattet werden soll, bei dem der aktive Teil 30 entweder eine oder zwei oder drei mäanderförmige Leiterbahnen aufweist.

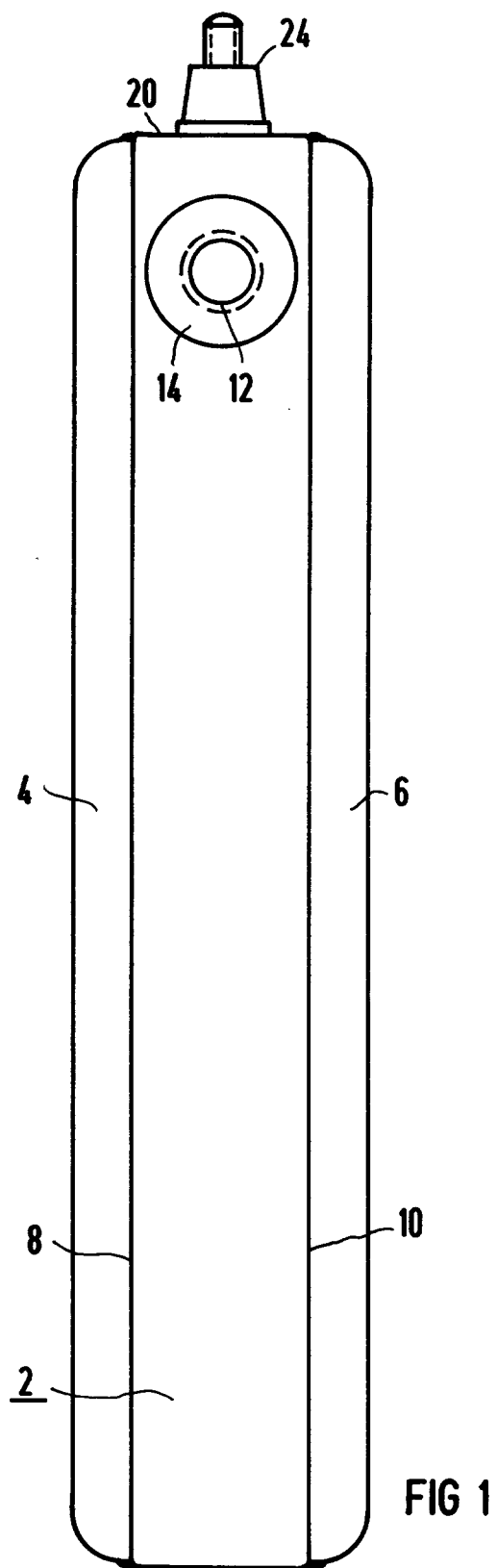
Durch diese erfindungsgemäße Ausgestaltung des Hochlastwiderstandes kann ein flüssigkeitsgekühlter Hochlastwiderstand in einer relativ kleinen Baugröße aufgebaut werden, wobei der Wert des Widerstandes von  $0,01 \Omega$  bis  $80 \Omega$  variiert werden kann. Außerdem weist dieser flüssigkeitsgekühlte Hochlastwiderstand eine minimale Eigeninduktivität auf und dieser Widerstand kann mit hohen Spannungen (mehrere kV) und mit hohen Verlustleistungen (mehrere kW) belastet werden. Eine vorteilhafte Anwendung besteht darin, diesen flüssigkeitsgekühlten Hochlastwiderstand als Beschaltungswiderstand für abschaltbare Thyristoren einzusetzen.

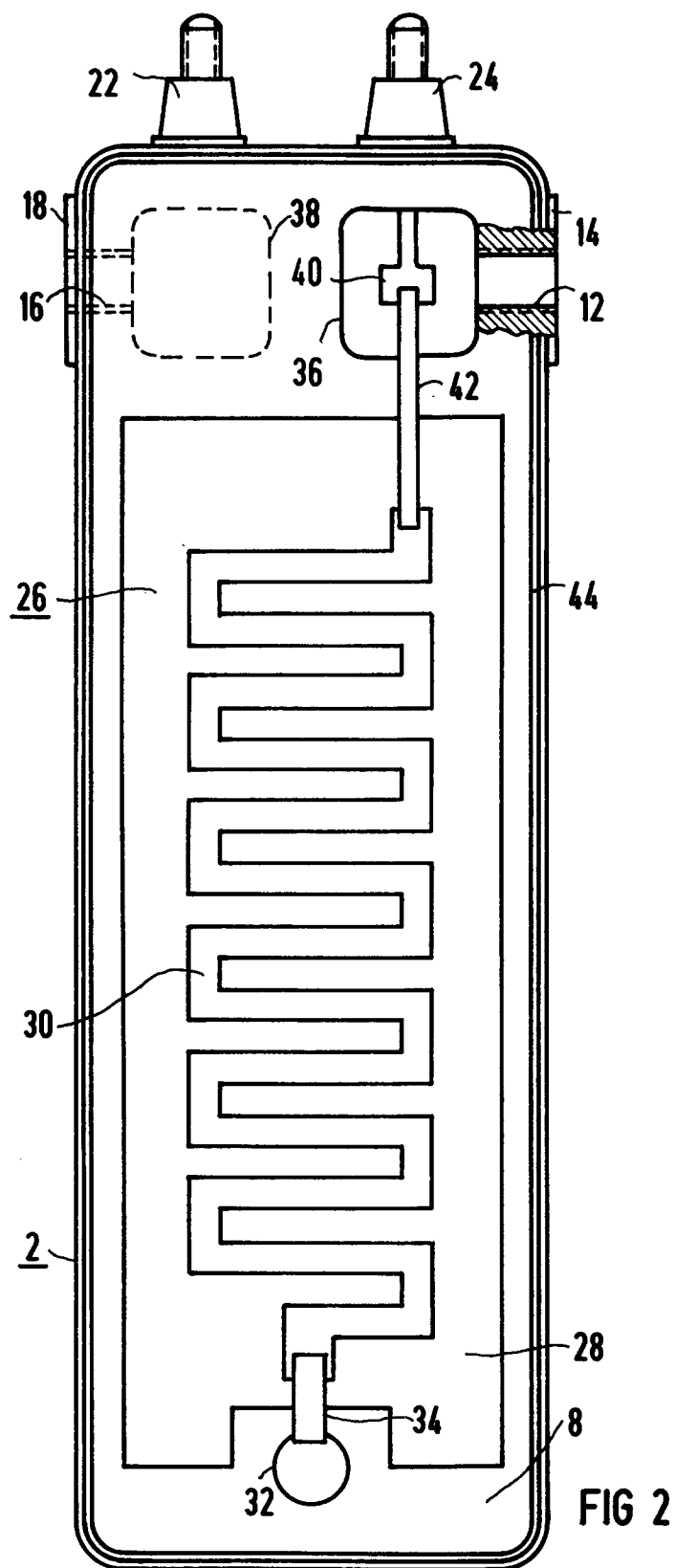
### Patentansprüche

1. Flüssigkeitsgekühlter Hochlastwiderstand, bestehend aus einem mit einem Zu- und Ablauf versehenen Elemententräger (2), der auf einer Flachseite (8,10) ein Widerstandselement (26) aufweist, wobei ein erstes Ende eines aktiven Teils (30) dieses Widerstandselementes (26) mittels eines Durchbruchs (32) im Elemententräger (2) mit einem ersten elektrischen Anschluß (22) und ein zweites Ende mit einem zweiten elektrischen Anschluß (24) des Elemententrägers (2) elektrisch leitend verbunden sind, und aus zwei Kappen (4,6), die jeweils eine Flachseite (8,10) des Elemententrägers (2) abdecken, wobei ein eingeschlossener Raum jeweils derart unterteilt ist, daß im Bereich des Zu- bzw. Ablaufs und des Durchbruchs (32) jeweils ein Freiraum (60, 62) und als deren Verbindung ein Kühlkanal (64) vorhanden sind, wobei der Kühlkanal (64) den aktiven Teil (30) des Widerstandselements (26) einbettet.
2. Flüssigkeitsgekühlter Hochlastwiderstand nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf jeder Flachseite (8,10) des Elemententrägers (2) ein Widerstandselement (26) angeordnet ist, deren aktive Teile (30) einerseits mittels des Durchbruchs (32) im Elemententräger (2) elektrisch in Reihe geschaltet sind und andererseits jeweils elektrisch leitend mit einem elektrischen Anschluß (22,24) des Elemententrägers (2) verbunden sind.
3. Flüssigkeitsgekühlter Hochlastwiderstand nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet** daß das Widerstandselement (26) in eine korrespondierende Vertiefung (52) des Elemententrägers (2) derart eingebettet ist, daß die

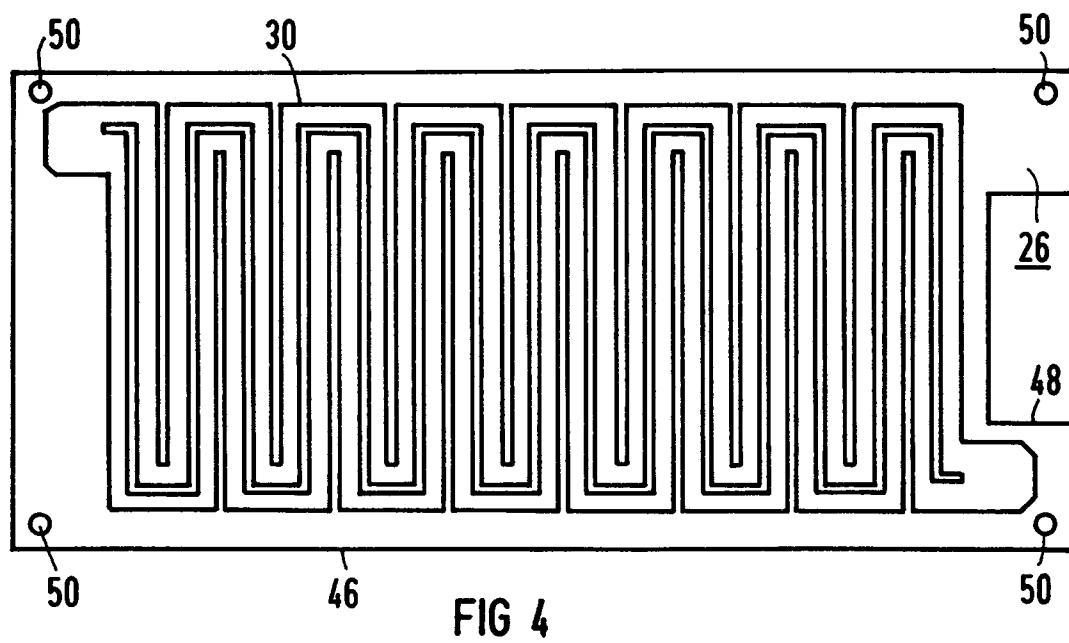
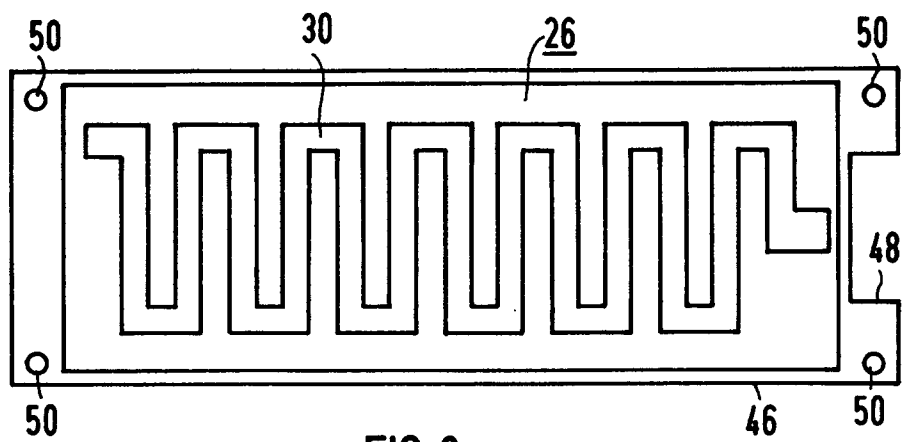
Oberfläche des Widerstandselements (26) mit der Flachseite (8,10) des Elemententrägers (2) plan ist.

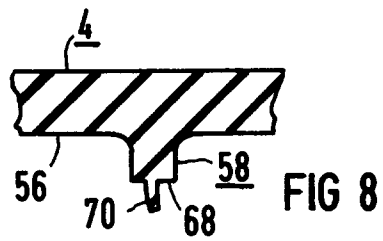
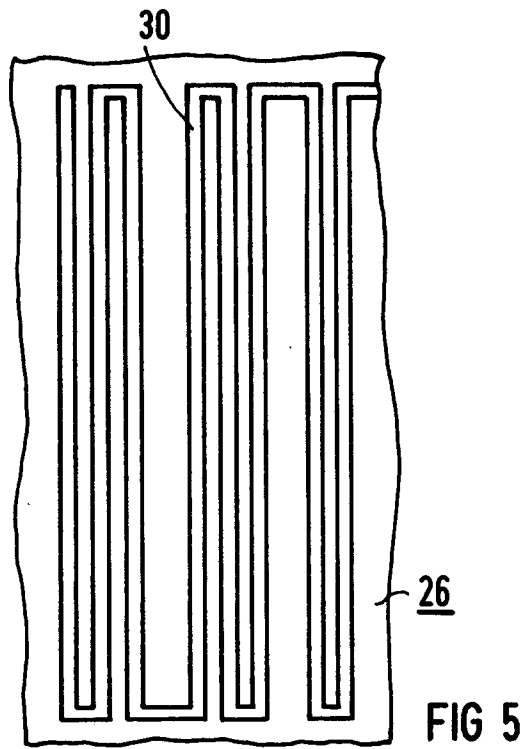
4. Flüssigkeitsgekühlter Hochlastwiderstand nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf der Innenseite (58) der Kape (4,6) Rippen (58) derart senkrecht angeordnet sind, daß ein zum aktiven Teil (30) des Widerstandselementes (26) korrespondierender Kühlkanal (64) entsteht, wobei die Schmalseiten (68) dieser Rippen (58) jeweils mit einer flexiblen Lippe (70) versehen sind. 5  
10
5. Flüssigkeitsgekühlter Hochlastwiderstand nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kühlkanal (64) mittels zweier kammförmiger Zwischenstücke (72,74) gebildet wird, wobei diese Zwischenstücke (72,74) beidseitig des aktiven Teils (30) des Widerstandselementes (26) auf der Flachseite (8,10) des Elemententrägers (2) angeordnet sind. 15  
20
6. Flüssigkeitsgekühlter Hochlastwiderstand nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Zu- bzw. Ablauf eine Ausnehmung (36,38) im Elemententräger (2) vorgesehen ist, die seitlich über eine Gewindebohrung (12,16) von außen zugänglich ist. 25  
30
7. Flüssigkeitsgekühlter Hochlastwiderstand nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Widerstandselement (26) eine Metallfolie vorgesehen ist, wobei der aktive Teil (30) wenigstens eine mäanderförmige Leiterbahn ist. 35
8. Flüssigkeitsgekühlter Hochlastwiderstand nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Widerstandselement (26) eine mit einer Metallfolie beschichtete Tragplatte (46) vorgesehen ist, wobei der aktive Teil (30) wenigstens eine mäanderförmige Leiterbahn ist. 40
9. Flüssigkeitsgekühlter Hochlastwiderstand nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Elemententräger (2) und die beiden Kapfen (4,6) aus Kunststoff sind. 45
10. Flüssigkeitsgekühlter Hochlastwiderstand nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Material des aktiven Teils (30) des Widerstandselementes (26) eine Widerstandslegierung vorgesehen ist. 50  
55

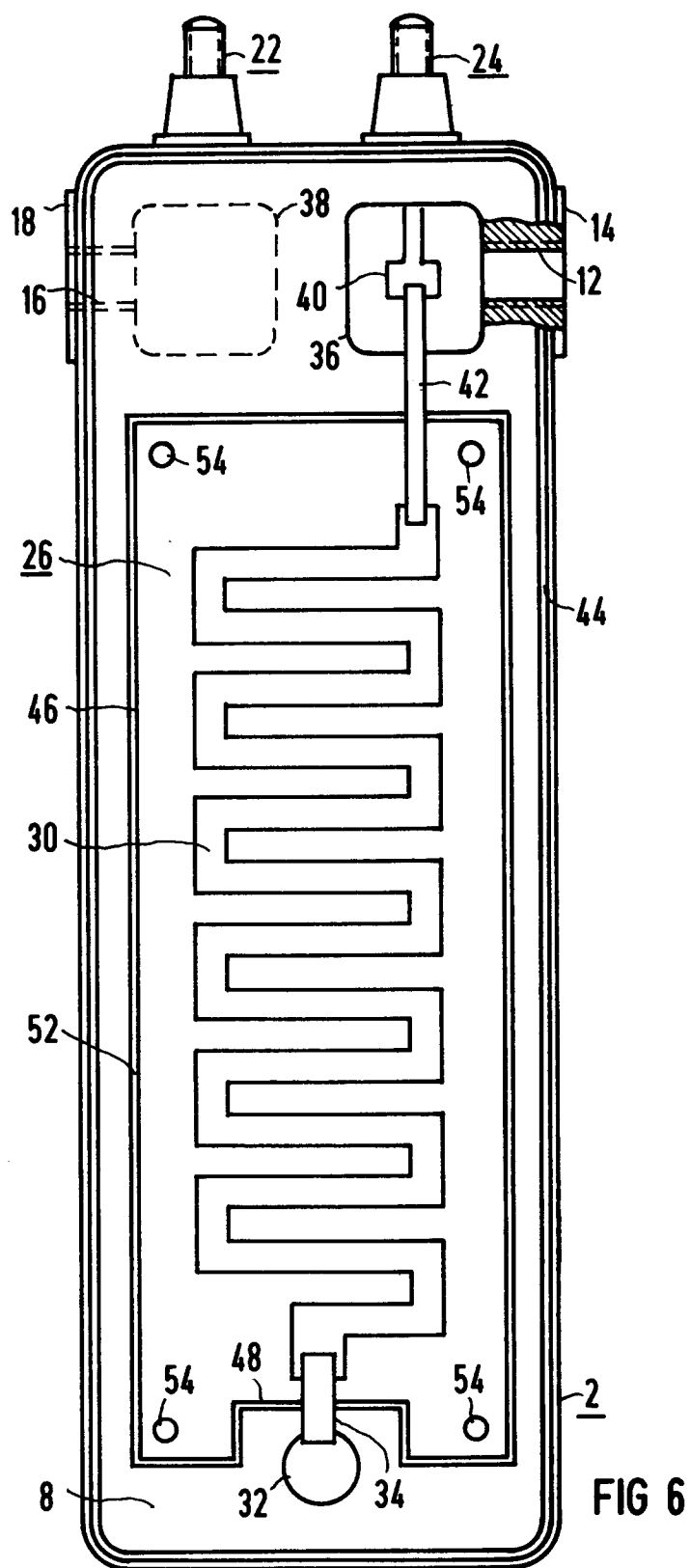












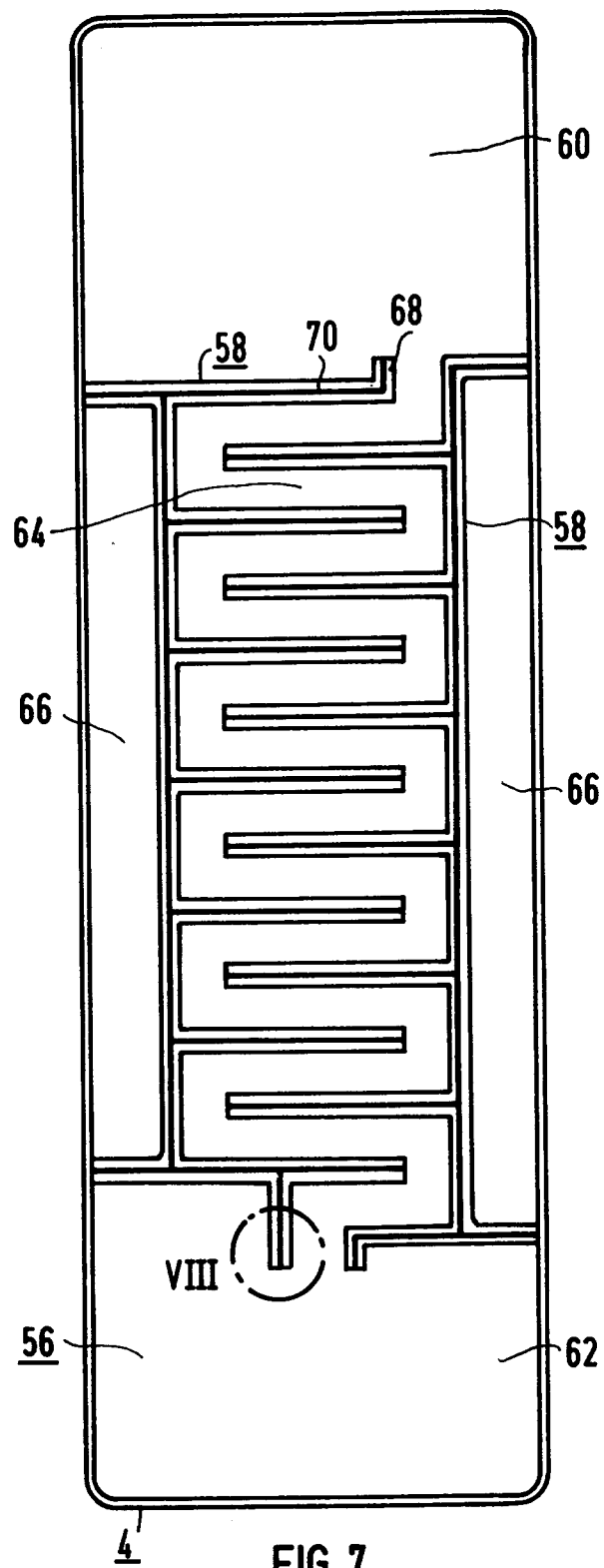


FIG 7

