

**PCT**WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

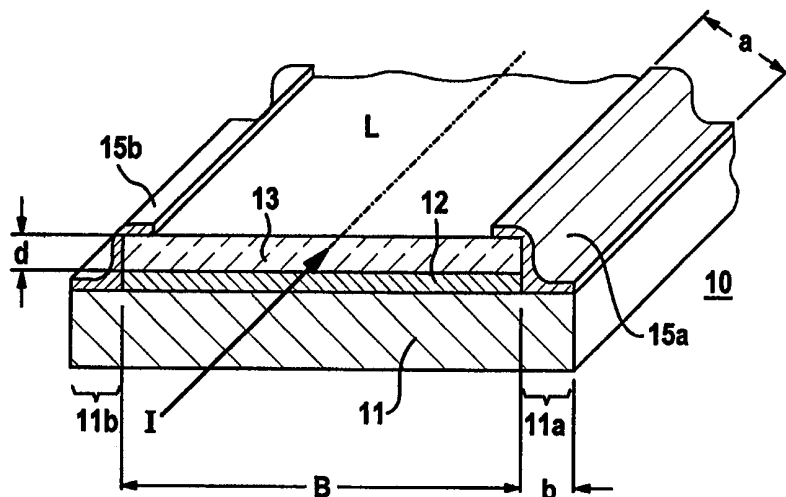
<b>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :</b> <b>H01L 39/16 // H02H 9/02</b>	<b>A1</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/33122</b>  <b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:</b> 1. Juli 1999 (01.07.99)
<b>(21) Internationales Aktenzeichen:</b> PCT/DE98/03596 <b>(22) Internationales Anmeldedatum:</b> 7. Dezember 1998 (07.12.98)  <b>(30) Prioritätsdaten:</b> 197 56 854.8 19. Dezember 1997 (19.12.97) DE  <b>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):</b> SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).  <b>(72) Erfinder; und</b> <b>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US):</b> RIES, Günter [DE/DE]; Schobertweg 2, D-91056 Erlangen (DE).  <b>(74) Gemeinsamer Vertreter:</b> SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München (DE).	<b>(81) Bestimmungsstaaten:</b> CA, JP, NO, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  <b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> <i>Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	

**(54) Title:** SUPERCONDUCTOR STRUCTURE WITH HIGH- $T_c$  SUPERCONDUCTOR MATERIAL, METHOD FOR PRODUCING SAID STRUCTURE AND CURRENT-LIMITING DEVICE WITH A STRUCTURE OF THIS TYPE

**(54) Bezeichnung:** SUPRALEITERAUFBAU MIT HOCH- $T_c$ -SUPRALEITERMATERIAL, VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG DES AUFBAUS SOWIE STROMBEGRENZEREINRICHTUNG MIT EINEM SOLCHEN AUFBAU

**(57) Abstract**

The inventive super-conductor structure (10) for conducting an electrical current (I) in a predetermined direction has a metallic support (11) and at least one printed conductor (L). Said printed conductor has at least one insulating intermediate layer (12) which is deposited on the support, and a high- $T_c$  superconductor layer (13) which is deposited on the intermediate layer. The printed conductor (L) should comprise at least one connecting part (15a, 15b) for electrically connecting the superconductor layer and the support in parallel, said connecting part extending in the direction in which the current is conducted.



### (57) Zusammenfassung

Der Supraleiteraufbau (10) zur Führung eines elektrischen Stromes (I) in einer vorbestimmten Richtung weist einen metallischen Träger (11) und wenigstens eine Leiterbahn (L) mit wenigstens einer auf dem Träger abgeschiedenen, elektrisch isolierenden Zwischenschicht (12) und einer auf der Zwischenschicht abgeschiedenen Hoch-T<sub>c</sub>-Supraleitungsschicht (13) auf. Die Leiterbahn (L) soll zwischen ihrer Supraleitungsschicht (13) und dem Träger (11) wenigstens einen sich in Stromführungsrichtung erstreckenden Verbindungsteil (15a, 15b) zur elektrischen Parallelschaltung von Supraleitungsschicht und Träger umfassen. Der Supraleiteraufbau kann insbesondere für eine Strombegrenzereinrichtung vorgesehen werden.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## Beschreibung

Supraleiteraufbau mit Hoch- $T_c$ -Supraleitermaterial, Verfahren zur Herstellung des Aufbaus sowie Strombegrenzereinrichtung mit einem solchen Aufbau

Die Erfindung bezieht sich auf einen Supraleiteraufbau zur Führung eines elektrischen Stromes in einer vorbestimmten Richtung mit wenigstens folgenden Teilen: Der Aufbau weist einen Träger aus metallischem Material sowie eine auf dem Träger befindliche Leiterbahn auf. Diese Leiterbahn enthält zumindest wenigstens eine auf dem Träger abgeschiedene Zwischenschicht aus elektrisch isolierendem Material und wenigstens eine auf der Zwischenschicht abgeschiedene Supraleitungsschicht aus einem Hoch- $T_c$ -Supraleitermaterial. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung eines entsprechenden Supraleiteraufbaus. Ein solcher Aufbau und ein entsprechendes Herstellungsverfahren gehen aus der EP 0 292 959 A hervor. Darüber hinaus betrifft die Erfindung eine Strombegrenzereinrichtung mit einem solchen Supraleiteraufbau.

Es sind supraleitende Metalloxidverbindungen mit hohen Sprungtemperaturen  $T_c$  von über 77 K bekannt, die deshalb auch als Hoch- $T_c$ -Supraleitermaterialien oder HTS-Materialien bezeichnet werden und insbesondere eine Flüssig-Stickstoff( $LN_2$ )-Kühltechnik erlauben. Unter solche Metalloxidverbindungen fallen insbesondere Cuprate auf Basis spezieller Stoffsysteme wie z.B. der Typen Y-Ba-Cu-O oder Bi-Sr-Ca-Cu-O, wobei die Bi-Komponente teilweise durch Pb substituiert sein kann. Innerhalb einzelner Stoffsysteme können mehrere supraleitende Hoch- $T_c$ -Phasen auftreten, die sich durch die Anzahl der Kupfer-Sauerstoff-Netzebenen bzw. -schichten innerhalb der kristallinen Einheitszelle unterscheiden und die verschiedenen Sprungtemperaturen  $T_c$  aufweisen.

Diese bekannten HTS-Materialien versucht man, auf verschiedenen Substraten für unterschiedliche Anwendungszwecke abzuscheiden, wobei im allgemeinen nach möglichst phasenreinem Supraleitermaterial getrachtet wird. So werden insbesondere  
5 metallische Substrate für Leiteranwendungen vorgesehen (vgl. die eingangs genannte EP-A-Schrift).

Bei einem entsprechenden Supraleiteraufbau für Leiteranwendungen wird das HTS-Material im allgemeinen nicht unmittelbar  
10 auf einem als Substrat dienenden metallischen Trägerband abgeschieden; sondern dieses Trägerband wird zunächst mit einer dünnen Zwischenschicht, die auch als Pufferschicht (bzw. „Buffer“-Schicht) bezeichnet wird, abgedeckt. Diese Zwischen-  
15 schicht mit einer Dicke in der Größenordnung von etwa 1  $\mu\text{m}$  soll das Eindiffundieren von Metallatomen aus dem Substrat in das HTS-Material, welche die supraleitenden Eigenschaften verschlechtern könnten, verhindern. Zugleich kann mit dieser  
20 Zwischenschicht die Oberfläche geglättet und die Haftung des HTS-Material verbessert werden. Entsprechende Zwischenschichten bestehen im allgemeinen aus Oxiden von Metallen wie Zirkon, Cer, Yttrium, Aluminium, Strontium oder Magnesium und sind somit elektrisch isolierend. In einer diskreten stromtragenden Leiterbahn wie z.B. einem Bandleiter ergibt sich  
25 dadurch eine Problematik, sobald der Supraleiter zumindest in Teilbereichen in den normalleitenden Zustand übergeht (sogenanntes „Quenchen“). D.h., der Supraleiter wird streckenweise resistiv und nimmt so einen Widerstand  $R$  an, z.B. indem er sich über die Sprungtemperatur  $T_c$  erwärmt  
30 (sogenannte „Hotspots“). Der im Supraleiter geführte Strom  $I$  fließt dann weiter durch das Supraleitermaterial, wobei der Spannungsabfall  $U=R \cdot I$  sich nur über dem resistiv gewordenen Bereich ausbildet. In einem bandförmigen, die supraleitende Leiterbahn tragenden Metallsubstrat fällt hingegen die an  
35 den Enden angelegte Spannung  $U$  gleichmäßig über die gesamte

Leiterlänge ab. Die Folge davon können unter Umständen hohe Spannungsdifferenzen in der Leiterbahn über die Zwischenschicht sein. Dies führt wegen der geringen Dicke dieser Schicht unvermeidlich zu elektrischen Durchschlägen und so zu punktueller Zerstörung der Zwischenschicht und gegebenenfalls des Supraleiters. Eine entsprechende Problematik ergibt sich u.a. bei Verwendung von entsprechend aufgebauten Supraleitern in Magnetwicklungen oder in Kabeln. Diese Problematik ist insbesondere auch dann gegeben, wenn mit entsprechenden Leiterbändern resistiven Strombegrenzeereinrichtungen erstellt werden. Bei einer solchen Einrichtung wird nämlich der Übergang vom supraleitenden in den normaleitenden Zustand zur Strombegrenzung im Kurzschlußfall ausgenutzt. Es ist hier nicht möglich, die Zwischenschicht ausreichend spannungsfest für die für solche Einrichtungen üblichen Betriebsspannungen im kV-Bereich zu machen.

Aufgrund dieser Problematik wird bei einer bekannten Strombegrenzeereinrichtung (vgl. DE 195 20 205 A) das HTS-Material auf elektrisch isolierenden, z.B. keramischen Substratplatten aufgebracht. Es ist auch möglich, eine zusätzliche Metallschicht aus einem elektrisch gut leitenden Material wie Au oder Ag als Shunt gegen Durchbrennen an den sogenannten „Hotspots“ direkt auf dem HTS-Material abzuscheiden, wodurch das HTS-Material so in einem elektrisch leitenden flächenhaften Kontakt mit der Metallschicht steht (vgl. DE 44 34 819 C). Das erwähnte Spannungsproblem besteht in diesem Falle nicht.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, bei einem Supraleiteraufbau mit den eingangs genannten Merkmalen unter Verwendung eines metallischen Trägers die Gefahr von unerwünschten Spannungsdifferenzen in der Leiterbahn über die elektrisch isolierende Zwischenschicht zumindest zu verringern.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zwischen der Supraleitungsschicht der Leiterbahn und dem Träger wenigstens ein der Leiterbahn zugeordneter, sich in Stromführungsrichtung erstreckender, elektrisch leitender Verbindungsteil ausgebildet ist, mit dem die Supraleitungsschicht mit dem Träger elektrisch parallelgeschaltet ist.

Die mit dieser Ausbildung des Supraleiteraufbaus verbundenen Vorteile sind darin zu sehen, daß der metallische Träger und die Supraleitungsschicht der Leiterbahn in Stromführungsrichtung gesehen zumindest zu einem großen Teil entlang der Länge des Aufbaus in gegenseitigen elektrischen Kontakt gebracht werden und so dort ein Stromübertritt erlaubt wird. An den Verbindungsbereichen wird damit vorteilhaft in der Leiterbahn ein Durchschlag durch die Zwischenschicht unterbunden.

Vorteilhaft kann eine Ausbildung des wenigstens einen elektrisch leitenden Verbindungsteils zwischen der Supraleitungsschicht und dem Träger dadurch vorgesehen werden, daß in dem entsprechenden mindestens einen Verbindungsbereich eine Abscheidung der Zwischenschicht vermieden oder die Zwischenschicht vor der Abscheidung der Supraleitungsschicht entfernt wird. Stattdessen kann auch wenigstens ein sich über den entsprechenden mindestens einen Verbindungsbereich erstreckender metallischer Schichtteil abgeschieden werden.

Außerdem läßt sich vorteilhaft der Supraleiteraufbau dadurch herstellen, daß als Abscheideverfahren für das Supraleitermaterial ein gleichzeitiges thermisches Verdampfen der einzelnen Komponenten des Supraleitermaterials unter Sauerstoffzufuhr, oder ein Laserablationsverfahren, oder ein Sputterverfahren, oder ein chemisches Verdampfungsverfahren, insbesondere mit metallorganischen Komponenten des Supraleitermaterials, oder ein Siebdruckverfahren vorgesehen wird. Mit dem genannten Abscheideverfahren lassen sich auf der Zwischen-

schicht Supraleitungsschichten mit hoher kritischer Stromdichte erzeugen.

Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn zur Abscheidung des Zwischenschichtmaterials ein Abscheideverfahren mit Ionenstrom-  
5 Unterstützung (IBAD) vorgesehen wird. Mit diesem Verfahren können insbesondere biaxial texturierte Kristallstrukturen bekannter Zwischenschichtmaterialien erzeugt werden. Das Supraleitermaterial wächst dann vorteilhaft ebenfalls biaxial  
10 texturiert auf, so daß durch Wegfall von strombegrenzenden Korngrenzen hohe kritische Stromdichten zu erreichen sind.

Besonders vorteilhaft kann der erfindungsgemäße Supraleiteraufbau zur Ausbildung einer Strombegrenzereinrichtung vorge-  
15 sehen werden. Denn die Verwendung eines metallischen Trägers für das Supraleitermaterial gewährleistet eine schnelle Wärmeabfuhr an das erforderliche kryogene Medium und so eine entsprechend schnelle Schaltfolge.

20 Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Supraleiteraufbaus, des Verfahrens zu dessen Herstellung sowie der mit diesem Supraleiteraufbau erstellten Strombegrenzereinrichtung gehen aus den jeweils abhängigen Ansprüchen hervor.

25 Ausführungsbeispiele im Rahmen der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung erläutert. Dabei zeigen jeweils schematisch

die Figuren 1 und 2 zwei prinzipielle Ausbildungsmöglichkeiten des Supraleiteraufbaus,

30 Figur 3 eine spezielle Ausführungsform des Aufbaus nach Figur 2,

Figur 4 den Stromfluß in einem Supraleiteraufbau im Falle eines Quenches,

35 Figur 5 ein aus dem Supraleiteraufbau erstelltes modulartiges Strombegrenzerelement

und

Figur 6 eine Strombegrenzereinrichtung mit mehreren modular-  
tigen Strombegrenzererelementen nach Figur 5.

In den Figuren sind sich entsprechende Teile mit denselben  
5 Bezugszeichen versehen.

Bei der Gestaltung des Supraleiteraufbaus nach der Erfindung  
wird von an sich bekannten Ausführungsformen (vgl. die ein-  
gangs genannte EP 0 292 959 A) ausgegangen, wie sie insbeson-  
10 dere auch für supraleitende Strombegrenzereinrichtungen (vgl.  
die ferner genannte DE 195 20 205 A oder die EP 0 523 374 A)  
vorgesehen werden. Der erfindungsgemäße Supraleiteraufbau um-  
faßt deshalb zumindest: einen auch als Substrat zu bezeich-  
nenden Träger und wenigstens eine darauf befindliche Leiter-  
15 bahn. Diese Leiterbahn umfaßt wenigstens eine auf dem Träger  
abgeschiedene, auch als Pufferschicht zu bezeichnende Zwi-  
schenschicht sowie eine auf dieser Zwischenschicht aufge-  
brachte Schicht aus einem HTS-Material. Beide Schichten sind  
zu der Leiterbahn strukturiert. Für den Träger wird eine  
20 Platte oder ein Band oder sonstige Struktur aus einem metal-  
lischen Material mit einer an sich beliebigen Dicke und den  
für den jeweiligen Anwendungsfall geforderten Abmessungen  
seiner Fläche verwendet. Als metallische Materialien kommen  
hier alle als Träger für HTS-Materialien bekannten elementa-  
25 ren Metalle oder Legierungen dieser Metalle in Frage. Bei-  
spielsweise sind Cu, Al oder Ag oder deren Legierungen mit  
einem der Elemente als Hauptkomponente oder Stähle sowie spe-  
zielle NiMo-Legierungen, insbesondere mit dem Handelsnamen  
„Hastelloy“, geeignet.

30

Um ein für eine hohe kritische Stromdichte  $J_c$  des HTS-Mate-  
rials erforderliches texturiertes, insbesondere epitaktisches  
Wachstum des HTS-Materials zu ermöglichen, sollte die minde-  
stens eine Zwischenschicht aus einem ein solches Wachstum ge-  
35 währleistenden Material bestehen. Deshalb ist eine Zwischen-

schicht mit einer an die kristalline Abmessung des HTS-Materials angepaßten Textur besonders geeignet. Auf alle Fälle soll das Zwischenschichtmaterial elektrisch isolierend sein. Vorteilhaft ist biaxial texturiertes, mit Yttrium stabilisiertes Zirkonoxid (Abkürzung: „YSZ“). Daneben sind auch andere, bekannte Pufferschichtmaterialien wie z.B.  $\text{CeO}_2$ , YSZ +  $\text{CeO}_2$  (als Doppelschicht),  $\text{Pr}_6\text{O}_{11}$ ,  $\text{MgO}$ , YSZ + zinndotiertes  $\text{In}_2\text{O}_3$  (als Doppelschicht),  $\text{SrTiO}_3$  oder  $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$  geeignet. Eines oder mehrere dieser Materialien wird in an sich bekannter Weise auf der Oberfläche des Trägers abgeschieden. Hierzu kann vorteilhaft ein sogenanntes IBAD-Verfahren (Ion Beam Assisted Deposition-Verfahren) vorgesehen werden. Selbstverständlich sind auch andere Verfahren geeignet wie z.B. ein Sputtern oder eine Laserablation unter einem vorbestimmten Winkel. Die Abscheidung des Zwischenschichtmaterials erfolgt dabei in den meisten Fällen bei erhöhten Temperaturen am Träger. Die Schichtdicke der so erzeugten texturierten Zwischenschicht liegt im allgemeinen zwischen 0,1 und 2  $\mu\text{m}$ .

20 Auf der Zwischenschicht wird anschließend das HTS-Material mit Hilfe bekannter Abscheideverfahren unter Aufheizung des Trägers mit einer Dicke im allgemeinen bis zu einigen Mikrometern aufgebracht. Die gängigsten der hierfür geeigneten Verfahren der PVD(Physical Vapor Deposition)-Technik sind die Laserablation unter Einsatz eines gepulsten Lasers, das Magnetron-Sputtern oder vorzugsweise ein thermisches Co-Verdampfen (= gleichzeitiges Verdampfen der Komponenten des HTS-Materials unter Sauerstoffzufuhr). Auch CVD(Chemical Vapor Deposition)-Verfahren, insbesondere unter Verwendung von metallorganischen Ausgangsmaterialien, sind geeignet. Stattdessen kann auch ein an sich bekanntes Siebdruckverfahren vorgesehen werden.

Als HTS-Materialien kommen alle bekannten metalloxidischen Hoch- $T_c$ -Supraleitermaterialien in Frage, die insbesondere ei-

ne LN<sub>2</sub>-Kühltechnik erlauben. Entsprechende Materialien sind beispielsweise YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-x</sub> bzw. RBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-x</sub> (mit R = Seltenes Erdmetall), HgBa<sub>2</sub>CaCu<sub>2</sub>O<sub>6+x</sub>, HgBa<sub>2</sub>Ca<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>8+x</sub>, Bi<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>CaCu<sub>2</sub>O<sub>8+x</sub> oder (Bi,Pb)<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>Ca<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>10+x</sub>. Die HTS-Schicht kann mit mindestens einer weiteren Schicht wie z.B. einer Schutzschicht oder einer als Shuntwiderstand dienenden Schicht abgedeckt sein.

Die Zwischenschicht und die auf ihr befindliche HTS-Schicht sind zu mindestens einer Leiterbahn strukturiert. Es können auch entsprechend diskret abgeschiedene Schichtbahnen vorgesehen sein.

Ein entsprechender Supraleiteraufbau nach der Erfindung aus bandförmigem Träger, Zwischenschicht und HTS-Schicht ist auch dem in Figur 1 im Querschnitt veranschaulichten Ausführungsbeispiel zugrundegelegt und allgemein mit 10 bezeichnet. Dabei sind der Träger mit 11, die Zwischenschicht mit 12 und die HTS-Schicht mit 13 bezeichnet. Die Zwischenschicht 12 und die HTS-Schicht 13 bilden eine streifenförmige Leiterbahn L. Erfindungsgemäß soll zwischen der HTS-Schicht 13 und dem Träger 11 der Leiterbahn L wenigstens ein elektrisch leitender Verbindungsteil vorhanden sein, der sich in der durch einen Pfeil angedeuteten Führungsrichtung eines elektrischen Stromes I erstreckt. D.h., in diese Richtung gesehen soll mit dem wenigstens einen Verbindungsteil über die gesamte Länge des Aufbaus entweder ununterbrochen eine Parallelschaltung der Supraleitungsschicht mit dem Träger erzeugt sein. Es ist aber auch möglich, daß in diese Richtung gesehen kurze, regelmäßig verteilte Unterbrechungen der Verbindung zwischen diesen Teilen vorgesehen werden, ohne daß die erwünschte Parallelschaltung wesentlich beeinträchtigt wird. Gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel werden zwei Verbindungsteile in Form von seitlichen, streifenförmigen Schichten 15a und 15b aus einem elektrisch gut leitenden Metall wie Ag, Au oder Cu gebildet. Zu Erzeugung dieser streifenförmigen Metallschichten 15a und

15b wird in mindestens einem der beiden seitlichen, streifenförmigen Randbereiche 11a und 11b des bandförmigen Trägers 11 die Pufferschicht 12 beim Abscheiden beispielsweise durch eine Schattenmaske entweder nicht erst aufgebracht oder danach  
5 durch mechanische oder chemische Verfahren wie Schleifen, Ätzen, Verdampfen mit einem Laserstrahl entfernt. Die Breite  $b$  dieser nunmehr blanken Randbereiche 11a und 11b des Trägers sollte vorteilhaft jeweils mindestens das Fünffache der Dicke  $d$  der HTS-Schicht 13 betragen, vorzugsweise wesentlich darüber  
10 über liegen bis zum Hundertfachen. Der Kontakt zwischen der HTS-Schicht 13 und dem Träger 11 geschieht dann durch Aufbringen der streifenförmigen Metallschichten 15a und 15b, die sich seitlich über die Zwischenschicht 12 hinweg erstrecken und den jeweiligen Randbereich der Supraleiterschicht und die  
15 blanken Randbereiche 11a und 11b des Trägers überdecken. Die HTS-Schicht kann wie die Zwischenschicht in den Randbereichen 11a und 11b entfernt worden sein oder sich auch darüber hinaus erstrecken. Im allgemeinen ist die seitliche Ausdehnung  $a$  der Metallschichten 15a und 15b klein, vorzugsweise  $1/10$  bis  
20  $1/100$ , gegenüber der Breite  $B$  der streifenförmigen Supraleiterschicht 13 bzw. der darunterliegenden Zwischenschicht 12. Die maximale Dicke dieser Metallschichten ist im allgemeinen höchstens gleich der Dicke  $d$  der HTS-Schicht 13.

25 Bei dem in Figur 2 gezeigten, allgemein mit 20 bezeichneten Supraleiteraufbau nach der Erfindung erstreckt sich die HTS-Schicht 23 seiner Leiterbahn  $L$  seitlich über die schmälere Zwischenschicht 22 hinaus bis zur ganzen Breite des Trägers 11. Bei dieser Ausführungsform sind folglich keine besonderen  
30 Metallstreifen zur Kontaktierung erforderlich, sondern die HTS-Schicht steht in den Randbereichen 11a und 11b des Trägers 11 in direktem elektrischen Kontakt mit dem Träger, indem sie die Zwischenschicht 22 seitlich überlappt. Dabei können in der Umgebung der Kante der Zwischenschicht 22 und auf  
35 den Randbereichen 11a und 11b die supraleitenden Kenngrößen

wie die kritische Stromdichte  $J_c$  und/oder die kritische Temperatur  $T_c$  in den entsprechenden Randstreifen 23a und 23b der HTS-Schicht 23 reduziert sein. Gegebenenfalls kann hier sogar das Material der Schicht 13 normalleitend sein.

5

Abweichend von den in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen Supraleiteraufbaus 10 bzw. 20, bei dem sich die elektrisch leitende Verbindung in Stromführungsrichtung gesehen zwischen der HTS-Schicht einer Leiterbahn L und dem metallischen Träger praktisch über die gesamte axiale Länge des Aufbaus erstreckt, kann auch eine Kontaktierung dieser beiden Teile des Aufbaus mit regelmäßigen Unterbrechungen in dieser Richtung vorgesehen werden. Figur 3 zeigt einen entsprechenden Supraleiteraufbau 30. Bei diesem Aufbau wird wie gemäß der Ausführungsform nach Figur 2 die Kontaktierung durch die HTS-Schicht 33 selbst gewährleistet. Hierzu sind in einer Zwischenschicht 32 in Stromführungsrichtung gesehen in regelmäßigen Abständen hintereinander beispielsweise dreiecksförmige Ausnehmungen 35 vorhanden, in denen die HTS-Schicht 33 unmittelbar auf dem Träger 11 aufliegt. Die Zwischenschicht 32 hat also in diesem Falle eine etwa zahnartige seitliche Kontur, wobei die mittlere Zahnweite  $w$  vorteilhaft mindestens 5-mal so groß ist wie die Dicke  $d$  der HTS-Schicht 33. Auf diese Weise kann vorteilhaft eine Verlängerung der Länge der Überhitzungszone zwischen dem supraleitenden Material der Leiterbahn und dem metallischen Träger erreicht werden, wobei der Übergangswiderstand entsprechend verringert ist.

30 Bei den anhand der Figuren 1 bis 3 gezeigten Ausführungsbeispielen eines erfindungsgemäßen Supraleiteraufbaus wurde davon ausgegangen, daß auf einem Träger 11 eine einzige streifenförmige Leiterbahn L ausgebildet ist und der Träger zusätzlich eine an die Streifenform der Leiterbahn angepaßte Form hat. Selbstverständlich sind für einen erfindungsgemäßen

35

- Supraleiteraufbau Träger auch geeignet, deren Breite verhältnismäßig groß ist. Bei entsprechender hinreichender Ausdehnung des Trägers können dann auch mehrere Leiterbahnen auf diesem angeordnet sein. Figur 4 zeigt in Figur 2 entsprechender Darstellung einen solchen Supraleiteraufbau, bei dem sich zwei parallel verlaufende Leiterbahnen L und L' mit jeweils einem Schichtaufbau gemäß Figur 2 auf einem gemeinsamen Träger 11 befinden.
- 10 Ein Figur 4 entsprechender Querschnitt würde sich auch dann ergeben, wenn auf dem Träger eine einzige Leiterbahn mit schleifenförmiger oder U-förmiger oder mäanderförmiger Gestalt ausgebildet ist.
- 15 Figur 5 zeigt eine Aufsicht auf einen streifenförmigen Supraleiteraufbau gemäß Figur 1 oder Figur 2. Beispielsweise sei der Aufbau 20 nach Figur 2 mit Leiterbahn L angenommen. Eine durch eine Schattierung angedeutete Teilstrecke 23t der HTS-Schicht 23 dieser Leiterbahn sei normaleitend (resistiv) geworden. Der sich dann einstellende Fluß des Stromes I ist durch Stromlinien angedeutet, wobei die Stromlinien in der HTS-Schicht 23 mit  $i$  bezeichnet und durch durchgezogene Linien veranschaulicht sind, während die sich durch den Träger erstreckenden Stromlinien  $i'$  gestrichelt gezeichnet sind. Ist der Widerstand der resistiven Teilstrecke 23t groß gegenüber der parallelen Strecke des Trägerbandes, weicht der größte Teil des Stromes I parallel zu ersterer über die elektrische Verbindung der Randstreifen 23a und 23b an den Kanten in den metallischen Träger aus. Eine Analyse der zweidimensionalen Stromverteilung in einem bandförmigen Supraleiteraufbau ergibt, daß eine Übertrittszone Z etwa eine axiale Ausdehnung  $\Delta l = B/\pi$  hat, wobei B die Breite der HTS-Schicht ist. Auf diese Weise wird eine Spannungsdifferenz über die isolierende Zwischenschicht 22 der Leiterbahn L auf eine verträgliche Größe im Bereich von einigen Volt reduziert. Der metallische

Träger wirkt zudem als Shuntwiderstand zum Supraleiter und erspart z.B. in einer Strombegrenzereinrichtung vorteilhaft ein zusätzliches Aufbringen eines niederohmigen Filmes aus gut leitendem Material wie Ag oder Au auf der Oberfläche der HTS-Schicht, um gegebenenfalls eine unzulässige Aufheizung der Supraleiterstrecke in einem vorzeitig normalleitend gewordenen „Hotspot“ zu vermeiden.

Besonders vorteilhaft kann der erfindungsgemäße Supraleiteraufbau für eine resistive Strombegrenzereinrichtung vorgesehen werden. Hierzu wird beispielsweise ein großflächiger plattenförmiger Aufbau oder, wie nachfolgend angenommen, ein Bandleitertyp gemäß einer der Ausführungsformen nach den Figuren 1 und 3 zugrundegelegt, bei dem auf einer vorzugsweise texturierten Zwischenschicht (Pufferschicht) seiner Leiterbahn L eine  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ -Schicht von etwa 0,3 bis 10  $\mu\text{m}$  Dicke aufgebracht ist. Der entsprechende Bandleiter trägt dann den Strom bis zum Erreichen des kritischen Stromes  $J_c$  widerstandsfrei und besitzt nach einem Normalleitendwerden (Quench) durch  $J_c$ -Überschreitung einen genügend hohen Widerstand, um im Kurzschlußfall einen Fehlerstrom wirksam begrenzen zu können. Das Metallband des Trägers wirkt dabei gleichzeitig als Shunt zur Supraleiterschicht und begrenzt den Temperaturanstieg in vorzeitig normalleitend gewordenen „Hotspots“. Um die Länge des Bandleiters möglichst klein zu halten, sollte sein Träger möglichst dünn sein, insbesondere eine Dicke zwischen 0,03 und 0,1 mm aufweisen, und aus einem Metall mit hohem spezifischen elektrischen Widerstand wie insbesondere aus Hastelloy bestehen. Vorteilhaft kann gemäß der Darstellung nach Figur 6 durch paralleles Wickeln von an einem gemeinsamen Ende 51 elektrisch miteinander verbundenen Bandleitern 20 und 20' zu einem bifilaren Scheibenwickel 52 ein induktivitätsarmes, modulartiges Begrenzerelement 50 gebildet werden. Zwischen benachbarten Bandlagen des Wickels 52 sind Isolierbänder 53 zur elektrische Isolation eingelegt,

die beispielsweise durch eine gewellte oder gerippte Struktur zugleich einen erleichterten Zutritt eines Kühlmittels zu den Bandleitern zum Zweck einer schnellen Wiederabkühlung nach einem Schaltvorgang bewirken. In der Figur sind ferner noch  
5 Anschlußleiter 54a und 54b zum elektrischen Anschluß des Bandleiterwickels 52 bzw. zur Zufuhr und Ableitung eines elektrischen Stromes I angedeutet.

Mit mehreren solcher modulartigen Strombegrenzerelementen 50i  
10 (mit  $i = 1 \dots n \cdot m$ ) läßt sich eine Strombegrenzereinrichtung aufbauen, die in Figur 7 angedeutet und mit 60 bezeichnet ist. Durch ein n-faches paralleles Verschalten mehrerer solcher Elemente mit Nennstrom I und Nennspannung U können dann Strombegrenzereinrichtungen für spezifische Nennströme  $n \cdot I$   
15 und durch eine m-fache Serienschaltung für Nennspannungen  $m \cdot U$  gebildet werden.

Den nachfolgend in Form einer Tabelle zusammengestellten Angaben eines konkreten Ausführungsbeispieles ist eine Strombegrenzereinrichtung 60 gemäß Figur 7 zugrundegelegt:  
20

Tabelle

- 1.) Bandleiter für  $I_c = 400 \text{ A}$   
 Dicke x Breite Trägerband (11) 50  $\mu\text{m}$  x 2 cm Hastelloy  
 Biaxial texturierte Zwischenschicht (22) 1  $\mu\text{m}$  Y-stabilisiertes  $\text{ZrO}_2$  oder  $\text{CeO}_2$   
 Breite (b) blanker Randbereiche (11a, 11b) beidseitig 0,02 - 0,2 mm  
 Dicke (d)  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ -Supraleiterschicht (23) 2  $\mu\text{m}$   
 Kritische Stromdichte im Supraleiter  $10^6 \text{ A/cm}^2$   
 Optional: Ag-Schicht (15a, 15b) Dicke x Breite im Randbereich 1  $\mu\text{m}$  x 0,1 - 0,3 mm
- 2.) Modulartiges Strombegrenzerelement (50i)  
 2 Bänder (20, 20') nach 1.), Länge 2 x 7,5 m bifilar gewickelt  
 Lagenisolation durch Isolierband (53) Kunststoffolie 25  $\mu\text{m}$  gewellt  
 Außendurchmesser Bandwickel (52) 10 - 20 cm
- 3.) Strombegrenzereinrichtung (60i) für 2000  $A_{RTS}$ , 15 kV  
 Zahl der Elemente (50i) nach 2.) 49 (n = 7 parallel x m = 7 in Serie)  
 Gesamtlänge HTS-Band (20, 20') nach 1.) L = 735 m

Gemäß den vorstehenden Ausführungsbeispielen wurde von einer Parallelschaltung zwischen der Supraleitungsschicht einer Leiterbahn und dem Träger jeweils am Rande der Supraleitungsschicht ausgegangen. Dies ist jedoch nicht unbedingt erforderlich. So ist es auch möglich, daß in die Supraleitungsschicht sich in Stromführungsrichtung erstreckende Aussparungen oder Gräben oder Löcher eingearbeitet sind, an deren Rändern die erfindungsgemäße Parallelschaltung vorgenommen wird. Z.B. können sich derartige Aussparungen in der Mitte einer streifenförmigen Supraleitungsschicht erstrecken. Dabei muß aber auf alle Fälle gewährleistet sein, daß erfindungsgemäß jede Leiterbahn nur ihr zugeordnete Verbindungsteile gemäß den Figuren 1 bis 3 aufweist.

## Patentansprüche

1. Supraleiteraufbau zur Führung eines elektrischen Stromes  
in einer vorbestimmten Richtung mit wenigstens folgenden Tei-  
5 len:

- einem Träger aus metallischen Material,  
sowie

- einer auf dem Träger befindlichen Leiterbahn, die zumindest

• wenigstens eine auf dem Träger abgeschiedene Zwischen-  
10 schicht aus elektrisch isolierendem Material

und

• wenigstens eine auf der Zwischenschicht abgeschiedene Su-  
praleitungsschicht aus einem Hoch-T<sub>c</sub>-Supraleitermaterial  
enthält,

15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß zwischen  
der Supraleitungsschicht (13, 23, 33) der Leiterbahn (L, L')  
und dem Träger (11) wenigstens ein der Leiterbahn zugeordne-  
ter, sich in Stromführungsrichtung erstreckender, elektrisch  
leitender Verbindungsteil der Leiterbahn ausgebildet ist, mit  
20 dem die Supraleitungsschicht mit dem Träger elektrisch paral-  
lengeschaltet ist.

2. Aufbau nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß als der mindestens eine Verbindungs-  
25 teil eine streifenförmige Metallschicht (15a, 15b) vorgese-  
hen ist, die sich seitlich von der Supraleitungsschicht (13)  
zu einem Randbereich (11a, 11b) des Trägers (11) erstreckt.

3. Aufbau nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n -  
30 z e i c h n e t , daß als der mindestens eine Verbindungs-  
teil ein die Zwischenschicht (22, 32) seitlich überlappender  
Randstreifen (23a, 23b) der Supraleitungsschicht (23) vorge-  
sehen ist, der auf einem entsprechenden Randbereich (11a,  
11b) des Trägers (11) aufliegt.

4. Aufbau nach Anspruch 3, d a d u r c h g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß die Zwischenschicht (32) mit seitli-  
chen Ausnehmungen (35) versehen ist, in denen die Supralei-  
5 t u n g s s c h i c h t (33) auf dem Träger (11) aufliegt.
5. Aufbau nach einem der vorangehenden Ansprüche, g e -  
k e n n z e i c h n e t durch einen Träger (11) aus Cu, Al  
oder Ag oder deren Legierungen oder aus einem Stahl, insbe-  
10 s o n d e r e aus einer NiMo-Legierung.
6. Aufbau nach einem der vorangehenden Ansprüche, g e -  
k e n n z e i c h n e t durch mindestens eine Zwischen-  
schicht (12, 22, 32) mit einer an die kristallinen Abmessun-  
15 g e n des Supraleitermaterials angepaßter Textur.
7. Aufbau nach Anspruch 6, g e k e n n z e i c h n e t  
durch mindestens eine Zwischenschicht (12, 22, 32) aus bi-  
axial texturiertem, mit Yttrium-stabilisiertem  $ZrO_2$  oder  
20  $CeO_2$ .
8. Aufbau nach einem der vorangehenden Ansprüche, g e -  
k e n n z e i c h n e t durch mehrere diskrete Leiterbahnen  
(L, L') auf einem gemeinsamen Träger (11).  
25
9. Verfahren zur Herstellung eines Supraleiteraufbaus nach  
einem der vorangehenden Ansprüche, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß zur Ausbildung des wenigstens  
einen Verbindungsteils zwischen der Supraleitungsschicht (13,  
30 23, 33) und dem Träger (11) in dem mindestens einen Verbin-  
dungsbereich eine Abscheidung der Zwischenschicht vermieden  
oder die Zwischenschicht vor der Abscheidung der Supralei-  
tungsschicht entfernt wird.

10. Verfahren zur Herstellung eines Supraleitungsaufbaus nach einem der Ansprüche 1 bis 8, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß zur Ausbildung des mindestens einen Verbindungsteils zwischen der Supraleitungsschicht (13) und dem Träger (11) wenigstens eine sich über den Verbindungsbe-  
5 reich erstreckende streifenförmige Metallschicht (15a, 15b) abgeschieden wird.
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, d a d u r c h  
10 g e k e n n z e i c h n e t , daß als Abscheideverfahren für das Supraleitermaterial ein gleichzeitiges thermisches Verdampfen der einzelnen Komponenten des Supraleitermaterials unter Sauerstoffzufuhr, oder ein Laserablationsverfahren, oder ein Sputterverfahren oder ein chemisches Verdampfungs-  
15 verfahren, insbesondere mit metallorganischen Komponenten des Supraleitermaterials, oder ein Siebdruckverfahren vorgesehen wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, d a -  
20 d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß zur Abscheidung des Zwischenschichtmaterials ein Abscheideverfahren mit Ionenstrom-Unterstützung (IBAD) oder ein Sputterverfahren oder ein Laserablationsverfahren vorgesehen wird.
- 25 13. Strombegrenzereinrichtung, g e k e n n z e i c h n e t durch mindestens einen Supraleiteraufbau (10, 20, 30) nach einem der Ansprüche 1 bis 8.
- 30 14. Strombegrenzereinrichtung nach Anspruch 13, g e k e n n z e i c h n e t durch eine elektrische Zusammenschaltung mehrerer modulartiger Strombegrenzer-elemente (50i), die jeweils einen Supraleiteraufbau nach einem der Ansprüche 1 bis 8 aufweisen.

15. Strombegrenzereinrichtung nach Anspruch 14, d a -  
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß jedes Strom-  
begrenzerelement (50i) einen Wickel (52) aus bifilar gewik-  
keltem Leiterband (20, 20') mit dem Supraleiteraufbau auf-  
5 weist.

16. Strombegrenzereinrichtung nach Anspruch 15, g e -  
k e n n z e i c h n e t durch Bandleiterwickel (52) mit den  
Zutritt eines Kühlmittels erleichternden Isolierbändern (53)  
10 zwischen benachbarten Leiterbandlagen.

1/4

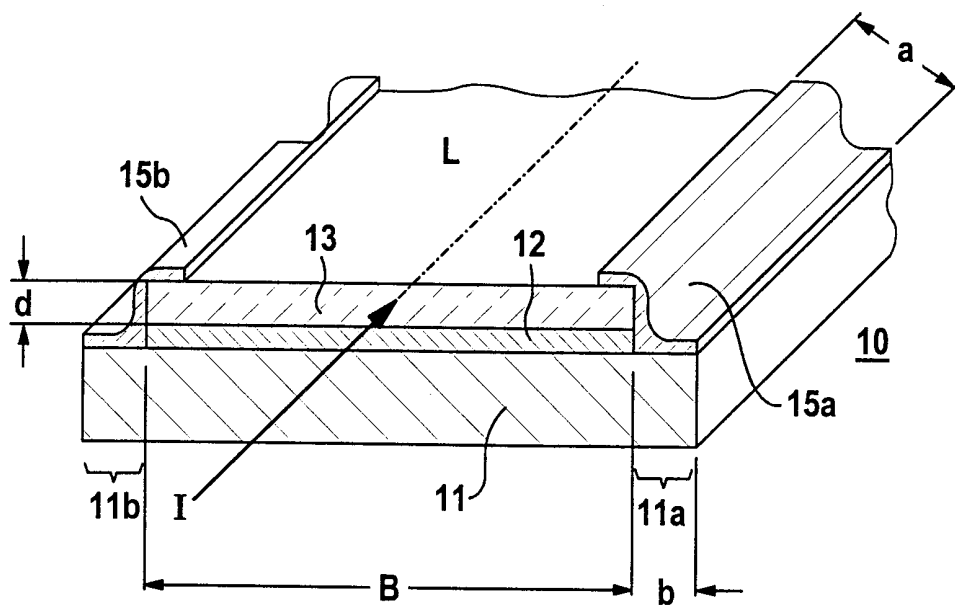


FIG 1

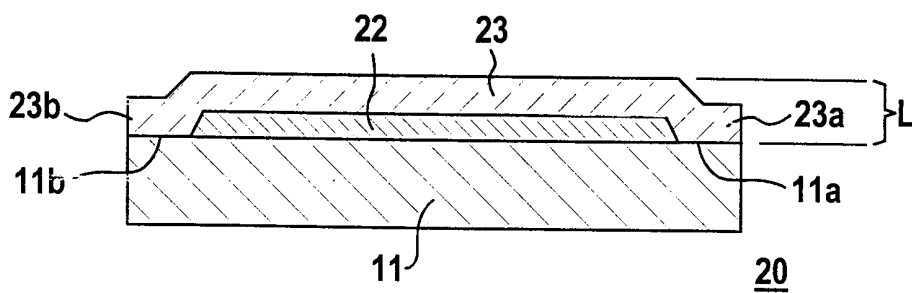


FIG 2

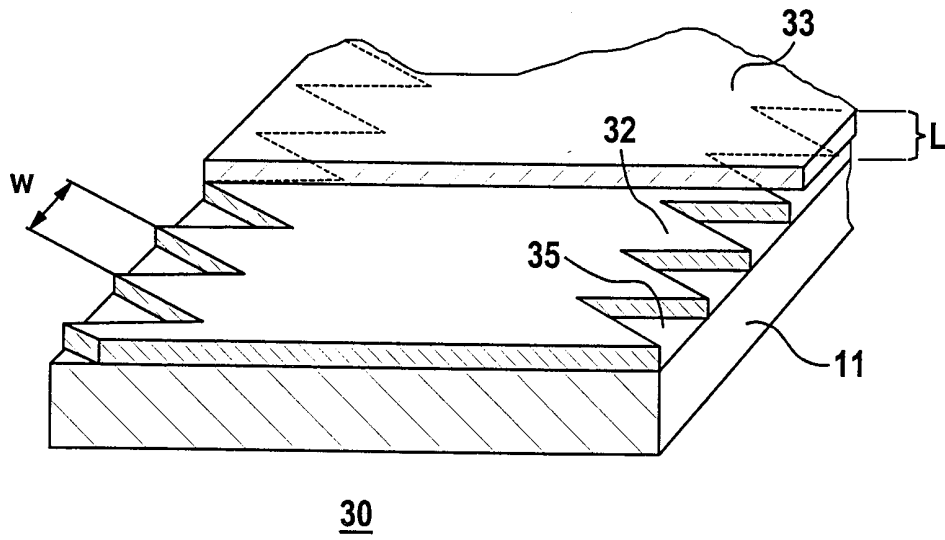


FIG 3

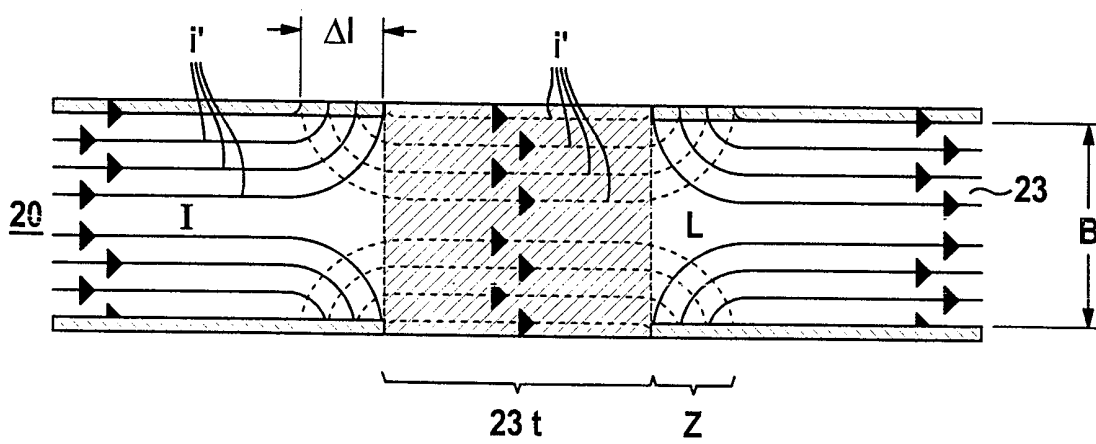
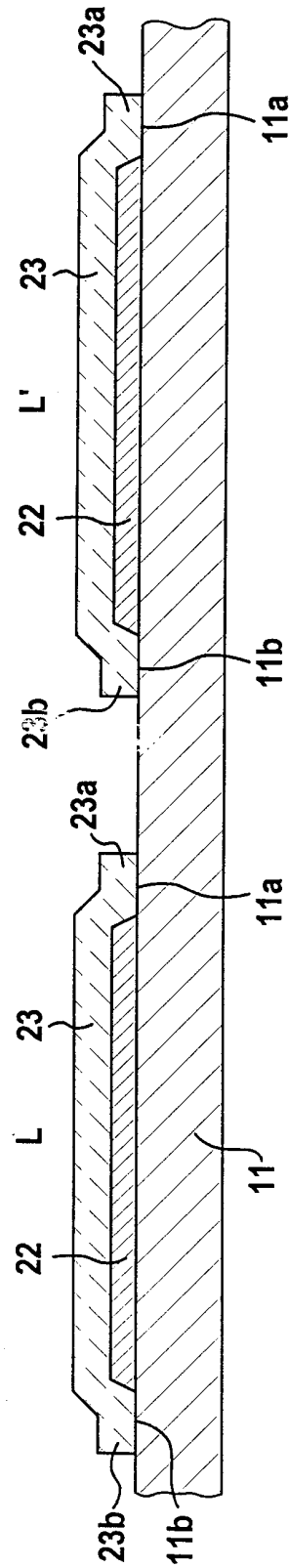


FIG 5

3/4



20

FIG 4

4/4

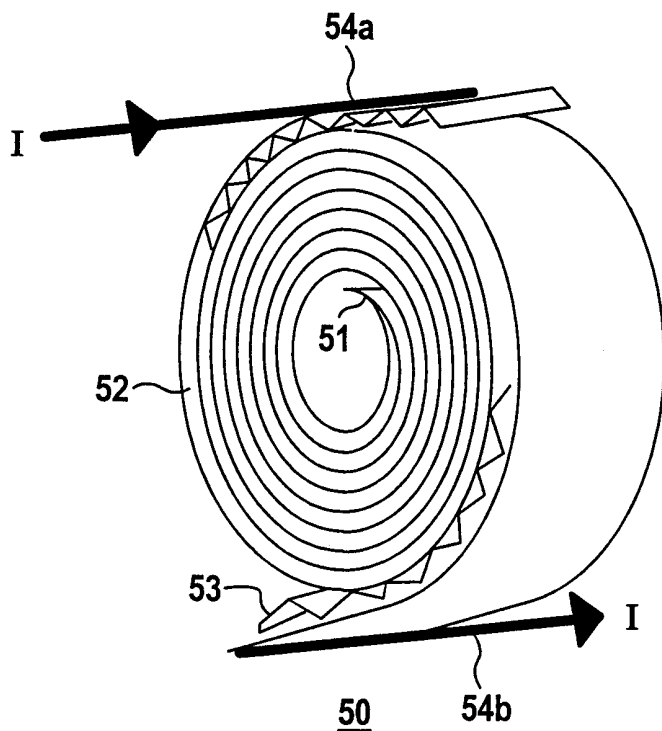
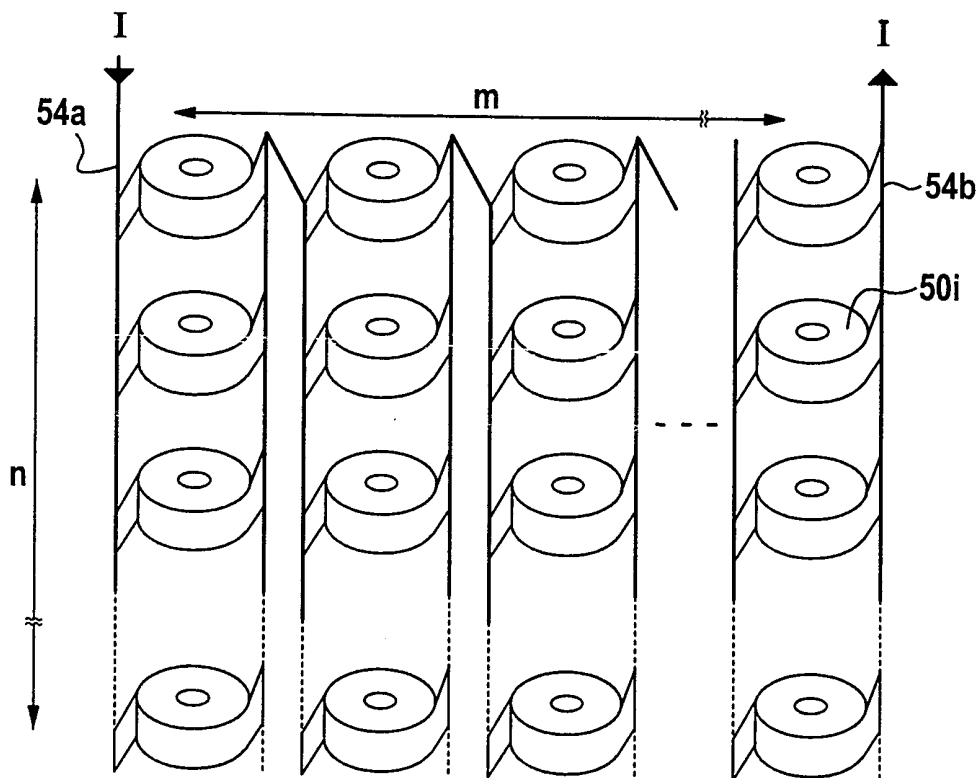


FIG 6



60

FIG 7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat. Application No PCT/DE 98/03596
---

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 6 H01L39/16 //H02H9/02
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 H01L H02H
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 054 (E-1031), 8 February 1991 & JP 02 281765 A (FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE), 19 November 1990 see abstract ---	1-5,8,13
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 561 (C-1119), 8 October 1993 & JP 05 163005 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 29 June 1993 see abstract ---	1-5,8,13
A	EP 0 523 374 A (ABB PATENT GMBH ;HOECHST AG (DE)) 20 January 1993 cited in the application see abstract; figure 1 see column 3, line 46 - column 4, line 33 --- -/--	1,6,7,13

<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.	<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.
--	--

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family
---	---

Date of the actual completion of the international search  <b>15 April 1999</b>	Date of mailing of the international search report  <b>22/04/1999</b>
---	---

Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  <b>Visscher, E</b>
--	--

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat.	Application No
PCT/DE 98/03596	

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 292 959 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES) 30 November 1988 cited in the application see abstract; figure 1 see table 1 see column 2, line 31 - column 3, line 58 -----	1,5-7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Internat.	Application No
PCT/DE 98/03596	

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0523374	A	20-01-1993	DE 4119984 A AT 150227 T DE 59208159 D ES 2100253 T GR 3023116 T JP 5183198 A US 5235309 A	24-12-1992 15-03-1997 17-04-1997 16-06-1997 30-07-1997 23-07-1993 10-08-1993
EP 0292959	A	30-11-1988	CA 1326976 A DE 3888019 D DE 3888019 T JP 1087763 A US 4921833 A	15-02-1994 07-04-1994 09-06-1994 31-03-1989 01-05-1990

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> IPK 6 H01L39/16 //H02H9/02		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b> Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole ) IPK 6 H01L H02H		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 054 (E-1031), 8. Februar 1991 & JP 02 281765 A (FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE), 19. November 1990 siehe Zusammenfassung ---	1-5,8,13
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 561 (C-1119), 8. Oktober 1993 & JP 05 163005 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 29. Juni 1993 siehe Zusammenfassung ---	1-5,8,13
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche  <p style="text-align: center;">15. April 1999</p>		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts  <p style="text-align: center;">22/04/1999</p>
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  <p style="text-align: center;">Visscher, E</p>

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 523 374 A (ABB PATENT GMBH ;HOECHST AG (DE)) 20. Januar 1993 in der Anmeldung erwähnt siehe Zusammenfassung; Abbildung 1 siehe Spalte 3, Zeile 46 - Spalte 4, Zeile 33 ---	1,6,7,13
A	EP 0 292 959 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES) 30. November 1988 in der Anmeldung erwähnt siehe Zusammenfassung; Abbildung 1 siehe Tabelle 1 siehe Spalte 2, Zeile 31 - Spalte 3, Zeile 58 -----	1,5-7

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen  
 PCT/DE 98/03596

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0523374 A	20-01-1993	DE 4119984 A AT 150227 T DE 59208159 D ES 2100253 T GR 3023116 T JP 5183198 A US 5235309 A	24-12-1992 15-03-1997 17-04-1997 16-06-1997 30-07-1997 23-07-1993 10-08-1993
EP 0292959 A	30-11-1988	CA 1326976 A DE 3888019 D DE 3888019 T JP 1087763 A US 4921833 A	15-02-1994 07-04-1994 09-06-1994 31-03-1989 01-05-1990