



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 198 32 274 A 1

51 Int. Cl.7:
H 02 H 9/02
H 01 C 7/13

21 Aktenzeichen: 198 32 274.7
22 Anmeldetag: 17. 7. 1998
43 Offenlegungstag: 20. 1. 2000

DE 198 32 274 A 1

71 Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

72 Erfinder:
Heismann, Björn, 91052 Erlangen, DE; Krämer,
Hans-Peter, Dr., 91074 Herzogenaurach, DE

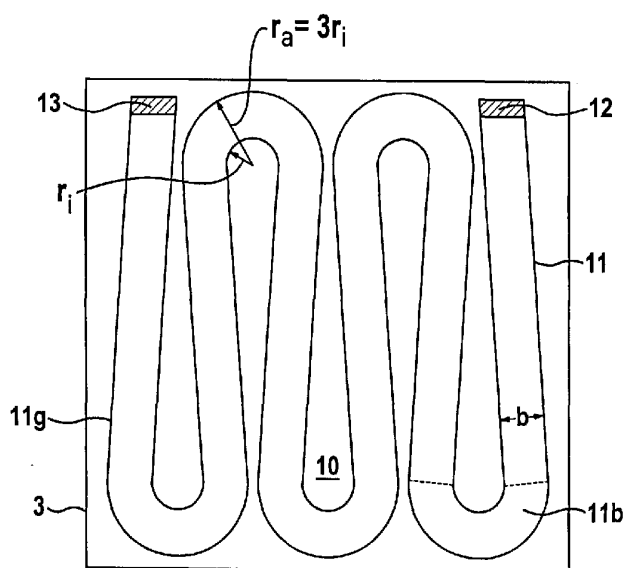
56 Entgegenhaltungen:
DE 44 34 819 C1
DE 195 20 205 A1
JP 09-2 19 928 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Resistiver Kurzschlußstrombegrenzer mit einer Leiterbahnstruktur aus Hoch-T_c-Supraleitermaterial sowie Verfahren zur Herstellung des Strombegrenzers

57 Der resistive Strombegrenzer enthält einen elektrisch isolierenden Trägerkörper (3) und wenigstens eine darauf angeordnete Leiterbahnstruktur (10) mit einer Leiterbahn (11) aus Hoch-T_c-Supraleitermaterial. Die Leiterbahn weist gerade und gebogene Leiterbahnabschnitte (11g bzw. 11b) auf. Für die gebogenen Leiterbahnabschnitte (11b) soll ein maximales Radienverhältnis v von 7 eingehalten werden ($v = r_a/r_i$ mit r_a = Außenradius, r_i = Innenradius). Die Leiterbahn (11) wird vorteilhaft aus einer auf dem Trägerkörper (3) aufgetragenen Schicht aus dem Hoch-T_c-Supraleitermaterial heraus strukturiert.



DE 198 32 274 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf einen resistiven Kurzschlußstrombegrenzer mit einem zumindest teilweise aus elektrisch isolierendem Material bestehenden Trägerkörper, mit wenigstens einer auf dem Trägerkörper angeordneten Leiterbahnstruktur mit Hoch- T_c -Supraleitermaterial, die mindestens eine Leiterbahn mit ersten, im wesentlichen gradlinig verlaufenden Leiterbahnabschnitten und mit zweiten, nicht-gradlinig verlaufenden Leiterbahnabschnitten enthält, sowie mit Endstücken der Leiterbahnstruktur zu deren Kontaktierung mit Anschlußleitern. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Kurzschlußstrombegrenzers. Ein entsprechender Kurzschlußstrombegrenzer sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung sind in der EP 0 523 374 A beschrieben.

In elektrischen Wechselstromversorgungsnetzen können Kurzschlüsse und elektrische Überschläge nicht mit Sicherheit vermieden werden. Dabei steigt der Wechselstrom im betroffenen Stromkreis sehr schnell, d. h. in der ersten Halbwelle des Stromes, auf ein Vielfaches seines Nennwertes an, bis er durch geeignete Sicherungs- und/oder Schaltmittel unterbrochen wird. Als Folge davon treten in allen betroffenen Netzkomponenten wie Leitungen und Sammelschienen, Schaltern oder Transformatoren erhebliche thermische sowie mechanische Belastungen durch Stromkräfte auf. Da diese kurzzeitigen Lasten mit dem Quadrat des Stromes zunehmen, kann eine sichere Begrenzung des Kurzschlußstromes auf einen niedrigeren Spitzenwert die Anforderungen an die Belastungsfähigkeit dieser Netzkomponenten erheblich reduzieren. Dadurch lassen sich Kostenvorteile erzielen, etwa beim Aufbau neuer als auch beim Ausbau bestehender Netze, indem durch Einbau von Strombegrenzern ein Austausch von Netzkomponenten gegen höher belastbare Ausführungsformen vermieden werden kann.

Mit supraleitenden Kurzschlußstrombegrenzern vom resistiven Typ kann der Stromanstieg nach einem Kurzschluß auf einen Wert von wenigen Vielfachen des Nennstromes begrenzt werden; darüber hinaus ist ein solcher Begrenzer kurze Zeit nach Abschalten wieder betriebsbereit. Er wirkt also wie eine schnelle, selbstheilende Sicherung. Außerdem gewährleistet er eine hohe Betriebssicherheit, da er passiv wirkt, d. h. autonom ohne vorherige Detektion des Kurzschlusses und ohne aktive Auslösung durch ein Schaltsignal arbeitet.

Resistive supraleitende Kurzschlußstrombegrenzer der eingangs genannten Art bilden eine seriell in einen Stromkreis einzufügende supraleitende Schaltstrecke. Dabei wird der Übergang einer supraleitenden Leiterbahnstruktur dieses Begrenzers vom praktisch widerstandslosen kalten Betriebszustand unterhalb der Sprungtemperatur T_c des verwendeten Supraleitermaterials in den normalleitenden Zustand über T_c hinaus (sogenannter Phasenübergang) ausgenutzt, wobei der nun vorhandene elektrische Widerstand R_n der Leiterbahnstruktur den Strom auf eine akzeptable Höhe $I=U/R_n$ begrenzt. Die Erwärmung über die Sprungtemperatur T_c geschieht dabei durch Joule'sche Wärme in dem Supraleitermaterial der Leiterbahnstruktur selbst, wenn nach Kurzschluß die Stromdichte j über den kritischen Wert J_c des Supraleitermaterials ansteigt, wobei das Material auch unterhalb der Sprungtemperatur T_c bereits einen endlichen elektrischen Widerstand aufweisen kann. Im begrenzenden Zustand oberhalb der Sprungtemperatur T_c fließt in den den Kurzschlußstrombegrenzer enthaltenden Stromkreis ein Reststrom weiter, bis ein zusätzlicher mechanischer Trennschalter den Stromkreis völlig unterbricht.

Supraleitende Kurzschlußstrombegrenzer mit bekannten metalloxidischen Hoch- T_c -Supraleitermaterialien (Abkür-

zung: HTS-Materialien), deren Sprungtemperatur T_c so hoch liegt, daß sie mit flüssigem Stickstoff von 77 K im supraleitenden Betriebszustand zu halten sind, zeigen eine schnelle Zunahme des elektrischen Widerstandes beim Überschreiten der kritischen Stromdichte J_c . Die Erwärmung beim Übergang in den normalleitenden Zustand und somit die Strombegrenzung geschehen dabei in verhältnismäßig kurzer Zeit, so daß der Spitzenwert des Kurzschlußstromes auf einen Bruchteil des unbegrenzten Stromes, etwa auf den 3- bis 10-fachen Nennstrom begrenzt werden kann. Der supraleitende Strompfad des Kurzschlußstrombegrenzers ist dabei im Kontakt mit einem Kühlmittel, das ihn in verhältnismäßig kurzer Zeit nach einem Überschreiten der kritischen Stromdichte J_c in den supraleitenden Betriebszustand zurückzuführen vermag.

Der aus der eingangs genannten EP-A-Schrift zu entnehmende, entsprechend arbeitende resistive Kurzschlußstrombegrenzer enthält eine Leiterbahnstruktur in Form eines mäanderförmig gewundenen elektrischen Leiters aus einem HTS-Material, der beispielsweise aus einer 5 mm dicken Platte aus dem HTS-Material mittels seitlichen Schlitzen herausgearbeitet ist. Der Leiter setzt sich deshalb aus ersten, praktisch gradlinig verlaufenden und untereinander parallelen Leiterbahnabschnitten und quer dazu verlaufenden, diese gradlinigen Leiterbahnabschnitte verbindenden Leiterbahnabschnitten zusammen. Im gegenseitigen Verbindungsbereich am Ende der ersten, gradlinigen Leiterbahnabschnitte bildet somit der Leiter eine geknickte bzw. abgewinkelte Leiterbahn, die dort als ein zweiter, nicht-gradlinig verlaufender Leiterbahnabschnitt angesehen werden kann. Der gesamte Leiter kann selbsttragend ausgebildet sein; er kann sich jedoch zur Erhöhung seiner mechanischen Stabilität auch auf einen Trägerkörper befinden. Die Endstücke des Leiters sind als Kontaktstücke ausgebildet, an die externe Anschlußleiter zum Zweck der Einspeisung des zu begrenzenden Stromes anzuschließen sind.

Bei einem derartigen supraleitenden Kurzschlußstrombegrenzer tritt das Problem auf, daß sich an den Knickstellen der Leiterbahn zwischen einem gradlinig verlaufenden (ersten) Leiterbahnabschnitt und den dazu quer verlaufenden, solche gradlinigen Leiterbahnabschnitte verbindenden Leiterbahnabschnitt die Stromverteilung und damit die Wärmebelastung im Begrenzungsfall inhomogen sind. Man sah sich deshalb bisher gezwungen, die Leiterbahn bekannter Kurzschlußstrombegrenzer nur für entsprechend geringere Schaltleistungen einzusetzen; oder man mußte die nicht-gradlinigen (zweiten) Leiterbahnabschnitte so überdimensionieren, daß sie keine unerwünschte Leistungsbegrenzungsfunktion hatten. Im letzteren Fall war dann aber die Flächenausnutzung der Oberfläche des Trägerkörpers entsprechend ungünstig.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, den Kurzschlußstrombegrenzer der eingangs genannten Art dahingehend auszugestalten, daß mit ihm eine vergleichsweise höhere maximale Schaltleistung ermöglicht wird, ohne daß eine Überdimensionierung von Leiterbahnabschnitten erforderlich wäre. Außerdem soll ein Verfahren zu einer möglichst einfachen Herstellung eines solchen Begrenzers angegeben werden.

Diese Aufgabe wird bezüglich des Kurzschlußstrombegrenzers erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die zweiten, nichtgradlinig verlaufenden Leiterbahnabschnitte bogenförmig gestaltet sind mit einem maximalen Radienverhältnis $v = r_a/r_i$ von 7, wobei r_a der Außenradius und r_i der Innenradius des jeweiligen bogenförmigen Leiterbahnabschnittes sind. Die mit dieser Ausgestaltung des Kurzschlußstrombegrenzers verbundenen Vorteile sind insbesondere darin zu sehen, daß bei Einhaltung des angegebenen geometrischen

Kriteriums für die zweiten, bogenförmigen Leiterbahnabschnitte die inhomogene lokale Belastung auf ein tolerierbares Maß reduziert wird, ohne daß die Flächenausnutzung wesentlich verschlechtert würde. Die Temperaturüberhöhung am Innenradius relativ zum Außenradius $T(r_i)/T(r_a)$ beim Schalten des entsprechenden Leiterbahnabschnittes wird nämlich auf maximal v^2 begrenzt.

Aus Gründen einer guten Flächenausnutzung weisen dabei vorteilhaft die zweiten, bogenförmigen Leiterbahnabschnitte zumindest annähernd dieselbe Leiterbahnbreite auf wie die ersten, geradlinigen Leiterbahnabschnitte.

Vorzugsweise wird ein maximales Radienverhältnis $v=r_a/r_i$ zwischen 2,5 und 5,5 gewählt. Kleinere Werte von v und damit größere Innenradien verringern zwar die Temperaturüberhöhung, verschlechtern aber auch die Flächenausnutzung. Der beanspruchte Bereich stellt folglich für die Praxis einen guten Kompromiß zwischen Temperaturüberhöhung und Flächenausnutzung dar.

Vorteilhaft wird für den erfindungsgemäßen Kurzschlußstrombegrenzer, insbesondere wenn es um einen großflächigen Aufbau geht, ein Trägerkörper aus einem speziellen Glasmaterial gewählt.

Ein vorteilhaftes Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Kurzschlußstrombegrenzers ist dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine Leiterbahn mittels Strukturierung mindestens einer auf den Trägerkörper direkt oder indirekt aufgetragenen Schicht aus dem Hoch- T_c -Supraleitermaterial ausgebildet wird. Mit an sich bekannten physikalischen oder mechanischen Strukturierungsprozessen lassen die einzelnen Leiterbahnabschnitte auf verhältnismäßig einfache Weise ausbilden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Kurzschlußstrombegrenzers bzw. des Verfahrens zu dessen Herstellung gehen aus den jeweils abhängigen Ansprüchen hervor.

Ausführungsbeispiele der Leiterbahnstrukturen von erfindungsgemäßen Kurzschlußstrombegrenzern werden nachfolgend anhand der Zeichnung noch näher erläutert. Dabei zeigen jeweils schematisch deren

Fig. 1 einen Querschnitt durch einen Teil eines solchen Kurzschlußstrombegrenzers und deren **Fig. 2** bis **4** jeweils in Aufsicht verschiedene Ausgestaltungsmöglichkeiten von Leiterbahnstrukturen eines solchen Kurzschlußstrombegrenzers.

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

Bei dem erfindungsgemäßen Kurzschlußstrombegrenzer wird von an sich bekannten Ausführungsformen solcher Begrenzer ausgegangen (vgl. z. B. die eingangs genannte EP-A-Schrift oder die DE 195 20 205 A). Der prinzipielle Aufbau des Begrenzers ist in **Fig. 1** als Ausschnitt aus einem Querschnitt durch den wesentlichsten Teil eines solchen Begrenzers angedeutet. Dieser Aufbau des allgemein mit **2** bezeichneten Begrenzers umfaßt dabei einen Trägerkörper **3** mit einer Dicke d_1 und gegebenenfalls mindestens eine darauf aufgebrachte Zwischenschicht **4** mit einer Dicke d_2 . Diese Zwischenschicht sei nachfolgend als Teil des Trägerkörpers angesehen. Auf sie ist eine Schicht **5** aus einem HTS-Material mit einer Dicke d_3 aufgebracht bzw. abgedeckt, die erfindungsgemäß strukturiert ist. Die HTS-Schicht kann mit mindestens einer weiteren Deckschicht wie z. B. einer Schutzschicht oder einer vorzugsweise als Shuntwiderstand dienenden Schicht **6** abgedeckt sein. Eine Shuntwiderstandsschicht aus Metall ist für Strombegrenzeranwendungen insbesondere im Falle einer Verwendung eines isolierenden Trägerkörpers besonders vorteilhaft.

Der Trägerkörper **3** kann durch einen planaren oder gegebenenfalls auch durch einen gekrümmten wie z. B. rohrfö-

migen Substratkörper gebildet sein. Er besteht zumindest teilweise aus einem elektrisch isolierendem Material. Hierfür geeignete Materialien sind Keramiken wie z. B. MgO, SrTiO₃, Al₂O₃ oder mit Y-stabilisiertes ZrO₂ (Abkürzung: YSZ). Besonders vorteilhaft werden Trägerkörper aus speziellen Glasmaterialien vorgesehen, insbesondere wenn es um großflächige Leiterbahnstrukturen geht. Eine entsprechende Platte aus einem besonderen Flachglas kann beispielsweise eine Dicke d_1 von einigen Millimetern haben. Daneben sind auch aus metallischem und darauf elektrisch isolierendem Material zusammengesetzte Trägerkörper geeignet. Insbesondere im Falle einer Verwendung von metallischen Teilen für den Trägerkörper ist die Zwischenschicht **5** aus einem elektrisch isolierendem Material erforderlich. Eine solche Zwischenschicht kann auch als sogenannte Pufferschicht benötigt werden, um einerseits eine Wechselwirkung zwischen dem auf sie aufzubringenden HTS-Material und dem Trägerkörpermaterial zu unterbinden und andererseits eine Textur des aufzubringenden HTS-Materials zu fördern. Bekannte Pufferschichtmaterialien, die im allgemeinen in einer Dicke d_2 zwischen 0,1 und 2 μ m aufgebracht werden, sind YSZ, YSZ+CeO₂ (als Doppelschicht), YSZ+Sn-dotiertes In₂O₃ (als Doppelschicht), CeO₂, Pr₆O₁₁, MgO, SrTiO₃ oder La_{1-x}Ca_xMnO₃.

Als HTS-Materialien für die Schicht **5** kommen alle bekannten metalloxidischen Hoch- T_c -Supraleitermaterialien wie insbesondere YBa₂Cu₃O_{7-x} bzw. RBa₂Cu₃O_{7-x} (mit R = seltenes Erdmetall), TlBa₂Ca₂Cu₃O_{9+x}, HgBa₂CaCu₂O_{6+x}, Bi₂Sr₂CaCu₂O_{8-x} oder (Bi, Pb)₂Sr₂, Ca₂Cu₃O_{11-x} in Frage. Selbstverständlich können von diesen Materialien einzelne oder mehrere Komponenten durch andere Elemente in an sich bekannter Weise teilweise oder vollständig substituiert sein. Die HTS-Schicht wird mit an sich bekannten Verfahren auf dem Trägerkörper **3** bzw. der ihn abdeckenden Zwischenschicht **4** mit einer Dicke d_3 von bis zu einigen μ m aufgebracht.

Wie in **Fig. 1** ferner angedeutet ist, soll zumindest die HTS-Schicht **5** in besonderer Weise zu einer Leiterbahnstruktur **10** gestaltet sein. Hierfür kommen alle bekannten physikalischen oder auch chemischen Strukturierungsprozesse in Frage. Beispielsweise kann die Strukturierung mittels eines Lasers vorgenommen werden.

Eine Gestaltungsmöglichkeit der Leiterbahnstruktur **10** ist in **Fig. 2** in Aufsicht dargestellt. Diese Leiterbahnstruktur wird durch eine mäanderförmige Leiterbahn **11** gebildet, die sich aus ersten, zumindest weitgehend geradlinig verlaufenden Leiterbahnabschnitten **11g** und zweiten, bogenförmig gestalteten Leiterbahnabschnitten **11b** zusammensetzt. An ihren Enden ist die Leiterbahn als Endstücke **12** und **13** gestaltet, die mit Anschlußleitern zu kontaktieren sind.

Gemäß der Erfindung sollen die bogenförmigen Leiterbahnabschnitte **11b** ein besonderes geometrisches Kriterium erfüllen. Dieses Kriterium wird durch ein maximales Radienverhältnis $v = r_a/r_i$ bestimmt, wobei r_a der Außenradius und r_i der Innenradius des jeweiligen bogenförmigen Abschnittes sind. Dabei wird vorteilhaft davon ausgegangen, daß die Leiterbahn **11** im Bereich ihrer bogenförmigen Leiterbahnabschnitte **11b** zumindest annähernd, vorzugsweise dieselbe Breite b aufweist wie im Bereich der geradlinigen Leiterbahnabschnitte **11g**, so daß gilt: $r_a - r_i = b$. Bei vorgegebener Leiterbahnbreite b ist dann das Kriterium gleichbedeutend mit der Einführung eines Mindestinnenradius $r_{i,min}$, da $v = 1 + b/r_{i,min}$ ist. Dieses Kriterium gewährleistet, daß die Temperaturüberhöhung $T(r_i)/T(r_a)$ am Innenradius r_i relativ zum Außenradius r_a beim Schalten des bogenförmigen Leiterbahnabschnittes auf maximal v^2 begrenzt wird. Dabei verringern zwar kleinere Werte von v und damit größere Innenradien die Temperaturüberhöhung, verschlechtern aber

auch die Flächenausnutzung der Belegung der Oberfläche des Trägerkörpers **3** mit Supraleitermaterial. Es hat sich gezeigt, daß Werte von v zwischen 2,5 und 5,5, insbesondere zwischen 3 und 5, einen guten Kompromiß zwischen Temperaturüberhöhung und Flächenausnutzung darstellen. Aus diesem Grunde soll erfindungsgemäß ein Wert $v = 7$ als maximales Radienverhältnis nicht überschritten werden und wird vorzugsweise ein Wert $v = 5$ gewählt. Bei der in **Fig. 2** gezeigten Ausführungsform der Leiterbahnstruktur **10** ist $v = 3$.

Auch bei den in den **Fig. 3** und **4** angedeuteten Ausführungsformen von Leiterbahnstrukturen **15** bzw. **17** ist ein maximales Radienverhältnis v von 3 für gebogene Leiterbahnabschnitte **16b** bzw. **18b** ihrer Leiterbahnen **16** bzw. **18** vorgesehen. Dabei beschreibt die Leiterbahn **16** nach **Fig. 3** eine von außen nach innen laufende Spiralform mit einem zentralen Endstück **12** und einem außenliegenden Endstück **13**. Die in **Fig. 4** gezeigte Leiterbahn **18** beschreibt eine von außen nach innen und wieder zurück nach außen führende Spiralform, so daß ihre Endstücke **12** und **13** jeweils außen zu liegen kommen.

Bei den anhand der Figuren erläuterten Ausführungsformen von Kurzschlußstrombegrenzern nach der Erfindung wurde davon ausgegangen, daß deren Leiterbahnstrukturen jeweils nur einseitig auf einem Trägerkörper aufgebracht sind. Selbstverständlich ist auch ein beidseitiges Belegen der gegenüberliegenden Flächen des Trägerkörpers mit einer einzigen oder auch mit mehreren Leiterbahnstrukturen möglich.

Patentansprüche

1. Resistiver Kurzschlußstrombegrenzer mit
 - einem zumindest teilweise aus elektrisch isolierendem Material bestehenden Trägerkörper,
 - wenigstens einer auf dem Trägerkörper angeordneten Leiterbahnstruktur mit Hoch-Tc-Supraleitermaterial, die mindestens eine Leiterbahn mit ersten, im wesentlichen geradlinig verlaufenden Leiterbahnabschnitten und mit zweiten, nicht-geradlinig verlaufenden Leiterbahnabschnitten enthält, sowie
 - Endstücken der Leiterbahnstruktur zu deren Kontaktierung mit Anschlußleitern, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zweiten, nicht-geradlinig verlaufenden Leiterbahnabschnitte (**11b**, **16b**, **18b**) bogenförmig gestaltet sind mit einem maximalen Radienverhältnis $v = r_a/r_i$ von 7, wobei r_a der Außenradius und r_i der Innenradius des jeweiligen bogenförmigen Leiterbahnabschnittes sind.
2. Kurzschlußstrombegrenzer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten Leiterbahnabschnitte (**11b**, **16b**, **18b**) zumindest annähernd dieselbe Leiterbahnbreite (b) aufweisen, wie die ersten Leiterbahnabschnitte (**11g**).
3. Kurzschlußstrombegrenzer nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch ein maximales Radienverhältnis v zwischen 2,5 und 5,5, vorzugsweise zwischen 3 und 5.
4. Kurzschlußstrombegrenzer nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch ein maximales Radienverhältnis v von zumindest annähernd 5.
5. Kurzschlußstrombegrenzer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Trägerkörper (**3**) aus einem keramischen Material oder aus einem Glasmaterial besteht.
6. Kurzschlußstrombegrenzer nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger-

körper (**3**) mit mindestens einer Zwischenschicht (**4**) als Unterlage für die Leiterbahnstruktur (**10**, **15**, **17**) versehen ist.

7. Kurzschlußstrombegrenzer nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiterbahnstruktur (**10**) von wenigstens einer weiteren Schicht (**6**) abgedeckt ist.

8. Kurzschlußstrombegrenzer nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die abdeckende Schicht (**6**) eine als Shuntwiderstand wirkende Metallschicht ist.

9. Kurzschlußstrombegrenzer nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Trägerkörper (**3**) beidseitig mit mindestens einer Leiterbahnstruktur versehen ist.

10. Verfahren zur Herstellung des Strombegrenzers nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine Leiterbahn (**11**, **16**, **18**) mittels Strukturierung mindestens einer auf dem Trägerkörper (**3**) direkt oder indirekt aufgetragenen Schicht (**5**) aus dem Hoch-Tc-Supraleitermaterial ausgebildet wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß zur Strukturierung ein physikalischer oder chemischer Strukturierungsprozeß vorgesehen wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

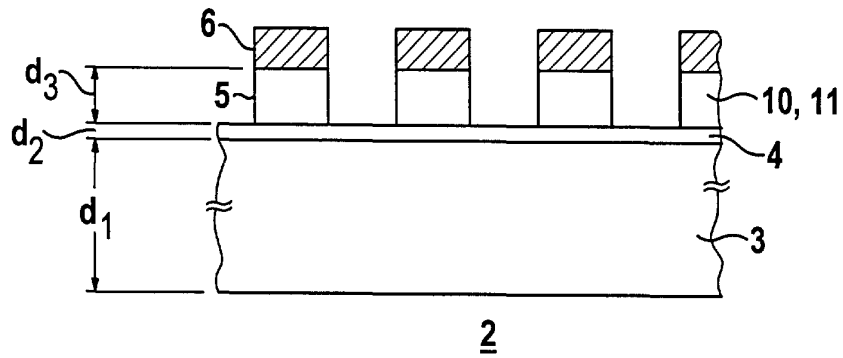


FIG 1

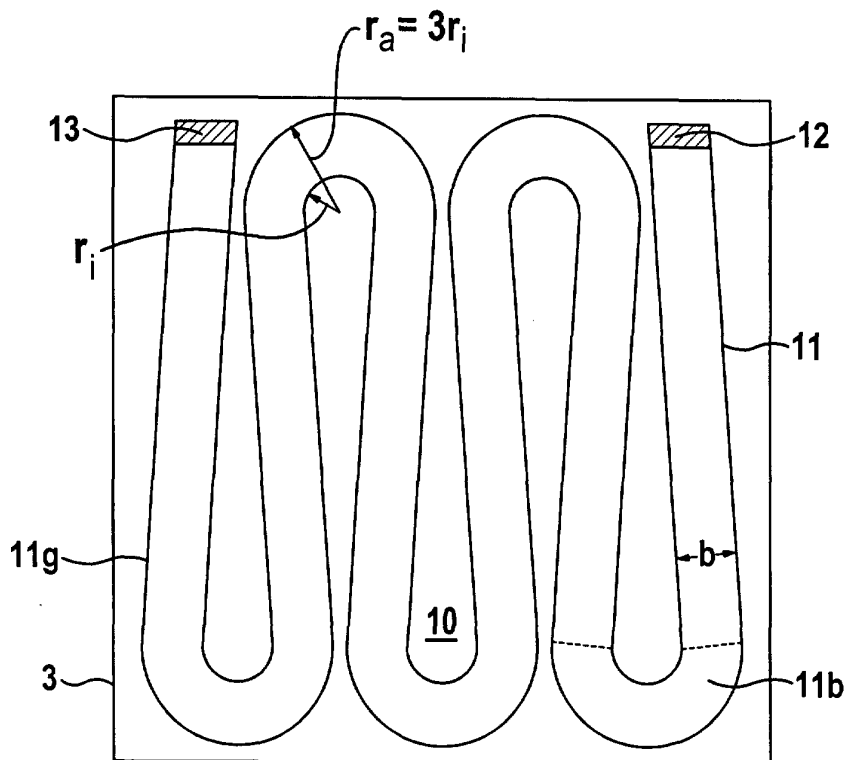


FIG 2

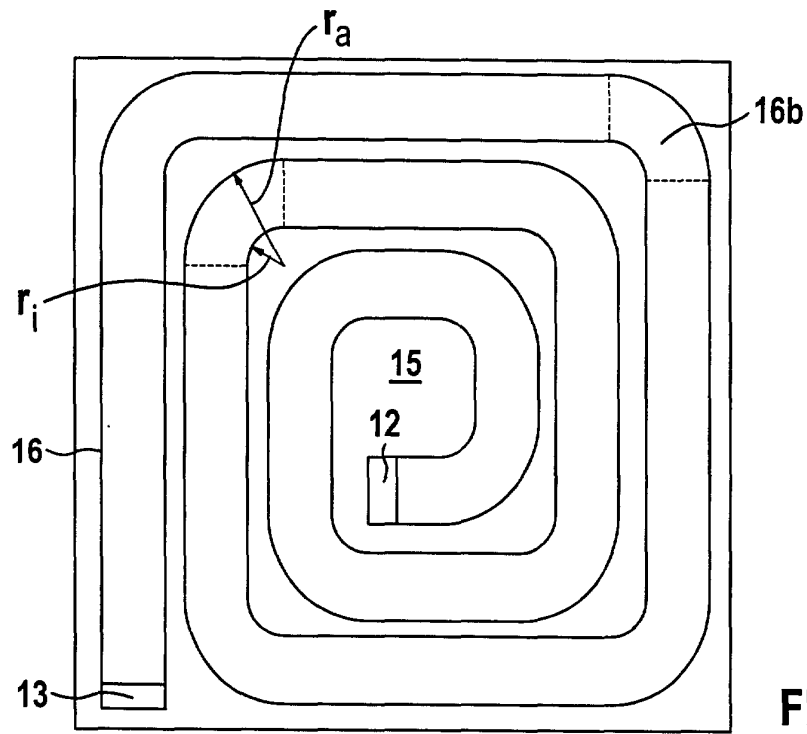


FIG 3

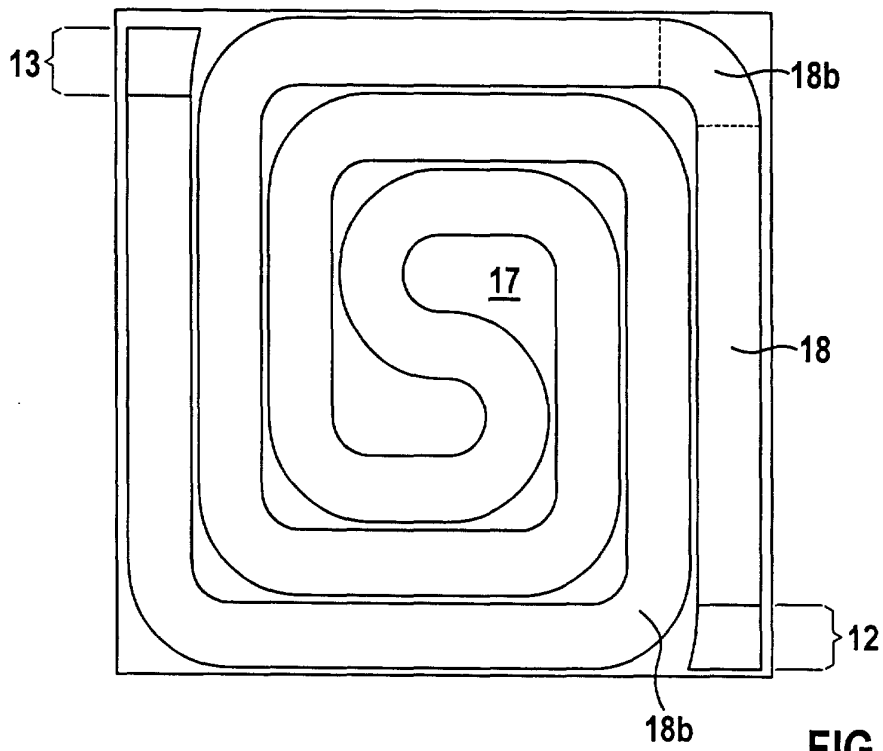


FIG 4