



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 198 27 227 A 1

51 Int. Cl.⁶:
H 02 H 9/02
H 01 C 7/13

21 Aktenzeichen: 198 27 227.8
22 Anmeldetag: 18. 6. 98
43 Offenlegungstag: 23. 12. 99

DE 198 27 227 A 1

71 Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

72 Erfinder:
Heismann, Björn, 91052 Erlangen, DE

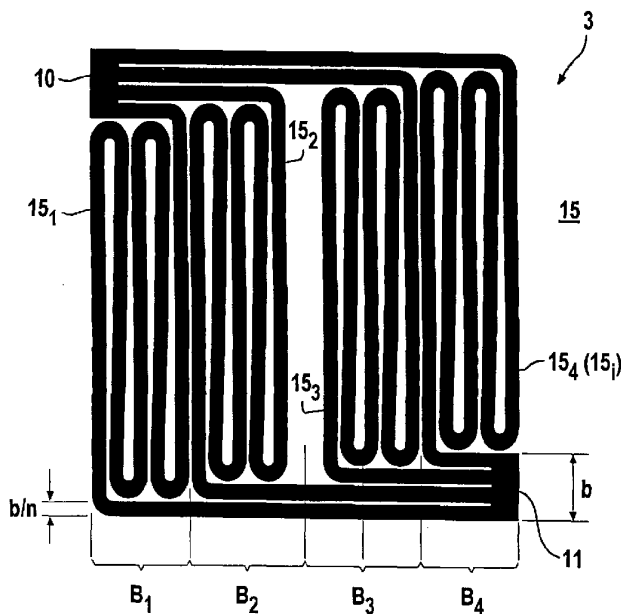
56 Entgegenhaltungen:
DE-AS 21 15 798
DE 195 20 205 A1
Noe, M., Harms, G., Oswald, B. R.: Supraleitende Strombegrenzer in der Energietechnik. In: Elektr., 11/12, 1997, S.414-424;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Strombegrenzungseinrichtung mit Leiterbahnordnung aus Hoch-T_c-Supraleitermaterial sowie Verfahren zur Herstellung der Einrichtung

57 Die Strombegrenzungseinrichtung enthält einen zumindest teilweise aus elektrisch isolierendem Material bestehenden Trägerkörper (3), wenigstens eine darauf befindliche Leiterbahnordnung (15) mit Hoch-T_c-Supraleitermaterial und Endstücke (10, 11) zur Kontaktierung. Erfindungsgemäß soll die Leiterbahnordnung (15) mehrere zwischen ihren Endstücken (10, 11) parallelgeschaltete Teileiter (15₁ bis 15₄) mit zumindest annähernd gleicher Leiterlänge aufweisen. Die Leiterbahnordnung wird vorteilhaft durch Strukturierung einer entsprechenden Schicht erstellt.



DE 198 27 227 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Strombegrenzungseinrichtung mit einem zumindest teilweise aus elektrisch isolierendem Material bestehenden Trägerkörper, mit wenigstens einer auf dem Trägerkörper befindlichen Leiterbahnanordnung mit metalloxidischem Hoch- T_c -Supraleitermaterial sowie mit Endstücken der Leiterbahnanordnung zur Kontaktierung mit Anschlußleitern. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Strombegrenzungseinrichtung. Eine entsprechende Einrichtung und ein Verfahren zu deren Herstellung gehen aus der EP 0 523 374 A hervor.

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- 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 Strombegrenzungseinrichtungen ein Austausch von Netzkomponenten gegen höher belastbare Ausführungsformen vermieden werden kann.

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

Resistive supraleitende Strombegrenzungseinrichtungen der eingangs genannten Art bilden eine seriell in einen Stromkreis einzufügende supraleitende Schaltstrecke. Dabei wird der Übergang einer supraleitenden Leiterbahnanordnung vom praktisch widerstandslosen kalten Betriebszustand unterhalb der Sprungtemperatur T_c des Supraleitermaterials in den normal leitenden Zustand über T_c (sogenannter Phasenübergang) ausgenutzt, wobei der nun vorhandene elektrische Widerstand R_n der Leiterbahnanordnung 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 Leiterbahn selbst, wenn nach Kurzschluß die Stromdichte j über den kritischen Wert j_c des Supraleitermaterials ansteigt, wobei das Material auch unter der Sprungtemperatur T_c bereits einen endlichen elektrischen Widerstand aufweisen kann. Im begrenzenden Zustand oberhalb der Sprungtemperatur T_c fließt in dem die Strombegrenzungseinrichtung enthaltenden Stromkreis ein Reststrom weiter, bis ein zusätzlicher mechanischer Trennschalter den Stromkreis völlig unterbricht.

Supraleitende Strombegrenzungseinrichtungen mit bekannten metalloxidischen Hoch- T_c -Supraleitermaterialien, 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 in den normalleitenden Zustand und somit die Strombegrenzung geschieht 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 der Leiterbahnanordnung ist dabei in Kontakt mit einem Kühlmittel, das ihn in verhältnismäßig kurzer Zeit nach einer Überschreitung der kritischen Stromdichte j_c in den supraleitenden Betriebszustand zurückzuführen vermag.

Die aus der eingangs genannten EP-A-Schrift entnehmbare, entsprechend arbeitende resistive Strombegrenzungseinrichtung enthält als Leiterbahnanordnung einen mäandrierförmig gewundenen elektrischen Leiter aus einem Hoch- T_c -Supraleitermaterial (Abkürzung: HTS-Material), der beispielsweise aus einer 5 mm dicken Platte aus dem HTS-Material mittels Schlitzen herausgearbeitet ist. Der elektrische Leiter ist selbsttragend, kann jedoch zur Erhöhung der mechanischen Stabilität auf einem Trägerkörper angeordnet sein. Seine Endstücke sind als Kontaktstücke ausgebildet, an die externe Anschlußleiter zum Zweck der Einspeisung des zu begrenzenden Stromes anzuschließen sind.

Bei einer derartigen Leiterbahnanordnung mit einer einzigen, seriell in einen Stromkreis eingesetzten Leiterbahn ergeben sich Probleme hinsichtlich der räumlichen Variation der kritischen Stromdichte j_c im Supraleitermaterial; d. h., es ergibt sich eine entsprechende Verteilung des kritischen Stromes $I_c(x)$ mit $0 < x < 1$, wobei 1 die Länge der Leiterbahn ist. Die Stelle x mit dem niedrigsten $I_{c,min}$ bestimmt dann nicht nur den kritischen Strom $I_{c,ges} \cong I_{c,min}$ der gesamten Leiterbahn, sondern wird auch bei einem dynamischen Begrenzungsvorgang eines Kurzschlusses als erste resistiv und demzufolge in der Begrenzungsphase am stärksten ohmsch aufgeheizt. Die Folge davon ist, daß in solchen Strombegrenzungseinrichtungen aufgrund dieser "Schwachstellen" an der Stelle x die maximale Schaltleistung entsprechend gering ist.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, die Strombegrenzungseinrichtung mit den eingangs genannten Merkmalen dahingehend auszugestalten, daß mit ihr eine vergleichsweise höhere maximale Schaltleistung ermöglicht wird. Außerdem soll ein Verfahren zu einer möglichst einfachen Herstellung einer solchen Begrenzungseinrichtung angegeben werden.

Diese Aufgabe wird bezüglich der Strombegrenzungseinrichtung erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß ihre Leiterbahnanordnung mehrere, zwischen ihren Endstücken parallelschaltete Teilleiter mit zumindest annähernd gleicher Leiterlänge aufweist.

Bei einer solchen Ausgestaltung werden nämlich resistive Zonen mit geringerer kritischer Stromdichte j_c in den einzelnen Leiterbahnen niedrigeren Stromdichten, hingegen noch nicht beschaltete Bereiche mit höherem j_c größeren Stromdichten ausgesetzt. Daraus resultiert eine entsprechend geringere lokale thermische Belastung der Schwachstellen durch ohmsche Leistungsdissipation einerseits und ein zeitlich früheres und bei geringeren Nennspannungen auftretendes Schalten in den normalleitenden Zustand andererseits. Folglich wird vorteilhaft das supraleitende Material gleichmäßiger erwärmt, mechanisch geschont und wird eine schnellere Rückkühlung nach dem Begrenzungsvorgang ermöglicht. D.h., die mit der erfindungsgemäßen Ausgestaltung der Begrenzungseinrichtung verbundenen Vorteile sind darin zu sehen, daß bei Überströmen und damit im Begrenzungsfall eine Stromverteilung erreicht wird, die die Bedeutung der j_c -Variation und der Schwachstellen reduziert.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Teilleiter der Leiterbahnanordnung derart auf dem Trägerkörper angeordnet werden, daß der größte Teil jedes Teilleiters einen allein ihm zugeordneten Oberflächenbereich des Trägerkörpers belegt, der räumlich getrennt ist von dem jedem weiteren Teilleiter zugeordneten Oberflächenbereich. Damit ist vorteilhaft eine möglichst große räumliche Trennung der einzelnen Teilleiter bzw. ihrer Strompfade zu gewährleisten, die zu einer entsprechend gleichmäßigeren ohmschen Aufheizung bei einem Phasenübergang vom supraleitenden in den normalleitenden Zustand führen.

Diese Wirkung ist insbesondere dann zu erreichen, wenn die Leiterbahnanordnung mindestens drei parallelgeschaltete Teilleiter aufweist.

Ein vorteilhaftes Verfahren zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Strombegrenzungseinrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß ihre Leiterbahnanordnung mittels Strukturierung mindestens einer auf dem Trägerkörper direkt oder indirekt aufgetragenen Schicht aus dem Hoch- T_c -Supraleitermaterial erstellt wird. Mit an sich bekannten physikalischen oder chemischen Strukturierungsprozessen lassen sich nämlich die einzelnen Teilleiter auf verhältnismäßig einfache Weise ausbilden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Strombegrenzungseinrichtung bzw. des Verfahrens zu ihrer Herstellung gehen aus den jeweils abhängigen Unteransprüchen hervor.

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

Fig. 1 einen Querschnitt durch einen Teil einer solchen Strombegrenzungseinrichtung,

Fig. 2 eine Aufsicht auf eine Leiterbahnanordnung dieser Strombegrenzungseinrichtung und

Fig. 3 eine Aufsicht auf eine weitere Ausführungsform einer Leiterbahnanordnung.

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

Bei der erfindungsgemäßen Strombegrenzungseinrichtung wird von an sich bekannten Ausführungsformen solcher Einrichtungen ausgegangen (vgl. z. B. die eingangs genannte EP-A-Schrift oder die DE 195 20 205 A). Der prinzipielle Aufbau dieser Einrichtung ist in **Fig. 1** als Ausschnitt aus einem Querschnitt durch eine solche Einrichtung angedeutet. Der allgemein mit **2** bezeichnete Aufbau umfaßt dabei einen Trägerkörper **3** mit einer Dicke d_1 und gegebenenfalls mindestens eine darauf aufgetragene Zwischenschicht **4** einer Dicke d_2 . Diese Zwischenschicht sei 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 als Shuntwiderstand dienenden Schicht **6** abgedeckt sein. Eine solche Shuntwiderstandsschicht ist für Strombegrenzeranwendungen insbesondere im Falle einer Verwendung eines isolierenden Trägerkörpers besonders vorteilhaft.

Der Trägerkörper **3** kann durch einen planaren oder gegebenenfalls auch gekrümmten Substratkörper wie z. B. in Rohrform 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 speziellem Glasmaterial vorgesehen, insbesondere wenn es um großflächige Körper geht. Eine entsprechende Platte kann beispielsweise eine Dicke d_1 von einigen Millimetern haben. Daneben sind

auch aus metallischem und 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 zwischen 0,1 und 2 μm verwendet 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 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)₂Sr₂Ca₂Cu₃O_{11-x} in Frage. Selbstverständlich können von diesen Materialien einzelne oder mehrere Komponenten in bekannter Weise durch andere Elemente zumindest teilweise substituiert sein. Diese Materialien werden mit einer Dicke d_3 aufgebracht, die im allgemeinen bis einige μm betragen kann.

Wie in **Fig. 1** ferner angedeutet ist, soll zumindest die HTS-Schicht in besonderer Weise zu einer Leiteranordnung **15** strukturiert sein. Als Strukturierungsprozeß kommen alle hierfür bekannten physikalischen oder chemischen Verfahren in Frage. Beispielsweise kann die Strukturierung mittels eines Lasers vorgenommen werden. Nach dem Strukturierungsprozeß weist die Leiterbahnanordnung **15** mehrere Teilleiter **15_i** auf.

Eine konkrete Ausgestaltungsmöglichkeit der Leiterbahnanordnung **15** einer Strombegrenzungseinrichtung mit einer erfindungsgemäßen Unterteilung der Stromführung auf n parallelgeschaltete, zumindest weitgehend gleich lange Strompfade ist aus der Aufsicht der **Fig. 2** zu entnehmen. Die Leiteranordnung umfaßt zwei Endstücke **10** und **11** mit einer Leiterbahnbreite b zur Kontaktierung in bekannter Weise mit Anschlußleitern. Zwischen diesen Endstücken verlaufen $n = 4$ parallelgeschaltete Teilleiter **15_i** mit $1 \leq i \leq n$. Die Leiterbahnbreite im Bereich dieser Teilleiter beträgt dabei etwa b/n . Vorteilhaft wird der Verlauf dieser Teilleiter so vorgesehen, daß eine möglichst große räumliche Trennung der Teilleiter untereinander erreicht wird. Dies wird gemäß dem dargestellten Ausführungsbeispiel dadurch erreicht, daß jedem der Teilleiter **15₁** bis **15₄** ein eigener Oberflächenbereich B_1 bis B_4 des Trägerkörpers **3** zugeordnet wird. In jedem dieser Oberflächenbereiche erstreckt sich der wesentlichste Teil – bis auf die direkten Verbindungsteile mit den Endstücken – des jeweiligen Teilleiters. In den Bereichen verlaufen die Teilleiter vorteilhaft jeweils im wesentlichen mäanderförmig.

Die Verkleinerung der Leiterbahnbreite b auf b/n im Bereich der Teilleiter **15_i** führt zum einen dazu, daß mikroskopische Variationen in der kritischen Stromdichte j_c nur in geringem Maße eine Rolle spielen. Die Leiterbahnanordnung wird deshalb im Schaltfalle auch bei geringen Nominalspannungen üblicherweise an mehr als n -Stellen resistiv; entsprechend geringer sind auch die lokalen Übertemperaturen. Zum anderen erhalten die einzelnen Strompfade mit dem Index i durch die räumliche Trennung entsprechend der makroskopischen j_c -Variation unterschiedliche kritische Ströme $I_c(i)$. Wird nun bei einem Stromanstieg während eines Schaltvorganges der Pfad i mit dem geringsten kritischen Strom $I_c(i)$ an einer Schwachstelle resistiv, so erhöht sich der entsprechende Pfadwiderstand $R(i)$, und der Strom

verteilt sich vermehrt auf die restlichen Pfade. Im Resultat fließt somit der Strom gewissermaßen um diese Schwachstelle herum. Entsprechend reduziert ist die im Pfad deponierte Leistung $P(i) = I^2(i)R(i)$, und die restlichen Pfade schalten durch die höhere Strombelastung zeitlich und bezüglich der anliegenden Spannung früher: Die Leiterbahnanordnung läßt folglich die Stromverteilung materialschonend auf das dynamische Zuschaltung resistiver Bahnbrücken reagieren. Es läßt sich feststellen, daß durch diese Eigenschaften vorteilhaft der Phasenübergang und die ohmsche Aufheizung bei einem Schaltvorgang räumlich homogenisiert werden. Auch erhöht sich der kritische Gesamtstrom $I_{c,ges}$ einer Parallelanordnung gegenüber einer seriellen Anordnung spürbar, so daß höhere Nominalströme und damit entsprechend höhere Schaltleistungen bei annähernd gleicher Pfadlänge möglich werden.

Die in Fig. 3 gezeigte Ausführungsform einer Leiterbahnanordnung **15** unterscheidet sich von der nach Fig. 2 zum einen in der Anzahl $n=3$ der Unterteilungen in somit drei Teileiter **15₁** bis **15₃** in Oberflächenbereichen B_1 bis B_3 . Zum anderen sind die mäanderförmigen Leiterwindungen in den einzelnen Oberflächenbereichen um 90° verdreht verlaufend gegenüber dem Verlauf der Leiterwindungen nach Fig. 2.

Gemäß einem konkreten Ausführungsbeispiel für beide Ausführungsformen nach den Fig. 2 und 3 von Leiteranordnungen **15** für HTS-Strombegrenzeinrichtungen kann eine Breite b der ungeteilten Leiterbahn von etwa 1,2 cm und eine jeweilige Gesamtlänge der Strompfade von etwa 66 bzw. 65 cm vorgesehen sein. Mit entsprechenden Leiterbahnanordnungen **15** lassen sich dann unter Verwendung des HTS-Materials $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ mit einer kritischen Stromdichte j_c von etwa 10^4 A/cm² Nennströme von etwa 1000 A schalten. Die einzelnen Strompfade formen dabei Bereiche, die im Mittel mehrere Zentimeter voneinander entfernt sind und somit in der Größenordnung der makroskopischen j_c -Schwankungen der HTS-Schicht liegen.

Bei den anhand der Figuren erläuterten Ausführungsformen von erfindungsgemäßen Strombegrenzeinrichtungen wurde davon ausgegangen, daß deren Leiteranordnungen jeweils nur einseitig auf einen Trägerkörper aufgebracht sind. Selbstverständlich ist auch ein beidseitiges Belegen der gegenüberliegenden Flächen eines Trägerkörpers mit einer einzigen oder auch mit mehreren Leiterbahnanordnungen möglich.

Patentansprüche

1. Strombegrenzeinrichtung mit
 - einem zumindest teilweise aus elektrisch isolierendem Material bestehenden Trägerkörper,
 - wenigstens einer auf dem Trägerkörper befindlichen Leiterbahnanordnung mit metalloxidischem Hoch- T_c -Supraleitermaterial sowie
 - Endstücken der Leiterbahnanordnung zur Kontaktierung mit Anschlußleitern,
 dadurch gekennzeichnet, daß die Leiterbahnanordnung (**15**) mehrere, zwischen ihren Endstücken (**10**, **11**) parallelgeschaltete Teileiter (**15_i**, **15₁** bis **15₄**) mit zumindest annähernd gleicher Leiterlänge aufweist.
2. Strombegrenzeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Teileiter (**15₁** bis **15₄**) der Leiterbahnanordnung (**15**) derart auf dem Trägerkörper (**3**) angeordnet sind, daß der größte Teil jedes Teileiters einen allein ihm zugeordneten Oberflächenbereich (B_1 bis B_4) des Trägerkörpers belegt, der räumlich getrennt ist von dem jedem weiteren Teileiter zugeordneten Oberflächenbereich.
3. Strombegrenzeinrichtung nach Anspruch 2, da-

durch gekennzeichnet, daß in den Oberflächenbereich (B_1 bis B_4) die Teileiter (**15₁** bis **15₄**) im wesentlichen mäanderförmig verlaufen.

4. Strombegrenzeinrichtung nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch eine Leiterbahnanordnung (**15**) mit mindestens drei parallelgeschalteten Teileitern (**15_i**, **15₁** bis **15₄**)

5. Strombegrenzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch einen Trägerkörper (**3**) aus einem keramischen Material oder aus einem Glasmaterial.

6. Strombegrenzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Trägerkörper (**3**) mit mindestens einer Zwischenschicht (**4**) als Unterlage für die wenigstens eine Leiterbahnanordnung (**15**) versehen ist.

7. Strombegrenzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiterbahnanordnung (**15**) mit wenigstens einer weiteren Schicht (**6**) abgedeckt ist.

8. Strombegrenzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Trägerkörper (**3**) beidseitig mit mindestens einer Leiterbahnanordnung (**15**) versehen ist.

9. Verfahren zur Herstellung einer Strombegrenzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiterbahnanordnung (**15**) mittels Strukturierung mindestens einer auf dem Trägerkörper (**3**) direkt oder indirekt aufgetragenen Schicht aus dem Hoch- T_c -Supraleitermaterial erstellt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß zur Strukturierung ein physikalischer oder chemischer Prozeß vorgesehen wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

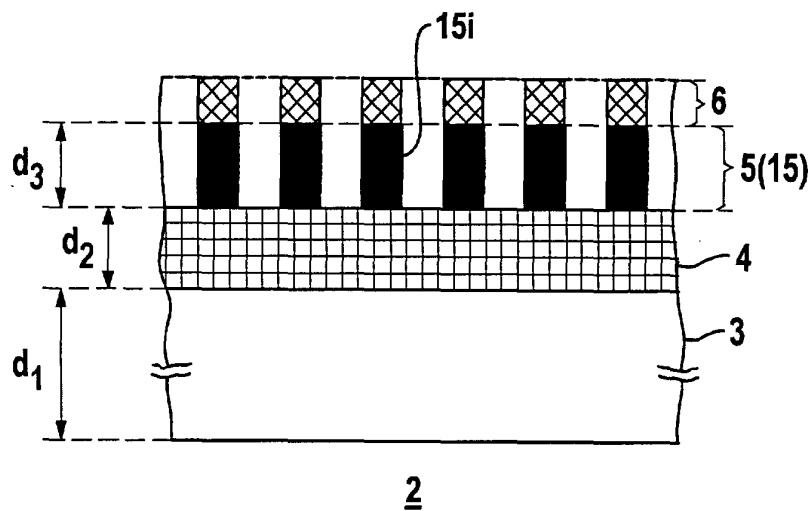


FIG 1

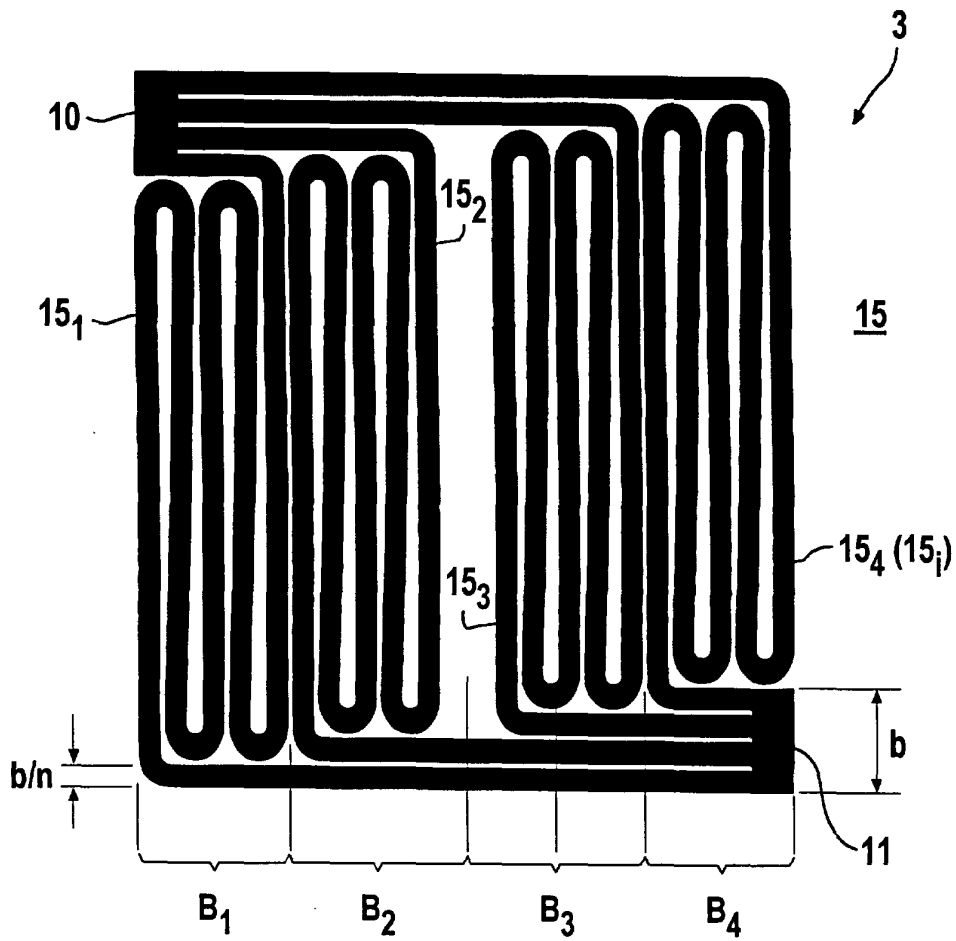


FIG 2

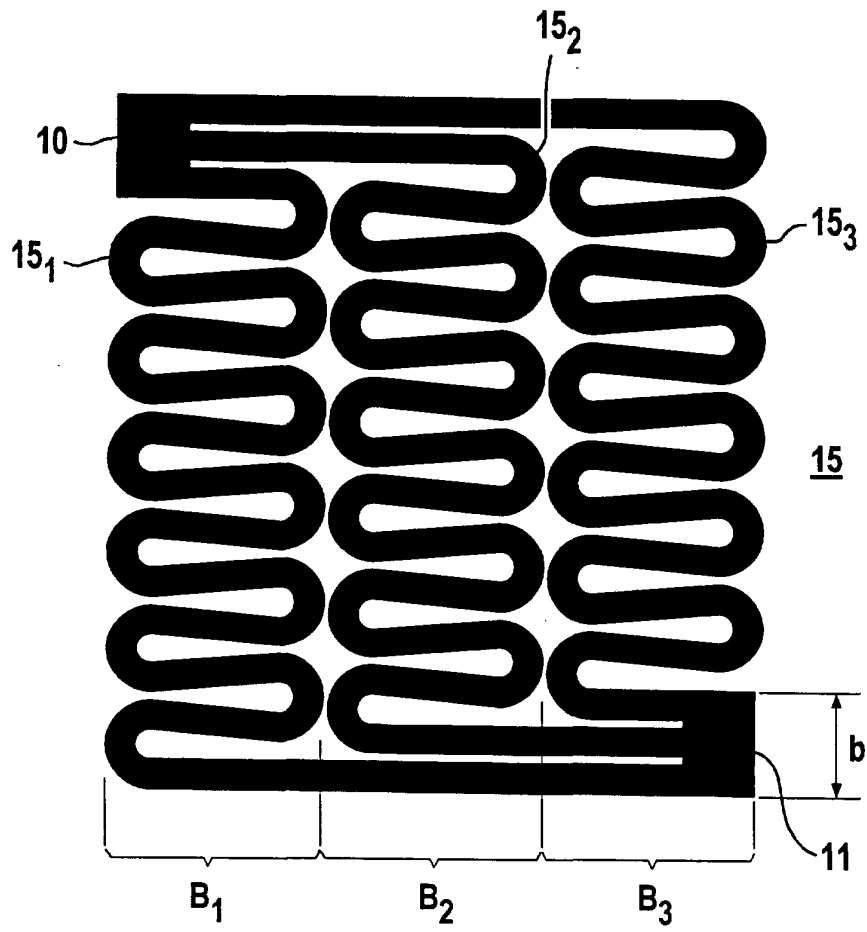


FIG 3