



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 10 2004 031 908 B3 2006.01.05**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 031 908.1**  
 (22) Anmeldetag: **24.06.2004**  
 (43) Offenlegungstag: –  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **05.01.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H02H 9/02 (2006.01)**  
**H01L 39/16 (2006.01)**  
**H03K 17/92 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

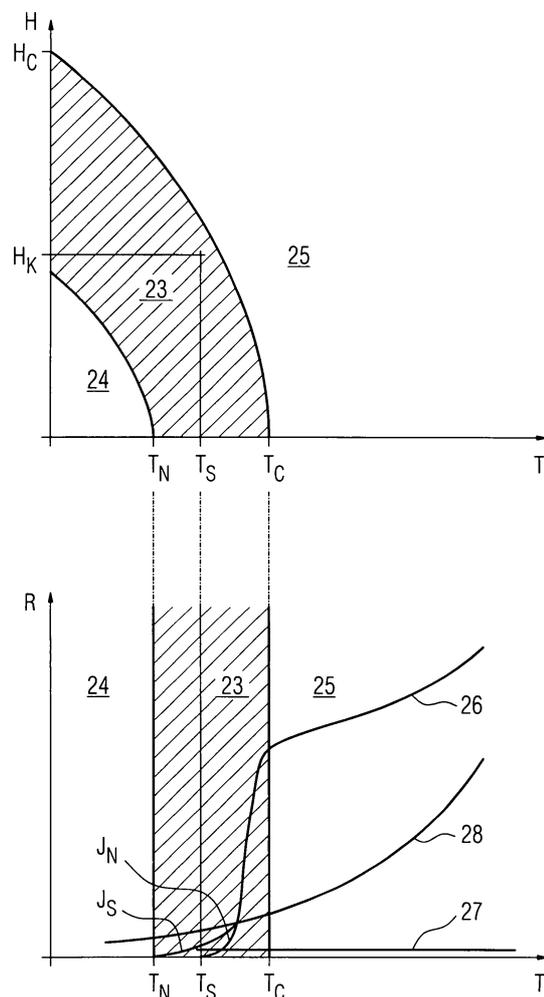
(73) Patentinhaber:  
**Siemens AG, 80333 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Krüger, Ursus, Dr., 14089 Berlin, DE; Volkmar, Ralf-Reiner, 13353 Berlin, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE 102 30 618 A1**  
**DE 102 30 084 A1**  
**W.Buckel: "Supraleitung (Grundlagen und Anwendungen)", 4.Aufl., VCH Verlag, Weinheim, 1990, ISBN 3-527-27882-6, S.161-167;**

(54) Bezeichnung: **Strombegrenzungseinrichtung mit supraleitendem Schaltelement**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine elektrische Strombegrenzungseinrichtung mit einem supraleitenden Schaltelement. Anders als bei supraleitenden Strombegrenzern nach dem Stand der Technik, deren Schaltmechanismus auf einem Quenchen des Schaltelementes beruht, ist das erfindungsgemäße supraleitende Schaltelement so ausgelegt, dass es bei Erreichen des geforderten Kurzschlussreststromes im Strombegrenzungsfall in der Shubnikow-Phase (23) vorliegt. Damit kann das Schaltelement in einem Betriebszustand betrieben werden, in dem die Wärmeentwicklung soweit begrenzt ist, dass das den Supraleiter umgebende Kühlmittel die Wärme vollständig abführen kann und so bei  $T_s$  ein stationärer Zustand erreicht wird. Ein mit Überschreiten von  $T_c$  verbundenes Quenchen des Supraleiters (Kurve 26) kann damit wirksam verhindert werden, so dass der Supraleiter nach einem Strombegrenzungsfall nicht vom Netz genommen und rückgekühlt werden muss.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine elektrische Strombegrenzungseinrichtung mit einem in einem Kryostaten angeordneten supraleitenden Schaltelement.

### Stand der Technik

**[0002]** Eine Strombegrenzungseinrichtung der eingangs genannten Art ist beispielsweise aus der DE 102 30 084 A1 bekannt. Diese Strombegrenzungseinrichtung wird in einem elektrischen Netz betrieben. Der Strom wird über das supraleitende Schaltelement geführt, welches bei der durch ständige Kühlung gehaltenen Betriebstemperatur einen vernachlässigbar geringen elektrischen Widerstand aufweist. Tritt in dem Netz ein Netzfehler (beispielsweise ein Kurzschluss) auf, so bewirkt der unzulässig hohe Kurzschlussstrom in dem supraleitenden Schaltelement ein Verhalten, welches als Quenchen bezeichnet wird. Der hohe Stromfluss erzeugt im Supraleiter eine Induktion, die dessen elektrischen Widerstand zunächst geringfügig erhöht. Hierdurch gerät der Supraleiter in den so genannten Flux-Flow-Bereich, in dem das supraleitende Material in der Shubnikov-Phase vorliegt. Dieses Verhalten ist beispielsweise in W. Buckel, Supraleitung: Grundlagen und Anwendungen, Weinheim 1990 beschrieben. Danach bilden sich in der Shubnikov-Phase im supraleitenden Material zeitgleich normal- und supraleitende Bereiche aus, die durch wandernde, normal leitende Flussschläuche im Supraleiter gebildet werden. Die damit verbundene Widerstandserhöhung des supraleitenden Schaltelementes führt zu einer Erwärmung des Supraleiters. Diese kann noch beschleunigt werden, wenn, wie allgemein üblich, ein Kommutierungsleiter als Schicht auf dem Supraleiter aufgebracht ist, der bei Eintreten des Supraleiters in den Flux-Flow-Bereich einen Teil des Kurzschlussstromes übernimmt und aufgrund seines wesentlich höheren Widerstandes zusätzliche Wärme erzeugt. Die Erwärmung des Schaltelementes führt in kürzester Zeit dazu, dass eine kritische Temperatur überschritten wird, oberhalb derer der Supraleiter normalleitend ist, also temperaturbedingt den Flux-Flow-Bereich verlässt und aufgrund seines sprunghaft ansteigenden, nun ohmschen Widerstandes den Kurzschlussstrom auf einen Kurzschlussreststrom begrenzt.

**[0003]** Um eine Beschädigung des supraleitenden Schaltelementes im Strombegrenzungsfall zu vermeiden, muss das Schaltelement spätestens 50 ms nach dem Ansprechen wieder entlastet werden, was beispielsweise mittels eines elektrischen Bypasselementes erfolgt, welches aufgrund seines Widerstandes die Strombegrenzung bewirkt. Das supraleitende Schaltelement wird vom Netz getrennt und ist erst wieder einsatzfähig, wenn es auf die ursprüngliche Betriebstemperatur zurückgekühlt wurde.

**[0004]** Aus der DE 102 30 618 A1 ist ein Aufbau für einen supraleitenden Strombegrenzer beschrieben, der mittels eines bandförmigen Aufbaus des Supraleiters erreicht wird. Der bandförmige Supraleiter ist spiralförmig in dem Kühlmittel angeordnet, derart, dass zwischen den Spiralwindungen das Kühlmittel die Oberfläche des Supraleiters erreichen kann. Hierdurch lässt sich die Abkühlzeit nach einem Strombegrenzungsfall verkürzen, so dass die Strombegrenzungseinrichtung nach dem Strombegrenzungsfall verhältnismäßig schnell wieder zum Einsatz kommen kann. Jedoch ist aufgrund des beschriebenen Funktionsprinzips eine Kühlung vor einem neuen Einsatz des Strombegrenzers nötig.

### Aufgabenstellung

**[0005]** Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine elektrische Strombegrenzungseinrichtung mit einem supraleitenden Schaltelement anzugeben, welches im Strombegrenzungsfall uneingeschränkt zur Strombegrenzung zur Verfügung steht und nach einem Strombegrenzungsfall sofort wieder einsatzbereit ist.

**[0006]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Schaltelement derart dimensioniert ist, dass es im Strombegrenzungsfall bei Erreichen des geforderten Kurzschlussstromes der Strombegrenzungseinrichtung in der Shubnikov-Phase vorliegt. Erfindungsgemäß muss das supraleitende Schaltelement also so ausgelegt werden, dass die im Vergleich zum Quenchen des Supraleiters nur geringfügige Erhöhung des elektrischen Widerstandes beim Betrieb im Flux-Flow-Bereich (d. h. Vorliegen des Supraleiters in der Shubnikov-Phase) ausreicht, um eine Begrenzung des Kurzschlussstroms auf den Kurzschlussreststrom zu bewirken. Dies wird erreicht, indem das supraleitende Schaltelement eine genügende Leiterlänge aufweist, um den für den geforderten Kurzschlussreststrom notwendigen Widerstand bereits beim Vorliegen in der Shubnikov-Phase bei einer Temperatur zu erreichen, die einen genügenden Sicherheitsabstand zur kritischen Temperatur (Übergang in den normal leitenden Zustand) aufweist. Das supraleitende Schaltelement kann insbesondere als Bandleiter ausgeführt werden, da sich auf diese Weise die geforderte Leiterlänge kostengünstig herstellen lässt.

**[0007]** Bei dem Betrieb des supraleitenden Schaltelementes im Flux-Flow-Bereich erwärmt sich das supraleitende Schaltelement anders als beim Quenchen nur um einen verhältnismäßig geringen Betrag von wenigen Kelvin. Daher kann die entstehende Wärme durch den zur Kühlung des Schaltelementes vorgesehenen Kryostaten zuverlässig abgeführt werden, was zusätzlich dadurch begünstigt wird, dass der Bandleiter eine vergleichsweise große Fläche für den Wärmeübergang zur Verfügung stellt. Es ist da-

her möglich, durch geeignete Dimensionierung der Strombegrenzungseinrichtung im Strombegrenzungsfall ein thermisches Gleichgewicht zwischen der durch den Kurzschlussreststrom erzeugten Wärme und der durch das Kühlmittel abgeführten Wärme zu gewährleisten, so dass das supraleitende Schaltelement in einem stabilen Zustand betrieben wird. Somit kann das supraleitende Schaltelement auch über einen längeren Zeitraum den Strom begrenzen, ohne dass seine Entlastung beispielsweise durch ein Bypasselement notwendig wird. Außerdem kann zusätzlich vorteilhaft die Rückkühlung um wenige Kelvin in kürzester Zeit erfolgen, so dass das supraleitende Schaltelement nach einem Strombegrenzungsfall sofort wieder einsatzbereit ist.

**[0008]** Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Kühlleistung des Kryostaten derart dimensioniert ist, dass das Schaltelement während der gesamten Strombegrenzungszeit in einem Temperaturbereich gehalten werden kann, in dem dieser in der Shubnikov-Phase vorliegt. Damit lässt sich mit der Strombegrenzungseinrichtung ein Betriebsregime realisieren, bei dem das supraleitende Schaltelement immer im Netz ist und so seine Funktion uneingeschränkt zur Verfügung stellt. Dies bedeutet vorteilhaft einen Sicherheitsgewinn, weil z. B. auch in kurzer Zeitfolge hintereinander auftretende Netzfehler jeweils einen Strombegrenzungsfall in der Strombegrenzungseinrichtung auslösen können. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass das supraleitende Schaltelement beim Betrieb während des Strombegrenzungsfall im Flux-Flow-Bereich vollständig reversibel zwischen supraleitender Phase und Shubnikov-Phase wechseln kann, wobei eine Beschädigung des Supraleitermaterials ausgeschlossen ist.

**[0009]** Gemäß einer Variante der Erfindung ist vorgesehen, dass das Schaltelement mit einer thermischen Isolationsschicht versehen ist. Hierdurch lässt sich vorteilhaft der Wärmeübergang zwischen dem supraleitenden Schaltelement und dem Kühlmittel des Kryostaten direkt beeinflussen, so dass eine geeignete Auslegung der Strombegrenzungseinrichtung im Bezug auf die Ausbildung des thermischen Gleichgewichtes im Strombegrenzungsfall möglich ist. Eine thermische Isolierung des supraleitenden Schaltelementes bewirkt nämlich, dass eine Wärmeabgabe an das Kühlmittel des Kryostaten verzögert wird, so dass sich das supraleitende Schaltelement stärker erwärmt, womit sich auch der Widerstand erhöht. Selbstverständlich darf trotz der thermischen Isolierung keine Erwärmung bis zur kritischen Temperatur erfolgen.

**[0010]** Gemäß einer anderen Variante der Erfindung trägt das Schaltelement einen Kommutierungsleiter der parallel zum Schaltelement verläuft. Der Kommutierungsleiter und das Schaltelement können beispielsweise einen Schichtverbund bilden, wobei die

Schichten des Schaltelementes und des Kommutierungsleiters aufeinander folgen, d. h. innig miteinander verbunden sind. Der Kommutierungsleiter vergrößert vorteilhaft die Sicherheit gegen ein örtliches Quenchen des Schaltelementes und übernimmt außerdem im Strombegrenzungsfall einen gewissen Anteil des Kurzschlussreststromes, der von dem Verhältnis der elektrischen Widerstände des sich in der Shubnikov-Phase befindenden Schaltelementes und des Kommutierungsleiters abhängig ist.

**[0011]** Es ist vorteilhaft, wenn der Kommutierungsleiter aus einem Metall oder einer Metalllegierung mit positiver magnetischer Suszeptibilität gebildet ist. Hierdurch wird die magnetische Induktion (B) im Schichtverbund aus Schaltelement und Kommutierungsleiter erhöht, sobald der Kommutierungsleiter von einem Magnetfeld durchdrungen wird. Dies ist z. B. der Fall, wenn der Kommutierungsleiter im Strombegrenzungsfall an der Stromführung beteiligt wird.

**[0012]** Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn das Schaltelement spiralförmig im Kryostaten verläuft. Auf diese Weise lässt sich vorteilhaft die erforderliche Länge des Schaltelementes platzsparend unterbringen, wobei der spiralförmige Verlauf dem Kühlmittel des Kryostaten zwischen jeweils benachbarten Windungen genügend Platz lässt, um einen direkten Wärmeübergang vom Schaltelement zum Kühlmittel zu gewährleisten.

**[0013]** Gemäß einer zusätzlichen Variante der Erfindung kann vorgesehen werden, dass in Parallelschaltung zum Schaltelement ein Bypasselement angeordnet ist. Dieses ist in seinem elektrischen Widerstand derart dimensioniert, dass ein bestimmter Teil des Kurzschlussstromes über das Bypasselement fließt, wodurch das Schaltelement und eventuell der Kommutierungsleiter entlastet werden.

**[0014]** Es ist vorteilhaft, wenn sich das Bypasselement außerhalb des Kryostaten befindet. Damit entsteht ein Teil der durch den Strombegrenzungsvorgang erzeugten Wärme in dem Bypasselement und damit außerhalb des Kryostaten, so dass dessen Kühlkapazität für das supraleitende Schaltelement in jedem Falle ausreicht. Anders als in bekannten Strombegrenzungseinrichtungen wird das Bypasselement jedoch während der ganzen Strombegrenzungszeit parallel zum Schaltelement betrieben, d. h. das Schaltelement bleibt am Netz.

#### Ausführungsbeispiel

**[0015]** Weitere Einzelheiten der Erfindung werden im Folgenden anhand der Zeichnung beschrieben. Hierbei zeigen

**[0016]** **Fig. 1** den stark schematisierten Aufbau eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen

Strombegrenzungseinrichtung,

[0017] [Fig. 2](#) den Querschnitt durch ein Ausführungsbeispiel des supraleitenden Schaltelements und

[0018] [Fig. 3](#) Widerstand und magnetische Feldstärke der Komponenten eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Strombegrenzungseinrichtung in Abhängigkeit von der Temperatur.

[0019] Eine Strombegrenzungseinrichtung **11** weist zwei Anschlüsselemente **12** auf, mit denen diese in ein elektrisches Netz eingebunden werden kann. Die Strombegrenzungseinrichtung **11** besteht im Wesentlichen aus einem supraleitenden Schaltelement **13** und einem Bypasselement **14**, welches parallel zum Schaltelement **13** angeordnet ist. Das Schaltelement **13** ist in einem Kryostaten **15** untergebracht, welcher zu diesem Zweck einen mit flüssigem Stickstoff als Kühlmittel **16** gefüllten Isolierbehälter **17** aufweist. Ein Kühlkopf **18** führt die Wärme aus dem Isolierbehälter ab. Weiterhin sind an dem Isolierbehälter **17** Leitungszuführungen **19** vorgesehen, welche eine elektrische Kontaktierung des Schaltelementes **13** mit den außerhalb des Isolierbehälters **17** liegenden Anschlüsselementen **12** erlauben.

[0020] Das supraleitende Schaltelement **13** ist in [Fig. 2](#) im Schnitt dargestellt. Es besteht aus einem Schichtverbund, wobei eine supraleitende Schicht **20** (beispielsweise YBCO) auf einem Kommutierungsleiter **21** durch Beschichten hergestellt wird. Auf der supraleitenden Schicht **20** ist weiterhin eine thermische Isolationsschicht **22** beispielsweise aus Kunststoff aufgebracht. Zwischen der supraleitenden Schicht **20** und der Kommutierungsschicht **21** können weiter für die Herstellung der supraleitenden Schicht **20** wichtige Schichten, z. B. eine Pufferschicht vorgesehen werden (nicht näher dargestellt).

[0021] Der [Fig. 3](#) kann entnommen werden, in welchen Phasenzuständen sich das supraleitende Schaltelement befinden kann. Die Shubnikov-Phase **23**, in der das supraleitende Schaltelement im Flux-Flow-Bereich betrieben werden kann, ist schraffiert dargestellt. Jeweils links davon liegt die supraleitende Phase **24**, in der das Schaltelement einen vernachlässigbar geringen elektrischen Widerstand aufweist; rechts davon liegt der normalleitende Bereich **25**, in dem sich das Schaltelement wie ein ohmscher Widerstand verhält. Im normalleitenden Bereich **25** soll das erfindungsgemäße Schaltelement nicht betrieben werden.

[0022] In dem oberen der Diagramme zeigt sich, dass das Vorliegen der Shubnikov-Phase **23** sowohl von der Temperatur  $T$  als auch von der in dem Schaltelement vorliegenden magnetischen Feldstärke  $H$  abhängig ist. Oberhalb einer kritischen Feldstärke  $H_c$

und einer kritischen Temperatur  $T_c$  liegt der Supraleiter immer in der normalleitenden Phase **25** vor. Unterhalb von  $T_c$  und  $H_c$  gilt die Beziehung, dass bei steigender magnetischer Feldstärke die kritische Temperatur  $T_{c(H)}$  bzw. bei steigender Temperatur die kritische magnetische Feldstärke  $H_{c(T)}$  entsprechend verringert wird.

[0023] Im unteren der Diagramme ist der Widerstandsverlauf der Komponenten der Strombegrenzungseinrichtung in Abhängigkeit von der Temperatur dargestellt. Der Nennbetrieb der Strombegrenzungseinrichtung erfolgt bei  $T_N$ , wobei bei dieser Temperatur gerade noch nicht die Shubnikov-Phase vorliegt, so dass das Schaltelement im supraleitenden Bereich betrieben wird. Der elektrische Widerstand des Schaltelementes ist vernachlässigbar gering, so dass der Strom komplett über das Schaltelement geführt ist und der Kommutierungsleiter bzw. das Bypasselement mit ihren um Größenordnungen höheren elektrischen Widerständen fasst stromlos sind.

[0024] Im Strombegrenzungsfall (Netzfehler wie z. B. Kurzschluss) steigt der geführte Strom sprunghaft an, wodurch im Supraleiter eine Induktion erzeugt wird. Dadurch gerät das Schaltelement an den Anfang des Flux-Flow-Bereiches und erfährt eine sprunghafte Erhöhung des Widerstandes. Damit geht ein Teil des Kurzschlussstromes in den Bypass und insbesondere auch in den Kommutierungsleiter über, wobei deren Widerstandswerte bei  $T_N$ , der Temperatur im Normalbetrieb genügend gering sein müssen, damit diese einen nennenswerten Teil des Kurzschlussstromes übernehmen. Durch den Strom im Kommutierungsleiter steigt auch dessen magnetische Induktion, die wiederum den Widerstand in dem Schaltelement erhöht, wobei der Flux-Flow-Bereich jedoch nicht verlassen werden darf (vgl. obere Grafik).

[0025] Bei dem beschriebenen Vorgang erwärmt sich das Schaltelement, wobei die Temperaturerhöhung gleichzeitig zu einer verstärkten Wärmeabgabe an das Kühlmittel des Kryostaten verbunden ist. Die Kühlleistung des Kryostaten reicht aus, damit sich während des Strombegrenzungsfalles bei der Temperatur  $T_s$  ein stationärer Zustand einstellt, bei dem die im Schaltelement erzeugte Wärme mit der an das Kühlmittel abgeführten Wärme im Gleichgewicht steht. Damit wird eine Erwärmung des Schaltelementes über  $T_s$  hinaus verhindert, so dass ein genügender Sicherheitsabstand zur kritischen Temperatur  $T_c$  eingehalten und das damit verbundene Quenchen des Supraleiters wirksam verhindert wird.

[0026] Der unteren Grafik in [Fig. 3](#) ist weiterhin zu entnehmen, dass die Widerstandserhöhung des Schaltelementes im Flux-Flow-Bereich wesentlich geringer ausfällt als die mit dem Quenchen des Sup-

raleiters verbundene Widerstandserhöhung. Daher muss das erfindungsgemäße supraleitende Schaltelement in einer entsprechenden, den für die Strombegrenzung geforderten Widerstand erzeugenden Länge vorgesehen werden. Weiterhin ist zu erkennen, dass die Widerstandserhöhung im Flux-Flow-Bereich auch von der Stromdichte  $J$  im Schaltelement abhängig ist. So ist die Widerstandsänderung bei der Stromdichte im Normalbetrieb  $J_N$  kleiner als bei der Stromdichte im Strombegrenzungsfall  $J_S$ , die sich aus dem geforderten Kurzschlussstrom unter Berücksichtigung der auf das Bypasselement (Kurve **27**) und den Kommutierungsleiter (Kurve **28**) entfallenden Stromanteile ergibt. Die Verteilung hängt von dem Verhältnis der Widerstände der Komponenten der Strombegrenzungseinrichtung bei der Temperatur im Strombegrenzungsfall  $T_S$  ab, die sich in der unteren Grafik der [Fig. 3](#) direkt ablesen lassen. Der Widerstand des Bypasselementes (Kurve **27**) ist nicht von der Temperatur im Kryostaten abhängig, da das Bypasselement außerhalb des Kryostaten angeordnet ist. Der Widerstand des Kommutierungsleiters (Kurve **28**) weist einen für Normalleiter typischen, temperaturabhängigen Verlauf auf, wobei für den Kommutierungsleiter ein Material gewählt wird, das bei  $T_S$  einen verhältnismäßig geringen Widerstand aufweist, welcher in der Nähe des Widerstandes des Schaltelementes bei  $T_S$  liegt. Hierdurch kann eine Reduzierung der Stromdichte im Schaltelement im Strombegrenzungsfall erreicht werden.

### Patentansprüche

1. Elektrische Strombegrenzungseinrichtung mit einem in einem Kryostaten (**15**) angeordneten supraleitenden Schaltelement (**13**), **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schaltelement (**13**) derart dimensioniert ist, dass es im Strombegrenzungsfall bei Erreichen des geforderten Kurzschlussreststromes der Strombegrenzungseinrichtung in der Shubnikov-Phase vorliegt.

2. Strombegrenzungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlleistung des Kryostaten derart dimensioniert ist, dass das Schaltelement während der gesamten Strombegrenzungszeit in einem Temperaturbereich gehalten werden kann, in dem dieser in der Shubnikov-Phase vorliegt.

3. Strombegrenzungseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Schaltelement mit einer thermischen Isolationsschicht versehen ist.

4. Strombegrenzungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Schaltelement (**13**) einen Kommutierungsleiter (**21**) trägt, der parallel zum Schaltelement (**13**) verläuft.

5. Strombegrenzungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kommutierungsleiter (**21**) aus einem Metall oder einer Metalllegierung mit positiver magnetischer Suszeptibilität gebildet ist.

6. Strombegrenzungseinrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Schaltelement (**21**) spiralförmig im Kryostaten (**15**) verläuft.

7. Strombegrenzungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in Parallelschaltung zum Schaltelement ein Bypasselement (**14**) angeordnet ist.

8. Strombegrenzungseinrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass sich das Bypasselement (**14**) außerhalb des Kryostaten (**15**) befindet.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

FIG 1

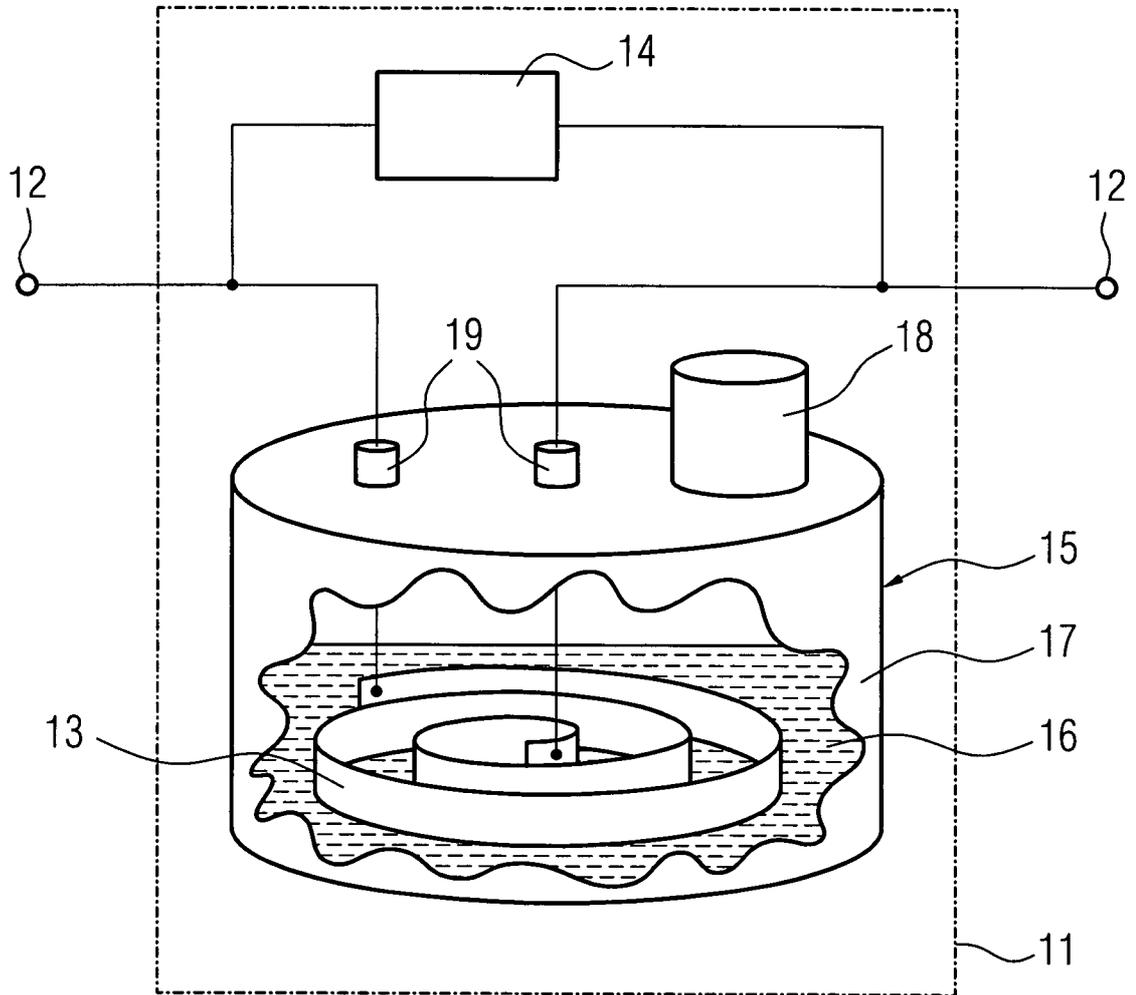


FIG 2

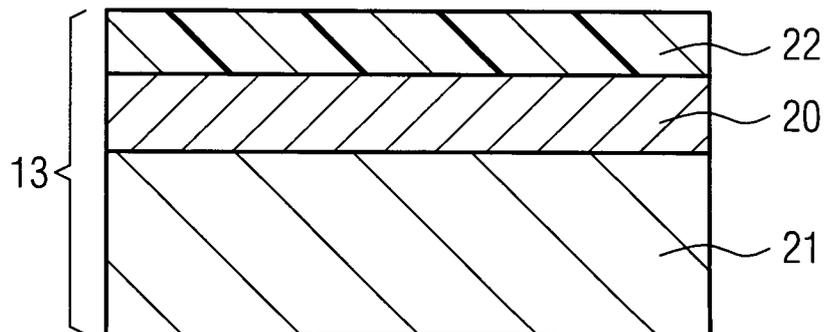


FIG 3

