

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 789 368 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
17.05.2000 Patentblatt 2000/20

(51) Int Cl.7: **H01F 6/06**

(21) Anmeldenummer: **97101229.9**

(22) Anmeldetag: **27.01.1997**

(54) **Anlage der Supraleitungstechnik mit einer indirekt zu kühlenden supraleitenden Einrichtung und einer Stromzuführungsvorrichtung**

Superconducting installation with a superconducting device to be cooled indirectly and with a current supply system

Installation supraconductrice avec un dispositif supraconducteur à refroidir indirectement et un système d'amenée de courant

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **09.02.1996 DE 19604805**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.08.1997 Patentblatt 1997/33

(73) Patentinhaber: **SIEMENS
AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

(72) Erfinder: **Steinmeyer, Florian, Dr.
91074 Herzogenaurach (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**DE-A- 3 427 601 US-A- 3 644 803
US-A- 5 302 928 US-A- 5 317 296**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 065 (E-388), 14.März 1986 & JP 60 216592 A (TOSHIBA KK), 30.Oktober 1985,**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 789 368 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Anlage der Supraleitungstechnik mit

- a) einer supraleitenden Einrichtung, die sich in einem evakuierbaren Innenraum eines Vakuumgehäuses befindet,
- b) eine die supraleitende Einrichtung indirekt kühlende Kältemaschine, die in den Innenraum des Vakuumgehäuses hineinragt und mit ihrem tieftemperaturseitigen Ende gut wärmeleitend mit der supraleitenden Einrichtung verbunden ist,

sowie

- c) einer zwischen Raumtemperatur und Tieftemperatur verlaufenden Stromzuführungsvorrichtung zur elektrischen Verbindung der supraleitenden Einrichtung mit einer externen Stromversorgungseinrichtung.
- Eine entsprechende Anlage geht aus der US 5 317 296 A hervor.

[0002] Eine indirekte Kühlung von supraleitenden Einrichtungen erlaubt den Bau verhältnismäßig kleinvolumiger, kältemittelfreier Kryostate ohne Kühlmittelbehälter und macht zudem den Anwender unabhängig vom Nachschub einer Kryoflüssigkeit. Die erforderliche Kälteleistung läßt sich von einer im allgemeinen mehrstufig ausgebildeten Kältemaschine aufbringen, z.B. von einem Kryokühler, der häufig nach dem sogenannten Gifford-McMahon-Prinzip arbeitet. Bei einem entsprechenden Kryokühler können eine erste Stufe bei ca. 60 K mit typischerweise 30 W und eine zweite Stufe bei 10 K mit 1 W thermischer Leistung belastet werden. Ein besonderes Kältemittelreservoir steht dabei nicht zur Verfügung. Die kalte thermische Masse des Kryostaten wird im wesentlichen von der zu kühlenden supraleitenden Einrichtung gebildet, deren Wärmekapazität nur dann einen Puffer gegen zeitweise erhöhte Wärmeverluste bildet, wenn man eine Verminderung des kritischen Magnetfeldes des verwendeten Supraleitermaterials in Kauf nimmt. Eine solche indirekte Kühlung läßt sich vorteilhaft insbesondere für supraleitende Magnet-einrichtungen vorsehen, wie sie insbesondere auf dem Gebiet der medizinischen Diagnostik zur Kernspintomographie (auch als "Nuclear Magnetic Resonance" oder "Magnetic Resonance Imaging" bezeichnet) eingesetzt werden. Eine entsprechende Kühltechnik kann jedoch auch für andere supraleitende Einrichtungen vorgesehen werden.

[0003] Für eine Stromeinspeisung in eine supraleitende Einrichtung mit ihren tiefgeköhlten Supraleitern werden Stromzuführungsvorrichtungen benötigt, über die ein elektrischer Strom diesen Leitern von einer auf einem höheren Temperaturniveau, beispielsweise auf Raumtemperatur, befindlichen Stromversorgungseinheit zugeführt wird. Die Stromzuführungsvorrichtung weist deshalb elektrische Leiterteile, die zwischen einem Raumtemperatur-Bereich und den von der Kälte-

maschine auf einer Tieftemperatur unterhalb der Sprungtemperatur des supraleitenden Materials gehaltenen Supraleitern der supraleitenden Einrichtung verlaufen. Über diese auch thermisch gut leitenden Leiterteile der Stromzuführungsvorrichtung ist eine erhebliche Wärmeeinleitung in den Tieftemperaturbereich möglich. Die entsprechenden Wärmelecks machen einen wesentlichen Anteil der von der Kältemaschine aufzubringenden Kälteleistung erforderlich. So belasten z. B. herkömmliche Stromzuführungsvorrichtungen mit optimierten metallischen Leitern für einen Arbeitsstrom von 200 A, wie er typisch für Magneteinrichtungen der Kernspintomographie ist, allein durch Wärmeeinleitung ohne die noch hinzukommenden Joule'schen Verluste die erste Stufe eines bekannten zweistufigen Kryokühlers mit ca. 8 W, während die zweite Stufe noch mit 0,9 W belastet wird. Das Wärmeleck dieser zweiten Stufe kann noch um eine Größenordnung gesenkt werden, wenn in an sich bekannter Weise z.B. gemäß der eingangs genannten US-A-Schrift die Stromzuführungsvorrichtung mindestens zwei Leitungsabschnitte besitzt, wobei der tieftemperaturseitige Abschnitt Teile aus einem metalloxidischen Supraleitermaterial mit einer hohen Sprungtemperatur, sogenanntes HTS-Material aufweist.

[0004] Da eine entsprechende Stromzuführungsvorrichtung während der Abkühlphase einer supraleitenden Einrichtung nicht erforderlich ist, kann ein elektrischer Trennschalter vorgesehen werden, der im geöffneten Zustand eine Wärmeeinleitung in den Tieftemperaturbereich während der entsprechenden Abkühlphase zu vermindern gestattet. Ein derartiger Trennschalter ist insbesondere dann von Vorteil, wenn eine supraleitende Magneteinrichtung im Betriebsfalle mittels eines Dauerstromschalters kurzgeschlossen werden kann. Dann läßt sich nämlich auch die Wärmeeinleitung über die Stromzuführungsvorrichtung während dieser Betriebsphase entsprechend vermindern.

[0005] Bei der aus der eingangs genannten US-A-Schrift zu entnehmenden Stromzuführungsvorrichtung liegt ein mit Leitungsabschnitten einer Stromzuführungsvorrichtung permanent verbundenes Kontaktstück eines thermischen Trennschalters im evakuierten Innenraum des Vakuumgehäuses eines Kryostaten zwischen einem raumtemperaturseitigen Leitungsabschnitt und einem tieftemperaturseitigen Leitungsabschnitt. Dieses thermische Kontaktstück kann auf ein Zwischentemperaturniveau gelegt werden, das von der ersten Kältestufe einer Kältemaschine auf etwa 60 K gehalten wird. Damit werden auch im geöffneten Zustand dieses Trennschalters noch erhebliche Wärmemengen über den raumtemperaturseitigen Leitungsabschnitt der Stromzuführungsvorrichtung in den Innenraum des Vakuumgehäuses eingeleitet, so daß eine entsprechende Kälteleistung zur Abführung dieser Wärmemengen erforderlich ist.

[0006] Aus der US 3 644 803 geht eine Stromzuführungsvorrichtung für eine tiefzukühlende Einrichtung,

insbesondere einen Feldeffekttransistor hervor. Die Stromzuführungsvorrichtung enthält dabei einen raumtemperaturseitigen, plattenförmigen Leitungsabschnitt, der in einen Vakuumraum hineinragt. Ein weiterer plattenförmiger, tieftemperaturseitiger Leitungsabschnitt dieser Stromzuführungsvorrichtung soll von diesem Vakuumraum aus in einen von ihm umschlossenen Tieftemperaturbereich mit dem Feldeffekttransistor führen. Zwischen den beiden plattenförmigen Leitungsabschnitten ist im Bereich des Vakuumraums eine permanente galvanische Trennung vorgesehen, wobei diese beiden Abschnitte einen Vakuumkondensator bilden sollen.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Anlage der Supraleitungstechnik mit den eingangs genannten Merkmalen dahingehend auszugestalten, daß die Wärmeeinleitung in den Innenraum des Vakuumgehäuses weiter vermindert ist.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Stromzuführungsvorrichtung einen elektrischen Trennschalter in dem Innenraum des Vakuumgehäuses aufweist, der sich mit seinen aneinanderfügbaren Kontaktstücken im Bereich des raumtemperaturseitigen Endes der Stromzuführungsvorrichtung befindet.

[0009] Mit dieser Ausgestaltung der Stromzuführung der erfindungsgemäßen Anlage der Supraleitungstechnik ergeben sich die folgenden Vorteile:

- Der Trennschalter muß weder elektrisch noch thermisch optimiert sein: Bei einer richtig dimensionierten Stromzuführungsvorrichtung muß praktisch keine Wärmeleistung über den Schaltkontakt transportiert werden; ohmsche Verluste an den Kontaktwiderständen fallen bei Raumtemperatur an und belasten damit die Kältemaschine praktisch nicht.
- Der Schaltvorgang kann im Warmen stattfinden. Der Schaltkontakt ist deshalb einfacher, zuverlässiger und verschleißarmer zu realisieren als ein auf einem Zwischentemperaturniveau von beispielsweise 60 K befindlicher Schaltkontakt.
- Es können herkömmliche, kommerziell vertriebene Trennschalter zum Einsatz kommen.
- Der abgetrennte Leitungsabschnitt der Stromzuführungsvorrichtung wird kalt im Gegensatz zu der bekannten Ausführungsform. Dadurch ergibt sich beim Einschalten des Trennschalters ein kleinerer "Wärmeschock" auf die Kältemaschine und das Kryosystem, wodurch bei verhältnismäßig knappen Kühlmittelreserven die supraleitende Einrichtung thermisch weniger belastet wird.
- Der Schaltmechanismus des Trennschalters erfordert keine besondere, sich in den kalten Bereich erstreckende Mechanik, die im geschlossenen Zustand des Schalters dauerhaft unter Last steht. Das damit verbundene Wärmeleck ist deshalb entsprechend verringert.

[0010] Besonders vorteilhaft ist es, wenn als supraleitende Einrichtung eine Magneteinrichtung vorgesehen ist, welche insbesondere im supraleitenden Betriebszustand kurzgeschlossen ist. Dann läßt sich auch in diesem Betriebszustand eine Wärmezufuhr in den Tieftemperaturbereich weitgehend unterbinden.

[0011] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Anlage gehen aus den übrigen Unteransprüchen hervor.

[0012] Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird nachfolgend auf die Zeichnung Bezug genommen, in deren Figur schematisch ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Anlage der Supraleitungstechnik veranschaulicht ist.

[0013] Die in der Figur im Schnitt angedeutete, allgemein mit 2 bezeichnete, erfindungsgemäße Anlage der Supraleitungstechnik enthält ein Vakuumgehäuse- oder Gefäß 3, in dessen evakuiertem Innenraum 4 sich eine zu kühlende supraleitende Einrichtung 5 befindet. Prinzipiell kann als supraleitende Einrichtung jede Apparatur der Supraleitungstechnik vorgesehen sein, die zu kühlendes supraleitendes Material aufweist. Bei ihrem supraleitenden Material kann es sich um sogenanntes "klassisches" (metallisches) Supraleitermaterial mit Sprungtemperaturen unter 20 K oder um oxidkeramisches Supraleitermaterial mit vergleichsweise höheren Sprungtemperaturen, beispielsweise über 77 K, handeln. Beispiele entsprechender supraleitender Einrichtungen sind elektrische oder magnetische Apparaturen oder Einrichtungen zu einer Kurzschlußstrombegrenzung, zu einem Stromtransport oder zu einer Spannungstransformation. Bei einer entsprechenden Magneteinrichtung kann es sich insbesondere um mindestens eine supraleitende Spule einer Diagnostikanlage zur Kernspintomographie handeln. Eine derartige Magneteinrichtung ist nachfolgend für das Ausführungsbeispiel zugrundegelegt. Die Magneteinrichtung 5 kann vorzugsweise im supraleitenden Betriebszustand in an sich bekannter Weise mittels eines Dauerstromschalters (vgl. z.B. DE 27 07 589 C) kurzgeschlossen sein.

[0014] Die Magneteinrichtung 5 wird indirekt von einer Kältemaschine 6 gekühlt. Bei dieser Kühlungsart erfolgt im Gegensatz zu einer Badkühlung oder einer forcierten Kühlung kein direkter Wärmeaustausch zwischen einem Kühlmittel und den supraleitenden Teilen der Magneteinrichtung. Die gezeigte Kältemaschine 6 kann mehrere Kältestufen, beispielsweise zwei Kältestufen 7 und 8 aufweisen. Vorteilhaft handelt es sich bei der Kältemaschine 6 um einen sogenannten Kryokühler vom Gifford-McMahon-Typ. Ebenso sind auch andere, ein- oder mehrstufige Kältemaschinentypen einsetzbar. Die Kältemaschine 6 setzt sich aus einem in einem Raumtemperaturbereich RT befindlichen, somit raumtemperaturseitigen Maschinenabschnitt 6a und einem die beiden Kältestufen 7 und 8 umfassenden, sich bis in einen Tieftemperaturbereich TT erstreckenden, somit tieftemperaturseitigen Maschinenabschnitt 6b zusammen. Der tieftemperaturseitige Abschnitt 6b ragt

dabei vakuumdicht durch eine Öffnung 10 des Vakuumgehäuses 3 in dessen auf einen Restdruck p eines Isoliervakuum evakuierten Innenraum 4 hinein. An dem tieftemperaturseitigen Ende der zweiten Kältestufe 8 ist der Abschnitt 6b thermisch an die zu kühlende Magnet-einrichtung 5 angekoppelt.

[0015] Die Anlage 2 umfaßt ferner eine erfindungsgemäß gestaltete, allgemein mit 12 bezeichnete Stromzuführungsvorrichtung. Nicht näher ausgeführte Teile dieser Vorrichtung sind an sich bekannt, so daß auf ihre Darstellung verzichtet werden kann. Die Vorrichtung 12 weist im evakuierten Innenraum 4 des Vakuumgehäuses 3 vorteilhaft einen raumtemperaturseitigen Leitungsabschnitt 12a und einen tieftemperaturseitigen Leitungsabschnitt 12b auf. Selbstverständlich kann noch eine Unterteilung der Stromzuführung in weitere Leitungsabschnitte vorgesehen sein. Ein Verbindungsglied (13) zur elektrischen Verbindung dieser beiden Leitungsabschnitte kann vorteilhaft thermisch an die beispielsweise auf etwa 60 K befindliche erste Kältestufe 7 der Kältemaschine 6 angekoppelt sein. Zu einer galvanischen Trennung dieses Verbindungsgliedes 13 gegenüber dem elektrischen Potential der Kältestufe 7 ist zwischen diesen Teile eine elektrische Isolation 14 vorgesehen, welche einen Wärmeaustausch zumindest weitgehend zuläßt.

[0016] Der tieftemperaturseitige Leitungsabschnitt 12b der Stromzuführungsvorrichtung 12 kann im Falle, daß die Magneteinrichtung klassisches Supraleitermaterial besitzt, das auf einer Temperatur unterhalb von 20 K zu halten ist, vorteilhaft Teile aus einem metalloxidischen Supraleitermaterial aufweisen, dessen Sprungtemperatur insbesondere bei mindestens 77 K oder höher liegt. Entsprechende HTS-Materialien sind beispielsweise spezielle Bi- oder Y-Cuprate.

[0017] Der raumtemperaturseitige Leitungsabschnitt 12a der Stromzuführungsvorrichtung 12, der zweckmäßig hinsichtlich der thermischen Verluste in an sich bekannter Weise optimiert ist, ist durch eine Öffnung 15 eines Strahlungsschildes 16 hindurchgeführt, der thermisch mit der ersten Kältestufe 7 der Kältemaschine 6 verbunden ist. Dieser Leitungsabschnitt endet im Raum zwischen dem Strahlungsschild und der auf Raumtemperatur befindlichen Wand des Vakuumgehäuses 3 in einem ersten Kontaktstück 17a eines Trennschalters 17. Bei dem in der Figur im geöffneten Zustand gezeigten Trennschalter kann es sich um eine gebräuchliche Ausführungsform eines Schalters handeln. Der Schalter kann beispielsweise flache Kontaktstücke aufweisen, die z.B. unter Anwendung einer Federkraft aneinanderfügbar sind und von denen ein Kontaktstück ortsfest und das andere Kontaktstück beweglich ausgebildet ist. Vorteilhaft kann dabei das bewegliche Kontaktstück auf der immer wärmeren, nach außen führenden Seite der Stromzuführungsvorrichtung angeordnet sein. Dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist ein Trennschalter 17 mit Steckkontakten zugrundegelegt. Sein erstes Kontaktstück 17a ist deshalb als Kontaktstift gestaltet, auf den

zum Schließen des Trennschalters ein zweites Kontaktstück 17b in Form einer Kontaktbuchse oder eines Kontaktschuhs aufgesteckt wird. Beispielsweise ist das erste Kontaktstück ortsfest und isoliert über eine Halterung 18 an der Wand des Vakuumgehäuses 3 befestigt, wobei es sich innerhalb des Vakuumgehäuses befinden kann. Das zweite Kontaktstück 17b ist dann beweglich ausgeführt, wobei die Bewegungsrichtungen durch einen Doppelpfeil b angedeutet sind. Das zweite Kontaktstück erstreckt sich durch eine Öffnung 19 des Vakuumgehäuses 3. Zur Abdichtung des Vakuumgehäuses an dieser Öffnung ist ein Dehnungsbalg 20 vorgesehen, der an seinem der Öffnung 19 gegenüberliegenden Ende mit einem Deckelteil 21 abgeschlossen ist. Durch diesen Deckelteil ist ein mit dem zweiten Kontaktstück 17b verbundener Anschlußteil 12c der Stromzuführungsvorrichtung hindurchgeführt. Zur galvanischen Trennung des zweiten Kontaktstückes und des Anschlußteils gegenüber dem Potential des Vakuumgehäuses ist beispielsweise der Deckelteil 21 oder der Balg 20 zumindest teilweise isolierend ausgeführt. Mit dem Anschlußteil 12c ist eine in der Figur nicht näher ausgeführte externe Stromversorgungseinrichtung 22 verbunden.

[0018] Das Öffnen des Trennschalters 17 findet zwangsläufig im warmen Zustand statt. Bei seinem Schließen kann gegebenenfalls sein kälteres, mit dem Leitungsabschnitt 12a verbundenes Kontaktstück 17a mittels einer besonderen Heizvorrichtung erwärmt werden, um so bereits vor der Berührung mit dem wärmeren Kontaktstück 17b auf dessen Temperaturniveau zumindest annähernd angehoben zu werden.

[0019] Selbstverständlich sind statt des in der Figur gezeigten Trennschalters 17 auch andere bekannte Ausführungsformen von Schaltern einsetzbar. Dies ist insbesondere dadurch ermöglicht, daß eine elektrische Trennung der Stromleitungen praktisch bei Raumtemperatur erfolgt, also oberhalb der sich durch die kälteren Bereiche des Vakuumraumes 4 erstreckenden Leitungsabschnitte der Stromzuführung. Dadurch läßt sich nicht nur die Abkühlzeit verkürzen; sondern es läßt sich auch der Betriebsstrom der supraleitenden Einrichtung aufgrund einer niedrigeren Endtemperatur erhöhen bzw. eine höhere Sicherheitsmarge erreichen. Dies ist im Hinblick auf eine im Laufe einer längeren Betriebszeit einer Kältemaschine nachlassende Kälteleistung ein besonders wichtiger Punkt. Darüber hinaus kann bei Systemen mit zwei Kältemaschinen im Reparaturfall ein Gerät abgeschaltet und ausgebaut werden, ohne daß der Betrieb unterbrochen werden muß.

Patentansprüche

1. Anlage (2) der Supraleitungstechnik mit

a) einer supraleitenden Einrichtung (5), die sich in einem evakuierbaren Innenraum (4) eines

Vakuumgehäuses (3) befindet,
b) einer die supraleitende Einrichtung (5) indirekt kühlenden Kältemaschine (6), die in den Innenraum (4) des Vakuumgehäuses (3) hineinragt und mit ihrem tieftemperaturseitigen Ende (8) gut wärmeleitend mit der supraleitenden Einrichtung (5) verbunden ist,

sowie

c) einer zwischen Raumtemperatur (RT) und Tieftemperatur (TT) verlaufenden Stromzuführungsvorrichtung (12) zur elektrischen Verbindung der supraleitenden Einrichtung (5) mit einer externen Stromversorgungseinrichtung (22),
dadurch gekennzeichnet, daß die Stromzuführungsvorrichtung (12) einen elektrischen Trennschalter (17) in dem Innenraum (4) des Vakuumgehäuses (3) aufweist, der sich mit seinen aneinanderfügbaren Kontaktstücken (17a, 17b) im Bereich des raumtemperaturseitigen Endes der Stromzuführungsvorrichtung (12) befindet.

2. Anlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die supraleitende Einrichtung (5) zu einer Magnetfelderzeugung oder zu einer Kurzschlußstrombegrenzung oder zu einer Spannungstransformation oder zu einer Stromübertragung vorgesehen ist.
3. Anlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die supraleitende Einrichtung eine Magneteinrichtung (5) ist, die im supraleitenden Betriebszustand kurzgeschlossen ist.
4. Anlage nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß ihre supraleitende Magneteinrichtung (5) Teil eines Gerätesystems zur Kernspintographie ist.
5. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kontaktstücke des Trennschalters (17) als ein raumtemperaturseitiges und ein tieftemperaturseitiges Kontaktstück (17b bzw. 17a) gestaltet sind, die über jeweilige Haltevorrichtungen (18 bzw. 20) von dem Vakuumgehäuse (3) gehalten sind.
6. Anlage nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß eines der Kontaktstücke (17b) des Trennschalters (17) beweglich ausgeführt ist und die zugeordnete Haltevorrichtung als Dehnungsbalg (20) gestaltet ist.
7. Anlage nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß das tieftemperaturseitige Kontaktstück (17a) mit einer Heizvorrichtung versehen ist.
8. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch**

gekennzeichnet, daß der Trennschalter (17) als Steckvorrichtung gestaltet ist.

9. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Stromzuführungsvorrichtung (12) in dem Innenraum (4) des Vakuumgehäuses (3) mindestens einen raumtemperaturseitigen und einen tieftemperaturseitigen Leitungsabschnitt (12a, 12b) besitzt, wobei der tieftemperaturseitige Leitungsabschnitt (12b) an die als eine Magneteinrichtung (5) gestaltete supraleitende Einrichtung angeschlossen ist.
10. Anlage nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein elektrisches Verbindungsglied (13) zwischen den beiden Leitungsabschnitten (12a, 12b) der Stromzuführungsvorrichtung (12) von der Kältemaschine (6) auf einem Zwischentemperaturniveau zwischen Raumtemperatur (RT) und Tieftemperatur (TT) gehalten ist.
11. Anlage nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß das elektrische Verbindungsglied (13) thermisch an eine Kältestufe (7) der Kältemaschine (6) angekoppelt ist, die sich auf dem Zwischentemperaturniveau befindet.
12. Anlage nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß der tieftemperaturseitige Leitungsabschnitt (12b) der Stromzuführungsvorrichtung (12) Teile aus einem metalloxidischen Supraleitermaterial mit einer Sprungtemperatur von mindestens 77 K enthält.
13. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kältemaschine (6) mehrstufig gestaltet ist, wobei eine der Kältestufen (7) thermisch mit einem Strahlungsschild (16) verbunden ist, der sich im Innenraum (4) des Vakuumgehäuses (3) zwischen einer raumtemperaturseitigen Vakuumgehäusewand und der als eine Magneteinrichtung (5) gestalteten supraleitenden Einrichtung befindet.
14. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kältemaschine (6) ein Kryokühler vom Gifford-McMahon-Typ ist.

Claims

1. System (2) of superconducting technology having
 - a) a superconducting device (5) which is located in an interior (4) of a vacuum housing (3) which can be evacuated,
 - b) a refrigeration machine (6) cooling the superconducting device (5) indirectly, which re-

frigeration machine projects into the interior (4) of the vacuum housing (3) and is connected by its low-temperature end (8) to the superconducting device (5) in a manner in which heat is conducted well,

and

c) a lead-in device (12) running between ambient temperature (RT) and low temperature (TT) for the electrical connection of the superconducting device (5) with an external power supply device (22), characterized in that the lead-in device (12) has an electrical disconnecting switch (17) in the interior (4) of the vacuum housing (3), the contact pieces (17a, 17b) of which disconnecting switch, which can be joined to each other, are located in the area of the end of the lead-in device (12) on the ambient-temperature side.

2. System according to claim 1, characterized in that the superconducting device (5) is provided for magnetic field generation or for short-circuit current limiting or for voltage transformation or for current transfer.

3. System according to claim 1 or 2, characterized in that the superconducting device is a magnetic device (5) which is short-circuited in the superconducting operating state.

4. System according to claim 2 or 3, characterized in that its superconducting magnetic device (5) is part of a device system for nuclear spin tomography.

5. System according to one of claims 1 to 4, characterized in that the contact pieces of the disconnecting switch (17) are designed as a contact piece (17b) on the ambient-temperature side and a contact piece (17a) on the low-temperature side, which are supported by way of respective holding devices (18 and 20) by the vacuum housing (3).

6. System according to claim 5, characterized in that one of the contact pieces (17b) of the disconnecting switch (17) is designed to be movable and the allocated holding device is formed as expansion bellows (20).

7. System according to claim 5 or 6, characterized in that the contact piece (17a) on the low-temperature side is provided with a heating device.

8. System according to one of claims 1 to 7, characterized in that the disconnecting switch (17) is designed as a plug device.

9. System according to one of claims 1 to 8, charac-

terized in that the lead-in device (12) in the interior (4) of the vacuum housing (3) has at least one line section (12a) on the ambient-temperature side and one line section (12b) on the low-temperature side, with the line section (12b) on the low-temperature side being connected to the superconducting device which is designed as a magnetic device (5).

10. System according to claim 9, characterized in that an electrical connection element (13) between the two line sections (12a, 12b) of the lead-in device (12) is kept by the refrigeration machine (6) at an intermediate temperature level between ambient temperature (RT) and low temperature (TT).

11. System according to claim 10, characterized in that the electrical connection element (13) is thermally coupled to a refrigeration stage (7) of the refrigeration machine (6) which is at the intermediate temperature level.

12. System according to one of claims 9 to 11, characterized in that the line section (12b) of the lead-in device (12), which line section (12b) is on the low-temperature side, contains parts of a metal-oxide superconductor material with a critical temperature of at least 77 K.

13. System according to one of claims 1 to 12, characterized in that the refrigeration machine (6) is designed to be multi-stage, whereby one of the refrigeration stages (7) is thermally connected to a radiation shield (16) which is located in the interior (4) of the vacuum housing (3) between a vacuum housing wall on the ambient-temperature side and the superconducting device designed as a magnetic device (5).

14. System according to one of claims 1 to 13, characterized in that the refrigeration machine (6) is a cryogenic cooler of the Gifford-McMahon type.

Revendications

1. Installation supraconductrice (2), comprenant:

- a) un dispositif supraconducteur (5) qui se trouve dans un espace intérieur (4), apte à être placé sous vide, d'un boîtier sous vide (3),
- b) une machine frigorifique (6) refroidissant indirectement le dispositif supraconducteur (5), débordant dans l'espace intérieur (4) du boîtier sous vide (3), et reliée de manière thermique bien conductrice par son extrémité (8) située du côté des basses températures au dispositif supraconducteur (5),

ainsi que

c) un dispositif (12) d'amenée de courant s'étendant entre la température ambiante (RT) et la basse température (TT), pour le raccordement électrique du dispositif supraconducteur (5) à un dispositif externe (22) d'alimentation en courant, caractérisée en ce que le dispositif (12) d'amenée de courant présente un commutateur de séparation électrique (17) dans l'espace intérieur (4) du boîtier sous vide (3), dont les pièces de contact (17 a, 17b) aptes à être reliées l'une à l'autre sont situées dans la région de l'extrémité, située du côté des températures ambiantes, du dispositif (12) d'amenée de courant.

2. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que le dispositif supraconducteur (5) est prévu pour la création d'un champ magnétique, pour limiter un courant de court-circuit, pour une transformation de tension ou pour un transfert de courant.

3. Installation selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que le dispositif supraconducteur est un dispositif à aimant (5) qui est mis en court-circuit lorsqu'il est dans l'état de fonctionnement supraconducteur.

4. Installation selon la revendication 2 ou 3, caractérisée en ce que son dispositif à aimant supraconducteur (5) fait partie d'un appareil de tomographie à spin de noyaux.

5. Installation selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que les pièces de contact du commutateur de séparation (17) sont configurées comme pièce de contact située du côté des températures ambiantes et pièce de contact située du côté des basses températures (17b, resp. 17a), qui sont maintenues sur le boîtier sous vide (3) par des dispositifs de retenue correspondants (18, resp. 20).

6. Installation selon la revendication 5, caractérisée en ce que l'une des pièces de contact (17b) du commutateur de séparation (17) est réalisée de manière à être mobile et le dispositif de retenue associé est configuré comme soufflet expansible (20).

7. Installation selon la revendication 5 ou 6, caractérisée en ce que la pièce de contact (17a) du côté des basses températures est dotée d'un dispositif de chauffage.

8. Installation selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que le dispositif de séparation (17) est configuré comme dispositif enfichable.

9. Installation selon l'une des revendications 1 à 8, ca-

ractérisée en ce que le dispositif (12) d'amenée de courant possède dans l'espace intérieur (4) du boîtier sous vide (3) au moins un tronçon conducteur situé du côté des températures ambiantes et un tronçon conducteur situé du côté des basses températures (12a, 12b), le tronçon conducteur (12b) situé du côté des basses températures étant raccordé au dispositif supraconducteur configuré comme dispositif à aimant (5).

10. Installation selon la revendication 9, caractérisée en ce qu'un organe de raccordement électrique (13) entre les deux tronçons conducteurs (12a, 12b) du dispositif (12) d'amenée de courant est maintenu par la machine frigorifique (6) à un niveau de température intermédiaire entre la température ambiante (RT) et la basse température (TT).

11. Installation selon la revendication 10, caractérisée en ce que l'organe de raccordement électrique (13) est thermiquement accouplé à un étage frigorifique (7) de la machine frigorifique (6), qui se trouve au niveau de température intermédiaire.

12. Installation selon l'une des revendications 9 à 11, caractérisée en ce que le tronçon conducteur (12b) du côté des basses températures du dispositif (12) d'amenée de courant contient des pièces en un matériau supraconducteur d'oxyde métallique présentant une température de changement brusque de conductivité d'au moins 77 K.

13. Installation selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisée en ce que la machine frigorifique (6) est configurée à plusieurs étages, l'un des étages frigorifiques (7) étant relié thermiquement à un écran de rayonnement (16) qui se trouve dans l'espace intérieur (4) du boîtier sous vide (3) entre une paroi du boîtier sous vide située du côté des températures ambiantes et le dispositif supraconducteur configuré comme dispositif à aimant (5).

14. Installation selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisée en ce que la machine frigorifique (6) est un refroidisseur cryogénique du type Gifford-McMahon.

