



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 24 500 B3** 2004.11.18

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 24 500.6**
(22) Anmeldetag: **26.05.2003**
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **18.11.2004**

(51) Int Cl.7: **H01H 1/12**
H01H 1/10, H01H 9/54

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

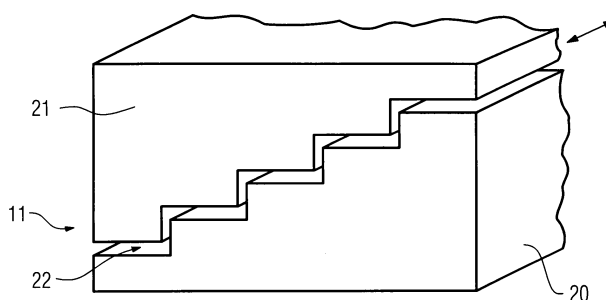
(72) Erfinder:
**Gromoll, Bernd, Dr., 91083 Baiersdorf, DE; Rieger,
Jürgen, Dr., 91058 Erlangen, DE; Schlosser,
Reinhard, Dr., 90427 Nürnberg, DE; Schmidt,
Heinz, 91096 Möhrendorf, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 41 36 395 C2
DE 35 45 789 C2
DE 29 01 892 C2
US 42 09 658 A
EP 07 89 368 A1

(54) Bezeichnung: **Geregelte kryogene Stromzuführung**

(57) Zusammenfassung: Um bei einer Vorrichtung (1) zum Zuführen eines elektrischen Stromes mit einem sich zwischen zwei Temperaturbereichen erstreckenden und zum Führen des Stromes eingerichteten Leiterabschnitt (10), der einen Stellbereich (11) mit wenigstens einem Festkontakt (21) sowie wenigstens einem diesbezüglich beweglich geführten Bewegkontakt (20) aufweist, und mit Antriebsmitteln (12) zum Erzeugen und Einleiten einer Antriebsbewegung für jeden Bewegkontakt (20) eine lastabhängige Stromzuführung und bei kleinen vorgegebenen Bauvolumina zu ermöglichen, wird vorgeschlagen, dass zwischen jedem Bewegkontakt (20) und jedem an diesem anliegenden Festkontakt (21) eine quer oder schräg zur Richtung des Stromes in dem Leiterabschnitt (10) verlaufende Kontaktfläche (22) ausgebildet ist, wobei jeder Bewegkontakt (20) entlang seiner Kontaktflächen (22) beweglich geführt ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Zuführen eines elektrischen Stromes mit einem sich zwischen zwei Temperaturbereichen erstreckenden und zum Führen des Stromes eingerichteten Leiterabschnitt, der einen Stellbereich mit wenigstens einem Festkontakt sowie wenigstens einem diesbezüglich beweglich geführten Bewegkontakt aufweist, und mit Antriebsmitteln zum Erzeugen und Einleiten einer Antriebsbewegung für jeden Bewegkontakt, wobei die Vorrichtung in einem Kryostaten angeordnet ist, der einen mit flüssigem Kühlmittel befüllten Kälteraum aufweist, und wobei sich der Leiterabschnitt zwischen dem Kälteraum und einer auf Raumtemperatur liegenden Außenwandung des Kryostaten erstreckt.

[0002] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum lastabhängigen Zuführen eines Stromes.

Stand der Technik

[0003] Eine solche Vorrichtung und ein solches Verfahren sind aus der US 4,209,658 A bereits bekannt. Die dort offenbarte Vorrichtung ist zur kryogenen Stromzuführung für einen tiefgekühlten Elektromagneten vorgesehen, wobei der Elektromagnet in einer mit flüssigem Helium befüllten Kältekammer eines Kryostaten angeordnet ist. Die Kältekammer ist über ein Vakuum gegenüber der Außenwandung des Kryostaten isoliert. Die vorbekannte Vorrichtung weist einen Leiterabschnitt auf, der sich zwischen einem auf Raumtemperatur befindlichen Endbereich und dem auf die Temperatur des flüssigen Heliums abgekühlten Elektromagneten erstreckt. Durch die Wärmeleitung des Leiterabschnitts parallel zur Stromrichtung treten thermische Verluste auf. Der ohmsche Widerstand des Leiterabschnitts sorgt darüber hinaus für elektrische Verluste. Zur Minimierung dieser Verluste wird die Länge des Leiterabschnitts in Abhängigkeit des über den Leiterabschnitt fließenden Stromes bei konstantem Querschnitt variiert. Zu diesem Zweck umfasst der Leiterabschnitt einen Stellbereich mit einer hohlzylindrisch ausgestalteten Verlängerungskammer. In die Verlängerungskammer ragt eine Kolbenstange hinein, deren freies Ende einen Kolben trägt, der mittels eines umfänglichen Kolbenringes von der Innenwandung der hohlzylindrischen Verlängerungskammer in Richtung des zugeführten Stromes dichtend geführt ist. Der Kolben unterteilt die Verlängerungskammer in eine obere Raumtemperaturkammer sowie eine untere Tieftemperaturkammer, wobei ein wässriges Kühlmittel durch die Raumtemperaturkammer geleitet wird. Die Tieftemperaturkammer kommuniziert über eine Einströmöffnung mit gasförmigem Helium des Kälteraums. Durch Verschieben des Kolbens in der Verlängerungskammer verändert sich die Lage des Raumtemperaturpunktes, der durch den Wärmekontakt des Kolbens mit

der Innenwandung der Verlängerungskammer bestimmt ist. Auf diese Weise ist die Länge des Leiterabschnitts abstimmbare. Der vorbekannten Vorrichtung haftet jedoch der Nachteil an, dass sie raumgreifend ist und nur umständlich in kompakten Bauräumen untergebracht werden kann.

[0004] Aus der EP 0 789 368 A1 ist eine Vorrichtung der Supraleitungstechnik bekannt, bei der Strom mittels einer Stromzuführung von einem auf Raumtemperatur befindlichen Leiter zu einer supraleitenden Einrichtung geführt ist, die in einem kryogenen Kühlmittel angeordnet ist. Um Wärmeverluste bei längeren Standzeiten zu vermeiden, ist ein Trennschalter vorgesehen, der eine aus einem Festkontakt sowie einem Bewegkontakt bestehende Kontaktanordnung aufweist. Der Bewegkontakt ist bezüglich des Festkontaktes in Richtung der Stromzuführung beweglich geführt und kann über das Einleiten einer Hubbewegung von dem Festkontakt getrennt werden. Auf diese Weise ist eine wärmeisolierende Trennstrecke zwischen den Kontakten der Kontaktanordnung bereitgestellt, so dass Wärmeverluste unterdrückt sind.

[0005] Die DE 35 45 789 C2 offenbart eine Schaltungsvorrichtung mit einem Fest- sowie einem Bewegkontakt, wobei der Bewegkontakt quer zur Hauptstromführungsrichtung beweglich geführt ist.

[0006] Die DE 29 01 892 C2 offenbart eine Stromzuführung, die mit einer Trennvorrichtung ausgerüstet ist. Zur Regelung der Wärmeübertragung zwischen einem ortsfesten in einem kryogenen Kühlmittel angeordneten Bauteil und einem bewegbaren Bauteil der Trennvorrichtung, das mit auf Raumtemperatur liegenden Bauteilen thermisch und elektrisch leitend verbunden ist, weisen die Bauteile der vorbekannten Stromzuführung eine bestimmte Geometrie sowie ein zweckmäßiges Masseverhältnis auf.

[0007] Die DE 41 36 395 offenbart einen Oxidsupraleiter, dessen Anschlussteile mit einem leitfähigen Material, beispielsweise aus der Gruppe Silber, Gold, Platin oder dergleichen dotiert ist.

Aufgabenstellung

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung sowie ein Verfahren der eingangs genannten Art bereit zu stellen, mit denen eine lastabhängige Stromzuführung auch bei geringen vorgegebenen Bauvolumina ermöglicht ist.

[0009] Die Erfindung löst diese Aufgabe dadurch, dass zwischen jedem Bewegkontakt und jedem an diesem anliegenden Festkontakt eine quer oder schräg zur Richtung des Stromes in dem Leiterabschnitt verlaufende Kontaktfläche ausgebildet ist, wobei jeder Bewegkontakt entlang seiner Kontaktflächen beweglich geführt ist.

[0010] Erfindungsgemäß ist eine Vorrichtung zum geregelten Zuführen eines Stromes mit einem Leiterabschnitt bereitgestellt, der sich über ein großes Temperaturintervall hinweg erstreckt, wobei jedoch die freien Enden des Leiterabschnittes, mit denen der Leiterabschnitt in Wärmekontakt mit den unterschiedlichen Temperaturbereichen ist, auch bei der Anpassung der Leitfähigkeit einen festen Abstand zueinander aufweist. Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann daher in einer Vakuumkammer eines Kryobehälters integriert werden, selbst wenn dieser einen nur geringen Bauraum für die Vorrichtung vorgibt. Dies wird durch eine Bewegung des Bewegkontaktstückes ermöglicht, die nicht parallel zur Stromrichtung in dem Leiterabschnitt ausgerichtet ist, sondern in einer Querrichtung oder zumindest schräg bezüglich des zugeführten Stroms verläuft. Die dazu notwendige Antriebsbewegung wird über Antriebsmittel, die im einfachsten Fall eine einfache Stange sowie einen von Hand bewegbaren Hebel umfassen, in jeden Bewegkontakt eingeleitet. Auf diese Weise ist die Größe der Kontaktfläche an die jeweils herrschenden Betriebsbedingungen anpassbar. Die Größe der Kontaktfläche ist jedoch mit der Wärme- und Stromleitfähigkeit verknüpft, so dass eine einfache, kompakte und an die jeweiligen Betriebsbedingungen anpassbare Vorrichtung bereitgestellt ist.

[0011] Abweichend zur Regelung von Hand wird die Antriebsbewegung durch Regelungsmittel selbsttätig geregelt, wobei ein Signalgeber zum Erfassen einer elektrischen Messgröße des Leiterabschnittes und eine mit dem Signalgeber verbundene Regelungseinheit, die zum Steuern der Antriebsmittel in Abhängigkeit der elektrischen Messgröße eingerichtet ist, vorgesehen sind.

[0012] Als elektrische Messgröße kommt beispielsweise der durch den Leiterabschnitt fließende Strom in Betracht. So kann der Signalgeber beispielsweise einen Stromwandler zur Erzeugung eines zum Primärstrom des Leiterabschnittes proportionalen Sekundärstromes aufweisen. Der von dem Stromwandler erzeugte Sekundärstrom wird anschließend mittels einer zweckmäßigen Signalverarbeitungskette des Signalgebers mit einem Abtasttakt unter Erzeugung von Abtastwerten abgetastet und anschließend durch einen Analog-Digital-Wandler in eine Folge zeitabhängiger digitaler Stromwerte überführt. Die Stromwerte sind in eine Regelungseinheit einspeisbar, die anhand der Stromwerte einen Sollwert für die Stellung des Bewegkontaktes bestimmt. Kommt es zur Abweichung des Sollwertes von einem von der Regelungseinheit über einen Positionsmesser ermittelten Istwert, der der tatsächlichen Stellung des Bewegkontaktes bezüglich des Festkontaktes entspricht, veranlasst die Regelungseinheit die Antriebsmittel zur Erzeugung einer Antriebsbewegung, mit der die Übereinstimmung zwischen dem Istwert und dem Sollwert herbeigeführt wird.

[0013] Gemäß einer diesbezüglichen Weiterentwicklung wirken die Bewegkontakte mit einem Positiongeber zusammen, der zur Erzeugung eines von der Stellung der Bewegkontakte zu den Festkontakten abhängigen Positionssignals eingerichtet ist. Das Positionssignal wird durch eine zweckmäßige Messwerterfassungseinheit abgetastet und in digitale Positionswerte überführt, die zur Festlegung des Istwertes von der Regelungseinheit abgefragt werden.

[0014] Die Vorrichtung ist zweckmäßigerweise in einem Kyrastaten angeordnet, der einen mit flüssigem Kühlmittel gefüllten Kälteraum aufweist, wobei sich der Leiterabschnitt zwischen dem Kälteraum und einer auf Raumtemperatur liegenden Außenwandung des Kyrastaten erstreckt.

[0015] Bei einer zweckmäßigen Weiterentwicklung der Erfindung weisen die Antriebsmittel wenigstens eine mit jedem Bewegkontakt verbundene Antriebswelle zum Erzeugen einer Drehbewegung auf. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel weisen die Antriebsmittel beispielsweise einen elektrischen Drehmotor auf, dessen Drehbewegung über zweckmäßige Getriebemittel in jede Antriebswelle eingeleitet wird. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist es auch möglich, dass auch der Festkontakt an einer Antriebswelle befestigt ist, so dass sowohl der Festkontakt als auch der Bewegkontakt relativ zueinander bewegbar sind, wobei in einer bestimmten Drehstellung zwischen den Kontakten die größte Kontaktfläche bereitgestellt ist.

[0016] Vorteilhafterweise weisen die Antriebsmittel wenigstens eine mit zumindest einem Bewegkontakt verbundene Hubstange zum Erzeugen einer Linearbewegung auf. Bei dieser zweckmäßigen Ausführungsform der Erfindung weisen die Antriebsmittel einen Linearmotor auf, dessen Hubbewegung über beispielsweise Hebelschwingen und dergleichen aufweisende Getriebemittel in die Bewegkontakte eingeleitet wird.

[0017] Vorteilhafterweise sind die Festkontakte und die Bewegkontakte scheibenförmig ausgebildet und stapelförmig angeordnet. Durch eine Antriebsbewegung werden die Bewegkontakte gegenüber den Festkontakten verschoben, wodurch sich die zwischen ihnen ausgebildete Kontaktfläche verkleinert. Durch die verkleinerte Kontaktfläche ist jedoch der elektrische Widerstand erhöht und die Wärmeleitfähigkeit des Materials herabgesetzt.

[0018] Gemäß einer diesbezüglich vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weisen die Antriebsmittel eine mit jedem Bewegkontakt verbundene Antriebswelle zum Erzeugen einer Drehbewegung auf, die sich in Richtung des Stromes erstreckt, wobei sowohl die Festkontakte als auch die Bewegkontakte jeweils einen leitenden Abschnitt und einen Isolierab-

schnitt aufweisen, wobei jede Kontaktfläche zwischen einem leitenden Abschnitt des Bewegkontaktes und einem leitenden Abschnitt des Festkontaktes ausgebildet ist und wobei die Antriebswelle jeden Festkontakt frei durchgreift, mit jedem Bewegkontakt jedoch drehfest verbunden ist. Gemäß dieser vorteilhaften Weiterentwicklung sind die Bewegkontakte und Festkontakte nicht homogen ausgebildet, sondern in einen leitenden Bereich mit geringem ohmschen Widerstand und hoher thermischer Leitfähigkeit sowie einen isolierenden nicht leitenden Bereich unterteilt. Aus diesem Grunde ist eine Verringerung der Leitfähigkeit des Stellbereichs durch die Drehung der Antriebswelle ermöglicht, die lediglich drehfest mit den Bewegkontakten verbunden ist. Die leitenden Abschnitte der Festkontakte sind zweckmäßigerweise gleichförmig ausgestaltet und miteinander in Richtung der Antriebswelle fluchtend oder deckungsgleich angeordnet. Dies gilt entsprechend für den drehfest mit der Antriebswelle verbundenen Bewegkontakt. Durch Drehen der Antriebswelle ist somit in einer Kontaktstellung eine maximale Überlappung zwischen den leitenden Abschnitten der Bewegkontakte und den leitenden Abschnitten der Festkontakte bereitgestellt. In einer Unterbrecherstellung hingegen sind die leitenden Abschnitte der Bewegkontakte ausschließlich oder im Wesentlichen in Kontakt mit den Isolierabschnitten der Festkontakte. Gemäß dieser Weiterentwicklung der Erfindung wird sowohl der Querschnitt als auch die Länge des Stellbereichs des Leiterabschnittes variiert, wobei jedoch eine Bewegung in Richtung der Stromzuführung vermieden ist.

[0019] Gemäß einem hiervon abweichenden Ausführungsbeispiel ist das Festkontaktstück mäanderförmig ausgestaltet und weist Einbuchtungen auf, wobei die Bewegkontakte an zwei einander gegenüberliegenden Hubstangen befestigt sind und durch die Hubbewegung der Hubstangen in die Einbuchtungen einschiebbar sind. In einer Trennstellung sind die Bewegkontakte aus den Einbuchtungen des Festkontaktes im Wesentlichen ausgefahren, so dass ein Stromfluss allein über den mäanderförmigen Festkontakt ermöglicht ist. Dabei weist der Festkontakt einen hohen ohmschen Widerstand und somit eine geringe thermische Leitfähigkeit auf, so dass in der Trennstellung der Vorrichtung eine Wärmeisolation bereitgestellt ist. Zum Zuführen von Strömen werden die Bewegkontakte durch Einleiten einer Antriebsbewegung in die Einbuchtungen des Festkontaktes eingefahren, wobei der Bewegkontakt beidseitig den mäanderförmigen Festkontakt überstreicht, so dass ein Stromfluss unter Überbrückung der Bögen des mäanderförmigen Festkontaktes über die Bewegkontakte ermöglicht ist.

[0020] Vorteilhafterweise sind Feldsteuerelemente zur Potentialführung vorgesehen. Die Feldsteuerelemente sind insbesondere bei Hochspannungsanwendungen erforderlich, um Teilentladungen zwi-

schen der Vorrichtung und den auf Erdpotential liegenden Wandungen eines die Vorrichtung nach außen kapselndes Gehäuses zu vermeiden. Dies gilt besonders für geringe Bauvolumina etwa innerhalb der Vakuumisolierung eines Kryostaten.

[0021] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum lastabhängigen Zuführen eines Stromes über eine Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem ein Signalgeber eine elektrische Messgröße des Leiterabschnitts unter Gewinnung von Messsignalen erfasst, die Messsignale einer Regelungseinheit zugeführt werden und die Regelungseinheit eine Antriebsbewegung in Abhängigkeit der Messsignale erzeugt und in jeden Bewegkontakt des Stellbereichs eingeleitet wird, wobei jeder Bewegkontakt schräg oder quer zur Richtung des Strom in dem Leiterabschnitt entlang seiner Kontaktflächen bewegt wird.

Ausführungsbeispiel

[0022] Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung unter Bezug auf die Figuren der Zeichnung, wobei

[0023] Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer schematischen Seitenansicht,

[0024] Fig. 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer schematischen Teildarstellung,

[0025] Fig. 3 ein Ausführungsbeispiel eines Stellbereichs der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

[0026] Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Stellbereichs der erfindungsgemäßen Vorrichtung und

[0027] Fig. 5 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Stellbereichs der erfindungsgemäßen Vorrichtung zeigen.

[0028] Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung **1** in einer schematischen Seitenansicht. Die Vorrichtung **1** dient zum Zuführen eines Stromes **1** von einem auf Raumtemperatur liegenden Versorgungsleiter **2** zu einem supraleitenden Bauteil **3**, beispielsweise einer supraleitenden Wicklung, das in dem Kälteraum **4** eines Kryostaten **5** angeordnet ist. Dabei ist der Kälteraum **4** über eine Zuleitung **6** mit einer kryogenen Flüssigkeit und in diesem Fall mit flüssigem Stickstoff befüllbar. Zur Wärmeisolation ist der Kälteraum innerhalb eines Vakuumraumes **7** angeordnet.

[0029] Die Vorrichtung **1** ist zwischen der Außen-

wandung des Kyrostaten **5** und damit des Vakuerraumes **7** sowie der Außenwandung des Kälteraumes **4** angeordnet und weist daher ein auf Raumtemperatur liegendes Ende **8** sowie ein auf der Temperatur des flüssigen Stickstoffs liegendes Ende **9** auf, zwischen denen sich ein Leiterabschnitt **10** erstreckt. Aufgrund seiner Leitfähigkeit ist durch den Leiterabschnitt **10** eine Wärmebrücke ausgebildet. So kommt es beispielsweise im stromlosen Zustand zum Vereisen des Versorgungsleiters **2** und somit zu unerwünschten Wärmeverlusten. Zur Herabsetzung dieser Wärmeverluste wäre es beispielsweise möglich, den Leiterabschnitt aus einem Material zu fertigen, das eine nur reduzierte Wärmeleitfähigkeit aufweist. Nach dem Wiedemann-Franz'schem Gesetz ist jedoch die Wärmeleitfähigkeit mit der elektrischen Leitfähigkeit in dem Sinne verknüpft, dass Metalle mit einer geringen Wärmeleitfähigkeit auch eine geringe elektrische Leitfähigkeit aufweisen. Ein Leiterabschnitt **10** mit einer geringen thermischen Leitfähigkeit ist daher durch einen erhöhten ohmschen Widerstand und somit durch hohe ohmsche Verluste gekennzeichnet. Zur Minimierung der Gesamtverluste, also sowohl der thermischen als auch der elektrischen Verluste, wird die Wärmeleitfähigkeit des Leiterabschnitts **10** auf den durch den Leiterabschnitt **10** geführten Strom optimiert.

[0030] Zu diesem Zweck weist der Leiterabschnitt **10** einen Stellbereich **11** auf, dessen Wärmeleitfähigkeit durch Einleiten einer von Antriebsmitteln **12** erzeugten Antriebsbewegung einstellbar ist. Die Antriebsmittel **12** werden in dem gezeigten Ausführungsbeispiel von einer Regelungseinheit **13** gesteuert, die mit einem Stromwandler **14** verbunden ist, wobei der Stromwandler **14** zum Erzeugen einer zum Primärstrom des Leiterabschnitts proportionalen Messgröße eingerichtet ist.

[0031] Fig. 2 zeigt die Vorrichtung gemäß Fig. 1 in einer genaueren schematischen Darstellung. Insbesondere ist die Vorrichtung **1** mit dem Leiterabschnitt **10** verdeutlicht, der sich zwischen seinen Anschlüssen **8** und **9** erstreckt. Die sekundärseitig vom Stromwandler **14** erzeugten Messsignale werden von einer Messwerterfassungseinheit **15** abgetastet und die Abtastwerte anschließend unter Gewinnung von Stromwerten digitalisiert. Die Messwerterfassungseinheit **15** ist mit der Regelungseinheit **13** verbunden, welche die empfangenen Stromwerte mit benutzerseitig eingegebenen Grenzszenarien vergleicht und in Abhängigkeit des Vergleichs über eine Steuerleitung **16** einen Elektromotor **17** zur Erzeugung einer Bewegungsenergie ansteuert. Die Antriebsmittel **12** weisen neben dem Elektromotor **17** eine Antriebsstange **18** und einen Umlenkhebel **19** auf, der einerseits mit der Antriebsstange **18** und andererseits mit einem Bewegkontakt **20** des Stellbereichs **11** verbunden ist.

[0032] Der Bewegkontakt **20** ist keilförmig ausgestaltet und liegt unter Ausbildung einer Kontaktfläche **22** an einem komplementär zu diesem ausgebildeten ortsfesten Festkontakt **21** an. Dabei ist der Bewegkontakt bezüglich des Festkontakts **21** linear in einer rechtwinklig zum Strom **I** ausgerichteten Richtung beweglich.

[0033] In Fig. 2 ist der Stellbereich **11** in einer Stellung gezeigt, in der die Stirnseiten des Bewegkontaktes **20** im Wesentlichen bündig mit denjenigen des Festkontaktes **21** abschließen. In dieser Stellung ist die zwischen den Kontakten ausgebildete Kontaktfläche **22** am größten, so dass der Leiterabschnitt **10** seinen minimalen ohmschen Widerstand und seine größte Wärmeleitfähigkeit aufweist. Durch Einleiten der vom Elektromotor **17** erzeugten Antriebsbewegung wird der Bewegkontakt **20** gegenüber dem Festkontakt **21** in Querrichtung verschoben, wobei sich die Kontaktfläche **22** verkleinert. Die Wärmeleitfähigkeit nimmt daher ab, wobei sich der ohmsche Widerstand des Leiterabschnitts **10** vergrößert.

[0034] Bei einem hohen Stromfluss über den Leiterabschnitt **10** beispielsweise unter Nennstrombedingungen wird der Bewegkontakt mittels der Regelungseinheit **13** und der Antriebsmittel **17** in die in Fig. 2 gezeigte Stellung verfahren, so dass die elektrischen und thermischen Verluste minimiert sind. Werden jedoch nur geringe Ströme über den Leiterabschnitt **10** geführt, ist der Bewegkontakt **20** gegenüber dem Festkontakt **21** verschoben. Fließt kein Strom über den Leitungsabschnitt **10**, ist der Bewegkontakt **20** gegenüber dem Festkontakt **21** so weit verschoben, dass im Wesentlichen kein elektrischer Kontakt zwischen den beiden Kontakten besteht. In dieser Stellung sind thermische Verluste des Leiterabschnittes minimiert.

[0035] Fig. 3 zeigt eine weitere Ausgestaltung des Stellbereichs **11**, bei dem das Festkontaktstück stufenförmig und das Bewegkontaktstück komplementär dazu ausgebildet ist. Die stufenförmige Ausbildung weist gegenüber der in Fig. 2 gezeigten keilförmigen Ausgestaltung des Bewegkontaktes **20** sowie des Festkontaktes **21** eine vergrößerte Oberfläche auf.

[0036] Fig. 4 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel des Stellbereichs **11**, der über zwei Bewegkontakte **20** sowie drei Festkontakte **21** verfügt, die jeweils scheibenförmig ausgebildet sind und einen kreisrunden Querschnitt aufweisen. Dabei sind die Festkontakte **21** und Bewegkontakte **20** stapelförmig und in abwechselnder Reihenfolge zueinander angeordnet, so dass jeder Bewegkontakt **20** an jeder Seite an jeweils einem Festkontakt **21** anliegt.

[0037] Die Bewegkontakte **10** und die Festkontakte **21** sind jeweils hälftig aus einem leitenden Abschnitt **23** sowie einem nichtleitenden Isolierabschnitt **24** zu-

sammengesetzt. Ferner ist eine Antriebswelle **25** vorgesehen, welche die stapelförmigen Kontakte mittig durchgreift. Dazu weisen die Festkontakte **21** jeweils eine Durchgangsöffnung **26** auf, in der die Antriebswelle **25** frei drehbar gelagert ist. Die Bewegkontakte **20** sind hingegen drehfest mit der Antriebswelle **25** verbunden, so dass durch ein Einleiten einer Drehbewegung in die Antriebswelle **25** die Bewegkontakte **20** gegenüber den Festkontakten **21** verdreht werden können.

[0038] In der in **Fig. 4** gezeigten Stellung sind die leitenden Abschnitte **23** der Bewegkontakte **20** deckungsgleich zu den leitenden Abschnitten **23** der Festkontakte **21** angeordnet, so dass der Stellbereich **11** und damit der Leiterabschnitt **10** seine maximale Wärme- und Stromleitfähigkeit aufweist. Durch Verdrehen der Bewegkontakte **20** beispielsweise durch Einleiten einer von einem Drehmotor erzeugten Drehbewegung in die Antriebswelle **25** werden jedoch die Isolierabschnitte **24** in zunehmenden Kontakt mit den leitenden Abschnitten **23** gebracht, so dass die Leitfähigkeit des Leiterabschnittes **11** insgesamt abnimmt. Werden die Bewegkontakte **20** gegenüber der **Fig. 4** gezeigten Stellung um 180 Grad gedreht, sind die leitenden Abschnitte **23** der Festkontakte **21** deckungsgleich zu und ausschließlich in Kontakt mit den Isolierabschnitten **24**, so dass die Stromführung durch den Leiterabschnitt **10** durch den Stellbereich **11** unterbrochen ist. In dieser Stellung ist die Wärmedämmung des Stellbereichs **11** maximal.

[0039] Die Variation der Wärmeleitfähigkeit wird bei dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel sowohl durch Variation der Länge als auch durch Variation von des Querschnitts des Leiterabschnittes **10** herbeigeführt.

[0040] **Fig. 5** zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel des Stellbereichs **11**, bei dem der Festkontakt **21** mäanderförmig ausgestaltet ist und einen im Vergleich zu seiner Längserstreckung nur geringen Querschnitt aufweist. Die Bewegkontakte **20** sind an beidseitig des Festkontaktes **21** angeordneten Schubstangen **27** befestigt und ragen jeweils in eine Einbuchtung **28** des mäanderförmigen Festkontaktes **21** hinein. Dabei liegen die Bewegkontakte **20** beidseitig an dem mäanderförmigen Festkontakt **21** an, so dass auf beiden Seiten des Bewegkontaktes **20** Kontaktflächen **22** ausgebildet sind.

[0041] Werden die Hubstangen **27** aufeinander zu bewegt, gleiten die Bewegkontakte **20** jeweils in die ihnen zugeordnete Einbuchtung **28** hinein, und füllen diese in einer Endstellung nahezu vollständig aus. In dieser Endstellung ist der über den Stellbereich **11** fließende Strom nicht mehr gezwungen dem durch den Festkontakt **21** vorgegebenen mäanderförmigen Weg zu folgen, sondern kann über die zwischen

dem Festkontakt **21** und den Bewegkontakten **20** ausgebildeten Kontaktflächen über einen größeren Querschnitt fließen. Mit anderen Worten sind in der Endstellung sowohl die elektrische Leitfähigkeit als auch die thermische Leitfähigkeit maximal, während in einer Trennstellung, in der die Bewegkontakte nahezu vollständig aus den Einbuchtungen **27** herausgeführt sind, eine minimale Leitfähigkeit bereitgestellt ist, deren Grad im Wesentlichen durch die Dimensionierung des Festkontaktes **21** bestimmt ist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (**1**) zum Zuführen eines elektrischen Stromes mit einem sich zwischen zwei Temperaturbereichen erstreckenden und zum Führen des Stromes eingerichteten Leiterabschnitt (**10**), der einen Stellbereich (**11**) mit wenigstens einem Festkontakt (**21**) sowie wenigstens einem diesbezüglich beweglich geführten Bewegkontakt (**20**) aufweist, mit Antriebsmitteln (**12**) zum Erzeugen und Einleiten einer Antriebsbewegung für jeden Bewegkontakt (**20**), wobei die Vorrichtung in einem Kryostaten angeordnet ist, der einen mit flüssigem Kühlmittel gefüllten Kälteraum aufweist, und wobei sich der Leiterabschnitt (**10**) zwischen dem Kälteraum und einer auf Raumtemperatur liegenden Außenwandung des Kryostaten erstreckt. **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen jedem Bewegkontakt (**20**) und jedem an diesem anliegenden Festkontakt (**21**) eine quer oder schräg zur Richtung des Stromes in dem Leiterabschnitt (**10**) verlaufende Kontaktfläche (**22**) ausgebildet ist, wobei jeder Bewegkontakt (**20**) entlang seiner Kontaktflächen (**22**) beweglich geführt ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1 gekennzeichnet durch einen Signalgeber (**14**) zum Erfassen einer elektrischen Messgröße des Leiterabschnittes (**10**) und einer mit dem Signalgeber (**14**) verbundenen Regelungseinheit (**13**), die zum Steuern der Antriebsmittel (**12**) in Abhängigkeit der elektrischen Messgröße eingerichtet ist.

3. Vorrichtung einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsmittel (**12**) wenigstens eine mit jedem Bewegkontakt (**20**) verbundene Antriebswelle (**25**) zum Erzeugen einer Drehbewegung aufweisen.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsmittel (**12**) wenigstens eine mit zumindest einem Bewegkontakt (**20**) verbundene Hubstange (**27**) zum Erzeugen einer Linearbewegung aufweisen.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Festkontakte (**21**) und Bewegkontakte (**20**) scheibenförmig ausgebildet und stapelförmig angeordnet sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsmittel (12) eine Antriebswelle (25) zum Erzeugen einer Drehbewegung aufweisen, die sich in Richtung des Stromes erstreckt, und dass sowohl die Festkontakte (21) als auch die Bewegkontakte (20) jeweils einen leitenden Abschnitt (23) und einen Isolierabschnitt (24) aufweisen, wobei jede Kontaktfläche (22) zwischen einem leitenden Abschnitt (23) des Bewegkontakts (20) und einem leitenden Abschnitt (23) des Festkontakts (21) ausgebildet ist und wobei die Antriebswelle (25) jeden Festkontakt (21) frei durchgreift, mit jedem Bewegkontakt (20) jedoch drehfest verbunden ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Festkontakt (21) mäanderförmig ausgestaltet ist und Einbuchtungen (28) aufweist, wobei die Bewegkontakte (20) an zwei einander gegenüberliegenden Hubstangen (27) befestigt sind und durch die Hubbewegung der Hubstangen (27) in die Einbuchtungen (28) einschiebbar sind.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Feldsteuerelemente zur Potentialführung vorgesehen sind.

9. Verfahren zum lastabhängigen Zuführen eines Stromes über eine Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem ein Signalgeber (14) eine elektrische Messgröße des Leiterabschnitts unter Gewinnung von Messsignalen erfasst, die Messsignale einer Regelungseinheit (13) zugeführt werden und die Regelungseinheit (13) Antriebsmittel (12) ansteuert, so dass eine Antriebsbewegung in Abhängigkeit der Messsignale erzeugt und in jeden Bewegkontakt (20) des Stellbereichs (11) eingeleitet wird, wobei jeder Bewegkontakt (20) schräg oder quer zur Richtung des Stromes in dem Leiterabschnitt (10) entlang seiner Kontaktflächen (22) bewegt wird.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

FIG 1

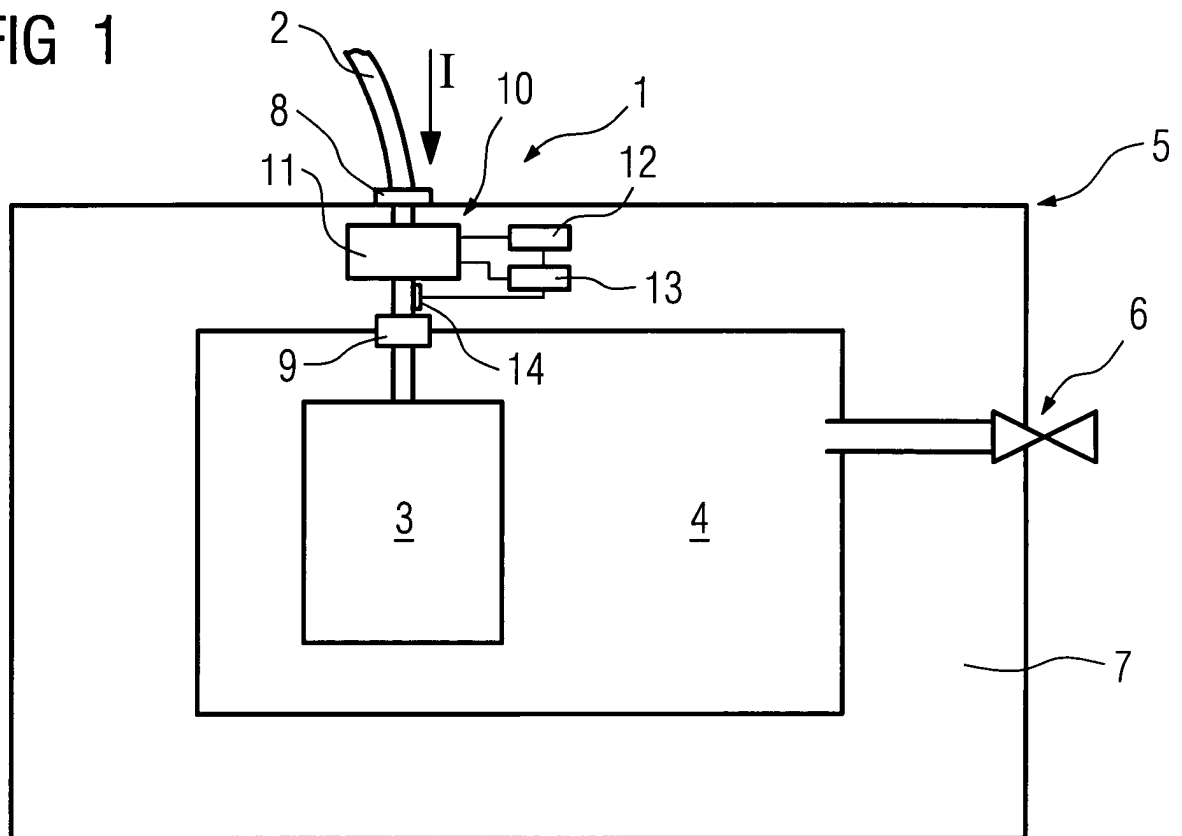


FIG 2

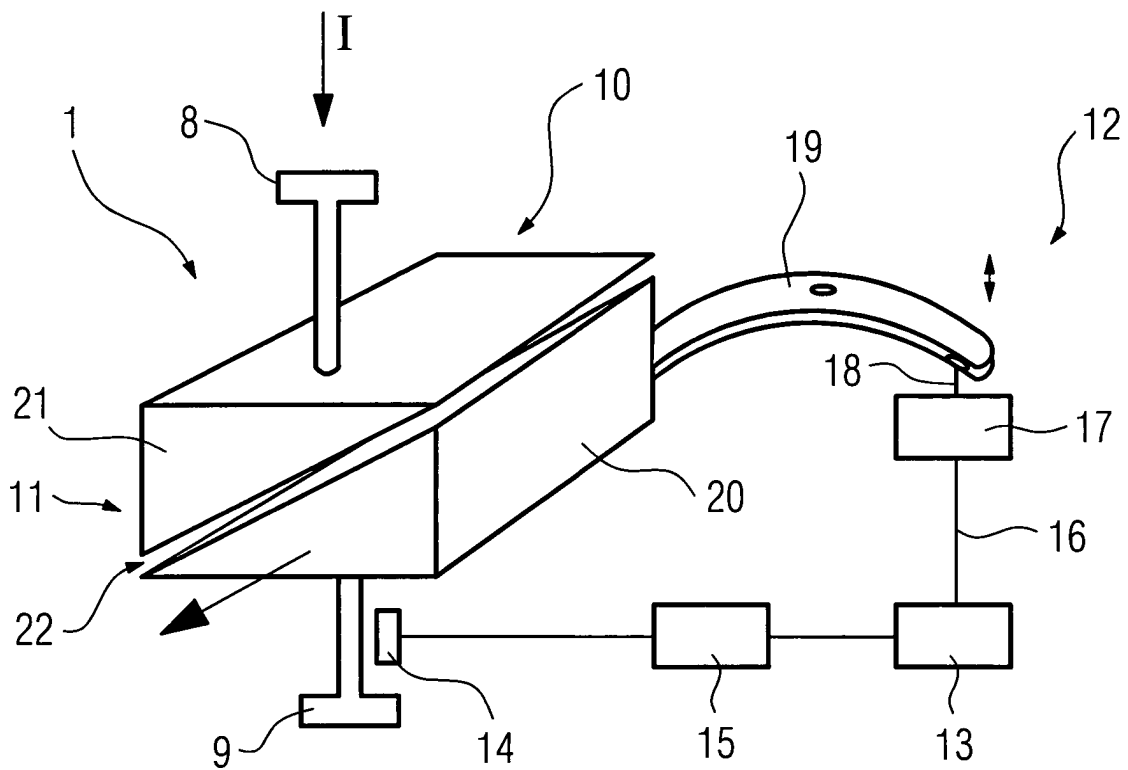


FIG 3

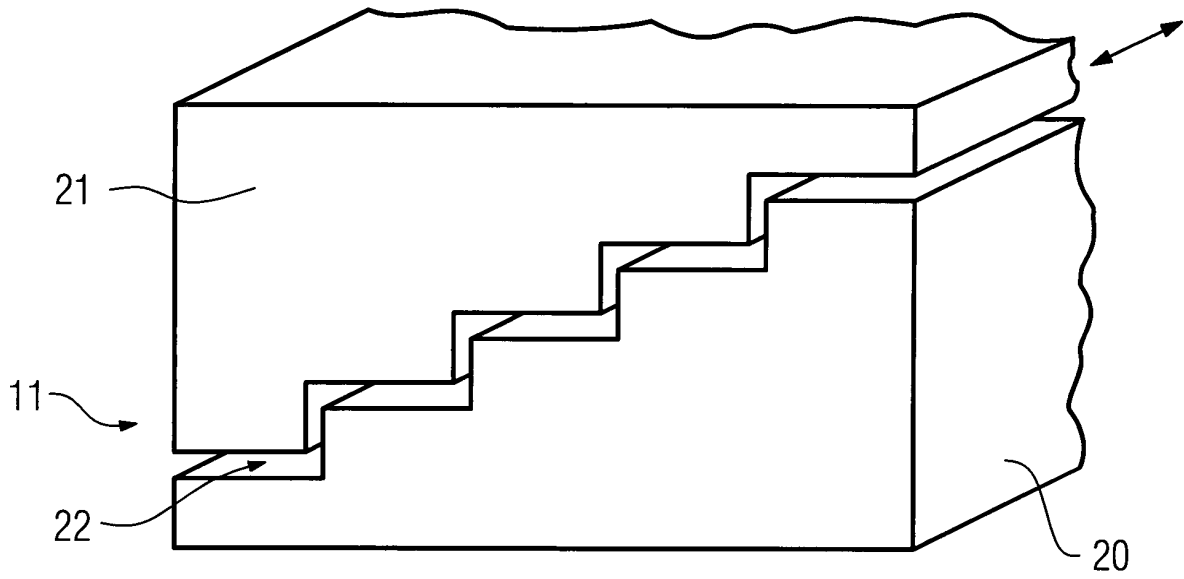


FIG 4

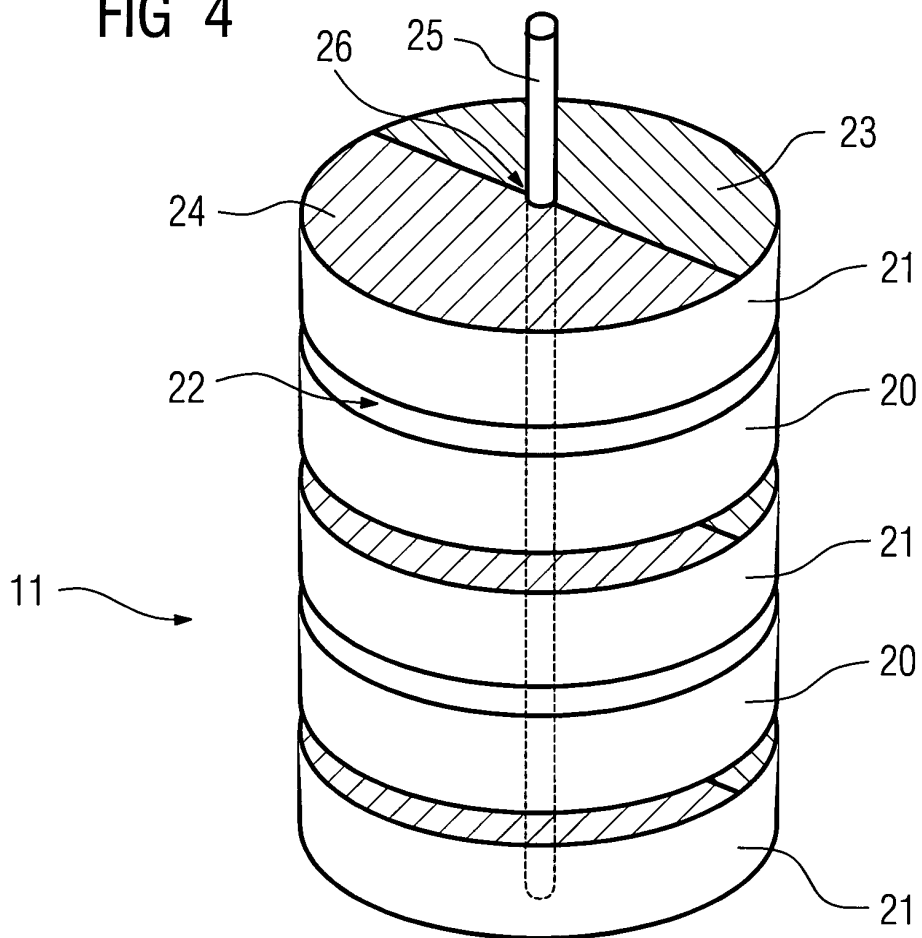


FIG 5

