

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 645 594 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **94114258.0**

(51) Int. Cl.⁶: **F25D 19/00**

(22) Anmeldetag: **10.09.94**

(30) Priorität: **22.09.93 DE 4332156**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.03.95 Patentblatt 95/13

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT NL

(71) Anmelder: **INSTITUT FÜR LUFT- UND
KÄLTETECHNIK GEMEINNÜTZIGE
GESELLSCHAFT mbH**
Bertolt-Brecht-Allee 20
D-01309 Dresden (DE)

(72) Erfinder: **Binneberg, Armin Dr.**
Opitzer Strasse 12
D-01705 Freital (DE)
Erfinder: **Neubert, Johannes Dr.**
Münchner Strasse 23a
D-01187 Dresden (DE)
Erfinder: **Spörl, Gabriele Dr.**
Paradiesstrasse 2
01217 Dresden (DE)
Erfinder: **Wolf, Walter Dipl.-Ing.**
Artilleriestrasse 70
D-52428 Jülich (DE)

(74) Vertreter: **Seefeld, Gerd**
Institut für Luft- und
Kältetechnik GmbH
Bertolt-Brecht-Allee 20
D-01309 Dresden (DE)

(54) **Einrichtung zur autarken Kühlung hochtemperatursupraleitender Bauteile, vorzugsweise Sensoren.**

(57) Aufgabe der Erfindung ist es, eine Kühleinrichtung für Sensoren zu schaffen, bei der an der Meßstelle keinerlei Schwingungen der Kältemaschine auftreten.

Ausgehend davon, daß bei einem großen Teil der Einsatzfälle eine diskontinuierliche Kühlung den Anforderungen genügt, wird erfindungsgemäß am Kaltkopf 4 einer Kaltgas-Kältemaschine ein Speichergefäß, vorzugsweise ein kugelförmiges Druckgefäß, angeordnet, das mit einem Arbeitsstoff, vorzugsweise Propan 8, gefüllt ist. Am Druckgefäß 2 befindet sich ebenfalls die Sensor-Kühlfläche 5. Der Meßvorgang findet bei abgeschalteter Kältemaschine statt.

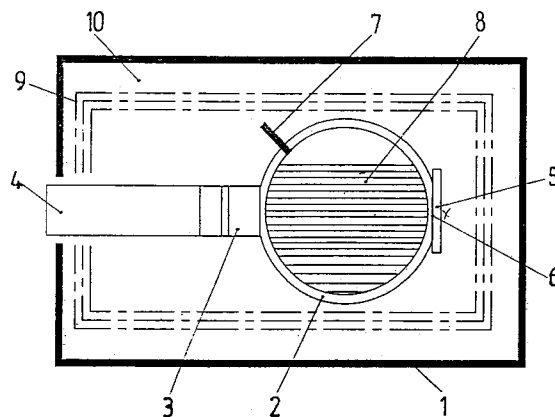


Fig.1

EP 0 645 594 A1

An die Kühlung von hochtemperatursupraleitenden, mikroelektronischen Bauelementen werden hinsichtlich der Temperaturkonstanz und einer möglichst geringen Belastung durch elektromagnetische und mechanische Schwingungen sehr hohe Anforderungen gestellt.

Insbesondere im Hinblick auf die geringe Belastbarkeit der Bauelemente durch Schwingungen sind bisher keine praktischen Lösungen bekannt geworden, bei denen zur Kälteerzeugung Verdichterkälteanlagen eingesetzt werden. Bekannte Lösungen mit Kältemaschinen wie sie z.B. in der DE-PS 36 39 881 und DE-PS 34 45 674 beschrieben sind, sind durch aufwendige Maßnahmen zur Kompensation der von der Kältemaschine erzeugten Schwingungen gekennzeichnet.

Aufbauend auf einer Reihe bekannter Lösungen, die mit einem Vorratsbehälter für die Kryoflüssigkeit ausgerüstet sind und bei denen die Kryoflüssigkeit definiert der Kühlstelle zugeführt wird, wurde in der DE-OS 40 33 383 eine Kühlvorrichtung für elektronische Bauelemente vorgeschlagen, bei der ebenfalls ein Vorratsbehälter für die Kryoflüssigkeit vorhanden ist. Dem Vorratsbehälter ist eine Verdampfungskammer zugeordnet, in der sich ein sogenannter Kühlfinger befindet, der die erzeugte Verdampfungstemperatur der Kühlstelle zuführt, an der das zu kühlende Bauelement angeordnet ist. Die Regelung der Temperatur erfolgt über eine Heizung im Bereich des Kühlfingers und einer Rückführung des verdampften Kältemittels in den Vorratsbehälter. Durch das aufsteigende verdampfte Kühlmittel in Blasenform, im beschriebenen Fall Stickstoff, treten aber unerwünschte Erschütterungen auf, die die Arbeitsweise der elektronischen Bauelemente negativ beeinflussen. Ein weiterer Nachteil dieser Kühleinrichtungen besteht darin, daß es erforderlich ist, nach bestimmten Betriebszeiten Kühlflüssigkeit nachzufüllen.

Außerdem wurde eine Kühlvorrichtung für Sensoren vorgeschlagen, bei der am Kaltkopf einer Stirling-Maschine ein Verflüssiger für Stickstoff angeordnet ist und über Leitungen für den flüssigen und gasförmigen Stickstoff ein Verdampfer für die Sensorkühlung angeschlossen ist. Durch die Leitungen, die Kapillargröße besitzen, wird zwar eine weitgehende Entkopplung der Schwingungen der Stirling-Maschine erreicht, für bestimmte Einsatzfälle ist diese Vorrichtung jedoch zu aufwendig und eine vollständige Schwingungsfreiheit an der Meßstelle wird nicht erreicht.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine einfache, autarke Kühleinrichtung für Sensoren zu schaffen, bei der an der Meßstelle keinerlei Schwingungen des Kältemaschine auftreten.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Merkmale der Patentansprüche gelöst. Die Erfindung geht davon aus, daß bei einem großen Teil

der Einsatzfälle eine diskontinuierliche Kühlung den Anforderungen genügt. Der erfindungsgemäße Latentspeicher für kryogene Temperaturen ist durch die alternierende Arbeitsweise zwischen der Leistung der Kältemaschine mit dem Gefrieren des Arbeitsstoffes und der Speicherung der "Kälteenergie" als latente Umwandlungsenergie und der eigentlichen Nutzphase bei ruhender Maschine und dem Schmelzen des Arbeitsstoffes gekennzeichnet. Die Dimensionierung der Einrichtung wird so gewählt, daß die Kälteleistung der Maschine wesentlich größer ist als die erforderliche Nutzleistung, so daß die Nutzphase groß gegen die Speicherphase wird.

Die Nutzung des Umwandlungspunktes festflüssig bietet wegen der sehr geringen Abhängigkeit der Schmelztemperatur vom Druck günstige apparative Möglichkeiten.

Die sonst übliche Nutzung der Verdampfungswärme von Stickstoff durch Kondensation und Verdampfung erfordert für die entstehende Gasphase des erforderlichen geschlossenen Systems ein relativ großes äußeres Konstantdruck-Puffer-Gefäß, so daß Stickstoff als Arbeitsstoff für die erfindungsgemäße Einrichtung nicht geeignet ist.

Der Arbeitsstoff bzw. das Arbeitsstoffgemisch muß über folgende Eigenschaften verfügen:

- Die Temperatur des Tripelpunktes muß für den Arbeitsbereich hochtemperatursupraleitender Bauteile im Bereich 60 K bis 90 K liegen.
- Die kritische Temperatur muß so hoch liegen, daß bei maximaler Raumtemperatur die flüssige Phase noch existiert.
- In einem gegebenen Volumen ist eine möglichst große Speicherkapazität unterzubringen, d.h. das Produkt aus Schmelzenthalpie und Dichte am Schmelzpunkt muß möglichst groß sein.

An nachfolgendem Ausführungsbeispiel soll die Erfindung näher erläutert werden:

In Fig. 1 ist schematisch der Aufbau der erfindungsgemäßen Einrichtung und in Fig. 2 der Prozeßablauf dargestellt.

In dem Gehäuse 1 ist ein kugelförmiges Druckgefäß 2 angeordnet. Es besteht aus Kupfer und hat bei einem Durchmesser von 50 mm eine Wandstärke von 0,4 mm. Über einen Adapter 3 ist das Druckgefäß mit dem Kaltkopf 4 einer Split-Stirling-Maschine wärmeleitend verbunden. Die Ankopplung der Sensorkühlfläche 5 erfolgt über die Kontaktfläche 6. Über den Füllstutzen 7 wird in das evakuierte Druckgefäß 2 in geeigneter Weise eine angemessene Menge Propan 8 einkondensiert und der Füllstutzen 7 wird hermetisch verschlossen.

In nicht dargestellter Weise ist es auch möglich, am Füllstutzen 7 einen Druckausgleichsbehälter anzuordnen.

Der Kaltkopf 4, das Druckgefäß 2 mit der Sensorkühlfläche 5 befinden sich innerhalb des Gehäuses 1 in einem Isolationsvakuum 10 und werden durch Strahlungsschutzschirme 9 geschützt.

Die erfindungsgemäße Einrichtung hat folgenden Prozeßablauf:

Nach dem Einschalten der Split-Stirling-Maschine erfolgt die erste Abkühlung bis zum Unterschreiten der Umwandlungstemperatur flüssig-fest von 85,5 K um ca. 8 K (Unterkühlung).

Nach dem Kristallisationsbeginn und dem Anstieg der Temperatur auf die Umwandlungstemperatur erfolgt die weitere Kristallisation bei annähernd konstanter Temperatur bis zur vollständigen Umwandlung und dann weiterer Abkühlung des festen Propanes.

Nach dem Abschalten der Maschine erwärmt sich der Latentspeicher bis zum Schmelzen des Propanes bei annähernd konstanter Temperatur. Dies stellt den eigentlichen Arbeitsbereich der störungsfreien Nutzung dar. Nach dem vollständigen Schmelzen erwärmt sich das Gefäß weiter.

Nach dem erneuten Einschalten der Maschine wird der Speicher wieder geladen und nach dem Ausschalten kann bei annähernd konstanter Temperatur erneut gemessen werden.

Das Verhältnis von Maschinenlaufzeit zu störungsfreier Nutzzeit hängt vom Verhältnis der Maschinenleistung zur Verlust- plus Nutzleistung ab. Typisch ist zum Beispiel eine Maschinenleistung von 1 W und eine Verlust- plus Nutzleistung von 0,2 W. Mit den angegebenen Abmessungen beträgt die maximale Speicherkapazität ca. 1,28 Wh. Bei einer Ladezeit von ca. 10 min kann 50 min und nach einer maximalen Ladezeit von ca. einer Stunde kann 5 Stunden Nutzung erfolgen.

3. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Arbeitsstoff ein Gemisch mit eutektischem Schmelzverhalten eingesetzt wird.

4. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Druckgefäß (2) ein Druckausgleichsbehälter angeordnet ist.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur autarken Kühlung hochtemperatursupraleitender Bauteile, vorzugsweise Sensoren, mittels einer Kaltgas-Kältemaschine, dadurch gekennzeichnet, daß am Kaltkopf (4) der Kaltgas-Kältemaschine ein Speichergefäß, vorzugsweise ein kugelförmiges Druckgefäß (2), angeordnet ist, das mit einem Arbeitsstoff gefüllt ist, dessen Tripelpunkt im Bereich 60 bis 90 K liegt und der sich auch bei maximaler Raumtemperatur in der flüssigen Phase befindet und daß an dem kugelförmigen Druckgefäß (2) eine Sensorkühlfläche (5) angebracht ist,
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Arbeitsstoff Propan (8) eingesetzt wird.

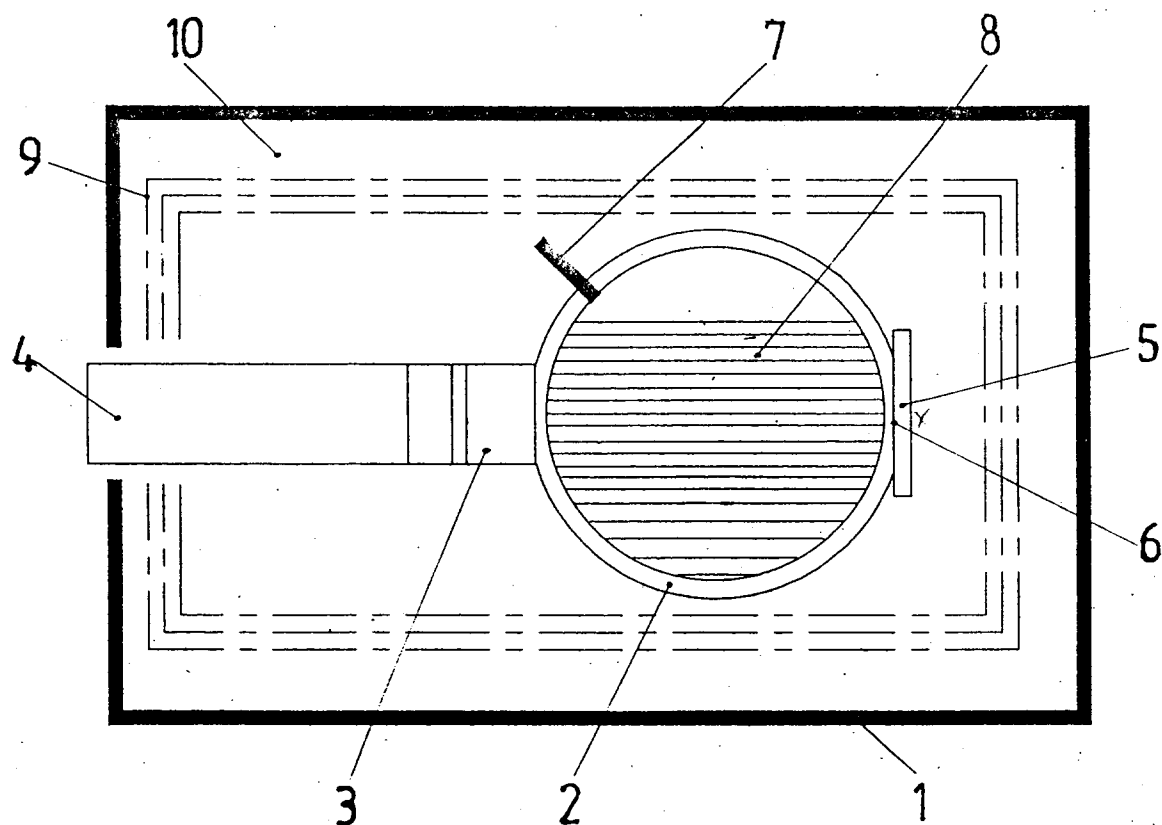


Fig.1

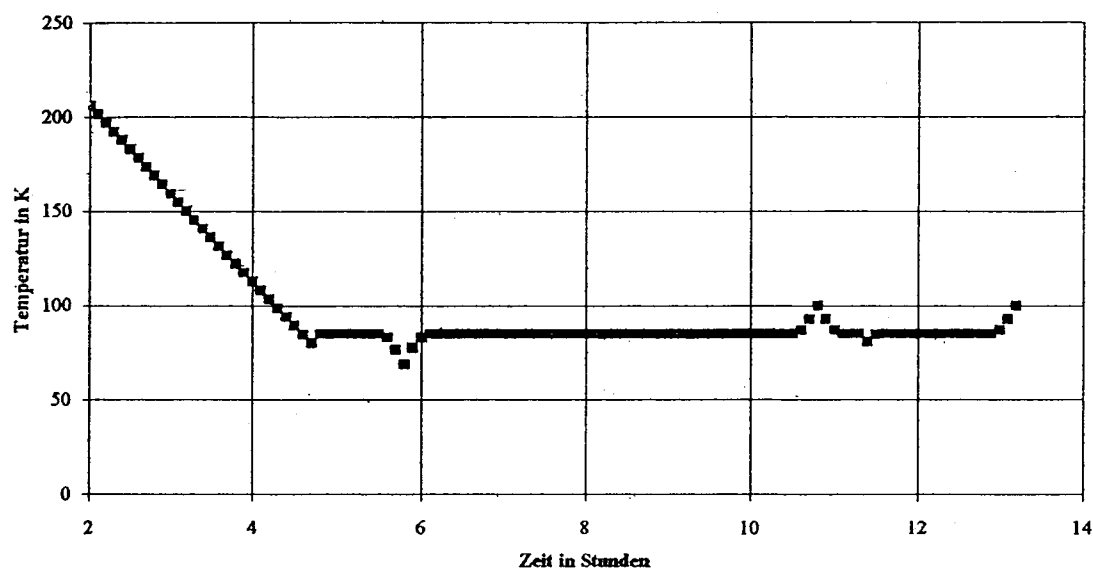


Fig.2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 94 11 4258

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	EP-A-0 305 257 (L'AIR LIQUIDE ET AL) * das ganze Dokument * ---	1,2	F25D19/00
X	FR-A-2 611 973 (MESSERSCHMIDT-BOLKOW-BLOHM GMBH) * das ganze Dokument * ---	1,3	
P,X	GB-A-2 268 796 (OUTOKUMPU INSTRUMENTS OY) * das ganze Dokument * ---	1,2	
A	US-A-3 836 779 (BRUNO ET AL) * das ganze Dokument * ---	4	
A	FR-A-2 130 001 (COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ÉLECTRICITÉ) -----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F25D G01J
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 21. Dezember 1994	Prüfer Silvis, H
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	