

19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 488 001 A1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **91119585.7**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **F25B 9/00**

22 Anmeldetag: **16.11.91**

30 Priorität: **28.11.90 DE 4037826**

71 Anmelder: **Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH  
Theodor-Stern-Kai 1  
W-6000 Frankfurt/Main 70(DE)**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**03.06.92 Patentblatt 92/23**

72 Erfinder: **Lindl, Bruno, Dr.  
Jahnstrasse 7  
W-8752 Laufach(DE)**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB NL**

74 Vertreter: **Amersbach, Werner, Dipl.-Ing. et al  
Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH  
Theodor-Stern-Kai 1  
W-6000 Frankfurt 70(DE)**

54 **Regenerative Gaskältemaschine.**

57 Zur Einstellung definierter Endtemperaturen einer regenerativen Gaskältemaschine wird vorgeschlagen, als Tauschmedium im Leitungskreis dem Arbeitsgas ein Regelgas mit definierten Partialdruck beizumischen

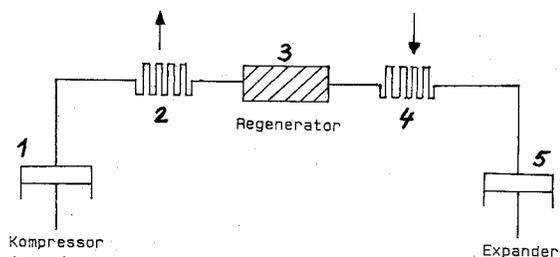


FIG. 1

EP 0 488 001 A1

Die vorliegende Erfindung betrifft eine regenerative Gaskältemaschine nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Regenerative Gaskältemaschinen werden zum Erzeugen kryogener Temperaturen eingesetzt. Sie arbeiten nach dem Prinzip von thermodynamischen Kreisprozessen. Das Arbeitsgas tauscht dabei in einem Regenerator zwischen den beiden Temperaturniveaus Wärme aus (FIG. 1). Parameter für die Kälteleistung und damit der maximal erreichbaren Endtemperatur sind die pro Kreisprozeß beteiligte Gasmasse und die Anzahl der durchlaufenden Kreisprozesse pro Zeiteinheit.

Um für gewisse Anwendungen eine möglichst konstante Endtemperatur mit einer solchen Gaskältemaschine erreichen zu können, ist bereits vorgeschlagen worden, durch elektrische Regelung der Eingangsleistung die Endtemperatur zu begrenzen. Diese Regelungsmöglichkeit ist verhältnismäßig aufwendig und störanfällig.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine weitgehende Konstanzhaltung der Endtemperatur bei eingangs genannten Gaskältemaschinen mit einfachen Mitteln zu ermöglichen.

Diese Aufgabe wird durch die im Kennzeichen des Patentanspruches 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Die beschriebene Beimischung eines Regelgases bewirkt mit einfachsten Mitteln eine äußerst konstante Endtemperatur. Diese Endtemperatur entspricht weitgehend der Tripelpunkttemperatur im Zustandsdiagramm des Regelgases. Sie ist abhängig von der Wahl des Regelgases und dessen Partialdruckes, was bedeutet, daß sich durch geeignete Wahl der Arbeitsgasart und der der Regelgasart sowie dessen Partialdruckes in weiten Grenzen beliebig vorgegebene Endtemperaturen einstellen lassen. Die Endtemperatur wird gewissermaßen durch eine naturgegebene Konstante bestimmt.

Anhand der in den Figuren 1 bis 5 gezeigten Darstellungen wird die Erfindung nachfolgend näher erläutert.

Die FIG. 1 zeigt schematisch einen Leitungskreis einer Gaskältemaschine mit Kompressor 1, einem Wärme abgebenden Tauscher 2, einem Regenerator 3, einem Wärme aufnehmenden Tauscher 4 und einem Expander 5.

In FIG. 2 ist über der Temperaturachse Temp. der Gasdruck P aufgetragen. Im Zustandsdiagramm der drei Aggregatzustände des beschriebenen Regelgases ergibt sich der Tripelpunkt T bei einem Tripelpunktdruck  $P_T$  und einer Tripelpunkttemperatur  $T_T$ .

Die Leistungscharakteristik einer Gaskältemaschine läßt sich sowohl im Diagramm Endtemperatur/Kälteleistung (FIG. 3) als auch an Abkühlkurven an definierter thermischer Last (FIG.

4) darstellen. In FIG. 3 ist die Endtemperatur T [K] gegen die Kälteleistung  $\dot{Q}$  und in FIG. 4 ist die Kühltemperatur T [K] über der Zeitachse t aufgetragen. Beide Darstellungen zeigen die Leistungscharakteristik einer Gaskältemaschine gefüllt mit: 1. reinem Arbeitsgas Helium (Kurve A), 2. zweikomponentigem Gas Helium und Sauerstoff (Kurve B), 3. zweikomponentigem Gas Helium und Sauerstoff (Kurve C), 4. zweikomponentigem Gas Helium und Argon (Kurve D). Deutlich zu erkennen sind die konstanten Endtemperaturen, im Fall 2 (Kurve B)  $T = 54$  Kelvin, im Fall 3 (Kurve C)  $T = 63$  Kelvin und im Fall 4 (Kurve D)  $T = 84$  Kelvin im Vergleich zu Fall 1 (Kurve A)  $T = 39$  Kelvin.

Die Konstanz der Endtemperatur einer mit dem zweikomponentigen Gas Helium-Stickstoff gefüllten Gaskältemaschine über einen Zeitraum von 17 Stunden ist in FIG. 5 dargestellt. Die mittlere Endtemperatur und die Standardabweichung bei diesem Ausführungsbeispiel ist  $T = 63,77 \pm 0,11$  Kelvin.

#### Patentansprüche

1. Regenerative Gaskältemaschine mit einem in einem Leitungskreis zirkulierenden Arbeitsgas, dadurch gekennzeichnet, daß dem Arbeitsgas eine weitere Gaskomponente als Regelgas mit definierten Partialdruck zwecks Begrenzung der erzeugbaren Endtemperatur beigemischt ist.
2. Regenerative Gaskältemaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Endtemperaturen durch die Wahl von Arbeitsgas und Regelgas sowie des Partialdruckes des Regelgases eingestellt ist.
3. Regenerative Gaskältemaschine nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Arbeitsgas Helium verwendet wird.
4. Regenerative Gaskältemaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Regelgas ein Gasgemisch verwendet ist.
5. Regenerative Gaskältemaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Regelgas Sauerstoff und/oder Stickstoff und/oder Argon verwendet ist.
6. Regenerative Gaskältemaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Regelgas ein Kohlenwasserstoff wie z.B. Propan verwendet ist.

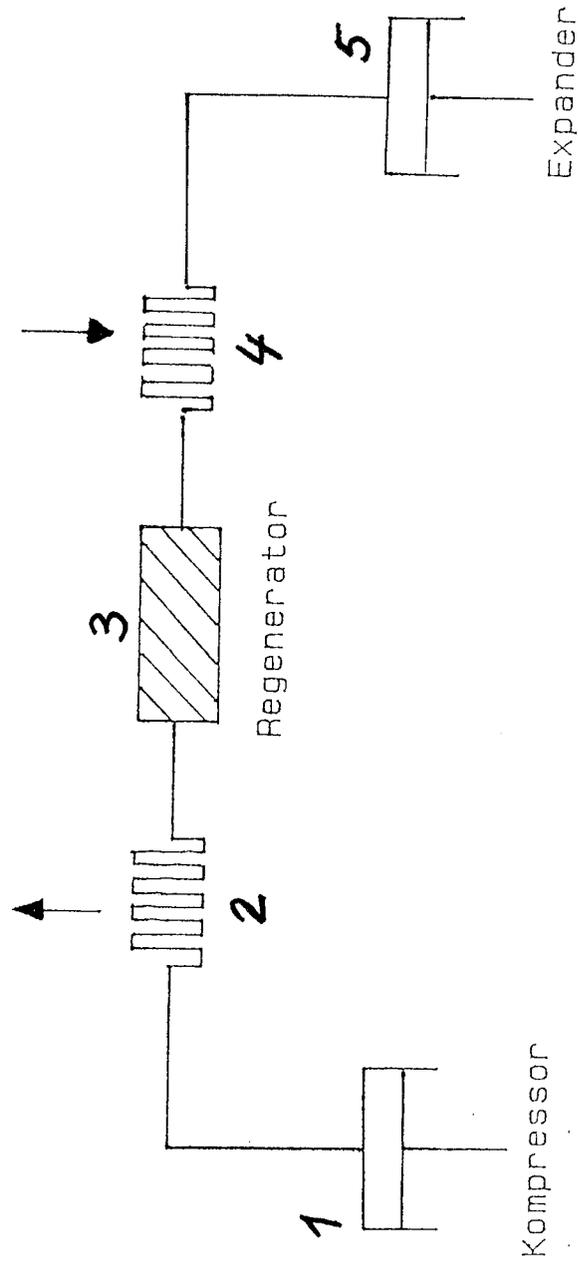
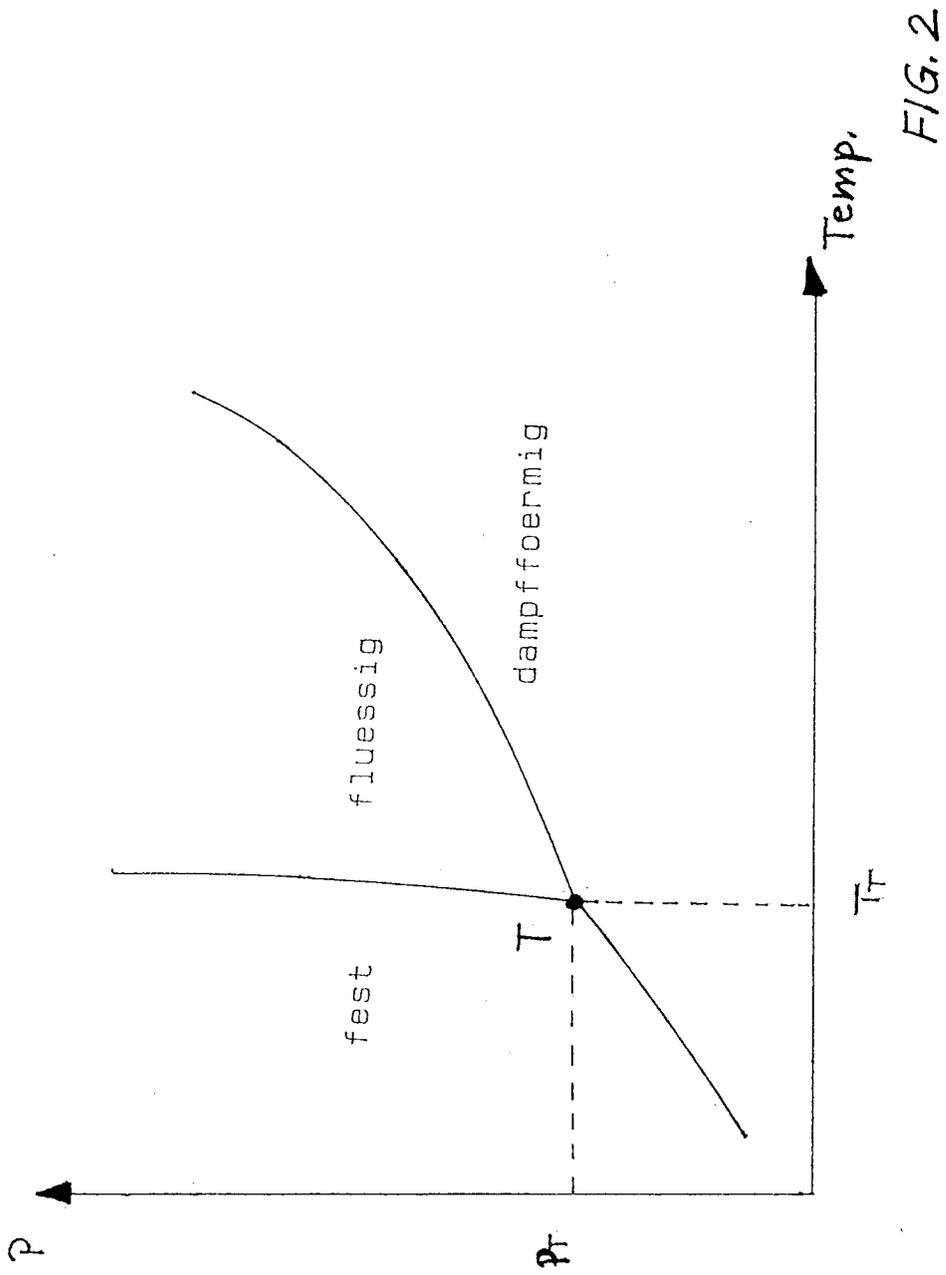
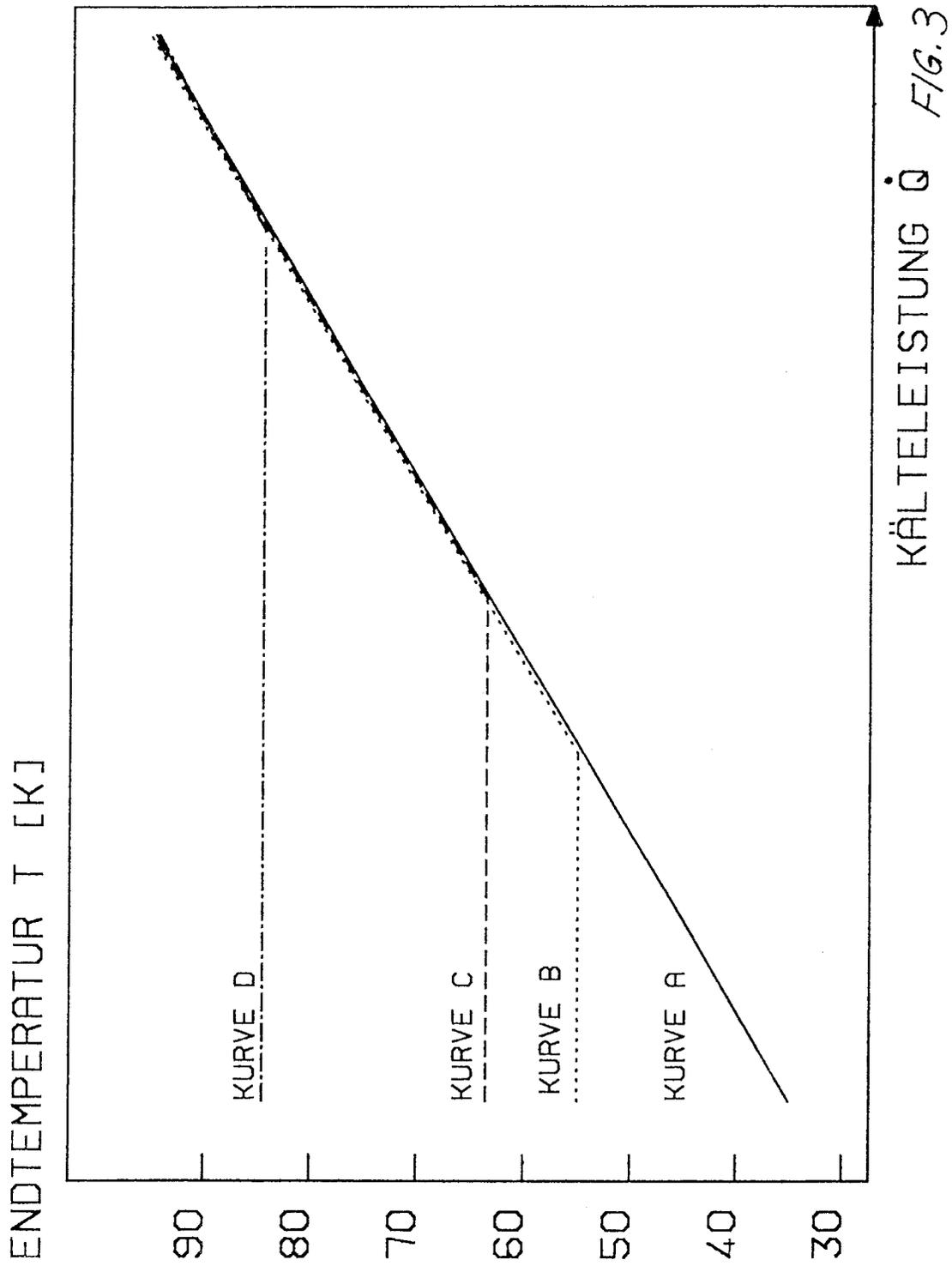


FIG. 1





ENDTEMPERATUR T [K]

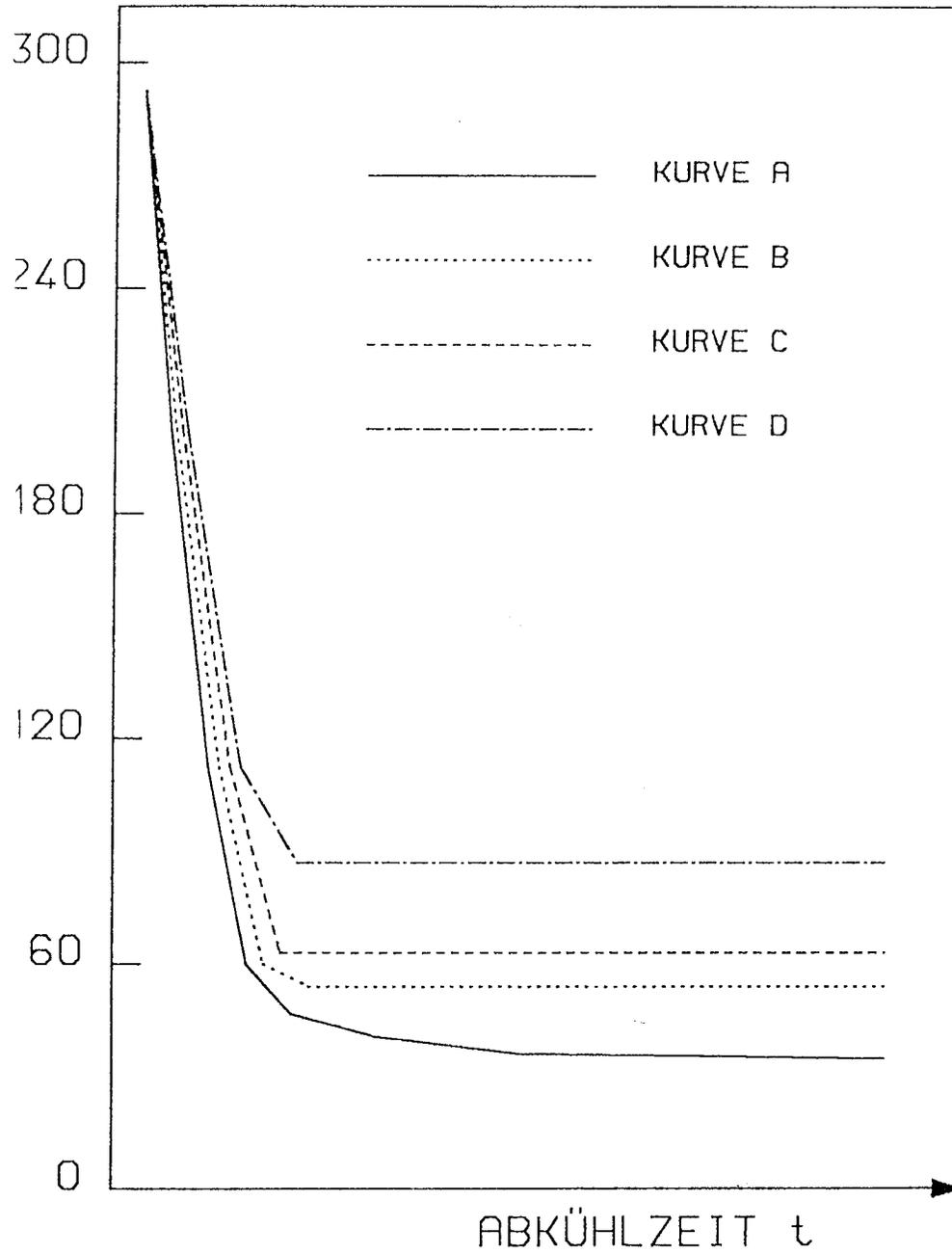
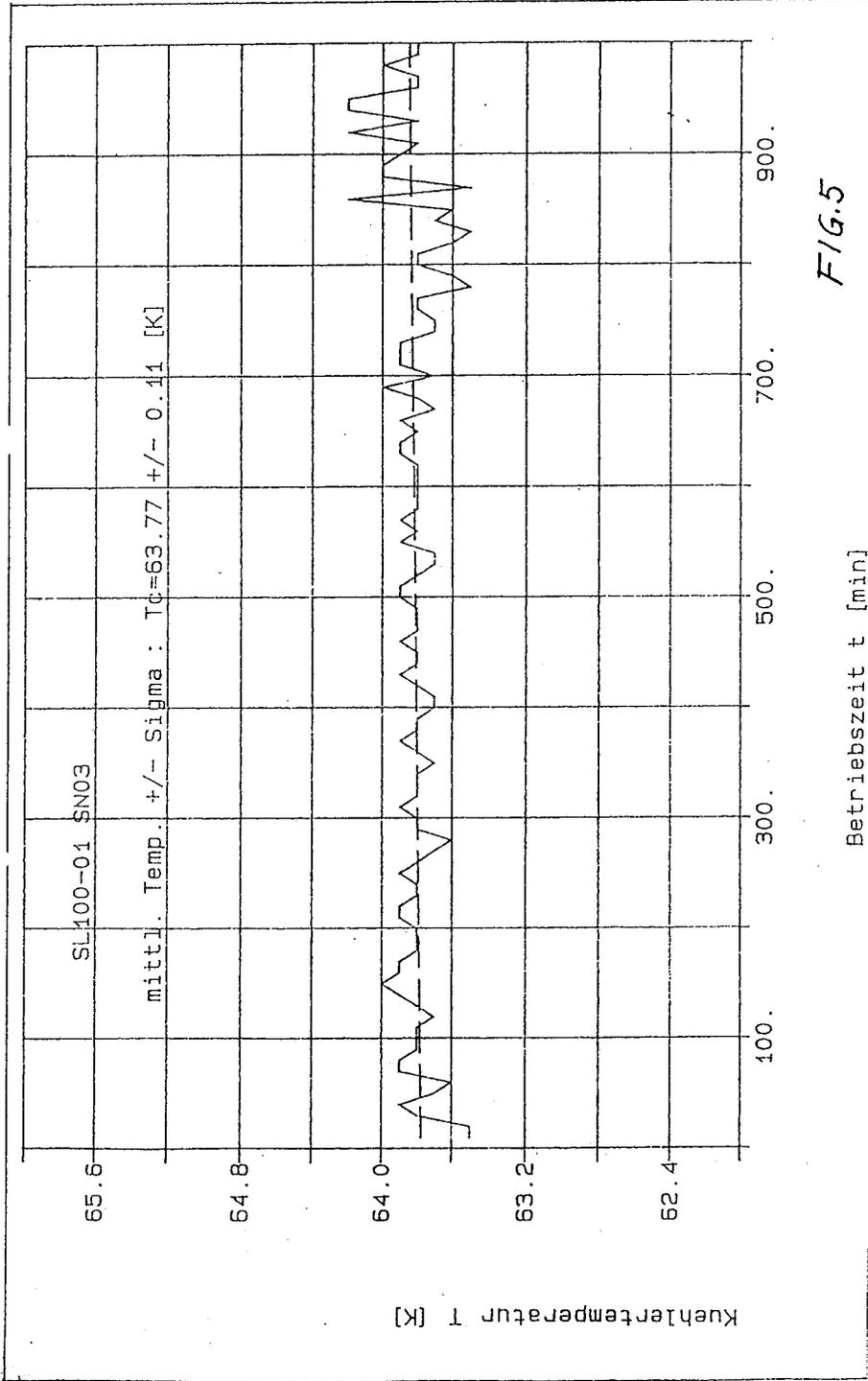


FIG. 4





Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 91 11 9585

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	GB-A-2 133 031 (VSESOJUZNY NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKY EXPERIMENTALNO-KOSTRUKTORSKY INST.) * Seite 1, Zeile 105 - Seite 4, Zeile 115; Abbildungen *	1, 2, 4	F25B9/00
A	DE-A-2 638 206 (L'AIR LIQUIDE) * das ganze Dokument *	1, 2, 5	
A	US-A-3 885 939 (MARKUM) * Spalte 2, Zeile 39 - Zeile 48; Abbildungen *	1	
A	US-A-3 074 244 (MALAKER ET AL.)		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			F25B F17C C09K
Recherchenort	Abchlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	23 JANUAR 1992	BROMAN B. T.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer		nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A : technologischer Hintergrund		L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	
O : mündliche Offenbarung		.....	
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 150 (01.82 (P0600))