



⑫ **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :  
**15.03.95 Patentblatt 95/11**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup> : **F25B 25/02, F25B 15/12**

②① Anmeldenummer : **91918223.8**

②② Anmeldetag : **24.10.91**

⑧⑥ Internationale Anmeldenummer :  
**PCT/EP91/02019**

⑧⑦ Internationale Veröffentlichungsnummer :  
**WO 92/14977 03.09.92 Gazette 92/23**

⑤④ **HOCHTEMPERATUR-WÄRMEPUMPENTRANSFORMATOR.**

③⑩ Priorität : **13.02.91 DE 4104263**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
**27.01.93 Patentblatt 93/04**

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung :  
**15.03.95 Patentblatt 95/11**

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :  
**AT BE CH FR GB IT LI NL SE**

⑤⑥ Entgegenhaltungen :  
**WO-A-89/08805**  
**DE-A- 3 408 192**  
**DE-A- 3 716 642**  
**DE-C- 867 122**  
**US-A- 2 182 098**

⑦③ Patentinhaber : **Schmeink & Cofreth**  
**Energie-Management GmbH**  
**Crispinusstrasse 12**  
**D-46399 Bocholt (DE)**

⑦② Erfinder : **MUCIC, Vinko**  
**Finkenweg 1A**  
**D-6909 Walldorf (DE)**

⑦④ Vertreter : **Helber, Friedrich G., Dipl.-Ing. et al**  
**Zenz, Helber & Hosbach**  
**Patentanwälte**  
**Scheuergasse 24**  
**D-64673 Zwingenberg (DE)**

**EP 0 524 269 B1**

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).

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Hochtemperatur-Wärmepumpentransformator mit einem Lösungskreislauf eines Zweistoff-Arbeitsmittels, insbesondere eines Ammoniak-Wasser-Gemischs mit einem Vorlauf-Leitungs-  
 5 zweig, in welchem eine arme Lösung des Arbeitsmittels durch Pumpen stufenweise von niedrigem auf hohen Druck angehoben und durch Wärmezufuhr von einem niedrigeren auf ein höheres Temperaturniveau gebracht, einem Resorber zuströmt, welchem von einem Kompressor auf Resorberdruck erhöhte gasförmige Arbeitsmittelkomponente zugeführt und unter Abgabe von Resorptionswärme in der Lösung resorbiert wird, wodurch reiche Lösung hohen Drucks entsteht, die in einen Rücklauf-Leitungs-  
 10 zweig des Lösungskreislauf mit wenigstens einem eingeschalteten Drosselorgan unter Druckabsenkung und Wärmeabfuhr einem Desorber zuströmt, in welchem unter Zufuhr von Wärmeenergie gasförmige Arbeitsmittelkomponente ausgetrieben und dem Kompressor zugeführt wird, wobei im Lösungskreislauf weitere Entgaser vorgesehen sind, in welchen durch Wärmeübertragung von der im Rücklauf-Leitungs-  
 15 zweig strömenden reichen Lösung auf die im Vorlauf-Leitungs-  
 zweig strömende arme Lösung aus dieser zusätzlich gasförmige Arbeitsmittelkomponente ausgetrieben und in den Lösungskreislauf zurückgeführt wird.

Aus der DE-PS 37 16 642 ist eine Zweistoff-Wärmepumpe (oder Kältemaschine) dieser Art bekannt, deren Leistungsziffer gegenüber älteren bekannten Zweistoff-Wärmepumpen dadurch erhöht ist, daß bei einem zwischen Resorber- und Desorberdruck liegenden Zwischendruck mittels eines zusätzlichen Entgasers durch Übertragung von Wärmeenergie aus der im Rücklauf-Leitungs-  
 20 zweig strömenden reichen Lösung auf die im Vorlauf-Leitungs-  
 zweig strömende arme Lösung zusätzlich gasförmige Arbeitsmittelkomponente ausgetrieben und unter Druckerhöhung durch den Kompressor dem Resorber zugeführt wird, wobei die Antriebsleistung des Kompressors für die im zusätzlichen Entgaser ausgetriebene gasförmige Arbeitsmittelkomponente entsprechend dem geringeren Druckunterschied zwischen dem zusätzlichen Entgaser und dem Resorber geringer ist, als in dem Fall, in dem die Entgasung (wie bei den älteren bekannten Zweistoff-Wärmepumpen) ausschließlich auf dem niedrigen Druck des Haupt-Desorbers oder Entgasers unter Zufuhr von aus der Umgebung, z.B. einem Fließgewässer oder von Umweltwärme, erfolgen würde. Da die am Haupt-Desorber zur Entgasung der reichen Lösung zur Verfügung stehende Wärmeenergie aus der Umwelt bzw. einem Fließgewässer relativ niedrige Temperatur hat, ist das Temperaturniveau der im Resorber gewonnenen Resorptionswärme bei der bekannten Wärmepumpe immer noch relativ niedrig, so daß die gewonnene Resorptionswärme in der Regel nur für Heizzwecke verwendbar ist. In vielen Fällen ist jedoch Wärme auf einem deutlich höheren Temperaturniveau, beispielsweise als Prozeßwärme, erforderlich, wobei Abwärme aus dem Prozeß oder von anderen Wärmequellen auf niedrigerem, aber deutlich über der Umweltwärme oder der Wärme von Fließgewässern liegenden Temperaturniveau zur Verfügung steht. Anstelle des Einsatzes einer Wärmepumpe bietet sich bei diesen Temperaturbedingungen der Einsatz von Wärmetransformatoren (DE-PS 33 44 599, Fig. 3 und 4) zur Gewinnung der Nutz- bzw. Prozeßwärme auf erhöhtem Temperaturniveau an.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das System der bekannten Wärmepumpe so weiterzuentwickeln, daß sie nach Art eines Wärmetransformators bei höheren Temperaturniveaus einsetzbar ist und dabei ein im Vergleich zu bekannten Wärmetransformatoren noch verbessertes Wärmeverhältnis erbringt.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß in den an den Auslaß des Desorbers anschließenden Teilabschnitt des Vorlauf-Leitungs-  
 40 zweigs ein Drosselorgan für eine weitere Druckabsenkung eingeschaltet und der Teilabschnitt dann zum Einlaß eines auslaßseitig an den anschließenden Teilabschnitt des Vorlauf-Leitungs-  
 zweigs angeschlossenen Absorbers geführt ist, dem außerdem zum Zwecke der Voranreicherung der Lösung die über die weiteren Entgaser ausgetriebene gasförmige Arbeitsmittelkomponente zugeführt und unter Abgabe von Absorptionswärme auf einem unteren Temperaturniveau gelöst wird, daß in die die in den weiteren Entgasern ausgetriebene gasförmige Arbeitsmittelkomponente in den Absorber führende(n) Verbindungsleitung(en) wenigstens eine den Druck im gasförmigen Arbeitsmittel absenkende und in mechanische Energie umwandelnde Expansionsmaschine eingeschaltet ist, und daß dem Auslaß des Absorbers in dem anschließenden Teilabschnitt des Vorlauf-Leitungs-  
 45 zweigs eine den Druck der im Absorber vorangereicherten armen Lösung wenigstens auf den Desorberdruck erhöhende Pumpe nachgeschaltet ist.

Der im Aufbau der bekannten Wärmepumpe entsprechende Systemteil kann dann - entsprechend den bekannten Wärmetransformatoren - desorber- und resorberseitig bei höheren Temperaturniveaus arbeiten, wobei durch die Absorption der in den zusätzlichen Entgasern ausgetriebenen gasförmigen Arbeitsmittelkomponenten in einen bei Umgebungstemperatur betriebenen Absorber ein hinreichendes Temperatur- und Druckgefälle erhalten wird, um in der Expansionsmaschine zusätzliche mechanische Energie zu gewinnen, die entweder zur Erzeugung elektrischer Energie in einem an der Expansionsmaschine angekoppelten Generator oder - bei direkter Ankoppelung am Kompressor - auch zur Verringerung der Antriebsleistung des Antriebsmotors für den Kompressor des Systems verwendbar ist.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung sind der dem Absorber unmittelbar nachgeschalteten, den

Druck auf Desorberdruck erhöhenden Pumpe im anschließenden Teilabschnitt des Vorlauf-Leitungs Zweigs wenigstens zwei, den Druck aufeinanderfolgend stufenweise auf Resorberdruck erhöhende Pumpen nachgeschaltet, wobei einer der weiteren Entgaser in dem auf Desorberdruck befindlichen Bereich des Vorlauf-Leitungs Zweigs zwischen der ersten und der zweiten Pumpe und ein anderer weiterer Entgaser in dem auf einem  
5  
Zwischendruck zwischen dem Desorber- und Resorberdruck befindlichen Bereich des Vorlauf-Leitungs Zweigs zwischen der zweiten und der dritten Pumpe eingeschaltet ist, und die weiteren Entgaser andererseits in einen auf Resorberdruck befindlichen Abschnitt des Rücklauf-Leitungs Zweigs eingeschaltet sind.

Die Auslässe für die gasförmig ausgetriebene Arbeitsmittelkomponente der weiteren Entgaser können jeweils mit dem Einlaß einer gesonderten Expansionsmaschine verbunden sein, deren Auslässe mit dem Anschluß des Absorbers für die gasförmige Arbeitsmittelkomponente verbunden sind.  
10

Alternativ können die Auslässe für die gasförmige Arbeitsmittelkomponente der weiteren Entgaser mit zwei unterschiedlichen Druckstufen zugeordneten Einlässen einer gemeinsamen - dann zweckmäßig als mehrstufige Turbine ausgebildeten - Expansionsmaschine verbunden sein, deren Auslaß mit dem Einlaß des Absorbers für die gasförmige Arbeitsmittelkomponente verbunden ist.

Der Druck in dem zwischen der zweiten und der dritten Pumpe im Vorlauf-Leitungs Zweig angeordneten weiteren Entgaser ist vorzugsweise auf einen, etwa der Wurzel aus dem Produkt des Desorberdrucks und des Resorberdrucks entsprechenden Zwischendruck eingestellt, da hierdurch - bei Betrachtung als Wärmepumpe - die Leistungsziffer bzw. - bei Betrachtung als Wärmetransformator - das Wärmeverhältnis optimiert wird.  
15

Da in der Expansionsmaschine mechanische Energie gewonnen wird und andererseits zum Antrieb des Kompressors entsprechende mechanische Energie von einem Antriebsmotor zur Verfügung gestellt werden muß, ist es sinnvoll, den Kompressor und den ihn antreibenden Antriebsmotor mechanisch mit der Expansionsmaschine zu koppeln. Die Antriebsleistung des den Kompressor antreibenden Motors kann dann um die von der Expansionsmaschine zur Verfügung gestellte Abtriebsleistung niedriger bemessen werden.  
20

Die Erfindung ist in der folgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung näher erläutert, und zwar zeigt:  
25

Fig. 1 einen schematischen Schaltplan eines in der erfindungsgemäßen Weise ausgebildeten Wärmepumpentransformators;

Fig. 2 die im Wärmepumpentransformator gemäß Figur 1 ablaufenden Zustandsänderungen des Arbeitsmittels schematisch in einem  $p, \xi$ -Diagramm; und

Fig. 3 ein Diagramm, in welchem über der am Desorber des erfindungsgemäßen Wärmepumpentransformators zur Verfügung stehenden Temperatur das Verhältnis der erfindungsgemäß erreichten Leistungsziffer bzw. des erfindungsgemäß erreichten Wärmeverhältnisses zur entsprechenden Carnot-Leistungsziffer bzw. zum entsprechenden Carnot-Wärmeverhältnis aufgetragen ist.  
30

Der in Figur 1 veranschaulichte, in seiner Gesamtheit mit 10 bezeichnete erfindungsgemäße Zweistoff-Wärmepumpentransformator weist einen Entgaser oder Desorber 12 auf, in welchem bei einem Druck  $p_1$  durch Zufuhr von Wärmeenergie auf einem mittleren Temperaturniveau aus einer reichen Zweistoff-Arbeitsmittellösung gasförmige Arbeitsmittelkomponente ausgetrieben wird. Bei Verwendung des bevorzugten Ammoniak-Wasser-Gemischs als Arbeitsmittel wird im Desorber 12 also Ammoniak gasförmig aus der Lösung ausgetrieben. Die zur Entgasung der reichen Lösung erforderliche Wärmeenergie möge beispielsweise als Abwärme mit Temperaturen zwischen 40 und 100°C - in jedem Falle aber noch deutlich über der Umgebungswärme - zur Verfügung stehen. Die dabei entstehende arme Lösung wird über einen ersten Leitungszweig 14 zunächst unter Druckabsenkung zu einem Absorber 16, dessen Funktion später noch im einzelnen erläutert wird, und dann unter mehrstufiger Druckerhöhung auf einen Druck  $p_2$  zu einem Resorber 18 gepumpt, während die gasförmige Arbeitsmittelkomponente dem Resorber über eine Leitung 20 mit eingeschaltetem Kompressor 22 zugeführt wird. Die im Resorber 18 bei der Resorption des gasförmigen Arbeitsmittels in der armen Lösung auf hohem Temperaturniveau anfallende Resorptionswärme kann beispielsweise als Prozeßwärme in Arbeitsprozessen Verwendung finden. Die durch Resorption des gasförmigen Arbeitsmittels wieder reiche Lösung wird aus dem Resorber 18 über einen zweiten Leitungszweig 24 unter Druckabsenkung auf das Druckniveau  $p_1$  des Desorbers in einem Drosselorgan 26 wieder in den Desorber 12 zurückgeführt und dort wieder entgast.  
45

Wie bereits erwähnt, wird die aus dem Desorber austretende arme Lösung zunächst in einem ersten Teilabschnitt des Leitungszweigs 14 unter Druckabsenkung durch ein Drosselorgan 27 einem Absorber 16 zugeführt, in welchem die arme Lösung durch Wärmeabfuhr an die Umgebungsluft bzw. ein Fließgewässer auf die Temperatur  $t_{m0}$  abgekühlt wird. Dadurch ist es möglich, eine gewisse Menge von über eine Leitung 28 von einer - beispielsweise als Turbine 30 ausgebildeten - Expansionsmaschine zugeführten gasförmigen Arbeitsmittelkomponente in der armen Lösung im Absorber 16 zu absorbieren, so daß die Lösung gegenüber der vom Desorber 12 zuströmenden Lösung bereits etwas angereichert ist. Über eine dem Absorber 16 im Leitungszweig 14 nachgeschaltete Pumpe 32 und weitere Pumpen 34 und 36 wird dann der Druck stufenweise auf den Resorberdruck  $p_2$  erhöht, wobei der Druck in dem zwischen der ersten Pumpe 32 und der folgenden  
50

Pumpe 34 liegenden Teilabschnitt des Leitungszweigs 14 etwa gleich dem im Desorber 12 herrschenden Druck  $p_1$  sein möge, während dann folgerichtig in dem zwischen der zweiten und dritten Pumpe 34 bzw. 36 liegenden Teilabschnitt des Leitungszweigs 14 ein zwischen dem Desorberdruck  $p_1$  und dem Resorberdruck  $p_2$  liegender Druck herrscht.

Wie auch beim Stande der Technik üblich, sind zwischen den auf Resorberdruck  $p_2$  befindlichen Abschnitt des reiche Lösung führenden Leitungszweigs 24, d.h. den Rücklauf-Leitungszweig, und den Vorlauf-Leitungszweig 14 Temperaturwechsler 38 und 40 eingeschaltet, in denen durch Wärmeübertragung von der reichen auf die arme Lösung im Bereich des Zwischendrucks bzw. des Resorberdrucks  $p_2$  des Vorlauf-Leitungszweigs 14 die reiche Lösung abgekühlt wird. Ein entsprechender Temperaturwechsler 42 ist außerdem noch zwischen den den Desorber 12 mit dem Absorber 16 und dem zwischen der ersten und der zweiten Pumpe 32 bzw. 34 liegenden Teilabschnitt des Vorlauf-Leitungszweigs 14 geschaltet. Die dem Absorber 16 - wie oben erwähnt - von der Expansionsmaschine 30 über die Leitung 28 zugeführte gasförmige Arbeitsmittelkomponente stammt von zwei weiteren, zwischen den Vorlauf- und den Rücklauf-Leitungszweig 14 bzw. 24 geschalteten Entgasern 44 bzw. 46, in welchen durch Wärmeübertragung von der reichen Lösung auf die arme Lösung gasförmige Arbeitsmittelkomponente ausgetrieben und über Leitungen 48 bzw. 50 der Expansionsmaschine 30 zugeführt wird.

Es ist ersichtlich, daß der Druck der im weiteren Entgaser 44 aus der armen Lösung ausgetriebenen gasförmigen Arbeitsmittelkomponente etwa dem Desorberdruck  $p_1$  entspricht und der Druck der aus dem weiteren Entgaser 46 ausgetriebenen gasförmigen Arbeitsmittelkomponente bei einem höheren Druck - zwischen dem Desorber- und dem Resorberdruck  $p_1$  bzw.  $p_2$  - liegt. In der Expansionsmaschine 30 wird die in den Entgasern 44, 46 ausgetriebene gasförmige Arbeitsmittelkomponente unter Entspannung auf den Absorber-Druck  $p_0$  in mechanische Energie umgewandelt, welche durch mechanische Koppelung mit dem Kompressor 22 und dem Antriebsmotor 52 des Kompressors einen Teil der für die Förderung und Druckerhöhung der im Desorber 12 ausgetriebenen gasförmigen Arbeitsmittelkomponente zum Resorber erforderlichen Antriebsenergie übernimmt. Alternativ könnte die Expansionsmaschine 30 auch einen Generator zur Gewinnung von elektrischer Energie antreiben. Da die in den weiteren Entgasern 44, 46 ausgetriebene gasförmige Arbeitsmittelkomponente mit unterschiedlichen Drücken, nämlich dem Druck  $p_1$  und dem zwischen  $p_1$  und  $p_2$  liegende Zwischendruck  $p_z$  anfällt, werden die Leitungen 48 und 50 getrennt an entsprechend unterschiedlichen Druckstufen zugeordnete Einlässe der (mehrstufigen) Expansionsmaschine 30 geführt. Alternativ ist die Verwendung gesonderter Expansionsmaschinen denkbar, welche die unterschiedlichen Druckniveaus zwischen  $p_1$  und  $p_0$  bzw.  $p_z$  und  $p_0$  verarbeiten. Berechnungen mit unterschiedlich angenommenen Werten für die Höhe des Zwischendrucks  $p_z$  haben ergeben, daß ein Optimum erreicht wird, wenn

$$p_z = \sqrt{p_1 \cdot p_2}$$

In dem in Figur 2 gezeigten Diagramm sind die Änderungen der Zustandsgrößen des Arbeitsmittels im vorstehend beschriebenen Wärmepumpentransformator 10 schematisch in einem  $p, \xi$ -Diagramm veranschaulicht.

In Figur 3 ist schließlich noch ein Diagramm gezeigt, in welchem das Verhältnis der Leistungsziffer  $\varepsilon$  bzw. des Wärmeverhältnisses  $\zeta$  zur entsprechenden Leistungsziffer  $\varepsilon_c$  bzw. dem Wärmeverhältnis  $\zeta_c$  des Carnot-Prozesses Abhängigkeit von unterschiedlichen, am Desorber 12 zur Verfügung stehenden Temperaturen dargestellt ist, wenn für die Temperatur  $t_{m0}$  am Absorber 25°C, d.h. Umgebungstemperatur, und für die am Resorber - beispielsweise zur Erzeugung von Prozeßdampf - geforderte Temperatur 150°C angenommen wird. Es ist ersichtlich, daß der erfindungsgemäße Wärmepumpentransformator 10 bei den angenommenen Temperaturen rechnerisch eine Verbesserung zwischen Mitteltemperaturen von  $t_{m1} = 30^\circ\text{C}$  bis  $t_{m1} = 120^\circ\text{C}$  erbringt, wobei das Optimum bei etwa 65 bis 70°C liegt.

Der Investitionsaufwand für den erfindungsgemäßen Wärmepumpentransformator ist also durchaus lohnend, wenn Abwärme im günstigen Temperaturbereich, beispielsweise zwischen 50 und 90°C zur Verfügung steht.

## Patentansprüche

1. Hochtemperatur-Wärmepumpentransformator mit einem Lösungskreislauf eines Zweistoff-Arbeitsmittels, insbesondere eines Ammoniak-Wasser-Gemischs mit einem Vorlauf-Leitungszweig (14), in welchem eine arme Lösung des Arbeitsmittels durch Pumpen stufenweise von niedrigem auf hohen Druck angehoben und durch Wärmezufuhr von einem niedrigeren auf ein höheres Temperaturniveau gebracht einem Resorber (18) zuströmt, welchem von einem Kompressor auf Resorberdruck erhöhte gasförmige Arbeitsmittelkomponente zugeführt und dort unter Abfuhr von Resorptionswärme in der Lösung resorbiert wird,

wodurch reiche Lösung hohen Drucks entsteht, die in einen Rücklauf-Leitungs­zweig (24) des Lösungs­kreislau­fs mit wenigstens einem eingeschalteten Drosselorgan unter Druckabsenkung und Wärmeabfuhr einem Desorber (12) zuströmt, in welchem unter Zufuhr von Wärmeenergie gasförmige Arbeitsmittelkomponente ausgetrieben und dem Kompressor (22) zugeführt wird, wobei im Lösungskreislauf weitere Entgaser (44;46) vorgesehen sind, in welchen durch Wärmeübertragung von der im Rücklauf-Leitungs­zweig (24) strömenden reichen Lösung auf die im Vorlauf-Leitungs­zweig (14) strömende arme Lösung aus dieser zusätzlich gasförmige Arbeitsmittelkomponente ausgetrieben und in den Lösungskreislauf zurückge­führt wird,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß in den an den Auslaß des Desorbers (12) anschließenden Teilabschnitt des Vorlauf-Leitungs­zweigs (14) ein Drosselorgan (27) für eine weitere Druckabsenkung eingeschaltet und der Teilabschnitt dann zum Einlaß eines auslaßseitig an den anschließenden Teilabschnitt des Vorlauf-Leitungs­zweigs (14) angeschlossenen Absorbers (16) geführt ist, dem außerdem zum Zwecke der Voranreicherung der Lösung die über die weiteren Entgaser (44; 46) ausgetriebene gasförmige Arbeitsmittelkomponente zuge­führt und dort unter Abgabe von Absorptionswärme auf einem unteren Temperaturniveau ( $t_{mo}$ ) in der armen Lösung gelöst wird,

daß in die Verbindungsleitung (28), welche die in den weiteren Entgasern (44; 46) ausgetriebene gasförmige Arbeitsmittelkomponente dem Absorber (16) zuführt, wenigstens eine den Druck im gasförmigen Arbeitsmittel absenkende und in mechanische Energie umwandelnde Expansionsmaschine (30) eingeschaltet ist, und

daß dem Auslaß des Absorbers (16) in dem anschließenden Teilabschnitt des Vorlauf-Leitungs­zweigs (14) eine den Druck der im Absorber (16) vorangereicherten armen Lösung wenigstens auf den Desorberdruck ( $p_1$ ) erhöhende Pumpe (32) nachgeschaltet ist.

2. Wärmepumpentransformator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der dem Absorber (16) unmittelbar nachgeschalteten, den Druck auf Desorberdruck erhöhenden Pumpe (32) im anschließenden Teilabschnitt des Vorlauf-Leitungs­zweigs (14) wenigstens zwei, den Druck aufeinanderfolgend stufenweise auf Resorberdruck ( $p_2$ ) erhöhende Pumpen (34; 36) nachgeschaltet sind, daß einer der weiteren Entgaser (44) in dem auf Desorberdruck ( $p_1$ ) befindlichen Bereich des Vorlauf-Leitungs­zweigs (14) zwischen der ersten (32) und der zweiten Pumpe (34) und ein anderer weiterer Entgaser (46) in dem auf einem Zwischendruck ( $p_z$ ) zwischen dem Desorber- und Resorberdruck ( $p_1$  bzw.  $p_2$ ) befindlichen Bereich des Vorlauf-Leitungs­zweigs (14) zwischen der zweiten und der dritten Pumpe (34; 36) eingeschaltet ist, und daß die weiteren Entgaser (44; 46) andererseits in einen auf Resorberdruck ( $p_2$ ) befindlichen Abschnitt des Rücklauf-Leitungs­zweigs (24) eingeschaltet sind.

3. Wärmepumpentransformator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß Auslässe der weiteren Entgaser (44; 46) für die gasförmig ausgetriebene Arbeitsmittelkomponente jeweils mit dem Einlaß einer gesonderten Expansionsmaschine (30) verbunden sind, deren Auslässe mit dem Anschluß des Absorbers (16) für die gasförmige Arbeitsmittelkomponente verbunden sind.

4. Wärmepumpentransformator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Auslässe der weiteren Entgaser (44; 46) für die gasförmige Arbeitsmittelkomponente mit zwei unterschiedlichen Druckstufen zugeordneten Einlässen einer gemeinsamen Expansionsmaschine (30) verbunden sind, deren Auslaß mit dem Einlaß des Absorbers (16) für die gasförmige Arbeitsmittelkomponente verbunden ist.

5. Wärmepumpentransformator nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck in dem zwischen der zweiten und der dritten Pumpe (34; 36) im Vorlauf-Leitungs­zweig (14) angeordneten weiteren Entgaser (46) auf einen etwa der Wurzel aus dem Produkt des Desorberdrucks ( $p_1$ ) und des Resorberdrucks ( $p_2$ ) entsprechenden Zwischendruck ( $p_z$ ) eingestellt ist.

6. Wärmepumpentransformator nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Kompressor (22) und der ihn antreibende Antriebsmotor (52) mechanisch mit der Expansionsmaschine (30) gekoppelt sind.

## Claims

1. High temperature heat pump transformer with a solution circuit for a two-component working medium,

particularly an ammonia-water mixture, with a supply conduit branch (14), in which a weak solution of the working medium, raised incrementally by pumps from a low to a high pressure and brought by the addition of heat from a low to a high temperature level, flows to a resorber (18), to which a gaseous working medium component increased by a compressor to resorber pressure is fed and is there resorbed with the removal of resorption heat in the solution, whereby rich solution at high pressure is produced which flows in a return conduit branch (24) of the solution circuit with at least one throttling element connected therein with a reduction in pressure and the removal of heat to a desorber (12), in which the gaseous working medium component is driven off under the addition of heat energy and is supplied to the compressor (22), whereby provided in the solution circuit are further degasifiers (44;46) in which, by virtue of heat transfer from the rich solution flowing in the return conduit branch (24) to the weak solution flowing in the supply conduit branch (14), additional gaseous working medium components are driven off from the latter and are fed back into the solution circuit,

characterised in that connected into the section of the supply conduit branch (14) connected to the outlet of the desorber (12) there is a throttling element (27) for a further pressure reduction and the section then passes to the inlet of an absorber (16), which is connected on the outlet side to the adjacent section of the supply conduit branch (14) and to which additionally, for the purpose of concentration of the solution, the gaseous working medium component driven off by the further degasifiers (44;46) is supplied and is there dissolved in the weak solution at a lower temperature level ( $t_{mo}$ ) whilst giving up heat of absorption, that connected into the connecting conduit (28), which supplies the gaseous working medium component driven off in the further degasifiers (44;46) to the absorber (16), there is at least one expansion machine (30), which reduces the pressure in the gaseous working medium and converts it into mechanical energy, and that connected downstream of the outlet of the absorber (16) in the adjacent section of the supply conduit branch (14) there is a pump (32), which increases the pressure of the weak solution concentrated in the absorber (16) at least to the desorber pressure ( $p_1$ ).

2. Heat pump transformer as claimed in claim 1, characterised in that connected downstream of the the pump (32), which is connected immediately downstream of the absorber (16) and increases the pressure to desorber pressure, in the adjacent section of the supply conduit branch (14) there are at least two pumps (34;36), which successively increase the pressure incrementally to resorber pressure ( $p_2$ ), that one of the further degasifiers (44) is connected in the region of the supply conduit branch (14) at desorber pressure ( $p_1$ ) between the first (32) and the second pump (34) and another further degasifier (46) is connected in the region of the supply conduit branch (14) at an intermediate pressure ( $p_z$ ) between the desorber and resorber pressures ( $p_1$  and  $p_2$ ) between the second and the third pump (34;36) and that the further degasifiers (44;46) are connected on the other hand in a section of the return conduit branch (24) at resorber pressure ( $p_2$ ).

3. Heat pump transformer as claimed in claim 2, characterised in that the outlets of the further degasifiers (44;46) for the gaseous working medium component which has been driven off are each connected to the inlet of a separate expansion machine (30) whose outlets are connected to the connection of the absorber (16) for the gaseous working medium component.

4. Heat pump transformer as claimed in claim 2, characterised in that the outlets of the further degasifiers (44;46) for the gaseous working medium component are connected to two inlets of a common expansion machine (30), which is associated with two different pressure stages and whose outlet is connected to the inlet of the absorber (16) for the gaseous working medium component.

5. Heat pump transformer as claimed in one of claims 2 to 4, characterised in that the pressure in the further degasifier (46), which is arranged between the second and third pumps (34;36) in the supply conduit branch (14), is set at an intermediate pressure ( $p_z$ ) corresponding approximately to the root of the product of the desorber pressure ( $p_1$ ) and the resorber pressure ( $p_2$ ).

6. Heat pump transformer as claimed in one of claims 1 to 5, characterised in that the compressor (22) and the drive motor (52), which drives it, are mechanically coupled to the expansion machine (30).

55

## Revendications

1. Transformateur à pompe à chaleur haute température avec circulation de solution d'un fluide de travail à deux matières, en particulier d'un mélange ammoniac-eau avec une branche de circuit-aller (14), dans laquelle une solution pauvre en fluide de travail, portée, par des pompes par étapes, de basse à haute pression et amenée par apport de chaleur, d'un bas à un haut niveau de température, afflue à un résorbeur (18), auquel une composante de fluide de travail gazeux élevée, depuis un compresseur à la pression de résorbeur, et de la résorbée dans la solution avec dissipation de chaleur de résorption, de sorte que se forme une solution riche à pression élevée, qui dans une branche du circuit retour (24) de la circulation de solution, munie d'au moins un organe d'étranglement sur le circuit afflue à un désorbeur (12), avec baisse de pression et dissipation de chaleur, désorbeur dans lequel, avec amenée d'énergie thermique est expulsée une composante du fluide de travail gazeux et amenée au compresseur (22), d'autres dégazeurs (44 ; 46) étant prévus dans le circuit de solution, dans lesquels, par transmission de chaleur de la solution riche, circulant dans la branche de circuit de retour (24), à la solution pauvre, circulant dans la branche de circuit-aller (14), de laquelle une composante du fluide de travail gazeuse est expulsée en plus et ramenée dans la circulation de solution, caractérisé en ce que dans la section partielle, se raccordant à la sortie du désorbeur (12), de la branche de circuit-aller (14), un organe d'étranglement (27) est mis en circuit pour un autre abaissement de pression et la section partielle est alors menée à l'admission d'un absorbeur (16) raccordé côté sortie à la section partielle de raccordement de la branche du circuit-aller (14) absorbeur auquel est amenée en outre, en vue du pré-enrichissement de la solution, la composante de fluide de travail gazeuse, expulsée par les autres dégazeurs (44 ; 46) et de là est dissoute dans la solution pauvre, avec dégagement de chaleur d'absorption à un niveau de température inférieur ( $t_{mo}$ ), en ce que dans la canalisation de liaison (28) qui amène à l'absorbeur (16) la composante de fluide de travail gazeuse, expulsée dans les autres dégazeurs (44 ; 46) est mise en circuit, au moins une machine à expansion (30), abaissant la pression dans le fluide de travail gazeux et la transformant en énergie mécanique, et en ce qu'une pompe (32) élevant la pression de la solution pauvre, préenrichie dans l'absorbeur (16) au moins à la pression du désorbeur ( $P_1$ ), est mise en circuit en aval de la sortie de l'absorbeur (16) dans la section partielle de la branche du circuit-aller (14) s'y raccordant.
2. Transformateur à pompe à chaleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que à la pompe (32), mise en circuit directement en aval de l'absorbeur (16) et élevant la pression à la pression de résorbeur au moins deux pompes (34 ; 36), élevant la pression l'une après l'autre, par étapes, à la pression de résorbeur ( $P_2$ ) sont mises en circuit en aval dans la section partielle de la branche de circuit-aller (14) s'y raccordant, que l'un des autres dégazeurs (44) est mis en circuit dans la zone de la branche de circuit-aller (14), se trouvant à la pression de désorbeur ( $P_1$ ), entre la première (32) et la deuxième (34) pompe et un autre des autres dégazeurs (46) est mis en circuit dans la zone de la branche de circuit-aller (14), se trouvant à une pression intermédiaire ( $P_z$ ) entre la pression de désorbeur et la pression du résorbeur ( $P_1$ , respectivement  $P_2$ ), entre la deuxième et la troisième pompe (34 ; 36) et, que les autres dégazeurs (44 ; 46) sont mis en circuit d'autre part dans une section de la branche de circuit de retour (24) se trouvant à la pression de résorbeur ( $P_2$ ).
3. Transformateur à pompe à chaleur selon la revendication 2, caractérisé en ce que les sorties des autres dégazeurs (44 ; 46) pour la composante de fluide de travail gazeuse expulsée sont reliées chacune à l'admission d'une machine à expansion (30) particulière, dont les sorties sont reliées, pour la composante du fluide de travail gazeux, au raccord de l'absorbeur (16).
4. Transformateur à pompe à chaleur selon la revendication 2, caractérisé en ce que les sorties des autres dégazeurs (44 ; 46), pour la composante de fluide de travail gazeuse, sont reliées à deux sorties, associées à des étages de pression différents, d'une machine à expansion (30) commune, dont la sortie est reliée à l'admission de l'absorbeur (16) pour la composante de fluide de travail gazeux.
5. Transformateur à pompe à chaleur selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que la pression dans l'autre dégazeur (46), disposé dans la branche du circuit-aller (14) entre la deuxième et la troisième pompe (34 ; 36), est réglée à une pression intermédiaire ( $P_z$ ) correspondant à peu près à la racine carrée du produit de la pression de désorbeur ( $P_1$ ) et de la pression de résorbeur ( $P_2$ ).

6. Transformateur à pompe à chaleur selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le compresseur (22) et le moteur d'entraînement (52) qui l'entraîne sont couplés mécaniquement à la machine à expansion (30).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55



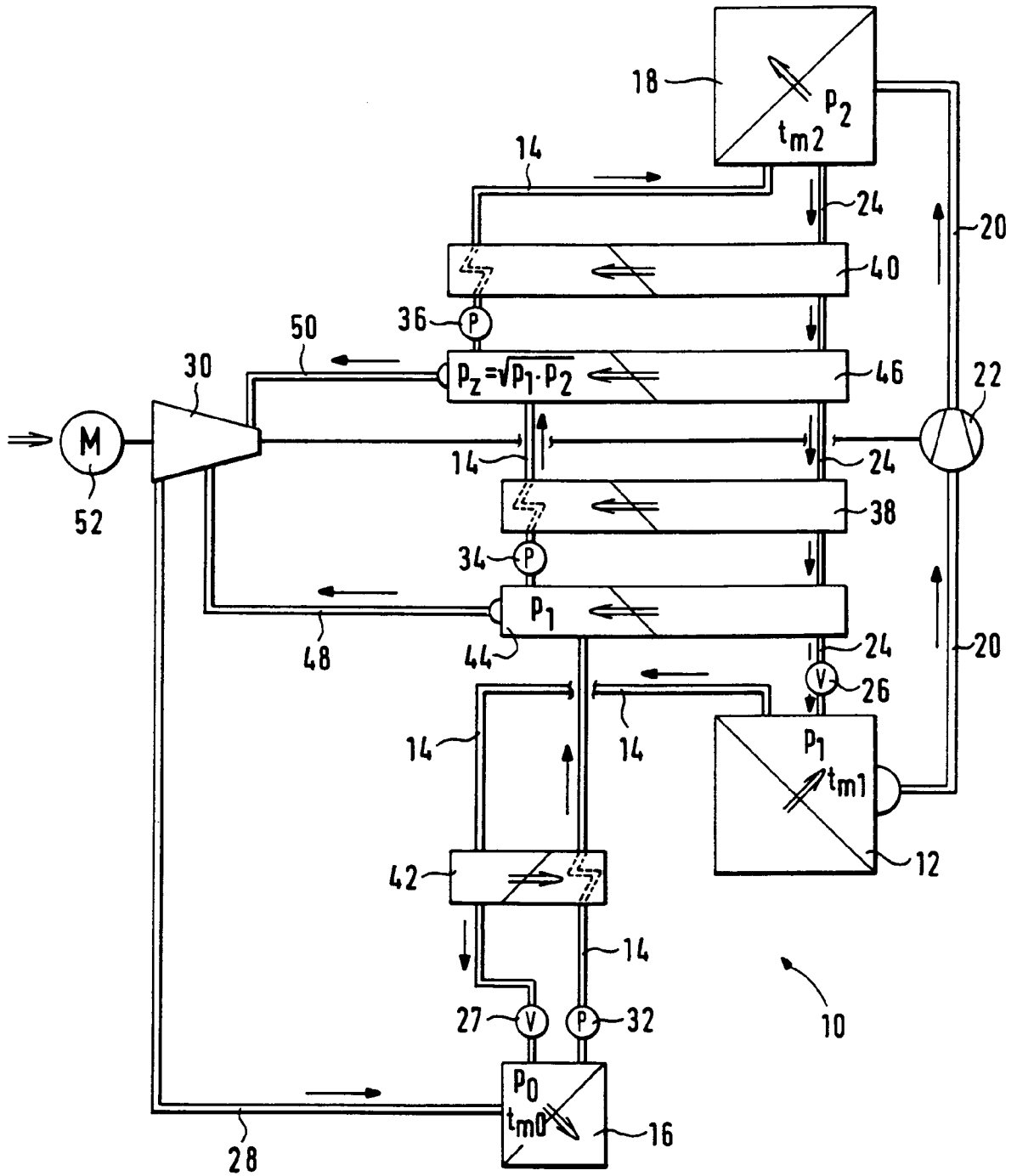
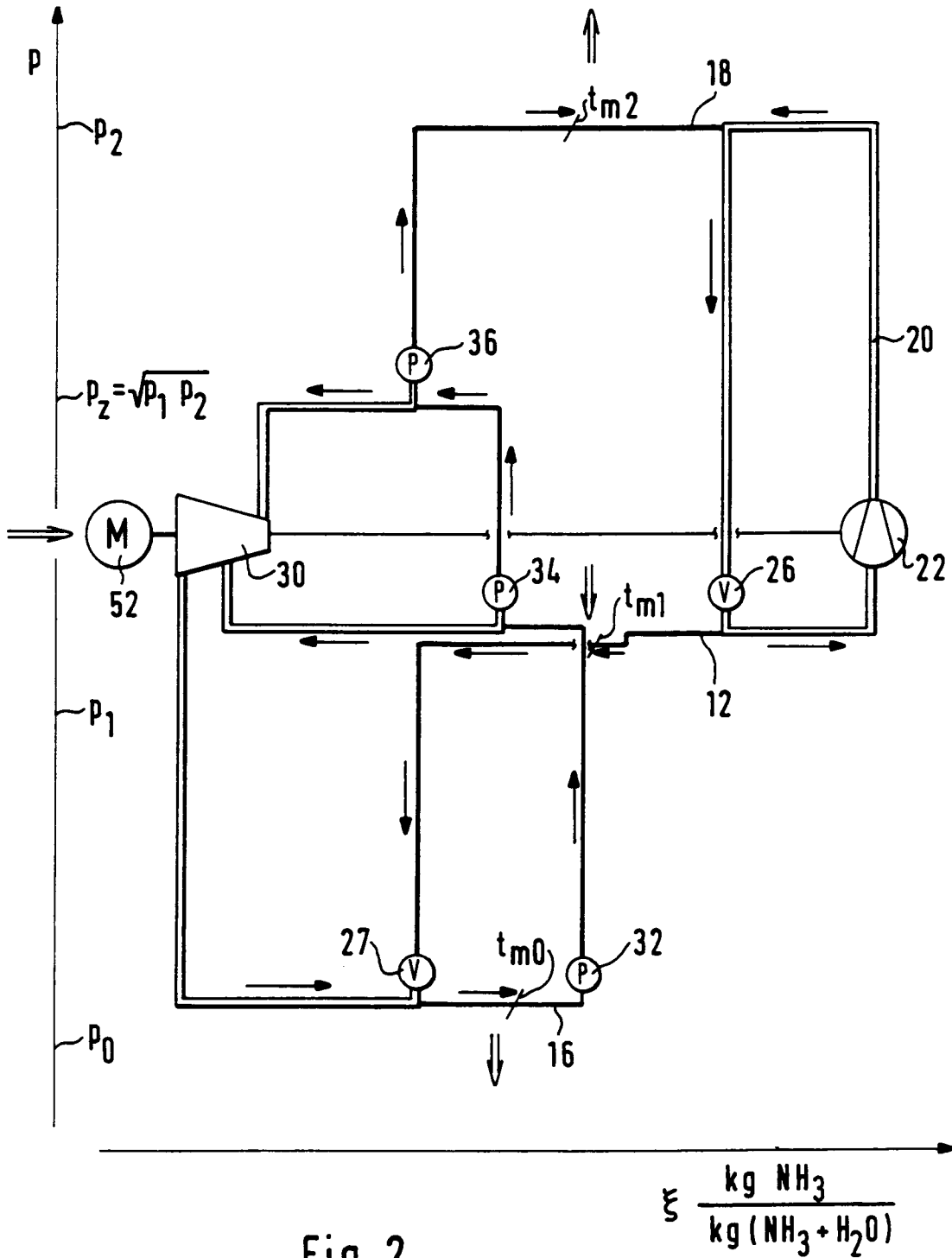


Fig. 1



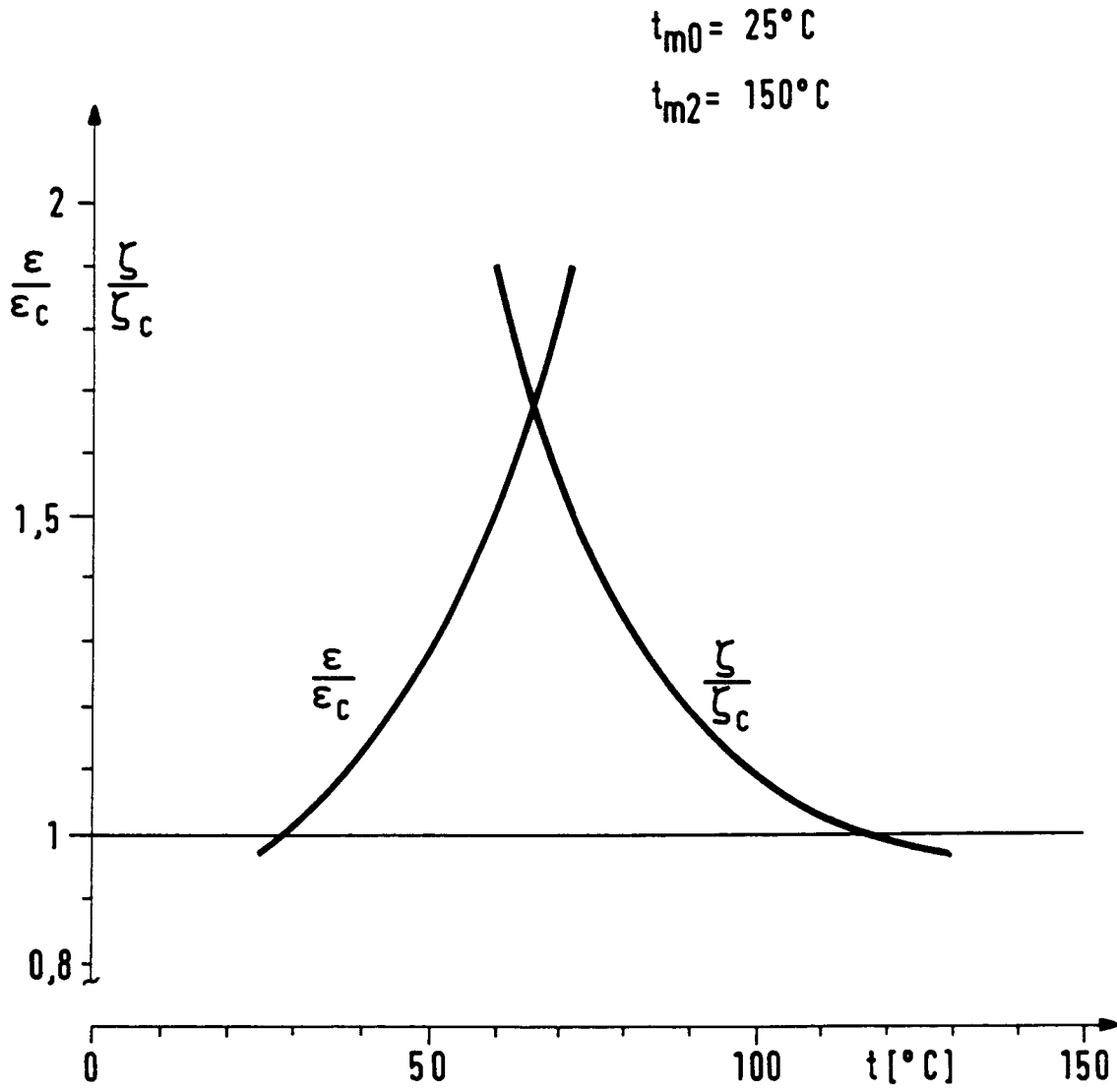


Fig. 3