



(10) **DE 10 2011 101 357 A1** 2012.11.15

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 101 357.5**

(22) Anmeldetag: **12.05.2011**

(43) Offenlegungstag: **15.11.2012**

(51) Int Cl.: **B60W 20/00 (2011.01)**

**F01M 5/02 (2011.01)**

**B60W 10/06 (2012.01)**

**F01P 11/20 (2012.01)**

**H01M 10/50 (2012.01)**

(71) Anmelder:  
**Audi AG, 85045, Ingolstadt, DE**

(72) Erfinder:  
**Papajewski, Jens, Dr., 86697, Oberhausen, DE**

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

**DE 197 01 094 A1**

**DE 10 2007 032 726 A1**

**DE 22 29 195 A**

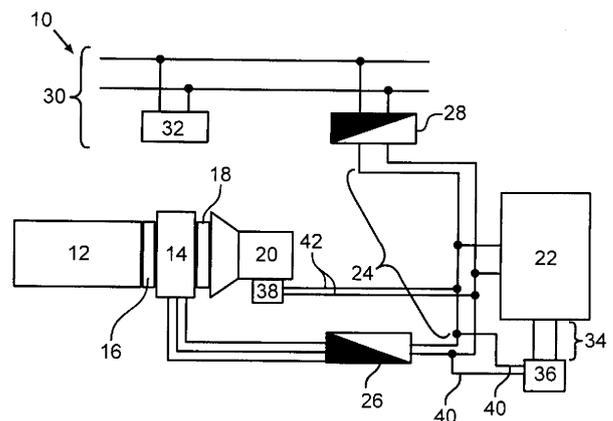
**US 7 077 224 B2**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Betreiben eines Kraftwagens mit einem Hybridantrieb**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Kraftwagens mit einem Hybridantrieb (10), bei welchem zumindest ein Betriebsmedium des Kraftwagens mittels einer dielektrischen Heizvorrichtung (36, 38) auf eine vorgegebene Solltemperatur aufgeheizt wird. Hierdurch können von dem Betriebsmedium durchströmte Komponenten unmittelbar nach einem Kaltstart des Kraftwagens besonders schnell auf ihre optimale Betriebstemperatur gebracht werden, so dass ein besonders energiesparender Betrieb des Kraftwagens möglich wird.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Kraftwagens mit einem Hybridantrieb.

**[0002]** Kraftwagen mit Hybridantrieb besitzen sowohl eine Brennkraftmaschine als auch eine elektrische Antriebsmaschine. Um möglichst wenig Kraftstoff zu verbrauchen, ist es dabei wünschenswert, möglichst oft die elektrische Antriebsmaschine allein zum Antrieb des Kraftwagens zu verwenden oder zumindest einen wesentlichen Teil der Antriebsleistung durch die elektrische Antriebsmaschine bereitzustellen.

**[0003]** Bei tiefen Umgebungstemperaturen ergibt sich dabei allerdings das Problem, dass viele Komponenten des Kraftwagens im kalten Zustand nicht effizient arbeiten. Dies gilt insbesondere für eine Hochvoltbatterie zur Versorgung der elektrischen Antriebsmaschine, bei der im kalten Zustand die maximal entnehmbare Leistung deutlich geringer ist als im warmen Zustand. Auch Antriebskomponenten, die geschmiert werden müssen, können im kalten Zustand nur unter deutlichen Energieverlusten betrieben werden. Dies gilt aufgrund der erhöhten Viskosität des Getriebeöls bei tiefen Temperaturen insbesondere für das Getriebe.

**[0004]** Aus der DE 197 01 094 A1 ist ein Verfahren bekannt, bei welchem ein Kühlmittel einer Brennkraftmaschine mittels eines Mikrowellendurchlauferhitzers auf eine Solltemperatur erwärmt wird. Das Kühlmittel durchströmt ferner einen Wärmetauscher, über welchen es Luft für eine Innenraumbelüftung des Kraftwagens beheizt. Durch die Mikrowellenbeheizung des Kühlmittels kann dieses besonders schnell auf seine Solltemperatur gebracht werden, so dass die Abwärme der Brennkraftmaschine unmittelbar zur Beheizung weiterer Komponenten des Kraftwagens genutzt werden kann.

**[0005]** Bei Hybridkraftwagen tritt hierbei jedoch das Problem auf, dass bei rein elektrischem Betrieb durch die Brennkraftmaschine keine Abwärme produziert wird, die zur Beheizung weiterer Komponenten genutzt werden könnte.

**[0006]** Der vorliegenden Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art bereitzustellen, mittels welchem ein Hybridkraftwagen besonders energiesparend betrieben werden kann.

**[0007]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

**[0008]** Bei einem solchen Verfahren wird wenigstens ein Betriebsmedium des Kraftwagens mittels einer dielektrischen Heizvorrichtung, also einer Mikro-

wellenheizung, auf eine vorgegebene Temperatur erwärmt. Beim dielektrischen Heizen wird das Betriebsmedium mit Mikrowellenstrahlung bestrahlt. Moleküle des Betriebsmediums, die ein Dipolmoment besitzen, schwingen dabei mit dem eingestrahlten Anregungsfeld. Durch Stoßprozesse zwischen den Molekülen der Flüssigkeit wird die eingestrahlte Energie als Wärmeenergie gleichmäßig in dem Betriebsmedium verteilt. Da es sich hierbei nicht um einen Absorptionsprozess im eigentlichen Sinne handelt, muss die Frequenz der Mikrowellenstrahlung nicht genau an das Betriebsmedium angepasst werden, so dass das Verfahren mit einer Vielzahl von unterschiedlichen Medien Anwendung finden kann. Um ein besonders effizientes Aufheizen zu ermöglichen, ist es dabei zweckmäßig, den mit Mikrowellen bestrahlten Aufnahmeraum mit einer metallischen Beschichtung zu versehen. Diese reflektiert die Mikrowellenstrahlung, so dass Energieverluste durch austretende Strahlung vermieden werden.

**[0009]** Durch das dielektrische Heizen wird die Energie unmittelbar in das gesamte bestrahlte Volumen eingebracht. Die Erwärmung ist somit unabhängig von der Wärmeleitfähigkeit des Mediums und der das Medium umgebenden Behälterwandung. Daher kann eine besonders hohe Aufheizrate erzielt werden. Aus dem gleichen Grund ist die Aufheizrate auch im Wesentlichen unabhängig von der Geometrie des zu beheizenden flüssigkeitsgefüllten Raums, so dass ein der Aufnahmebehälter für die Flüssigkeit nicht speziell angepasst werden muss, um eine Anwendung des Verfahrens zu ermöglichen.

**[0010]** Aufgrund der besonders guten Effizienz des dielektrischen Heizens kann mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens sichergestellt werden, dass auch bei tiefen Außentemperaturen die Betriebsmedien des Hybridkraftwagens – und damit die von ihnen durchströmten Komponenten – besonders schnell auf ihre optimale Betriebstemperatur gebracht werden können. Hierdurch werden Energieverluste durch nicht-optimale Betriebstemperaturen weitestgehend vermieden, so dass der Hybridkraftwagen besonders verbrauchsarm und mit besonders geringem Kohlendioxidausstoß betrieben werden kann.

**[0011]** Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt darin begründet, dass zum dielektrischen Heizen lediglich elektrische Energie benötigt wird. Im Gegensatz zu bekannten Heizverfahren, welche die Abwärme der Brennkraftmaschine als Energiequelle benutzen, kann das erfindungsgemäße Verfahren daher auch im rein elektrischen Betrieb des Hybridkraftwagens Anwendung finden.

**[0012]** Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das zu erwärmende Betriebsmedium ein Kühlmedium für eine Hochvoltbat-

terie des Kraftwagens. Bei längerem Betrieb, insbesondere unter hoher Leistungsentnahme, entwickeln Hochvoltbatterien beträchtliche Wärmemengen und müssen daher aktiv gekühlt werden. Beim Starten des Kraftwagens im kalten Zustand oder unter ähnlichen Bedingungen, unter welchen die Hochvoltbatterie deutlich kälter ist, als ihre optimale Betriebstemperatur, kann das aktive Kühlsystem der Batterie jedoch auch genutzt werden, um diese zu erwärmen. Aufgrund der hohen Aufheizrate, die durch die dielektrische Erwärmung erzielt werden kann, ist es so möglich, die Hochvoltbatterie besonders schnell auf ihre optimale Betriebstemperatur zu bringen, so dass in kürzester Zeit die maximal mögliche Leistung entnommen werden kann. Dies ermöglicht es, den Hybridkraftwagen auch unmittelbar nach dem Start oder bei besonders kalten Umgebungstemperaturen in einem rein elektrischen Betriebsmodus zu betreiben, ohne dass unterstützende Antriebsenergie von der Brennkraftmaschine zur Verfügung gestellt werden muss. Besonders zweckmäßig ist es dabei, die dielektrische Heizvorrichtung unmittelbar in die Batterie zu integrieren. Dies kann insbesondere bei Batterien mit einer sogenannten Bodenplattenkühlung Anwendung finden. Auf diese Weise lässt sich eine besonders kompakte Bauform schaffen.

**[0013]** Zusätzlich oder alternativ können auch weitere Betriebsmedien des Kraftwagens dielektrisch beheizt werden. Besonders vorteilhaft ist dies für Schmierstoffe des Kraftwagens, insbesondere für das Getriebeöl. Durch das dielektrische Beheizen kann die temperaturabhängige Viskosität des Getriebeöls besonders schnell auf den optimalen Wert eingestellt werden, so dass im Antriebsstrang besonders geringe Energieverluste auf Grund der inneren Reibung des Schmiermittels auftreten.

**[0014]** Neben einer schnellen anfänglichen Aufheizung nach einem Kaltstart des Kraftwagens kann das Verfahren auch besonders zweckmäßig im Rekupeationsbetrieb des Kraftwagens Anwendung finden. In diesem Betriebszustand befindet sich der Kraftwagen im Schubbetrieb, wobei die elektrische Antriebsmaschine als Generator wirkt und die Hochvoltbatterie auflädt. Gerade hier ist es besonders wichtig, die Reibungsverluste im Antriebsstrang zu vermindern, um einen möglichst großen Anteil der Bewegungsenergie oder potentiellen Energie des Kraftwagens zurückzugewinnen und der Hochvoltbatterie zuführen zu können.

**[0015]** Vorteilhaft ist es ferner, eine Aufheizung immer dann durchzuführen, wenn eine Umgebungstemperatur des Kraftwagens unterhalb eines vorgegebenen Schwellwertes liegt. Dieser ist zweckmäßigerweise so gewählt, dass unter den vorliegenden Umgebungsbedingungen eine Aufheizung des Betriebsmediums aufgrund von Reibungsverlusten, elektrischer Verlustleistung in der Hochvoltbatterie

oder dergleichen, nicht schnell genug verläuft, um eine signifikante Verbrauchssteigerung zu vermeiden.

**[0016]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird eine Aufheizung dann durchgeführt, wenn eine Brennkraftmaschine des Kraftwagens nicht aktiv ist. In diesem Betriebszustand liegt kaum ungenutzte Abwärme vor, die zur Erwärmung des Betriebsmediums genutzt werden könnte, so dass der Einsatz der dielektrischen Heizvorrichtung hier besonders energieeffizient ist.

**[0017]** Besonders vorteilhaft ist es schließlich, zur Energieversorgung der dielektrischen Heizvorrichtung die Hochvoltbatterie des Kraftwagens zu nutzen. Diese stellt die notwendige Leistung zur Verfügung, um eine besonders schnelle Aufheizung des Betriebsmediums erreichen zu können.

**[0018]** Im Folgenden wird die Erfindung in einer bevorzugten Ausführungsform anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

**[0019]** **Fig. 1:** eine schematische Darstellung eines Antriebssystems eines Hybridkraftwagens und

**[0020]** **Fig. 2:** ein Diagramm zur Veranschaulichung der Temperaturabhängigkeit der Schleppkraft eines Kraftwagens.

**[0021]** Ein im Ganzen mit **10** bezeichnetes Antriebssystem für einen Hybridkraftwagen umfasst eine Brennkraftmaschine **12** und eine elektrische Antriebsmaschine **14** auf. Die Brennkraftmaschine **12** kann über eine erste Kupplung **16** mit der elektrischen Antriebsmaschine **14** gekuppelt werden, welche ihrerseits über eine zweite Kupplung **18** mit einem Automatikgetriebe **20** kuppelbar ist. Von diesem wird die Antriebsenergie über den restlichen, in der Figur nicht dargestellten Antriebsstrang auf die ebenfalls nicht gezeigten Räder des Kraftwagens übertragen.

**[0022]** Zur Versorgung der elektrischen Antriebsmaschine **14** mit elektrischem Strom dient eine Hochvoltbatterie **22**, die ein Hochvoltbordnetz **24** des Kraftwagens speist. Über einen Wechselrichter **26** wird die Spannung des Hochvoltbordnetzes **24** in die für den Betrieb der elektrischen Antriebsmaschine **24** notwendige dreiphasige Spannung gewandelt. Ein Gleichstromwandler **28** verbindet das Hochvoltbordnetz **24** ferner mit einem Niedervoltbordnetz **30**, welches zudem über eine eigene 12 V-Batterie **32** verfügt.

**[0023]** Je nach Kupplungszustand der Kupplungen **16**, **18** sind im Antriebssystem **10** unterschiedliche Betriebsmodi realisierbar. Neben einem reinen Verbrennungskraftbetrieb und einem rein elektrischen Betrieb können auch beide Antriebsmaschinen **12**,

**14** gleichzeitig Energie in den Antriebsstrang einspeisen. In diesem Betriebszustand wird die Brennkraftmaschine **12** an ihrem optimalen Arbeitspunkt betrieben, während die elektrische Antriebsmaschine die Differenz zwischen der von der Brennkraftmaschine **12** in diesem Zustand gelieferten Leistung und der tatsächlich angeforderten Leistung liefert. Im Bremsbetrieb oder beim antriebslosen Rollen entlang eines Gefälles kann die elektrische Antriebsmaschine **14** als Generator betrieben werden, so dass kinetische bzw. potentielle Energie des Kraftwagens in elektrische Energie gewandelt und zum Laden der Hochvoltbatterie **22** genutzt werden kann.

se mit Metall ausgekleidet, welches die Mikrowellen reflektiert, so dass die jeweiligen Betriebsflüssigkeiten besonders effizient aufgeheizt werden und das Austreten von Mikrowellenstrahlung in die Umgebung verhindert wird.

**[0024]** Beim rein elektrischen Betrieb des Antriebssystems **10** steht keine Abwärme der Brennkraftmaschine **12** zur Verfügung, die zu Heizzwecken genutzt werden könnte. Dies ist insbesondere beim Kaltstart des Kraftwagens bei tiefen Außentemperaturen problematisch, da die maximale, der Hochvoltbatterie **22** entnehmbare Leistung stark temperaturabhängig ist. Unter solchen Bedingungen ist ein rein elektrischer Betrieb daher nur eingeschränkt möglich. Um dieses Problem zu umgehen, ist in einem Kühlmittelkreislauf **34** der Hochvoltbatterie **22** eine dielektrische Heizvorrichtung in Form eines Mikrowellendurchlauferhitzers **36** vorgesehen. Durch das dielektrische Heizen des Kühlmediums kann die Hochvoltbatterie **22** besonders schnell auf ihre optimale Betriebstemperatur gebracht werden, so dass ein rein elektrischer Betrieb auch bei tiefen Umgebungstemperaturen möglich ist. Alternativ zur in der Figur gezeigten Ausführungsform kann die Heizvorrichtung **36** auch direkt in die Hochvoltbatterie **22** integriert werden, um eine besonders bauraumsparende Variante zu schaffen.

**[0025]** Eine weitere dielektrische Heizvorrichtung **38** ist zum Beheizen eines Getriebeöls des Getriebes **20** vorgesehen. Da das Getriebeöl bei tiefen Temperaturen eine hohe Viskosität aufweist, treten bei solchen Bedingungen Verluste im Getriebe aufgrund der inneren Reibung des Getriebeöls auf. Die durch die Viskosität des Getriebeöls verursachten Schleppkräfte sind in [Fig. 2](#) in Abhängigkeit von der Öltemperatur aufgetragen. Durch das schnelle und effiziente Beheizen des Getriebeöls mittels der Heizvorrichtung **38** können solche viskositätsbedingten Verluste reduziert werden, so dass auch unmittelbar nach einem Kaltstart des Kraftwagens ein besonders energiesparender Betrieb möglich wird.

**[0026]** Beide dielektrische Heizvorrichtungen **36**, **38** werden über jeweilige Leitungen **40**, **42** aus dem Hochvoltbordnetz **24** mit Energie versorgt. Ihr Betrieb ist daher unabhängig von der Brennkraftmaschine **12** möglich, so dass das schnelle Aufheizen von Hochvoltbatterie **22** und Getriebe **20** in jedem Betriebszustand des Kraftwagens möglich ist. Die von den dielektrischen Heizvorrichtungen **36**, **38** bestrahlten Flüssigkeitsräume sind ferner zweckmäßigerwei-

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 19701094 A1 [[0004](#)]

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Kraftwagens mit einem Hybridantrieb (**10**), bei welchem zumindest ein Betriebsmedium des Kraftwagens mittels einer dielektrischen Heizvorrichtung (**36, 38**) auf eine vorgegebene Solltemperatur aufgeheizt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Betriebsmedium ein Kühlmedium einer Hochvoltbatterie (**22**) des Kraftwagens ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Betriebsmedium ein Getriebeöl des Kraftwagens ist.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Betriebsmedium beim Starten des Kraftwagens aufgeheizt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Betriebsmedium bei einem Rekuperationsbetrieb des Kraftwagens aufgeheizt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Betriebsmedium aufgeheizt wird, wenn eine Umgebungstemperatur des Kraftwagens unterhalb eines vorgegebenen Schwellwertes liegt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Betriebsmedium aufgeheizt wird, wenn eine Brennkraftmaschine (**12**) des Kraftwagens nicht in Betrieb ist.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die dielektrische Heizvorrichtung aus einem Hochvoltbordnetz (**24**) des Kraftwagens mit Energie versorgt wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

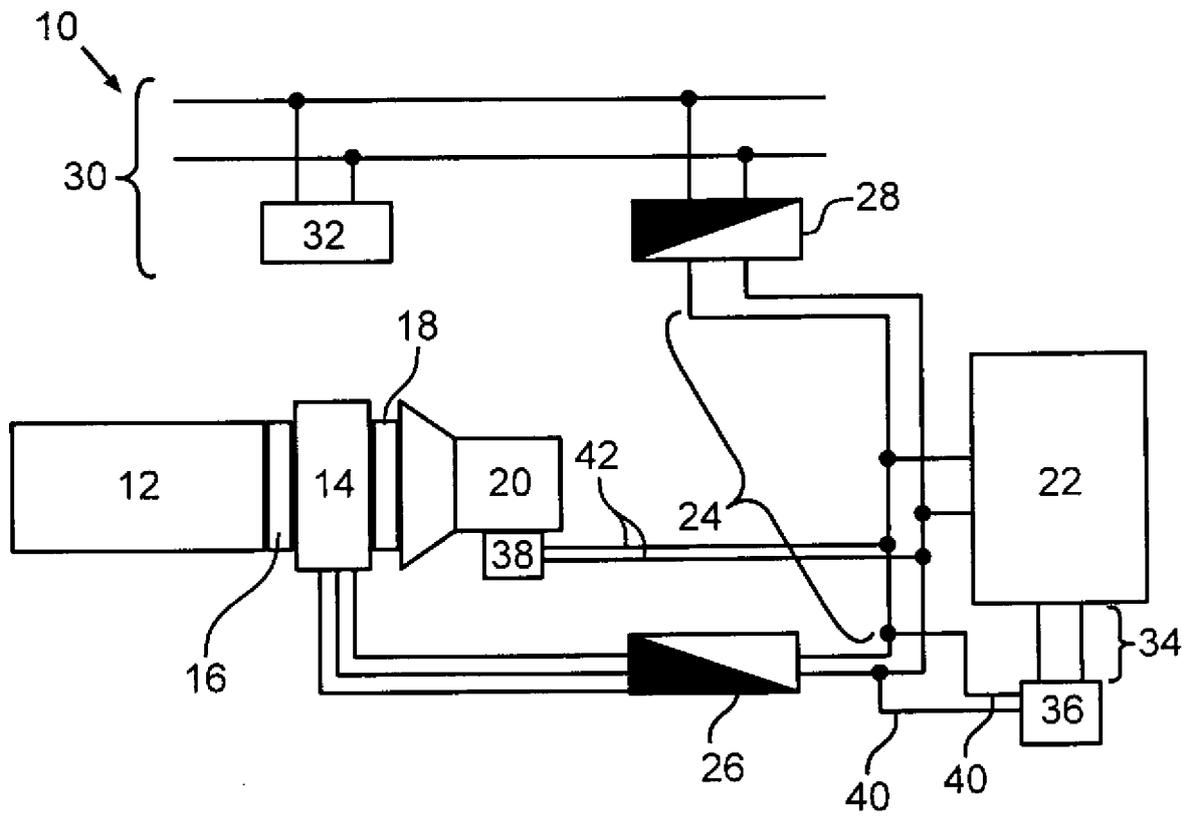


Fig.1

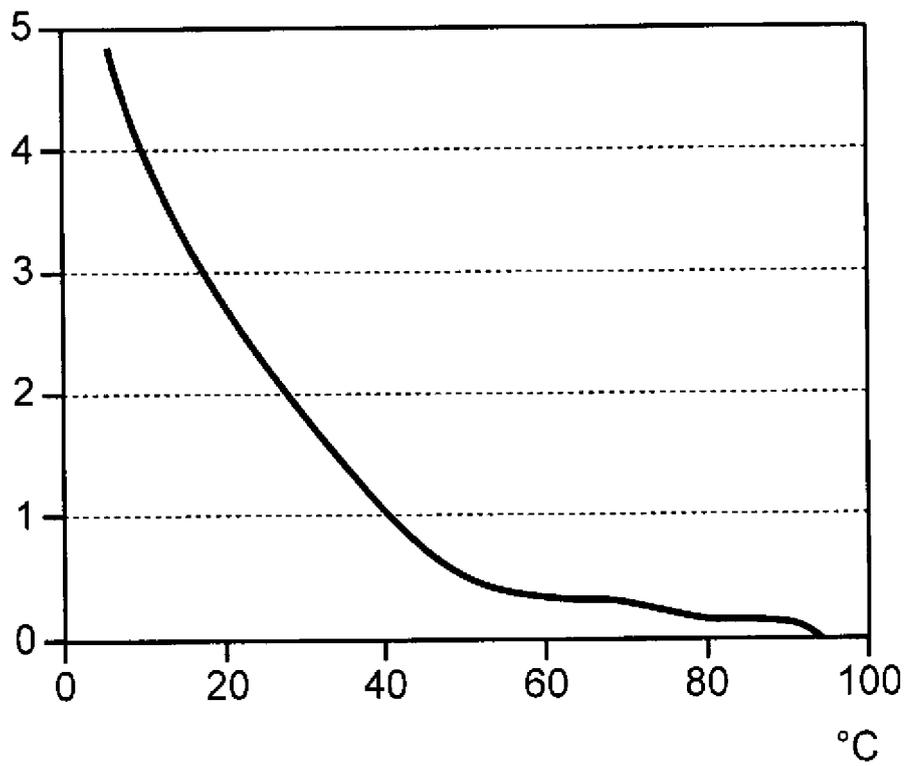


Fig.2