



(11) **EP 1 377 752 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**11.05.2011 Patentblatt 2011/19**

(51) Int Cl.:  
**F04D 19/04<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **02727419.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2002/002884**

(22) Anmeldetag: **15.03.2002**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2002/077462 (03.10.2002 Gazette 2002/40)**

(54) **TURBOMOLEKULARPUMPE**  
TURBOMOLECULAR PUMP  
POMPE TURBOMOLECULAIRE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**CH DE FR GB IT LI**

(30) Priorität: **27.03.2001 DE 10114969**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**07.01.2004 Patentblatt 2004/02**

(73) Patentinhaber: **Oerlikon Leybold Vacuum GmbH**  
**50968 Köln (DE)**

(72) Erfinder:  
• **BLUMENTHAL, Roland Dr.**  
**50374 Erftstadt (DE)**

• **ODENDAHL, Heinz-Dieter**  
**51061 Köln (DE)**  
• **BOHRY, Dieter**  
**50677 Köln (DE)**

(74) Vertreter: **von Kreisler Selting Werner**  
**Deichmannhaus am Dom**  
**Bahnhofsvorplatz 1**  
**50667 Köln (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 967 394 DE-A- 2 757 599**  
**US-A- 6 123 522**

**EP 1 377 752 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf eine Turbomolekularpumpe mit einem Pumpenstator, einem schnell drehenden Pumpenrotor und einem Motor zum Antrieb des Pumpenrotors.

**[0002]** In einer Turbomolekularpumpe werden zur Erzeugung eines Hochvakuums ein Gas bzw. Gasteilchen durch rotierende Schaufeln des Pumpenrotors und die feststehenden Schaufeln des Pumpenstators auf ein Vielfaches des Eingangsdruckes verdichtet. Die durch die Gasverdichtung und Gasreibung verursachte Gaserwärmung wird überwiegend über den Pumpenrotor und den Pumpenstator wieder abgeführt. Während die Kühlung des Pumpenstators durch ein Kühlfluid führende Kühlkanäle erfolgen kann, ist die aktive Pumpenrotorkühlung problematisch, da dem rotierenden Pumpenrotor kein Kühlfluid zugeführt werden kann. Unter ungünstigen Betriebsbedingungen kann der Pumpenrotor daher überhitzen. Bei Überhitzung des Pumpenrotors über eine maximal zulässige Rotortemperatur besteht die Gefahr der Zerstörung des Pumpenrotors und, als Folge davon, des Pumpenstators. Die Turbomolekularpumpe muss daher stets unterhalb der maximal zulässigen Rotortemperatur betrieben werden.

**[0003]** Eine direkte Messung der Rotortemperatur ist wegen der schwierigen Signalübertragung von dem schnell drehenden Pumpenrotor zu dem Stator nur mit großem Aufwand möglich. Die Turbomolekularpumpe weist daher eine Steuervorrichtung auf, die die Motorleistung auf eine vorgegebene konstante Motor-Maximaleistung begrenzt, so dass auch die Pumpleistung und die damit korrelierende Gas- und Rotorerwärmung auf einen konstanten Maximalwert begrenzt sind.

**[0004]** Die zulässige Motor-Maximaleistung wird rechnerisch und/oder experimentell ermittelt, indem für den Pumpenbetrieb die ungünstigsten Prozessbedingungen angenommen werden, beispielsweise ein thermisch sich ungünstig verhaltendes Gas, eine schlechte Pumpenstator-Kühlung, hohe Umgebungstemperaturen etc. Die zulässige Motor-Maximaleistung wird so gewählt, dass der Pumpenrotor auch unter den ungünstigsten Prozessbedingungen die maximal zulässige Rotortemperatur nicht überschreiten kann. Durch die Festlegung einer konstanten Motor-Maximaleistung wird die Motorleistung auf die vorgegebene Maximaleistung auch dann beschränkt, wenn die Prozessbedingungen günstiger sind, als für die Berechnung der Motor-Maximaleistung angenommen. Die Motorleistung wird also auch dann auf die vorgegebene Motor-Maximaleistung begrenzt, wenn die tatsächliche Rotortemperatur die maximal zulässige Rotortemperatur noch nicht erreicht hat. Da die der Ermittlung der maximal zulässigen Motor-Maximaleistung zugrundegelegten extremen Prozessbedingungen in der Praxis nur einen seltenen Ausnahmefall darstellen, wird die Ausgangsleistung der Turbomolekularpumpe in der Regel auf einen Wert weit unterhalb eines tatsächlich thermisch zulässigen Wertes beschränkt.

**[0005]** Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung und ein Verfahren zu schaffen, mit dem die Ausgangsleistung einer Turbomolekularpumpe erhöht wird.

**[0006]** Die als nächst Kommender Stand der Technik angesehene EP 0 967 394 A1 beschreibt eine Turbomolekularpumpe, bei der zur Vermeidung einer Überhitzung des Motors die Motordrehzahl in Abhängigkeit von der Rotortemperatur geregelt wird.

**[0007]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst mit den Merkmalen der Ansprüche 1 bzw. 9.

**[0008]** Gemäß der Erfindung ist an dem Pumpenstator ein Temperaturgeber zur Messung der Statortemperatur angeordnet. Ferner weist die Steuervorrichtung eine Maximaleistungs-Ermittlungsvorrichtung auf, die die zulässige Motor-Maximaleistung in Abhängigkeit von der gemessenen Statortemperatur bestimmt. Die zulässige Motor-Maximaleistung ist also kein konstanter unveränderbarer Wert, sondern wird in Abhängigkeit von der jeweiligen Statortemperatur bestimmt. Die Rotortemperatur korreliert stark mit der Temperatur der statorseitigen Teile der Pumpe, beispielsweise mit der Temperatur des Basisflansches, des Pumpengehäuses, des Motorgehäuses, des Lagergehäuses, des Pumpenstators, des Motors sowie mit der tatsächlichen Motor- bzw. Pumpleistung. Die Statortemperatur gibt daher Auskunft über die Rotortemperatur, so dass durch Messung der Statortemperatur und Begrenzung der zulässigen Motor-Maximaleistung für die jeweilige Statortemperatur auch die Rotortemperatur zuverlässig auf einen Maximalwert begrenzt werden kann. Durch die Messung der Statortemperatur und die dadurch vornehmbaren Rückschlüsse auf die Rotortemperatur, ist die zulässige Motor-Maximaleistung an die jeweilige thermische Situation angepasst, und liegt damit in der Regel oberhalb einer für ungünstigste thermische Umstände bestimmten konstanten zulässigen Motor-Maximaleistung. Die tatsächliche Motorleistung und damit die Ausgangsleistung der Pumpe kann auf diese Weise unter normalen Prozessbedingungen deutlich erhöht werden. Gleichzeitig ist der Pumpenrotor zuverlässiger gegen Überhitzung, d.h. Überschreiten der maximal zulässigen Rotortemperatur geschützt, da eine indirekte Überwachung der Rotortemperatur stattfindet.

**[0009]** Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung weist die Maximaleistungs-Ermittlungsvorrichtung eine Rotortemperatur-Ermittlungsvorrichtung auf, die aus der von dem Temperaturgeber gemessenen Statortemperatur die Rotortemperatur ermittelt. Anschließend bestimmt die Maximaleistungs-Ermittlungsvorrichtung in Abhängigkeit von der ermittelten Rotortemperatur die zulässige Motor-Maximaleistung.

**[0010]** Die Rotortemperatur-Ermittlungsvorrichtung ermittelt die Motor-Rotortemperatur aus mehreren verschiedenen Statortemperaturen, die in ein Polynom eingesetzt werden, dessen konstante Koeffizienten zuvor experimentell ermittelt

wurden. Auf diese Weise lässt sich schließlich die zulässige Motor-Maximalleistung schnell und auch mit wenig Speicherplatz ermitteln. Die Begrenzung der Motor-Maximalleistung kann ggf. erst bei Erreichen einer Schwellentemperatur des Rotors eingreifen und die zulässige Motor-Maximalleistung begrenzen, während die Motor-Maximalleistung nicht begrenzt ist, solange die errechnete Rotortemperatur unterhalb der Schwellentemperatur liegt. Die zulässige Motor-

Maximalleistung kann auch direkt aus einem Polynom ermittelt werden, das nach der zulässigen Motor-Maximalleistung aufgelöst ist und in dem die Rotor-Schwellentemperatur und/oder eine Rotor-Maximaltemperatur in Form von Koeffizienten bereits enthalten ist.

**[0011]** Die anhand der Koeffizienten berechnete Motor-Maximalleistung kann ggf. noch zusätzlich durch andere Parameter begrenzt werden.

**[0012]** Es sind mehrere Temperaturregeber an verschiedenen Stellen des Stators vorgesehen, wobei die Maximalleistungs-Ermittlungsvorrichtung die zulässige Motor-Maximalleistung in Abhängigkeit von den gemessenen Temperaturen aller Temperaturregeber bestimmt. Die Temperaturregeber können an dem Gehäuse der Turbomolekularpumpe, an einem Pumpenstatorelement, an einem statorseitigen Teil des Motors, beispielsweise an dem Motorgehäuse oder an der Motorwicklung, oder in einem Kühlkanal des Pumpenstators angeordnet sein. Die Temperaturregeber können auch an anderen statorseitigen Stellen der Turbomolekularpumpe angeordnet sein, deren Temperatur und Temperaturverhalten zuverlässige Rückschlüsse auf die Temperatur des Rotors zulassen. Auf diese Weise wird aus einer Vielzahl von gemessenen Temperaturen ein genauer Rückschluss auf die Rotortemperatur und damit auf die zulässige Motor-Maximalleistung ermöglicht. Die Begrenzung der Motorleistung erfolgt daher nah an der objektiv zulässigen Motor-Maximalleistung. Die Ermittlung der Rotortemperatur und der zulässigen Motor-Maximalleistung durch mehrere statorseitige Temperaturregeber ist so zuverlässig und genau, dass nur geringe Sicherheitsspannen vorgesehen werden müssen, um ein Überhitzen des Rotors zu vermeiden. Auf diese Weise kann der Motor mit einem Maximum an thermisch zulässiger Leistung angesteuert werden, d.h. das Leistungspotential des Motors und der Pumpe können stets annähernd vollständig ausgeschöpft werden.

**[0013]** Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung weist die Maximalleistungs-Ermittlungsvorrichtung einen Kennfeldspeicher auf, in dem in einem Kennfeld die zulässige Motor-Maximalleistung für jede Statortemperatur gespeichert ist. In dem Kennfeld lässt sich auch eine komplexe nicht-lineare Kennlinie speichern, so dass eine aufwendige Ermittlung der zulässigen Motor-Maximalleistung durch Rechenoperationen entfallen kann.

**[0014]** Gemäß einem nebengeordneten Verfahren zur Begrenzung der maximal zulässigen Motorleistung eines Motors in einer Turbomolekularpumpe, der einen in einem Pumpenstator gelagerten Pumpenrotor antreibt, sind die Verfahrensschritte nach Anspruch 9 vorgesehen: Messen der Pumpenstatortemperatur, Ermitteln einer zulässigen Motor-Maximalleistung aus der gemessenen Pumpenstatortemperatur und Begrenzung der Motorleistung auf die ermittelte zulässige Motor-Maximalleistung.

**[0015]** Im folgenden wird unter Bezugnahme auf die Figuren ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert.

**[0016]** Es zeigen:

Fig. 1 eine Turbomolekularpumpe im Längsschnitt mit mehreren Temperaturregebern,

Fig. 2 ein Blockschaltbild der Regelung der Turbomolekularpumpe der Fig. 1.

**[0017]** In Fig. 1 ist eine Turbomolekularpumpe 10 dargestellt, die ein Pumpengehäuse 12 aufweist, dessen einen Längsende die Saugseite 14 bildet und dessen anderes Ende die Druckseite bildet und einem Gasauslass 16 aufweist. In dem Pumpengehäuse 12 ist ein Pumpenstator 18 angeordnet, der einen Pumpenrotor 20 umfasst. Der Pumpenrotor 20 weist eine Rotorwelle 22 auf, die mit zwei Radialmagnetlagern 24,26 und einem nicht dargestellten Axiallager drehbar in dem Pumpengehäuse 12 gelagert ist. Die Rotorwelle 22 und der damit verbundene Pumpenrotor 20 werden durch einen Elektromotor 28 angetrieben. Der Elektromotor 28 und die beiden Radial-Magnetlager 24,26 sind in einem gemeinsamen Lager-Motor-Gehäuse 30 untergebracht. Das Pumpengehäuse 12 wird durch ein Kühlmittel gekühlt, das durch einen Kühlkanal 13 in dem Pumpengehäuse 12 fließt. Die Turbomolekularpumpe 10 dient der Erzeugung eines Hochvakuums und dreht mit Drehzahlen bis zu 100 000 U/min.

**[0018]** Die Turbomolekularpumpe 10 weist statorseitig, d.h. auf der Seite der feststehenden Teile, mehrere Temperaturregeber 32-38 auf. Ein erster Temperaturregeber 32 ist im Bereich des Basisflansches des Pumpengehäuses 12 angeordnet. Ein zweiter Temperaturregeber 34 ist an bzw. in dem Pumpenstator 18 angeordnet. Ein dritter Temperaturregeber 36 ist an dem Motor 28 angeordnet und misst die im Bereich der Motorspulen bzw. der Motor-Magnetleitbleche herrschende Temperatur. Ein vierter Temperaturregeber 38 ist an dem Lager-Motorgehäuse 30 angeordnet. Ein weiterer Temperaturregeber kann im Verlauf des Kühlkanals 13 angeordnet sein.

**[0019]** Die durch die Gaserwärmung des komprimierten Gases auf den Pumpenrotor 20 übertragene und durch die aktiven Magnetlager 26 und den Elektromotor 28 in dem Pumpenrotor 20 induzierte Wärme wird im Wesentlichen durch Wärmestrahlung von dem Pumpenrotor 20 auf die statorseitigen Teile abgeführt. Die statorseitigen Teile, also das Pumpengehäuse 12, der Pumpenstator 18, das Lager-Motor-Gehäuse 30 sowie die Magnetlager 24,26 und der Elek-

tromotor 28 werden also neben ihrer Eigenerwärmung auch durch die von dem Pumpenrotor 20 auf sie abgestrahlte Wärme erwärmt. Die Messung der Temperatur und des Temperaturverlaufes der genannten statorseitigen Teile erlaubt daher Rückschlüsse auf die Rotortemperatur.

[0020] Die Beziehung zwischen der tatsächlichen Temperatur des Pumpenrotors 20 und den von den Temperaturgebern 32-38 gemessenen Temperaturen der statorseitigen Teile lässt sich mit einem einfachen Versuchsaufbau ermitteln. Hierzu wird saugseitig ein Rotor-Temperaturgeber 40 in geeigneter Weise möglichst nah an dem Pumpenrotor 20 angeordnet. Auf diese Weise kann die Rotortemperatur im Experiment direkt gemessen werden, so dass der Zusammenhang zwischen der Rotortemperatur und den von den statorseitigen Temperaturgebern 32-38 gemessenen Temperaturen unter verschiedenen Prozessbedingungen aufgezeichnet werden kann. Aus den von allen Temperaturgebern 32-40 aufgezeichneten Temperaturen und Temperaturverläufen lässt sich ein Polynom für die Motorleistung P in Abhängigkeit von der Rotortemperatur und den statorseitigen Temperaturen ermitteln:

$$P = \alpha_0 + \alpha_1 T_1^{\beta_1} + \alpha_2 T_2^{\beta_2} + \alpha_3 T_3^{\beta_3} \dots \alpha_n T_n^{\beta_n}.$$

[0021] P ist die momentane Motorleistung,  $T_1$  bis  $T_n$  sind die jeweils gemessenen Temperaturen der statorseitigen Temperaturgeber 32-38 und des Rotortemperaturgebers 40. Die Koeffizienten  $\alpha_0$  bis  $\alpha_n$  sowie  $\beta_1$  bis  $\beta_n$  sind Konstanten, die durch die Auswertung der experimentell gemessenen Pumpenrotor- und Pumpenstatortemperaturen ermittelt wurden. Gibt man anstelle der gemessenen Rotortemperatur die maximal zulässige Rotortemperatur in dieses Polynom ein, so wird mit diesem Polynom die zulässige Motor-Maximalleistung  $P_{\max}$  ermittelt.

[0022] Damit liegt ein Polynom vor, mit dem für einen Satz gleichzeitig gemessener Statortemperaturen  $T_1$  bis  $T_n$  jeweils die zulässige Motor-Maximalleistung  $P_{\max}$  errechnet werden kann.

[0023] In Fig. 2 ist schematisch die Steuerung des Pumpenrotormotors 28 dargestellt. Eine Steuervorrichtung 42 steuert einen Motortreiber 44, der wiederum die Spulen des Elektromotors 28 ansteuert. Über ein Stellelement 46 wird ein Motor-Leistungssollwert an die Steuervorrichtung 42 ausgegeben. Die Steuervorrichtung 42 weist eine Maximalleistungs-Ermittlungsvorrichtung 50 und einen Leistungsbegrenzer 52 auf. In der Maximalleistungs-Ermittlungsvorrichtung 50 wird aus den von den vier Temperaturgebern 32-38 gelieferten Temperaturwerten nach der o.a. Formel die zulässige Motor-Maximalleistung  $P_{\max}$  ermittelt. In dem Leistungsbegrenzer 52 wird der von dem Stellelement 46 gelieferte Motorleistungssollwert auf die ermittelte zulässige Motor-Maximalleistung begrenzt, falls der von dem Stellelement 46 angegebene Leistungswert größer als die ermittelte zulässige Motor-Maximalleistung ist. Auf diese Weise wird die Rotortemperatur auf eine Maximaltemperatur begrenzt, so dass der Rotor vor Zerstörung durch Überhitzung geschützt ist. Als weitere Parameter für die Ermittlung der zulässigen Motor-Maximalleistung können neben der Kühlfluidtemperatur auch die tatsächliche Motorleistung, die Umgebungstemperatur und andere Messgrößen genutzt werden.

[0024] Mit der beschriebenen Vorrichtung lässt sich über mehrere statorseitige Temperaturgeber auf die vorliegende Rotortemperatur schließen. Um eine Überhitzung des Pumpenrotors auf eine Temperatur oberhalb einer maximalen Rotortemperatur zu vermeiden, wird aus der ermittelten Rotortemperatur eine zulässige Motor-Maximalleistung ermittelt, auf die die Motorleistung begrenzt ist. Die zulässige Motor-Maximalleistung ist also variabel, so dass das Leistungsvermögen des Motors und der Pumpe voll ausgeschöpft werden kann, und nur bei Überhitzungsgefahr begrenzt wird.

## Patentansprüche

1. Turbomolekularpumpe mit einem Stator (12, 18), einem Pumpenrotor (20), einem Motor (28) zum Antrieb des Pumpenrotors (20) und einer Steuervorrichtung (42) zur Steuerung des Motors (28), wobei die Steuervorrichtung (42) die Motorleistung derart regelt, dass die Motorleistung eine zulässige Motor-Maximalleistung nicht übersteigt, und wobei statorseitig ein Temperaturgeber (32-38) zur Messung der Pumpenstatortemperatur angeordnet ist, wobei die Steuervorrichtung (42) eine Maximalleistungs-Ermittlungsvorrichtung (50) aufweist, die eine variable zulässige Motor-Maximalleistung in Abhängigkeit von der jeweils gemessenen Pumpenstatortemperatur bestimmt, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Temperaturgeber (32-38) an verschiedenen Stellen des Stators (12, 18) vorgesehen sind und die Maximalleistungs-Ermittlungsvorrichtung (50) die zulässige Motor-Maximalleistung in Abhängigkeit von den gemessenen Pumpenstatortemperaturen aller Temperaturgeber (32-38) bestimmt und **dass** die Maximalleistungs-Ermittlungsvorrichtung (50) die zulässige Motor-Maximalleistung mit Hilfe eines Polynoms ermittelt.

2. Turbomolekularpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Maximalleistungs-Ermittlungsvor-

richtung (50) eine Rotortemperatur-Ermittlungsvorrichtung zugeordnet ist, die aus der von dem Temperaturgeber (32-38) gemessenen Pumpenstatortemperatur die Rotortemperatur ermittelt und dass die Maximalleistungs-Ermittlungsvorrichtung (50) die zulässige Motor-Maximalleistung in Abhängigkeit von der ermittelten Rotortemperatur bestimmt.

- 5 3. Turbomolekularpumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Maximalleistungs-Ermittlungsvorrichtung (50) einen Kennfeldspeicher aufweist, in dem in einem Kennfeld die zulässige Motor-Maximalleistung für jede Pumpenstatortemperatur gespeichert ist.
- 10 4. Turbomolekularpumpe nach einem der Ansprüche 1-3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Temperaturgeber (32) an einem Pumpengehäuse (12) vorgesehen ist.
- 5 5. Turbomolekularpumpe nach einem der Ansprüche 1-3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Temperaturgeber (34) an einem Pumpenstator (18) vorgesehen ist.
- 15 6. Turbomolekularpumpe nach einem der Ansprüche 1-3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Temperaturgeber (36) an einem statorseitigen Teil des Motors (28) vorgesehen ist.
- 20 7. Turbomolekularpumpe nach einem der Ansprüche 1-3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Motor (28) ein Gehäuse (30) aufweist und der Temperaturgeber (38) an dem Motorgehäuse vorgesehen ist.
- 25 8. Turbomolekularpumpe nach einem der Ansprüche 1-7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Pumpengehäuse (12) oder das Pumpenstatorelement (18) einen Kühlkanal (13) aufweist und dass der Temperaturgeber im Verlauf des Kühlkanals (13) angeordnet ist.
- 30 9. Verfahren zur Begrenzung der Motorleistung eines Motors (28) in einer Turbomolekularpumpe (10), der einen in einem Stator (12,18) gelagerten Pumpenrotor (20) antreibt, mit den Verfahrensschritten  
Messen der Pumpenstatortemperatur an verschiedenen Stellen des Pumpenstators (12,18),  
Ermitteln einer zulässigen Motor-Maximalleistung in Abhängigkeit von der gemessenen Pumpenstatortemperatur,  
wobei die zulässige Motor-Maximalleistung in Abhängigkeit von der jeweils gemessenen Pumpenstatortemperatur variabel ist,  
Steuern des Motors derart, dass die Motorleistung auf die ermittelte zulässige Motor-Maximalleistung begrenzt wird,  
wobei das Ermitteln der zulässigen Motor-Maximalleistung aus den Schritten  
Errechnen der Pumpenrotortemperatur aus den gemessenen Pumpenstatortemperaturen und  
35 Ermitteln der zulässigen Motor-Maximalleistung aus der errechneten Pumpenrotortemperatur mit Hilfe eines Polynoms besteht.

## 40 Claims

1. Turbomolecular pump with a stator (12, 18), a pump rotor (20), a motor (28) for driving the pump rotor (20) and a control device (42) for controlling the motor (28),  
the control device (42) controlling the motor output power such that the motor output power does not exceed a  
45 permissible maximum motor output power, and  
wherein a temperature sensor (32-38) for measuring the pump stator temperature is arranged on the stator side,  
wherein the control device (42) comprises a maximum output power detecting device (50) determining a variable permissible maximum motor output power in dependence on variations in the respective measured pump stator temperature,  
50 **characterized in that**  
several temperature sensors (32-38) are provided at different sites of the stator (12, 18), and the maximum output power detecting device (50) determines the permissible maximum motor output power in dependence on the measured temperatures of all temperature sensors (32-38), and  
the maximum output power detecting device (50) detects the permissible maximum motor output power by means  
55 of a polynomial.
2. Turbomolecular pump according to claim 1, **characterized in that** the maximum output power detecting device (50) has a rotor temperature detecting device allocated thereto which detects the rotor temperature from the pump

stator temperature measured by the temperature sensor (32-38), and that the maximum output power detecting device (50) determines the permissible maximum motor output power in dependence on the detected rotor temperature.

- 5 3. Turbomolecular pump according to one of claims 1 or 2, **characterized in that** the maximum output power detecting device (50) comprises a characteristics field memory in which the permissible maximum motor output power for each pump stator temperature is stored in a characteristics field.
- 10 4. Turbomolecular pump according to one of claims 1 - 3, **characterized in that** the temperature sensor (32) is provided at a pump housing (12).
5. Turbomolecular pump according to one of claims 1 - 3, **characterized in that** the temperature sensor (34) is provided at a pump stator (18).
- 15 6. Turbomolecular pump according to one of claims 1 - 3, **characterized in that** the temperature sensor (36) is provided at a stator-side part of the motor (28).
7. Turbomolecular pump according to one of claims 1 - 3, **characterized in that** the motor (28) comprises a housing (30) and the temperature sensor (38) is provided at the motor housing.
- 20 8. Turbomolecular pump according to one of claims 1 - 7, **characterized in that** the pump housing (12) or the pump stator element (18) comprises a cooling channel (13), and that the temperature sensor is arranged in the course of the cooling channel (13).
- 25 9. Method for restricting the motor output power of a motor (28) in a turbomolecular pump (10), said motor driving a pump rotor (20) borne in a stator (12, 18), with the method steps of  
measuring the pump stator temperature at different positions of the pump stator (12, 18),  
detecting a permissible maximum motor output power in dependence on the measured pump stator temperature,  
the permissible maximum motor output power varying with variations in the respective measured pump stator temperature,  
30 controlling the motor to restrict the motor output power to the detected permissible maximum motor output power, wherein detecting the permissible maximum motor output power consists of the steps of  
calculating the pump rotor temperature from the measured pump stator temperatures, and  
detecting the permissible maximum motor output power from the calculated pump rotor temperature using a polynomial.  
35

## Revendications

- 40 1. Pompe turbomoléculaire comprenant un stator (12, 18), un rotor de pompe (20), un moteur (28) pour entraîner ledit rotor de pompe (20) et un dispositif de commande (42) pour commander ledit moteur (28),  
ledit dispositif de commande (42) réglant la puissance du moteur de manière que la puissance du moteur ne dépasse pas une puissance maximale du moteur acceptable, et  
un capteur de température (32-38) est disposé, côté stator, pour mesurer la température du stator de pompe,  
45 ledit dispositif de commande (42) comprenant un dispositif de détection de la puissance maximale (50) qui détermine, en fonction de la température du stator de pompe mesurée respective, une puissance maximale du moteur acceptable variable,  
**caractérisée en ce que**  
plusieurs capteurs de température (32-38) sont prévus à différentes positions sur le stator (12, 18) et ledit dispositif  
50 de détection de la puissance maximale (50) détermine la puissance maximale du moteur acceptable en fonction des températures du stator de pompe mesurées de tout les capteurs de température (32-38), et  
ledit dispositif de détection de la puissance maximale (50) détermine la puissance maximale du moteur acceptable à l'aide d'un polynôme.
- 55 2. Pompe turbomoléculaire selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** ledit dispositif de détection de la puissance maximale (50) est associé à un dispositif de détection de la température du rotor déterminant la température du rotor à partir de la température du stator de pompe mesurée par ledit capteur de température (32-38), et que ledit dispositif de détection de la puissance maximale (50) détermine la puissance maximale du moteur acceptable en

fonction de la température du rotor déterminée.

3. Pompe turbomoléculaire selon les revendications 1 ou 2, **caractérisée en ce que** ledit dispositif de détection de la puissance maximale (50) comprend un mémoire de diagrammes caractéristiques dans lequel est stockée dans un diagramme caractéristique ladite puissance maximale du moteur pour chaque température du stator de pompe.
4. Pompe turbomoléculaire selon l'une quelconque des revendications 1-3, **caractérisée en ce que** ledit capteur de température (32) est prévu sur un boîtier de pompe (12).
5. Pompe turbomoléculaire selon l'une quelconque des revendications 1-3, **caractérisée en ce que** ledit capteur de température (34) est prévu sur un stator de pompe (18).
6. Pompe turbomoléculaire selon l'une quelconque des revendications 1-3, **caractérisée en ce que** ledit capteur de température (36) est prévu sur une partie du moteur (28), côté stator.
7. Pompe turbomoléculaire selon l'une quelconque des revendications 1-3, **caractérisée en ce que** le moteur (28) comprend un boîtier (30) et ledit capteur de température (38) est prévu sur ledit boîtier du moteur.
8. Pompe turbomoléculaire selon l'une quelconque des revendications 1-7, **caractérisée en ce que** le boîtier de la pompe (12) ou l'élément de stator de pompe (18) comprend un conduit de refroidissement (13) et que le capteur de température est prévu dans le tracé dudit conduit de refroidissement (13).
9. Procédé pour limiter la puissance du moteur d'un moteur (28) dans une pompe turbomoléculaire (10), ledit moteur entraînant un rotor de pompe (20) supporté dans un stator (12, 18), le procédé comprenant les étapes suivantes:

mesurer la température du stator de pompe à différentes positions du stator de pompe (12, 18),  
déterminer une puissance maximale du moteur acceptable en fonction de la température du stator de pompe mesurée, ladite puissance maximale du moteur acceptable étant variable en fonction de la température du stator de pompe mesurée respective,  
commander le moteur de manière que la puissance du moteur est limitée à la puissance maximale du moteur acceptable déterminée,  
la détermination de la puissance maximale du moteur acceptable comprenant les étapes de  
calculer la température du rotor de pompe à partir des températures du stator de pompe mesurées, et  
déterminer la puissance maximale du moteur acceptable à partir de la température du rotor de pompe à l'aide d'un polynôme.

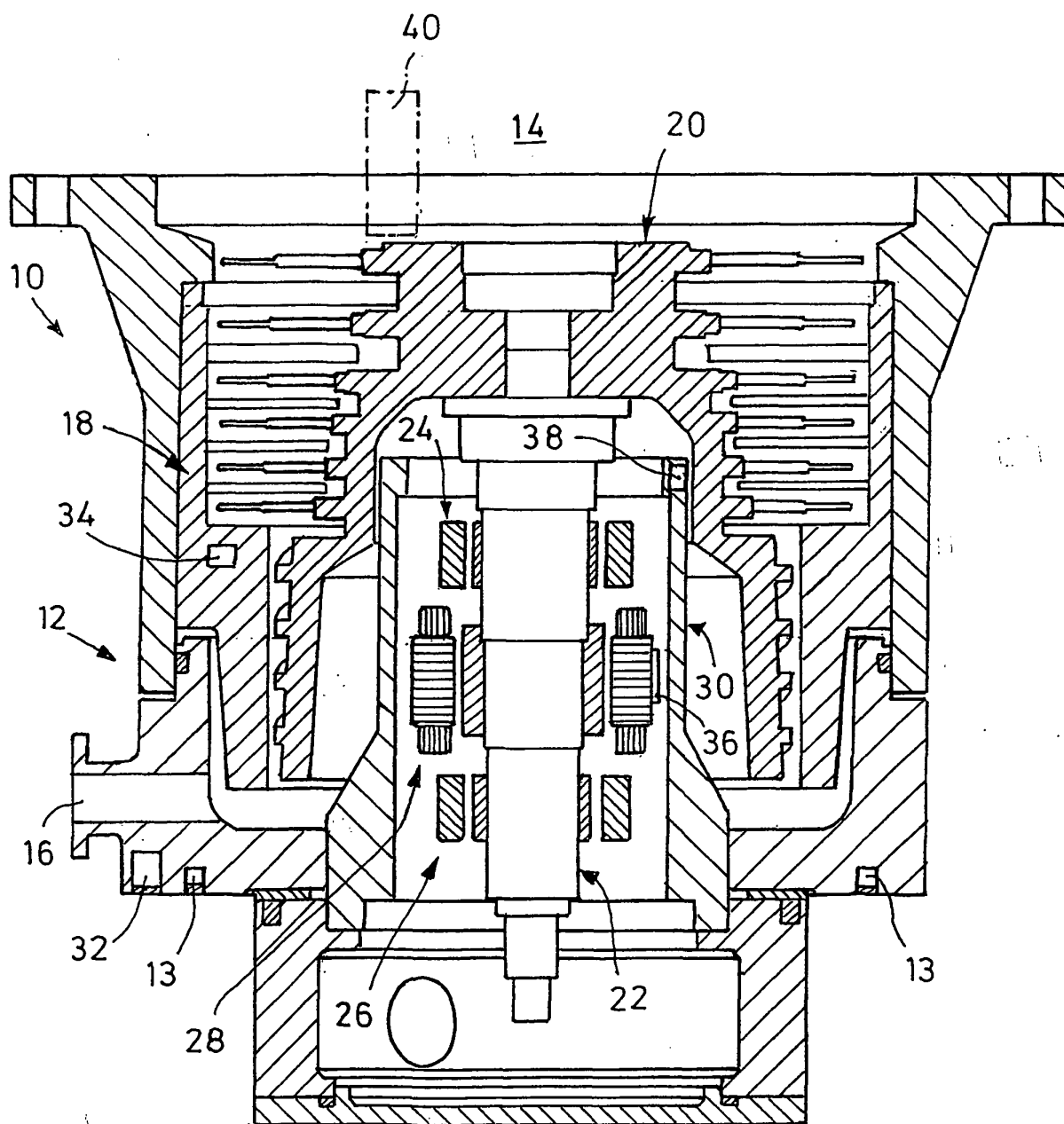


FIG.1



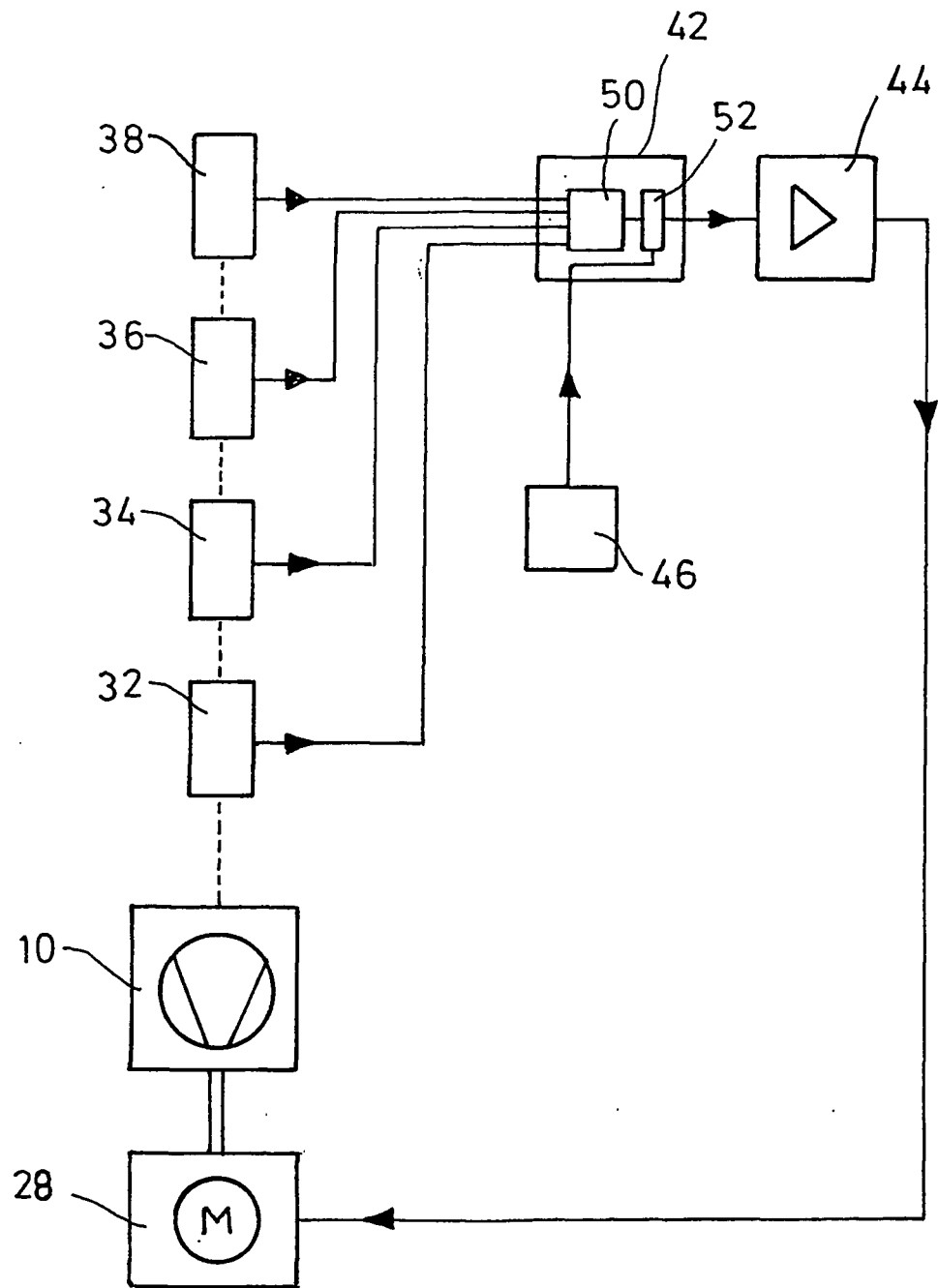


FIG. 2

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 0967394 A1 [0006]