

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
24. September 2009 (24.09.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2009/115148 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
*H02K 11/00* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/066327

(22) Internationales Anmeldedatum:  
27. November 2008 (27.11.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2008 000 784.6 20. März 2008 (20.03.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHOSER, Siegmund** [DE/DE]; Gerlinger Weg 5/2, 71254 Ditzingen (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ,

EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

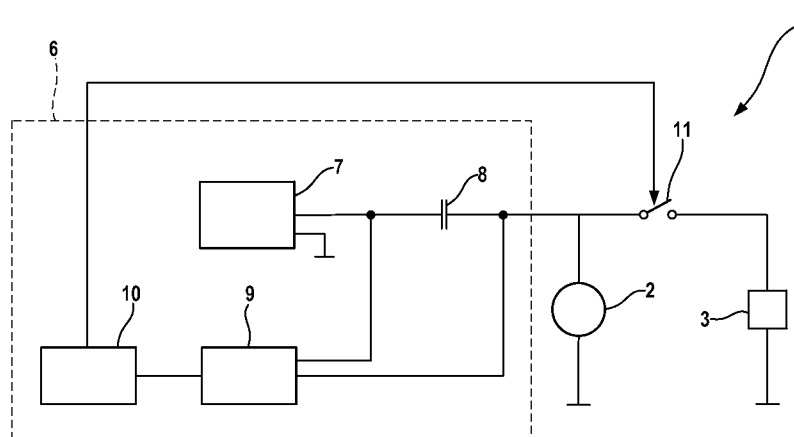
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: ELECTRIC MOTOR HAVING A TEMPERATURE DETECTION DEVICE AND METHOD FOR DETECTING A TEMPERATURE IN AN ELECTRIC MOTOR

(54) Bezeichnung: ELEKTROMOTOR MIT EINER TEMPERATURERFASSUNG UND VERFAHREN ZUR ERFASSUNG EINER TEMPERATUR IN EINEM ELEKTROMOTOR



(57) Abstract: The invention relates to an electric motor (2) having a coil element comprising a winding, which during the electric actuation thereof by means of interaction of a magnetic field caused by said actuation with another magnetic field brings about a driving force; wherein the winding of the coil element is disposed on an element of the electric motor (2) such that a complex resistance of the winding is temperature-dependent. The invention further relates to a motor system and to a method for determining a temperature in an electric motor (2), comprising the following steps: - applying an oscillation signal to the electric motor (2); - determining a resulting signal that depends on the amount of the complex resistance of the currently actuated winding in the electric motor and the oscillation signal; - allocating the temperature in the electric motor as a function of an electric parameter of the resulting signal.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2009/115148 A2



---

Die Erfindung betrifft einen Elektromotor (2) mit einem Spulenelement mit einer Wicklung, die beim elektrischen Ansteuern durch Wechselwirken eines dadurch hervorgerufenen Magnetfeldes mit einem weiteren Magnetfeld eine Antriebskraft bewirkt; wobei die Wicklung des Spulenelementes an einem Element des Elektromotors (2) so angeordnet ist, dass ein komplexer Widerstand der Wicklung temperaturabhängig ist. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Motorsystem und ein Verfahren zum Bestimmen einer Temperatur in einem Elektromotor (2), mit folgenden Schritten: - Beaufschlagen des Elektromotors (2) mit einem Schwingungssignal; - Ermitteln eines resultierenden Signals, das von der Größe des komplexen Widerstands der momentan angesteuerten Wicklung in dem Elektromotor und von dem Schwingungssignal abhängt; - Zuordnen der Temperatur in dem Elektromotor, abhängig von einem elektrischen Parameter des resultierenden Signals.

Beschreibung

5

Titel

Elektromotor mit einer Temperaturerfassung und Verfahren zur Erfassung einer  
Temperatur in einem Elektromotor

10

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft einen Elektromotor, der ausgebildet ist, um eine Temperatur zu erfassen. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Erfassen einer  
15 Temperatur in einem Elektromotor.

Stand der Technik

Eine häufige Ursache von Beschädigungen oder Ausfällen von Elektromotoren ist deren thermische Überhitzung. Eine zu hohe Temperatur entsteht in der Regel  
20 durch eine Überlastung des Elektromotors, d.h. durch einen zu hohen Strom, der zum Bereitstellen eines geforderten Drehmoments für einen bestimmten Zeitraum durch den Elektromotor fließt und eine Verlustleistung in Form von Wärme in den Wicklungen des Elektromotors erzeugt.

25

Momentan werden Elektromotoren insbesondere im Kraftfahrzeugbereich, z.B. für Fensterheberanwendungen, Schiebedachanwendungen und dgl., auf folgende Arten vor Beschädigung durch Überlastung geschützt:

- Die Elektromotoren weisen einen Thermo-  
30 schalter, auf, der an oder in dem Elektromotor angeordnet ist und der bei Überschreiten einer Temperaturschwelle schaltet und so einen Stromkreis durch den Elektromotor öffnet. Der Elektromotor wird so deaktiviert und erst, wenn die

Temperatur in dem Elektromotor abgesunken ist, wird der Stromkreis durch den Elektromotor wieder geschlossen.

- Weiterhin kann im oder am Elektromotor ein Temperatursensor vorgesehen sein, der an eine im Inneren des Motors angeordneten oder separaten Auswerteeinheit angeschlossen ist. Die Auswerteeinheit kann dann abhängig von der erfassten Temperatur bewirken, dass der Stromkreis geöffnet wird. Diese und die vorangehende Variante haben jedoch den Nachteil, dass durch das Vorsehen eines Temperatursensors in dem Elektromotor eine Temperatur nur an einem bestimmten Bereich im Elektromotor erfasst werden kann und dadurch keine Angabe über die Temperatur in anderen Bereichen des Elektromotors verfügbar ist.
- Eine weitere Möglichkeit, den Elektromotor vor Überhitzung zu schützen, besteht darin, mithilfe einer geeigneten Überwachungseinheit Betriebsparameter des Elektromotors zu erfassen, wie beispielsweise die Zahl der Aktivierungszyklen, die Abkühldauer zwischen den Aktivierungszyklen, Motorparameter, wie Drehzahl und Motorstrom und dgl. auszuwerten und durch Überwachen der Betriebshistorie des Elektromotors eine Abschaltung vorzunehmen, wenn dadurch eine kritische Wärmeleistung innerhalb einer bestimmten Zeit erzeugt worden ist. Dieses Verfahren hat jedoch den Nachteil, dass es sehr ungenau ist und eine gute Beschreibung des Elektromotors anhand eines geeigneten Motormodells erfordert.

Aus der Druckschrift EP 0284711 A2 ist bekannt, die Temperatur einer Wicklung in einem Elektromotor durch Erfassen des temperaturabhängigen Widerstands der Wicklung zu bestimmen. Jedoch kann dieses Verfahren nur bei einem stehenden Elektromotor angewendet werden und ist somit zur Überwachung der Motortemperatur während des Betriebs des Motors ungeeignet. Es wird weiterhin vorgeschlagen, die Messung des Ohmschen Widerstandes dann durchzuführen, wenn sich die entsprechende Wicklung, mit der die Messung vorgenommen werden soll, in einem stromlosen Zustand befindet. Dies erfordert jedoch eine aufwendige Realisierung, da die Zeit, während der der stromlose Zustand vorliegt, bestimmt werden muss und die Steuerung demgemäß durchgeführt werden muss. Darüber hin-

aus verändert sich auch der ohmsche Widerstand der Zuleitung und beeinflusst den gesamten Ohmschen Anteil.

5 Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Möglichkeit bereitzustellen, die Temperatur eines Elektromotors auch während seines Betriebes zu erfassen. Das Erfassen der Temperatur soll einfach und mit geringem Aufwand realisiert werden und insbesondere kein Vorsehen eines Temperatursensors als separates Bauteil in dem Elektromotor erfordern.

#### 10 Offenbarung der Erfindung

Diese Aufgabe wird durch den Elektromotor gemäß Anspruch 1 des Motorsystems sowie das Verfahren zum Erfassen einer Temperatur gemäß den nebengeordneten Ansprüchen gelöst.

15

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

20

Gemäß einem ersten Aspekt ist ein Elektromotor vorgesehen. Der Elektromotor umfasst ein Spulenelement mit einer Wicklung, die beim elektrischen Ansteuern durch Wechselwirken eines dadurch hervorgerufenen Magnetfeldes mit einem weiteren Magnetfeld eine Antriebskraft bewirkt. Die Wicklung des Spulenelementes ist an einem Element des Elektromotors so angeordnet, dass ein komplexer Widerstand der Wicklung temperaturabhängig ist, beispielsweise durch eine temperaturabhängige relative Permeabilität.

25

Bei einem solchen Elektromotor kann eine Temperatur des Elektromotors über die veränderte Permeabilität erfasst werden, die sich in einer Änderung eines komplexen Widerstandes einer Wicklung im Elektromotor auswirkt.

30

Ein weiterer Aspekt betrifft eine Auswerteeinheit zum Erfassen einer Temperatur in einem Elektromotor. Die Auswerteeinheit umfasst einen Signalgenerator zum

Bereitstellen eines Schwingungssignals, mit dem der Elektromotor beaufschlagt wird, eine Erfassungseinheit zum Ermitteln eines resultierenden Signals, das von der Größe des komplexen Widerstands einer momentan angesteuerten Wicklung und von dem Schwingungssignal abhängt, und eine Bestimmungseinheit, um abhängig von dem resultierenden Signal eine Temperatur in dem Elektromotor zu ermitteln.

Eine Idee der Erfindung besteht darin, die von der Temperatur abhängige Änderung des komplexen Widerstands eines Elektromotors, insbesondere von einer oder mehreren Wicklungen des Elektromotors über der Temperatur auszuwerten, um eine Angabe über eine Temperatur bzw. Temperaturänderung zu erhalten. Eine solche Änderung des komplexen Widerstands des Elektromotors kann dann mithilfe der Auswerteeinheit, die das dynamische Verhalten bei einer Anregungsfrequenz auswertet und einen Parameter eines sortierenden Signals einer Temperatur zuordnet, ermittelt werden.

Weiterhin kann das Element an einem Anker des Elektromotors angeordnet sein. Insbesondere kann ein Material verwendet werden, das im relevanten Temperaturbereich, z.B. zwischen 0°C und 300°C, eine temperaturabhängige Veränderung eines Parameters aufweist, der den komplexen Widerstand beeinflusst. Beispielsweise kann die Temperaturabhängigkeit der relativen Permeabilität als Einflussparameter des komplexen Widerstandes genutzt werden, wenn ein geeignetes Material eingesetzt wird.

Durch die Auswerteeinheit kann die Wicklung des Elektromotors als Filter oder als Schwingkreis verschaltet sein, so dass der komplexe Widerstand der Wicklung das Frequenzverhalten des Filters bzw. des Schwingkreises beeinflusst. Der Signalgenerator kann das Ansteuersignal als ein Spannungssignal mit einer Amplitude und einer Anregungsfrequenz bereitstellen, wobei die Erfassungseinheit ausgebildet ist, eine Amplitude des resultierenden Signals und/oder ein Amplitudenverhältnis zwischen den Amplituden des Schwingungssignals und des resultierenden Signals und/oder eine Phasenverschiebung zwischen dem Schwingungssig-

nal und dem Verlauf des resultierenden Signals und/oder eine Frequenzverschiebung zwischen dem resultierenden Signal und dem Schwingungssignal zu ermitteln. Die Bestimmungseinheit ist ausgebildet, um der ermittelten Amplitude, dem Amplitudenverhältnis, der Phasenverschiebung bzw. der Frequenzverschiebung  
5 eine Temperatur zuzuordnen.

Gemäß einem weiteren Aspekt ist ein Motorsystem mit dem obigen Elektromotor und mit der obigen Auswerteeinheit vorgesehen.

- 10 Gemäß einem weiteren Aspekt ist ein Verfahren zum Bestimmen einer Temperatur in dem obigen Elektromotor vorgesehen. Das Verfahren umfasst:
- Beaufschlagen des Elektromotors mit einem Schwingungssignal;
  - Ermitteln eines resultierenden Signals, das von der Größe des komplexen Widerstands der momentan angesteuerten Wicklung in dem Elektromotor und  
15 von dem Schwingungssignal abhängt; und
  - Zuordnen der Temperatur in dem Elektromotor abhängig von einem elektrischen Parameter des resultierenden Signals.

Insbesondere kann das Schwingungssignal als ein Spannungssignal mit einer  
20 Amplitude und einer Anregungsfrequenz bereitgestellt werden, wobei eine Amplitude des resultierenden Signals und/oder ein Amplitudenverhältnis zwischen den Amplituden des Schwingungssignals und des resultierenden Signals und/oder eine Phasenverschiebung zwischen dem Schwingungssignal und dem Verlauf des resultierenden Signals und/oder eine Frequenzverschiebung zwischen dem resul-  
25 tierenden Signal und dem Schwingungssignal ermittelt wird, wobei der ermittelten Amplitude, dem Amplitudenverhältnis, der Phasenverschiebung bzw. der Frequenzverschiebung eine Temperatur zugeordnet wird.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

30

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Motorsystems zum Erfassen einer Temperatur in einem Elektromotor.

#### Beschreibung von Ausführungsformen

5

In Fig. 1 ist schematisch ein Motorsystem 1 mit einem Elektromotor 2 dargestellt, der über eine Motoransteuereinheit 3 ansteuerbar ist. Die Motoransteuereinheit 3 versorgt den Elektromotor 2 zum Antrieb mit geeigneten Ansteuersignalen, die je nach Typ des Elektromotors 2 Gleichspannungen oder Wechselspannungen entsprechen können, um entsprechend Antriebsenergie an den Elektromotor 2 zu übertragen. Der Elektromotor 2 kann mithilfe der Ansteuersignale auch abhängig von einer der Motoransteuereinheit 3 bereitgestellten Stellgröße mit verschiedenen Leistungen angesteuert werden. Z.B. wird eine an den Elektromotor 2 angelegte Gleichspannung abhängig von der Stellgröße variiert.

15

Je nach Betrieb des Elektromotors 2, d.h. je nachdem, welche Last der Elektromotor 2 betreiben soll, wird durch einen Stromfluss in Wicklungen des Elektromotors 2 eine Verlustleistung erzeugt, die in Wärme umgesetzt wird. Um eine Überhitzung des Elektromotors 2 zu vermeiden, die zu einer Beschädigung oder Zerstörung des Elektromotors führen kann, ist es daher notwendig, eine Wärmeentwicklung, die zu einer zu großen Temperaturerhöhung führt, zu vermeiden. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird dies mithilfe eines Schalters 11 vorgesehen, der zwischen der Motoransteuereinheit 3 und dem Elektromotor 2 vorgesehen ist, wobei der Elektromotor bei Erkennen einer zu hohen Temperatur im Elektromotor 2 abgeschaltet wird. Alternativ kann anstelle des Schalters auch eine andere Funktion abhängig von der Temperatur realisiert werden.

20  
25

Gängige Verfahren zur Erfassung der Temperatur des Elektromotors umfassen das Vorsehen eines Temperatursensors in dem Elektromotor 2 und das Messen der Veränderung des Ohmschen Widerstands einer oder mehrerer Wicklungen in dem Elektromotor 2, um auf die Temperatur des Elektromotors 2 zu schließen.

30

Die Auswertung der Veränderung des Ohmschen Widerstands, z.B. einer Wicklung in dem Elektromotor 2, ermöglicht die Erfassung einer durchschnittlichen Temperatur über den gesamten Wicklungsbereich, hat jedoch den Nachteil, dass bei einem Temperaturkoeffizienten von beispielsweise  $4 \times 10^{-3}$  ( $\alpha$  von Kupfer) die Widerstandsänderung bei einer Temperaturerhöhung von ca.  $10^\circ\text{C}$  nur ca. 4% beträgt. Dies kann zu erheblichen Ungenauigkeiten bei der Temperaturbestimmung führen.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, anstelle der Temperaturabhängigkeit des Ohmschen Widerstandes eines Leiters die Temperaturabhängigkeit des komplexen Widerstands des Elektromotors 2 zu nutzen. Gemäß einer Ausführungsform ist daher vorgesehen, anstelle der Temperaturabhängigkeit des Ohmschen Widerstandes eines Leiters die Temperaturabhängigkeit eines magnetischen Materials im Elektromotor 2 zu nutzen. Eine materialspezifische Eigenschaft eines magnetischen Materials wird mithilfe der relativen Permeabilität  $\mu_r$  angegeben. Die relative Permeabilität  $\mu_r$  kann insbesondere bei weichmagnetischen Materialien, wie sie für Anker und dgl. in Elektromotoren verwendet werden, auswertbare Werte annehmen.

Die relative Permeabilität  $\mu_r$  beeinflusst den imaginären Widerstand einer Wicklung um das weichmagnetische Material, so dass der gesamte komplexe Widerstand einer Wicklung des Elektromotors 2 mithilfe eines entsprechenden Frequenzverhaltens detektierbar ist.

Hierbei ist es vorteilhaft, dass die Veränderung des ohmschen Widerstandes der Verbindung zwischen Elektromotor 2 und Motoransteuereinheit 3 die Auswertung der komplexen Impedanz, z.B. über die relative Permeabilität, nicht beeinträchtigt.

Um den komplexen Widerstand der Wicklung in dem Elektromotor 2 auszuwerten, ist eine Auswerteeinheit 6 vorgesehen, die einen Signalgenerator 7 aufweist, der ein Schwingungssignal mit einer bestimmten Frequenz bereitstellt. Mithilfe eines geeigneten Bauelementes 8, beispielsweise ausgeführt als Kondensator, wird ein

elektrischer Filter bzw. Reihenschwingkreis mit dem komplexen Widerstand der angesteuerten Wicklung im Elektromotor 2 gebildet. Der Kondensator 8 ist dazu seriell zwischen den Signalgenerator 7 und die Wicklung des Elektromotors 2 geschaltet. Im Detail dient ein erster Anschluss des Kondensators 8 als Eingang des  
5 Filters und ein zweiter Anschluss des Kondensators 8 ist mit dem Elektromotor 2 verbunden und dient gleichzeitig als Ausgang des Filters, an dem ein resultierendes Signal abgegriffen wird. Anstelle des Kondensators 8 kann auch ein anderes Bauteil vorgesehen sein, wie z.B. ein Widerstand, eine weitere Induktivität und dgl. Alternativ können anstelle des Kondensators 8 auch nur die parasitären Effekte  
10 der elektrischen Anbindung, die häufig kapazitiv wirken, genutzt werden.

Ein resultierendes Signal, das an einem Knoten zwischen dem Kondensator 8 und dem Elektromotor 2 abgegriffen wird, wird einer Erfassungseinheit 9 zugeführt. Weiterhin erhält die Erfassungseinheit 9 auch das Schwingungssignal, um das  
15 resultierende Signal anhand des anregenden Schwingungssignals auswerten zu können. Die Erfassungseinheit 9 kann durch Vergleichen des Schwingungssignals mit dem resultierenden Signal entweder eine relative Temperaturänderung oder eine absolute Temperatur durch Vergleichen mit vorbestimmten Werten ermitteln und einer Steuereinheit 10 zuführen.

20

Die Steuereinheit 10 wertet die ermittelte Temperaturänderung bzw. die absolute Temperatur aus und bestimmt z.B. anhand eines Schwellwertvergleichs, ob der Elektromotor 2 weiter betrieben werden soll. Überschreitet die ermittelte Temperatur des Elektromotors 2 den Temperaturschwellenwert, so wird der Elektromotor 2  
25 vorzugsweise abgeschaltet. Alternativ kann die Steuereinheit 10 der Motoransteuereinheit 3 auch ein Temperatursignal bereitstellen, um dort zu signalisieren, dass eine Erwärmung des Elektromotors 2 über einen Schwellenwert aufgetreten ist und dass eine Ansteuerung mit einer geringeren Leistung oder keine Ansteuerung mehr vorgenommen werden soll, um eine weitere Erwärmung des Elektromotors zu verhindern oder zu reduzieren. Die Erfassungseinheit 9 kann das resultierende  
30 Signal auf verschiedene Weisen auswerten.

In der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform kann beispielsweise die Dämpfung des Schwingungssignals, das von dem Signalgenerator 7 bereitgestellt wird, durch den Reihenschwingkreis aus Kondensator 8 und komplexen Widerstand des Elektromotors 2 ermittelt werden, indem ein Verhältnis der Amplitude des resultierenden Signals zu der Amplitude des Schwingungssignals ermittelt wird. Bei Kenntnis der Frequenz des Schwingungssignals kann dieser Dämpfung eine absolute Temperatur zugeordnet werden. Durch Vergleich zweier Dämpfungswerte kann alternativ oder zusätzlich auch eine relative Temperaturänderung ermittelt werden. Dazu kann die Erfassungseinheit 9 ein Kennfeld oder eine Funktion enthalten, die vorgegeben oder eingelernt sind und die entsprechenden Dämpfungswerten Temperaturen des Elektromotors 2 zuordnen.

Die Frequenz des Schwingungssignals, das von dem Signalgenerator 7 abgegeben wird, ist vorzugsweise so ausgelegt, dass möglichst große Dämpfungsänderungen, d.h. Amplitudenänderungen des resultierenden Signals bei einer Änderung des komplexen Widerstandes der Wicklung des Elektromotors 2 bewirkt werden. Alternativ zu dem in Fig. 1 dargestellten Reihenschwingkreis kann der komplexe Widerstand des Elektromotors 2 auch Teil eines Parallelschwingkreises sein, bei dem der Signalgenerator 7 ein Schwingungssignal mit einer vorbestimmten Spannungsamplitude bereitstellt. Ein resultierendes Signal kann dann als Stromsignal oder weiteres Spannungssignal abgegriffen werden. Die Amplitude des resultierenden Signals hängt dabei erheblich davon ab, wie nahe die Frequenz des Schwingungssignals an der Resonanzfrequenz des Parallelschwingkreises liegt. Dadurch kann aus der Amplitude des resultierenden Signals die Temperatur abgeleitet werden.

Eine weitere Alternative besteht darin, das Schwingungssignal mit einem definierten Frequenzspektrum an den Elektromotor 2 anzulegen. Der von der Temperatur abhängige komplexe Widerstand des Elektromotors führt in dem Frequenzspektrum zu unterschiedlichen Dämpfungen bei verschiedenen Frequenzen. Die unterschiedlichen Dämpfungen können z.B. anhand einer Fourier-Analyse des resultierenden Signals und durch Vergleichen des durch die Fourier-Analyse des resultie-

renden Signals erhaltenen Frequenzspektrums mit dem Frequenzspektrum des angelegten Schwingungssignals ausgewertet werden und zur Bestimmung der Temperatur des Elektromotors z.B. mithilfe eines geeigneten Kennfeldes wie oben beschrieben benutzt werden.

5

Alternativ kann die phasenverschiebende Wirkung des komplexen Widerstands der Wicklung des Elektromotors 2 verwendet werden, um eine Angabe über den komplexen Widerstand der Wicklung zu erhalten. Die Angabe über den komplexen Widerstand kann dann mithilfe eines Kennfeldes einer Temperatur der Wicklung zugeordnet werden. Als Phasenverschiebung können insbesondere die Phasenverschiebung zwischen der Spannungsamplitude und dem resultierenden Strom durch den Elektromotor 2 oder bei der Auswerteeinheit 6 der Fig. 1 die Phasenverschiebung zwischen dem zwischen Kondensator 8 und Elektromotor 2 abgegriffenen resultierenden Signal und dem Schwingungssignal ermittelt werden.

15

Zusammenfassend können in der Erfassungseinheit 9 eine oder mehrere absolute Amplituden des resultierenden Signals und/oder ein Amplitudenverhältnis zwischen den Amplituden des Schwingungssignals und des resultierenden Signals und/oder eine Phasenverschiebung zwischen dem Schwingungssignal und dem resultierenden Signal und/oder eine Frequenzverschiebung zwischen dem resultierenden Signal und dem Schwingungssignal ausgewertet werden.

20

Bei allen oben genannten Ausführungsformen ist es jedoch notwendig, dass eine Zuordnung von einer erfassten, durch Anregung durch ein Anregungssignal bewirkten und vom komplexen Widerstand abhängigen Größe zu einer absoluten Temperatur bzw. zu einer relativen Temperaturänderung anhand einer vorgegebenen oder eingelernten Funktion bzw. Kennfeld erfolgen kann.

25

Als Elektromotoren kommen alle Arten von Antrieben, die eine Wicklung zur Erzeugung einer magnetischen Kraft aufweisen, in Betracht, wie z.B. Gleichstrommotoren mit Kommutator, bürstenlose Motoren, Synchronmotoren, Asynchronmotoren und dgl. Bei der Verwendung von Ansteuersignalen mit Wechselstromanteil,

30

wie z.B. bei Asynchronmotoren und Synchronmotoren, ist es sinnvoll, das Schwingungssignal mit einer deutlich höheren Frequenz als die Ansteuersignale zu verwenden, so dass keine Einwirkung des Schwingungssignals auf den Betrieb des Elektromotors 2 erfolgen kann. Vorzugsweise beträgt die Frequenz des  
5 Schwingungssignals mindestens das Fünffache der Frequenz des Ansteuersignals bei der höchsten Drehzahl des Elektromotors 2.

Die Auswerteeinheit 6 ermöglicht es, eine Temperaturerfassung im Elektromotor sowohl im angetriebenen Zustand als auch im nicht angetriebenen Zustand vor-  
10 nehmen zu können.

Weiterhin ist es daher auch möglich, mithilfe des Elektromotors eine Temperatur einer Umgebung zu erfassen, wenn keine Eigenerwärmung des Elektromotors stattgefunden hat. Insbesondere kann die Temperatur, die mithilfe des komplexen  
15 Widerstandes des Elektromotors 2 ermittelt worden ist, als Umgebungstemperatur angenommen werden, wenn innerhalb eines bestimmten vorangehenden Zeitraumes keine Ansteuerung des Elektromotors 2 mit Ansteuersignalen erfolgt ist. Bei Verwendung solcher Elektromotoren in einem Fahrzeuginnenraum kann somit  
20 ohne das Vorsehen weiterer Temperatursensoren eine Erfassung von Temperatur in Bereichen des Fahrzeugs, in denen der jeweilige Elektromotor angeordnet ist, vorgenommen werden. Eine zusätzliche Verkabelung für Temperatursensoren und dgl. kann dadurch vermieden werden.

Die in einem Innenraum verbauten Elektromotoren können also gleichzeitig als  
25 Temperaturfühler für eine Umgebungstemperatur verwendet werden, so dass z.B. eine Klimaanlagesteuerung auf Grundlage der so erfassten Temperaturen aus verschiedenen Bereichen des Innenraums betrieben werden kann.

## Ansprüche

1. Elektromotor (2), umfassend:
  - ein Spulenelement mit einer Wicklung, die beim elektrischen Ansteuern durch Wechselwirken eines dadurch hervorgerufenen Magnetfeldes mit einem weiteren Magnetfeld eine Antriebskraft bewirkt;  
dadurch gekennzeichnet, dass
  - die Wicklung des Spulenelementes an einem Element des Elektromotors (2) so angeordnet ist, dass ein komplexer Widerstand der Wicklung temperaturabhängig ist.
2. Elektromotor (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Element des Elektromotors (2) eine temperaturabhängige relative Permeabilität aufweist.
3. Elektromotor (2) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Element einen Anker des Elektromotors umfasst.
4. Auswerteeinheit (6) zum Erfassen einer Temperatur in einem Elektromotor, umfassend:
  - einen Signalgenerator (7) zum Bereitstellen eines Schwingungssignals, mit dem der Elektromotor (2) beaufschlagt wird;
  - eine Erfassungseinheit (9) zum Ermitteln eines resultierenden Signals, das von der Größe des komplexen Widerstands einer momentan angesteuerten Wicklung und von dem Schwingungssignal abhängt; und
  - eine Bestimmungseinheit (10), um abhängig von dem resultierenden Signal eine Temperatur in dem Elektromotor zu ermitteln.
5. Auswerteeinheit nach Anspruch 4, wobei die Wicklung des Elektromotors (2) als Filter oder als Schwingkreis verschaltet ist, so dass der komplexe Widerstand der Wicklung das Frequenzverhalten des Filters bzw. des Schwingkreises beeinflusst,

wobei der Signalgenerator (7) das Ansteuersignal als ein Spannungssignal mit einer Amplitude und einer Anregungsfrequenz bereitstellt,

wobei die Erfassungseinheit (9) ausgebildet ist, eine Amplitude des resultierenden Signals und/oder ein Amplitudenverhältnis zwischen den Amplituden

5 des Schwingungssignals und des resultierenden Signals und/oder eine Phasenverschiebung zwischen dem Schwingungssignal und dem Verlauf des resultierenden Signals und/oder eine Frequenzverschiebung zwischen dem re-

sultierenden Signal und den Schwingungssignal zu ermitteln,  
wobei die Bestimmungseinheit (10) ausgebildet ist, um der ermittelten Amplitu-  
10 de, dem Amplitudenverhältnis, der Phasenverschiebung bzw. der Frequenzverschiebung eine Temperatur zuzuordnen.

6. Motorsystem mit einem Elektromotor (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 3 und einer Auswerteeinheit (6) nach einem der Ansprüche 4 und 5.

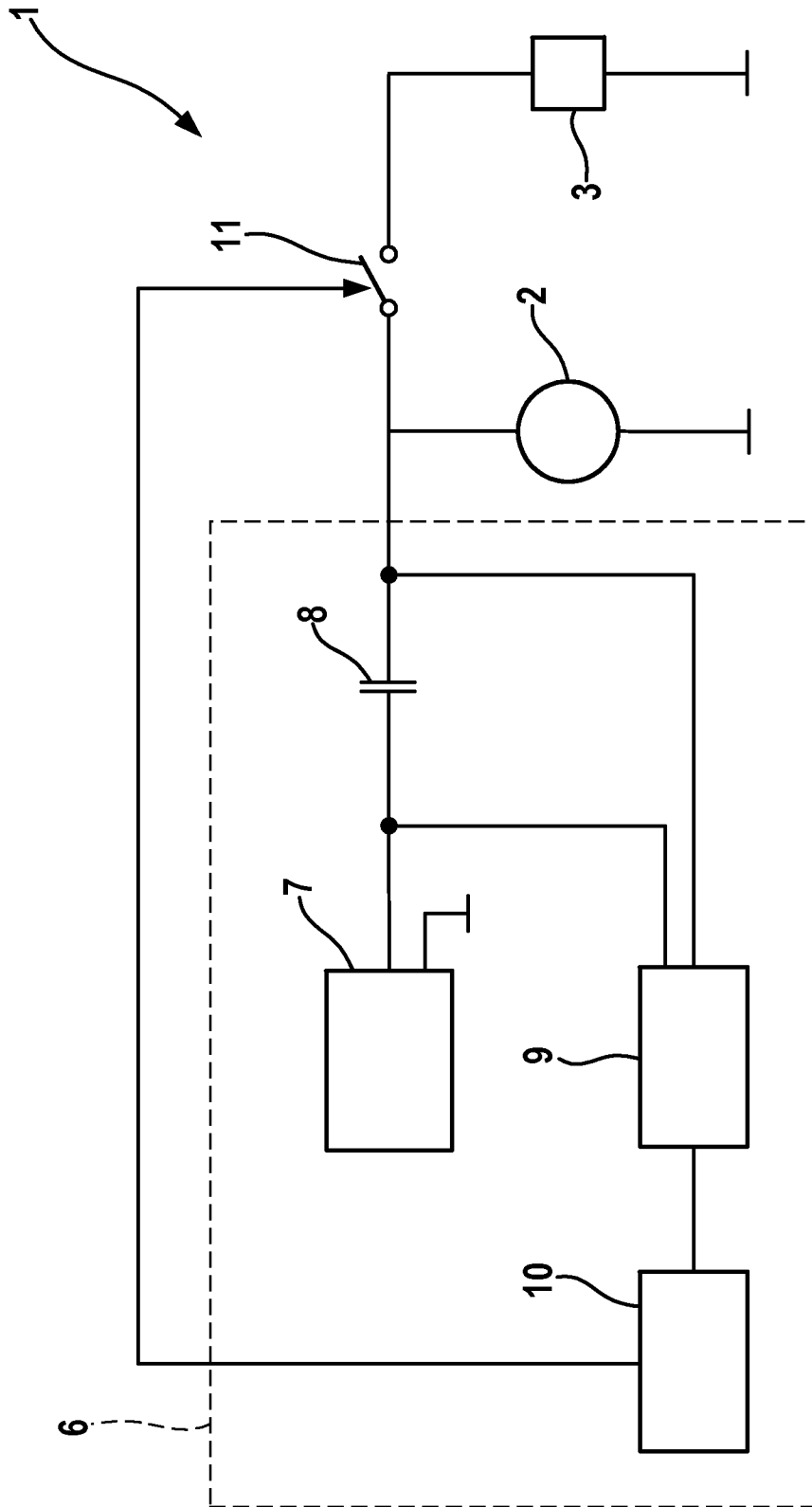
15

7. Verfahren zum Bestimmen einer Temperatur in einem Elektromotor (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, mit folgenden Schritten:

- Beaufschlagen des Elektromotors (2) mit einem Schwingungssignal;
- Ermitteln eines resultierenden Signals, das von der Größe des komplexen Wi-  
20 derstands der momentan angesteuerten Wicklung in dem Elektromotor (2) und von dem Schwingungssignal abhängt;
- Zuordnen der Temperatur in dem Elektromotor (2) abhängig von einem elektri-  
schen Parameter des resultierenden Signals.

25 8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei das Schwingungssignal als ein Spannungssignal mit einer Amplitude und einer Anregungsfrequenz bereitgestellt wird, wobei eine Amplitude des resultierenden Signals und/oder ein Amplitudenverhältnis zwischen den Amplituden des Schwingungssignals und des resultieren-  
30 den Signals und/oder eine Phasenverschiebung zwischen dem Schwingungssignal und dem Verlauf des resultierenden Signals und/oder eine Frequenzverschiebung zwischen dem resultierenden Signal und dem Schwingungssignal ermittelt wird,

wobei der ermittelten Amplitude, dem Amplitudenverhältnis, der Phasenverschiebung bzw. der Frequenzverschiebung eine Temperatur zugeordnet wird.



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2008/066327A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. H02K11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
H02K G01K H02H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| X         | EP 0 284 711 A (HEIDELBERGER DRUCKMASCH AG [DE]) 5 October 1988 (1988-10-05)<br>cited in the application<br>column 1, lines 35-48<br>column 2, lines 15-45<br>column 4, lines 9-25<br>abstract; figure 2 | 1-8                   |
| A         | WO 99/17127 A (SIEMENS AG [DE]; MAIER REINHARD [DE]; FROELICH PAUL [DE])<br>8 April 1999 (1999-04-08)<br>column 3, lines 6-18<br>abstract; figure 1  | 1-8                   |
| A         | EP 1 677 411 A (DAIKIN IND LTD [JP])<br>5 July 2006 (2006-07-05)<br>abstract; figure 1   | 1-8                   |

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 August 2009

Date of mailing of the international search report

13/08/2009

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kampka, Achim

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/066327

| Patent document cited in search report | A | Publication date |    | Patent family member(s) | Publication date |
|--|---|------------------|----|-------------------------|------------------|
| EP 0284711                             | A | 05-10-1988       | DE | 3706659 A1              | 15-09-1988       |
|  |   |                  | JP | 6085626 B               | 26-10-1994       |
|  |   |                  | JP | 63234858 A              | 30-09-1988       |
|  |   |                  | US | 4897584 A               | 30-01-1990       |
|  |   |                  |    |                         |                  |
| WO 9917127                             | A | 08-04-1999       | DE | 19743046 C1             | 29-04-1999       |
|  |   |                  | EP | 1019741 A1              | 19-07-2000       |
|  |   |                  | US | 6504358 B1              | 07-01-2003       |
|  |   |                  |    |                         |                  |
| EP 1677411                             | A | 05-07-2006       | JP | 2005151790 A            | 09-06-2005       |
|  |   |                  | WO | 2005041397 A1           | 06-05-2005       |
|  |   |                  | US | 2007070560 A1           | 29-03-2007       |
|  |   |                  |    |                         |                  |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/066327

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
**INV. H02K11/00**

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
**H02K G01K H02H**

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**EPO-Internal**

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile   | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| X          | EP 0 284 711 A (HEIDELBERGER DRUCKMASCH AG [DE]) 5. Oktober 1988 (1988-10-05)<br>in der Anmeldung erwähnt<br>Spalte 1, Zeilen 35-48<br>Spalte 2, Zeilen 15-45<br>Spalte 4, Zeilen 9-25<br>Zusammenfassung; Abbildung 2 | 1-8                |
| A          | WO 99/17127 A (SIEMENS AG [DE]; MAIER REINHARD [DE]; FROELICH PAUL [DE])<br>8. April 1999 (1999-04-08)<br>Spalte 3, Zeilen 6-18<br>Zusammenfassung; Abbildung 1  | 1-8                |
| A          | EP 1 677 411 A (DAIKIN IND LTD [JP])<br>5. Juli 2006 (2006-07-05)<br>Zusammenfassung; Abbildung 1  | 1-8                |

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

|   |  |
|---|--|
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche | Absenddatum des internationalen Recherchenberichts |
| <b>3. August 2009</b>                               | <b>13/08/2009</b>                                  |

|  |  |
|--|--|
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde<br>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016 | Bevollmächtigter Bediensteter<br><br><p style="text-align: center;"><b>Kampka, Achim</b></p> |
|--|--|

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/066327

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie                              | Datum der<br>Veröffentlichung                        |
|--|-------------------------------|--|--|
| EP 0284711 A                                       | 05-10-1988                    | DE 3706659 A1<br>JP 6085626 B<br>JP 63234858 A<br>US 4897584 A | 15-09-1988<br>26-10-1994<br>30-09-1988<br>30-01-1990 |
| WO 9917127 A                                       | 08-04-1999                    | DE 19743046 C1<br>EP 1019741 A1<br>US 6504358 B1               | 29-04-1999<br>19-07-2000<br>07-01-2003               |
| EP 1677411 A                                       | 05-07-2006                    | JP 2005151790 A<br>WO 2005041397 A1<br>US 2007070560 A1        | 09-06-2005<br>06-05-2005<br>29-03-2007               |