

(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
14. September 2017 (14.09.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/153251 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G01D 3/036 (2006.01) **G01D 5/14** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/054923
- (22) Internationales Anmeldedatum:
2. März 2017 (02.03.2017)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2016 204 049.9 11. März 2016 (11.03.2016) DE
- (71) Anmelder: **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH**
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).
- (72) Erfinder: **JASTER, Magnus**; Seestraße 49, 14774 Kirchmöser (DE). **MÄRGNER, Moritz**; Stargarder Str. 5, 10437 Berlin (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

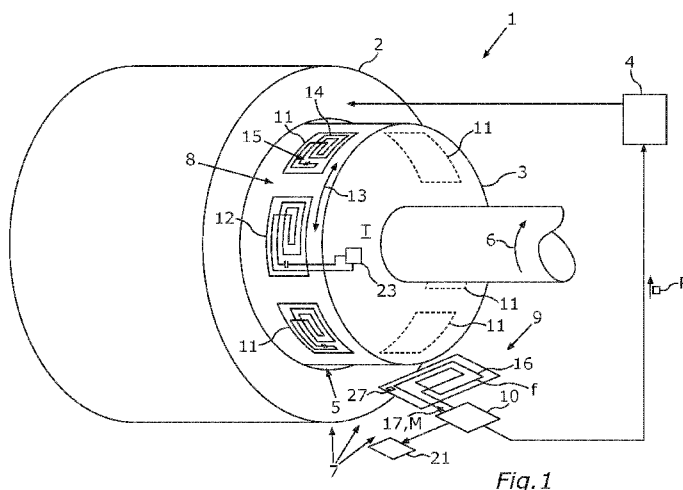
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: POSITION-SENSING DEVICE AND METHOD FOR TRANSFERRING A MESSAGE SIGNAL BETWEEN APPARATUS COMPONENTS, WHICH CAN MOVE RELATIVE TO EACH OTHER, BY MEANS OF THE POSITION-SENSING DEVICE

(54) Bezeichnung : LAGEERFASSUNGSVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM ÜBERTRAGEN EINES NACHRICHTENSIGNALS ZWISCHEN RELATIVBEWEGLICHEN GERÄTEKOMPONENTEN MITTELS DER LAGEERFASSUNGSVORRICHTUNG



(57) Abstract: The invention relates to a method for transferring a message signal (T) between two apparatus components (2, 3) of an apparatus (1), which can move relative to each other, by means of a position-sensing device (7), wherein, during relative motion (6) of the apparatus components (2, 3), a transmitting device (8) of the position-sensing device (7) arranged on one of the apparatus components (2, 3) provides a measurable characteristic and a receiving device (9) of the position-sensing device (7) arranged on the other of the apparatus components (2, 3) produces a measurement signal (M) dependent on the characteristic, and an evaluating device (10) of the position-sensing device (7) determines a current relative position (R) of the two apparatus components (2, 3) in relation to each other on the basis of a relative amplitude change (18) of the measurement signal (M) resulting from the relative motion (6). According to the invention, the transmitting device (8) sets an absolute value of the measurable characteristic in dependence of the message signal (T) and

the evaluating device (10) produces a reconstruction (21) of the message signal (T) on the basis of an absolute measurement value (24) of the measurement signal (M) resulting from the set absolute value.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/153251 A1

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Übertragen eines Nachrichtensignals (T) zwischen zwei zueinander beweglichen Gerätekomponenten (2, 3) eines Geräts (1) mittels einer Lageerfassungsvorrichtung (7), wobei während einer Relativbewegung (6) der Gerätekomponenten (2, 3) eine an einer der Gerätekomponenten (2, 3) angeordnete Sendeeinrichtung (8) der Lageerfassungsvorrichtung (7) eine messbare Eigenschaft bereitstellt und eine an der anderen der Gerätekomponenten (2, 3) angeordnete Empfangseinrichtung (9) der Lageerfassungsvorrichtung (7) ein von der Eigenschaft abhängiges Messsignal (M) erzeugt und eine Auswerteeinrichtung (10) der Lageerfassungsvorrichtung (7) anhand einer sich aufgrund der Relativbewegung (6) ergebenden relativen Amplitudenänderung (18) des Messsignals (M) eine aktuelle Relativlage (R) der beiden Gerätekomponenten (2, 3) zueinander ermittelt. Die Erfindung sieht vor, dass die Sendeeinrichtung (8) einen Absolutwert der messbaren Eigenschaft in Abhängigkeit von dem Nachrichtensignal (T) einstellt und die Auswerteeinrichtung (10) anhand eines sich aufgrund des eingestellten Absolutwerts ergebenden absoluten Messwerts (24) des Messsignals (M) eine Rekonstruktion (21) des Nachrichtensignals (T) erzeugt.

Beschreibung

Lageerfassungsvorrichtung und Verfahren zum Übertragen eines Nachrichtensignals zwischen relativbeweglichen Gerätekomponenten mittels der Lageerfassungsvorrichtung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Übertragen eines Nachrichtensignals zwischen zwei zueinander beweglichen Gerätekomponenten eines Geräts mittels einer Lageerfassungsvorrichtung. Mittels der Lageerfassungsvorrichtung wird grundsätzlich eine Relativlage der beiden Gerätekomponenten zueinander ermittelt. Das zusätzlich zu übertragende Nachrichtensignal ist dabei insbesondere unabhängig von dieser Relativlage. Zu der Erfindung gehört auch die Lageerfassungsvorrichtung zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens. Die Lageerfassungsvorrichtung wird bevorzugt in einer elektrischen Maschine bereitgestellt, die ebenfalls Bestandteil der Erfindung ist.

In einer elektrischen Maschine kann es beispielsweise zum Regeln von elektrischen Strömen in einem Stator nötig sein, eine aktuelle Relativlage eines Rotors bezüglich des Stators zu kennen. Beispielsweise kann die Kenntnis der Relativlage für eine feldorientierte Regelung benötigt sein. Die aktuelle Drehlage oder der Drehwinkel des Rotors beziehungsweise die Winkelgeschwindigkeit des Rotors zum Stator können mittels unterschiedlichen Sensoren bestimmt werden. So können beispielsweise an dem Rotor entlang eines Umfangs oder auf einer axialen Fläche im Kreis Signalgeber einer Sendeeinrichtung angeordnet sein, die statorseitig mittels einer Empfangseinrichtung erfasst werden. Anhand des Verlaufs des Messsignals der Empfangseinrichtung kann auf die Relativlage zwischen Stator und Rotor rückgeschlossen werden.

Ein weiterer wichtiger Parameter zum Betrieb der elektrischen Maschine ist deren Rotortemperatur. Diese wird aufgrund des hohen technischen Aufwands zum Übertragen eines Messsignals vom bewegten Rotor hin zum Stator in der Regel nur indirekt mittels

eines Rotortemperaturmodells geschätzt. Dies erfordert aber einen hohen Kalibrierungsaufwand des Rotortemperaturmodells.

5 Eine Lageerfassungsvorrichtung zum Erfassen einer Relativlage zweier Gerätekomponenten kann auch beispielsweise bei einem Linearmotor mit Stator und linearbeweglichem Läufer vorgesehen sein. Auch hier kann das Übertragen eines Temperaturwerts oder allgemein eines Nachrichtensignals gewünscht sein, wobei sich dieselben Übertragungsprobleme wie bei einem drehenden Rotor
10 ergeben.

Allgemein ist es schwierig, ein Nachrichtensignal zwischen zwei relativ zueinander bewegten Gerätekomponenten zu übertragen, wenn beispielsweise die Gerätekomponenten selbst oder ein diese
15 umgebendes Gehäuse aus Metall gefertigt sind und hierdurch eine Funkübertragung gestört wird. Außerdem stellt das Bereitstellen einer entsprechenden Funkstrecke auch einen zusätzlichen Teileaufwand dar, der die Herstellungskosten eines solchen Geräts unerwünscht vergrößert.

20 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Gerät mit relativ zueinander beweglichen Gerätekomponenten, von denen die Relativlage mittels einer Lageerfassungsvorrichtung erfasst wird, zusätzlich eine Übertragung eines Nachrichtensignals
25 zwischen den Gerätekomponenten zu ermöglichen.

Die Aufgabe wird durch die Gegenstände der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind durch die Merkmale der abhängigen Patentansprüche,
30 die folgende Beschreibung sowie die Figuren gegeben.

Durch das Verfahren ist allgemein das Übertragen eines Nachrichtensignals zwischen zwei zueinander beweglichen Gerätekomponenten eines Geräts mittels einer Lageerfassungsvorrichtung vorgesehen. Bei dem Gerät kann es sich beispielsweise
35 um eine elektrische Maschine handeln, wobei es sich bei den Gerätekomponenten dann um einen Stator und einen Läufer, insbesondere einen Rotor, der elektrischen Maschine handeln

kann. Die Lageerfassungsvorrichtung erfasst dabei die Relativlage während einer Relativbewegung der Gerätekomponenten in der folgenden Weise. Eine an einer der Gerätekomponenten angeordnete Sendeeinrichtung stellt eine messbare Eigenschaft
5 bereit. Beispielsweise kann eine Leuchtdiode ein Lichtsignal bereitstellen. Eine an der anderen Gerätekomponente angeordnete Empfangseinrichtung erzeugt ein von der Eigenschaft abhängiges Messsignal. In dem genannten Beispiel kann die Empfangseinrichtung beispielsweise einen Photosensor aufweisen, dessen
10 Sensorsignal von der Relativlage des Photosensors zu der Leuchtdiode abhängig ist. Nähert sich die Leuchtdiode dem Photosensor, so wird das Sensorsignal graduell größer, bis es ein Maximum erreicht, und dann wieder bei wieder Entfernen der Leuchtdiode graduell kleiner. Ohne also eine absolute Helligkeit
15 der Leuchtdiode zu kennen, wird allein aufgrund der relativen Amplitudenänderung das Erfassen der Relativlage möglich. Entsprechend sieht eine Auswerteeinrichtung der Lageerfassungsvorrichtung vor, anhand einer sich aufgrund der Relativbewegung ergebenden relativen Amplitudenänderung des
20 Messsignals, also beispielsweise der Leuchtstärkeänderung, eine aktuelle Relativlage der beiden Gerätekomponenten zueinander zu ermitteln. Insbesondere bei einer drehbeweglich gelagerten Gerätekomponente, wie beispielsweise einem Rotor, ergibt sich ein periodisches Messsignal, so dass anhand der aktuellen Phase
25 des periodischen Messsignals die Drehlage oder Relativlage der Gerätekomponenten ermittelt werden kann.

Um nun mittels einer solchen Lageerfassungsvorrichtung auch ein Nachrichtensignal zu übertragen, das unabhängig von der Relativlage ist, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Sendeeinrichtung einen Absolutwert der Eigenschaft in Abhängigkeit
30 von dem Nachrichtensignal einstellt. In dem beschriebenen Beispiel kann also die Helligkeit der Leuchtdiode in Abhängigkeit von dem Nachrichtensignal variiert werden. Die Auswerteeinrichtung erzeugt anhand eines sich aufgrund des eingestellten Absolutwerts entsprechend ergebenden absoluten Messwerts des Messsignals eine Rekonstruktion des Nachrichtensignals. Die Rekonstruktion des Nachrichtensignals stellt also ein Rekon-

struktionsignal dar, das inhaltsgleich zum Nachrichtensignal ist. Somit steht empfangsseitig das Nachrichtensignal in Form der Rekonstruktion als Rekonstruktionsignal zur Verfügung. Das Nachrichtensignal kann beispielsweise ein einzelner Messwert
5 sein, der in einer Gerätekomponente gemessen oder ermittelt wurde. Das Nachrichtensignal kann auch beispielsweise ein Bit oder eine Bitfolge einer digitalen Kommunikation darstellen.

Durch die Erfindung ergibt sich der Vorteil, dass ein freier
10 Parameter der Lageerfassungsvorrichtung, nämlich der Absolutwert der beobachteten Eigenschaft genutzt wird, um den absoluten Messwert des empfängerseitigen Messsignals zu beeinflussen und hierdurch das Nachrichtensignal zu übertragen, ohne dass die eigentliche Funktionalität der Lageerfassungsvorrichtung, nämlich das Ermitteln der Relativlage, beeinträchtigt wird. Es ist also keine zusätzliche Übertragungsvorrichtung nötig, um das Nachrichtensignal zwischen den beiden
15 relativbeweglichen Gerätekomponenten zu übertragen.

Zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die beschriebene Lageerfassungsvorrichtung bereitgestellt, die zum Ermitteln einer Relativlage zweier relativ zueinander beweglicher Gerätekomponenten eines Geräts vorgesehen ist. Die Lageerfassungsvorrichtung umfasst die Sendeeinrichtung zum
20 Bereitstellen einer messbaren Eigenschaft, die Empfangseinrichtung zum Erzeugen eines von der Eigenschaft abhängigen Messsignals und die Auswerteeinrichtung zum Ermitteln der Relativlage der Gerätekomponenten anhand der relativen Amplitudenänderung des Messsignals während einer Relativbewegung der Gerätekomponente. Erfindungsgemäß wird diese Lageerfassungsvorrichtung weitergebildet, indem die Sendeeinrichtung dazu eingerichtet ist, den Absolutwert der Eigenschaft in Abhängigkeit von dem besagten Nachrichtensignal einzustellen, und indem die Auswerteeinrichtung dazu eingerichtet ist, anhand
30 eines sich aufgrund des eingestellten Absolutwerts ergebenden absoluten Messwerts des Messsignals die Rekonstruktion des Nachrichtensignals zu erzeugen. Die Lageerfassungsvorrichtung führt dabei eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Ver-

fahrens durch. Die Sendeeinrichtung ist dabei an einer der Gerätekomponten anzuordnen, während die Empfangseinrichtung und die Auswerteeinrichtung bewegungsfest bezüglich der anderen der Gerätekomponten anzuordnen ist.

5

Zu der Erfindung gehören auch optionale Weiterbildungen, durch deren Merkmale sich zusätzliche Vorteile ergeben. Die Weiterbildungen werden hier im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erläutert, gelten aber in gleicher Weise auch für die erfindungsgemäße Lageerfassungsvorrichtung.

10

Bisher wurde beschrieben, dass die Sendeeinrichtung als Eigenschaft ein Leuchtsignal mittels beispielsweise einer Leuchtdiode bereitstellen kann. Dies ist dahingehend fehleranfällig, dass eine Verschmutzung der Sendeeinrichtung das Licht blockieren kann. Eine Weiterbildung der Erfindung sieht deshalb vor, dass die Sendeeinrichtung mittels eines elektrischen Signalschwingkreises eine Impedanz als messbare Eigenschaft bereitstellt und die Empfangseinrichtung zumindest einen elektrischen Erregerschwingkreis aufweist. Der zumindest eine Erregerschwingkreis kann mit einer Erregerspannung oder einem Erregerstrom in Schwingung versetzt werden, wodurch er ein magnetisches oder elektromagnetisches Wechselfeld als Erregungssignal aussendet. Der Signalschwingkreis kann in Resonanz gehen, wenn der zumindest eine Erregerschwingkreis das Erregungssignal aussendet. Die Empfangseinrichtung führt dabei in zumindest einem Erregerschwingkreis eine Abstimmung mit dem Signalschwingkreis durch, indem ein elektrischer Stellwert, beispielsweise eine Frequenz des Erregerstromes und/oder der Erregerspannung, eingestellt wird. Nach der Abstimmung ist der eingestellte elektrische Stellwert ein Maß für die aktuell eingestellte Impedanz des Signalschwingkreises. Entsprechend erzeugt die Empfangseinrichtung die Rekonstruktion auf der Grundlage des eingestellten Stellwerts. Die Abstimmung kann beispielsweise durch Maximieren oder Minimieren eines elektrischen Signals erfolgen, beispielsweise eines Spulenstroms einer Spule des Erregerschwingkreises. Entsprechende Methoden sind an sich im Stand der Technik verfügbar. Diese

15

20

25

30

35

Weiterbildung weist den Vorteil auf, dass die Ermittlung der Relativlage auf der Grundlage des magnetischen oder elektromagnetischen Wechselfelds erfolgt, so dass eine Sichtbehinderung beispielsweise durch Schmutz die Erfassung der Relativlage nicht
5 beeinträchtigt.

Um das Nachrichtensignal zu übertragen, sieht eine Weiterbildung vor, dass die Sendeeinrichtung die Impedanz ihres Signalschwingkreises in Abhängigkeit von dem Nachrichtensignal mittels
10 eines Verstimmelements einstellt. Hierdurch ergibt sich der Vorteil, dass auf der Seite des Erregerschwingkreises bei der Abstimmung sich ein Stellwert ergibt, der unmittelbar abhängig von dem Nachrichtensignal ist.

15 Als Verstimmelement ist gemäß einer Weiterbildung zumindest eines der folgenden elektrischen Bauelemente vorgesehen: ein Kondensator und/oder ein NTC-Element (NTC – Negative Temperature Coefficient) und/oder ein Operationsverstärker und/oder ein Transistor. Mit einem oder mehreren der Verstimmelemente kann auf
20 die Schwingungseigenschaften des Signalschwingkreises in Abhängigkeit von dem Nachrichtensignal Einfluss genommen werden.

Indem man sich auf den absoluten Messwert des Messsignals verlässt, kann sich das Problem ergeben, dass das Nachrichtensignal fehlerhaft rekonstruiert wird, weil beispielsweise
25 durch eine Signalschwächung oder Abschirmung oder Streuung bei der Messung der messbaren Eigenschaft ein Offset oder Versatz entsteht. Um dies zu erkennen, sieht eine Weiterbildung vor, dass die Auswerteeinrichtung zum Erzeugen der Rekonstruktion des
30 Nachrichtensignals den bei der Abstimmung eingestellten Stellwert mit einem Referenzwert vergleicht und die Rekonstruktion in Abhängigkeit von einem Unterschied des Stellwerts zu dem Referenzwert erzeugt. Hieran kann eine Veränderung der Übertragungscharakteristik zwischen der Sendeeinrichtung und
35 der Empfangseinrichtung detektiert werden.

Eine Weiterbildung ermöglicht es sogar, sich an die geänderte Übertragungscharakteristik anzupassen. Diese Weiterbildung

sieht vor, dass der Referenzwert bereitgestellt wird, indem die Sendeeinrichtung eine von dem Nachrichtensignal unabhängig eingestellte messbare Referenzeigenschaft bereitstellt und die Empfangseinrichtung den besagten Referenzwert in Abhängigkeit von dieser Referenzeigenschaft der Sendeeinrichtung einstellt. Mit anderen Worten wird durch die Sendeeinrichtung nicht nur die messbare Eigenschaft, mittels welcher das Nachrichtensignal übertragen wird, sondern auch eine davon unabhängige Referenzeigenschaft bereitgestellt. Kommt es z.B. aufgrund einer Verschmutzung zu einer Veränderung der Übertragungseigenschaft, werden sowohl die zu messende Eigenschaft als auch die Referenzeigenschaft verändert übertragen, so dass die Veränderung der Übertragungseigenschaft automatisch beim beschriebenen Vergleich des Stellwerts mit dem Referenzwert kompensiert wird.

Eine Weiterbildung betrifft das Bereitstellen einer zuverlässigen, messbaren Referenzeigenschaft. Diese Weiterbildung sieht vor, dass die Sendeeinrichtung einen Referenzschwingkreis aufweist, also einen von dem beschriebenen Signalschwingkreis verschiedenen weiteren Schwingkreis, und in dem Referenzschwingkreis eine fest eingestellte Impedanz die Referenzeigenschaft darstellt. Hierdurch ergibt sich der Vorteil, dass mit ein und derselben Erregerspule des Erregerschwingkreises während der Relativbewegung der Gerätekomponenten einmal die Referenzeigenschaft und einmal die Eigenschaft des Signalschwingkreises erfasst oder gemessen werden kann. Zum Ermitteln des Referenzwerts kann dann beispielsweise in der beschriebenen Weise durch die Abstimmung des Erregerschwingkreises mit dem Referenzschwingkreis wieder ein passender Stellwert ermittelt und dieser als der Referenzwert verwendet werden. Bei mehreren Erregerschwingkreisen können diese dazu verwendet werden, gleichzeitig sowohl den Referenzwert als auch die Rekonstruktion des Nachrichtensignals zu erzeugen.

Wie bereits ausgeführt, lässt sich als Nachrichtensignal ein beliebiges Signal übertragen. Eine Weiterbildung sieht vor, dass das Nachrichtensignal zumindest abschnittsweise, das heißt zumindest in einem vorbestimmten Zeitintervall, durch eine

Messeinrichtung als ein Messsignal einer physikalischen Messgröße erzeugt wird. Bei der Messgröße handelt es sich insbesondere um eine Temperatur. Die Messgröße wird natürlich an der Gerätekomponente erfasst, an welcher auch die Sendeeinrichtung angeordnet ist. Hierdurch ergibt sich der Vorteil, dass ein Messsignal eines Sensors, beispielsweise eines Temperatursensors, von einer Gerätekomponente als Nachrichtensignal an die andere Gerätekomponente übertragen werden kann.

10 Eine Weiterbildung sieht dagegen vor, dass das Nachrichtensignal zumindest abschnittsweise durch digitale Daten gebildet wird. Hierdurch ergibt sich der Vorteil, dass zwischen den Gerätekomponenten eine digitale Kommunikation ermöglicht ist, beispielsweise zwischen jeweiligen Mikrocontrollern der Gerätekomponenten.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Lageerfassungsvorrichtung in einem Gerät bereitgestellt wird, in welchem Gerätekomponenten eine periodisch wiederkehrende Relativlage aufweisen, wie
20 erfindungsgemäß in einer elektrischen Maschine, die einen Stator und einen relativ zum Stator beweglich angeordneten Läufer aufweist. Insbesondere handelt es sich bei der elektrischen Maschine um eine Rotationsmaschine, so dass also der Läufer ein Rotor ist. Aber auch ein Linearläufer kann vorgesehen sein. In
25 der beschriebenen Weise ist eine Reglereinrichtung der elektrischen Maschine dazu eingerichtet, elektrische Wicklungen des Stators in Abhängigkeit von einer Relativlage des Läufers bezüglich des Stators, also insbesondere einer Drehlage eines Rotors, anzusteuern. Um diese Relativlage zu ermitteln, ist eine
30 Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lageerfassungsvorrichtung vorgesehen.

Hierdurch ergibt sich der Vorteil, dass bei der elektrischen Maschine auch ein Nachrichtensignal zwischen dem Läufer und dem
35 Stator übertragen werden kann. Hierbei ist vorgesehen, dass die beschriebene Sendeeinrichtung am Läufer und die Empfangseinrichtung am Stator oder zumindest bezüglich des Stators fest angeordnet ist und die Auswerteeinrichtung der Lageerfas-

5 sungsvorrichtung die Relativlage ermittelt und der Regleinrichtung bereitstellt. Dies kann durch ein entsprechendes Lagesignal in an sich bekannter Weise erfolgen. Die Regleinrichtung kann auf Grundlage der Relativlage beispielsweise eine feldorientierte Regelung durchführen.

10 Gemäß einer Ausführungsform ist der Läufer ein Rotor. Um auch einen Referenzwert bereitstellen zu können, ist diese elektrische Maschine derart ausgestaltet, dass die Sendeeinrichtung mehrere entlang eines Umfangs des Rotors oder auf einer axialen Ebene des Rotors beispielsweise im Kreis angeordnete Schwingkreise aufweist und durch einen oder einige dieser Schwingkreise jeweils ein Signalschwingkreis mit einer von dem zu übertragenden Nachrichtensignal abhängigen Impedanz ist.

15 Durch die übrigen Schwingkreise ist jeweils ein Referenzschwingkreis mit einer von dem Nachrichtensignal unabhängigen Impedanz bereitgestellt. Die Empfangseinrichtung ist dazu eingerichtet, mittels zumindest eines Erregerschwingkreises das Messsignal zu erzeugen. Beispielsweise kann also der zumindest

20 eine Erregerschwingkreis mit einer Wechselspannung beaufschlagt werden und ein resultierender Strom in dem Erregerschwingkreis ändert sich dann periodisch bei einer Bewegung des Rotors, bei welcher die Schwingkreise der Sendeeinrichtung abwechselnd an dem Erregerschwingkreis vorbei bewegt werden. Bei mehreren

25 Erregerschwingkreisen können diese in der beschriebenen Weise dazu verwendet werden, gleichzeitig sowohl den Referenzwert als auch die Rekonstruktion des Nachrichtensignals zu erzeugen.

30 Während die Referenzschwingkreise an der Empfangseinrichtung vorbei bewegt werden, ergibt sich stets derselbe zeitliche Verlauf des Messsignals, also dieselbe relative Amplitudenänderung. Wird dagegen ein Signalschwingkreis mit der vom Nachrichtensignal abhängigen Impedanz vorbei bewegt, so ergibt sich zwar dasselbe zeitliche Muster, aber die Amplitude ist vom

35 Nachrichtensignal abhängig. Durch die beschriebene Abstimmung, d.h. das Abstimmen zumindest eines Erregerschwingkreises der Empfangseinrichtung auf die Signalschwingkreise (nicht die Referenzschwingkreise), kann ein absoluter Messwert des

Messsignals ermittelt werden, welcher das Nachrichtensignal repräsentiert. Hierdurch kann also eine Rekonstruktion des Nachrichtensignals erzeugt werden. So ist z.B. der zum Abstimmen eingestellte elektrische Stellwert des Erregerschwingkreises
5 von dem Nachrichtensignal abhängig und kann zum Bilden von dessen Rekonstruktion genutzt werden.

Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass in der Sendeeinrichtung bei jedem Signalschwingkreis die Impedanz von einem Verstärker-
10 melement mit einem temperaturabhängigen Kennwert abhängig ist. Es kann also beispielsweise ein elektrischer Widerstand mit einem temperaturabhängigen Widerstandswert (NTC) vorgesehen sein oder ein Kondensator mit einer temperaturabhängigen Kapazität. Hierdurch wird die Impedanz des Signalschwingkreises in Ab-
15 hängigkeit von der Rotortemperatur eingestellt. Diese kann dann als Rekonstruktion des Nachrichtensignals von der Auswerteeinrichtung bereitgestellt werden.

Im Folgenden ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung be-
20 schrieben. Hierzu zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen elektrischen Maschine und

25 Fig. 2 ein Diagramm mit einem schematisierten Verlauf eines Messsignals, aus welchem sowohl eine Relativlage eines Rotors der elektrischen Maschine bezüglich eines Stators als auch ein Nachrichtensignal rekonstruiert werden.

30 Bei dem im Folgenden erläuterten Ausführungsbeispiel handelt es sich um eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung. Bei dem Ausführungsbeispiel stellen die beschriebenen Komponenten der Ausführungsform jeweils einzelne, unabhängig voneinander zu
35 betrachtende Merkmale der Erfindung dar, welche die Erfindung jeweils auch unabhängig voneinander weiterbilden und damit auch einzeln oder in einer anderen als der gezeigten Kombination als Bestandteil der Erfindung anzusehen sind. Des Weiteren ist die

beschriebene Ausführungsform auch durch weitere der bereits beschriebenen Merkmale der Erfindung ergänzbar.

In den Figuren sind funktionsgleiche Elemente jeweils mit
5 denselben Bezugszeichen versehen.

Fig. 1 zeigt eine elektrische Maschine 1 mit einem Stator 2 und einem in dem Stator rotierbar gelagerten Rotor 3. Eine Reglereinrichtung 4 kann in an sich bekannter Weise beispielsweise
10 durch Ansteuern eines Stromrichters oder Wechselrichters in einer elektrischen Wicklung des Stators 2 elektrische Ströme einstellen und hierdurch ein magnetisches Drehfeld in einem Luftspalt 5 zwischen dem Stator 2 und dem Rotor 3 erzeugen, was eine Drehbewegung oder Rotation 6 des Rotors 3 in dem Stator 2
15 bewirkt. Die Reglervorrichtung 4 muss hierzu eine Relativlage R des Rotors 3 bezüglich des Stators 2 signalisiert bekommen. Hierzu ist eine Lageerfassungsvorrichtung 7 bereitgestellt, die eine am Rotor 3 angeordnete Sendeeinrichtung 8, eine bezüglich des Stators 2 fest angeordneten Empfangseinrichtung 9 sowie eine
20 Auswerteeinrichtung 10 umfassen kann.

Die Sendeeinrichtung 8 kann beispielsweise mehrere Schwingkreise 11, 12 umfassen, die entlang eines Außenumfanges 13 des Rotors 3 oder auf einer axialen Ebene des Rotors im Kreis angeordnet sein
25 können. Die axiale Ebene kann z.B. durch eine Stirnseite des Rotors 3 gebildet sein. Die Schwingkreise 11, 12 können beispielsweise auf der Grundlage von Leiterplatten, Beschichtungen oder Schaltungsplatinen realisiert sein, wobei Spulen 14 der Schwingkreise als Flachspulen auf der Grundlage von Leiterbahnen
30 oder Beschichtungen realisiert sein können. Es können zum Einstellen einer Impedanz der Schwingkreise beispielsweise auch Kapazitäten oder Kondensatoren 15 vorgesehen sein. In Fig. 1 sind der Übersichtlichkeit halber nur für einen Schwingkreis 11 die jeweilige Spule 14 und der Kondensator 15 mit einem Bezugszeichen
35 versehen.

Die Empfangseinrichtung 9 kann einen Erregerschwingkreis 16 z.B. mit einer Erregerspule und einem Kondensator umfassen. Der

Erregerschwingkreis 16 ist derart nahe an dem Außenumfang 13 angeordnet, dass bei der Rotation 6 des Rotors 3 nacheinander die Schwingkreise 11, 12 an dem Erregerschwingkreis 16 vorbeibewegt werden und hierdurch nacheinander die einzelnen Schwingkreise 11, 12 mit dem Erregerschwingkreis 16 in Resonanz gehen, wodurch sich ein Spulenstrom 17 in der Erregerspule des Erregerschwingkreises 16 ändert.

In Abhängigkeit von einer Stromstärke des Spulenstroms 17 kann ein Messsignal M erzeugt werden, dessen Verlauf beispielhaft in Fig. 2 wiedergegeben ist. Fig. 2 veranschaulicht, wie abhängig von der Relativlage R das Messsignal M eine relative Amplitudenänderung 18 aufweist.

Durch die Auswerteeinrichtung 10 kann beispielsweise anhand von Maxima 19 und/oder Minima 20 die Relativlage R ermittelt werden. Eine absolute Lageerfassung (360°-Unterscheidung) ist für die Stromregelung dabei nicht nötig.

Bei der elektrischen Maschine 1 ist zusätzlich vorgesehen, mittels der Lageerfassungsvorrichtung 7 auch einen Temperaturwert T einer Temperatur des Rotors 3 zu erfassen und statorseitig an der Auswerteeinrichtung 10 als Rekonstruktion 21 des Temperaturwerts T auszugeben oder bereitzustellen. Der Temperaturwert T stellt ein Nachrichtensignal dar.

Um den Temperaturwert T zu übertragen, ist bei der Sendeeinrichtung 8 vorgesehen, dass nicht alle Schwingkreise 11, 12 gleich gebaut sind. Stattdessen weisen die Schwingkreise 11 eine fest eingestellte Impedanz auf. Diese sind im Folgenden als Referenzschwingkreise 12 bezeichnet. Es ergibt sich in der Empfangseinrichtung 9 beim Passieren eines solchen Referenzschwingkreises 11 stets ein vorbestimmbarer Amplitudenwert oder Messwert 22 des Messsignals M.

Der Erregerschwingkreis 16 kann auf die Referenzschwingkreise 11 in der beschriebenen Weise durch eine Abstimmung 27 abgestimmt werden. Als Stellwert kann eine Erregerfrequenz f, mit welcher

der Erregerschwingkreis 16 erregt oder in Schwingung versetzt wird, derart eingestellt werden, dass sich ein maximaler Spulenstrom 17 und damit ein maximaler Messwert 25 ergibt. Der so eingestellte Stellwert der Erregerfrequenz f stellt dann einen Referenzwert dar. In Fig. 1 ist der Referenzwert durch den zugehörigen maximalen Messwert 25 symbolisch repräsentiert.

Einer der Schwingkreise 12, der im Folgenden als Signalschwingkreis 12 bezeichnet ist, weist eine Impedanz auf, die abhängig von dem Temperaturwert T ist. Hierzu kann der Signalschwingkreis 12 ein Verstimmelement 23 aufweisen, das einen elektrischen Kennwert, beispielsweise seinen elektrischen Widerstand und/oder seine elektrische Kapazität und/oder seine elektrische Induktivität, in Abhängigkeit von dem Temperaturwert T einstellt oder verändert. Beispielsweise kann es sich bei dem Verstimmelement 23 um einen NTC-Widerstand handeln.

In dem Messsignal M ergibt sich beim Passieren des Signalschwingkreises 12 an der Empfangseinrichtung 9 ein absoluter Messwert 24, der abhängig vom aktuellen Kennwert des Verstimmelements 23 und damit abhängig vom aktuellen Temperaturwert T ist.

Zum Erzeugen der Rekonstruktion 21 des Temperaturwerts T kann vorgesehen sein, dass in der Empfangseinrichtung 9 das Abstimmen 27 des Erregerschwingkreises 16 an den Signalschwingkreis 12 erfolgt. Als Stellwert kann wieder die Erregerfrequenz f derart eingestellt werden, dass sich ein maximaler Spulenstrom 17 und damit ein maximaler Messwert 24 ergibt, wobei nur der Zeitpunkt betrachtet wird, während sich der Signalschwingkreis 12 dem Erregerschwingkreis 16 am nächsten befindet. Der Signalschwingkreis 12 kann z.B. mittels eines Zählers (z.B. hier jeder sechste Schwingkreis 11, 12) identifiziert werden. Der so eingestellte Stellwert der Erregerfrequenz f ist dann ein Maß für den Temperaturwert T . In Fig. 1 ist dieser Stellwert durch den zugehörigen maximalen Messwert 25 symbolisch repräsentiert.

Es kann nun vorgesehen sein, dass ein Unterschied 26 zwischen dem Referenzwert 25 und dem Stellwert 24 ermittelt wird und beispielsweise auf der Grundlage einer Kennlinie für das Verstimmenelement 23 ermittelt wird, welcher Temperaturwert T aktuell im Rotor 3 vorliegt. Der Unterschied 26 als Differenz des Referenzwerts, d.h. des Stellwerts für die Abstimmung mit dem Referenzschwingkreis, und des Stellwerts für die Abstimmung mit dem Signalschwingkreis ermittelt werden. Aus dem Unterschied 26 kann so die Rekonstruktion 21, beispielsweise als ein digitaler Wert oder als ein analoges Signal, erzeugt werden.

Mittels der Lageerfassungsvorrichtung 7 kann also der aktuelle Drehwinkel und/oder die Winkelgeschwindigkeit des Rotors 3 zum Stator 2 als Relativlage R bestimmt werden. Hierzu wird eine induktive Sensorik in Form der Empfangseinrichtung 9 bereitgestellt, die eine Spur aus Schwingkreisen 11, 12 entlang des Außenumfangs 13 auf dem Rotor nutzt, um dessen Position zu erfassen. Die Spur wird durch Spulen 14 auf beispielsweise Leiterplatten oder durch Beschichtungen gebildet, die durch Impedanzanpassung zusammen mit der Erregung des Erregerschwingkreises 16 am Stator 2 einen hohen Störabstand ermöglichen. Bei einem solchen induktiven Winkelgeber wird also dessen Spur aus Spulen 14 auf Leiterplatten am Rotor 3 genutzt, um eine möglichst hohe Kopplung mit der Erregerspule des Erregerschwingkreises 16 zu erhalten.

Ein Kondensator 15 selbst oder ein zusätzliches NTC-Element in einem der Schwingkreise, dem Signalschwingkreis 12, wird thermisch gut an den Rotor 3 angebunden und als Verstimmenelement 23 genutzt. Bei unterschiedlichen Temperaturwerte T verstimmt sich somit dieser Signalschwingkreis 12 und die Kopplung zum Erregerschwingkreis 9 verändert sich. Um nun die exakte Verstimmung zu ermitteln, wird beispielsweise in vorbestimmten zeitlichen Abständen, beispielsweise in weniger als einer Sekunde, die Frequenz der Erregung in dem Erregerschwingkreis 16 in einem vorbestimmten Bereich oder Intervall verändert, bis ein Maximum der Kopplung gefunden wurde, also der Erregerschwingkreis 16 und der Signalschwingkreis 12 aufeinander

abgestimmt wurden. Im laufenden Betrieb sind aufgrund der Trägheit der Rotortemperatur bei der Abstimmung 27 nur kleine Intervalle zu testen, womit die Erfassung des Temperaturwerts T statorseitig in wenigen Abstimmungsschritten der Abstimmung 27
5 erfolgen kann.

Somit steht die direkte absolute Rotortemperaturmessung statorseitig zur Verfügung, ohne dass die Drehmomentgenauigkeit darunter leiden würde, da die Regeleinrichtung 4 weiterhin mit
10 dem Lagesignal R versorgt werden kann, das in seiner Qualität nicht beeinträchtigt ist.

Die Lageerfassungsvorrichtung 7 lässt sich in allen elektrischen Maschinen, inklusive einem Statorgenerator mit geschlossenem
15 Gehäuse, verwenden. Ein geschlossenes Gehäuse weist das Problem auf, dass die Drehlage nicht axial am Wellenende direkt gemessen werden kann, sondern über die beschriebene induktive Sensorik am Außenumfang 13 axial oder radial ermittelt werden muss. Es kann
20 auch eine Linearbewegung gemessen werden, also die Lageerfassungsvorrichtung 7 als induktiver Abstandssensor mit Leiterplatte oder Beschichtung als Spur oder Gegenstück ausgestaltet sein.

Insgesamt zeigt das Beispiel, wie durch die Erfindung ein
25 Winkelgeber eines Rotors zur Übertragung eines Temperatursignals genutzt werden kann.

Bezugszeichenliste

	1	Kraftfahrzeug
	2	Stator
5	3	Rotor
	4	Reglereinrichtung
	5	Luftspalt
	6	Rotation
	7	Lageerfassungsvorrichtung
10	8	Sendeeinrichtung
	9	Empfangseinrichtung
	10	Auswerteeinrichtung
	11	Referenzschwingkreis
	12	Sendeswingkreis
15	13	Außenumfang
	14	Spule
	15	Kondensator
	16	Empfangsspule
	17	Strom
20	18	Zeitlicher Verlauf
	19	Maximum
	20	Minimum
	21	Relativlage
	22	Absolutwert
25	23	Verstimmelement
	24	Absoluter Messwert
	25	Referenzwert
	26	Unterschied
	27	Abstimmung
30		
	M	Messsignal
	R	Relativlage
	T	Temperaturwert

Patentansprüche

1. Verfahren zum Übertragen eines Nachrichtensignals (T) zwischen zwei zueinander beweglichen Gerätekomponenten (2, 3) eines Geräts (1) mittels einer Lageerfassungsvorrichtung (7), wobei während einer Relativbewegung (6) der Gerätekomponenten (2, 3):

- eine an einer (3) der Gerätekomponenten (2, 3) angeordnete Sendeeinrichtung (8) der Lageerfassungsvorrichtung (7) eine messbare Eigenschaft bereitstellt und
- eine an der anderen (3) der Gerätekomponenten (2, 3) angeordnete Empfangseinrichtung (9) der Lageerfassungsvorrichtung (7) ein von der Eigenschaft abhängiges Messsignal (M) erzeugt und
- eine Auswerteeinrichtung (10) der Lageerfassungsvorrichtung (7) anhand einer sich aufgrund der Relativbewegung (6) ergebenden relativen Amplitudenänderung (18) des Messsignals (M) eine aktuelle Relativlage (R) der beiden Gerätekomponenten (2, 3) zueinander ermittelt,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass

- die Sendeeinrichtung (8) einen Absolutwert der messbaren Eigenschaft in Abhängigkeit von dem Nachrichtensignal (T) einstellt und
- die Auswerteeinrichtung (10) auf der Grundlage eines sich aufgrund des eingestellten Absolutwerts ergebenden absoluten Messwerts (24) des Messsignals (M) eine Rekonstruktion (21) des Nachrichtensignals (T) erzeugt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Sendeeinrichtung (8) mittels zumindest eines Signalschwingkreises (12) eine Impedanz als messbare Eigenschaft bereitstellt und die Empfangseinrichtung (9) in einer Abstimmung (27) zumindest einen Erregerschwingkreis (16) mit dem zumindest einen Signalschwingkreis (12) durch Einstellen eines elektrischen Stellwerts abstimmt und hierdurch ein Maximieren oder Minimieren des absoluten Messwerts (24) durchführt und die Rekonstruktion (21) anhand des eingestellten Stellwerts erzeugt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Sendeeinrichtung (8) die Impedanz in Abhängigkeit von dem Nachrichtensignal (T) mittels zumindest eines Verstimmelements (23) einstellt.

5 4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei das zumindest eine Verstimmelement (23) einen Kondensator und/oder ein NTC-Element und/oder einen Operationsverstärker und/oder einen Transistor umfasst.

10 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei die Auswerteeinrichtung (10) zum Erzeugen der Rekonstruktion (21) des Nachrichtensignals (T) den eingestellten Stellwert mit einem Referenzwert (25) vergleicht und die Rekonstruktion (21) in Abhängigkeit von einem Unterschied (26) des Stellwerts zu dem
15 Referenzwert (25) erzeugt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei der Referenzwert (25) bereitgestellt wird, indem die Sendeeinrichtung (8) eine von dem Nachrichtensignal (T) unabhängig eingestellte messbare Referenzeigenschaft bereitstellt und die Empfangseinrichtung (9) den Referenzwert (25) in Abhängigkeit von der Referenzeigenschaft einstellt.
20

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei die Sendeeinrichtung (8) zumindest einen Referenzschwingkreis (11) aufweist und eine fest eingestellte Impedanz des Referenzschwingkreises (11) die Referenzeigenschaft darstellt.
25

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Nachrichtensignal (T) zumindest abschnittsweise durch eine Messeinrichtung (23) als ein Messsignal einer physikalischen Messgröße, insbesondere einer Temperatur, erzeugt wird.
30

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Nachrichtensignal zumindest abschnittsweise durch digitale Daten gebildet wird.
35

10. Lageerfassungsvorrichtung (7) zum Ermitteln einer Relativlage (21) zweier zueinander beweglicher Gerätekomponenten (2, 3) eines Geräts (1), aufweisend:

- eine Sendeeinrichtung (8) zum Bereitstellen einer messbaren Eigenschaft und
- eine Empfangseinrichtung (9) zum Erzeugen eines von der Eigenschaft abhängigen Messsignals (M) und
- eine Auswerteeinrichtung (10) zum Ermitteln der Relativlage (R) anhand einer relativen Amplitudenänderung (18) des Messsignals (M),

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Sendeeinrichtung (8) dazu eingerichtet ist, einen Absolutwert der Eigenschaft in Abhängigkeit von einem Nachrichtensignal (T) einzustellen, und
- die Auswerteeinrichtung (10) dazu eingerichtet ist, auf der Grundlage eines sich aufgrund des eingestellten Absolutwerts ergebenden absoluten Messwerts (24) des Messsignals (M) eine Rekonstruktion (21) des Nachrichtensignals (T) zu erzeugen,

wobei die Lageerfassungsvorrichtung (7) dazu eingerichtet ist, ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche durchzuführen.

11. Elektrische Maschine (1), aufweisend:

- einen Stator (2) und einem relativ zum Stator (2) beweglich angeordneten Läufer (2),
- eine Reglereinrichtung (4), die dazu eingerichtet ist, elektrische Wicklungen des Stators (2) in Abhängigkeit von einer Relativlage (R) des Läufers (3) bezüglich des Stators (2) anzusteuern,
- eine Lageerfassungsvorrichtung (7) zum Ermitteln der Relativlage (R),

dadurch gekennzeichnet, dass

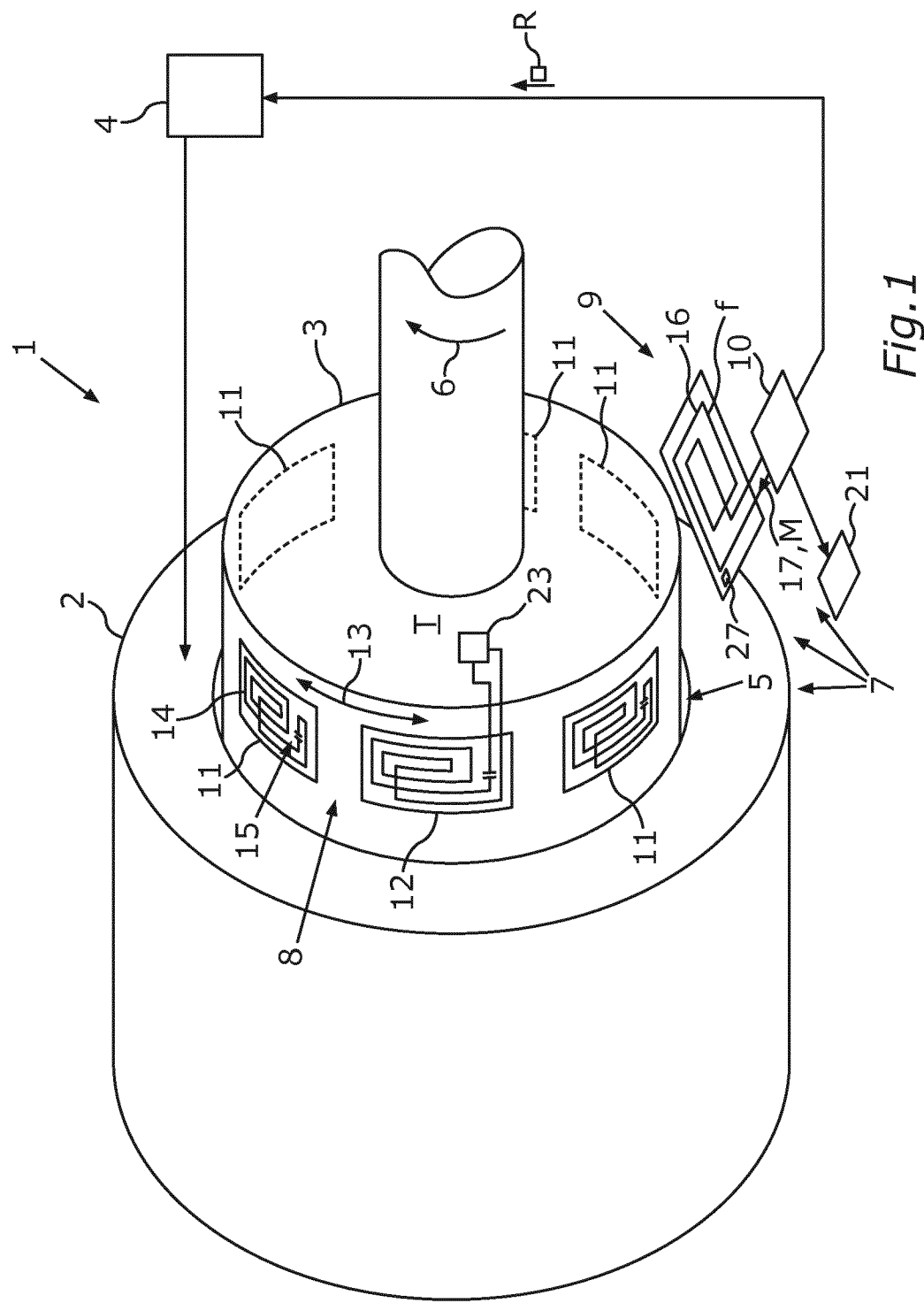
die Lageerfassungsvorrichtung (7) nach Anspruch 10 ausgestaltet ist und eine Sendeeinrichtung (8) der Lageerfassungsvorrichtung (7) am Läufer (3) und eine Empfangseinrichtung (9) der Lageerfassungsvorrichtung (7) bezüglich des Stators (2) fest an-

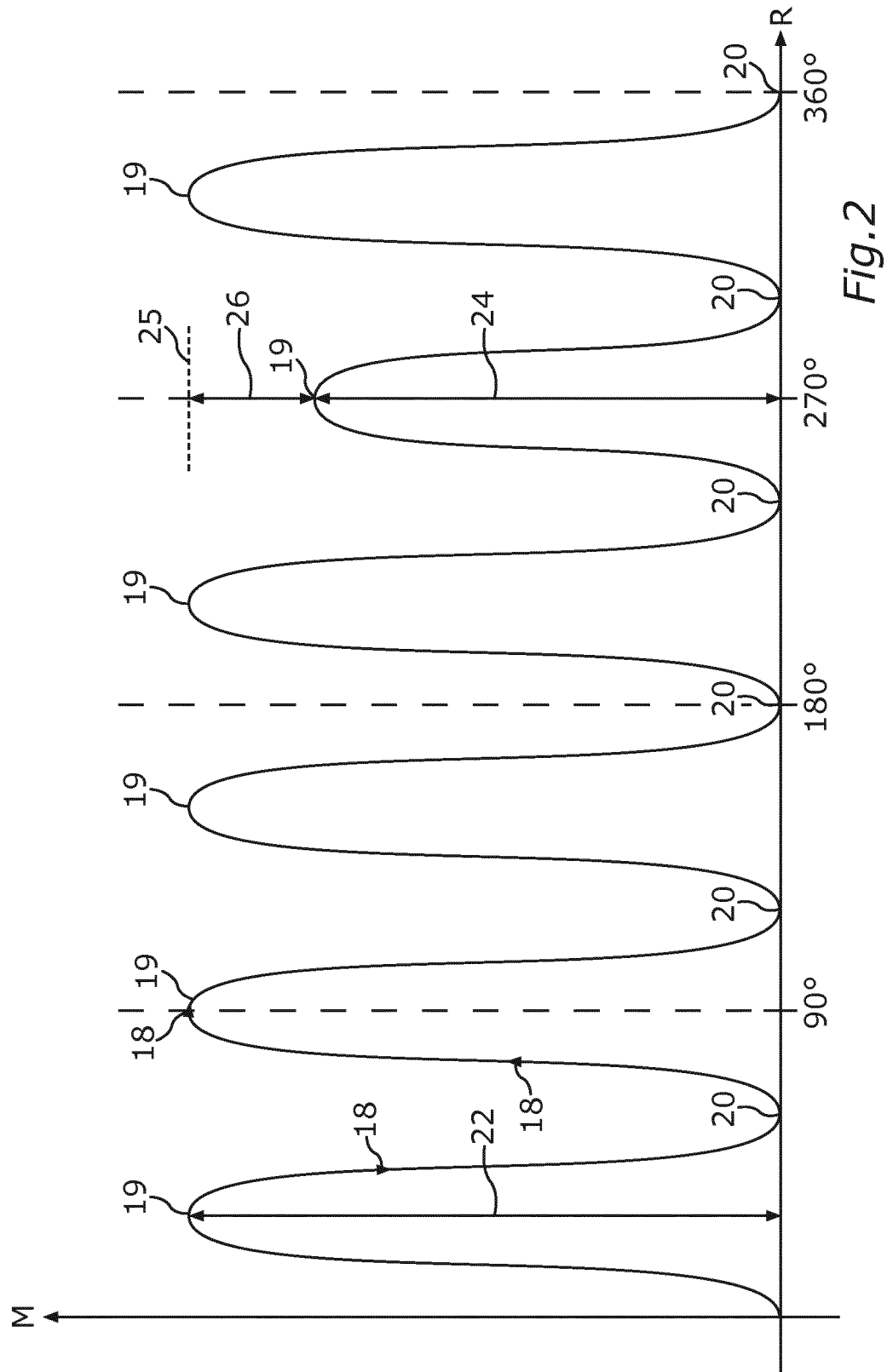
geordnet ist und eine Auswerteeinrichtung (10) der Lagerfassungsvorrichtung (7) die Relativlage (R) ermittelt.

12. Elektrische Maschine (1) nach Anspruch 11, wobei der Läufer
5 (3) ein Rotor (3) ist und die Sendeeinrichtung (8) mehrere entlang
eines Umfangs (13) des Rotors (3) oder an einer axialen Ebene des
Rotors, insbesondere kreisförmig, angeordnete Schwingkreise
(11, 12) aufweist und durch einen oder einige der Schwingkreise
(11, 12) jeweils ein Signalschwingkreis (12) mit einer von einem
10 Nachrichtensignal (T) abhängigen Impedanz und durch die übrigen
Schwingkreise (11) jeweils ein Referenzschwingkreis (11) mit
einer von dem Nachrichtensignal (T) unabhängigen Impedanz
bereitgestellt ist und die Empfangseinrichtung (9) dazu ein-
gerichtet ist, mittels eines Erregerschwingkreises (16) oder
15 mehrerer Erregerschwingkreise (16) das Messsignal (M) zu er-
zeugen.

13. Elektrische Maschine nach Anspruch 11, wobei die Emp-
fangseinrichtung (9) dazu eingerichtet ist, durch Abstimmen (27)
20 zumindest eines Erregerschwingkreises (16) auf jeden Signal-
schwingkreis (12) eine Rekonstruktion (21) des Nachrichten-
signals (T) zu erzeugen.

14. Elektrische Maschine (1) nach einem der Ansprüche 11 bis 13,
25 wobei bei jedem Signalschwingkreis (12) die Impedanz von einem
Verstimmeelement (23) mit einem temperaturabhängigen Kennwert
abhängig ist.





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/054923

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01D3/036 G01D5/14
ADD.

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)
G01D

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 practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 303 701 A (KIYOKATA MATSUURA ET AL) 14 February 1967 (1967-02-14)	1-10
A	Zusammenfassung, Beschr. Sp 1 / Z. 12-20, Sp. 7 / Z. 47-75, Sp. 8 / Z. 1-42, Figs. 15, 20	11-14
X	GB 1 043 581 A (HITACHI LTD) 21 September 1966 (1966-09-21)	1-4,8,10
A	Zusammenfassung, Beschr. S. 3 / linke Seite, Z. 25-36, Fig. 2	5-7,9, 11-14
X	JP 2002 039088 A (SEIKO INSTR INC) 6 February 2002 (2002-02-06)	1-4,8, 10-14
	Zusammenfassung, Beschr. [0051] - [0053], Fig. 14	
	----- -/-	



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 application or patent 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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 May 2017

Date of mailing of the international search report

17/05/2017

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

Reim, Klaus

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/054923

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3 824 857 A (SMITH F) 23 July 1974 (1974-07-23) Zusammenfassung, Beschr. Sp. 2 / Z. 26-67, Fig. 2 -----	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/054923

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3303701	A	14-02-1967	NONE	
GB 1043581	A	21-09-1966	NONE	
JP 2002039088	A	06-02-2002	NONE	
US 3824857	A	23-07-1974	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01D3/036 G01D5/14
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G01D

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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 3 303 701 A (KIYOKATA MATSUURA ET AL) 14. Februar 1967 (1967-02-14)	1-10
A	Zusammenfassung, Beschr. Sp 1 / Z. 12-20, Sp. 7 / Z. 47-75, Sp. 8 / Z. 1-42, Figs. 15, 20	11-14
X	GB 1 043 581 A (HITACHI LTD) 21. September 1966 (1966-09-21)	1-4,8,10
A	Zusammenfassung, Beschr. S. 3 / linke Seite, Z. 25-36, Fig. 2	5-7,9, 11-14
X	JP 2002 039088 A (SEIKO INSTR INC) 6. Februar 2002 (2002-02-06)	1-4,8, 10-14
	Zusammenfassung, Beschr. [0051]-[0053], Fig. 14	
	-/-	



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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. Mai 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

17/05/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Reim, Klaus

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 3 824 857 A (SMITH F) 23. Juli 1974 (1974-07-23) Zusammenfassung, Beschr. Sp. 2 / Z. 26-67, Fig. 2 -----	1-14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/054923

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3303701	A	14-02-1967	KEINE
GB 1043581	A	21-09-1966	KEINE
JP 2002039088	A	06-02-2002	KEINE
US 3824857	A	23-07-1974	KEINE