



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

⑪ Veröffentlichungsnummer : **0 082 956**
B1

⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
12.02.86

⑤① Int. Cl.⁴ : **B 04 B 9/14**

②① Anmeldenummer : **82110802.4**

②② Anmeldetag : **23.11.82**

⑤④ **Einrichtung zur berührungslosen Unwuchtmessung.**

③① Priorität : **24.12.81 CH 8284/81**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
06.07.83 Patentblatt 83/27

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung : **12.02.86 Patentblatt 86/07**

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

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
FR-A- 1 298 343
GB-A- 641 732
Die Akte enthält technische Angaben, die nach dem Eingang der Anmeldung eingereicht wurden und die nicht in dieser Patentschrift enthalten sind.

⑦③ Patentinhaber : **KONTRON-HOLDING AG**
Bernerstrasse Süd 169
CH-8048 Zürich (CH)

⑦② Erfinder : **Wicki, Gerhard**
Wartstrasse 1c
CH-6331 Hünenberg (CH)
Erfinder : **Näff, Rolf**
Albisstrasse 45
CH-6312 Steinhausen (CH)

⑦④ Vertreter : **Körber, Wolfhart, Dr. et al**
Patentanwälte Dipl.-Ing. H. Mitscherlich Dipl.-Ing. K. Gunschmann Dr.rer.nat. W. Körber Dipl.Ing. J. Schmidt-Evers Dipl.-Ing. W. Melzer Steinsdorfstrasse 10
D-8000 München 22 (DE)

EP 0 082 956 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur berührungslosen Unwuchtmessung an Zentrifugen und dergleichen, insbesondere an Ultrazentrifugen, mit einem am feststehenden Teil der Zentrifuge in der Nähe eines sich mit dem Rotor drehenden ringförmigen Teils angeordneten Magnetfeldfühler zur Erfassung der durch Auslenkungen der Rotorwelle entstehenden Veränderungen der Geometrie des Spalts zwischen dem ringförmigen Teil und dem Fühler.

Bisher übliche Einrichtungen zur Unwuchtmessung an Ultrazentrifugen beruhen beispielsweise auf dem Prinzip, dass die Rotorwelle der Zentrifuge bei Auslenkung durch Unwucht einen sie in einem bestimmten Abstand umgebenden Ring berührt, der drehbar gelagert ist und durch die Berührung mitgenommen wird und dessen Bewegung überwacht wird. Dieses System ist jedoch mechanisch verhältnismässig aufwendig, so dass schon seit geraumer Zeit das Bedürfnis nach einer nicht-mechanischen Lösung bestand.

Es wurden auch bereits Versuche durchgeführt, die Unwucht optisch zu messen. Dies hat sich jedoch kaum bewährt, da die Sensoren im Umfeld von Ultrazentrifugen sehr störanfällig sind.

Eine andere Form der berührungslosen Unwuchtüberwachung ist in der FR-A-1.298.343 beschrieben. Am Zentrifugenrotor ist ein Permanentmagnet angebracht, dessen Magnetfeld von einer am feststehenden Gehäuse angeordneten Spule erfasst wird. Eine Auslenkung des Rotors bei der Zentrifugation resultiert in einer entsprechenden Aenderung des erfassten Feldes, das somit zur Ueberwachung herangezogen werden kann.

Die Anordnung eines Permanentmagneten am oberen Teil des Rotors ist bei einer modernen Ultrazentrifuge kaum in dieser oder ähnlicher Form möglich. Ausserdem ist die Anordnung verhältnismässig aufwendig falls hohe Präzision verlangt wird.

Aenliche Anordnungen wie bei Zentrifugen sind auch bei anderen Vorrichtungen bekannt. So zeigt die GB-A 641 732 eine Einrichtung zur Messung der Exzentrizität von drehenden Wellen. Auch hier wird die durch eine Aenderung eines Luftspalts hervorgerufene Feldänderung eines Permanentmagneten mit einer Spule gemessen. Wie die Ausführungsbeispiele in dieser Patentschrift zeigen, soll sich der überwachte Spalt an einem möglichst grossen Umfang des drehenden Teils befinden.

Die Anordnung der Ueberwachungseinrichtung an einem Umfang des Rotors ist hinsichtlich des baulichen Aufwands, der Präzision und der Handhabung des Geräts, z. B. beim Auswechseln der Rotoren ungünstig.

Die Aufgabe der Erfindung bestand demnach darin, eine berührungslose Unwuchtmessung an Zentrifugen bereitzustellen, die verhältnismässig geringen Material- und Arbeitsaufwand bei der

Herstellung erfordert, mit hoher Präzision eine Unwucht erfasst und bei der Handhabung des Geräts nicht stört.

Erfindungsgemäss wird dies erreicht durch eine Einrichtung der eingangs genannten Art, bei der der sich mit dem Rotor drehende ringförmige Teil eine ringförmige ebene Stirnfläche aufweist, die in einer Ebene senkrecht zur Zentrifugenachse liegt und die dem Magnetfeldfühler gegenüberliegt, um zwischen Stirnfläche und Fühler den für die Messung erfassten Spalt zu definieren.

Nach einer besonderen Ausführungsform der Erfindung weist der Rotor einen koaxial angeordneten flanschförmigen Teil auf, gegenüber dessen Stirnseite der Fühler angeordnet ist. Als Fühler kommt vorzugsweise ein magnetfeldabhängiger Widerstand oder ein Hallgenerator in Frage. Der flanschförmige Teil ist vorzugsweise aus Weicheisen. Nach einer weiteren bevorzugten Ausbildung der Erfindung ist der Fühler ein Differentialfühler.

Nachfolgend wird anhand der beiliegenden Zeichnung eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung beschrieben.

Die einzige Figur zeigt eine schematische Darstellung der wesentlichen Teile des Rotors und des feststehenden Teils einer Ultrazentrifuge mit einer Einrichtung zur Unwuchtmessung nach der Erfindung.

In der oberen Hälfte der Figur sind die für die erfindungsgemässe Unwuchtmessung wesentlichen Teile einer Ultrazentrifuge schematisch im Schnitt dargestellt. An der Rotorwelle 1 ist ein üblicherweise als Adapter 2 bezeichneter Aufnahmekopf für den Zentrifugenrotor angebracht. An diesem Adapter 2 ist ein ring- oder flanschförmiger Teil 3 aus Weicheisen ausgebildet, der nachfolgend als Messflansch bezeichnet wird. Anstelle der direkten Verbindung mit der Rotorwelle oder dem Adapter kann der Messflansch auch am (nicht gezeigten) Rotor 5 angeordnet sein. Der Messflansch 3 weist eine ringförmige Stirnfläche 4 auf, die eine zur Rotorachse senkrechte Ebene definiert.

In einem geringen Abstand von der ebenen Stirnfläche des Messflansches 3 ist am feststehenden Teil der Zentrifuge ein Magnetfeldfühler 6 angeordnet. Der Fühler ist ein Differentialfühler, bestehend aus zwei magnetfeldabhängigen Widerständen 7, 8, die auf einem gemeinsamen Permanentmagneten 9 befestigt sind. Solche Differentialfühler sind handelsübliche Bauelemente und beispielsweise unter der Typenbezeichnung FP 210 L 100 von der Firma Siemens erhältlich. Selbstverständlich sind auch andere Differentialfühler aus magnetfeldabhängigen Widerständen, sowie auch einzelne Feldplatten oder Anordnungen aus Hallgeneratoren verwendbar.

Neben dieser bevorzugten Ausführungsform ist es natürlich auch möglich, den Messflansch 3 aus permanent-magnetischem Material auszubilden. Dafür würde der Permanentmagnet 9, auf dem die

beiden Feldplatten montiert sind, wegfallen bzw. durch ein Weicheisenplättchen ersetzt werden.

Der zum Zweck dieser Beschreibung als Spalt bezeichnete Abstand zwischen der Stirnfläche 4 des Messflansches 3 und dem Differentialfühler 6 liegt vorzugsweise zwischen 0,2 und 0,7 mm. Selbstverständlich sind diese Werte für die Funktion der Erfindung keine absoluten Grenzwerte.

Bei der vorgegebenen Geometrie des Spalts zwischen dem Messflansch 3 und dem Fühler 6 besteht ein bestimmtes konstantes Magnetfeld, was einen bestimmten Widerstandswert in den beiden Feldplatten zur Folge hat. Die Geometrie des Spalts, wie sie bei stillstehendem Rotor besteht, ändert sich auch bei laufender Zentrifuge nicht, solange keine Unwucht besteht, so dass die Achse der Welle ruhig steht. Im Fall einer Unwucht jedoch bewegt sich die Achse aus ihrer Ruhelage heraus. Dies führt zu einer Veränderung der Geometrie des Spalts und damit zu einer Aenderung des im Spalt bestehenden Magnetfelds. Diese Feldänderung hat wiederum eine Widerstandsänderung in den Feldplatten zur Folge.

Da die Verschiebung des Messflansches 3 relativ zum Differentialfühler 6 in der Richtung senkrecht zur Achse erfolgt, ist der Fühler so angeordnet, dass die beiden Feldplatten 7, 8 in zur Achse radialer Richtung hintereinander liegen.

Wenn die Achse schräg steht, entsteht beim Zentrifugieren zusätzlich zur Auslenkung, bzw. auf Grund der Auslenkung eine Präzessionsbewegung der Achse, was zu einer zeitlichen Aenderung der Auslenkung an der Stelle des Fühlers 6 und damit zu einer zeitlichen Aenderung der Widerstandswerte führt.

Eine schrägstehende Rotorachse kann dadurch entstehen, dass das Gerät nicht absolut waagrecht steht oder auch dadurch, dass der Rotor ungleich gefüllt ist.

Zur Erfassung der Widerstandswerte der Feldplatten sind die beiden magnetfeldabhängigen Widerstände in eine Brückenschaltung 10 eingeordnet, aus der in bekannter Weise mit Hilfe eines geeigneten Verstärkers 11 ein Ausgangssignal erzeugt wird.

Das Ausgangssignal besteht in einer Spannung, die zur Auslenkung in radialer Richtung zur Rotorachse proportional ist. Es handelt sich also um ein analoges Signal, was einen erheblichen Vorteil der erfindungsgemässen Einrichtung ausmacht. Die herkömmlichen Einrichtungen zur Bestimmung der Unwucht bei einer Zentrifuge, die auf dem Prinzip der Berührung eines kugelgelagerten Rings durch die Achse beruhen stellen digitale Sensoren dar: Bei einer bestimmten kritischen Auslenkung wird ein Signal abgegeben. Durch die mechanische Konstruktion war es nicht möglich die Empfindlichkeit, d. h. die Ansprechschwelle der Auslenkung zu variieren, insbesondere nicht während des Betriebs.

Durch das erfindungsgemässe System, bei dem ein analoges Signal erzeugt wird, ist nun eine Aenderung der Empfindlichkeit ohne weiteres

möglich, auch während des Betriebs. Dies stellt einen erheblichen Vorteil dar, weil dadurch die Möglichkeit besteht, die Empfindlichkeit bei niedrigeren Drehzahlen, bei denen erfahrungsgemäss grössere Auslenkungen vorkommen, die aber bei diesen Drehzahlen den Rotor nicht gefährden, kleiner zu wählen und sie bei höheren Drehzahlen, wenn die Selbststabilisierung des Rotors vollzogen ist, höher zu schalten. Dadurch wird erreicht, dass in all den Fällen, in denen früher eine Zentrifuge abgeschaltet hat, weil bei relativ niedrigen Drehzahlen infolge kritischer Schwingungen Auslenkungen aufgetreten sind, die bei grösseren Drehzahlen den Rotor gefährden würden, die Zentrifuge weiterlaufen kann, sofern sich der Rotor oberhalb der kritischen Drehzahl wieder stabilisiert.

Zur Umschaltung der Ansprechempfindlichkeit der Unwuchtmessung sind in der Schaltung folgende Massnahmen vorgesehen: Dem Verstärker 11 ist ein Komparator 12 nachgeschaltet, dem das Ausgangssignal des Verstärkers zugeführt wird und dessen Referenzeingang drehzahlabhängig verändert werden kann. Sobald das Unwuchtmesssignal die Referenzspannung V_R übersteigt, wird am Signalausgang 13 ein Warnsignal abgegeben.

Alternativ kann das am Ausgang des Verstärkers 11 zur Verfügung stehende Signal auch über einen Mikroprozessor weiterverarbeitet werden.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur berührungslosen Unwuchtmessung an Zentrifugen und dergleichen, insbesondere an Ultrazentrifugen, mit einem am feststehenden Teil der Zentrifuge in der Nähe eines sich mit dem Rotor drehenden ringförmigen Teils angeordneten Magnetfeldfühler zur Erfassung der durch Auslenkungenbewegungen der Rotorwelle entstehenden Veränderungen der Geometrie des Spalts zwischen dem ringförmigen Teil und dem Fühler, dadurch gekennzeichnet, dass der sich mit dem Rotor (5) drehende ringförmige Teil (3) eine ringförmige ebene Stirnfläche (4) aufweist, die in einer Ebene senkrecht zur Zentrifugenachse liegt und die dem Magnetfeldfühler (6) gegenüberliegt, um zwischen Stirnfläche (4) und Fühler (6) den für die Messung erfassten Spalt zu definieren.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der ringförmige Teil (3) ein an der Rotorwelle (1) koaxial angeordneter flanschförmiger Teil aus Weicheisen ist.

3. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der ringförmige Teil (3) ein am Rotor koaxial angeordneter flanschförmiger Teil aus Weicheisen ist.

4. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mit der Rotorwelle (1) ein Adapter (2) verbunden ist, der einen flanschförmigen Teil (3) aus Weicheisen aufweist.

5. Einrichtung nach einem der vorangehenden

Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Magnetfeldfühler (6) ein magnetfeldabhängiger Widerstand oder eine Hallsonde ist.

6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Fühler (6) ein Differentialfühler mit zwei auf einem Permanentmagneten (9) angeordneten magnetfeldabhängiger Widerständen (7, 8) ist.

Claims

1. Apparatus for the contact-less measurement of imbalance in centrifuges and the like, more particularly ultracentrifuges, comprising a magnetic field sensor disposed on the stationary part of the centrifuge near an annular part rotating with the rotor, said sensor being adapted to detect variations in the geometry of the gap between the annular part and the sensor as they occur due to rotor shaft deflection movements, characterised in that the annular part (3) rotating with the rotor (5) has an annular plane end face (4) which is situated in a plane perpendicular to the centrifuge axis and is situated opposite the magnetic field sensor (6) in order to define between the end face (4) and the sensor (6) the gap covered for the measurement.

2. Apparatus according to claim 1, characterised in that the annular part (3) is a soft-iron part in the form of a flange disposed coaxially on the rotor shaft (1).

3. Apparatus according to claim 1, characterised in that the annular part (3) is a soft-iron part in the form of a flange disposed coaxially on the rotor.

4. Apparatus according to claim 1, characterised in that an adapter (2) is connected to the rotor shaft (1) and has a soft-iron part (3) in the form of a flange.

5. Apparatus according to any one of the preceding claims, characterised in that the magnetic field sensor (6) is a magnetic field dependent resistance or a Hall probe.

6. Apparatus according to claim 5, characterised in that the sensor (6) is a differential sensor

with two magnetic field dependent resistances (7, 8) disposed on a permanent magnet (9).

5 Revendications

10 1. Dispositif de mesure de balourd sans contact sur des centrifugeuses et analogues, notamment sur des ultracentrifugeuses, comportant un capteur de champ magnétique disposé sur une partie fixe de la centrifugeuse au voisinage d'une partie de forme annulaire tournant avec le rotor, pour capter les variations de géométrie, provoquées par des mouvements de déviation de l'arbre de rotor, de l'intervalle entre la partie de forme annulaire et le capteur, caractérisé en ce que la partie de forme annulaire (3) tournant avec le rotor (5) comporte une surface frontale plane (4) de forme annulaire, qui est placée dans un plan perpendiculaire à l'axe de la centrifugeuse et qui est disposée en regard du capteur de champ magnétique (6) afin de définir, entre la surface frontale (4) et le capteur (6), l'intervalle exploré pour la mesure.

15 2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la partie de forme annulaire (3) est une partie en fer doux en forme de bride qui est disposée coaxialement sur l'arbre de rotor (1).

20 3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la partie de forme annulaire (3) est une partie en forme de bride en fer doux qui est disposée coaxialement sur le rotor.

25 4. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'arbre de rotor (1) est relié à un adaptateur (2) qui comporte une partie en forme de bride (3) en fer doux.

30 5. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le capteur de champ magnétique (6) est une résistance sensible à un champ magnétique ou bien une sonde de Hall.

35 6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que le capteur (6) est un capteur différentiel comportant deux résistances (7, 8) sensibles à un champ magnétique et disposées sur un aimant permanent (9).

50

55

60

65

4

