

**Wirtschaftspatent**

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Aenderungsgesetzes zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

203 638Int.Cl.³

3(51) G 01 P 3/56

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

21) WP G 01 P/ 2364 374

(22) 30.12.81

(44) 26.10.83

71) siehe (72)

72) MARTENS, HANS-JUERGEN VON, DR. DIPL.-ING., SCHLITTERMANN, KLAUS, DIPL.-ING., DD

73) siehe (72)

74) BFN AMT F. STANDARDISIERUNG MESSW. U. WARENPRUEF. 1162 BERLIN FUERSTENWALDER DAMM 388

54) ANORDNUNG ZUR MESSUNG DES FREQUENZGANGES EINES BESCHLEUNIGUNGS-AUFNEHMER

57) Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Messung des Frequenzganges eines Beschleunigungsaufnehmers, die Anregungsbeschleunigung sowohl endlicher Frequenzen als auch der Frequenz Null erzeugt und auch für Beschleunigungsaufnehmer einsetzbar ist, die eine nicht vernachlässigbare Querempfindlichkeit oder eine hohe Ausgangsimpedanz haben. Das wird erfindungsgemäß im wesentlichen dadurch erreicht, daß ein an sich bekannter elektrodynamischer Schwingungserreger mittels einer Schwenkvorrichtung, die mit einer Vorrichtung zur Winkelmessung gekoppelt ist, im Erdschwerefeld so ausgerichtet werden kann, daß die vorgesehene Meßrichtung des am Schwingungserreger befestigten Beschleunigungsaufnehmers einen bestimmten Winkel zur Richtung der Erdbeschleunigung bildet, der die in der vorgesehenen Meßrichtung wirkende Komponente der Erdbeschleunigung festlegt. Die Ausgangsgröße des Beschleunigungsaufnehmers wird mit einer an sich bekannten Meßeinrichtung gemessen und in an sich bekannter Weise mit der Eingangsgröße in Beziehung gesetzt.

236437 4

- 1 -

Anordnung zur Messung des Frequenzganges eines Beschleunigungsaufnehmers

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Anordnung zur Messung des Frequenzganges eines Beschleunigungsaufnehmers, die zur Ermittlung des Übertragungsfaktors eines Beschleunigungsaufnehmers oder der Empfindlichkeit eines Beschleunigungsmeßgerätes in Abhängigkeit von der Frequenz einschließlich der Frequenz Null eingesetzt werden kann.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Zur Messung des Frequenzganges eines Beschleunigungsaufnehmers werden vorzugsweise die bekannten Anordnungen angewendet (ISO/DP 5347 Standard Methods for the Calibration of Vibration and Shock Pickups, ISO/TC 108/SC3 1979), die mittels eines elektrodynamischen Schwingungserregers eine geradlinige Anregungsbeschleunigung mit sinusförmigem Zeitverlauf veränderbarer Frequenz erzeugen. Dabei gilt die Beziehung

$$a_o = \hat{a}_o \cdot \sin 2\pi f t ,$$

in der

- a_o die Anregungsbeschleunigung
- $\hat{a}_o$ die Amplitude der Anregungsbeschleunigung
- f die Frequenz und
- t die Zeit

bedeuten. Zu diesen Anordnungen gehören auch solche elektrodynamische Antriebe(DD-PS), die für die

Erzeugung geradliniger, sinusförmig verlaufender Schwingungen bis zu sehr tiefen Frequenzen herab ausgelegt sind. Wegen des Zusammenhanges

$$\hat{a} = (2\pi f)^2 \hat{s}$$

zwischen Beschleunigungsamplitude $\hat{a}$ und Schwingwegamplitude $\hat{s}$ und der konstruktiven Begrenzung der maximalen Schwingwegamplitude fällt die erreichbare Amplitude der Anregungsbeschleunigung in Richtung tiefer Frequenzen stark ab und ist Null bei der Frequenz 0 Hz. Daraus ergibt sich der Nachteil der bekannten Anordnungen zur Erzeugung geradliniger, sinusförmig verlaufender Schwingungen, daß sie den praktisch interessierenden Grenzfall einer endlichen Anregungsbeschleunigung der Frequenz Null und damit die Bestimmbarkeit des Frequenzganges bis zur Frequenz Null nicht realisieren.

Zur Messung des Übertragungsfaktors eines Beschleunigungsaufnehmers bei der Frequenz Null und zur Messung der Empfindlichkeit eines ausschließlich für konstante Beschleunigungen bzw. Verzögerungen ausgelegten Meßgerätes ist die Anordnung bekannt (siehe oben angegebene Informationsquelle), bei der eine Plattform mit darauf befestigtem Beschleunigungsaufnehmer bzw. Meßgerät im Erdschwerefeld um einen bestimmten Winkel, der die in der vorgesehenen Meßrichtung wirkende Komponente der Erdbeschleunigung festlegt, geneigt wird. Der Neigungsbereich beträgt dabei 180° , so daß die Möglichkeit besteht, den Wert der Erdbeschleunigung einmal in der vorgesehenen Meßrichtung und zum anderen entgegengesetzt dazu einwirken zu lassen (Beschleunigungsdifferenz $2g$ mit g Erdbeschleunigung). Nachteilig ist, daß die Anwendbarkeit dieser Anordnung beschränkt ist auf die Erzeugung konstanter Beschleunigungen und damit auf die Messung der Frequenzkomponente Null des Frequenzganges.

Im Gegensatz zu den obengenannten Anordnungen ist mit der Doppelzentrifuge (ISO/DP 5347 Standard Methods for the Calibration of Vibration and Shock Pickups, ISO/TC 108/SC3 1979) eine Anordnung bekannt, welche die kombinierte Messung des Frequenzganges für Anregungsbeschleunigungen endlicher Fre-

quenz und der Frequenz Null zuläßt. Die Doppelzentrifuge besteht im wesentlichen aus einer großen Zentrifuge und einer kleinen, exzentrisch zur großen angeordneten Zentrifuge. Mit der großen Zentrifuge wird eine konstante Beschleunigung erzeugt. Infolge der Rotation der kleinen Zentrifuge, auf der der Beschleunigungsaufnehmer montiert ist, ändert sich die in der vorgesehenen Meßrichtung des Beschleunigungsaufnehmers wirkende Komponente der Beschleunigung mit sinusförmigem zeitlichen Verlauf. Eine Anregungsbeschleunigung der Frequenz Null wird erhalten, wenn die Rotation der kleinen Zentrifuge unterbunden wird, so daß die von der großen Zentrifuge erzeugte konstante Beschleunigung in der vorgesehenen Meßrichtung des Beschleunigungsaufnehmers wirkt.

Nachteilig ist, daß bei Rotation der kleinen Zentrifuge die konstante Beschleunigung nicht nur in der vorgesehenen Meßrichtung, sondern phasenverschoben auch senkrecht dazu auf den Beschleunigungsaufnehmer einwirkt. Daher ist die Anordnung nicht anwendbar für Beschleunigungsaufnehmer mit relativ hoher Querempfindlichkeit. Ein weiterer Nachteil der bekannten Ausführungsformen der Doppelzentrifuge sind bei sehr tiefen Frequenzen auftretende Gleichlaufschwankungen des mechanischen Antriebs, die Verzerrungen im Beschleunigungsverlauf hervorrufen. Die Meßgenauigkeit bzw. Anwendbarkeit der bekannten Ausführungsformen wird außerdem beeinträchtigt durch die zugehörige Vorrichtung zur Übertragung der Ausgangsgröße des Beschleunigungsaufnehmers vom rotierenden auf den ruhenden Teil der Anordnung. So ist z. B. die vorzugsweise verwendete Signalübertragung mittels Schleifringen ungeeignet für Beschleunigungsaufnehmer hoher Ausgangsimpedanz, speziell für piezoelektrische Beschleunigungsaufnehmer.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist die Schaffung einer Anordnung zur Messung des Frequenzganges eines Beschleunigungsaufnehmers, die Anregungsbeschleunigungen sowohl endlicher Frequenzen als auch der Frequenz Null erzeugt und auch für Beschleunigungsaufnehmer anwendbar ist, die eine nicht vernachlässigbare Querempfindlichkeit oder eine hohe Ausgangsimpedanz haben.

Darlegung des Wesens der Erfindung

- Technische Aufgabe der Erfindung

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Anordnung zur Messung des Frequenzganges eines Beschleunigungsaufnehmers zu schaffen, die sowohl geradlinige, sinusförmig verlaufende Anregungsbeschleunigungen veränderbarer Frequenz und bekannter Amplitude als auch konstante Anregungsbeschleunigungen bekannten Betrages erzeugt.

- Merkmale der Erfindung

Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß ein an sich bekannter, vorzugsweise elektrodynamischer Schwingungserreger mittels einer Schwenkvorrichtung, die mit einer Vorrichtung zur Winkelmessung gekoppelt ist, im Erdschwerefeld so ausgerichtet werden kann, daß die vorgesehene Meßrichtung des am Schwingteil befestigten Beschleunigungsaufnehmers einen bestimmten Winkel zur Richtung der Erdbeschleunigung bildet, der die in der vorgeesehenen Meßrichtung wirkende Komponente der Erdbeschleunigung festlegt, so daß bei abgeschaltetem Speisestrom der Schwingspule des Schwingungserregers eine zeitlich konstante Anregungsbeschleunigung bekannten Betrages wirkt. Die Ausgangsgröße des Beschleunigungsaufnehmers wird mit einer an sich bekannten Meßeinrichtung gemessen und in an sich bekannter Weise mit der Eingangsgröße in Beziehung gesetzt, so daß als Ergebnis der Frequenzgang des Beschleunigungsaufnehmers erhalten wird.

Ausführungsbeispiel

Anhand der zugehörigen Zeichnung wird die erfindungsgemäße Anordnung an einem Ausführungsbeispiel erläutert. Fig. 1 zeigt das Schema einer Ausführungsform der Anordnung für relativ hohe Anregungsbeschleunigungen bei tiefen Frequenzen und für hohe Meßgenauigkeit.

Gemäß Fig. 1 besteht der elektrodynamische Schwingungserreger im wesentlichen aus dem langhubigen elektrodynamischen Antrieb 1 und einer luftgelagerten Präzisionsgeradföhrung 2,

deren Luftlagerschlitten 3 über ein Verbindungsbauteil 4 mit der Schwingspule 5 und mit dem Aufspannteil 6 für den Beschleunigungsaufnehmer 7 starr verbunden ist. Der Antrieb 1, die Präzisionsgeradföhrung 2, das Laserinterferometer 8 sind auf dem Schwenktisch befestigt. Das Laserinterferometer 8 dient im Zusammenwirken mit dem Meßspiegel 10 zur Messung der Schwingungsamplituden. Am Schwenktisch 9 sind zwei Wellenzapfen 11 befestigt, die im Gestell 12 gelagert sind. Der Schwenkvorgang wird mittels eines Schneckentriebs realisiert, der sich im wesentlichen aus einem am Schwenktisch 9 befestigten Schneckenrad 13, einer Schnecke 14 und einer Handkurbel 15 zusammensetzt. Der mittels des Schneckentriebs von 0 und 90° beliebig einstellbare Winkel φ zwischen der vorgesehenen Meßrichtung des Beschleunigungsaufnehmers 7 und der Horizontalen wird mit einem Kreisteilungsmeßgerät 16 gemessen, wobei die Horizontalstellung mittels einer Koinzidenzlibelle 17 kontrolliert wird. Die gesamte Anordnung ruht auf einem Fundament 18, das zur Schwingungs isolation dient. Das Meßkabel 19 des Beschleunigungsaufnehmers 7 ist an den Eingang des Ladungsverstärkers 20 geschaltet, dessen Ausgangsspannung mittels einer digitalen Spannungsmeßeinrichtung 21 gemessen wird.

In der in Fig. 1 dargestellten, horizontalen Stellung des Schwenktisches werden mittels des elektrodynamischen Antriebs 1, der luftgelagerten Präzisionsgeradföhrung 2 und des Laserinterferometers 8 mit Meßspiegel 10 geradlinige, sinusförmig verlaufende Anregungsbeschleunigungen veränderbarer Frequenz und bekannter Amplitude erzeugt. Die zugehörigen Werte der vom Beschleunigungsaufnehmer 7 abgegebenen Ausgangsgröße werden mittels des Ladungsverstärkers 20 und der digitalen Spannungsmeßeinrichtung 21 gemessen. Indem man die einander entsprechenden Werte der Ausgangs- und Eingangsgröße des Beschleunigungsaufnehmers in der bekannten Weise in Beziehung setzt, erhält man dessen Frequenzgang bis zu tiefen Frequenzen der Größenordnung 0,1 Hz herab. Nach Abschaltung des Speisestroms der Schwingspule 5 und Arretierung des Luftlagerschlittens 3 wird mittels des Schneckentriebs 13, 14, 15 und des Kreisteilungsmeßgerätes 16 ein bestimmter

Winkel eingestellt, der sich aus dem gewünschten Wert der konstanten Anregungsbeschleunigung ergibt (vorzugsweise Wert der Erdbeschleunigung, d.h. Winkel $\varphi = 90^\circ$). Mit dem unter diesen Bedingungen gemessenen Wert der Ausgangsgröße des Beschleunigungsaufnehmers 7 ergibt sich die für die Frequenz Null geltende Komponente des Frequenzganges.

Die beschriebene Anordnung ermöglicht auch die Erzeugung sinusförmig verlaufender Anregungsbeschleunigungen in vertikaler Stellung des Schwenktisches 9. Diese Möglichkeit kann für solche Beschleunigungsaufnehmer genutzt werden, deren Frequenzgang von ihrer Orientierung im Erdschwerefeld abhängt.

236437 4

- 7 -

Erfindungsanspruch

1. Anordnung zur Messung des Frequenzganges eines Beschleunigungsaufnehmers, die zur Erzeugung einer geradlinigen, sinusförmig verlaufenden Anregungsbeschleunigung veränderbarer Frequenz und bekannter Amplitude einen vorzugsweise elektrodynamischen Schwingungserreger in Verbindung mit einer Schwingungsmeßeinrichtung enthält, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwingungserreger mittels einer Schwenkvorrichtung, die mit einer Vorrichtung zur Messung des Winkels bzw. des durch diesen Winkel festgelegten Wertes der konstanten Beschleunigung gekoppelt ist, im Erdschwerefeld so ausgerichtet werden kann, daß die vorgesehene Meßrichtung des am Schwingungserreger befestigten Beschleunigungsaufnehmers einen bestimmten Winkel zur Richtung der Erdbeschleunigung bildet, der die in der vorgesehenen Meßrichtung wirkende Komponente der Erdbeschleunigung festlegt, so daß bei abgeschaltetem Speisestrom der Schwingspule des Schwingungserregers eine zeitlich konstante Anregungsbeschleunigung bekannten Betrages wirkt, wobei die Ausgangsgröße des mit der sinusförmig verlaufenden bzw. konstanten Anregungsbeschleunigung angeregten Beschleunigungsaufnehmers mit einer an sich bekannten Meßeinrichtung gemessen und in an sich bekannter Weise mit der Eingangsgröße in Beziehung gesetzt wird, so daß als Ergebnis der Frequenzgang des Beschleunigungsaufnehmers erhalten wird.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

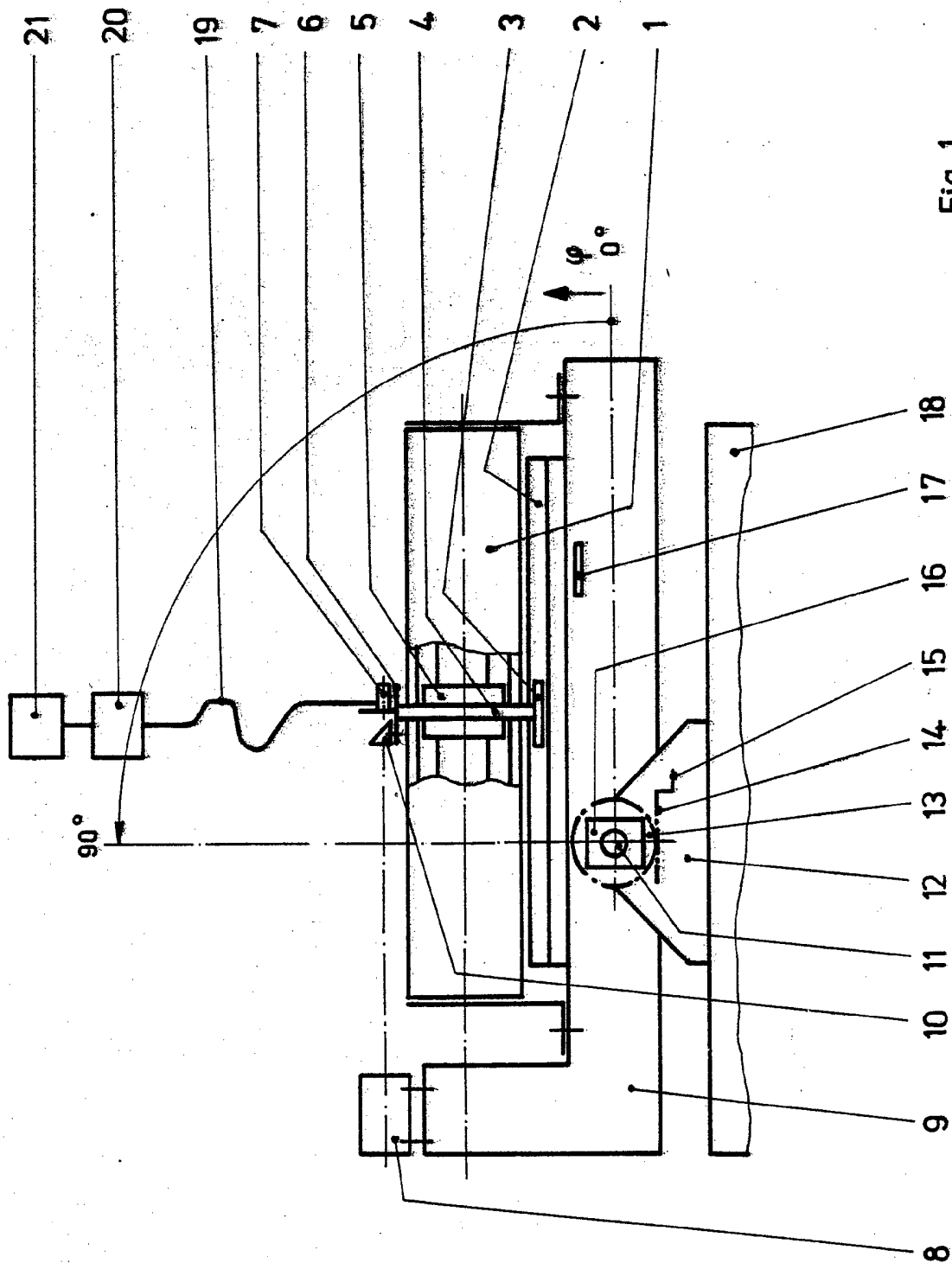


Fig. 1