



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2004 000 444 T5 2006.02.16**

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
 (87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2004/083882**
 in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
 (21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2004 000 444.6**
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2004/003514**
 (86) PCT-Anmeldetag: **17.03.2004**
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **30.09.2004**
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
 in deutscher Übersetzung: **16.02.2006**

(51) Int Cl.⁸: **G01R 33/28 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:
2003-074168 18.03.2003 JP

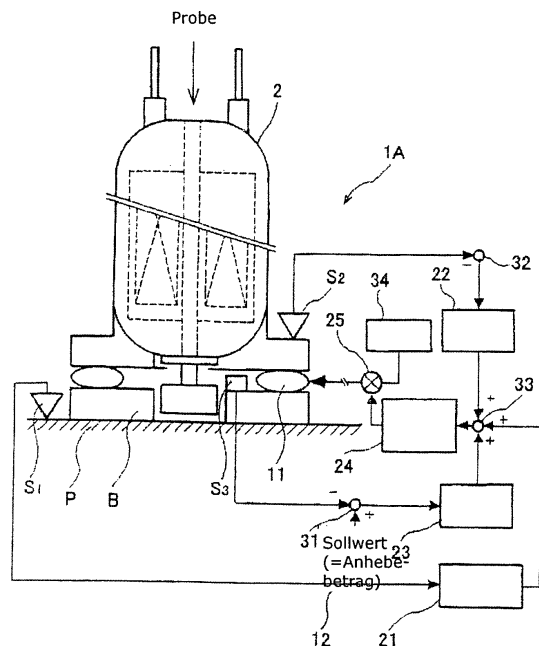
(71) Anmelder:
**Riken, Wako, Saitama, JP; Tokkyokiki Corp.,
 Amagasaki, Hyogo, JP**

(74) Vertreter:
**Patentanwälte von Kreisler, Selting, Werner et col.,
 50667 Köln**

(72) Erfinder:
**Maeda, Hideaki, Yokohama, Kanagawa, JP;
 Yokoyama, Shigeyuki, Yokohama, Kanagawa, JP;
 Yasuda, Masashi, Amagasaki, Hyogo, JP; Itojima,
 Fumiaki, Amagasaki, Hyogo, JP; Tsuchiya,
 Masaki, Amagasaki, Hyogo, JP**

(54) Bezeichnung: **Kernmagnetische Resonanzvorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Kernmagnetische Resonanzvorrichtung, welche aufweist: eine kernmagnetische Resonanzeinrichtung zur Erkennung einer Atomkonfiguration und einer Molekularstruktur einer Substanz basierend auf einem Abklingensignal einer induzierten elektromotiven Kraft, die durch Resonanzpräzession eines kernmagnetischen Moments erzeugt wird, welches durch das Abstrahlen von elektromagnetischen Impulsen im HF-Bereich induziert wird, wenn eine Substanz einem starken Magnetfeld ausgesetzt ist, und einen Vibrationsisoliermechanismus zum Unterdrücken von Vibrationen der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung, wobei der Vibrationsisoliermechanismus als Betätigungseinrichtung eine Luftfeder aufweist, die über einen elektropneumatischen Wandler mit einer Druckluftquelle verbunden ist und zur Vibrationsisolierung eine Kraft auf die kernmagnetische Resonanzeinrichtung aufbringt, und wobei der Vibrationsisoliermechanismus derart ausgebildet ist, daß er zu einer aktiven Vibrationsisolierung in der Lage ist, und der Vibrationsisoliermechanismus ferner derart von der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung beabstandet angeordnet ist, daß das Auftreten von Fehlfunktionen oder Betriebsstörungen des elektropneumatischen Wandlers unter dem Einfluß eines von der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung erzeugten Magnetfelds ausgeschlossen sind.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine kernmagnetische Resonanzvorrichtung, die mit einem Vibrationsisoliermechanismus versehen ist.

Stand der Technik

[0002] Es ist eine kernmagnetische Resonanzvorrichtung, die eine kernmagnetische Resonanzeinrichtung aufweist, bekannt, welche der Erkennung der Atomkonfiguration und der Molekularstruktur einer Substanz basierend auf einem Abklingsignal einer induzierten elektromotorischen Kraft dient, welche durch eine Resonanzpräzession eines kernmagnetischen Moments erzeugt wird, das durch das Abstrahlen von elektromagnetischen Impulsen im HF-Bereich induziert wird, wenn eine Substanz einem starken Magnetfeld ausgesetzt ist, wobei ferner ein Vibrationsisoliermechanismus zum Unterdrücken von Vibrationen der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung vorgesehen ist (siehe z. B. JP 2001-145611, Absatz [0011], [Fig. 1](#)).

[0003] Ein Vibrationsisoliermechanismus vom aktiven Typ, der eine Luftfeder verwendet, ist ebenfalls bekannt (siehe beispielsweise "6DOF microvibration Control System using Air Actuators [Experimental Study on Vibration Isolation and Damping Performance]", Yasutaka TAGAWA et al., Proceedings of Dynamics and Design Conference '94, JSME, No. 940-26(II), pp. 544, 1944.07).

[0004] Bei einem durch ein Feder-Masse-System (eine Flächenplatte und eine darauf angebrachte Einrichtung) gebildeten Vibrationsisolationsmechanismus, d.h. einem Vibrationsisolationsmechanismus vom passiven Typ, werden die Vibrationen durch Resonanz mit der Eigenfrequenz des Feder-Masse-Systems verstärkt. Im Gegensatz dazu handelt es sich bei dem aktiven Vibrationsisoliermechanismus um einen Vibrationsisoliermechanismus, der aufweist: eine Einrichtung zum Erkennen eines Vibrationszustands oder eines Verschiebungszustands einer gegen Vibrationen zu isolierenden Einrichtung, nämlich eines gesteuerten Gegenstands, eine Steuereinrichtung zum Ausgeben eines Signals, um die Vibrationen des gesteuerten Gegenstands basierend auf einem Erkennungssignal der Erkennungseinrichtung aufzuheben, eine Betätigungseinrichtung (beispielsweise eine Luftfeder, ein piezoelektrisches Laminat) zum Aufbringen einer Kraft auf den gesteuerten Gegenstand, um die Vibrationen nach dem Empfang eines Steuersignals von der Steuereinrichtung aufzuheben, und dergleichen, wodurch eine Rückkopplungssteuerung zur Vermeidung einer Resonanz mit Eigenfrequenz und zum Unterdrücken der Verstärkung der Vibration durch die Resonanz durch-

geführt wird. Dieser aktive Vibrationsisoliermechanismus ist mittlerweile insbesondere für präzisionsmechanische Einrichtungen unverzichtbar geworden, die selbst durch Mikrovibrationen leicht nachteilig beeinflusst werden.

[0005] Bei der in JP 2001-145611 beschriebenen Vorrichtung, bei der ein passiver Vibrationsisoliermechanismus verwendet wird, ist der Vibrationsisoliermechanismus aufgrund der zuvor beschriebenen Verstärkung der Vibrationen bei ungefähr der Eigenfrequenz zur Vibrationsisolierung einer kernmagnetischen Resonanzvorrichtung, bei der es sich um ein Präzisionsmeßinstrument handelt, ungeeignet. Da bei einer kernmagnetischen Resonanzvorrichtung mit einem passiven Vibrationsisoliermechanismus die Vibrationen der Vorrichtung in einem kernmagnetischen Spektrum in Reaktion auf eine Frequenz der Vibrationen Seitenbandrauschen erzeugen, ergibt sich das Problem, daß eine Präzisionsmessung mit dieser Vorrichtung nicht durchgeführt werden kann.

[0006] Der vorgenannte aktive Vibrationsisoliermechanismus verwendet als Bauteil ein Servoventil oder einen Servo-Beschleunigungssensor, was unter dem Einfluß starker externer Magnetfelder zu Fehlfunktionen oder Betriebsstörungen führen kann. Selbst wenn eine kernmagnetische Resonanzvorrichtung, bei der es sich um eine Quelle eines starken Magnetfeldes handelt, unter Verwendung eines derartigen herkömmlichen aktiven Vibrationsisoliermechanismus ausgebildet wird, ergibt sich daher das Problem, daß der Vibrationsisoliermechanismus nicht normal arbeitet, mit dem Ergebnis, daß wie zuvor auch mit dieser kernmagnetischen Resonanzvorrichtung die Durchführung einer Präzisionsmessung nicht möglich ist.

[0007] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine kernmagnetische Resonanzvorrichtung zu schaffen, welche die vorgenannten Probleme des Standes der Technik löst und es dem Vibrationsisoliermechanismus ermöglicht, eine inhärente Leistung selbst unter der Einwirkung eines starken Magnetfeldes voll aufzubringen, wodurch Vibrationen unterdrückt werden und eine Präzisionsmessung ermöglicht wird.

Offenbarung der Erfindung

[0008] Zur Lösung der genannten Aufgabe schafft die Erfindung nach einem ersten Aspekt eine kernmagnetische Resonanzvorrichtung, welche aufweist: eine kernmagnetische Resonanzeinrichtung zur Erkennung einer Atomkonfiguration und einer Molekularstruktur einer Substanz basierend auf einem Abklingsignal einer induzierten elektromotiven Kraft, die durch Resonanzpräzession eines kernmagnetischen Moments erzeugt wird, welches durch das Abstrahlen von elektromagnetischen Impulsen im HF-Bereich

reich induziert wird, wenn eine Substanz einem starken Magnetfeld ausgesetzt ist, und einen Vibrationsisoliermechanismus zum Unterdrücken von Vibrationen der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung, wobei der Vibrationsisoliermechanismus als Betätigungseinrichtung eine Luftfeder aufweist, die über einen elektropneumatischen Wandler mit einer Druckluftquelle verbunden ist und zur Vibrationsisolierung eine Kraft auf die kernmagnetische Resonanzeinrichtung aufbringt, und wobei der Vibrationsisoliermechanismus derart ausgebildet ist, daß er zu einer aktiven Vibrationsisolierung in der Lage ist, und der Vibrationsisoliermechanismus ferner derart von der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung beabstandet angeordnet ist, daß das Auftreten von Fehlfunktionen oder Betriebsstörungen des elektropneumatischen Wandlers unter dem Einfluß eines von der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung erzeugten Magnetfelds ausgeschlossen sind.

[0009] Bei diesem Aufbau wird der Leckmagnetismus der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung im Bereich des elektropneumatischen Wandlers abgeschwächt, wodurch der Vibrationsisoliermechanismus selbst unter einem starken Magnetfeld seine volle Leistung erbringen kann, die Vibrationen ohne eine Verstärkung derselben durch die Resonanz mit Eigenfrequenz unterdrückt wird, und eine Präzisionsmessung durchgeführt werden kann.

[0010] Nach einem zweiten Aspekt schafft die Erfindung eine kernmagnetische Resonanzvorrichtung, welche aufweist: eine kernmagnetische Resonanzeinrichtung zur Erkennung einer Atomkonfiguration und einer Molekularstruktur einer Substanz basierend auf einem Abklingsignal einer induzierten elektromotiven Kraft, die durch Resonanzpräzession eines kernmagnetischen Moments erzeugt wird, welches durch das Abstrahlen von elektromagnetischen Impulsen im HF-Bereich induziert wird, wenn eine Substanz einem starken Magnetfeld ausgesetzt ist, und einen Vibrationsisoliermechanismus zum Unterdrücken von Vibrationen der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung, wobei der Vibrationsisoliermechanismus als Betätigungseinrichtung eine Luftfeder aufweist, die über einen elektropneumatischen Wandler mit einer Druckluftquelle verbunden ist und zur Vibrationsisolierung eine Kraft auf die kernmagnetische Resonanzeinrichtung aufbringt, und wobei der Vibrationsisoliermechanismus derart ausgebildet ist, daß er zu einer aktiven Vibrationsisolierung in der Lage ist, und wobei der elektropneumatische Wandler mit einer Einrichtung zum Abschwächen eines Magnetfelds, das aus der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung austritt, einhergeht und an einer derartigen Position angeordnet ist, daß das Leckmagnetfeld abgeschwächt wird.

[0011] Bei diesem Aufbau wird das Leckmagnetfeld der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung durch

die Magnetfeldabschwächungseinrichtung abgeschwächt und der elektropneumatische Wandler wird vor diesem Leckmagnetfeld geschützt, wodurch der Vibrationsisoliermechanismus selbst unter einem starken Magnetfeld seine volle Leistung erbringen kann, die Vibrationen ohne eine Verstärkung derselben durch die Resonanz mit Eigenfrequenz unterdrückt wird, und eine Präzisionsmessung durchgeführt werden kann.

[0012] Nach einem dritten Aspekt schafft die Erfindung eine kernmagnetische Resonanzvorrichtung, welche aufweist: eine kernmagnetische Resonanzeinrichtung zur Erkennung einer Atomkonfiguration und einer Molekularstruktur einer Substanz basierend auf einem Abklingsignal einer induzierten elektromotiven Kraft, die durch Resonanzpräzession eines kernmagnetischen Moments erzeugt wird, welches durch das Abstrahlen von elektromagnetischen Impulsen im HF-Bereich induziert wird, wenn eine Substanz einem starken Magnetfeld ausgesetzt ist, und einen Vibrationsisoliermechanismus zum Unterdrücken von Vibrationen der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung, wobei der Vibrationsisoliermechanismus als Betätigungseinrichtung eine Luftfeder aufweist, die über einen elektropneumatischen Wandler mit einer Druckluftquelle verbunden ist und zur Vibrationsisolierung eine Kraft auf die kernmagnetische Resonanzeinrichtung aufbringt, und wobei der Vibrationsisoliermechanismus derart ausgebildet ist, daß er zu einer aktiven Vibrationsisolierung in der Lage ist, und wobei der elektropneumatische Wandler derart angeordnet ist, daß er ein antreibendes Magnetfeld senkrecht zur Richtung des von der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung kommenden Leckflusses erzeugt.

[0013] Bei diesem Aufbau arbeitet ein angetriebener Teil innerhalb des elektropneumatischen Wandlers normal, ohne durch das Magnetfeld der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung beeinflusst zu werden, wodurch der Vibrationsisoliermechanismus selbst unter einem starken Magnetfeld seine volle Leistung erbringen kann, die Vibrationen ohne eine Verstärkung derselben durch die Resonanz mit Eigenfrequenz unterdrückt wird, und eine Präzisionsmessung durchgeführt werden kann.

[0014] Nach einem vierten Aspekt der Erfindung sind zusätzlich zum Aufbau gemäß dem ersten bis dritten Aspekt die Luftfeder und das Leitungssystem aus nichtmagnetischem Material hergestellt.

[0015] Bei diesem Aufbau wird zusätzlich zu den Auswirkungen nach dem ersten bis dritten Aspekt der Erfindung erreicht, daß der Einfluß des von der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung erzeugten Magnetfelds, welchem der elektropneumatische Wandler ausgesetzt ist, weiter geschwächt wird und die Zuverlässigkeit der Vorrichtung weiter verbessert wird.

[0016] Nach einem fünften Aspekt der Erfindung ist zusätzlich zum Aufbau gemäß dem ersten bis vierten Aspekt vorgesehen, daß eine Steuereinrichtung des Vibrationsisoliermechanismus den durch den elektropneumatischen Wandler erzeugten Steuerdruck auf ungefähr die Fluidresonanzfrequenz verringert, um so das Auftreten von Fluidresonanz zwischen der Luftfeder und dem elektropneumatischen Wandler zu verhindern.

[0017] Bei diesem Aufbau wird zusätzlich zu den Auswirkungen gemäß dem ersten bis vierten Aspekt der Erfindung erreicht, daß die aktive Vibrationsisolierung erreicht werden kann, selbst wenn der von dem elektropneumatischen Wandler erzeugte Steuerdruck um die Fluidresonanzfrequenz schwankt, wie dies bei anderen Frequenzen der Fall ist, und daß die Zuverlässigkeit der Vorrichtung weiter verbessert werden kann.

[0018] Nach einem sechsten Aspekt der Erfindung weist der Vibrationsisoliermechanismus zusätzlich zu dem Aufbau gemäß dem ersten bis fünften Aspekt einen piezoelektrischen Beschleunigungssensor als Vibrationserkennungseinrichtung auf.

[0019] Bei diesem Aufbau wird zusätzlich zu den Auswirkungen gemäß dem ersten bis vierten Aspekt der Erfindung erreicht, daß der Vibrationszustand der kernmagnetischen Resonanzvorrichtung ohne Beeinflussung durch ein starkes Magnetfeld erkannt werden kann.

[0020] Nach einem zu den Konfigurationen nach dem ersten bis fünften Aspekt zusätzlichen siebten Aspekt der Erfindung weist der Vibrationsisoliermechanismus einen Servo-Beschleunigungssensor als Vibrationserkennungseinrichtung auf, welcher eine Einrichtung zum Abschwächen eines aus der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung austretenden Magnetfelds umfaßt und derart angeordnet ist, daß das Leckmagnetfeld abgeschwächt wird.

[0021] Bei diesem Aufbau wird zusätzlich zu den Auswirkungen gemäß dem ersten bis fünften Aspekt der Erfindung erreicht, daß ein für die Messung von Mikrovibrationen höchst geeigneter Servo-Beschleunigungssensor auch auf die Erkennung des Vibrationszustands einer kernmagnetischen Resonanzeinrichtung anwendbar ist.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0022] Es zeigen:

[0023] [Fig. 1](#) ein Blockdiagramm zur Darstellung des Gesamtaufbaus einer erfindungsgemäßen kernmagnetischen Resonanzvorrichtung,

[0024] [Fig. 2](#) eine Kurvendarstellung von Vibra-

tionsisoliercharakteristiken der kernmagnetischen Resonanzvorrichtung von [Fig. 1](#) und einer kernmagnetischen Resonanzvorrichtung mit einem passiven Vibrationsisoliermechanismus,

[0025] [Fig. 3](#) zeigt eine andere Konfiguration zum Stützen der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung der kernmagnetischen Resonanzvorrichtung von [Fig. 1](#),

[0026] [Fig. 4](#) zeigt eine weitere Konfiguration zum Stützen der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung der kernmagnetischen Resonanzvorrichtung von [Fig. 1](#),

[0027] [Fig. 5](#) ist ein Blockdiagramm zur Darstellung des Gesamtaufbaus einer anderen erfindungsgemäßen kernmagnetischen Resonanzvorrichtung und deren Anwendungszustand,

[0028] [Fig. 6](#) ist eine Schnittdarstellung eines elektropneumatischen Wandlers, der ein Antriebsmagnetfeld senkrecht zur Richtung des aus der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung austretenden Leckflusses erzeugt.

Detaillierte Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele

[0029] Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

[0030] In [Fig. 1](#) ist eine erfindungsgemäße kernmagnetische Resonanzvorrichtung **1A** dargestellt, die aus einer kernmagnetischen Resonanzeinrichtung **2** und einem Vibrationsisoliermechanismus **3** besteht.

[0031] Die kernmagnetische Resonanzeinrichtung **2**, bei der es sich um eine bekannte Einrichtung mit einer Magnetresonanzbildgebungseinrichtung handelt, dient der Erkennung der Atomkonfiguration und der Molekularstruktur einer Substanz basierend auf einem Abklingsignal einer induzierten elektromotiven Kraft, die durch die Resonanzpräzession eines kernmagnetischen Moments bewirkt wird, welches durch das Abstrahlen von elektromagnetischen Impulsen im HF-Bereich induziert wird, wenn die Substanz einem starken Magnetfeld ausgesetzt wird.

[0032] Der Vibrationsisoliermechanismus **3**, der zur aktiven Vibrationsisolierung der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung **2** vorgesehen ist, umfaßt eine Luftfeder **11** als Betätigungseinrichtung und ein Steuersystem **12** mit Vibrationssensoren S_1 , S_2 und einem Verschiebungssensor S_3 oder dergleichen als Erkennungseinrichtung.

[0033] Die Luftfeder **11** ist zwischen einer Basis **B**, die auf einem Installationsteil **P** horizontal einstellbar

angeordnet ist, und der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung **2** angeordnet, bei der es sich um einen durch den Vibrationsisoliermechanismus **3** vibrationsgesteuerten Gegenstand handelt. Anders ausgedrückt: die kernmagnetische Resonanzeinrichtung **2** ist horizontal durch die Luftfeder **11** auf der Basis **B** abgestützt.

[0034] Zusätzlich zu den vorgenannten Erkennungseinrichtungen (Vibrationssensoren S_1 , S_2 , Verschiebungssensor S_3) ist das Steuersystem **12** mit einer Installationsteilvibrationssteuerung **21**, einer Vibrationssteuerung **22** für den gesteuerten Gegenstand, einer Verschiebungssteuerung **23**, einem Treibererelement **24** und einem elektropneumatischen Wandler **25** versehen.

[0035] Der Vibrationssensor S_1 erkennt den Vibrationszustand des Installationsteils **P** und ein den erkannten Vibrationszustand angegebendes Signal wird in die Installationsteilvibrationssteuerung **21** eingegeben. Der Vibrationssensor S_2 erkennt den Vibrationszustand der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung **2** und ein den erkannten Vibrationszustand angegebendes Signal wird in einen Addierer **31** und mit umgekehrter positiver/negativer Polarität in die Vibrationssteuerung **22** für den gesteuerten Gegenstand eingegeben. Der Verschiebungssensor S_3 erkennt den Betrag der relativen Verschiebung der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung **2** in bezug auf das Installationsteil **P** und ein diesen Verschiebungsbetrag angegebendes Signal wird als negatives Signal in einen Addierer **32** eingegeben. In den Addierer **32** ist der Wert des Betrags, um den die kernmagnetische Resonanzeinrichtung **2** von dem Installationsteil **P** weg angehoben werden soll, als Zielwert eingegeben und ein Signal, das die Differenz zwischen diesem gewünschten Anhebebetrag und dem Betrag der relativen Verschiebung angibt, wird von dem Addierer **32** an die Verschiebungssteuerung **23** ausgegeben.

[0036] Die Vibrationssensoren S_1 , S_2 sind im Grunde solche eines seismischen Systems, die beispielsweise aus piezoelektrischen Elementen und nichtmagnetischen Massen und vorzugsweise aus piezoelektrischen Beschleunigungssensoren bestehen, die durch keinerlei Magnetfeld beeinflusst werden. Alternativ kann es sich bei den Vibrationssensoren S_1 , S_2 um Servo-Beschleunigungssensoren handeln, die mit einer Einrichtung zum Abschwächen des aus der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung **2** austretenden Magnetfelds einhergehen und derart positioniert sind, daß das Leckmagnetfeld abgeschwächt wird. Zwar werden die Servo-Beschleunigungssensoren von dem Magnetfeld beeinflusst, da jeder Sensor einen elektromagnetischen Treiberbereich vom Schwingspulentyp aufweist, jedoch weisen die Servo-Beschleunigungssensoren den piezoelektrischen Beschleunigungssensoren hinsichtlich der Mikrovibrationsauflösungseigenschaften überlegen. Die Ein-

richtung zum Abschwächen des Magnetfelds wird im folgenden beschrieben.

[0037] Ferner handelt es sich bei dem Verschiebungssensor S_3 beispielsweise um einen Verschiebungssensor vom Wirbelstromtyp oder um eine Laser-Verschiebungsmeßeinrichtung.

[0038] Sowohl von der Installationsteilvibrationssteuerung **21**, als auch der Vibrationssteuerung **22** des gesteuerten Gegenstands und der Verschiebungssteuerung **23** wird ein Steuersignal zum Aufheben jedes ihrer Eingangssignale in einen Addierer **33** eingegeben und ein Steuersignal, das sich aus der Summe dieser drei Steuersignale ergibt, wird von dem Addierer **33** an das Treibererelement **24** ausgegeben.

[0039] Die Luftfeder **11** ist über den elektropneumatischen Wandler **25** mit einer Druckluftquelle **34** verbunden, wobei der Wandler an einer von der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung **2** derart entfernten Position angeordnet ist, daß die Luftfeder **11** nie Fehlfunktionen oder Betriebsstörungen aufgrund des Einflusses eines von der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung **2** erzeugten Magnetfelds zeigt, insbesondere an einer Position, an der die magnetflußdichte ungefähr 5 Gauss oder weniger beträgt, und der elektropneumatische Wandler **25** arbeitet basierend auf einem Treibersignal des Treibererelements **24**, in welches das aus der Summenbildung der drei Steuersignale resultierende Steuersignal eingegeben wurde. Das heißt, der elektropneumatische Wandler **25** reagiert prompt auf die beiden vorgenannten Vibrationszustände und den Verschiebungsbetrag, um das Einstellen der Menge an Druckluft in der Luftfeder **11** kontinuierlich fortzuführen, wodurch die Vibrationsisolierung der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung **2** durchgeführt wird.

[0040] Als elektropneumatischer Wandler **25** kann beispielsweise ein elektropneumatisches Servoventil verwendet werden, dessen Klappe durch einen Magneten betätigt ist.

[0041] Unter Verwendung des Vibrationszustands des Installationsteils **P** als Referenz zeigt **Fig. 2** eine Vibrationsisoliercharakteristik der erfindungsgemäßen kernmagnetischen Resonanzvorrichtung **1A**, bei welcher der zuvor beschriebene aktive Vibrationsisoliermechanismus auf eine kernmagnetische Resonanzeinrichtung **2** angewandt wird, die ein starkes Magnetfeld erzeugt. Ferner ist eine Vibrationsisoliercharakteristik einer herkömmlichen kernmagnetischen Resonanzvorrichtung dargestellt, bei der ein aus einem Feder-Masse-System bestehender passiver Vibrationsisoliermechanismus auf die kernmagnetische Resonanzeinrichtung **2** angewandt wird. In **Fig. 2** gibt die horizontale Achse die Vibrationsfrequenz (Hz) als logarithmische Skala an, wobei F_0

eine Eigenfrequenz erster Ordnung ist, und die vertikale Achse gibt den Verstärkungsfaktor (dB) der Vibrationen der kernmagnetischen Resonanzvorrichtung **2** an, wobei der Vibrationspegel des Installationsteils P als Referenz (= 0) dient, und die Kurve I entspricht einer aktiven Vibrationsisolierung der kernmagnetischen Resonanzvorrichtung **1A**, während die Kurve II der herkömmlichen kernmagnetischen Resonanzvorrichtung bei passiver Vibrationsisolierung entspricht. Wie sich aus der [Fig. 2](#) ergibt, zeigen die kernmagnetische Resonanzvorrichtung **1A** und die herkömmliche kernmagnetische Resonanzvorrichtung im Bereich über der Eigenfrequenz F_0 ähnlich gute Dämpfungscharakteristiken. Um die Eigenfrequenz F_0 herum verstärkt die herkömmliche kernmagnetische Resonanzvorrichtung die Vibrationen, während die kernmagnetische Resonanzvorrichtung **1A** gute Dämpfungscharakteristiken zeigt.

[0042] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf eine Vorrichtung begrenzt, bei der die kernmagnetische Resonanzvorrichtung **2** wie in [Fig. 1](#) dargestellt gestützt ist, sondern umfaßt auch solche, bei denen die kernmagnetische Resonanzvorrichtung **2** wie in [Fig. 3](#) oder [Fig. 4](#) dargestellt gestützt ist, wobei die Teile in den [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#), welche denen der [Fig. 1](#) entsprechen, mit gleichen Bezugszeichen versehen sind.

[0043] Es sei darauf hingewiesen, daß der obere Bereich der in [Fig. 3](#) dargestellten kernmagnetischen Resonanzvorrichtung **2** über die Luftfeder **11** horizontal auf der Basis B gestützt ist, während bei der kernmagnetischen Resonanzvorrichtung **2** von [Fig. 4](#) der Seitenbereich über die Luftfeder **11** horizontal auf der Flächenplatte B gestützt ist.

[0044] [Fig. 5](#) zeigt eine andere erfindungsgemäße kernmagnetische Resonanzvorrichtung **1B**, die im wesentlichen ähnlich der zuvor beschriebenen kernmagnetischen Resonanzvorrichtung **1A** ist, wobei jedoch ein aktiver Vibrationsisoliermechanismus **4** anstelle des Vibrationsisoliermechanismus **3** vorgesehen ist. In beiden Ausführungsbeispielen gleiche Teile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen und werden im folgenden nicht erneut beschrieben.

[0045] Bei der kernmagnetischen Resonanzvorrichtung **1B** ist ein elektropneumatischer Wandler **25** in einem Magnetabschirmungsgehäuse **41** enthalten, welches ein Beispiel für die Einrichtung zum Abschwächen des aus der kernmagnetischen Resonanzvorrichtung **1B** austretenden Magnetfelds darstellt. Der elektropneumatische Wandler **25** befindet sich nicht notwendigerweise von der kernmagnetischen Resonanzvorrichtung **2** entfernt, wie dies bei der kernmagnetischen Resonanzvorrichtung **1A** der Fall ist.

[0046] Bei dieser kernmagnetischen Resonanzvor-

richtung **1B** wird das als Störung des elektropneumatischen Wandlers **25** wirkende Magnetfeld durch das Magnetabschirmungsgehäuse **41** unterbrochen, wodurch der Einfluß des externen Magnetfelds auf den elektropneumatischen Wandler **25** eliminiert ist. Infolgedessen ist ein normaler Betrieb des elektropneumatischen Wandlers **25** gewährleistet. Das Magnetabschirmungsgehäuse **41** besteht vorzugsweise aus einem Material mit hoher magnetischer Permeabilität, wie beispielsweise Permalloy oder reines Eisen.

[0047] Als Einrichtung zum Abschwächen des Magnetfelds kann beispielsweise ein Permanentmagnet oder eine Magnetismus erzeugende Spule anstelle oder zusätzlich zu dem Magnetabschirmungsgehäuse verwendet werden.

[0048] In diesem Fall wird mittels eines durch den Permanentmagneten oder die Magnetismus erzeugende Spule erzeugten Magnetfeldes ein auf den elektropneumatischen Wandler **25** gerichtetes Leckmagnetfeld der kernmagnetischen Resonanzvorrichtung **1B** entmagnetisiert, oder der Einwirkungsbetrag des Leckmagnetfelds in Ansprechrichtung des elektropneumatischen Wandlers **25** wird verringert.

[0049] Darüber hinaus können selbstverständlich auch bei dieser kernmagnetischen Resonanzvorrichtung **1B** piezoelektrische Beschleunigungssensoren oder Servo-Beschleunigungssensoren als Vibrationssensoren S_1 , S_2 verwendet werden und ein Wirbelstrom-Verschiebungssensor oder eine Laser-Verschiebungsmesseinrichtung können wie beschrieben als der Verschiebungssensor **5₃** eingesetzt werden.

[0050] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die genannten Ausführungsbeispiele beschränkt. Das heißt, der elektropneumatische Wandler **25** muß nicht notwendigerweise von der kernmagnetischen Resonanzvorrichtung **2** entfernt angeordnet sein, wie dies bei der kernmagnetischen Resonanzvorrichtung **1A** der Fall ist, und ferner muß der elektropneumatische Wandler **25** nicht notwendigerweise in einem Magnetabschirmungsgehäuse **41** angeordnet sein, wie dies bei der kernmagnetischen Resonanzvorrichtung **1B** der Fall ist. Statt dessen kann der elektropneumatische Wandler **25** wie in [Fig. 6](#) gezeigt derart angeordnet sein, daß er ein treibendes Magnetfeld senkrecht zur Richtung des von der kernmagnetischen Resonanzvorrichtung **2** kommenden Leckflusses erzeugt. Die vorliegende Erfindung umfaßt ebenfalls eine kernmagnetische Resonanzvorrichtung dieses Aufbaus. Es sei darauf hingewiesen, daß in [Fig. 6](#) das Bezugszeichen **51** eine Klappe und das Bezugszeichen **52** einen Drehmomentmotorantriebsmagnetpol bezeichnet.

[0051] Die Tatsache, daß der elektromagnetische Wandler **25** derart angeordnet ist, daß er wie zuvor beschrieben ein treibendes Magnetfeld senkrecht zur

Richtung des aus der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung **2** austretenden Leckflusses erzeugt, bewirkt eine Schwächung des Einflusses des Magnetfelds, das von der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung **2** erzeugt wird, auf welche der elektropneumatische Wandler **25** wirkt.

[0052] Bei jeder der genannten Vorrichtungen bestehen die Luftfeder **11** und das Leitungssystem vorzugsweise aus nichtmagnetischem Material. Hierdurch wird der Einfluß des Magnetfelds, das von der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung **2** erzeugt wird, auf welche der elektropneumatische Wandler **25** einwirkt, weiter geschwächt.

[0053] Um Fluidresonanz zu unterdrücken, die zwischen der Luftfeder **11** und dem elektropneumatischen Wandler **25** auftritt, wird ferner bei jeder der zuvor beschriebenen Vorrichtungen bevorzugt, daß der von dem elektropneumatischen Wandler **25** erzeugte Steuerdruck auf ungefähr die Fluidresonanzfrequenz gesenkt wird. Bei der Durchführung der Drucksteuerung in der Luftfeder **11** durch das Servoventil in dem elektropneumatischen Wandler **25** würde, wenn Druckfluid durch das sich von der Druckluftquelle **34** erstreckende Leitungssystem einer volumetrischen Veränderung unterzogen wird, eine interne Resonanz auftreten, die ein Schwingen des Fluids bewirken und zu einer Verschlechterung der Steuercharakteristiken führen würde. Durch Korrigieren des durch den elektropneumatischen Wandler **25** erzeugten Steuerdrucks wird es jedoch ermöglicht, die aktive Vibrationsisolierung zu erreichen, selbst wenn der Steuerdruck in dem elektropneumatischen Wandler **25** bei ungefähr der Fluidresonanzfrequenz schwankt, wie dies bei anderen Frequenzen der Fall ist.

[0054] Darüber hinaus kann in die Rückkopplungsschleife ein Resonanzeliminierungsfilter beispielsweise zwischen dem Addierer **33** und dem Treiberelement **24** eingesetzt werden.

Zusammenfassung

[0055] Eine kernmagnetische Resonanzvorrichtung **1A** weist auf: eine kernmagnetische Resonanzeinrichtung **2** zur Erkennung einer Atomkonfiguration und einer Molekularstruktur einer Substanz basierend auf einem Abklingsignal einer induzierten elektromotiven Kraft, die durch Resonanzpräzession eines kernmagnetischen Moments erzeugt wird, welches durch das Abstrahlen von elektromagnetischen Impulsen im HF-Bereich induziert wird, wenn eine Substanz einem starken Magnetfeld ausgesetzt ist, und einen Vibrationsisoliermechanismus **3** zum Unterdrücken von Vibrationen der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung **2**, wobei der Vibrationsisoliermechanismus **3** als Betätigungseinrichtung eine Luftfeder **11** aufweist, die über einen elektropneumati-

schen Wandler **25** mit einer Druckluftquelle **34** verbunden ist und zur Vibrationsisolierung eine Kraft auf die kernmagnetische Resonanzeinrichtung **2** aufbringt, und wobei der Vibrationsisoliermechanismus **3** derart ausgebildet ist, daß er zu einer aktiven Vibrationsisolierung in der Lage ist, und der Vibrationsisoliermechanismus **3** ferner derart von der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung **2** beabstandet angeordnet ist, daß das Auftreten von Fehlfunktionen oder Betriebsstörungen des elektropneumatischen Wandlers **25** unter dem Einfluß eines von der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung **2** erzeugten Magnetfelds ausgeschlossen sind.

Patentansprüche

1. Kernmagnetische Resonanzvorrichtung, welche aufweist: eine kernmagnetische Resonanzeinrichtung zur Erkennung einer Atomkonfiguration und einer Molekularstruktur einer Substanz basierend auf einem Abklingsignal einer induzierten elektromotiven Kraft, die durch Resonanzpräzession eines kernmagnetischen Moments erzeugt wird, welches durch das Abstrahlen von elektromagnetischen Impulsen im HF-Bereich induziert wird, wenn eine Substanz einem starken Magnetfeld ausgesetzt ist, und einen Vibrationsisoliermechanismus zum Unterdrücken von Vibrationen der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung, wobei der Vibrationsisoliermechanismus als Betätigungseinrichtung eine Luftfeder aufweist, die über einen elektropneumatischen Wandler mit einer Druckluftquelle verbunden ist und zur Vibrationsisolierung eine Kraft auf die kernmagnetische Resonanzeinrichtung aufbringt, und wobei der Vibrationsisoliermechanismus derart ausgebildet ist, daß er zu einer aktiven Vibrationsisolierung in der Lage ist, und der Vibrationsisoliermechanismus ferner derart von der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung beabstandet angeordnet ist, daß das Auftreten von Fehlfunktionen oder Betriebsstörungen des elektropneumatischen Wandlers unter dem Einfluß eines von der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung erzeugten Magnetfelds ausgeschlossen sind.

2. Kernmagnetische Resonanzvorrichtung, welche aufweist: eine kernmagnetische Resonanzeinrichtung zur Erkennung einer Atomkonfiguration und einer Molekularstruktur einer Substanz basierend auf einem Abklingsignal einer induzierten elektromotiven Kraft, die durch Resonanzpräzession eines kernmagnetischen Moments erzeugt wird, welches durch das Abstrahlen von elektromagnetischen Impulsen im HF-Bereich induziert wird, wenn eine Substanz einem starken Magnetfeld ausgesetzt ist, und einen Vibrationsisoliermechanismus zum Unterdrücken von Vibrationen der kernmagnetischen Resonanzeinrichtung, wobei der Vibrationsisoliermechanismus als Betätigungseinrichtung eine Luftfeder aufweist, die über einen elektropneumatischen Wandler mit einer Druckluftquelle verbunden ist und zur Vibrationsiso-

lierung eine Kraft auf die kernmagnetische Resonanzvorrichtung aufbringt, und wobei der Vibrationsisoliermechanismus derart ausgebildet ist, daß er zu einer aktiven Vibrationsisolierung in der Lage ist, wobei der elektropneumatische Wandler mit einer Einrichtung zum Abschwächen eines Magnetfelds, das aus der kernmagnetischen Resonanzvorrichtung austritt, einhergeht und an einer derartigen Position angeordnet ist, daß das Leckmagnetfeld abgeschwächt wird.

nungseinrichtung aufweist, welcher eine Einrichtung zum Abschwächen eines aus der kernmagnetischen Resonanzvorrichtung austretenden Magnetfelds umfaßt und derart angeordnet ist, daß das Leckmagnetfeld abgeschwächt wird.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

3. Kernmagnetische Resonanzvorrichtung, welche aufweist: eine kernmagnetische Resonanzvorrichtung zur Erkennung einer Atomkonfiguration und einer Molekularstruktur einer Substanz basierend auf einem Abklingsignal einer induzierten elektromotiven Kraft, die durch Resonanzpräzession eines kernmagnetischen Moments erzeugt wird, welches durch das Abstrahlen von elektromagnetischen Impulsen im HF-Bereich induziert wird, wenn eine Substanz einem starken Magnetfeld ausgesetzt ist, und einen Vibrationsisoliermechanismus zum Unterdrücken von Vibrationen der kernmagnetischen Resonanzvorrichtung, wobei der Vibrationsisoliermechanismus als Betätigungseinrichtung eine Luftfeder aufweist, die über einen elektropneumatischen Wandler mit einer Druckluftquelle verbunden ist und zur Vibrationsisolierung eine Kraft auf die kernmagnetische Resonanzvorrichtung aufbringt, und wobei der Vibrationsisoliermechanismus derart ausgebildet ist, daß er zu einer aktiven Vibrationsisolierung in der Lage ist, und wobei der elektropneumatische Wandler derart angeordnet ist, daß er ein antreibendes Magnetfeld senkrecht zur Richtung des von der kernmagnetischen Resonanzvorrichtung kommenden Leckflusses erzeugt.

4. Kernmagnetische Resonanzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Luftfeder und das Leitungssystem aus nichtmagnetischem Material hergestellt sind.

5. Kernmagnetische Resonanzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine Steuereinrichtung des Vibrationsisoliermechanismus den durch den elektropneumatischen Wandler erzeugten Steuerdruck auf ungefähr die Fluidresonanzfrequenz verringert, um so das Auftreten von Fluidresonanz zwischen der Luftfeder und dem elektropneumatischen Wandler zu verhindern.

6. Kernmagnetische Resonanzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Vibrationsisoliermechanismus zusätzlich einen piezoelektrischen Beschleunigungssensor als Vibrationserkennungseinrichtung aufweist.

7. Kernmagnetische Resonanzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Vibrationsisoliermechanismus einen Servo-Beschleunigungssensor als Vibrationserken-

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

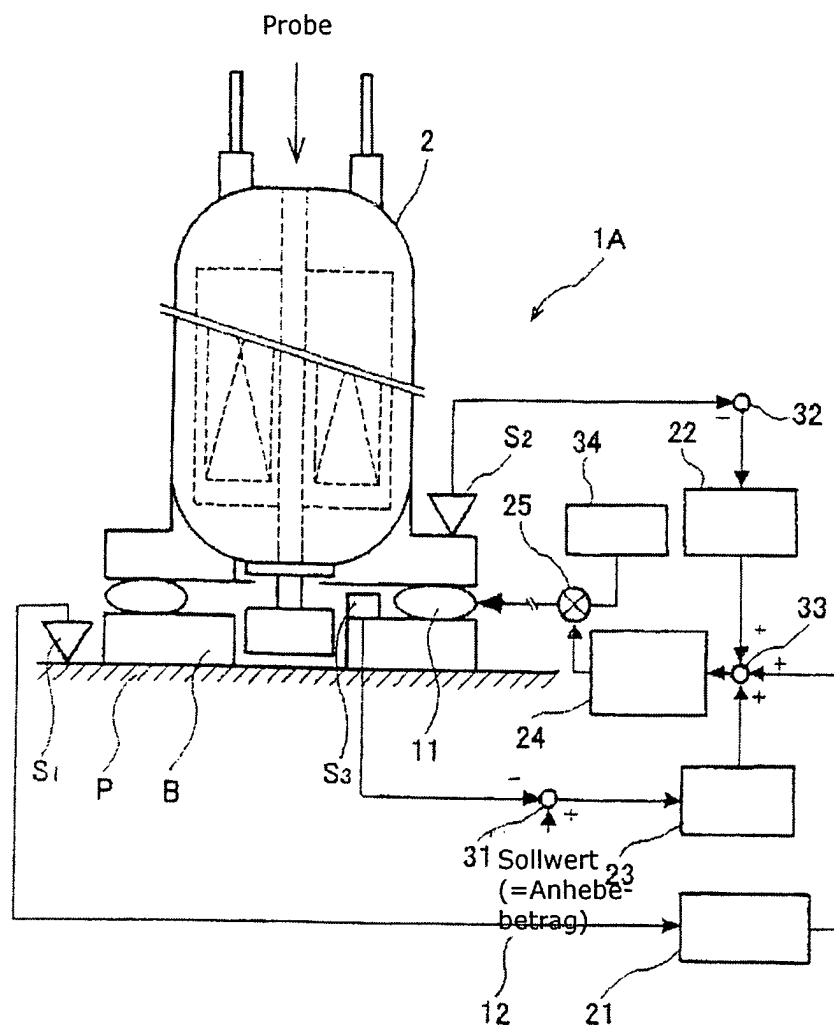


Fig. 2

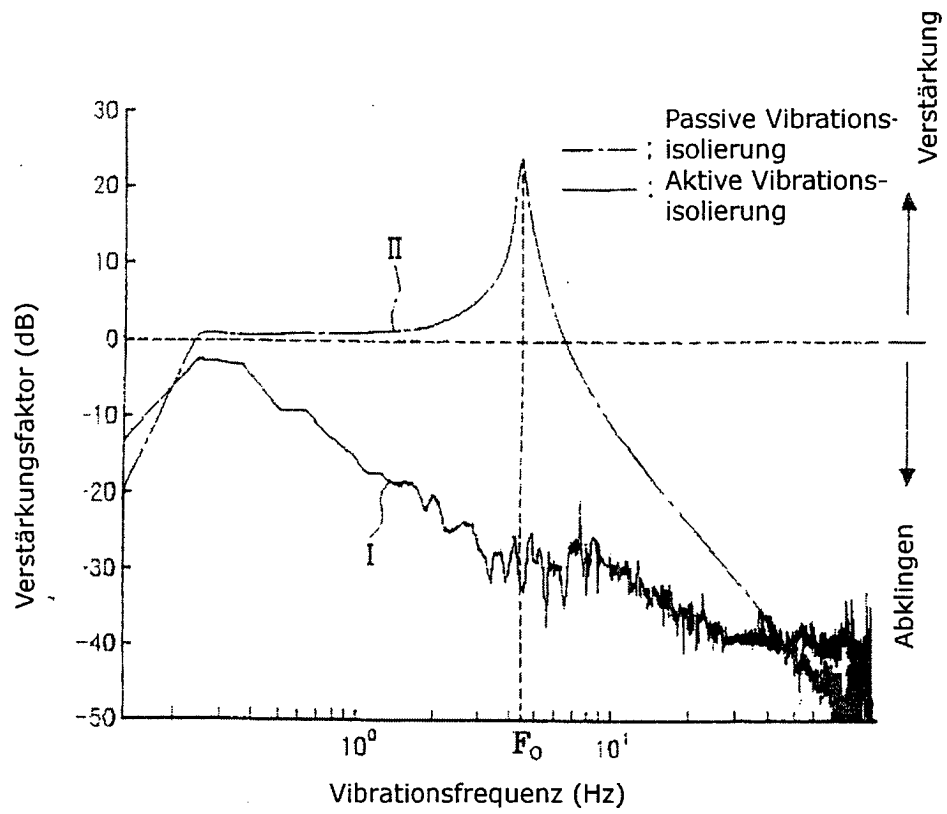


Fig. 3

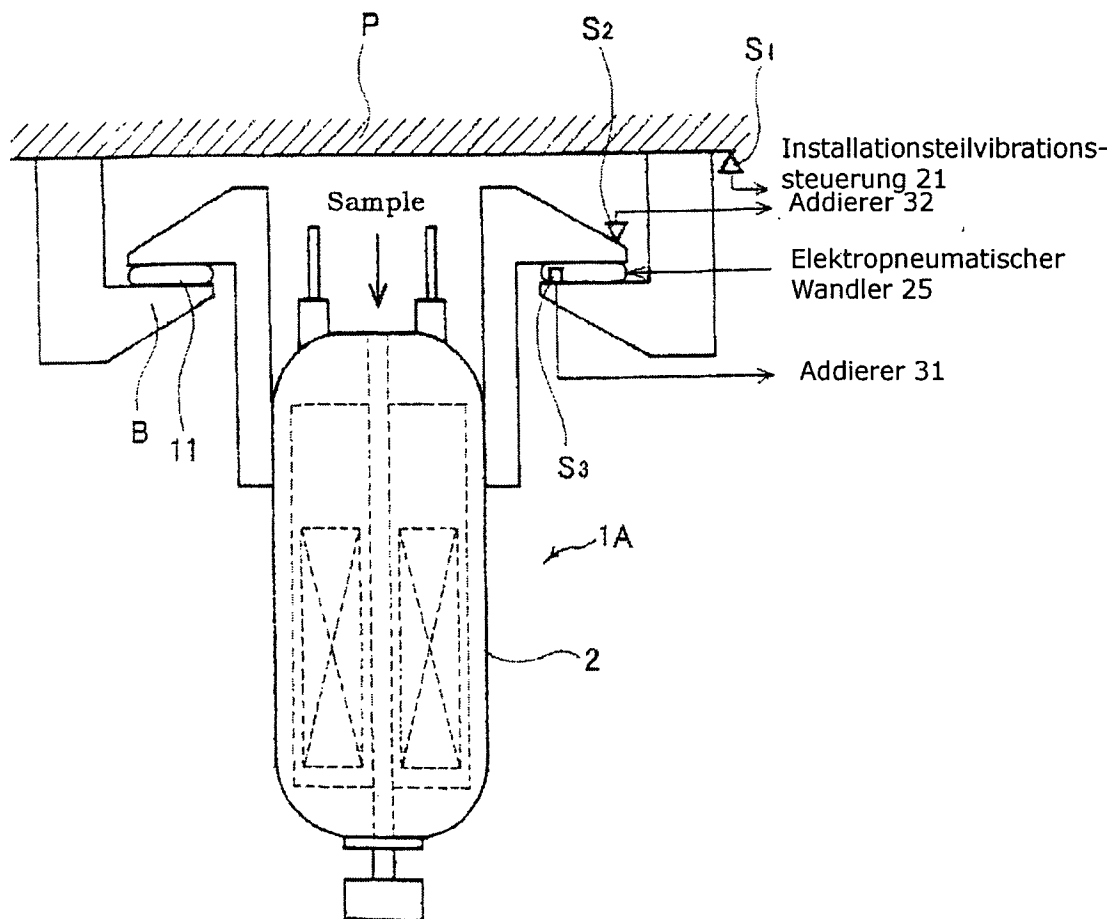


Fig. 4

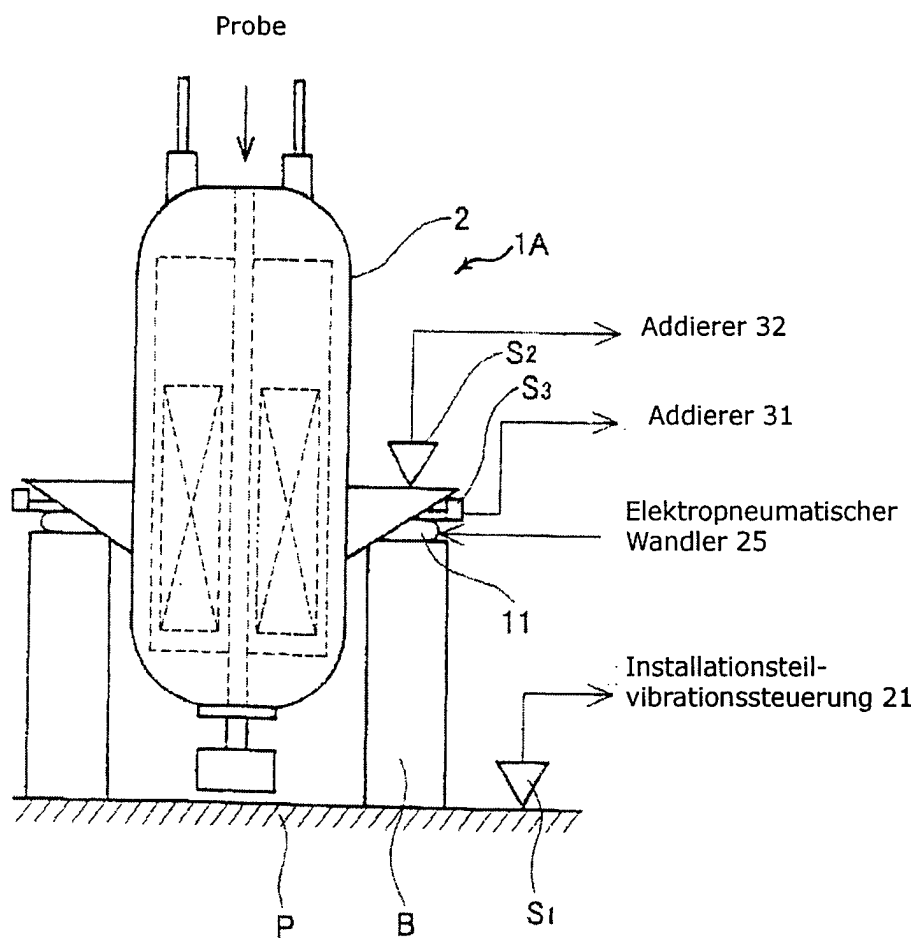


Fig. 5

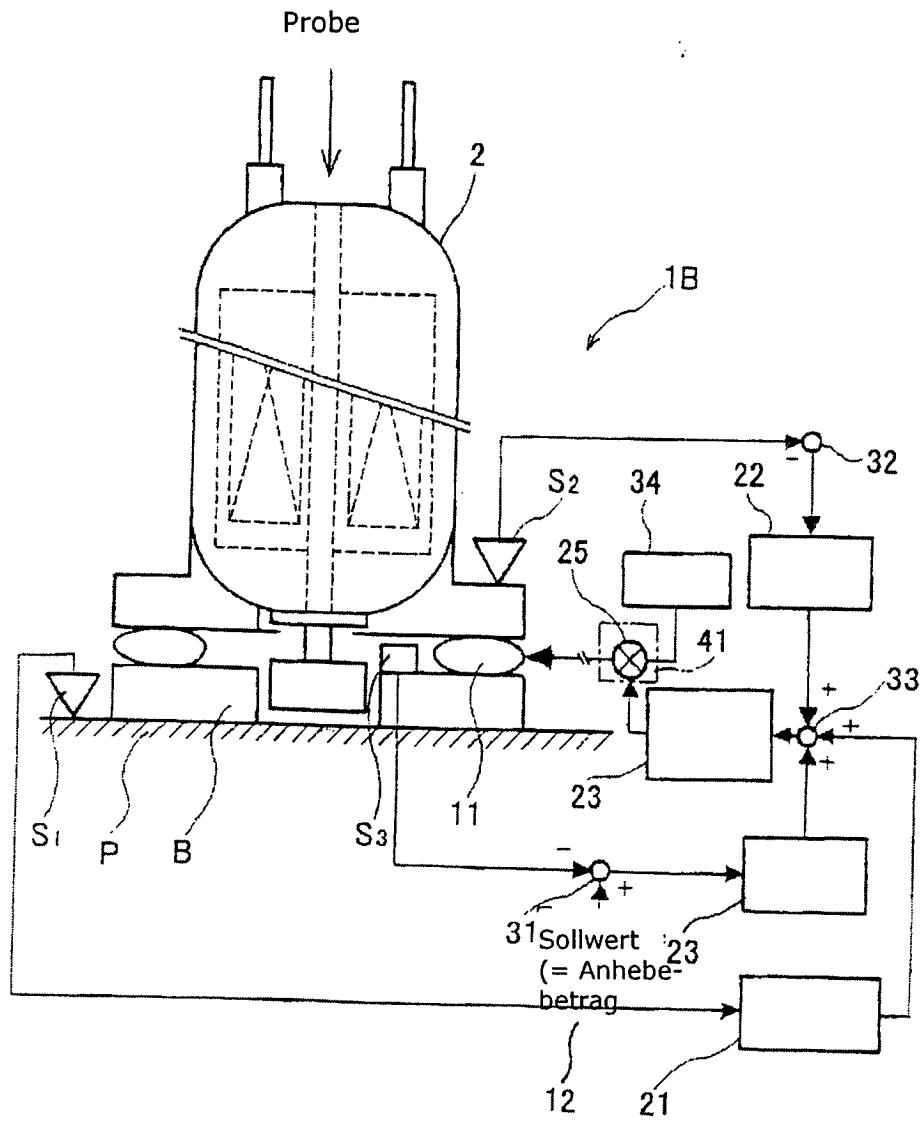


Fig. 6

