



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2005 050 108 B4 2009.04.09

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 050 108.7**  
(22) Anmeldetag: **18.10.2005**  
(43) Offenlegungstag: **26.04.2007**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **09.04.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F16C 32/06 (2006.01)**  
**B23Q 1/38 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit, dieses vertreten durch den Präsidenten der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt, 38116 Braunschweig, DE**

(74) Vertreter:

**GRAMM, LINS & PARTNER GbR, 38122 Braunschweig**

(72) Erfinder:

**Thomsen-Schmidt, Peter, Dr., 38116 Braunschweig, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

**DE 197 45 216 A1**  
**DE 195 35 531 A1**  
**DE 102 29 855 A1**  
**DE 33 38 075 A1**  
**DE 25 14 051 A1**  
**DE 2 02 079 A**  
**US 55 62 396 A**  
**JP 09-2 42 756 A**  
**DE 197 11 710 A1**

(54) Bezeichnung: **Luftlager und Verfahren zur Einstellung eines Lagerspalts**

(57) Hauptanspruch: Tastschnittgerät, das eine Tastnadel und einen Lagerkörper zum Aufnehmen eines zu vermessenden Probekörpers besitzt, wobei der Lagerkörper ein Luftlager ist mit

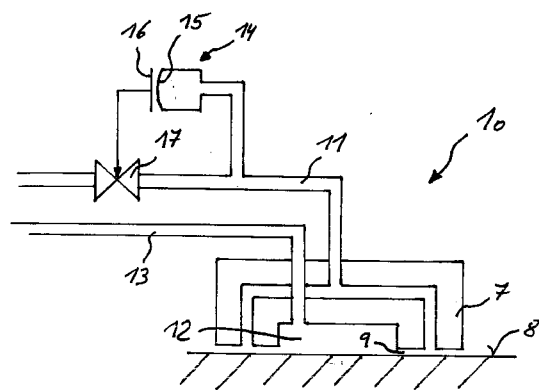
(a) einem zwischen einer Lagerfläche (8) und einem Lagerkörper (7) ausgebildeten Lagerspalt (9), der über eine Zufuhrleitung (11) mit einer Druckluftquelle verbunden ist,

(b) einem an der der Lagerfläche (8) zugewandten Seite des Lagerkörpers (7) von dem Lagerspalt (9) umgebenen Hohlraum (12), der mit einer Unterdruckquelle verbunden ist, wobei die Unterdruckquelle unabhängig von der Druckluftquelle ist, und

(c) einer Einrichtung zum Erfassen des Luftdruckes in der Zufuhrleitung (11),

gekennzeichnet durch

(e) eine elektronische PI-Druckregelung mit einer Auflösung im Promillebereich des Drucks, die so eingerichtet ist, dass die resultierende Strömung in dem Luftspalt (9) laminar ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Tastschnittgerät gemäß Anspruch 1.

**[0002]** Luftlager sind hinreichend bekannt, bei denen sich in einem Lagerspalt zwischen zwei Lagerkörpern ein Luftkissen ausbildet, auf dem die Lagerkräfte von einem Lagerkörper auf den anderen Lagerkörper berührungsfrei übertragen werden. Für eine zuverlässige Lagerung ist sowohl eine Einstellung der Ausrichtung der Lagerkörper als auch der Höhe des die beiden Lagerkörper trennenden Lagerspalts erforderlich. Die Höhe des Lagerspalts eines Luftlagers ist hierbei vom eingestellten Luftdruck am Luftlagereingang abhängig. Auftretende Schwankungen in der Luftversorgung verursachen eine entsprechende Änderung des Luftdrucks und wirken sich proportional auf die Lagerspalthöhe des Luftlagers aus.

**[0003]** Um den Lagerspalt einzustellen, wird in der DE 197 45 216 A1 ein Luftlager offenbart, bei dem die Zuleitung mit einer Druckluftquelle für die zugeführte Luft verbunden und dieser Zuleitung ein Mittel zum Messen des Durchsatzes der Druckluft zugeordnet ist. Der dort beschriebene ortsfeste Lagerkörper ist ein so genanntes Violdüsenlager, bei dem die Auslassöffnungen für die Druckluft in den Lagerspalt flächig über den Lagerbereich verteilt sind, beispielsweise durch Ausbilden des Lagerkörpers zumindest teilweise aus einem porösen Sintermaterial. Der Durchsatz wird mittels thermischer Durchflussmessgeräte oder mittels Schwebekörper-Durchflussmesser ermittelt. Der Durchsatz ist einstellbar, um über die Steuerung des Durchsatzes den Lagerspalt einzustellen. Die dem Lagerspalt zugeführte Druckluft entweicht am Rand des Luftlagers in die Umgebung. Durch die Verwendung des porösen Sinterlagers sind dort allerdings große Volumen- bzw. Zuleitungsströme für die Luft erforderlich. Die einstellbaren Lagerspalthöhen liegen in einem Bereich von einigen wenigen bis zu etwa 40 µm.

**[0004]** Es ist ferner aus der DE 197 11 710 A1 eine Funktionsüberwachung für ein Luftlager mit an einem Lagerkörper angeschlossenen Drucküberwachungseinrichtungen bekannt, bei der die Drucküberwachungseinrichtungen durch eine Messleitung und eine Bohrung in dem Lagerkörper, die in einer Öffnung in der Lagerfläche endet, mit dem Lagerspalt verbunden sind und auf den tatsächlich dort vorhandenen Druck reagieren. Der Druck in dem Lagerspalt nimmt von dem Zentrum der Lagerfläche zum Rand hin um etwa 40% ab, weshalb die Druckmessung bevorzugt im inneren Drittel der Lagerfläche durchgeführt wird. An dem Rand der Lagerfläche strömt die Luft aus dem Lagerspalt in die Umgebung.

**[0005]** Die DE 33 38 075 A1 beschreibt eine hydro-

statisch lastkompensierte Lagerung, vorzugsweise mehrerer übereinander angeordneter Tischführungen, wobei dem Lagerspalt der Tischführung ein Druckstrom über Drosselstellen zugeführt wird. In Abhängigkeit von der Belastung der Tischführung regelt ein zugeordneter Regler den Druck im Zulauf zu den Drosselstellen. Die Regelung ist durch einen über ein PID-Glied rückgekoppelten Operationsverstärker realisiert. Eine Angabe der Regelgenauigkeit ist der Druckschrift nicht zu entnehmen.

**[0006]** Für eine Einstellung des Vordruckes von den Luftlagern, also von dem Luftdruck in der Zufuhrleitung, werden oftmals großvolumige Ausgleichsbehälter und Regelventile mit einer Federregelung und analogem Anzeigergerät eingesetzt. Diese Gasdruckregler haben eine dem anliegenden Vordruck proportionale Charakteristik und erlauben die Einstellung eines konstanten Vordruckes mit einer Unsicherheit von etwa  $\pm 2\%$  vom Maximum des Einstellbereiches. Somit ist ein Vordruck von etwa 700 kPa (7 bar) mit einer Genauigkeit von etwa 14 kPa (0,14 bar) einstellbar. Geringere Schwankungen des Vordruckes machen sich daher als störende Lagerspaltschwankungen bemerkbar.

**[0007]** Aus der DE 195 35 531 A1 ist ein luftgelagerter Verfahrenschlitten für eine Steinplatte bekannt, die so ausgebildet ist, dass sich die Steinplatte nicht deformiert.

**[0008]** Aus der DE 25 14 051 ist ein Luftlager bekannt, das eine verbesserte Führung aufweist, indem in der Ebene der Tragtaschen Hafttaschen angeordnet sind, die im Verhältnis zum Druck in den Tragtaschen Unterdruck aufweisen, indem sie beispielsweise an eine Saugleitung angeschlossen sind.

**[0009]** Aus der DE 2 202 079 ist eine Messvorrichtung bekannt, die einen ersten, um eine Achse drehbaren Tisch und einen zweiten Tisch aufweist, der das Messobjekt trägt und der ebenfalls um eine Achse drehbar ist. Nahe bei dem Messobjekt ist ein die Wandstärke des Messobjekts anzeigendes Mittel vorgesehen.

**[0010]** Aus der US 5 562 396 ist ein luftgelagerter Tisch bekannt, bei dem aus Düsen Druckluft bzw. Unterdruck angelegt werden kann. Luftdruck und Unterdruck werden durch eine Steuerung geregelt.

**[0011]** Aus der DE 102 29 855 A1 ist ein luftgelagertes Antriebssystem bekannt, bei dem die Menge an eingblasener Luft und abgesaugter Luft gesteuert wird.

**[0012]** Aus der JP 09 242756 A ist ein weiteres Luftlager bekannt.

**[0013]** Vor diesem Hintergrund ist es die Aufgabe

der vorliegenden Erfindung bei einer Luftlagerung die Schwankungen und somit das Rauschen der Lager-spalthöhe zu vermeiden.

**[0014]** Die elektronische PI-Druckregelung ist so eingerichtet, dass eine geringe Luftmenge durchströmt bzw. ein geringer Luftdurchsatz erfolgt, so dass die resultierende Strömung in dem Luftspalt laminar ist. Vorteilhaft an der Erfindung ist, dass dadurch, dass die Strömung laminar ist, die Lagerhöhe proportional zum Luftdruck ist. Das Tastschnittgerät ist wegen der laminaren Strömung im Luftlager vorteilhafterweise zudem so rauscharm, dass Messgenauigkeiten von bis zu 2 nm erreichbar sind.

**[0015]** In vorteilhafter Weise ist bei einem erfindungsgemäßen Luftlager die Einrichtung zur Erfassung des Luftdruckes eine Druckmessdose. Dies ermöglicht eine hohe und präzise Messgenauigkeit.

**[0016]** Eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Luftlagers sieht vor, dass die mit dem Hohlraum verbundene Unterdruckquelle eine Drehschieber-Vakuumpumpe ist. Dies eröffnet die Möglichkeit, den Unterdruck unabhängig von dem Vordruck und dessen Schwankungen. weitestgehend konstant aufrecht zu erhalten.

**[0017]** Das erfindungsgemäße Luftlager eignet sich besonders zur Verwendung als Luftlager zum Lagern eines Probekörpers auf dem Lagerkörper, um eine Oberflächentopografie des Probekörpers zu erfassen. Bei der Oberflächenmessung, beispielsweise mit einem Tastschnittverfahren, sorgt das weitgehend rauscharme bzw. rauschfreie Luftlager für eine präzisere Topografievermessung.

### Patentansprüche

1. Tastschnittgerät, das eine Tastnadel und einen Lagerkörper zum Aufnehmen eines zu vermessenden Probekörpers besitzt, wobei der Lagerkörper ein Luftlager ist mit

(a) einem zwischen einer Lagerfläche (8) und einem Lagerkörper (7) ausgebildeten Lagerspalt (9), der über eine Zufuhrleitung (11) mit einer Druckluftquelle verbunden ist,

(b) einem an der der Lagerfläche (8) zugewandten Seite des Lagerkörpers (7) von dem Lagerspalt (9) umgebenen Hohlraum (12), der mit einer Unterdruckquelle verbunden ist, wobei die Unterdruckquelle unabhängig von der Druckluftquelle ist, und

(c) einer Einrichtung zum Erfassen des Luftdruckes in der Zufuhrleitung (11), gekennzeichnet durch

(e) eine elektronische PI-Druckregelung mit einer Auflösung im Promillebereich des Drucks, die so eingerichtet ist, dass die resultierende Strömung in dem Luftspalt (9) laminar ist.

2. Tastschnittgerät nach Anspruch 1, wobei die Einrichtung zum Erfassen des Luftdruckes eine Druckmessdose (14) ist.

3. Tastschnittgerät nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Unterdruckquelle eine Drehschieber-Vakuumpumpe ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

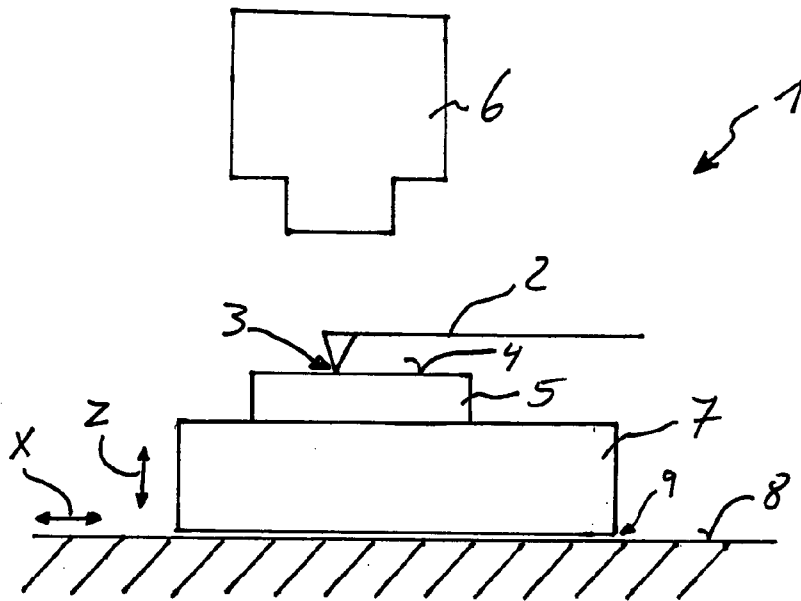


Fig. 1

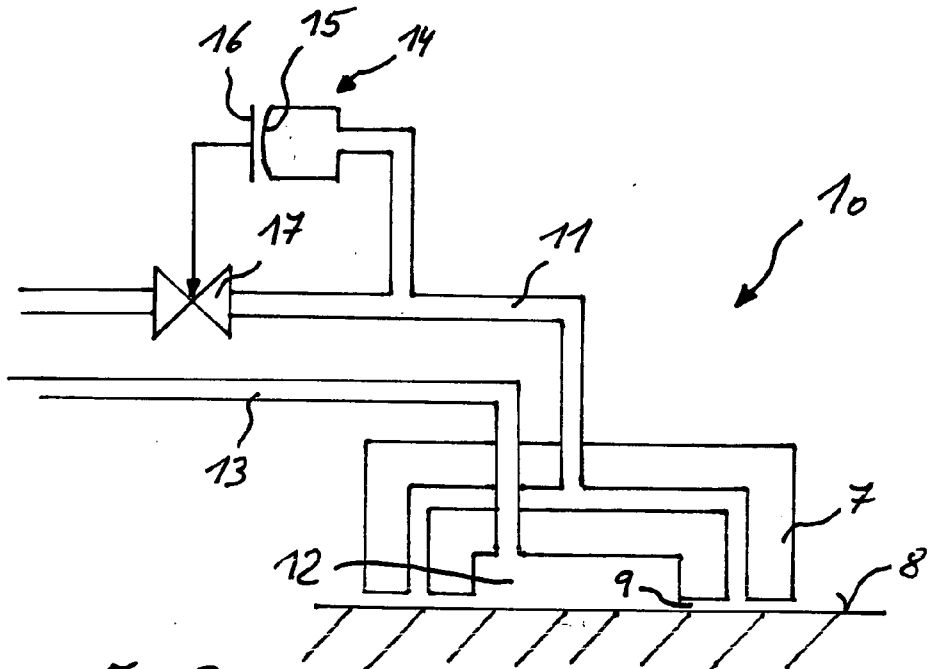


Fig. 2