

(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
30. Dezember 2009 (30.12.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/156094 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01M 1/36 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/004398

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. Juni 2009 (18.06.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2008 028 892.6 18. Juni 2008 (18.06.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **DITTEL MESSTECHNIK GMBH** [DE/DE]; Erpfingerstrasse 36, 86899 Landsberg/Lech (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KOENIGER, Willibald** [DE/DE]; Akeleistrasse 9, 87600 Kaufbeuren (DE). **SCHALK, David** [DE/DE]; Kronenstrasse 16, 44789 Bochum (DE).

(74) Anwalt: **MANITZ, FINSTERWALD & PARTNER** GBR; Postfach 31 02 20, 80102 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

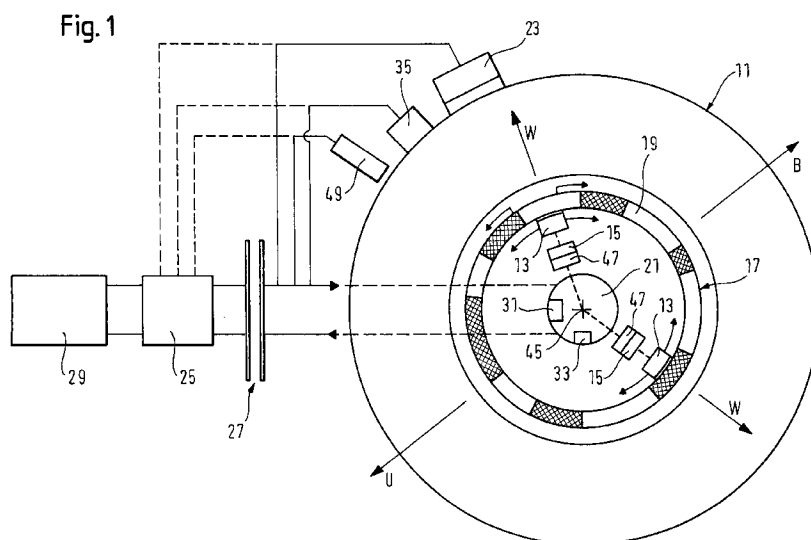
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: BALANCING DEVICE, BALANCING SYSTEM, AND BALANCING METHOD

(54) Bezeichnung: WUCHTEINRICHTUNG, AUSWUCHTSYSTEM UND AUSWUCHTVERFAHREN



(57) Abstract: The invention relates to a balancing device, particularly a balancing head or a balancing ring, for an electromechanical balancing system for rotating units, particularly for the spindles of machine tools, having at least one balancing mass that can be adjusted for compensating an out-of-balance mass of the unit, a drive unit, particularly an electric motor, for adjusting the balancing mass, and a positioning device for predetermining a plurality of positions to which the balancing mass can be adjusted.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Wuchteinrichtung, insbesondere Wuchtkopf oder Wuchtring, für ein elektromechanisches Auswuchtsystem für

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2009/156094 A1



rotierende Einheiten, insbesondere für Spindeln von Werkzeugmaschinen, mit zumindest einer Wuchtmasse, die zur Kompensation einer Unwucht der Einheit verstellbar ist, einer Antriebseinheit, insbesondere einem Elektromotor, zum Verstellen der Wuchtmasse, und einer Positioniereinrichtung, durch die eine Mehrzahl von Positionen vorgegeben ist, in welche die Wuchtmasse verstellbar ist.

WUCHTEINRICHTUNG, AUSWUCHTSYSTEM UND
AUSWUCHTVERFAHREN

- 5 Die Erfindung betrifft eine Wuchteinrichtung, insbesondere einen Wuchtkopf oder einen Wuchtring, für ein elektromechanisches Auswuchtsystem für rotierende Einheiten, insbesondere für Spindeln von Werkzeugmaschinen, mit zumindest einer Wuchtmasse, die zur Kompensation einer Unwucht der Einheit verstellbar ist, und einer Antriebseinheit, insbesondere einem Elektromotor, zum Verstellen der Wuchtmasse.

Bei derartigen Wuchteinrichtungen besteht das Problem, dass ein zielgerichtetes automatisches Auswuchten nicht möglich ist. Es sind Wuchtköpfe bekannt, die verstellbare Gewichte aufweisen. Bei diesen bekannten
15 Systemen kann aber nur nach dem so genannten "Trial and Error"-Prinzip gearbeitet werden, d.h. die Gewichte werden verstellt, und es wird das Verhalten des Gesamtsystems während dieses Verstellvorgangs hinsichtlich des Betrags und der Phase bzw. Winkelstellung des die jeweilige Unwucht kompensierenden, sich durch die Gewichte ergebenden Wuchtvektors beobachtet. Nachteilig an diesen Systemen ist insbesondere auch die
20 lange Zeitdauer, die für den Auswuchtvorgang benötigt wird.

Ebenfalls bekannt sind "händische" Auswuchtverfahren, bei denen die Gewichte per Hand an geeignete Positionen gesetzt werden. Ein erfahrener
25 Bediener kann auf diese Weise in Abhängigkeit von der jeweils gemessenen Reaktion des Gesamtsystems auf die momentan gewählte Lage der Gewichte eine zufrieden stellende Auswuchtung vornehmen. Für viele Anwendungen ist ein derartiges manuelles Verfahren allerdings vor allem aufgrund des damit verbundenen Zeitaufwands nicht akzeptabel.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Möglichkeit zum Auswuchten von rotierenden Einheiten zu schaffen, die eine hohe Zuverlässigkeit garantiert, möglichst wenig Zeit benötigt und automatisch durchführbar ist.

5

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch die Merkmale des Anspruchs 1 und insbesondere dadurch, dass die Wuchteinrichtung eine Positioniereinrichtung aufweist, durch die eine Mehrzahl von Positionen vorgegeben ist, in welche die Wuchtmasse verstellt werden kann.

10

Durch die Vorgabe einer Mehrzahl von Positionen für die Wuchtmasse ist es möglich, die Wuchtmasse gezielt in eine für den jeweiligen Auswuchtvorgang benötigte Position zu verstellen. Es ist nicht erforderlich, zumindest einen wesentlichen Teil des insgesamt möglichen Verstellweges für die Wuchtmasse deshalb zu durchfahren, um durch Beobachten der Reaktion des rotierenden Gesamtsystems die jeweils optimale Auswuchtposition der Wuchtmasse erst zu ermitteln. Ein solches "Probieren" ist aufgrund der Erfindung nicht mehr nötig. Folglich ermöglicht es die Erfindung, aus der gemessenen Unwucht eine Sollposition für die Wuchtmasse zu berechnen und anschließend die Wuchtmasse direkt in diese Sollposition zu verfahren. Die Sollposition zeichnet sich dadurch aus, dass die in der Sollposition befindliche Wuchtmasse die gemessene Unwucht gerade kompensiert.

15

20

Der Vorteil der erfindungsgemäßen Wuchteinrichtung besteht insbesondere darin, dass sie aufgrund der gezielten Positionierbarkeit der Wuchtmasse ein schnelles und zielgerichtetes automatisches Auswuchten ermöglicht.

25

Die Lösung der Aufgabe erfolgt außerdem durch ein elektromechanisches Auswuchtsystem für rotierende Einheiten, insbesondere für Spindeln von Werkzeugmaschinen, mit wenigstens einer in eine rotierende Einheit integrierte, an eine rotierende Einheit angebaute und/oder um eine rotierende Einheit herum montierte Wuchteinrichtung der hier angegebenen Art, und mit einer Messeinrichtung zum Bestimmen einer Unwucht der rotierenden Einheit.

Des Weiteren wird die Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zum, insbesondere automatischen, Auswuchten von rotierenden Einheiten mittels wenigstens einer Wuchteinrichtung der hier angegebenen Art, bei dem eine Unwucht der Einheit gemessen wird, aus der gemessenen Unwucht eine Sollposition für die Wuchtmasse berechnet wird, in der die Wuchtmasse die Unwucht kompensiert, und die Wuchtmasse in die Sollposition ver-

Bevorzugte Weiterbildungen der Wuchteinrichtung, des Auswuchtsystems sowie des Auswuchtverfahrens sind in den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung sowie der Zeichnung angegeben.

Bevorzugt ist die Wuchteinrichtung in die rotierende Einheit integrierbar, an die rotierende Einheit anbaubar und/oder um die rotierende Einheit herum montierbar. Integrierbare und/oder anbaubare Wuchteinrichtungen werden auch als Wuchtköpfe bezeichnet. Generell kann die Erfindung in Verbindung mit beliebig ausgestalteten elektromechanischen Wuchteinrichtungen realisiert werden.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass für die Positionen jeweils die Auswuchtwirkung der in der betreffenden Position befindlichen Wuchtmasse und/oder für jede Änderung der Positi-

on der Wuchtmasse die daraus resultierende Änderung der Auswuchtwirkung der Wuchtmasse bekannt oder bestimmbar ist. Die hierdurch gegebene Kenntnis des Verhaltens der Wuchteinrichtung in Bezug auf Verstellbewegungen der Wuchtmasse ermöglicht ein sehr schnelles Reagieren auf
5 gemessene Unwuchten, indem die Wuchtmasse in der jeweils erforderlichen Weise verstellt wird.

Eine weitere Verbesserung der Wuchteinrichtung wird dadurch erreicht, dass gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung durch die
10 Positionen jeweils die absolute Position der Wuchtmasse in einem bezüglich der Wuchteinrichtung festen Koordinatensystem vorgegeben oder bestimmbar ist. Ein derartiges absolutes System hat Vorteile gegenüber einem lediglich inkremental arbeitenden Positionierungssystem.

15 Es ist also möglich, die absolut(en) Position(en) der Wuchtmasse(n) zu bestimmen. Ein Vorteil hiervon ist, dass die Positionierungsbestimmung keine eigene Bewegung der Wuchtmasse(n) und/oder einer wie auch immer ausgebildeten Messeinrichtung oder Teilen davon erfordert, d.h. irgendwelche Relativbewegungen von Komponenten werden nicht benötigt.

20

Die Positioniereinrichtung kann eine Einrichtung zum Messen von Drehstellungen umfassen. Hierbei können in vorteilhafter Weise grundsätzlich bekannte Drehstellungsmesseinrichtungen verwendet werden, um für die Positionierbarkeit der Wuchtmasse zu sorgen. Es sind beispielsweise Ein-
25 richtungen bekannt, bei denen ein Permanentmagnet relativ zu einem in geeigneter Weise ausgebildeten Sensor drehbar angeordnet ist, wobei der Sensor in der Lage ist, die Drehstellung des Permanentmagneten mit einer Auflösung von deutlich unter 1° zu messen. Je nach konkreter Ausgestaltung der Wuchteinrichtung ist es möglich, derartige bekannte, insbeson-

dere kostengünstig frei erhältliche Messeinrichtungen zur Positionsbestimmung bzw. Positionierung der Wuchtmasse einzusetzen.

5 In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung sind die Positionen codiert und mittels eines Codelesers lesbar.

Eine Möglichkeit zur Positionscodierung besteht nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung darin, die Positionen nach dem Graycode-Prinzip zu codieren. Die Verwendung von Graycodes und die damit
10 verbundenen Vorteile insbesondere bei der Übertragung von Informationen sind grundsätzlich bekannt, weshalb hierauf nicht näher eingegangen zu werden braucht. Besonders vorteilhaft im Hinblick auf die Verwendung zur Positionierung von Wuchtmassen ist die besondere Robustheit bzw. Fehlerunanfälligkeit der Informationsübertragung. Insbesondere kann er-
15 findungsgemäß die Codierung der Positionen nach dem Single-Track-Graycode-Prinzip erfolgen.

Die praktische Umsetzung einer derartigen Codierung kann in grundsätzlich beliebiger Art und Weise erfolgen. Lediglich beispielhaft sei erwähnt,
20 dass als Codeträger ein in Umfangsrichtung magnetisierter Ringstreifen dienen kann, wobei als Codeleser ein entsprechend ausgebildeter Ringstreifen dient, der eine Mehrzahl von in Umfangsrichtung verteilt angeordneten, auf die Art und Weise der Magnetisierung ansprechenden Sensoren aufweist, die beispielsweise in Form von Hall-Sonden vorgesehen
25 sind.

Des Weiteren kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass einer Verstellbewegung der Wuchtmasse eine Bewegung eines Codeträgers relativ zu einem Codeleser zugeordnet ist, wobei diese Bewegung eine Änderung des
30 lesbaren Positionscodes zur Folge hat. Der Codeträger und die Wuchtmas-

se können beispielsweise mechanisch zwangsgekoppelt sein, so dass nur eine gemeinsame Bewegung von Wuchtmasse und Codeträger möglich ist.

Eine besonders einfache und gleichzeitig zuverlässige mögliche Ausgestaltung sieht vor, dass der Codeträger wenigstens eine, insbesondere genau eine, ringförmige Codespur umfasst. Im Falle mehrerer Wuchtmassen kann jeder Wuchtmasse eine beispielsweise ringförmige Codespur zugeordnet sein.

- 10 Die Wuchteinrichtung kann eine Mehrzahl von Wuchtmassen umfassen, wobei insbesondere genau zwei Wuchtmassen vorgesehen sind. Vorzugsweise sind die Wuchtmassen unabhängig voneinander verstellbar. Wenn wenigstens zwei Wuchtmassen vorgesehen sind, kann erfindungsgemäß der erforderliche Wuchtvektor sehr schnell sowohl hinsichtlich Betrag und
- 15 Phase bzw. Richtung eingestellt werden. Die einzelnen Wuchtmassen der Wuchteinrichtung können in axialer Richtung zueinander versetzt angeordnet sein. Alternativ ist eine Anordnung der Wuchtmassen mit gleicher axialer Lage möglich, was den Vorteil hat, dass keine axial beabstandeten Ausgleichsebenen existieren und folglich keine Momentenunwucht entsteht.
- 20

Bevorzugt ist die erfindungsgemäße Wuchteinrichtung zur Ausführung eines Mehr-Ebenen-Auswuchtens geeignet, wobei die Wuchteinrichtung wenigstens zwei an längs einer Achse der Wuchteinrichtung voneinander

25 beabstandeten Stellen angeordnete Anordnungen von jeweils wenigstens einer Wuchtmasse aufweist. Ein Mehr-Ebenen-Auswuchten, das in der Praxis häufig erforderlich ist, war bislang schwer handhabbar, und zwar aufgrund der unvermeidbaren Rückkopplung zwischen den beiden Auswuchtstellen, d.h. eine an der einen Auswuchtstelle vorgenommene Veränderung des Wuchtvektors hat eine Veränderung der Verhältnisse an der

30

anderen Auswuchtstelle zur Folge, und umgekehrt. Aufgrund der durch die erfindungsgemäße Positionierbarkeit der Wuchtmasse gegebenen Vorhersagbarkeit des Verhaltens des Systems bei einem Verstellen der Wuchtmasse kann man selbst derartige komplexe Auswuchtsituationen in den Griff bekommen und den insgesamt erforderlichen Wuchtvektor
5 schnell und automatisch zielgerichtet einstellen.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist in die Wuchteinrichtung eine Prozesseinrichtung integriert, die zumindest dazu
10 ausgebildet ist, in Abhängigkeit von einer gemessenen Unwucht betreffenden Signalen und/oder Daten zumindest einen Teil des die Wuchteinrichtung mit einbeziehenden Auswuchtprozesses durchzuführen. Hierdurch ist die Wuchteinrichtung im Hinblick auf die hierfür erforderlichen Prozesse selbst dazu in der Lage, zumindest einen Teil des erforderlichen Aus-
15 wuchtprozesses durchzuführen. Dieser Aspekt des Auswuchtens ist Gegenstand einer anderen Patentanmeldung der Anmelderin, so dass hierauf nicht näher eingegangen wird.

Die Prozesseinrichtung ist insbesondere zusätzlich dazu ausgebildet, Daten und/oder Signale zu erfassen, zu verarbeiten und/oder zu speichern
20 und/oder Prozesse auszuführen, die nicht den Auswuchtprozess betreffen. Hierdurch kann eine ohnehin für den Auswuchtprozess benötigte Infrastruktur für andere Zwecke genutzt werden.

25 Bei dem erfindungsgemäßen Auswuchtsystem kann vorgesehen sein, dass zur Steuerung eines Auswuchtprozesses der Wuchteinrichtung und/oder zur Kommunikation mit einer in die Wuchteinrichtung integrierten Prozesseinrichtung eine externe Steuereinrichtung vorgesehen ist. Diese externe Steuereinrichtung kann außerdem zur Energieversorgung der

Wuchteinrichtung und/oder zur Kommunikation mit einer übergeordneten Maschinensteuerung dienen.

5 Bevorzugt ist zur Energieversorgung der Wuchteinrichtung und/oder zur Kommunikation zwischen einer externen Steuereinrichtung und einer in die Wuchteinrichtung integrierten Prozesseinrichtung eine berührungslos arbeitende Übertragungseinrichtung vorgesehen. Eine derartige kontaktfreie Übertragung ist an sich bekannt, so dass hierauf nicht näher eingegangen zu werden braucht.

10

Das Auswuchtsystem kann zur Ausführung eines Mehr-Ebenen-Auswuch-
tens eine Mehrzahl von Wuchteinrichtungen umfassen, die dazu ausgebil-
det sind, an längs der Drehachse der Einheit voneinander beabstandeten
Stellen angeordnet zu werden. Für das in der Praxis wichtige Mehr-Ebe-
15 nen-Auswuchten kann also eine Mehrzahl von Wuchteinrichtungen vorge-
sehen sein, wobei es - wie vorstehend bereits erwähnt - auch möglich ist,
hierfür eine einzige Wuchteinrichtung vorzusehen, die mehrere Wucht-
massenanordnungen umfasst, die axial beabstandet sind.

20 Bei dem erfindungsgemäßen Auswuchtverfahren ist insbesondere vorge-
sehen, dass das Verfahren einschließlich des Verstellens der Wuchtmasse
bei rotierender Einheit durchgeführt wird. Vorzugsweise erfolgt das Aus-
wuchten bei mit Betriebs- oder Nenndrehzahl rotierender Einheit.

25 Die Erfindung betrifft außerdem eine während des Betriebs rotierende
Einheit, insbesondere eine Spindel einer Werkzeugmaschine, mit wenigstens einer Wuchteinrichtung der hier angegebenen Art oder mit einem
Auswuchtsystem der hier angegebenen Art.

Ferner betrifft die Erfindung eine Werkzeugmaschine mit wenigstens einer Wuchteinrichtung der hier angegebenen Art oder mit einem Auswuchtsystem der hier angegebenen Art.

- 5 Die Erfindung wird im Folgenden beispielhaft unter Bezugnahme auf die Zeichnung beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1 schematisch eine Ausführungsform eines erfindungs-
 gemäßen Auswuchtsystems an einer während des Be-
10 triebes rotierenden Einheit,
- Fig. 2 schematisch eine Ausführungsform eines Teils einer
 Positioniereinrichtung gemäß der Erfindung, und
- 15 Fig. 3a und 3b schematisch zwei Möglichkeiten zur Durchführung
 eines Mehr-Ebenen-Auswuchtens.

Fig. 1 zeigt schematisch in einer Ebene senkrecht zur Drehachse 45 eine
Spindel 11 einer Werkzeugmaschine. Das erfindungsgemäße Auswucht-
20 system, auf das nachstehend näher eingegangen wird, ist grundsätzlich in
Verbindung mit beliebigen rotierenden Einheiten verwendbar, die es aus-
zuwuchten gilt. Obwohl nachstehend von der Spindel 11 als auszuwuch-
tende Einheit die Rede ist, ist in der Praxis meist das Gesamtsystem rele-
vant, das zusätzlich zur Spindel das an der Spindel befestigte Werkzeug,
25 beispielsweise eine Schleifscheibe, die Spindellagerung und einen oder
mehrere Aufnahmeflansche umfasst. Wenn also im Folgenden von der
Spindel 11 als auszuwuchtende Einheit die Rede ist, dann ist darunter die
jeweils in der Praxis relevante, auszuwuchtende Gesamtanordnung zu
verstehen.

- In der Praxis ist die Spindel 11 Bestandteil einer Werkzeugmaschine, die einer übergeordneten Maschinensteuerung 29 zugeordnet ist. Die Maschinensteuerung 29 kommuniziert in dem dargestellten Ausführungsbeispiel mit einer externen Steuereinrichtung 25, die Bestandteil eines erfindungsgemäßen Auswuchtsystems ist. Der Umfang der Aufgaben, die von der externen Steuereinrichtung 25 übernommen werden, kann im Rahmen der Erfindung variieren. So kann beispielsweise vorgesehen sein, dass für die Positionierung der Wuchtmassen, worauf nachstehend näher eingegangen wird, erforderliche Berechnungen von der externen Steuereinrichtung 25 vorgenommen werden. Gleichwohl ist es möglich, dass derartige Berechnungen und weitere Aufgaben von einer in die Wuchteinrichtung integrierten, während des Betriebs rotierenden Prozesseinrichtung 21 durchgeführt werden.
- 15 Bei der Steuereinrichtung 25 handelt es sich um eine "externe" Komponente insofern, als die Steuereinrichtung 25 nicht Bestandteil des rotierenden Systems ist, sondern der stationären Seite zugeordnet ist.

- Das erfindungsgemäße Auswuchtsystem umfasst des Weiteren eine Wuchteinrichtung, die in dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel in die Spindel integriert ist und im Folgenden auch als Wuchtkopf bezeichnet wird. Wie eingangs bereits erwähnt, ist eine derartige Ausgestaltung der Wuchteinrichtung nicht zwingend, sondern die Erfindung umfasst auch auf andere Art und Weise mit der jeweiligen rotierenden Einheit zusammenwirkende Wuchteinrichtungen, beispielsweise anbaubare Wuchteinrichtungen oder Wuchtringe, die die jeweilige rotierende Einheit oder einen Bestandteil davon mittelfrei umschließen. Derartige Wuchtringe müssen nicht in Form eines geschlossenen Ringes vorliegen. Grundsätzlich ist es möglich, derartige Wuchteinrichtungen in Form von Ringseg-

menten, die beispielsweise eine etwa C-förmige Struktur aufweisen, vorzusehen.

Die Energieversorgung der hier in die Spindel 11 integrierten Wuchteinrichtung sowie die Kommunikation zwischen der externen Steuereinrichtung 25 und der Wuchteinrichtung, insbesondere der in die Wuchteinrichtung integrierten Prozesseinrichtung 21, erfolgt durch eine berührungslos arbeitende Übertragungseinrichtung 27. Wie durch die beiden, mit entgegengesetzt gerichteten Pfeilsymbolen versehenen Linien angedeutet, ist
5 mittels der Übertragungseinrichtung 27 eine bidirektionale Kommunikation mit der in die Spindel 11 integrierten Wuchteinrichtung möglich. Dies eröffnet mannigfaltige, bislang nicht in Verbindung mit Wuchteinrichtungen realisierbare Anwendungsmöglichkeiten.

15 Die hier in die Spindel 11 integrierte Wuchteinrichtung umfasst die bereits erwähnte integrierte Prozesseinrichtung 21 sowie zwei jeweils auf einer Kreisbahn um die Drehachse 45 bewegbare Wuchtmassen 13, denen jeweils ein Elektromotor 15 als Antriebseinheit mit einem entsprechenden Getriebe 47 zugeordnet ist. Die Darstellung der Anordnung dieser Kompo-
20 nenten in Fig. 1 ist rein schematisch zu verstehen. Wie beispielsweise eingangs in Verbindung mit den Wuchtmassen 13 bereits erwähnt, können die Wuchtmassen 13 in axialer Richtung beabstandet sein oder die gleiche axiale Lage bei unterschiedlichen radialen Lagen aufweisen.

25 Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass prinzipiell auch lediglich eine einzige verstellbare Wuchtmasse vorgesehen sein kann, die insbesondere nicht nur in Umfangsrichtung, sondern auch in radialer Richtung verstellbar ist, um den jeweils benötigten Wuchtvektor sowohl hinsichtlich Richtung als auch Betrag einstellen zu können.

Des Weiteren umfasst die Wuchteinrichtung eine Positioniereinrichtung 17, von der hier ein als geschlossener Ringstreifen ausgebildeter Codeträger 19 dargestellt ist. Auf die Positioniereinrichtung 17 wird nachstehend in Verbindung mit Fig. 2 näher eingegangen.

5

Der hier dargestellte Codering 19 ist einer der Wuchtmassen 13 zugeordnet und gemeinsam mit dieser Wuchtmasse 13 um die Drehachse 45 verdrehbar. Eine Verstellbewegung der Wuchtmasse 13 mittels des zugeordneten Elektromotors 15 hat folglich eine Bewegung des Coderings 19 zur
10 Folge, und zwar relativ zu einem Codeleser 37 (vgl. Fig. 2), was zu einer Änderung des lesbaren Positionscodes führt.

Der anderen Wuchtmasse 13 ist ebenfalls ein entsprechender, nicht dargestellter Codering zugeordnet, der gemeinsam mit dieser Wuchtmasse 13
15 bewegbar ist. Die beiden Wuchtmassen 13 und somit die beiden Coderinge 19 sind unabhängig voneinander bewegbar, d.h. die Elektromotoren 15 sind unabhängig voneinander ansteuerbar, so dass die beiden Wuchtmassen 13 unabhängig voneinander in eine jeweils vorgegebene Position verstellt werden können.

20

Das erfindungsgemäße Auswuchtsystem umfasst des Weiteren eine Messeinrichtung 23, beispielsweise einen Schwingungsaufnehmer, der dazu dient, eine vorhandene Unwucht U zu bestimmen. Die Art und Weise der Ausgestaltung der Messeinrichtung 23 ist grundsätzlich beliebig.

25

Des Weiteren umfasst das Auswuchtsystem einen Drehsignalgeber, der einen die Drehzahl der rotierenden Spindel repräsentierenden Wert bereitstellt.

Fig. 1 zeigt außerdem eine Messeinrichtung 35, beispielsweise einen Temperatursensor, der kein zwingender Bestandteil des erfindungsgemäßen Auswuchtsystems ist. Dieser Sensor 35 veranschaulicht eine Besonderheit der erfindungsgemäßen Wuchteinrichtung, die darin besteht, dass die integrierte Prozesseinrichtung 21 nicht nur den Auswuchtprozess betreffende Aufgaben übernimmt, sondern zusätzlich dazu in der Lage ist, auswuchtfremde Funktionen zu erfüllen. Hierauf wird nachstehend näher eingegangen.

Der Schwingungsaufnehmer 23, der Drehsignalgeber 49 und der Sensor 35 können, wie durch gestrichelte Linien angedeutet, mit der externen Steuereinrichtung 25 kommunizieren, die für die nötige Datenerfassung, Signalaufbereitung und Signalverarbeitung sorgt, um auf der Basis dieser Informationen zumindest den wesentlichen Teil des Auswuchtprozesses zu steuern. Alternativ kann vorgesehen sein, dass die erwähnten Komponenten direkt mit der in die Wuchteinrichtung integrierten Prozesseinrichtung 21 verbunden sind, so dass eine Übertragung der Informationen an die externe Steuereinrichtung 25 nicht erforderlich ist. Insbesondere für diesen Fall ist die integrierte Prozesseinrichtung 21 mit einer Erfassungs- und Verarbeitungseinrichtung versehen, mit der die eingehenden Signale und/oder Daten erfasst und verarbeitet werden können. Auf diese Weise ist die hier in die Spindel 11 integrierte Wuchteinrichtung aufgrund ihrer integrierten Prozesseinrichtung 21 selbst in der Lage, die als Basis für die Steuerung des Auswuchtprozesses nötigen Informationen zu beschaffen bzw. zu generieren. Insofern handelt es sich bei der Wuchteinrichtung um eine "intelligente" Wuchteinrichtung, die nicht lediglich extern generierte Steuersignale für die Elektromotoren 15 der Wuchtmassen 13 empfängt.

Des Weiteren ist die in die Wuchteinrichtung integrierte Prozesseinrichtung 21 in diesem Ausführungsbeispiel mit einer Speichereinrichtung 33

versehen. Hierdurch kann die Prozesseinrichtung 21 grundsätzlich beliebige Daten speichern, wobei diese Daten den Auswuchtprozess betreffen können, dies aber nicht zwingend erforderlich ist. Die zu speichernden Daten können beispielsweise den Betrieb und/oder den Zustand der Spindel 11 oder des mit der Spindel 11 verbundenen Werkzeugs auch im Hinblick auf auswuchtfremde Aspekte betreffen. Die Prozesseinrichtung 21 und somit die hier in die Spindel 11 integrierte Wuchteinrichtung dienen dadurch als "Fahrtenschreiber" oder "Datenlogger" für grundsätzlich beliebige Informationen.

10

Es ist auch möglich, in dem Datenspeicher 33 beispielsweise die Betriebssicherheit oder eine bestimmungsgemäße Verwendung des jeweiligen Werkzeugs betreffende Daten abzulegen. So weisen beispielsweise Schleifscheiben eine zulässige Maximaldrehzahl auf, der sich die Schleifscheibe aufgrund ihrer betriebsbedingten Abnutzung im Laufe der Betriebszeit nähert, da die wirksame Umfangsgeschwindigkeit der Schleifscheibe am Werkstück möglichst konstant bleiben soll. Indem dem Gesamtsystem derartige sicherheits- bzw. betriebsrelevante Daten mittels der Speichereinrichtung 33 der Prozesseinrichtung 21 zur Kenntnis gebracht werden, können diese Informationen automatisch während des Betriebs berücksichtigt werden. Diese Überwachung kann dann, sobald die betreffende Bedingung erfüllt ist, eine vorgegebene Reaktion auslösen, beispielsweise ein Warnsignal erzeugen.

15

20

25

30

Zur Durchführung des Auswuchtprozesses wird in dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel zunächst die vorhandene Unwucht U der Spindel 11 bzw. des die Spindel 11 und insbesondere das jeweilige Werkzeug umfassenden rotierenden Gesamtsystems bestimmt. Entweder mittels der externen Steuereinrichtung 25 oder der in die Wuchteinrichtung integrierten Prozesseinrichtung 21 werden aus der gemessenen Unwucht U Soll-

signale für die beiden Wuchtmassen 13 berechnet. Für jede Position der erfindungsgemäßen Wuchteinrichtung ist die Auswuchtwirkung W der an dieser Position befindlichen Wuchtmasse 13 bekannt. Für jede Positionierung der beiden Wuchtmassen 13 ist folglich bekannt, wie sich die beiden
5 Teil-Wuchtvektoren W zu einem resultierenden Wuchtvektor B addieren, so dass ausgehend von der durch die Messung hinsichtlich Richtung und Betrag bekannten Unwucht U diejenigen Sollpositionen für die beiden Massen berechnet werden können, die den gewünschten, die Unwucht U kompensierenden resultierenden Wuchtvektor W zur Folge haben.

10

Die Positionen, an denen sich die Wuchtmassen 13 sowohl bei einem Einschalten des Systems als auch während des Verstellvorgangs befinden, sind aufgrund der Positioniereinrichtung 17 eindeutig identifizierbar. Aus diesen eindeutig identifizierbaren Ist-Positionen der Wuchtmassen 13 und
15 den zuvor berechneten Sollpositionen können die erforderlichen Verstellwege für die Wuchtmassen 13 berechnet werden.

Fig. 2 zeigt einen ringförmigen Codeträger 19, der in Umfangsrichtung magnetisierte Segmente aufweist. Der hierdurch realisierte Binärcode
20 kann mittels eines Codelesers 37 gelesen werden, der entsprechend dem Codeträger 19 ringförmig ausgebildet ist und eine Mehrzahl von in Umfangsrichtung verteilt angeordneten Hall-Sonden 51 umfasst.

Bei einer Verstellbewegung der betreffenden Wuchtmasse 13 (vgl. Fig. 1)
25 wird der Codeträger 19 relativ zu dem Codeleser 37 verdreht, die im montierten Zustand koaxial zueinander und mit geringem axialen Abstand voneinander angeordnet sind. Die wesentliche Eigenschaft dieser Positioniereinrichtung ist, dass aufgrund der Nutzung dieses Single-Track-Graycode-Prinzips benachbarte, d.h. bei einer Drehung des Codelesers 19
30 relativ zum Codeleser 37 aufeinander folgende, Codes sich lediglich um

ein Bit voneinander unterscheiden. Die Ortsauflösung der Positioniereinrichtung bestimmt sich durch die Anzahl der Magnetisierungsbereiche des Codeträgers 19 sowie der Sensoren 51 des Codelesers 37.

- 5 In der Praxis können problemlos Ortsauflösungen mit mehreren Tausend Drehstellungen über einen Winkel von 360° erreicht werden.

Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass das Zusammenwirken von magnetisierten Segmenten eines Kreistrings mit einer entsprechenden

- 10 Anordnung von Hall-Sonden nur ein Beispiel für die Nutzung des Graycode-Prinzips darstellt. Es sind diesbezüglich grundsätzlich beliebige Ausgestaltungen der Positioniereinrichtung möglich. Auch die Nutzung des Gray-Code-Prinzips selbst ist nicht zwingend.

- 15 Die Fig. 3a und 3b zeigen zwei mögliche Varianten zur Durchführung eines Mehr-Ebenen-Auswuchtens einer rotierenden Einheit 11, beispielsweise einer relativ breiten Schleifscheibe.

- 20 Um an in axialer Richtung beabstandeten Ausgleichsebenen 43 auswuchten zu können, können gemäß Fig. 3a zwei separate Wuchteinrichtungen 39 zum Einsatz kommen, die in axialer Richtung voneinander beabstandet und beispielsweise jeweils an die rotierende Einheit 11 angebaut sind.

- 25 Alternativ kann gemäß Fig. 3b eine einzige Wuchteinrichtung 39 vorgesehen sein, die zwei axial beabstandete Wuchtbereiche 41 aufweist, wobei an jedem Wuchtbereich 41 wenigstens eine Wuchtmasse angeordnet ist. Auch auf diese Weise kann mit einer einzigen Wuchteinrichtung 39 an zwei axial beabstandeten Ausgleichsebenen 43 ausgewuchtet werden.

Die Wahl zwischen diesen beiden Varianten gemäß Fig. 3a und 3b erfolgt insbesondere in Abhängigkeit von den axialen Abmessungen der auswuchtenden rotierenden Einheit 11.

5 -.-.-.

Bezugszeichenliste

	11	rotierende Einheit
	13	Wuchtmasse
5	15	Antriebseinheit, Elektromotor
	17	Positioniereinrichtung
	19	Codeträger
	21	Prozesseinrichtung
	23	Messeinrichtung, Schwingungsaufnehmer
10	25	externe Steuereinrichtung
	27	Übertragungseinrichtung
	29	Maschinensteuerung
	31	Erfassungs- und Verarbeitungseinrichtung
	33	Speichereinrichtung
15	35	Messeinrichtung, Sensor
	37	Codeleser
	39	Wuchteinrichtung
	41	Wuchtbereich
	43	Ausgleichsebene
20	45	Bezugsachse/Drehachse
	47	Getriebe
	49	Drehsignalgeber
	51	Hall-Sonden/Sensoren
25	U	Unwucht
	W	Auswuchtwirkung
	B	resultierender Wuchtvektor

Patentansprüche

- 5 1. Wuchteinrichtung, insbesondere Wuchtkopf oder Wuchtring, für ein elektromechanisches Auswuchtsystem für rotierende Einheiten (11), insbesondere für Spindeln von Werkzeugmaschinen, mit zumindest einer Wuchtmasse (13), die zur Kompensation einer Unwucht (U) der Einheit (11) verstellbar ist,
- 10 einer Antriebseinheit (15), insbesondere einem Elektromotor, zum Verstellen der Wuchtmasse (13), und einer Positioniereinrichtung (17), durch die eine Mehrzahl von Positionen vorgegeben ist, in welche die Wuchtmasse (13) verstellbar ist.
- 15 2. Wuchteinrichtung nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass die Wuchteinrichtung in die Einheit (11) integrierbar, an die Einheit (11) anbaubar und/oder um die Einheit (11) herum montierbar ist.
- 20 3. Wuchteinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass für die Positionen jeweils die Auswuchtwirkung (W) der in der betreffenden Position befindlichen Wuchtmasse (13) und/oder für jede Änderung der Position der Wuchtmasse (13) die daraus resultierende Änderung der Auswuchtwirkung (W) der Wuchtmasse (13)
- 25 bekannt oder bestimmbar ist.

4. Wuchteinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass durch die Positionen jeweils die absolute Position der Wucht-
masse (13) in einem bezüglich der Wuchteinrichtung festen Koordi-
5 natensystem vorgegeben oder bestimmbar ist.
5. Wuchteinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Positioniereinrichtung (17) eine Einrichtung zum Messen
10 von Drehstellungen umfasst.
6. Wuchteinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Positionen codiert und mittels eines Codelesers (37) lesbar
15 sind.
7. Wuchteinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Positionen nach dem Graycode-Prinzip codiert sind, insbe-
20 sondere nach dem Single-Track-Graycode-Prinzip.
8. Wuchteinrichtung nach Anspruch 6 oder 7,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass einer Verstellbewegung der Wuchtmasse (13) eine Bewegung
25 eines Codeträgers (19) relativ zu einem Codeleser (37) zugeordnet
ist, die eine Änderung des lesbaren Positionscodes zur Folge hat.

9. Wuchteinrichtung nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Codeträger (19) wenigstens eine, insbesondere genau eine,
ringförmige Codespur umfasst.

5

10. Wuchteinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Wuchteinrichtung eine Mehrzahl von Wuchtmassen (13),
insbesondere genau zwei Wuchtmassen (13), umfasst, wobei die
10 Wuchtmassen (13) unabhängig voneinander verstellbar sind.

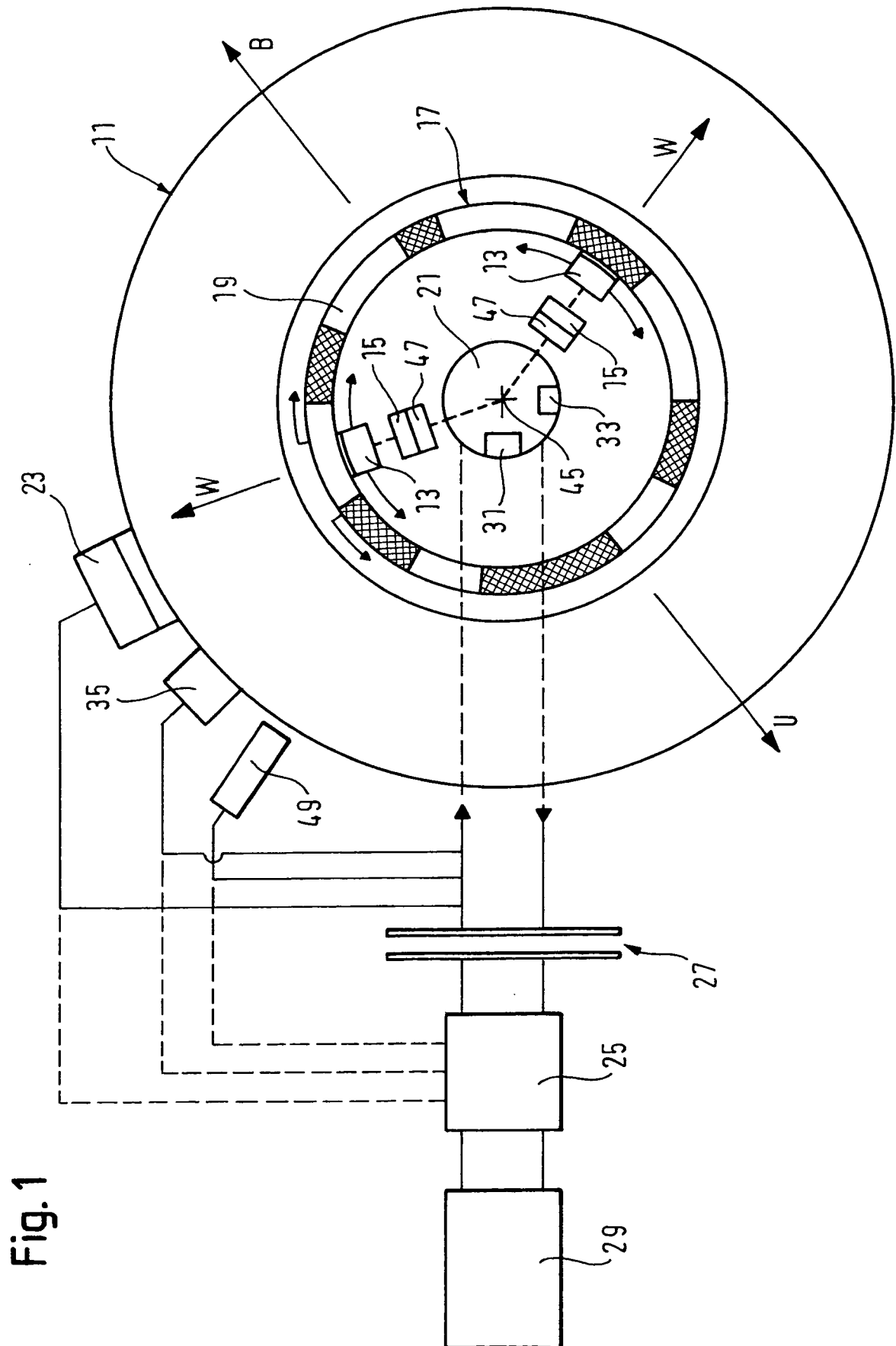
11. Wuchteinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass zur Ausführung eines Mehr-Ebenen-Auswuchtens die Wucht-
15 einrichtung wenigstens zwei an längs einer Achse der Wuchteinrich-
tung voneinander beabstandeten Stellen angeordnete Anordnungen
von jeweils wenigstens einer Wuchtmasse (13) umfasst.

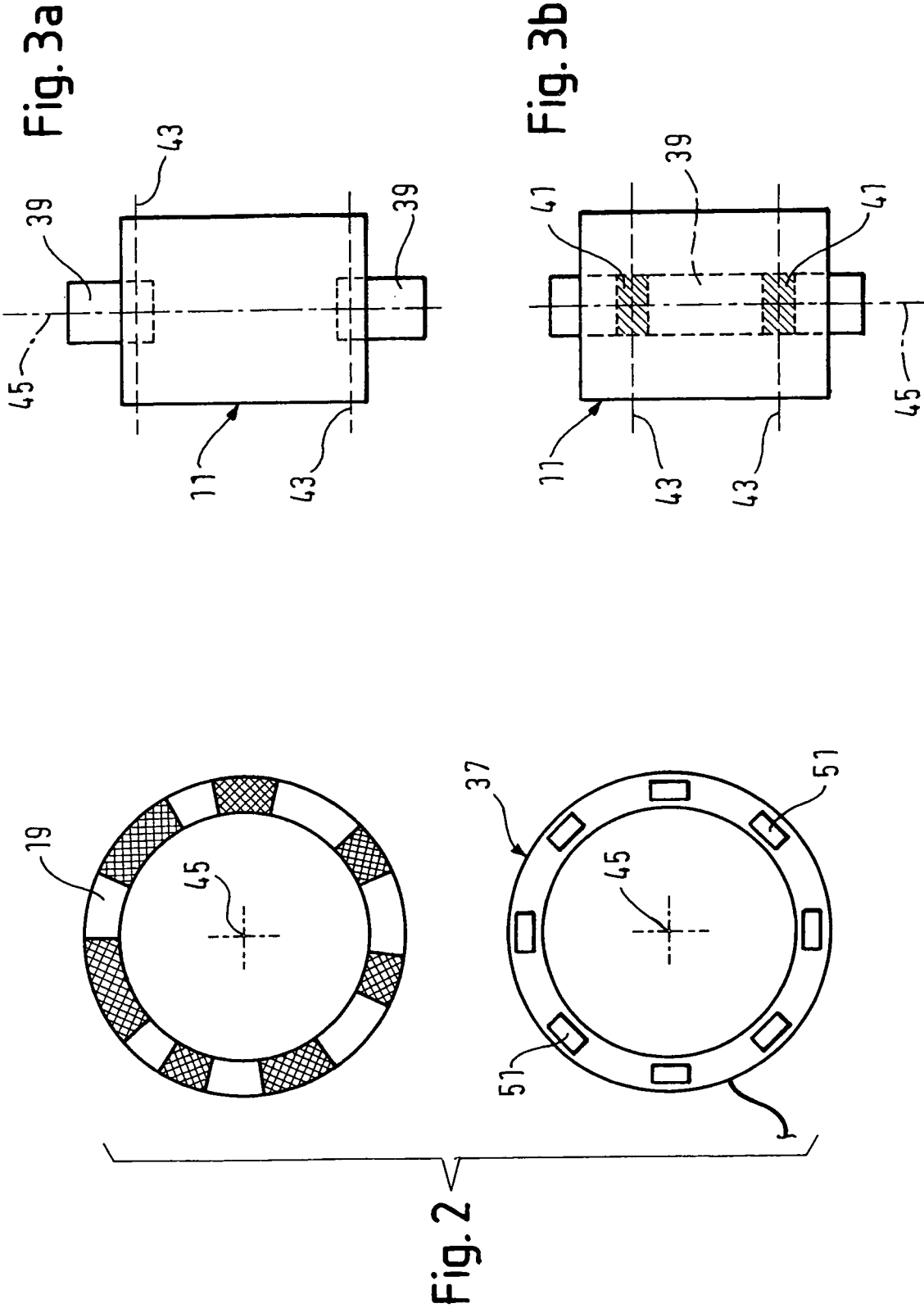
12. Wuchteinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
20 dadurch gekennzeichnet,
dass eine in die Wuchteinrichtung integrierte Prozesseinrichtung
(21) vorgesehen ist, die zumindest dazu ausgebildet ist, in Abhän-
gigkeit von einer gemessenen Unwucht (U) betreffenden Signalen
und/oder Daten zumindest einen Teil eines der Wuchteinrichtung
25 mit einbeziehenden Auswuchtprozesses durchzuführen.

13. Wuchteinrichtung nach Anspruch 12,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Prozesseinrichtung (21) zusätzlich dazu ausgebildet ist, Da-
ten und/oder Signale zu erfassen, zu verarbeiten und/oder zu spei-
5 chern und/oder Prozesse auszuführen, die nicht den Auswuchtpro-
zess betreffen.
14. Elektromechanisches Auswuchtsystem für rotierende Einheiten (11),
insbesondere für Spindeln von Werkzeugmaschinen, mit
10 wenigstens einer in eine Einheit (11) integrierten, an eine Einheit
(11) angebauten und/oder um eine Einheit (11) herum montierten
Wuchteinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, und
einer Messeinrichtung (23) zum Bestimmen einer Unwucht der Ein-
heit (11).
15
15. Auswuchtsystem nach Anspruch 14,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass zur Steuerung eines Auswuchtprozesses der Wuchteinrichtung
und/oder zur Kommunikation mit einer in die Wuchteinrichtung in-
20 tegrierten Prozesseinrichtung (21) eine externe Steuereinrichtung
(25) vorgesehen ist.
16. Auswuchtsystem nach Anspruch 14 oder 15,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
25 dass zur Energieversorgung der Wuchteinrichtung und/oder zur
Kommunikation zwischen einer externen Steuereinrichtung (25) und
einer in die Wuchteinrichtung integrierten Prozesseinrichtung (21)
eine berührungslos arbeitende Übertragungseinrichtung (27) vorge-
sehen ist.

17. Auswuchtsystem nach einem der Ansprüche 14 bis 16,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass eine externe Steuereinrichtung (25) und/oder eine in die
Wuchteinrichtung integrierte Prozesseinrichtung (21) dazu ausgebil-
5 det ist, insbesondere automatisch, aus einer gemessenen Unwucht
(U) der Einheit (11) eine Sollposition für die Wuchtmasse (13) zu be-
rechnen, in der die Wuchtmasse (13) die Unwucht (U) kompensiert,
und die Wuchtmasse (13) in die Sollposition zu verstellen.
- 10 18. Auswuchtsystem nach einem der Ansprüche 14 bis 17,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass zur Ausführung eines Mehr-Ebenen-Auswuchtens eine Mehr-
zahl von Wuchteinrichtungen vorgesehen ist, die dazu ausgebildet
15 sind, an längs der Drehachse der Einheit (11) voneinander
beabstandeten Stellen angeordnet zu werden.
19. Während des Betriebs rotierende Einheit (11), insbesondere Spindel
einer Werkzeugmaschine, mit wenigstens einer Wuchteinrichtung
nach einem der Ansprüche 1 bis 13 oder mit einem Auswuchtsys-
20 tem nach einem der Ansprüche 14 bis 18.
20. Werkzeugmaschine mit wenigstens einer Wuchteinrichtung nach
einem der Ansprüche 1 bis 13 oder mit einem Auswuchtsystem
nach einem der Ansprüche 14 bis 18.

21. Verfahren zum, insbesondere automatischen, Auswuchten von rotierenden Einheiten (11), insbesondere Spindeln von Werkzeugmaschinen, mittels wenigstens einer in die Einheit (11) integrierten, an die Einheit (11) angebauten und/oder um die Einheit (11) herum montierten Wuchteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, bei dem
- 5 eine Unwucht (U) der Einheit (11) gemessen wird,
aus der gemessenen Unwucht (U) eine Sollposition für die Wuchtmasse (13) berechnet wird, in der die Wuchtmasse (13) die Unwucht
10 (U) kompensiert, und
die Wuchtmasse (13) in die Sollposition verstellt wird.
22. Verfahren nach Anspruch 21,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
- 15 dass das Verfahren einschließlich des Verstellens der Wuchtmasse (13) bei, insbesondere mit Betriebsdrehzahl, rotierender Einheit (11) durchgeführt wird.
23. Verfahren nach Anspruch 21 oder 22,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
- 20 dass zur Ausführung eines Mehr-Ebenen-Auswuchtens das Verfahren mittels wenigstens zwei an längs der Drehachse der Einheit (11) voneinander beabstandeten Stellen angeordneten Wuchteinrichtungen oder in eine Wuchteinrichtung integrierten Anordnungen von
25 jeweils wenigstens einer Wuchtmasse (13) durchgeführt wird.





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/004398

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01M1/36

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)
G01M

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 practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 580 543 A (HOFMANN MESS UND AUSWUCHTTECHN [DE]) 28 September 2005 (2005-09-28) paragraph [0019] - paragraph [0028]; figures 1-4	1-10, 14, 15, 17, 19, 21, 22
X	WO 01/98745 A (ULTRA ELECTRONICS LTD [GB]; ROSS COLIN FRAZER [GB]; STOTHERS IAN [GB]) 27 December 2001 (2001-12-27) page 6, line 12 - page 13, line 27; figures 1-6, 10, 11	1-5, 10, 12-17, 19, 21, 22
X	WO 03/042650 A (LORD CORP [US]) 22 May 2003 (2003-05-22) paragraph [0018] - paragraph [0028]; figures 1-7	1-10, 14, 15, 17-19, 21-23
	----- -/-- -----	



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 document 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.

Z document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 September 2009

Date of mailing of the international search report

30/09/2009

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

Gruss, Christian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2009/004398

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2006/005623 A1 (HILDEBRAND STEPHEN [US] ET AL) 12 January 2006 (2006-01-12) paragraph [0045] - paragraph [0063]; figures 1-11 -----	1-10, 14, 15, 17, 19-22
X	US 2001/035068 A1 (CASE WAYNE A [US] ET AL) 1 November 2001 (2001-11-01) paragraph [0047] - paragraph [0159]; figures 1-10 -----	1-10, 12, 14-17, 19-22
X	EP 0 578 939 A (HOFMANN MASCHINENBAU GMBH [DE]) 19 January 1994 (1994-01-19) figures 1-5 -----	1-5, 10, 14, 15, 17, 19-22
X	WO 94/03788 A (MARPOSS SPA [IT]; CATTANI CARLO [IT]) 17 February 1994 (1994-02-17) page 3, line 28 - page 6, line 31; figures 1-3 -----	1-5, 10, 14, 15, 17-23
X	WO 94/04899 A (EUROFLEX TRANSMISSIONS LTD [GB]; GOODY EDWARD WALTER [GB]) 3 March 1994 (1994-03-03) page 4, line 6 - page 9, line 21; figures 1-5 -----	1-5, 10-12, 14-17, 19, 21, 22
X	DE 103 04 719 A1 (IFA TECHNOLOGIES GMBH [DE]) 26 August 2004 (2004-08-26) paragraph [0044] - paragraph [0061]; figures 1-3 -----	1-5, 10, 12-19, 21-23
X	DE 37 42 149 A1 (STUDIO S GES FUER ELEKTRONIK D [DE]) 22 June 1989 (1989-06-22) the whole document -----	1-5, 10, 12, 14-17, 19, 21, 22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/004398

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1580543	A	28-09-2005	DE 102004014992 A1	13-10-2005
WO 0198745	A	27-12-2001	AU 5548000 A	02-01-2002
			CA 2412809 A1	27-12-2001
			EP 1292811 A1	19-03-2003
			JP 2005502026 T	20-01-2005
WO 03042650	A	22-05-2003	CN 1602418 A	30-03-2005
			TW 564295 B	01-12-2003
US 2006005623	A1	12-01-2006	NONE	
US 2001035068	A1	01-11-2001	NONE	
EP 0578939	A	19-01-1994	DE 4222535 A1	13-01-1994
			ES 2096135 T3	01-03-1997
			JP 6066666 A	11-03-1994
			US 5467653 A	21-11-1995
WO 9403788	A	17-02-1994	DE 69303283 D1	25-07-1996
			DE 69303283 T2	31-10-1996
			EP 0653054 A1	17-05-1995
			IT 1258192 B	21-02-1996
			JP 8501624 T	20-02-1996
			JP 3137647 B2	26-02-2001
			US 5549019 A	27-08-1996
WO 9404899	A	03-03-1994	AU 4970493 A	15-03-1994
DE 10304719	A1	26-08-2004	NONE	
DE 3742149	A1	22-06-1989	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01M1/36

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETERecherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01M

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**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 580 543 A (HOFMANN MESS UND AUSWUCHTTECHN [DE]) 28. September 2005 (2005-09-28) Absatz [0019] - Absatz [0028]; Abbildungen 1-4	1-10,14, 15,17, 19,21,22
X	WO 01/98745 A (ULTRA ELECTRONICS LTD [GB]; ROSS COLIN FRAZER [GB]; STOTHERS IAN [GB]) 27. Dezember 2001 (2001-12-27) Seite 6, Zeile 12 - Seite 13, Zeile 27; Abbildungen 1-6,10,11	1-5,10, 12-17, 19,21,22
X	WO 03/042650 A (LORD CORP [US]) 22. Mai 2003 (2003-05-22) Absatz [0018] - Absatz [0028]; Abbildungen 1-7	1-10,14, 15, 17-19, 21-23
	----- -/--	



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 älteres Dokument, 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 anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. September 2009

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

30/09/2009

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

Gruss, Christian

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2006/005623 A1 (HILDEBRAND STEPHEN [US] ET AL) 12. Januar 2006 (2006-01-12) Absatz [0045] - Absatz [0063]; Abbildungen 1-11 -----	1-10, 14, 15, 17, 19-22
X	US 2001/035068 A1 (CASE WAYNE A [US] ET AL) 1. November 2001 (2001-11-01) Absatz [0047] - Absatz [0159]; Abbildungen 1-10 -----	1-10, 12, 14-17, 19-22
X	EP 0 578 939 A (HOFMANN MASCHINENBAU GMBH [DE]) 19. Januar 1994 (1994-01-19) Abbildungen 1-5 -----	1-5, 10, 14, 15, 17, 19-22
X	WO 94/03788 A (MARPOSS SPA [IT]; CATTANI CARLO [IT]) 17. Februar 1994 (1994-02-17) Seite 3, Zeile 28 - Seite 6, Zeile 31; Abbildungen 1-3 -----	1-5, 10, 14, 15, 17-23
X	WO 94/04899 A (EUROFLEX TRANSMISSIONS LTD [GB]; GOODY EDWARD WALTER [GB]) 3. März 1994 (1994-03-03) Seite 4, Zeile 6 - Seite 9, Zeile 21; Abbildungen 1-5 -----	1-5, 10-12, 14-17, 19, 21, 22
X	DE 103 04 719 A1 (IFA TECHNOLOGIES GMBH [DE]) 26. August 2004 (2004-08-26) Absatz [0044] - Absatz [0061]; Abbildungen 1-3 -----	1-5, 10, 12-19, 21-23
X	DE 37 42 149 A1 (STUDIO S GES FUER ELEKTRONIK D [DE]) 22. Juni 1989 (1989-06-22) das ganze Dokument -----	1-5, 10, 12, 14-17, 19, 21, 22

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/004398

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1580543	A	28-09-2005	DE 102004014992 A1	13-10-2005
WO 0198745	A	27-12-2001	AU 5548000 A	02-01-2002
			CA 2412809 A1	27-12-2001
			EP 1292811 A1	19-03-2003
			JP 2005502026 T	20-01-2005
WO 03042650	A	22-05-2003	CN 1602418 A	30-03-2005
			TW 564295 B	01-12-2003
US 2006005623	A1	12-01-2006	KEINE	
US 2001035068	A1	01-11-2001	KEINE	
EP 0578939	A	19-01-1994	DE 4222535 A1	13-01-1994
			ES 2096135 T3	01-03-1997
			JP 6066666 A	11-03-1994
			US 5467653 A	21-11-1995
WO 9403788	A	17-02-1994	DE 69303283 D1	25-07-1996
			DE 69303283 T2	31-10-1996
			EP 0653054 A1	17-05-1995
			IT 1258192 B	21-02-1996
			JP 8501624 T	20-02-1996
			JP 3137647 B2	26-02-2001
			US 5549019 A	27-08-1996
WO 9404899	A	03-03-1994	AU 4970493 A	15-03-1994
DE 10304719	A1	26-08-2004	KEINE	
DE 3742149	A1	22-06-1989	KEINE	