

(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
7. Juni 2007 (07.06.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/062985 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B23Q 11/00 (2006.01)

(DE). **KLAUS, Maximilian** [DE/DE]; Mechthildenstr.
17, 80639 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/068538

(74) **Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
16. November 2006 (16.11.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart*): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, 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, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO,
RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2005 057 175.1
30. November 2005 (30.11.2005) DE

(71) **Anmelder** (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US*): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) **Erfinder; und**

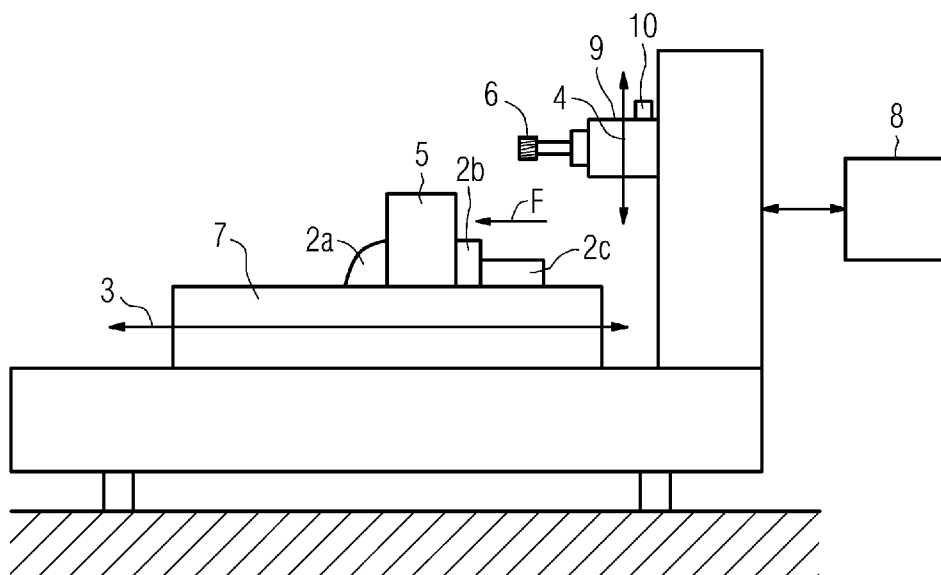
(84) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,

(75) **Erfinder/Anmelder** (*nur für US*): **BRETSCHNEIDER,
Jochen** [DE/DE]; Hohenkreuzweg 21, 73732 Esslingen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD FOR REDUCING VIBRATIONS OF A MACHINE ELEMENT AND/OR A WORKPIECE

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUR REDUKTION VON SCHWINGUNGEN EINES MASCHINENELEMENTS
UND/ODER EINES WERKSTÜCKS



(57) **Abstract:** The invention relates to a method for reducing vibrations of a machine element (9) and/or a workpiece (5) in a machine tool, a production machine and/or in a machine which is embodied as a robot. A clamping force (F), which is used to lock the workpiece (5) and which makes the workpiece holder (2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 11a, 11b) act upon the workpiece (5), is modified when vibrations occur. The invention also relates to a corresponding machine. Due to said invention, vibrations of a machine element (9) and/or a workpiece (5), which occur during a machining process, are reduced.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/062985 A1



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, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reduktion von Schwingungen eines Maschinenelements (9) und/oder eines Werkstücks (5) bei einer Werkzeugmaschine, Produktionsmaschine und/oder bei einer als Roboter ausgebildeten Maschine, wobei bei Auftreten der Schwingungen eine zur Arretierung des Werkstücks (5) verwendete Spannkraft (F), mit der eine Werkstückhaltevorrichtung (2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 11a, 11b) auf das Werkstück (5) einwirkt, verändert wird. Weiterhin betrifft die Erfindung eine diesbezügliche Maschine. Die Erfindung ermöglicht während eines Bearbeitungsvorgangs auftretende Schwingungen eines Maschinenelements (9) und/oder eines Werkstücks (5) zu reduzieren.

Verfahren zur Reduktion von Schwingungen eines Maschinenelements und/oder eines Werkstücks

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reduktion von Schwingungen eines Maschinenelements und/oder eines Werkstücks bei einer Werkzeugmaschine, Produktionsmaschine und/oder bei einer als Roboter ausgebildeten Maschine. Weiterhin betrifft die Erfindung eine diesbezügliche Maschine.

Bei Maschinen wie z.B. Werkzeugmaschinen, Produktionsmaschinen und/oder bei Robotern treten während eines Bearbeitungsvorgangs durch den Bearbeitungsvorgang oder durch eine Störung erzeugte Schwingungen an Maschinenelementen und/oder an einem zu bearbeitenden Werkstück der Maschine auf. Insbesondere bei Werkzeugmaschinen treten z.B. bei spanabhebenden Bearbeitungsvorgängen wie z.B. Drehen oder Fräsen so genannte Ratterschwingungen auf die die Güte des Bearbeitungsvorgangs und die erzielbare Bearbeitungsgeschwindigkeit herabsetzen. Ratterschwingungen entstehen z.B. wenn das verwendete Werkzeug und/oder das Werkstück durch die beim Bearbeitungsvorgang auftretenden Kräfte zu Schwingungen in seiner Eigenfrequenz angeregt wird. Auftretende Schwingungen des Werkzeugs und/oder des Werkstücks hinterlassen eine wellige Oberfläche auf dem Werkstück, wobei die wellige Oberfläche bei einem erneuten Kontakt mit dem Werkzeug die Schwingungen noch verstärken kann.

Eine bekannte Maßnahme Schwingungen und insbesondere Ratterschwingungen zu reduzieren, besteht in der Möglichkeit beim Auftreten von Schwingungen die Drehzahl mit der sich das Werkzeug oder das Werkstück dreht beim Auftreten der Ratterschwingungen zu reduzieren.

Aus der deutschen Offenlegungsschrift DT 25 20 946 A1 ist ein Verfahren zur Verhinderung oder Beseitigung von Ratterschwin-

gungen einer Arbeitsspindel von Werkzeugmaschinen und eine Einrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens bekannt.

5 Aus der DE 698 04 982 T2 ist eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Empfehlen von dynamischen bevorzugten Bearbeitungsgeschwindigkeiten bekannt.

10 Aus der Offenlegungsschrift DE 44 05 660 A1 ist ein Verfahren und eine Anordnung zum Betreiben einer spanabhebenden Werkzeugmaschine, insbesondere einer Kreissäge-, Fräs-, Schleifmaschine oder dergleichen bekannt.

15 Aus der Offenlegungsschrift DE 102 29 134 A1 ist eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Werkstückbearbeitung mit rotierenden Werkzeugen bekannt, bei der zur Reduzierung von Schwingungen ein rotierendes Werkzeug durch eine in einem drehendem System zwischen Antriebswelle und Werkzeug angebrachte Verstelleinheit bezüglich der Antriebswelle dynamisch bewegt wird.

20 Aus der Offenlegungsschrift DE 198 25 373 A1 ist eine Einspannung eines Werkzeugs in einer Werkzeugaufnahme bekannt, wobei auftretende Schwingungen mit Hilfe eines nachgiebigen eine hohe Dämpfung aufweisenden Elements, das in den Kraftfluss zwischen dem Werkzeug und der Werkzeugaufnahme eingefügt ist, reduziert werden.

25 Aus der Offenlegungsschrift DE 102 20 937 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Dämpfung einer auftretenden Ratterschwingung bei einer Bearbeitungsmaschine bekannt.

30 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, während eines Bearbeitungsvorgangs auftretende Schwingungen eines Maschinenelements und/oder eines Werkstücks zu reduzieren.

35 Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Reduktion von Schwingungen eines Maschinenelements und/oder eines Werkstücks bei einer Werkzeugmaschine, Produktionsmaschine

und/oder bei einer als Roboter ausgebildeten Maschine, wobei bei Auftreten der Schwingungen eine zur Arretierung des Werkstücks verwendete Spannkraft mit der eine Werkstückhaltevorrichtung auf das Werkstück einwirkt, verändert wird.

5

Weiterhin wird diese Aufgabe gelöst durch eine Maschine, wobei die Maschine als Werkzeugmaschine, Produktionsmaschine und/oder als Roboter ausgebildet ist, wobei die Maschine eine Werkstückhaltevorrichtung aufweist, wobei die Maschine derart ausgebildet ist, dass bei Auftreten von Schwingungen eines Maschinenelements und/oder eines Werkstücks eine zur Arretierung des Werkstücks verwendete Spannkraft mit der die Werkstückhaltevorrichtung auf das Werkstück einwirkt, verändert wird.

10

Vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Vorteilhafte Ausbildungen des Verfahrens ergeben sich analog zur vorteilhaften Ausbildungen der Maschine und umgekehrt.

15

Es erweist sich als vorteilhaft, wenn die Spannkraft mittels eines Piezoelements verändert wird. Mittels eines Piezoelements kann die Spannkraft besonders einfach verändert werden.

20

Ferner erweist es sich als vorteilhaft, wenn die Spannkraft mittels eines Hydraulikelements verändert wird. Mit Hilfe eines Hydraulikelements lässt sich die Spannkraft auf einfache Art und Weise verändern.

25

Ferner erweist es sich als vorteilhaft, wenn die Spannkraft mittels eines Linearmotors verändert wird. Mit Hilfe eines Linearmotors kann ebenfalls auf einfache Art und Weise die Spannkraft verändert werden.

30

Weiterhin erweist es sich als vorteilhaft, wenn die Spannkraft in Form einer Torsionsspannkraft, welche eine Torsionsspannung im Werkstück bewirkt, vorliegt. Insbesondere bei

35

länglichen Werkstücken kann durch Einbringen einer Torsionsspannkraft in das Werkstück eine besonders gute Arretierung des Werkstücks erzielt werden.

- 5 In diesem Zusammenhang erweist es sich als vorteilhaft, wenn die Torsionsspannkraft mittels eines rotatorischen Antriebs erzeugt und verändert wird, da die Torsionsspannung dann leicht veränderbar ist.
- 10 Ferner erweist es sich als vorteilhaft, wenn die Torsionsspannkraft verändert wird, wobei das Werkstück an zwei Stellen des Werkstücks in die Werkstückhaltevorrichtung eingespannt wird und mittels eines einer jeden Stelle zugeordneten rotatorischen Antriebs verdreht wird. Durch diese Maßnahme
- 15 lässt sich eine besonders gute Arretierung des Werkstücks, insbesondere bei länglichen Werkstücken erzielen, wobei wenn das Werkstück an zwei Stellen rotierbar in die Werkstückhaltevorrichtung eingespannt wird, das Werkstück während des Bearbeitungs Vorgangs gedreht werden kann aber durch entsprechende Ansteuerung der beiden Antriebe die Torsionsspannkraft
- 20 erhalten bleibt und verändert werden kann.

- In diesem Zusammenhang erweist es sich als vorteilhaft, dass der rotatorische Antrieb als Direktantrieb ausgebildet ist.
- 25 Diese Maßnahme erlaubt eine einfache Konstruktion der Werkstückhaltevorrichtung.

- Weiterhin erweist es sich als vorteilhaft, wenn die Spannkraft sich aus einer Linearspannkraft und einer Torsionsspannkraft zusammensetzt, wobei die Linearspannkraft mittels
- 30 eines Piezoelements, eines Hydraulikelements und/oder eines Linearmotors verändert wird und die Torsionsspannkraft mit Hilfe eines rotatorischen Antriebs verändert wird, wobei der rotatorische Antrieb als Direktantrieb ausgebildet sein kann.
- 35

Weiterhin erweist es sich als vorteilhaft, wenn das Auftreten von Schwingungen ermittelt wird indem das Signal eines Schwingungssensors überwacht wird und/oder indem eine An-

triebsgröße überwacht wird. Der Einsatz von Schwingungssensoren und/oder einer Überwachung einer Antriebsgröße wie z.B. ein Antriebsstrom stellen eine einfache Möglichkeiten dar auftretende Schwingungen zu ermitteln.

5

Weiterhin erweist es sich als vorteilhaft, wenn die Spannkraft solange verändert wird, bis die Amplituden der Schwingungen minimal sind. Durch diese Maßnahme lassen sich die auftretenden Schwingungen minimieren.

10

Zwei Ausbildungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert. Dabei zeigen:

15

FIG 1 eine erfindungsgemäße Maschine und
FIG 2 eine weitere erfindungsgemäße Maschine.

20

In FIG 1 ist in Form einer schematisierten Darstellung eine Maschine 1, die im Rahmen des Ausführungsbeispiels als Werkzeugmaschine ausgebildet ist, dargestellt. Die Maschine 1 weist einen verfahrbaren Antrieb 9 zum rotierenden antreiben eines Werkzeugs 6 auf, wobei der Antrieb 9 in senkrechter Richtung verfahrbar ist, was durch einen Pfeil 4 angedeutet ist.

25

30

35

Weiterhin weist die Maschine 1 einen in Richtung des Pfeils 3 verfahrbaren Werkstückschlitten 7 auf, auf dem mittels einer Werkstückhaltevorrichtung ein zu bearbeitendes Werkstück 5 arretiert ist. Im Rahmen des Ausführungsbeispiels umfasst die Werkstückhaltevorrichtung eine erste Spannbacke 2a die mit dem Werkstückschlitten 7 fest verbunden ist, eine zweite Spannbacke 2b, die auf dem Werkstückschlitten 7 in waagrechtter Richtung beweglich angeordnet ist und eine Spannkraft F erzeugendes Kraftelement 2c auf. Das Kraftelement 2c übt eine Spannkraft F auf die zweite Spannbacke 2b aus und drückt diese an das Werkstück, so dass das Werkstück 5 solchermaßen arretiert wird. Weiterhin weist die Maschine zur Ermittlung auftretender Schwingungen, insbesondere von Ratterschwingun-

gen an einem Maschinenelement, dass im Rahmen des Ausführungsbeispiels als Antrieb 9 ausgebildet ist einen Schwingungssensor 10 auf. Weiterhin weist die Maschine 1 eine Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung 8 zur Steuerung und/oder Regelung der Maschine 1 auf. Im Rahmen des Ausführungsbeispiels ist das Werkzeug 6 als Fräser ausgebildet.

Treten nun während des Bearbeitungsvorgangs, d.h. in diesem Fall während des Fräsvorgangs Schwingungen, insbesondere Ratterschwingungen auf, dann werden diese Schwingungen von dem Schwingungssensor 10 erfasst und ein entsprechendes Schwingungssignal der Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung 8 zugeführt. Erfindungsgemäß werden zur Reduktion von während des Bearbeitungsvorgangs auftretenden Schwingungen die zur Arretierung des Werkstücks 5 verwendete Spannkraft F mit der die Werkstückhaltevorrichtung auf das Werkstück einwirkt verändert in dem die Spannkraft F vergrößert oder verkleinert wird. Dies geschieht mit Hilfe des Kraftelements 2c, das z.B. als Hydraulikelement oder als Linearmotor ausgebildet sein kann. Das Kraftelement 2c kann aber auch zu Veränderungen der Spannkraft ein Piezoelement aufweisen oder als Piezoelement ausgebildet sein mit Hilfe dessen die Spannkraft F verändert werden kann. Mit Hilfe der Steuerungs- und/oder der Regelungseinrichtung 8 wird die Veränderung der Spannkraft F gesteuert in dem dass Kraftelement 2c entsprechend angesteuert wird. Es ist dabei vorteilhaft, die Spannkraft F solange im zulässigen und möglichen Rahmen zu verändern bis die Amplituden der Schwingungen minimal sind.

Selbstverständlich ist es auch denkbar, dass das Kraftelement aus einer Kombination von Linearmotor und/oder Hydraulikelement und/oder Piezoelement ausgebildet ist.

Der Schwingungssensor 10 kann selbstverständlich auch in der Nähe des Werkstücks angebracht werden und solchermaßen am Werkstück auftretende Schwingungen erfassen. Alternativ oder zusätzlich können auftretende Schwingungen aber auch durch Überwachung der Antriebsströme des Antriebs 9 oder des der

Übersichtlichkeit halber in FIG 1 nicht dargestellten Antriebs des Werkzeugschlitten 3 ermittelt werden.

Die in FIG 2 dargestellte Ausführungsform entspricht im
5 Grundaufbau im Wesentlichen der vorstehenden in FIG 1 beschriebenen Ausführungsform. Gleiche Elemente sind daher in FIG 2 mit den gleichen Bezugszeichen versehen wie in FIG 1. Der wesentliche Unterschied der Ausführungsform gemäß FIG 2 gegenüber der Ausführungsform gemäß FIG 1 besteht darin, dass
10 die Werkstückhaltevorrichtung derart ausgebildet ist, dass die Spannkraft, die auf das Werkstück einwirkt und verändert wird in Form einer Torsionsspannkraft, welche eine Torsionsspannung im Werkstück bewirkt, vorliegt. Die Werkstückhaltevorrichtung gemäß FIG 2 weist hierzu zwei rotatorische Antriebe 11a und 11b auf, wobei der rotatorische Antrieb 11a
15 eine Spannbacke 2d drehbar antreibt und der rotatorische Antrieb 11b eine weitere Spannbacke 2e drehbar antreibt. Das Werkstück ist an den Stellen A und B in die Werkstückhaltevorrichtung eingespannt, wobei zur Arretierung des Werkstücks
20 eine Torsionsspannkraft erzeugt wird in dem dass Werkstück 5 mittels der rotatorischen Antriebe 11a und 11b verdreht wird.

In dem Ausführungsbeispiel wird der Antrieb 11b so angesteuert, dass dieser seine Position hält, während der Antrieb 11a
25 um einen kleinen Winkel gedreht wird, was durch einen Pfeil 12 angedeutet ist, um im Werkstück eine Torsionsspannung zu erzeugen. Im Gegensatz zu der Ausführungsform gemäß FIG 1 wird bei der Ausführungsform gemäß FIG 2 somit unter anderem eine Torsionsspannkraft zur Arretierung des Werkstücks verwendet. Treten bei der Fräsbearbeitung des Werkstücks Schwin-
30 gungen an einem Maschinenelement und/oder am Werkstück auf, so wird die vom Antrieb 11a erzeugte Torsionsspannkraft verändert und solchermaßen die Schwingungen reduziert. Die Ausführungsform gemäß FIG 2 ist insbesondere bei einem länglich
35 geformten Werkstück, das wenn keine Arretierung des Werkstücks mittels einer Torsionsspannkraft durchgeführt wird, nicht ordnungsgemäß arretiert werden kann, da es sich sonst

unter den bei dem Bearbeitungsvorgang einwirkenden Kräfte zu verbiegen beginnt.

Die in FIG 2 dargestellte Ausbildung der Werkstückhaltevorrichtung bietet zu dem den Vorteil, dass während des Bearbeitungsvorgangs das Werkstück mittels der beiden Antriebe 11a und 11b in die gleiche Richtung gedreht werden kann, wobei jedoch die Antriebe 11a und 11b so angesteuert werden, dass die Torsionsspannkraft während der Drehbewegung erhalten bleibt und sich bei Auftreten von Schwingungen verändern lässt.

Die Antriebe 11a und 11b sind in dem Ausführungsbeispiel als Direktantriebe, insbesondere als Torquemotoren ausgebildet, was einen einfachen konstruktiven mechanischen Aufbau der Werkstückhaltevorrichtung ermöglicht.

Es ist natürlich auch möglich, dass die Torsionsspannkraft mittels nur eines einzelnen rotatorischen Antriebs verändert wird, in dem z.B. der Antrieb 11b entfällt und die Spannbacke 2e ortsfest mit den Werkstückschlitten 7 verbunden wird.

Bei der Ausführungsform gemäß FIG 1 liegt die Spannkraft F in Form einer Linearspannkraft, die in einer linearen Richtung auf das Werkstück einwirkt vor, während bei der Ausführungsform gemäß FIG 2, die Spannkraft als Torsionsspannkraft die eine Torsionsspannung im Werkstück bewirkt, vorliegt. Es ist natürlich auch möglich beide Ausführungsformen zu kombinieren, wobei sich in diesem Fall die Spannkraft aus einer Linearspannkraft und einer Torsionsspannkraft zusammensetzt, wobei der Antrieb 11a gemäß FIG 2 auch in linearer Richtung, z.B. mittels eines geeigneten Hydraulikelementes, wie es in FIG 1 verwendet wird, eine Linearspannkraft auf das Werkstück 5 ausüben kann.

35

Durch die Reduktion der Schwingungen kann die Bearbeitungsgeschwindigkeit und die Zustelltiefe ins Material erhöht wer-

den, wodurch sich eine Erhöhung der Produktivität erzielen lässt und/oder die Bearbeitungsgüte verbessert werden kann.

Es sein an dieser Stelle angemerkt, dass im Rahmen der Erfindung z.B. auch ein in die Maschine eingespanntes Werkzeug als Maschinenelement angesehen wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Reduktion von Schwingungen eines Maschinenelements (9) und/oder eines Werkstücks (5) bei einer Werkzeugmaschine, Produktionsmaschine und/oder bei einer als Roboter ausgebildeten Maschine, wobei bei Auftreten der Schwingungen eine zur Arretierung des Werkstücks (5) verwendete Spannkraft (F) mit der eine Werkstückhaltevorrichtung (2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 11a, 11b) auf das Werkstück (5) einwirkt, verändert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Spannkraft (F) mittels eines Piezoelementselements verändert wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Spannkraft (F) mittels eines Hydraulikelements verändert wird.
4. Verfahren einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Spannkraft (F) mittels eines Linearmotors verändert wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Spannkraft (F) in Form einer Torsionsspannkraft, welche eine Torsionsspannung im Werkstück (5) bewirkt, vorliegt.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Torsionsspannkraft mittels eines rotatorischen Antriebs (11a, 11b) verändert wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Torsionsspannkraft verändert wird, wobei das Werkstück an zwei Stellen (A,B) des Werkstücks (5) in die Werkstückhaltevorrichtung (2d, 2e, 11a, 11b) eingespannt wird und mittels eines einer jeden Stelle

(A,B) zugeordneten rotatorischen Antriebs (11a,11b) verdreht wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder Anspruch 7, d a d u r c h
5 g e k e n n z e i c h n e t , dass der rotatorische Antrieb
(11a,11b) als Direktantrieb ausgebildet ist.

9. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t , dass die Spannkraft (F) sich aus einer
10 Linearspannkraft und einer Torsionsspannkraft zusammensetzt,
wobei die Linearspannkraft nach einem der Ansprüche 2 bis
verändert wird und die Torsionsspannkraft nach einem der An-
sprüche 6 bis 8 verändert wird.

15 10. Verfahren einem der vorhergehenden Ansprüche, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass das Auftre-
ten von Schwingungen ermittelt wird indem das Signal eines
Schwingungssensors (10) überwacht wird und/oder indem eine
Antriebsgröße überwacht wird.

20 11. Verfahren einem der vorhergehenden Ansprüche, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Spann-
kraft solange verändert wird, bis die Amplituden der Schwin-
gungen minimal sind.

25 12. Maschine, wobei die Maschine als Werkzeugmaschine, Pro-
duktionsmaschine und/oder als Roboter ausgebildet ist, wobei
die Maschine eine Werkstückhaltevorrichtung (2a,2b,2c,2d,2e,
11a,11b) aufweist, wobei die Maschine derart ausgebildet ist,
30 dass bei Auftreten von Schwingungen eines Maschinenelements
(9) und/oder eines Werkstücks (5) eine zur Arretierung des
Werkstücks (5) verwendete Spannkraft (F) mit der die Werk-
stückhaltevorrichtung (2a,2b,2c,2d,2e,11a,11b) auf das Werk-
stück (5) einwirkt, verändert wird.

35

FIG 1

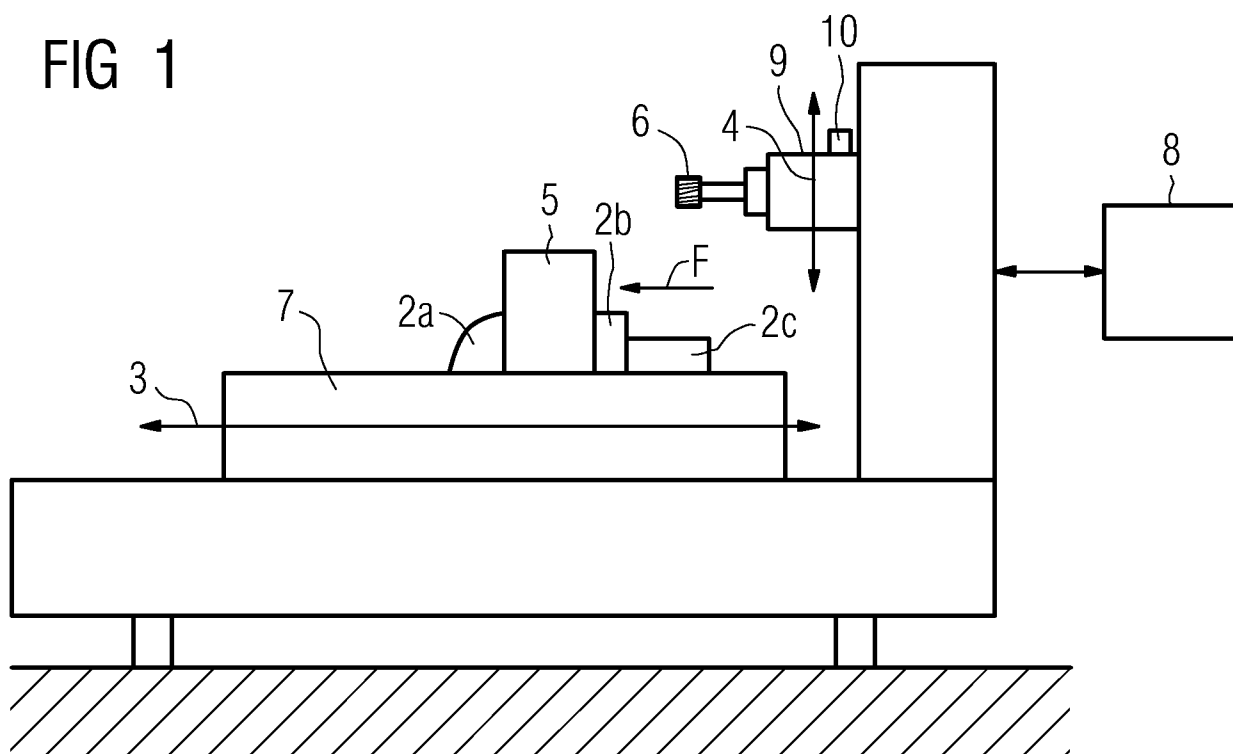
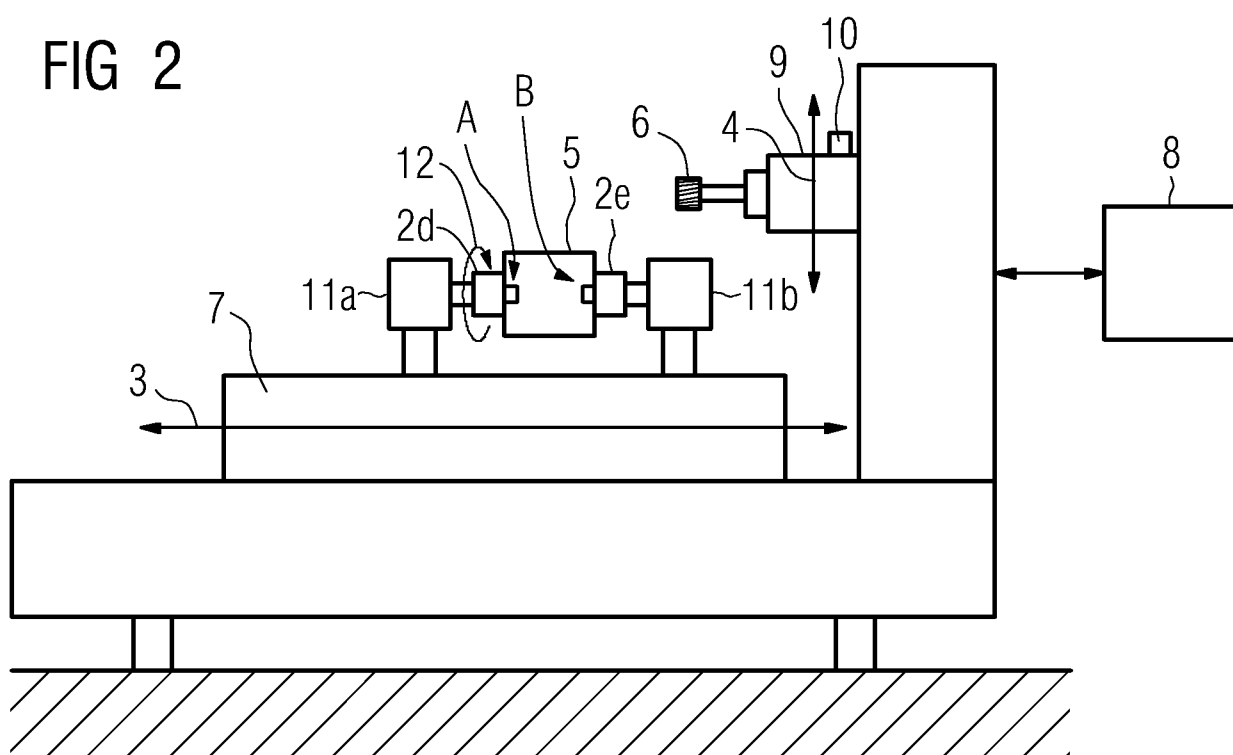


FIG 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2006/068538

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B23Q11/00

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)
B23Q

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	US 4 530 507 A (LEE JR ROY [US]) 23 July 1985 (1985-07-23)	1,12
A	the whole document	2-11
X	US 4 438 599 A (KAMMAN JOSEPH T [US] ET AL) 27 March 1984 (1984-03-27)	1,12
A	the whole document	2-11

☐ 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.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 January 2007

Date of mailing of the international search report

24/01/2007

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Müller, Andreas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2006/068538

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4530507	A	23-07-1985	NONE	
US 4438599	A	27-03-1984	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/068538

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B23Q11/00

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B23Q

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	US 4 530 507 A (LEE JR ROY [US]) 23. Juli 1985 (1985-07-23)	1,12
A	das ganze Dokument	2-11
X	US 4 438 599 A (KAMMAN JOSEPH T [US] ET AL) 27. März 1984 (1984-03-27)	1,12
A	das ganze Dokument	2-11

☐ 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 naheliegender ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

16. Januar 2007

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/01/2007

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Müller, Andreas

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/068538

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4530507	A	23-07-1985	KEINE
US 4438599	A	27-03-1984	KEINE