

(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 2001 (07.06.2001)

PCT

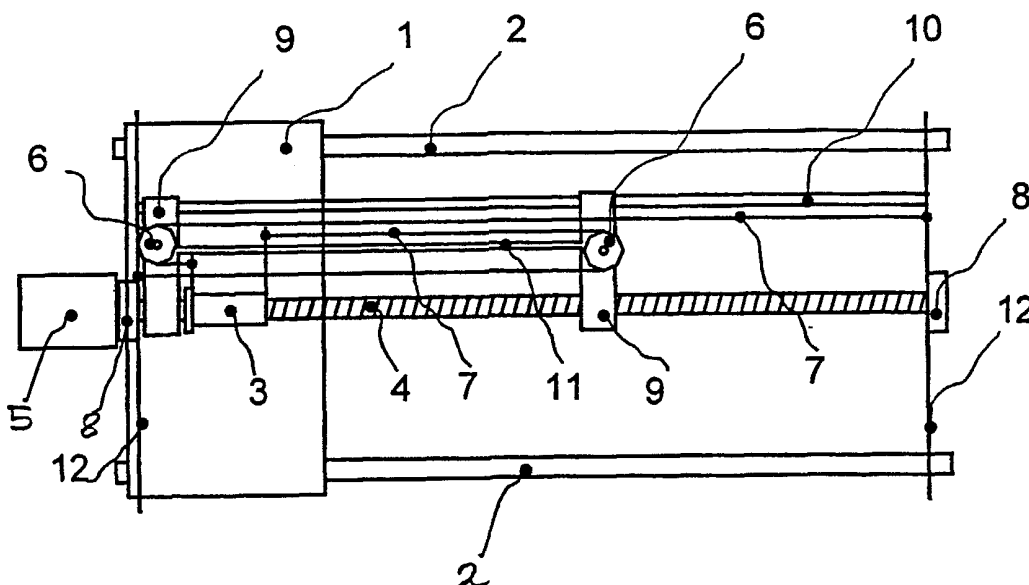
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/39923 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B23Q 1/00**
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/11106
- (22) Internationales Anmeldedatum:
10. November 2000 (10.11.2000)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
199 57 702.1 30. November 1999 (30.11.1999) DE
199 57 704.8 30. November 1999 (30.11.1999) DE
100 12 655.3 15. März 2000 (15.03.2000) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **HÜLLER HILLE GMBH** [DE/DE];
Schwieberding Str. 80, 71636 Ludwigsburg (DE).
- (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **GEIGER, Dietrich** [DE/DE]; Kirchstr. 7, 71723 Grossbottwar (DE). **STEN-GELE, Gerald** [DE/DE]; Hoferstr. 3, 71636 Ludwigsburg (DE).
- (74) Anwalt: **DAHLKAMP, Heinrich, Leopold**; Thyssen Krupp Industries AG, CJP Patente, Am Thyssenhaus 1, 45128 Essen (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): CA, US.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- Veröffentlicht:**
— Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MACHINE TOOL, IN PARTICULAR A LONG-BED MACHINE TOOL

(54) Bezeichnung: WERKZEUGMASCHINE, INSBESONDERE LANGBETT-WERKZEUGMASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to a machine tool, or a handling gear, in particular a long-bed machine tool, comprising a machine unit (1), which may be displaced along a guide (2), in relation to a machine frame (2), or an underlying machine unit. Said machine unit is, in particular, a carriage, which may be driven by a rotating motor (5), by means of a threaded spindle (4), with at least one damping device to suppress the vibrations of the threaded spindle (4). Said damping device comprises an auxiliary support (9), which may travel in the direction of the displaceable machine unit. The movement of the damping device(s) in all operating circumstances is controlled dependent upon the displacement of the displaceable machine unit (1), whereby the damping device(s) is/are driven by a drive system, which comprises a traction mechanism (7), guided over at least one guide roller.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/39923 A2



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.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Werkzeugmaschine oder ein Handhabungsgerät, insbesondere eine Langbett-Werkzeugmaschine, mit wenigstens einer, bezüglich eines Maschinengestells (2) oder einer unterlagerten Maschineneinheit entlang einer Führung (2) bewegbaren Maschineneinheit (1), insbesondere einem Schlitten, die mit einem rotatorischen Motor (5) über eine Gewindespindel (4) antreibbar ist und mindestens eine Dämpfungsvorrichtung aus mindestens einer in Richtung der beweglichen Maschineneinheit verfahrbaren Stützlagerung (9) zur Unterdrückung von Schwingungen an der Gewindespindel (4) aufweist. Zur Kontrolle der Bewegung der Dämpfungsvorrichtung bzw. der Dämpfungsvorrichtungen bei jedem Betriebszustand soll die Dämpfungsvorrichtung bzw. die Dämpfungsvorrichtungen in Abhängigkeit von der Bewegung der bewegbaren Maschineneinheit (1) mittels mindestens eines Getriebes verfahrbar sein, das mindestens ein, über mindestens eine Umlenkrolle (6) geführtes Zugmittel (7) aufweist.

Werkzeugmaschine, insbesondere Langbett-Werkzeugmaschine

Beschreibung:

- 5 Die Erfindung betrifft eine Werkzeugmaschine oder ein Handhabungsgerät, insbesondere eine Langbett-Werkzeugmaschine, mit wenigstens einer, bezüglich eines Maschinengestells oder einer unterlagerten Maschineneinheit entlang einer Führung bewegbaren Maschineneinheit, insbesondere einem Schlitten, die mit einem
- 10 rotatorischen Motor über eine Gewindespindel antreibbar ist und mindestens eine Dämpfungsvorrichtung aus mindestens einer in Richtung der beweglichen Maschineneinheit verfahrbaren Stützlagerung zur Unterdrückung von Schwingungen an der Gewindespindel aufweist.
- 15 Bei derartigen Werkzeugmaschinen bzw. Handhabungsgeräten sind Ausführungen mit stillstehender Spindel und drehender Mutter sowie Ausführungen mit drehender Spindel und stillstehender Mutter bekannt. In beiden Fällen muß die Länge der üblicherweise als Kugelrollspindel ausgeführten Gewindespindel größer sein als die Strecke, die die
- 20 bewegbare Maschineneinheit zurücklegen kann. Insbesondere bei Langbett-Werkzeugmaschinen müssen deshalb sehr lange Gewindespindeln eingesetzt werden. Andererseits hängen bekanntlich die kritischen Drehzahlen, bei denen stabartige Bauteile wie Gewindespindeln schwingen, maßgeblich von ihrer Länge, ihrem Durchmesser, der
- 25 Ausführung der Lagerung, dem sogenannten Lagerfall, sowie bei zwei Lagern vom Lagerabstand ab. Selbst bei stillstehender Gewindespindel und drehender Gewindemutter sind, wenn auch nicht so gravierend wie im Fall rotierender Gewindespindeln, Einschränkungen hinsichtlich der maximal möglichen Drehzahlen gegeben. Da häufig und zunehmend
- 30 gestellte Anforderungen an Maschinen höchstmögliche Geschwindigkeiten und damit auch höchstmögliche Betriebs-Drehzahlen der Vorschubs-Gewindespindel betreffen, besteht ein Gestaltungsziel darin,

möglichst hohe kritische Drehzahlen zu erreichen. Wird beispielsweise eine Spindel mit einer Drehzahl, die mit einem Sicherheitsabstand stets unterhalb der ersten kritischen Drehzahl liegt, betrieben, sind mögliche
5 Schwingungen der Spindel wirkungsvoll unterdrückt. Deshalb hat man sich bemüht, die freie Länge einer Gewindespindel durch zusätzliche, an der Gewindespindel angreifende, nach dem Stand der Technik als Lünetten bekannte Stützlagerungen zu reduzieren und dadurch die kritische Drehzahl deutlich zu steigern.

10

Bei einer bekannten Werkzeugmaschine der eingangs beschriebenen Gattung (DE 43 19 905 C2) wird eine dort als Dämpfungsvorrichtung bezeichnete Anordnung aus zwei über eine Verbindungsstange gekoppelte und geführte Stützlagerungen über Anschläge von der beweglichen
15 Maschineneinheit mitgenommen und mit bewegt. Dadurch ist sichergestellt, daß die maximale freie Länge der Gewindespindel in etwa der halben, von der beweglichen Maschineneinheit zurücklegbaren Strecke entspricht. Die Stützlagerungen können dabei aus einem Gleitlager oder einem Wälzlager, z. B. einem Kugellager und einer
20 Gleitbüchse, die die axiale Verschiebbarkeit der Stützlagerung gegenüber der Gewindespindel gewährleistet, bestehen.

Nachteilig bei der bekannten Ausführung ist jedoch, daß die bewegbare Maschineneinheit bei hohen Geschwindigkeiten stoßartig auf einen zugeordneten Anschlag der Dämpfungsvorrichtung trifft und diese auf
25 kürzestem Weg und daher mit extrem hoher Beschleunigung auf die Geschwindigkeit der bewegten Maschineneinheit bringt. Durch die stoßartige Belastung wird auch die Maschinenstruktur belastet und zu Schwingungen angeregt. Diese wirken sich negativ auf das Arbeitsergebnis aus. Eine Rückwirkung auf den Antrieb der
30 Gewindespindel kann außerdem zu negativen Einflüssen auf das Regel-

verhalten und die Regelgüte des Antriebs führen. Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß es beim Auftreffen der bewegbaren Maschineneinheit auf die Dämpfungsvorrichtung zu einem sogenannten elastischen Stoß kommt, der wegen des großen Massenunterschiedes zwischen der Dämpfungsvorrichtung und der bewegbaren Maschineneinheit ein Wegschleudern der Dämpfungsvorrichtung mit hoher Geschwindigkeit bewirkt. Das kann zu einem mehrfachen Auftreffen der bewegbaren Maschineneinheit auf die Dämpfungsvorrichtung und im Extremfall zu einem mehrfachen Hin- und Herpendeln der Dämpfungsvorrichtung zwischen den Anschlägen führen, - ebenfalls mit den oben beschriebenen negativen Auswirkungen auf das Arbeitsergebnis.

Aufgabe der Erfindung ist es, die Bewegung einer Dämpfungsvorrichtung bei jedem Betriebszustand zu kontrollieren.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß eine zwangsweise Bewegung einer Dämpfungsvorrichtung in Abhängigkeit von der Bewegung der zweiten Maschineneinheit mittels eines Getriebes, das mindestens ein über mindestens eine Umlenkrolle geführtes Zugmittel aufweist, erfolgt. Bei den Zugmitteln kann es sich um Seile, Riemen, Bänder oder Ketten handeln, die getriebemäßig nach dem Flaschenzug-Prinzip angeordnet sind. Das Getriebe ist dabei so ausgeführt, daß neben der Vermeidung von Auflaufstößen auch gewährleistet ist, daß die Stützlagerungen die freien Abschnitte der Gewindespindel stets in im wesentlichen gleiche Teilabschnitte unterteilen. Dadurch ist bei jedem Betriebszustand eine kleinstmögliche maximale freie Länge der Gewindespindel sichergestellt. Dementsprechend lassen sich bei an den äußeren Enden gelagerten bzw. eingespannten Gewindespindeln mit zugeordneten Stützlagerungen hohe kritische Drehzahlen und damit auch hohe Betriebsdrehzahlen erreichen.

Eine stoßartige Berührung einschließlich entsprechender Belastung zwischen einer Dämpfungsvorrichtung und der bewegbaren Maschineneinheit oder zwischen Dämpfungsvorrichtungen untereinander findet nicht mehr statt. Beschleunigungs- und Geschwindigkeitswerte der
5 Dämpfungsvorrichtungen stehen stets in einem konstanten Verhältnis zu den entsprechenden Werten der bewegbaren Maschineneinheit.

Bei einer bevorzugten Ausführung sind zwei Zugmittel jeweils einerseits mit dem Maschinengestell bzw. der unterlagerten Maschineneinheit und
10 andererseits mit der bewegbaren Maschineneinheit verbunden und sind an der Dämpfungsvorrichtung zwei Umlenkrollen angeordnet. Insoweit handelt es sich um zwei einfache, an einer Dämpfungsvorrichtung zusammenwirkende Flaschenzüge.

15 Von besonderer Bedeutung ist eine Ausführung, bei der beidseits der bewegbaren Maschineneinheit bzw. einer darauf angeordneten Spindel-mutter einer Dämpfungsvorrichtung zugeordnete Stützlagerungen angeordnet sind, weil dann diese Dämpfungsvorrichtung auf beiden Seiten der bewegbaren Maschineneinheit wirksam wird.

20 Die beiden einer Dämpfungsvorrichtung zugeordneten Stützlagerungen können durch ein stabartiges Maschinenelement verbunden sein. Die Dämpfungsvorrichtung kann am Maschinengestell bzw. an der unterlagerten Maschineneinheit geführt sein. Die Dämpfungsvorrichtung
25 kann aber auch an der bewegten Maschineneinheit geführt sein. Jede Stützlagerung kann ein die Gewindespindel mindestens teilweise umfassendes Lagerteil aufweisen, welches bezüglich der Gewindespindel mindestens axial beweglich ist.

30

Im folgenden werden in der Zeichnung dargestellte Ausführungsbeispiele der Erfindung erläutert; es zeigen:

Figuren 1 bis 3 schematisch und teilweise in einer Ansicht eine Werkzeug-
maschine oder Handhabungseinrichtung mit unterschied-
lichen Betriebsstellungen des bewegbaren Maschinenteils
und der zugeordneten Dämpfungsvorrichtung,

Figur 4 eine andere Ausführung des Gegenstandes nach Figur 2,

Figur 5 einen Schnitt in Richtung A-A durch den Gegenstand nach Figur 4,

Figur 6 eine andere Ausführung des Gegenstandes nach
15 Figur 2,

Figur 7 einen Schnitt in Richtung B-B durch den Gegenstand nach Figur 6.

20 Von der im einzelnen nicht dargestellten Werkzeugmaschine oder Handhabungseinrichtung ist nur ein Maschinengestell 12 bzw. eine unterlagerte Maschineneinheit angedeutet. Das Maschinengestell 12 bzw. die unterlagerte Maschineneinheit trägt Führungen 2 für eine längs dieser Führungen bewegbare Maschineneinheit 1, typischer Weise einen
25 Schlitten. Die bewegbare Maschineneinheit 1 trägt eine Spindelmutter 3 für eine Gewindespindel 4, die in typischer Weise als Kugelumlaufspindel ausgebildet ist. Die Gewindespindel 4 wird rotatorisch von einem am Maschinengestell 12 angeordneten Motor 5 angetrieben und ist beidseits im Maschinengestell 12 bei 8 gelagert. Durch Betätigen des Motors 5 in
30 der einen oder anderen Drehrichtung wird die bewegbare Maschinen-

einheit 1 von der Gewindespindel in der einen oder anderen Richtung längs ihrer Führungen 2 verfahren. Das ist durch einen Doppelpfeil 15 angedeutet.

5 Damit die Gewindespindel 4 mit großen Drehzahlen rotieren kann, ohne ihre kritische Drehzahl zu erreichen, ist eine Dämpfungsvorrichtung vorgesehen, die bei den dargestellten Ausführungen aus zwei beidseits der Spindelmutter 3 angeordneten Stützlagerungen 9 besteht, die in zugeordneten Linearführungen 10 des Maschinengestells 12 geführt und
10 über eine starre Verbindungsstange 11 miteinander verbunden sind. Der gegenseitige Abstand der Stützlagerungen 9 entspricht bei den dargestellten Ausführungen etwa der halben Länge der Gewindespindel 4.

15 Jede Stützlagerung 9 trägt eine Umlenkrolle 6 für ein darüber geführtes, zugeordnetes, umlenkbares Zugmittel 7. Bei den Zugmitteln 7 kann es sich um Seile, Riemen, Bänder, Ketten oder dergleichen handeln. Das eine Ende jedes Zugmittels 7 ist an der bewegbaren Maschineneinheit 1 und das andere Ende am Maschinengestell 12 befestigt. Zwischen den beiden Enden ist jedes Zugmittel über seine Umlenkrolle 6 geführt.

20 Wie man aus einem Vergleich der Figuren 1 bis 3 entnimmt, wird die Dämpfungsvorrichtung bei Bewegung der bewegbaren Maschineneinheit 1 in Richtung des Doppelpfeils 15 ebenfalls und in gleicher Richtung, jedoch mit halber Geschwindigkeit bewegt, weil die über die Umlenkrollen 6
25 geführten Zugmittel 7 jeweils ein Getriebe nach Art eines Flaschenzuges bilden und zusammenwirken. Jede der beiden Stützlagerungen 9 stützt dabei den ihr zugeordneten Teilabschnitt der Gewindespindel 4 auf halber Länge, - mit der Folge, daß die kritische Drehzahl dieses Teilabschnitts entsprechend erhöht ist.

30

Bei der in den Figuren 4 und 5 dargestellten Ausführung bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche Teile. Die Stützlagerungen 9 sind neben der bewegbaren Maschineneinheit 1 in mindestens einer der Führungen der bewegbaren Maschineneinheit 1 geführt. Dadurch läßt sich die einer
5 Dämpfungsvorrichtung zugeordnete Führung 10 nach Figur 1 einsparen.

In Figur 5 ist außerdem ein Stützlager 14 für die Gewindespindel 4 angedeutet. Ein derartiges Führungslager 14 für die Gewindespindel 4 kann sich bei der Ausführung nach Figur 4 auch auf der bewegbaren
10 Maschineneinheit 1, wo es mit Abstand zur Spindelmutter 3 angeordnet ist, befinden.

Bei der in den Figuren 6 und 7 dargestellten Ausführung bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche Teile. Die beiden Stützlagerungen 9 sind
15 über ein starres Führungselement 13 miteinander verbunden, welches seinerseits an der bewegbaren Maschineneinheit 1 geführt ist. Auch bei dieser Ausführung kann die bewegbare Maschineneinheit 1 ein zusätzliches Stützlager 14 tragen.

Bezugszeichenliste

	1	Maschineneinheit
5	2	Führung
	3	Spindelmutter
	4	Gewindespindel
	5	Motor
	6	Umlenkrolle
10	7	Zugmittel
	8	Lager
	9	Stützlagerung
	10	Linearführung
	11	Verbindungsstange
15	12	Maschinengestell
	13	Führungselement
	14	Stützlager
	15	Doppelpfeil

Patentansprüche:

- 5 1. Werkzeugmaschine oder Handhabungsgerät, insbesondere
Langbett-Werkzeugmaschine, mit wenigstens einer, bezüglich eines
Maschinengestells (12) oder einer unterlagerten Maschineneinheit
entlang einer Führung (2) bewegbaren Maschineneinheit (1), die mit
10 einem rotatorischen Motor (5) über eine Gewindespindel (4)
antreibbar ist und mindestens eine Dämpfungsvorrichtung aus
mindestens einer in Richtung der beweglichen Maschineneinheit (1)
verfahrbaren Stützlagerung (9) zur Unterdrückung von
Schwingungen an der Gewindespindel (4) aufweist, **dadurch**
15 **gekennzeichnet**, jeder der der Dämpfungsvorrichtungen in
Abhängigkeit von der Bewegung der bewegbaren Maschineneinheit
(1) mittels mindestens eines Getriebes verfahrbar ist, das
mindestens ein über mindestens eine Umlenkrolle (6) geführtes
Zugmittel (7) aufweist.
- 20 2. Werkzeugmaschine oder Handhabungsgerät nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß ein Zugmittel (7) einerseits mit dem
Maschinengestell (12) bzw. der unterlagerten Maschineneinheit und
andererseits mit der bewegbaren Maschineneinheit (1) verbunden ist
und daß an einer Dämpfungsvorrichtung mindestens eine
25 Umlenkrolle (6) angeordnet ist.
3. Werkzeugmaschine oder Handhabungsgerät nach Anspruch 1 oder
2, **dadurch gekennzeichnet**, daß beidseits der der Vorschub-
Gewindespindel zugeordneten Spindelmutter (3) Stützlagerungen
30 (9) angeordnet sind.

4. Werkzeugmaschine oder Handhabungsgerät nach Anspruch 3,
dadurch **gekennzeichnet**, daß mindestens zwei Stützlagerungen
5 durch ein stabartiges Maschinenelement (11, 13) verbunden sind.
5. Werkzeugmaschine oder Handhabungsgerät nach einem der
Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine oder
mehrere Dämpfungsvorrichtung(en) am Maschinengestell (12) bzw.
10 an der unterlagerten Maschineneinheit geführt (ist) sind.
6. Werkzeugmaschine oder Handhabungsgerät nach einem der
Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine oder
mehrere Dämpfungsvorrichtung(en) an der bewegbaren
15 Maschineneinheit (1) geführt (ist) sind.
7. Werkzeugmaschine oder Handhabungsgerät nach einem der
Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Führung einer
Dämpfungsvorrichtung über die Führung der bewegbaren
20 Maschineneinheit (1) erfolgt.
8. Werkzeugmaschine oder Handhabungsgerät nach einem der
Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß jede
Stützlagerung (9) ein die Gewindespindel (4) mindestens teilweise
25 umfassendes Lagerteil aufweist, welches bezüglich der
Gewindespindel (4) mindestens axial beweglich ist.

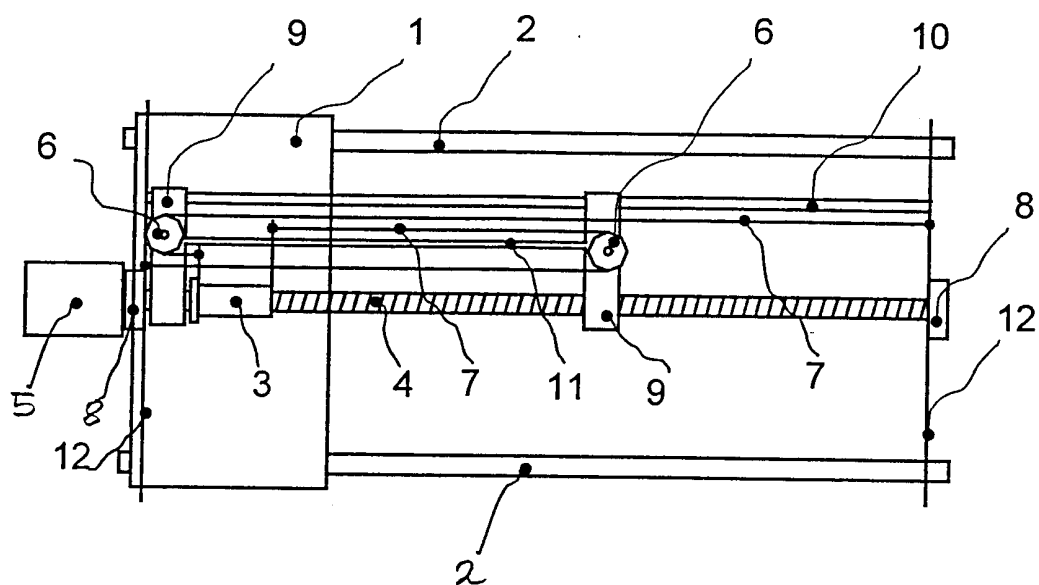


Fig. 1

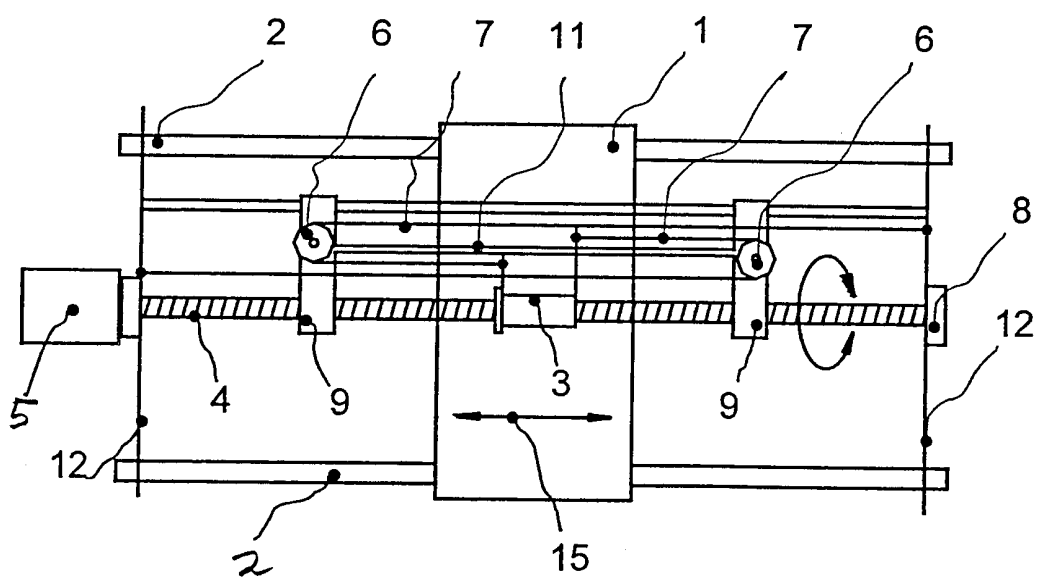


Fig. 2

2/4

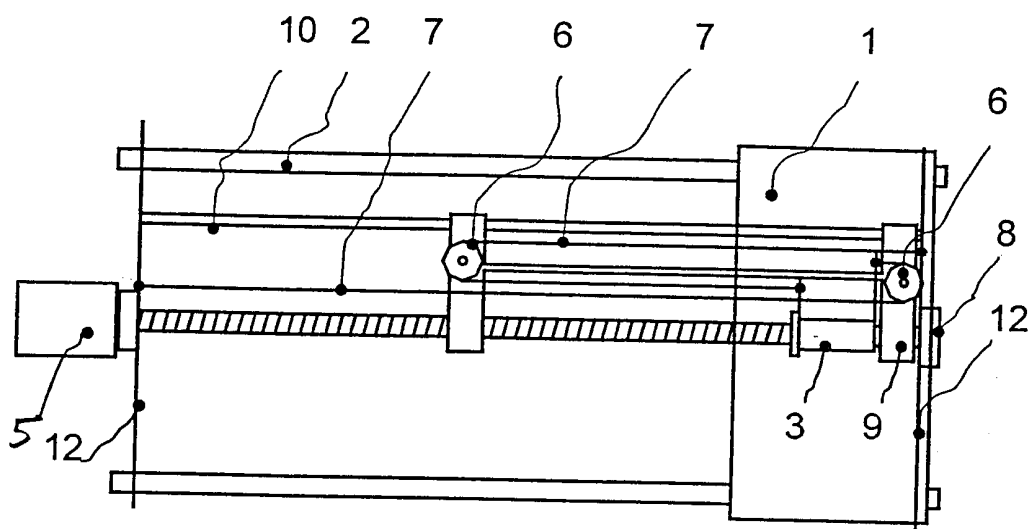


Fig. 3

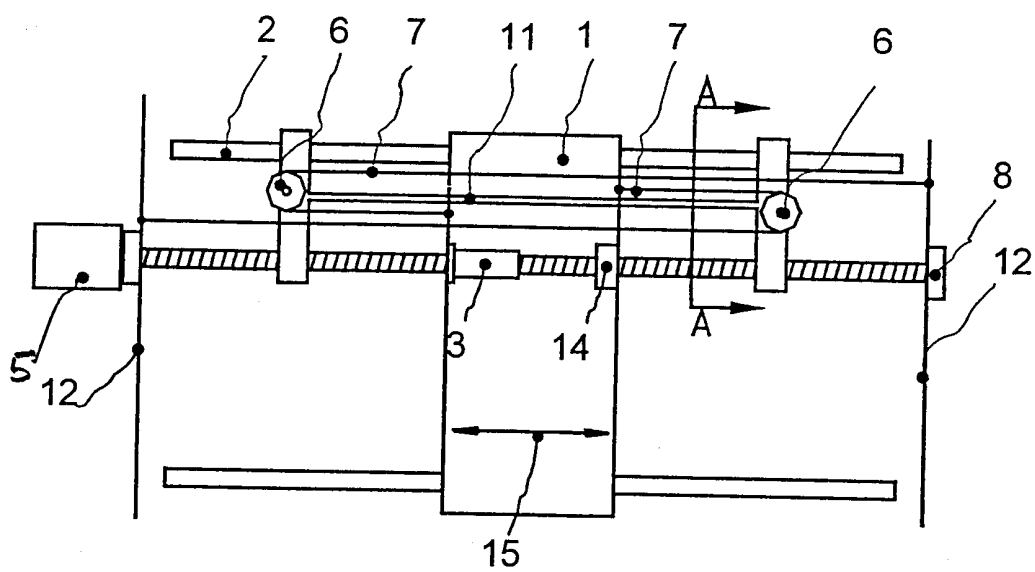


Fig. 4

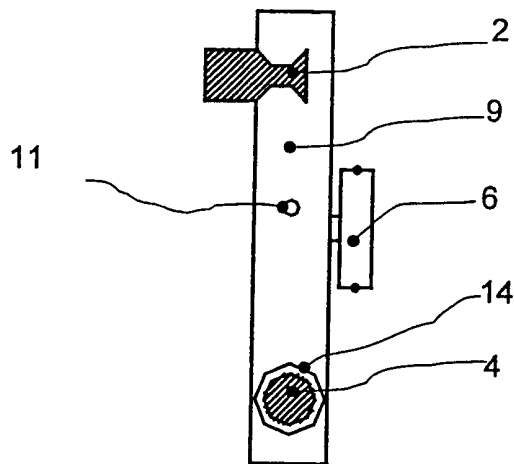
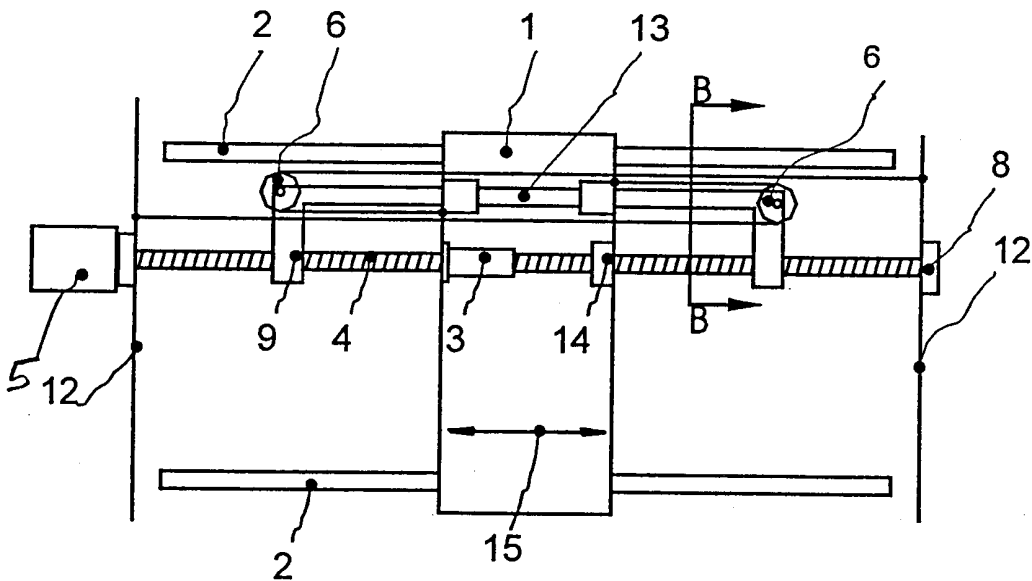


Fig. 5

Fig. 6



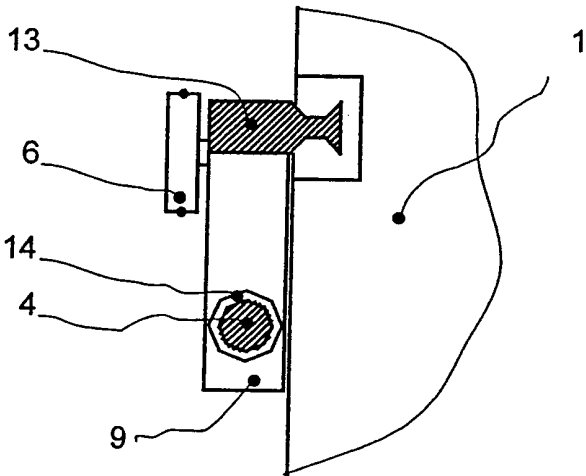


Fig. 7