(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 319 636 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
02.01.2013 Patentblatt 2013/01

(51) Int Cl.:
B21D 28/20 *(2006.01)* ***B30B 1/18*** *(2006.01)*
B30B 1/32 *(2006.01)* ***F15B 15/08*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **09014028.6**

(22) Anmeldetag: **10.11.2009**

(54) **Pressantriebsanordnung einer Werkzeugmaschine**

Press assembly for a tool machine

Agencement d'entraînement de presse d'une machine-outil

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.05.2011 Patentblatt 2011/19

(73) Patentinhaber: **TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH + Co. KG**
71254 Ditzingen (DE)

(72) Erfinder: **Schmauder, Frank**
72555 Metzingen (DE)

(74) Vertreter: **Kohler Schmid Möbus Patentanwälte**
Ruppmannstraße 27
70565 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 515 051
EP-A2- 0 163 602
DE-C- 500 259
JP-A- 2001 150 191
US-A- 1 484 114
US-A- 5 217 725
US-A- 5 891 485
US-A1- 2008 028 758

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 319 636 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Pressantriebsanordnung einer Werkzeugmaschine zum Erzeugen eines Arbeitshubes einer an einem Stößel vorgesehenen Werkzeughalterung, bei welchem ein Werkstück durch ein an der Werkzeughalterung gelagertes Werkzeug beaufschlagbar ist,

- mit einem Pressantrieb,
- mit einem ersten Druckelement, dem eine erste Antriebseinheit des Pressantriebs zugeordnet ist und mittels dessen die Werkzeughalterung mit einer durch die erste Antriebseinheit des Pressantriebs bereitgestellten Presskraft beaufschlagbar ist, indem das erste Druckelement den Stößel beaufschlagt sowie
- mit einem zweiten Druckelement, dem eine zweite Antriebseinheit des Pressantriebs zugeordnet ist und mittels dessen die Werkzeughalterung mit einer durch die zweite Antriebseinheit des Pressantriebs bereitgestellten Zusatz-Presskraft beaufschlagbar ist, indem das zweite Druckelement den Stößel beaufschlagt,
- wobei die Werkzeughalterung und das zweite Druckelement relativbeweglich sind, wenn nur das erste Druckelement die Werkzeughalterung beaufschlagt und
- wobei Mittel zur Hemmung, insbesondere zur Aufhebung der Relativbeweglichkeit von Werkzeughalterung und zweitem Druckelement vorgesehen sind, so dass die Werkzeughalterung bei Beaufschlagung zunächst ausschließlich durch das erste Druckelement im Bedarfsfall durch das zweite Druckelement mit einer Zusatz-Presskraft beaufschlagbar ist.

[0002] Eine Pressantriebsanordnung der vorstehenden Art ist bekannt aus JP 2001-150191 A. Der Stand der Technik betrifft eine Pressantriebsanordnung mit einem Hauptantrieb sowie mit einem Zusatzantrieb. Den Hauptantrieb bildet ein hydraulischer Kolben-/Zylinderantrieb, dessen Hydraulikkolben zur Werkstückbearbeitung eine mit einem Bearbeitungsstempel versehene Werkzeughalterung beaufschlagt. Der Zusatzantrieb ist oberhalb des Hauptantriebes angeordnet und umfasst einen Tauchkolben sowie einen für diesen vorgesehenen elektromotorischen Spindelantrieb. Durch letzteren kann der Tauchkolben des Zusatzantriebes in den Hydraulikzylinder des Hauptantriebes abgesenkt werden, um dort den Öldruck zur Steigerung der an der Werkzeughalterung verfügbaren Presskraft zu erhöhen.

[0003] Bei der Werkstückbearbeitung werden die Werkzeughalterung und der Bearbeitungsstempel der vorbekannten Pressantriebsanordnung zunächst ausschließlich von dem hydraulischen Hauptantrieb in Richtung auf das zu bearbeitenden Werkstück bewegt. Nach dem Aufsetzen des Bearbeitungsstempels auf dem Werkstück wird mit Hilfe eines Sensors ermittelt, ob die von dem hydraulischen Hauptantrieb aufgebrachte Presskraft für die Werkstückbearbeitung ausreicht oder ob eine zusätzliche Presskraft benötigt wird. Gegebenenfalls wird der Tauchkolben des Zusatzantriebes in den Hydraulikzylinder des Hauptantriebes abgesenkt und dadurch mittels des Zusatzantriebes die benötigte Zusatz-Presskraft erzeugt.

[0004] Eine weitere Pressantriebsanordnung ist offenbart in JP 2001-009538 A. Diese Pressantriebsanordnung umfasst ein erstes Schlagteil, mittels dessen eine in einem oberen Werkzeugrevolver gelagerte Werkzeuganordnung beaufschlagbar ist. Unter Beaufschlagung durch das erste Schlagteil wird ein an der Werkzeuganordnung gelagertes Werkzeug entlang einer Hubachse in Richtung einer zu bearbeitenden Blechtafel bewegt. Das erste Schlagteil wird mittels eines ersten Kolben-Zylinderantriebs angetrieben. Zusätzlich ist an der Revolverstanzpresse ein zweites Schlagteil vorgesehen, mittels dessen die Werkzeuganordnung zusätzlich beaufschlagbar ist. Das zweite Schlagteil wird durch eine zweite Kolben-Zylindereinheit angetrieben.

[0005] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Pressantriebsanordnung der eingangs genannten Art mit einer platzsparenden Bauweise bereitzustellen.

[0006] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Pressantriebsanordnung gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0007] Im Falle der Erfindung wird eine der Antriebseinheiten des Pressantriebs von einem Spindelantrieb mit einer Antriebsspindel gebildet, die eine axiale Aufnahme aufweist. In der axialen Aufnahme der Antriebsspindel ist der mit der Werkzeughalterung versehene Stößel platzsparend angeordnet.

[0008] Es ist möglich, die Werkzeughalterung zunächst ausschließlich durch das erste Druckelement zu beaufschlagen. Erst im Bedarfsfall, d.h. wenn die durch das erste Druckelement bereitgestellte Presskraft nicht ausreichend ist, um die gewünschte Werkstückbearbeitung durchzuführen, ist ein zweites Druckelement zuschaltbar, welches die Werkzeughalterung mit einer Zusatz-Presskraft beaufschlagt. Das Zuschalten des zweiten Druckelementes erfolgt, indem die Relativbeweglichkeit von Werkzeughalterung und zweitem Druckelement gehemmt wird, insbesondere aufgehoben wird. Das zweite Druckelement kommt nur zum Einsatz, wenn es sich als tatsächlich erforderlich erweist. Aufgrund der Relativbeweglichkeit von Werkzeughalterung und zweitem Druckelement kann das zweite Druckelement, solange es nicht zur Presskrafteinleitung benötigt wird, beim Arbeitshub nicht oder zumindest langsamer als die Werkzeughalterung bewegt werden. Unnötiges Beschleunigen des zweiten Druckelementes wird vermieden. Folglich ist die zu bewegende bzw. zu beschleunigende Masse nur so groß, wie tatsächlich erforderlich. Hierdurch kann einerseits der Energieverbrauch der Pressantriebsanordnung reduziert werden, andererseits kann die Dynamik bei gleicher Antriebsleistung der Pres-

santriebsanordnung erhöht werden.

[0009] Insbesondere können die Antriebseinheiten sehr unterschiedlich ausgelegt werden. Beispielsweise kann die erste Antriebseinheit mit einer besonders hohen Dynamik (z. B. einer Maximalbeschleunigung bis zu 100 m/s^2) aber mit einer relativ niedrigen Maximalkraft (z. B. einer Maximalkraft von 40 KN) versehen sein. Die zweite Antriebseinheit kann so ausgelegt werden, dass sie höhere Kräfte (z. B. eine Maximalkraft von 160 bis 250 KN) bereitstellt aber niedrigere Beschleunigungswerte (z. B. eine Maximalbeschleunigung bis zu 10 m/s^2). Insgesamt ergibt sich auf diese Weise ein hochdynamischer Pressantrieb der zudem hohe Presskräfte bereitstellen kann.

[0010] Solange nur eine relativ niedrige Presskraft erforderlich ist, wie beim Stanzen von relativ dünnen Blechtafeln, können die Arbeitshübe ausschließlich mittels der hochdynamischen Antriebseinheit erzeugt werden. In diesem Fall sind beispielsweise bei einer Schrittweite von 1 mm, d. h. zwischen zwei Hüben wird die Blechtafel jeweils um 1 mm gegenüber dem Werkzeug verschoben, Hubzahlen von 1500 Hüben pro Minute erreichbar. Nur im Bedarfsfall, z. B. beim Stanzen von relativ dicken Blechtafeln, wird eine Zusatz-Presskraft durch die zweite Antriebseinheit eingeleitet.

[0011] Die Werkzeughalterung ist an einem Stößel vorgesehen, an welchem die Druckelemente zur Presskrafteinleitung angreifen. Damit kann die Anbindung der Druckelemente in unmittelbarer Nähe der Antriebseinheiten erfolgen und es ergeben sich günstige Verhältnisse für die Presskrafteinleitung.

[0012] Vorteilhafte Ausführungsarten der Erfindung nach Anspruch 1 ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen 2 bis 11.

[0013] Gemäß Anspruch 2 ist in bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass der Stößel in der axialen Aufnahme der Antriebsspindel des Spindelantriebs angeordnet ist und an dem von der Werkzeughalterung abgewandten Ende einen gegenüber der Antriebsspindel axial vorstehenden und durch eines der Druckelemente beaufschlagbaren Abschnitt aufweist.

[0014] Im Falle einer Bauart der Erfindung nach Anspruch 3 sind das zweite Druckelement und die Werkzeughalterung entlang einer Arbeitshubachse relativ beweglich, entlang derer mittels der Pressantriebsanordnung der Arbeitshub der Werkzeughalterung erzeugbar ist. So kann, während die Werkzeughalterung beim Arbeitshub ausschließlich durch das erste Druckelement in Hubrichtung entlang der Arbeitshubachse bewegt wird, das zweite Druckelement in Hubrichtung langsamer als die Werkzeughalterung bewegt werden. Insbesondere kann das zweite Druckelement in Hubrichtung unbewegt bleiben. Die bereits vorstehend erwähnten Energieeinsparungsmöglichkeiten ergeben sich in besonderem Maße.

[0015] Darüber hinaus kann das zweite Druckelement bei einem durch das erste Druckelement bewirkten Arbeitshub der Werkzeughalterung sogar entgegen der Hubrichtung bewegt werden. Auf diese Weise kann es in eine Ausgangsposition für einen nachfolgenden Arbeitshub überführt werden, bevor der Arbeitshub abgeschlossen ist. Da die Pressantriebsanordnung somit nach Abschluss eines Arbeitshubes schneller für den nächsten Arbeitshub bereit ist, ergibt sich eine Verkürzung der Prozesszeit.

[0016] Bei einer Bauart der Erfindung nach Anspruch 4 wird die Werkzeughalterung durch das zweite Druckelement mit einer Zusatz-Presskraft beaufschlagt, indem die Relativbeweglichkeit von Werkzeughalterung und zweitem Druckelement nur in einer Richtung gehemmt bzw. aufgehoben wird. Um eine Zusatz-Presskraft einleiten zu können, ist die Relativbeweglichkeit wenigstens in einer Presskraft-Einleitungsrichtung gehemmt bzw. aufgehoben, in welcher das zweite Druckelement die Werkzeughalterung mit einer Zusatz-Presskraft beaufschlagt. In deren Gegenrichtung bleibt gemäß Anspruch 4 die Relativbeweglichkeit aber auch bei Krafteinleitung durch das zweite Druckelement erhalten. Die Bewegungskopplung von Werkzeughalterung und zweitem Druckelement erfolgt daher nur im erforderlichen Umfang.

[0017] Vorteilhafterweise wird nach Anspruch 5 die Relativbeweglichkeit von Werkzeughalterung und zweitem Druckelement durch einen Zuschalthub gehemmt bzw. aufgehoben, bei welchem eine Relativbewegung von Werkzeughalterung und zweitem Druckelement erfolgt. Für den Fall, dass das zweite Druckelement bei dem Zuschalthub in Hubrichtung auf die Werkzeughalterung zu bewegt wird, kann das zweite Druckelement vor Einleitung einer Zusatz-Presskraft in Hubrichtung beschleunigt werden. Wird die Bewegung des beschleunigten Druckelementes dann gehemmt bzw. aufgehoben, steht die an dem zweiten Druckelement anliegende Antriebsleistung weitgehend zur Beschleunigung bzw. zum Beaufschlagen der Werkzeughalterung in Hubrichtung zur Verfügung. Der Anteil der Antriebsleistung, der für eine Beschleunigung des zweiten Druckelementes nach dessen Zuschaltung benötigt wird, ist verringert.

[0018] Vorteilhafterweise ist die Hublänge des Zuschalthubes so bemessen, dass das zweite Druckelement beim Zuschalthub auf eine gewünschte Pressgeschwindigkeit in Hubrichtung beschleunigt werden kann. Die Antriebsleistung steht dann vollständig für die Beaufschlagung der Werkzeughalterung zur Verfügung.

[0019] Gemäß Anspruch 6 ist die Relativbeweglichkeit von Werkzeughalterung und zweitem Druckelement aufhebbar, indem durch den Zuschalthub eine Anlagefläche an dem zweiten Druckelement mit einer werkzeughalterungsseitigen Anlagefläche zur Anlage kommt. Es ergibt sich eine robuste und funktionssichere Variante der Kraft- und Bewegungskopplung.

[0020] Indem das erste Druckelement entlang der Arbeitshubachse mit der Werkzeughalterung unbeweglich verbunden ist (Anspruch 7), kann das erste Druckelement ohne Zeitverzögerung ständig Presskraft in die Werkzeughalterung einleiten. Zudem ermöglicht die feste Anbindung des ersten Druckelementes an die Werkzeüghalterung entlang der

Arbeitshubachse, dass die Werkzeughalterung mittels des ersten Druckelements in einem auf den Arbeitshub folgenden Rückhub bewegt werden kann. Die Notwendigkeit, zusätzliche Rückstellmittel, z. B. Rückstellfedern, vorzusehen, entfällt.

[0021] Für die Antriebseinheiten kommen verschiedene Antriebsbauarten in Betracht. Für die erste Antriebseinheit ist ein getriebeloser Piezoantrieb aufgrund dessen hoher Dynamik vorteilhaft. Nachteilig an getriebelosen Piezoantrieben sind aber deren relativ kurze Hublängen. Durch eine besonders hohe Dynamik und relativ lange Hublängen zeichnet sich hingegen ein induktiver Linearantrieb, insbesondere auch ein sogenannter "Tube Motor", aus. Ist die zweite Antriebseinheit darüber hinaus als elektrische Spindelantriebseinheit ausgebildet, ergibt sich insgesamt eine elektrisch angetriebene Pressantriebsanordnung (Anspruch 8). Auf hydraulische Antriebstechnik kann in diesem Fall verzichtet werden.

[0022] Die Ausführungsart der Erfindung nach Ansprüch 9 zeichnet sich durch eine besonders vorteilhafte Konstruktion einer Pressantriebsanordnung aus.

[0023] Nach Anspruch 10 ist eine Ausführungsart der Erfindung mit einer Drehantriebseinheit versehen, mittels derer die Werkzeughalterung um die Arbeitshubachse dreheinstellbar ist. Durch die Dreheinstellbarkeit der Werkzeughalterung kann ein in der Werkzeughalterung gelagertes Werkzeug für die Werkstückbearbeitung relativ gegenüber dem Werkstück in eine gewünschte Ausrichtung gedreht werden. Bei einer besonders kompakten Bauart wirkt z. B. ein Drehschieber mit dem zweiten Druckelement zusammen, um die Werkzeuglagerung um die Arbeitshubachse mitzunehmen. Alternativ kann der Drehschieber aber auch getrennt von dem zweiten Druckelement angeordnet sein, wodurch sich Gestaltungsmöglichkeiten der Pressantriebsanordnung ergeben, welche insbesondere in Hinblick auf die Stabilität der Pressantriebsanordnung vorteilhaft sein können.

[0024] Die Pressantriebsanordnung kann derart ausgebildet sein, dass beim Überschreiten einer bestimmten, durch das erste Druckelement in die Werkzeughalterung eingeleiteten Presskraft automatisch eine Zusatz-Presskraft durch das zweite Druckelement in die Werkzeughalterung eingeleitet wird.

[0025] Bei einer Bauart nach Anspruch 11, sind Erfassungsmittel vorgesehen, mittels derer ein Bedarf für die Einleitung einer Zusatz-Presskraft während der Werkstückbeaufschlagung feststellbar ist. Die Erfassungsmittel können durch Weg- und/oder Kraftsensoren gebildet werden. Bei einer kostengünstigen Variante ohne zusätzliche Sensoren wird lediglich der Strom gemessen, welcher von der elektrischen ersten Antriebseinheit verbraucht wird. Da der Stromverbrauch ein Maß für die durch den Antrieb bereitgestellte Kraft ist, kann bei Überschreiten eines vorgegebenen Grenzwertes des Stromverbrauches darauf geschlossen werden, dass ein Zuschalten des zweiten Druckelementes erforderlich ist. Sobald ein Bedarf erkannt wird, wird die Pressantriebsanordnung derart gesteuert, dass das zweite Druckelement zur Presskrafteinleitung zugeschaltet wird.

[0026] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen schematisch dargestellt und werden nachfolgend in Bezug zu den Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1:	eine Seitenansicht einer Stanz-/Umformmaschine mit einer Pressantriebsanordnung;
Figur 2:	eine Schnittdarstellung einer Pressantriebsanord- nung erster Bauart;
Figuren 3a bis 3c:	die Pressantriebsanordnung nach Figur 2 bei der Stanzbearbeitung einer dünnen Blechtafel;
Figuren 4a bis 4c:	die Pressantriebsanordnung nach Figur 2 bei der Stanzbearbeitung einer dicken Blechtafel;
Figur 5:	Verfahrensschritte eines Bearbeitungsverfahrens mit Hilfe einer Pressantriebsanordnung nach Figur 2;
Figur 6:	eine Schnittdarstellung einer Pressantriebsanord- nung zweiter Bauart und
Figuren 7 bis 9:	Geschwindigkeiten von Antriebsspindeln der Press- antriebsanordnung nach Figur 5 im Verlauf von drei unterschiedlich gesteuerten Werkstückbear- beitungen.

[0027] Figur 1 ist eine Werkzeugmaschine in Form einer Stanz-/Umformmaschine 1 zu entnehmen, die ein C-förmiges Maschinengestell 2 aufweist, in dessen Rachenraum 3 eine Koordinatenführung 4 üblicher Bauart angeordnet ist, an welcher eine zu bearbeitende Blechtafel 5 festlegbar ist. Eine am oberen Gestellschenkel des Maschinengestells 2 angeordnete Bearbeitungseinheit 6 umfasst eine Pressantriebsanordnung 7, eine Werkzeughalterung 8 und ein in der Werkzeughalterung 8 gelagertes Bearbeitungswerkzeug 9.

[0028] Zum Bearbeiten einer Blechtafel 5 mittels der Stanz-/Umformmaschine 1 wird die zu bearbeitende Stelle der Blechtafel 5 durch die Koordinatenführung 4 unter dem Bearbeitungswerkzeug 9 angeordnet. Die Werkzeughalterung 8 mitsamt dem Bearbeitungswerkzeug 9 wird anschließend durch die Pressantriebsanordnung 7 mit einem Arbeitshub entlang einer Arbeitshubachse 10 in einer Hubrichtung 11 auf die Blechtafel 5 abgesenkt.

[0029] Die Blechtafelbearbeitung, z. B. eine Stanzbearbeitung, erfolgt durch das Bearbeitungswerkzeug 9, welches die Blechtafel 5 mit einer Presskraft bzw. Stanzkraft beaufschlagt, wobei das Bearbeitungswerkzeug 9 bei der Bearbeitung mit einem auf der gegenüberliegenden Seite der Blechtafel 5 angeordneten zweiten Bearbeitungswerkzeug (nicht gezeigt) zusammenwirkt. Nach Abschluss des Arbeitshubes wird das Bearbeitungswerkzeug 9 entlang der Arbeitshubachse 10 in einer Rückhubrichtung 12 angehoben.

[0030] Mittels der Pressantriebsanordnung 7 ist die Werkzeughalterung 8 gemeinsam mit dem Bearbeitungswerkzeug 9 außerdem um die Arbeitshubachse 10 dreheinstellbar.

[0031] Als Bearbeitungswerkzeuge können in die Werkzeughalterung 8 neben Stanzwerkzeugen auch Umformwerkzeuge, wie Präge-, Biege- und Sickenwerkzeuge usw., eingewechselt werden.

[0032] Sämtliche Antriebe der Stanz-/Umformmaschine werden durch eine numerische Steuereinheit 13 gesteuert.

[0033] Im Detail ist die Pressantriebsanordnung 7 der Stanz-/Umformmaschine 1 Figur 2 zu entnehmen. Die Werkzeughalterung 8 ist unbeweglich mit einem langgestreckten Stößel 14 verbunden, dessen Längsachse mit der Arbeitshubachse 10 zusammenfällt.

[0034] An dem von der Werkzeughalterung 8 abgelegenen Ende des Stößels 14 ist eine erste Antriebseinheit in Form eines hochdynamischen Linearmotors 15 vorgesehen, welcher einen Teil eines Pressantriebes der Pressantriebsanordnung 7 bildet. Innerhalb eines um die Arbeitshubachse 10 umlaufenden, ringförmigen Primärteils 16 des Linearmotors 15 ist ein ebenfalls ringförmiges Sekundärteil 17 des Linearmotors 15 angeordnet. Mittels einer Messeinrichtung 18 ist der von dem Linearmotor 15 benötigte Strom messbar.

[0035] Das Sekundärteil 17 ist mit einem tellerförmigen Druckelement 19 versehen, welches mit dem Stößel 14 durch ein axiales Drehlager 20 um die Arbeitshubachse 10 drehbar, aber axial unbeweglich verbunden ist. Bei einer alternativen Bauart kann zwischen Druckelement 19 und Stößel 14 zusätzlich ein Dämpfungselement vorgesehen sein.

[0036] Bei einer weiteren alternativen Bauart kann anstelle des gezeigten Linearmotors 15 ein Linearmotor in Form eines sogenannten "Tube Motor" verwendet werden. Ein "Tube Motor" zeichnet sich durch einen zylindrischen Aufbau aus, der es ermöglicht, dass das Sekundärteil des Motors gegenüber dem Primärteil uneingeschränkt um die Hubachse drehbar ist und in jeder Relativdrehstellung einen hochdynamischen Hub ausführen kann. Vorteilhafterweise kann daher bei der Verwendung eines "Tube Motor" auf das Drehlager 20 verzichtet werden.

[0037] Des Weiteren weist die Pressantriebsanordnung 7 als Teil des Pressantriebs eine zweite Antriebseinheit in Form eines elektrischen Dreh/Hubantriebs auf, welcher von einem elektrischen Spindelantrieb 21 gebildet ist. Der Spindelantrieb 21 ist weniger dynamisch ausgebildet als der Linearmotor 15, kann aber eine wesentlich höhere Presskraft bereitstellen.

[0038] Der Spindelantrieb 21 umfasst eine Antriebsspindel 22, deren Spindelachse mit der Arbeitshubachse 10 zusammenfällt. Die Antriebsspindel 22 ist mit zwei Außengewinden 23 und 24 versehen. Beide Außengewinde 23 und 24 weisen die gleiche Gewindesteigung auf, sind aber gegenläufig ausgebildet. Eine erste Antriebsmutter 25 sitzt auf dem ersten Außengewinde 23, eine zweite Antriebsmutter 26 sitzt auf dem zweiten Außengewinde 24. Die Drehstellungen der Antriebsmuttern 25 und 26 um die Arbeitshubachse 10 sind mittels Sensoren 27 bestimmbar.

[0039] Ein Torque-Motor 28, welcher der ersten Antriebsmutter 25 zugeordnet ist, weist einen gestellfesten Stator 29 und einen Rotor 30 auf, der um die Arbeitshubachse 10 umlaufend ausgebildet und getriebelos mit der Antriebsmutter 25 verbunden ist. Der Stator 29, der Rotor 30 und die Antriebsmutter 25 überdecken sich zumindest teilweise entlang der Arbeitshubachse 10 gegenseitig. Der zweiten Antriebsmutter 26 ist ein Torque-Motor 31 zugeordnet, welcher gleicher Bauart wie der Torque-Motor 28 ist. Er weist einen gestellfesten Stator 32 und einen mit der Antriebsmutter 26 unbeweglich verbundenen Rotor 33 auf.

[0040] Die Antriebsspindel 22 ist mit einer axialen Aufnahme 34 versehen, in welcher der Stößel 14 angeordnet ist. Insbesondere ragt der Stößel 14 axial durch die Antriebsspindel 22 hindurch.

[0041] Die axiale Aufnahme 34 der Arbeitsspindel 22 weist unter Ausbildung eines zylindrischen Absatzes 39 einen Abschnitt mit kleinerem Durchmesser auf. Am Innenumfang ist der zylindrische Absatz 39 mit zwei, radial gegenüberliegenden axialen Führungsnuten 36 versehen. Die Führungsnuten 36 verlaufen innerhalb der Schnittebene gemäß Figur 2, d. h. Figur 2 zeigt den Innendurchmesser des zylindrischen Absatzes 39 im Umfangsbereich der Führungsnuten 36. Im Umfangsbereich außerhalb der Führungsnuten 36 entspricht der Innendurchmesser des zylindrischen Absatzes 39 in etwa dem Außendurchmesser des Stößels 14 (aus Figur 2 nicht ersichtlich). Zwei mit dem Stößel 14 unbeweglich verbundene Mitnehmerflügel 35 ragen in die axialen Führungsnuten 36 am Innenumfang des zylindrischen Absatzes 39.

[0042] Bei einer abgewandelten (nicht gezeigten) Bauart eines Pressantriebs können die Führungsnuten 36 auch in einem von dem zylindrischen Absatz 39 getrennten axialen Abschnitt der Aufnahme 34 vorgesehen sein, beispielsweise in Figur 2 nach oben versetzt angeordnet sein. Dementsprechend sind bei dieser Alternative auch die Mitnehmerflügel 35 im Vergleich zu den in Figur 2 gezeigten Verhältnissen weiter oben angeordnet. Da die Mitnehmerflügel 35 in diesem Fall in den Führungsnuten 36 der Arbeitsspindel 22 mit einem größeren radialen Abstand zueinander geführt sind, ergibt sich eine Variante mit einer stabileren gegenseitigen Führung von Arbeitsspindel 22 und Stößel 14.

[0043] Des Weiteren weist der zylindrische Absatz 39 bei dem in Figur 2 gezeigten Pressantrieb 7 an seiner werkzeughalterungsseitigen Stirnfläche eine umlaufende Anlagefläche 37 auf. Axial gegenüber der Anlagefläche 37 ist der

Stößel 14 mit einer umlaufenden Einleitfläche 38 versehen, die durch einen radialen Absatz des Stößels 14 gebildet ist.

[0044] Ein Sensor 39a dient zur Ermittlung der axialen Lage des Stößels 14 bzw. der Werkzeughalterung 8 relativ zu dem Maschinengestell 2 und der Drehstellung des Stößels 14 bzw. der Werkzeughalterung 8 um die Arbeitshubachse 10.

[0045] Im Folgenden wird die generelle Funktionsweise der Pressantriebsanordnung 7 beschrieben, bevor anschließend die einzelnen Bewegungsabläufe bei verschiedenen Werkstückbearbeitungen anhand der Figuren 3a bis 3c und 4a bis 4c erläutert werden.

[0046] Um den Stößel 14 gemeinsam mit der Werkzeughalterung 8 und mit dem darin gelagerten Bearbeitungswerkzeug 9 mittels des Linearmotors 15 entlang der Arbeitshubachse 10 anzuheben oder abzusenken, führt das Sekundärteil 17 des Linearmotors 15 eine entsprechende Heb- bzw. Senkbewegung entlang der Arbeitshubachse 10 relativ zu dem gestellfesten Primärteil 16 des Linearmotors 15 aus. Die Hubbewegung des Sekundärteils 17 wird über das Druckelement 19 und über das axiale Drehlager 20 auf den Stößel 14 übertragen. In gleicher Weise ist eine durch den Linearmotor 15 erzeugte Kraft in Hub- und Rückhubrichtung 11 und 12 in den Stößel 14 einleitbar.

[0047] Bei der Hubbewegung des Stößels 14 durch den Linearmotor 15 bilden die Flügel 35 an der Antriebsspindel 22 und die axialen Führungsnuten 36 eine Verdrehsicherung für den Stößel 14.

[0048] Des Weiteren ist der Stößel 14 mittels des Spindelantriebs 21 um die Arbeitshubachse 10 dreheinstellbar. Der Spindelantrieb 21 bildet folglich eine Drehantriebseinheit, mittels derer die an dem Stößel 14 vorgesehene Werkzeughalterung 8 um die Arbeitshubachse 10 dreheinstellbar ist. Um den Stößel 14 gemeinsam mit der Werkzeughalterung 8 in eine Drehstellung um die Arbeitshubachse 10 zu bewegen, wird die Arbeitsspindel 22 um die Arbeitshubachse 10 gedreht. Die Flügel 35 dienen als Drehschieber, mittels dessen der Stößel 14 gemeinsam mit der Werkzeughalterung 8 bei der Drehbewegung der Antriebsspindel 22 um die Arbeitshubachse 10 mitgedreht wird. Die Drehbewegung der Antriebsspindel 22 ergibt sich, ohne dass die Antriebsspindel 22 auch eine Hubbewegung entlang der Arbeitshubachse 10 ausführt, indem die Antriebsmuttern 25 und 26 mit gleicher Geschwindigkeit und in gleicher Richtung durch die Torque-Motoren 28 und 31 gedreht werden.

[0049] Außerdem kann der Stößel 14 mittels des Spindelantriebs 21 in Hubrichtung 11 abgesenkt bzw. mit einer (Zusatz-)Presskraft in Hubrichtung 11 beaufschlagt werden. Zu diesem Zweck wird die Antriebsspindel 22 in Hubrichtung 11 abgesenkt. Die Absenkbewegung der Antriebsspindel 22 ergibt sich, ohne dass die Antriebsspindel 22 gleichzeitig gedreht wird, indem die Antriebsmuttern 25 und 26 durch die Torque-Motoren 28 und 31 mit gleicher Geschwindigkeit aber in entgegengesetzten Richtungen gedreht werden. Wenn die Anlagefläche 37 an dem zylindrischen Absatz 39 in Hubrichtung 11 auf die Einleitfläche 38 an dem Stößel 14 gepresst wird, kann eine mittels des Spindelantriebs 21 erzeugte (Zusatz-)Presskraft in den Stößel 14 eingeleitet werden.

[0050] Folglich dient der zylindrische Absatz 39 als Druckelement, welches den Stößel 14 und folglich auch die Werkzeughalterung 8 mit einer von dem Spindelantrieb 21 bereitgestellten (Zusatz-)Presskraft beaufschlagen kann.

[0051] Die Figuren 3a bis 3c zeigen drei verschiedene Betriebszustände der Pressantriebsanordnung 7 bei der Stanzbearbeitung einer relativ dünnen Blechtafel 5. Bei der in den Figuren 3a bis 3c dargestellten Stanzbearbeitung wird die erforderliche Presskraft bzw. Stanzkraft ausschließlich durch den Linearmotor 15 erzeugt.

[0052] Figur 3a zeigt die Pressantriebsanordnung 7 in einem Betriebszustand, in welchem die Werkzeughalterung 8 eine Ausgangslage vor einem Arbeitshub einnimmt. Ausgehend von der Ausgangslage wird die Werkzeughalterung 8 gemeinsam mit dem Bearbeitungswerkzeug 9 in Hubrichtung 11 auf die Blechtafel 5 zubewegt. Die Axialbewegung des Bearbeitungswerkzeugs 8 erfolgt durch den Linearmotor 15. Der Spindelantrieb 21, insbesondere die Antriebsspindel 22 mitsamt dem radialen Absatz 39, bleibt während der Hubbewegung stehen. Demzufolge bewegt sich die Werkzeughalterung 8 ausgehend von den Verhältnissen, gemäß Figur 3a in Hubrichtung 11 von dem zylindrischen Absatz 39 weg. Die Werkzeughalterung 8 und der zylindrische Absatz 39 führen eine Relativbewegung entlang der Arbeitshubachse 10 aus.

[0053] Figur 3b sind die Verhältnisse zu entnehmen, wenn das Bearbeitungswerkzeug 9 gerade auf der Blechtafel 5 aufsetzt. Der Abschnitt des Arbeitshubes, bei welchem sich das Bearbeitungswerkzeug 9 der Blechtafel 5 nur annähert, ist beendet. Da die Antriebsspindel 22 in der gleichen Position stehen geblieben ist, in welcher sie zu Beginn des Arbeitshubes (Figur 3a) angeordnet war, hat sich der axiale Abstand zwischen der Anlagefläche 37 und der Einleitfläche 38 aufgrund der Absenkbewegung des Stößels 14 vergrößert.

[0054] Bei der folgenden Stanzbearbeitung beaufschlagt das Bearbeitungswerkzeug 9 die Blechtafel 5 in Hubrichtung 11 mit einer Presskraft. Die Presskraft bzw. Stanzkraft, mit welcher das Bearbeitungswerkzeug 9 die Blechtafel 5 beaufschlagt, wird durch den Linearmotor 15 bereitgestellt. Zu diesem Zweck beaufschlagt das mit dem Sekundärteil 17 des Linearmotors 15 verbundene Druckelement 19 den Stößel 14 mit der Presskraft. Über den Stößel 14 und die Werkzeughalterung 8 liegt die Presskraft schließlich an dem Bearbeitungswerkzeug 9 an. Da es sich im gezeigten Fall um eine relativ dünne Blechtafel 5 handelt, ist die von dem Linearmotor 15 maximal bereitzustellende Presskraft (ca. 40 KN) ausreichend, um die Blechtafel 5 durchzustanzen.

[0055] In Figur 3c ist der Betriebszustand der Pressantriebsanordnung 7 dargestellt, nachdem das Bearbeitungswerkzeug 9 die Blechtafel durchgestanzt hat. Ausgehend von diesem Zustand wird der Stößel 14 mittels des Linearmotors 15 wieder in die Ausgangslage gemäß Figur 3a mit einem Rückhub bewegt. Der Spindelantrieb 21 bleibt während des

Arbeitshubes und während des Rückhubes unbewegt.

[0056] Aufgrund der hohen Dynamik des Linearmotors 15 ist die vorstehend beschriebene Stanzbearbeitung in sehr kurzer Zeit durchführbar, so dass insbesondere im Dünnblechbereich mit Hilfe der Pressantriebsanordnung 7 bei einer Schrittweite von 1 mm Hubzahlen bis zu 1500 Hüben/min erreicht werden können.

[0057] Die Figuren 4a bis 4c zeigen drei verschiedene Betriebszustände der Pressantriebsanordnung 7 beim Stanzen einer relativ dicken Blechtafel 5.

[0058] Figur 4a sind die Verhältnisse zu entnehmen, wenn das Bearbeitungswerkzeug 9 gerade auf die Blechtafel 5 aufsetzt. Die Verhältnisse in Figur 4a entsprechen daher den Verhältnissen aus Figur 3b. Die Presskraft, mit welcher das Bearbeitungswerkzeug 9 die Blechtafel 5 beaufschlagt, wird zunächst ausschließlich von dem Linearmotor 15 bereitgestellt. Dementsprechend wird der Stößel 14 und damit auch die Werkzeughalterung 8 nur durch das tellerförmige Druckelement 19 mit einer Presskraft beaufschlagt.

[0059] Die maximal von dem Linearmotor 15 erzeugbare Presskraft ist jedoch nicht ausreichend, um die relativ dicke Blechtafel 5 durchzustanzen. Der Bedarf einer Zusatz-Presskraft wird ermittelt, indem der von dem Linearmotor 15 benötigte Strom mittels der Messeinrichtung 18 (Figur 2) gemessen wird und die Messwerte ständig an die numerische Steuereinheit 13 übermittelt werden. In einen Auswertungsteil der Steuereinheit 13 wird der gemessene Strom mit einem Stromgrenzwert verglichen, welcher dem Strom entspricht, der durch den Linearmotor 15 bei der durch ihn maximal bereitzustellenden Presskraft verbraucht wird. Erreicht der gemessene Strom den vorgegebenen Grenzwert, wertet die numerische Steuereinheit 13 dies als Bedarfsfall für die Einleitung einer Zusatz-Presskraft mittels des Spindelantriebs 21. Die Messeinrichtung 18 und der vorstehend erwähnte Auswertungsteil der numerischen Steuereinheit 13 bilden folglich Erfassungsmittel, mittels derer der Bedarf zur Einleitung einer Zusatz-Presskraft ermittelt wird.

[0060] Im Weiteren löst die numerische Steuereinheit 13 einen Zuschalthub aus, bei welchem die Antriebsspindel 22 gemeinsam mit dem zylindrischen Absatz 39 in Hubrichtung 11 mittels der Torque-Motoren 28 und 31 bewegt wird. Die Hublänge des Zuschalthubes ist ausreichend, damit der Spindelantrieb 21 mitsamt dem zylindrischen Absatz 39 während des Zuschalthubes auf eine Geschwindigkeit beschleunigen kann, bei welcher die nachfolgende Werkstückbearbeitung durchgeführt wird (Pressgeschwindigkeit).

[0061] Der Zuschalthub ist beendet, wenn die Anlagefläche 37 an der Einleitfläche 38 anliegt. Der zylindrische Absatz 39 und die Werkzeughalterung 8 können sich entlang der Arbeitshubachse 10 nicht weiter annähern. Die Relativbeweglichkeit des zylindrischen Absatzes 39 und der Werkzeugaufnahme 8 ist folglich entlang der Arbeitshubachse 10 in einer Richtung aufgehoben. Es ergeben sich die in Figur 4b gezeigten Verhältnisse.

[0062] Bei der folgenden Werkstückbearbeitung wird über die Einleitfläche 38 an dem Stößel 14 eine Zusatz-Presskraft in die Werkzeugaufnahme 8 eingeleitet, welche von dem Spindelantrieb 21 erzeugt wird. Da der Spindelantrieb 21 mitsamt dem zylindrischen Absatz 39 bereits auf die Pressgeschwindigkeit beschleunigt wurde, bevor die Anlagefläche 37 auf die Einleitfläche 38 stößt, muss der Spindelantrieb 21 nun nicht mehr weiter beschleunigt werden. Seine Antriebsleistung steht somit vollständig für die Beschleunigung des Stößels 14, der Werkzeughalterung 8 und des Bearbeitungswerkzeugs 9 sowie zur Beaufschlagung derselben mit einer Zusatz-Presskraft zur Verfügung.

[0063] Die durch den Linearmotor 15 bereitgestellte Presskraft und die durch den elektrischen Spindelantrieb 21 bereitgestellte Zusatz-Presskraft addieren sich. Die Summe der Presskräfte ist ausreichend, um die relativ dicke Blechtafel 5 durchzustanzen. Die Verhältnisse nach Durchstanzen der Blechtafel 5 sind Figur 4c zu entnehmen.

[0064] Nach dem Arbeitshub wird das Bearbeitungswerkzeug 9 mit einem Rückhub wieder in die Ausganglage (Figur 3a) angehoben, indem der Linearmotor 15 und der Spindelantrieb 21 gleichzeitig in Rückhubrichtung 12 verfahren. Unter diesen Umständen ist die Geschwindigkeit des Bearbeitungswerkzeuges 9 beim Rückhub durch die Geschwindigkeit des langsameren Spindelantriebs 21 begrenzt.

[0065] Es können sich aber auch Verhältnisse ergeben, bei welchen die Bewegungsrichtung des Spindelantriebs 21 vor Abschluss des Arbeitshubes umgekehrt werden kann. Beispielhaft ist eine Werkstückbearbeitung zu nennen, bei welcher in einem unteren Abschnitt des Arbeitshubs nur noch eine Presskraft erforderlich ist, die kleiner als die maximal durch den Linearmotor 15 bereitzustellende Presskraft ist. In diesem Fall kann eine Rückziehen des langsameren Spindelantriebes 21 vor Abschluss des Arbeitshubes einsetzen. Folglich wird die Geschwindigkeit des Bearbeitungswerkzeugs 9 beim späteren Rückhub nur noch durch den schnelleren Linearmotor 15 bestimmt. Das Bearbeitungswerkzeug 9 kann also schneller zurückbewegt werden und die Zeit für den Rückhub verkürzt sich.

[0066] Der Vollständigkeit halber ist anzumerken, dass die Zuschaltung des Spindelantriebs 21 nicht nur zu dem Zeitpunkt erfolgen kann, zu welchem ein Bearbeitungswerkzeug auf der Blechtafel 5 aufsetzt, sondern auch im Laufe der gesamten Werkstückbearbeitung bzw. des Arbeitshubes.

[0067] In Figur 5 sind nochmals die drei wesentlichen Verfahrensschritte im Rahmen des anhand der Figuren 4a bis 4c beschriebenen Stanzvorgangs zusammengefasst. Zuerst wird die Werkzeughalterung 8 ausschließlich durch das erste, tellerförmige Druckelement 19 unter Einleitung einer Presskraft beaufschlagt (Figur 4a). Im Bedarfsfall wird das zweite Druckelement, hier der zylindrische Absatz 39, durch einen Zuschalthub relativ zu der Werkzeughalterung 8 zur Einleitung einer Zusatz-Presskraft zugeschaltet. Schließlich wird die Werkzeughalterung 8 durch das zweite Druckelement unter Einleitung einer Zusatz-Presskraft beaufschlagt (Figur 4b).

[0068] Die numerische Steuereinheit 13 der Stanz-/Umformmaschine 1 ermöglicht es, die Pressantriebsanordnung 7 in zwei verschiedenen Steuermodi zu betreiben. In einem Grundsteuermodus wird die Pressantriebsanordnung gemäß dem vorstehend beschriebenen Ablauf betrieben, d.h. das Bearbeitungswerkzeug 9 wird zunächst immer nur mittels des Linearmotors 15 auf die zu bearbeitende Blechtafel 5 abgesenkt. Nur im Bedarfsfall wird dann eine Zusatz-Presskraft durch den Spindelantrieb 21 eingeleitet.

[0069] Ist es jedoch z. B. anhand der Dicke der zu bearbeitenden Blechtafel 5 bereits im Vorfeld zweifelsfrei ersichtlich, dass die durch den Linearmotor 15 erzeugbare Presskraft nicht ausreichend ist, um die Blechtafel 5 zu bearbeiten, kann ein Dickblech-Steuermodus eingestellt werden. Im Dickblech-Steuermodus wird der Spindelantrieb 21 von vorne herein mitbewegt. Auf diese Weise wird der durch den Zuschalthub entstehende Zeitverlust vermieden.

[0070] Eine alternative Bauart einer Pressantriebsanordnung 40 ist Figur 6 zu entnehmen. Gemäß Figur 6 nimmt die Pressantriebsanordnung 40 ihre Ausgangslage vor einem Arbeitshub ein. Die Werkzeughalterung 41 ist an einem entlang der Arbeitshubachse 10 verlaufenden Stößel 42 vorgesehen. Der Stößel 42 ist gemeinsam mit der Werkzeughalterung 41 und einem Bearbeitungswerkzeug 43 mittels eines eine Drehantriebseinheit bildenden Drehmotors 44 um die Arbeitshubachse 10 dreheinstellbar. Hierzu weist der Drehmotor 44 einen umlaufenden Rotor 45 auf, welcher getriebelos mit dem Stößel 42 verbunden ist. Der Rotor 45 ist innerhalb eines gestellfesten Stators 46 angeordnet.

[0071] Zur Presskrafterzeugung und zur Erzeugung der Hubbewegung der Werkzeughalterung 41 entlang der Arbeitshubachse 10 dienen zwei elektrische Spindelantriebe 47 und 48. Der erste Spindelantrieb 47 weist einen an dem Maschinengestell 2 abgestützten Stator 49 auf, innerhalb dessen ein umlaufender Rotor 50 vorgesehen ist. Der Rotor 50 ist unmittelbar mit einer Antriebsmutter 51 verbunden, die im Eingriff mit einer Antriebsspindel 52 steht. Die Spindelachse der Antriebsspindel 52 fällt mit der Arbeitshubachse 10 zusammen. Die Antriebsspindel 52 ist werkzeughalterungsseitig mit einer Druckscheibe 53 versehen, welche über ein Axiallager 54 mit der Antriebsspindel 52 verbunden ist.

[0072] Der zweite Spindelantrieb 48 ist an einem axialen Vorsatz der Antriebsspindel 52 angeordnet. Er weist eine höhere Dynamik als der erste Spindelantrieb 47 auf, kann aber nur eine relativ niedrige Kraft erzeugen. Der Spindelantrieb 48 umfasst einen Stator 55, welcher an der Antriebsspindel 52 des ersten Spindelantriebs 47 abgestützt ist. Des Weiteren weist der zweite Spindelantrieb 48 einen um die Arbeitshubachse 10 umlaufenden Rotor 56 auf. Der Rotor 56 ist getriebelos mit einer Antriebsmutter 57 verbunden, welche mit einer Antriebsspindel 58 im Eingriff steht. Auch die Spindelachse der Antriebsspindel 58 stimmt mit der Arbeitshubachse 10 überein.

[0073] Die Antriebsspindel 58 ist mit dem Stößel 42 über eine Tellerfeder 59 und ein axiales Drehlager 60 verbunden. Die Tellerfeder 59 ist in Hubrichtung 11 mit einer Federkraft vorgespannt, die etwas kleiner als die maximal bereitzustellende Axialkraft des Spindelantriebes 48 ist. Insgesamt ergibt sich eine aufeinander aufbauende Anordnung der beiden Spindelantriebe 47 und 48.

[0074] Das axiale Drehlager 60 bzw. die Tellerfeder 59 bilden ein erstes Druckelement, welches den Stößel 42 an seinem in einer axialen Aufnahme 61 der Antriebsspindel 52 angeordneten Ende beaufschlagen. Die Druckscheibe 53 bildet ein zweites Druckelement.

[0075] Die Arbeitsweise der Pressantriebsanordnung 40 wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Figuren 7 bis 9 beschrieben. Die Figuren 7 bis 9 zeigen die axiale Geschwindigkeit der Antriebsspindel 52 relativ zum Maschinengestell 2 (gestrichelte Linie) und die axiale Geschwindigkeit der Antriebsspindel 58 relativ zu der Antriebsspindel 52 (strichpunktierte Linie) im Verlauf verschiedener beispielhafter Werkstückbearbeitungen.

[0076] Bei der Werkstückbearbeitung gemäß Figur 7 wird das Bearbeitungswerkzeug 43 zu Beginn ausschließlich mittels des hochdynamischen Spindelantriebs 48 abgesenkt. Zu einem Zeitpunkt t_1 erreicht die Arbeitsspindel 58 und gleichzeitig das Bearbeitungswerkzeug 43 eine konstante Geschwindigkeit v_1. Zum Zeitpunkt t_2 trifft das Bearbeitungswerkzeug 43 auf die zu bearbeitende Blechtafel 5. Das Bearbeitungswerkzeug 43 beaufschlagt nun die Blechtafel 5 mit einer durch den Spindelantrieb 48 bereitgestellten Presskraft. Diese Presskraft wird von der Antriebsspindel 58 des Spindelantriebs 48 über die Tellerfeder 59 und das Drehlager 60 auf den Stößel 42 übertragen.

[0077] Bei dem in Figur 7 gezeigten Fall übersteigt die durch den Spindelantrieb 48 erzeugte Axialkraft die Federkraft, mit welcher die Tellerfeder 59 vorgespannt ist. Da die an dem Bearbeitungswerkzeug 43 anliegende Presskraft aber nicht ausreichend ist, um das auf der Blechtafel 5 aufgesetzte Bearbeitungswerkzeug 43 unter Verformung der Blechtafel 5 weiter abzusenken, bleibt der Stößel 42 gemeinsam mit der Werkzeughalterung 41 und dem darin gelagerten Bearbeitungswerkzeug 43 kurzzeitig stehen. Bei der weiteren Absenkbewegung der Antriebsspindel 58 wird die Tellerfeder 59 daher zusammengedrückt.

[0078] Die numerische Steuereinheit 13 erkennt, wie bereits in Bezug auf die erste Bauart einer Pressantriebsanordnung 7 erläutert wurde, z. B. durch Messung des durch den Spindelantrieb 48 benötigten Stroms, dass der Spindelantrieb 47 zur Einleitung einer Zusatz-Presskraft zugeschaltet werden muss. Augenblicklich, d. h. nahezu zum Zeitpunkt t_2, löst die numerische Steuereinheit 13 einen Zuschalthub aus, bei welchem die Antriebsspindel 52 gemeinsam mit der Druckscheibe 53 in Hubrichtung 11 abgesenkt wird. Mit der Antriebsspindel 52 wird auch der Spindelantrieb 48 in Hubrichtung 11 auf den (immer noch) stehenden Stößel 42 zu bewegt, wodurch die Tellerfeder 59 um ein Weiteres komprimiert wird. Gleichzeitig wird aber die Absenkbewegung der Antriebsspindel 58 des Spindelantriebs 48 abgebremst, bis die Antriebsspindel 58 schließlich relativ zu der Antriebsspindel 52 steht (Zeitpunkt t_3). Anschließend wird die Antriebsspindel

58 mittels des Spindelantriebs 48 in Rückhubrichtung 12 relativ zu der Antriebsspindel 52 verfahren, bis sie ihre Ausgangslage gegenüber der Arbeitsspindel 52 gemäß Figur 6 einnimmt (Zeitpunkt t_4).

[0079] Die Hublänge des Zuschalthubes ist ausreichend, damit der Spindelantrieb 47 während des Zuschalthubes auf eine Geschwindigkeit beschleunigen kann, bei welcher die nachfolgende Werkstückbearbeitung erfolgt (Pressgeschwindigkeit v_p).

[0080] Der Zuschalthub ist beendet, wenn die Druckscheibe 53 in Hubrichtung 11 auf den Stößel 42 stößt (Zeitpunkt t_5). Die Druckscheibe 53 und der Stößel 42 können sich entlang der Arbeitshubachse 10 nicht weiter annähern. Folglich ist die Relativbeweglichkeit der Druckscheibe 53 und des Stößels 42 und damit auch der Werkzeughalterung 41 in einer Richtung entlang der Arbeitshubachse 10 aufgehoben. Der Spindelantrieb 47 leitet nun über die Antriebsspindel 52 und die Druckscheibe 53 direkt eine Zusatz-Presskraft in den Stößel 42 und weiter in die Werkzeughalterung 41 ein. Nach Abschluss des Arbeitshubes (Zeitpunkt t_6) wird die Antriebsspindel 52 in Rückhubrichtung 12 angehoben. Dadurch wird auch der auf der Antriebsspindel 52 lagernde Spindelantrieb 48 gemeinsam mit dem Stößel 42 in Rückhubrichtung 12 bewegt. Der Rückhub ist zum Zeitpunkt t_7 abgeschlossen. Die Pressantriebsanordnung 40 ist wieder im Betriebszustand gemäß Figur 6.

[0081] Figur 8 zeigt die Geschwindigkeitsprofile der Antriebsspindeln 52 und 58 bei einer zweiten, beispielhaften Werkstückbearbeitung. Im gezeigten Fall dient der Spindelantrieb 47 zur Verlängerung des durch den hochdynamischen Spindelantrieb 48 erzeugten Arbeitshubs des Bearbeitungswerkzeuges 43. Aus Kostengründen bzw. um einen möglichst hochdynamischen Antrieb zu erhalten, ist der durch den Spindelantrieb 48 erzeugbare Hub des Bearbeitungswerkzeuges 43 relativ kurz, z. B. 5 mm. Im Fall gemäß Figur 8 reicht der Hub des hochdynamischen Spindelantriebs 48 nicht aus, so dass zusätzlich der Spindelantrieb 47 verfahren werden muss (Zeitpunkt t_8). Der Hub des Bearbeitungswerkzeuges 43 wird verlängert, da sich die Verfahrwege der Antriebe 47 und 48 addieren. Der Rückhub kann zumindest teilweise durch gleichzeitiges Verfahren beider Spindelantriebe 47 und 48 erfolgen (Zeitspanne t_9 bis t_{10}).

[0082] Bei den Werkstückbearbeitungen gemäß der Figuren 7 und 8 wird die Pressantriebsanordnung 40 in einem Standardmodus betrieben. Abweichend davon kann die Pressantriebsanordnung 40 auch in einem Hochdynamik-Modus betrieben werden. Figur 9 sind die Geschwindigkeiten der Antriebsspindeln 52 und 58 im Verlauf einer beispielhaften Werkstückbearbeitung im Hochdynamik-Modus zu entnehmen. Außerdem zeigt Figur 9 die resultierende Geschwindigkeit des Bearbeitungswerkzeuges 43 (durchgezogene Linie). Aus Vergleichsgründen ist zudem abschnittsweise die resultierende Geschwindigkeit des Bearbeitungswerkzeuges 43 gezeigt, wenn es einen Hub etwa gleicher Länge, aber nur unter Einsatz des niederdynamischen Antriebs 47, ausführen würde (Linie aus Kreuzen).

[0083] Im Hochdynamik-Modus werden die Spindelantriebe 47 und 48 mittels der numerischen Steuereinheit 13 derart betrieben, dass beim Beschleunigen und beim Abbremsen des Bearbeitungswerkzeuges 43 beide Antriebe 47 und 48 gleichzeitig beschleunigen bzw. abbremsen. Auf diese Weise wird sich die Tatsache zunutze gemacht, dass sich aufgrund der aufeinander aufbauenden Anordnung der Spindelantriebe 47 und 48 deren Beschleunigungen zu einer Gesamtbeschleunigung des Bearbeitungswerkzeuges 43 addieren.

[0084] Gemäß Figur 9 wird der hochdynamische Spindelantrieb 48 demnach vor allem bei den Beschleunigungs- und Abbremsvorgängen verwendet. Insbesondere bleibt der Spindelantrieb 48 beim Arbeitshub und beim Rückhub sogar eine kurze Zeit stehen (Zeitspanne t_{11} bis t_{12} sowie Zeitspanne t_{13} bis t_{14}). Im Falle der Werkstückbearbeitung nach Figur 9 übersteigt die erforderliche Presskraft nicht die Vorspannkraft der Tellerfeder 59. Zum Zeitpunkt t_{15} befindet sich die Pressantriebsanordnung 40 wieder in ihrer Ausgangslage.

[0085] Anhand des abschnittsweise angedeuteten Geschwindigkeitsprofils des Bearbeitungswerkzeuges 43 im Falle einer Bearbeitung unter Einsatz nur des langsameren Spindelantriebs 47 (Fig. 9, Linie aus Kreuzen) wird der Zeitgewinn aufgrund des Hochdynamik-Modus besonders deutlich. Während dank des Hochdynamik-Modus zum Zeitpunkt t_{15} die Rückhubbewegung bereits abschlossen ist, ist das Bearbeitungswerkzeug 43 bei Einsatz nur des Spindelantriebs 47 zu diesem Zeitpunkt erst auf eine konstante Rückhubgeschwindigkeit beschleunigt worden.

[0086] Seitens der numerischen Steuereinheit 13 ergibt sich der Hochdynamik-Modus, indem z. B. beiden Spindelantrieben 47 und 48 dieselben Solllagen oder dieselben Sollgeschwindigkeiten des Bearbeitungswerkzeuges 43 im Verlauf der Werkstückbearbeitung vorgegeben werden, wobei die Spindelantriebe 47 und 48 der Sollwertvorgabe mit unterschiedlichen Verstärkungsfaktoren folgen. Zudem erfolgt die Sollwertvorgabe unter der Voraussetzung, dass das Bearbeitungswerkzeug 43 nicht schneller als die maximale mögliche Geschwindigkeit des langsameren Spindelantriebes 47 bewegt werden muss.

[0087] Unabhängig von der Möglichkeit bei Bedarf eine Zusatz-Presskraft einzuleiten, ergibt sich allein durch die aufeinander aufbauende Anordnung der Spindelantriebe 47 und 48 und der Möglichkeit die Spindelantriebe 47 und 48 im Hochdynamik-Modus zu betreiben, eine vorteilhafte Pressantriebsanordnung, welche sich durch eine hohe Dynamik auszeichnet.

[0088] Im Übrigen kann sich eine hochdynamische Pressantriebsanordnung in analoger Weise auch bei Verwendung anderer Antriebsbauarten ergeben. Maßgeblich ist nur, dass ein erster Antrieb vorgesehen ist, welcher ein Stellglied in eine Hubrichtung antreibt, auf welchem sich ein zweiter Antrieb abstützt, um einen Stößel bzw. eine Werkzeughalterung in dieselbe Hubrichtung anzutreiben. Außerdem müssen Steuermittel vorgesehen sein, die das Betreiben der Pressan-

triebsanordnung in einem Hochdynamik-Modus ermöglichen, bei welchem ein Arbeitshub durch gleichzeitiges Beschleunigen und/oder Abbremsen beider Antriebe erzeugt wird.

[0089] Bei der Pressantriebsanordnung 40 ergibt sich in Verbindung mit der Zuschaltmöglichkeit des Spindelantriebs 47 im Hochdynamik-Modus zusätzlich der Vorteil, dass der Zuschalthub nicht durch die numerische Steuereinheit 13 ausgelöst werden muss. Vielmehr ergibt sich der Zuschalthub automatisch. Im Hochdynamik-Modus wird die Antriebsspindel 52 gemeinsam mit der Druckscheibe 53 während des gesamten Arbeitshubes in Hubrichtung 11 bewegt. Wenn das Bearbeitungswerkzeug 43 mit einer Presskraft, welche die Federkraft der Tellerfeder 59 übersteigt, an der Blechtafel 5 anliegt, federt die Tellerfeder 59 ein. Das Bearbeitungswerkzeug 43 mitsamt dem Stößel 42 bleibt kurzzeitig stehen. Da die Antriebsspindel 52 aber bereits in Hubrichtung 11 bewegt wird, nähert sich die Antriebsspindel 52 mit der Druckscheibe 53 sofort dem stehenden Stößel 42 in Hubrichtung 11 an, bis die Druckscheibe 53 an dem Stößel 42 anliegt. Es ergibt sich folglich ein Zuschalthub.

[0090] Der Einfederungsweg, um welchen der Stößel 42 gegenüber der Antriebsspindel 52 einfedert, kann beispielsweise mittels einer Messeinrichtung bestimmt werden. Um das Bearbeitungswerkzeug 43 in eine exakte Position entlang der Arbeitshubachse 10 zu bewegen, wird steuerungsseitig der aktuell gemessene Einfederungsweg berücksichtigt.

Patentansprüche

1. Pressantriebsanordnung einer Werkzeugmaschine zum Erzeugen eines Arbeitshubes einer an einem Stößel (14, 42) vorgesehenen Werkzeughalterung (8, 41), bei welchem ein Werkstück (5) durch ein an der Werkzeughalterung (8, 41) gelagertes Werkzeug (9, 43) beaufschlagbar ist,

   - mit einem Pressantrieb,
   - mit einem ersten Druckelement (19, 60), dem eine erste Antriebseinheit (15, 48) des Pressantriebs zugeordnet ist und mittels dessen die Werkzeughalterung (8, 41) mit einer durch die erste Antriebseinheit (15, 48) des Pressantriebs bereitgestellten Presskraft beaufschlagbar ist, indem das erste Druckelement (19, 60) den Stößel (14, 42) beaufschlagt sowie
   - mit einem zweiten Druckelement (39, 53), dem eine zweite Antriebseinheit (21, 47) des Pressantriebs zugeordnet ist und mittels dessen die Werkzeughalterung (8, 41) mit einer durch die zweite Antriebseinheit (21, 47) des Pressantriebs bereitgestellten Zusatz-Presskraft beaufschlagbar ist, indem das zweite Druckelement (39, 53) den Stößel (14, 42) beaufschlagt,
   - wobei die Werkzeughalterung (8, 41) und das zweite Druckelement (39, 53) relativbeweglich sind, wenn nur das erste Druckelement (19, 60) die Werkzeughalterung (8, 41) beaufschlagt und
   - wobei Mittel zur Hemmung, insbesondere zur Aufhebung der Relativbeweglichkeit von Werkzeughalterung (8, 41) und zweitem Druckelement (39, 53) vorgesehen sind, so dass die Werkzeughalterung (8, 41) bei Beaufschlagung zunächst ausschließlich durch das erste Druckelement (19, 60) im Bedarfsfall durch das zweite Druckelement (39, 53) mit einer Zusatz-Presskraft beaufschlagbar ist,

   dadurch gekennzeichnet, dass der Stößel (14, 42) wenigstens teilweise in einer axialen Aufnahme 34, 61) einer Antriebsspindel (22, 52) eines Spindelantriebs (21, 47) angeordnet ist, welcher eine der Antriebseinheiten (15, 21, 47, 48) des Pressantriebs bildet

2. Pressantriebsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stößel (14) in der axialen Aufnahme (34) der Antriebsspindel (22) des Spindelantriebs angeordnet ist und dass der Stößel (14) an dem von der Werkzeughalterung (8) abgewandten Ende einen gegenüber der Antriebsspindel (22) axial vorstehenden Abschnitt aufweist, an dem er durch eines der Druckelemente (19, 39 53, 60) beaufschlagbar ist.

3. Pressantriebsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Druckelement (39, 53) und die Werkzeughalterung (8, 41) entlang einer Arbeitshubachse (10) relativbeweglich sind, entlang derer mittels der Pressantriebsanordnung (7, 40) der Arbeitshub der Werkzeughalterung (8, 41) erzeugbar ist.

4. Pressantriebsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Werkzeughalterung (8, 41) durch das zweite Druckelemente (39, 53) mit einer Zusatz-Presskraft beaufschlagbar ist, indem die Relativbeweglichkeit von Werkzeughalterung (8, 41) und zweitem Druckelement (39, 53) nur in einer Richtung gehemmt bzw. aufgehoben wird.

5. Pressantriebsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Werkzeughalterung (8, 41) durch das zweite Druckelement (39, 53) mit einer Zusatz-Presskraft beaufschlagbar ist, indem

die Relativbeweglichkeit von Werkzeughalterung (8, 41) und zweitem Druckelement (39, 53) durch einen Zuschalthub gehemmt bzw. aufgehoben wird, bei welchem eine Relativbewegung von Werkzeughalterung (8, 41) und zweitem Druckelement (39, 53) erfolgt.

6. Pressantriebsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Werkzeughalterung durch das zweite Druckelement (39, 53) mit einer Zusatz-Presskraft beaufschlagbar ist, indem die Relativbeweglichkeit von Werkzeughalterung (8, 41) und zweitem Druckelement (39, 53) durch einen Zuschalthub aufgehoben wird, bei welchem eine an dem zweiten Druckelement (39, 53) vorgesehene Anlagefläche (37) und eine Einleitfläche (38) seitens der Werkzeughalterung (8, 41) entlang der Arbeitshubachse (10) aufeinander gepresst werden.

7. Pressantriebsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Werkzeughalterung (8, 41) und das erste Druckelement (19, 60) entlang der Arbeitshubachse (10) unbeweglich miteinander verbunden sind.

8. Pressantriebsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Antriebseinheit (21, 47, 48) als elektrischer Spindelantrieb ausgebildet ist und/oder dass eine Antriebseinheit (15) als induktiver Linearantrieb ausgebildet ist.

9. Pressantriebsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stößel (14, 42) an einem in der axialen Aufnahme (34, 61) der Antriebsspindel (22, 52) angeordneten Abschnitt mit einem Druckelement (39, 60) beaufschlagbar ist.

10. Pressantriebsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Drehantriebseinheit (21, 44) vorgesehen ist, mittels derer die Werkzeughalterung (8, 41) um die Arbeitshubachse (10) dreheinstellbar ist.

11. Pressantriebsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Erfassungsmittel (18, 13) vorgesehen sind, mittels derer bei Beaufschlagung der Werkzeughalterung (8, 41) ausschließlich durch das erste Druckelement (19, 60) feststellbar ist, ob die Beaufschlagung der Werkzeughalterung (8, 41) durch das zweite Druckelement (39, 53) mit einer Zusatz-Presskraft erforderlich ist.

Claims

1. A press drive arrangement of a machine tool for generating a working stroke of a tool holder (8, 41) provided on a ram (14, 42), in which a workpiece (5) can be processed by a tool (9, 43) mounted on the tool holder (8, 41),

   • comprising a press drive,
   • comprising a first pressure element (19, 60), which is assigned a first drive unit (15, 48) of the press drive and by means of which the tool holder (8, 41) can be loaded with a pressing force provided by the first drive unit (15, 48) of the press drive, as a result of the first pressure element (19, 60) loading the ram (14, 42), and
   • comprising a second pressure element (39, 53), which is assigned a second drive unit (21, 47) of the press drive and by means of which the tool holder (8, 41) can be loaded with an additional pressing force provided by the second drive unit (21, 47) of the press drive, as a result of the second pressure element (39, 53) loading the ram (14, 42),
   • wherein the tool holder (8, 41) and the second pressure element (39, 53) can be moved relative to one another if only the first pressure element (19, 60) loads the tool holder (8, 41), and
   • wherein means for inhibiting, in particular for cancelling, the relative mobility of the tool holder (8, 41) and the second pressure element (39, 53) are provided, so that when the tool holder (8, 41) is initially loaded exclusively by the first pressure element (19, 60), the tool holder (8) can be loaded if required with an additional pressing force by the second pressure element (39, 53),

   characterised in that the ram (14, 42) is arranged at least partially in an axial seat (34, 61) of a drive spindle (22, 52) of a spindle drive (27, 47), which forms one of the drive units (15, 21, 47, 48) of the press drive.

2. A press drive arrangement according to claim 1, **characterised in that** the ram (14) is arranged in the axial seat (34) of the drive spindle (22) of the spindle drive and **in that** the ram (14) comprises at the end remote from the tool

holder (8) a portion which protrudes axially with respect to the drive spindle (22) and at which the ram can be loaded by one of the pressure elements (19, 39, 53, 60).

3. A press drive arrangement according to anyone of the preceding claims, **characterised in that** the second pressure element (39, 53) and the tool holder (8, 41) are movable relative to one other along a working stroke axis (10), along which the working stroke of the tool holder (8, 41) can be generated by means of the press drive arrangement (7, 40).

4. A press drive arrangement according to anyone of the preceding claims, **characterised in that** the tool holder (8, 41) can be loaded with an additional pressing force by the second pressure element (39, 53) by inhibiting or cancelling the relative mobility of the tool holder (8, 41) and the second pressure element (39, 53) in only one direction.

5. A press drive arrangement according to anyone of the preceding claims, **characterised in that** the tool holder (8, 41) can be loaded with an additional pressing force by the second pressure element (39, 53) by inhibiting or cancelling the relative mobility of the tool holder (8, 41) and the second pressure element (39, 53) by an activatable stroke, in the course of which a relative movement of the tool holder (8, 41) and the second pressure element (39, 53) is effected.

6. A press drive arrangement according to anyone of the preceding claims, **characterised in that** the tool holder (8, 41) can be loaded with an additional pressing force by the second pressure element (39, 53) by cancelling the relative mobility of the tool holder (8, 41) and the second pressure element (39, 53) by an activatable stroke, in the course of which a bearing surface (37) on the second pressure element (39, 53) and a lead-in surface (38) on the tool holder (8, 41) are pressed together along the working stroke axis (10).

7. A press drive arrangement according to anyone of the preceding claims, **characterised in that** the tool holder (8, 41) and the first pressure element (19, 60) are fixedly joined to one another along the working stroke axis (10).

8. A press drive arrangement according to anyone of the preceding claims, **characterised in that** at least one drive unit (21, 47, 48) is in the form of an electric spindle drive and/or **in that** one drive unit (15) is in the form of an inductive linear drive.

9. A press drive arrangement according to anyone of the preceding claims, **characterised in that** the ram (14, 42) can be loaded by a pressure element (39, 60) at a portion arranged in the axial seat (34, 61) of the drive spindle (22, 52).

10. A press drive arrangement according to anyone of the preceding claims, **characterised in that** a rotary drive unit (21, 44) is provided, by means of which the tool holder (8, 41) can be rotatably adjusted around the working stroke axis (10).

11. A press drive arrangement according to anyone of the preceding claims, **characterised in that** sensing means (18, 13) are provided, by means of which when the tool holder (8, 41) is loaded exclusively by the first pressure element (19, 60) it is possible to determine whether it is necessary to load the tool holder (8, 41) with an additional pressing force by the second pressure element (39, 53).

Revendications

1. Dispositif d'entraînement de pression d'une machine-outil, pour produire une course de travail d'un porte-outil (8, 41) prévu sur un poussoir (14, 42), lors de laquelle une pièce (5) peut être sollicitée par un outil (9, 43) monté sur le porte-outil (8, 41),

   - avec un entraînement de pression,
   - avec un premier élément presseur (19, 60), auquel est associée une première unité d'entraînement (15, 48) de l'entraînement de pression et au moyen duquel le porte-outil (8, 41) peut être sollicité par une force de pression fournie par la première unité d'entraînement (15, 48) de l'entraînement de pression, par le fait que le premier élément presseur (19, 60) sollicite le poussoir (14, 42),
   - et avec un deuxième élément presseur (39, 53), auquel est associée une deuxième unité d'entraînement (21, 47) de l'entraînement de pression et au moyen duquel le porte-outil (8, 41) peut être sollicité par une force de pression auxiliaire fournie par la deuxième unité d'entraînement (21, 47) de l'entraînement de pression, par le fait que le deuxième élément presseur (39, 53) sollicite le poussoir (14, 42),
   - sachant que le porte-outil (8, 41) et le deuxième élément presseur (39, 53) sont à mobilité relative lorsque

seul le premier élément presseur (19, 60) sollicite le porte-outil (8, 41),
- et sachant qu'il est prévu des moyens pour entraver, en particulier pour supprimer la mobilité relative du porte-outil (8, 41) et du deuxième élément presseur (39, 53), de sorte que le porte-outil (8, 41), lors de la sollicitation, d'abord exclusivement par le premier élément presseur (19, 60), peut être sollicité, en cas de besoin, par une force de pression auxiliaire fournie par le deuxième élément presseur (39, 53),

caractérisé en ce que le poussoir (14, 42) est disposé au moins pour partie dans un logement axial (34, 61) d'une broche d'entraînement (22, 52) d'un entraînement à broche (21, 47) qui forme une des unités d'entraînement (15, 21, 47, 48) de l'entraînement de pression.

2. Dispositif d'entraînement de pression selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le poussoir (14) est disposé dans le logement axial (34) de la broche d'entraînement (22) de l'entraînement à broche, et **en ce que** le poussoir (14) présente, à l'extrémité éloignée du porte-outil (8), une partie qui dépasse axialement par rapport à la broche d'entraînement (22) et au niveau de laquelle il peut être sollicité par un des éléments presseurs (19, 39, 53, 60).

3. Dispositif d'entraînement de pression selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le deuxième élément presseur (39, 53) et le porte-outil (8, 41) sont à mobilité relative le long d'un axe de course de travail (10) le long duquel la course de travail du porte-outil (8, 41) peut être produite au moyen du dispositif d'entraînement de pression (7, 40).

4. Dispositif d'entraînement de pression selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le porte-outil (8, 41) peut être sollicité par le deuxième élément presseur (39, 53) par une force de pression auxiliaire par le fait que la mobilité relative du porte-outil (8, 41) et du deuxième élément presseur (39, 53) est entravée ou supprimée dans une seule direction.

5. Dispositif d'entraînement de pression selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le porte-outil (8, 41) peut être sollicité par le deuxième élément presseur (39, 53) par une force de pression auxiliaire par le fait que la mobilité relative du porte-outil (8, 41) et du deuxième élément presseur (39, 53) est entravée ou supprimée par une course enclenchable lors de laquelle a lieu un mouvement relatif du porte-outil (8, 41) et du deuxième élément presseur (39, 53).

6. Dispositif d'entraînement de pression selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le porte-outil (8, 41) peut être sollicité par le deuxième élément presseur (39, 53) par une force de pression auxiliaire par le fait que la mobilité relative du porte-outil (8, 41) et du deuxième élément presseur (39, 53) est supprimée par une course enclenchable lors de laquelle une surface d'appui (37) prévue sur le deuxième élément presseur (39, 53) et une surface d'introduction (38) du côté du porte-outil (8, 41) sont pressées l'une contre l'autre le long de l'axe de course de travail (10).

7. Dispositif d'entraînement de pression selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le porte-outil (8, 41) et le premier élément presseur (19, 60) sont mutuellement reliés sans possibilité de déplacement relatif le long de l'axe de course de travail (10).

8. Dispositif d'entraînement de pression selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins une unité d'entraînement (21, 47, 48) est réalisée sous forme d'entraînement électrique à broche, et/ou **en ce qu'**une unité d'entraînement (15) est réalisée sous forme d'entraînement linéaire inductif.

9. Dispositif d'entraînement de pression selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le poussoir (14, 42) peut être sollicité par un élément presseur (39, 60) au niveau d'une partie disposée dans le logement axial (34, 61) de la broche d'entraînement (22, 52).

10. Dispositif d'entraînement de pression selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**il est prévu une unité d'entraînement en rotation (21, 44), au moyen de laquelle le porte-outil (8, 41) peut être réglé en rotation autour de l'axe de course de travail (10).

11. Dispositif d'entraînement de pression selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**il est prévu des moyens de détection (18, 13) au moyen desquels, lors de la sollicitation du porte-outil (8, 41) exclusivement par le premier élément presseur (19, 60), on peut déterminer si la sollicitation du porte-outil (8, 41) par une force de pression auxiliaire fournie par le deuxième élément presseur (39, 53) est nécessaire.

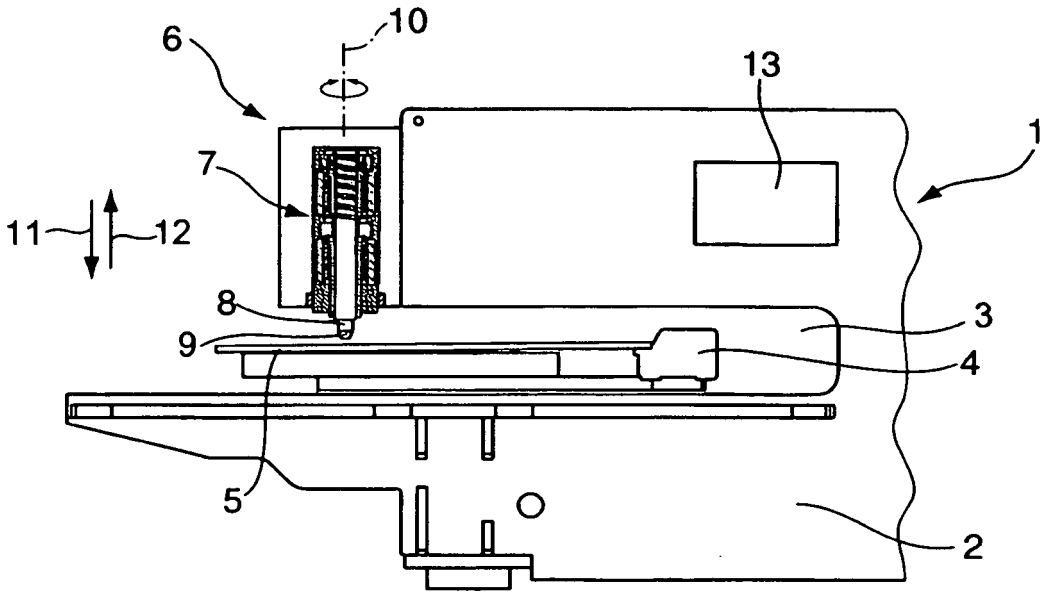


Fig. 1

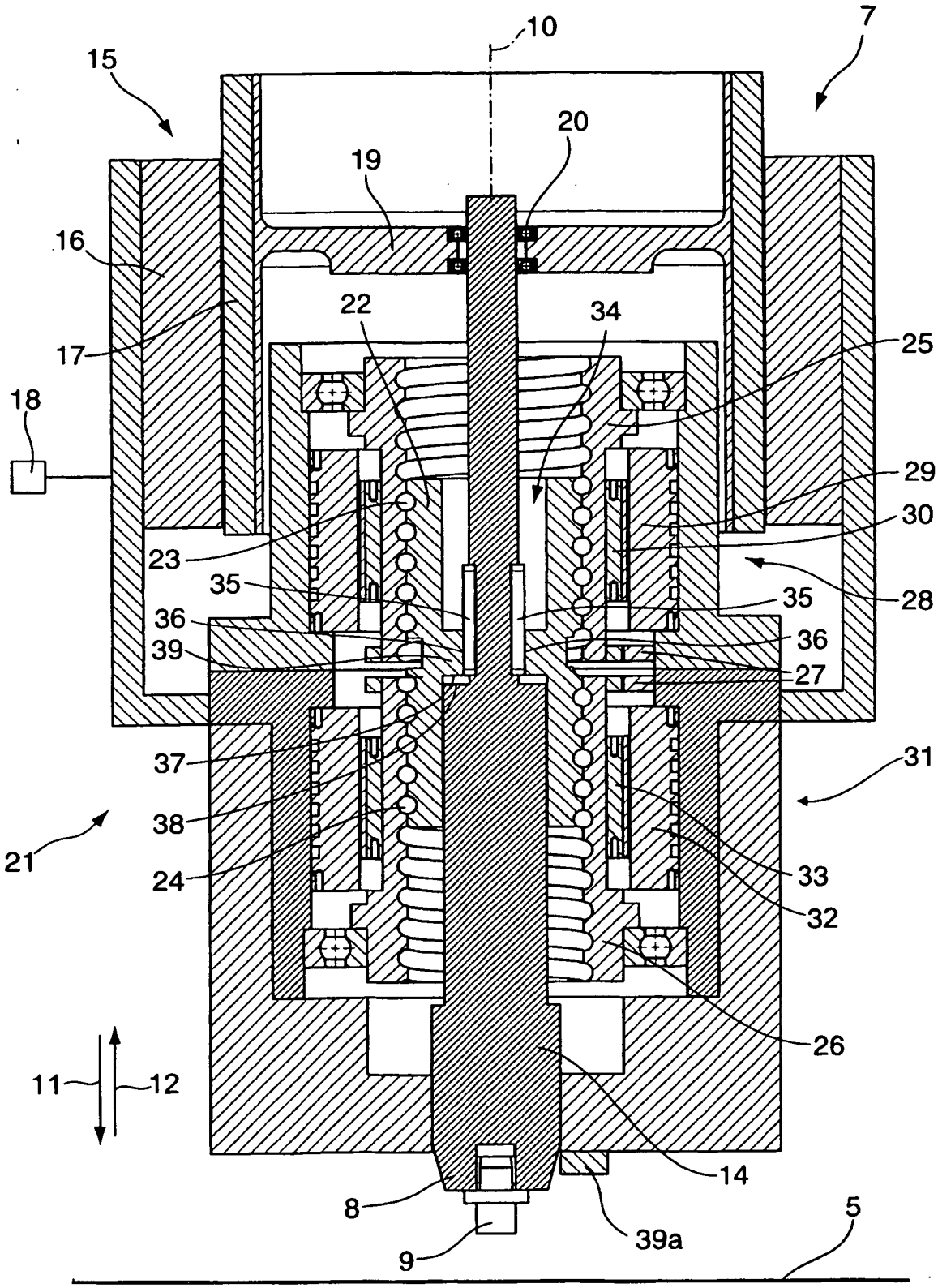

10
7
15
20
19
16
22
34
25
17
18
29
30
23
35
28
35
36
36
39
27
37
31
38
21
33
24
32
26
11
12
14
8
5
39a
9

Fig. 2

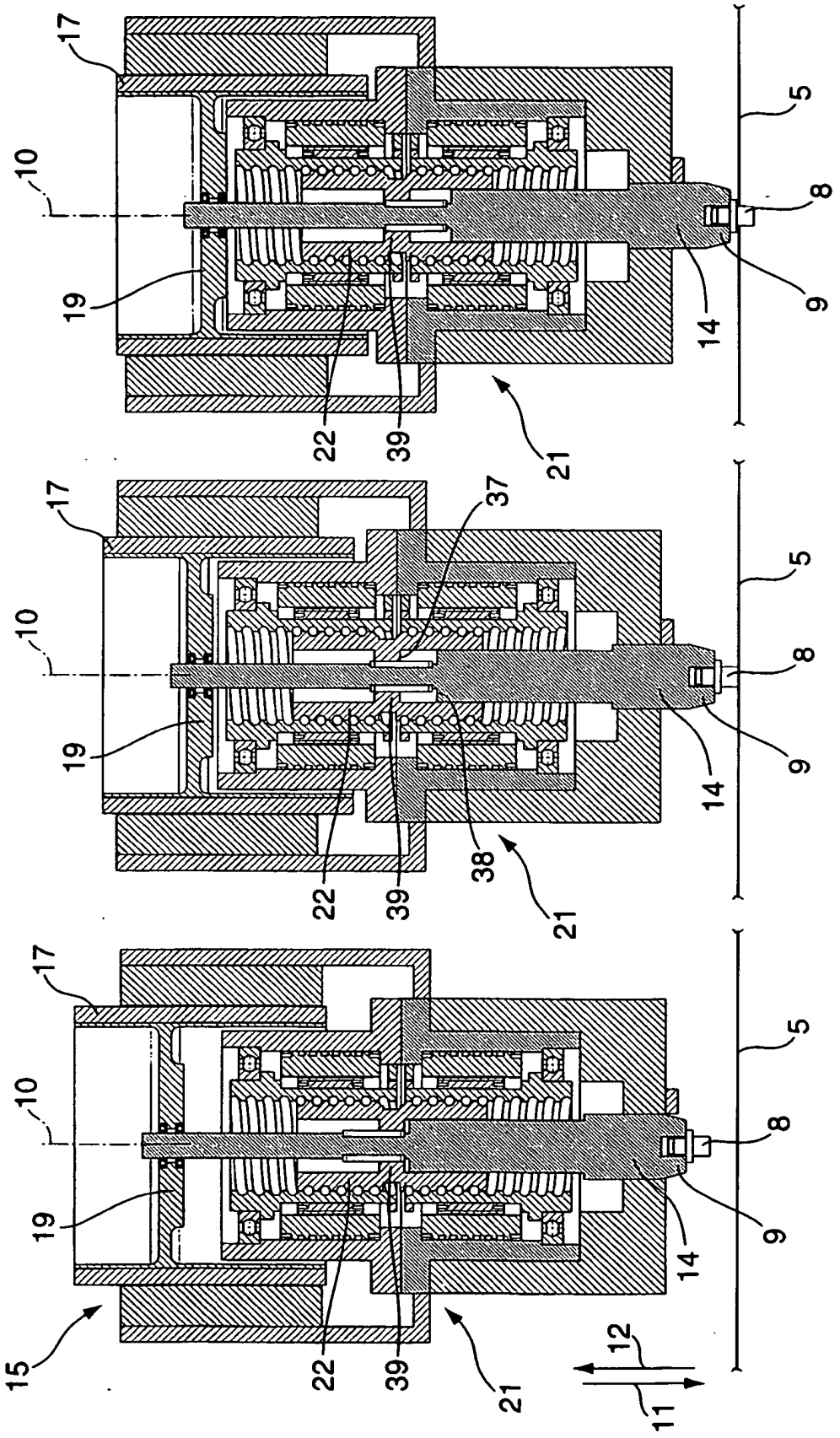


Fig. 3c

Fig. 3b

Fig. 3a

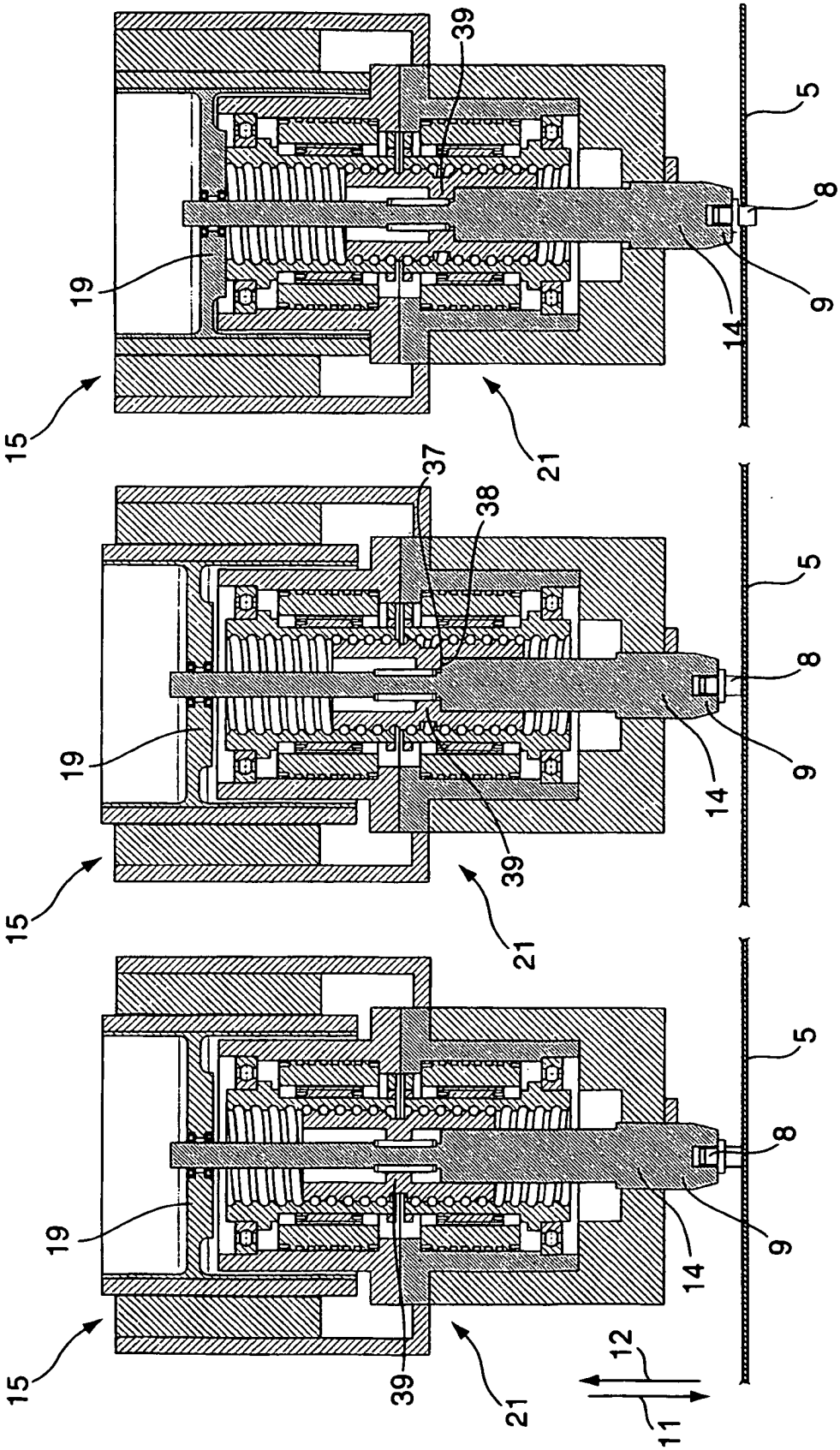


Fig. 4c

Fig. 4b

Fig. 4a

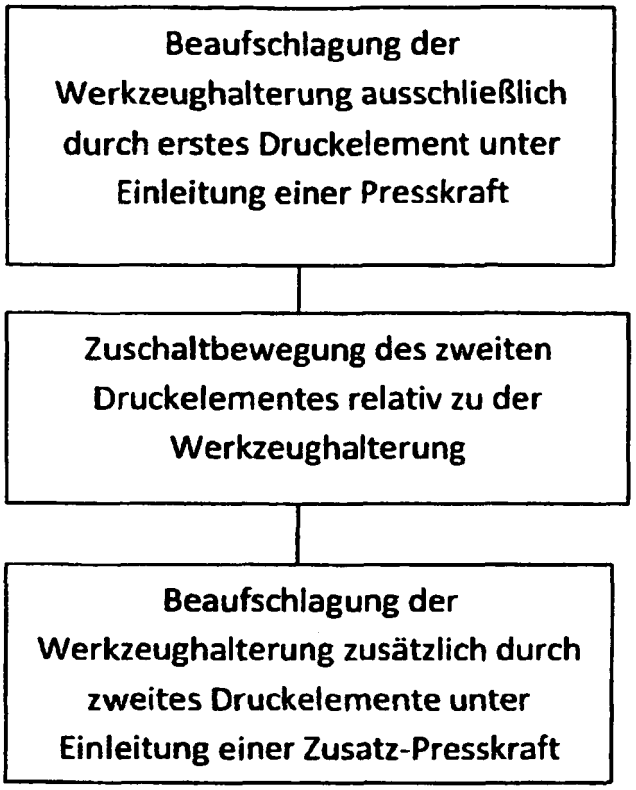

Beaufschlagung der Werkzeughalterung ausschließlich durch erstes Druckelement unter Einleitung einer Presskraft
Zuschaltbewegung des zweiten Druckelementes relativ zu der Werkzeughalterung
Beaufschlagung der Werkzeughalterung zusätzlich durch zweites Druckelemente unter Einleitung einer Zusatz-Presskraft

Fig. 5

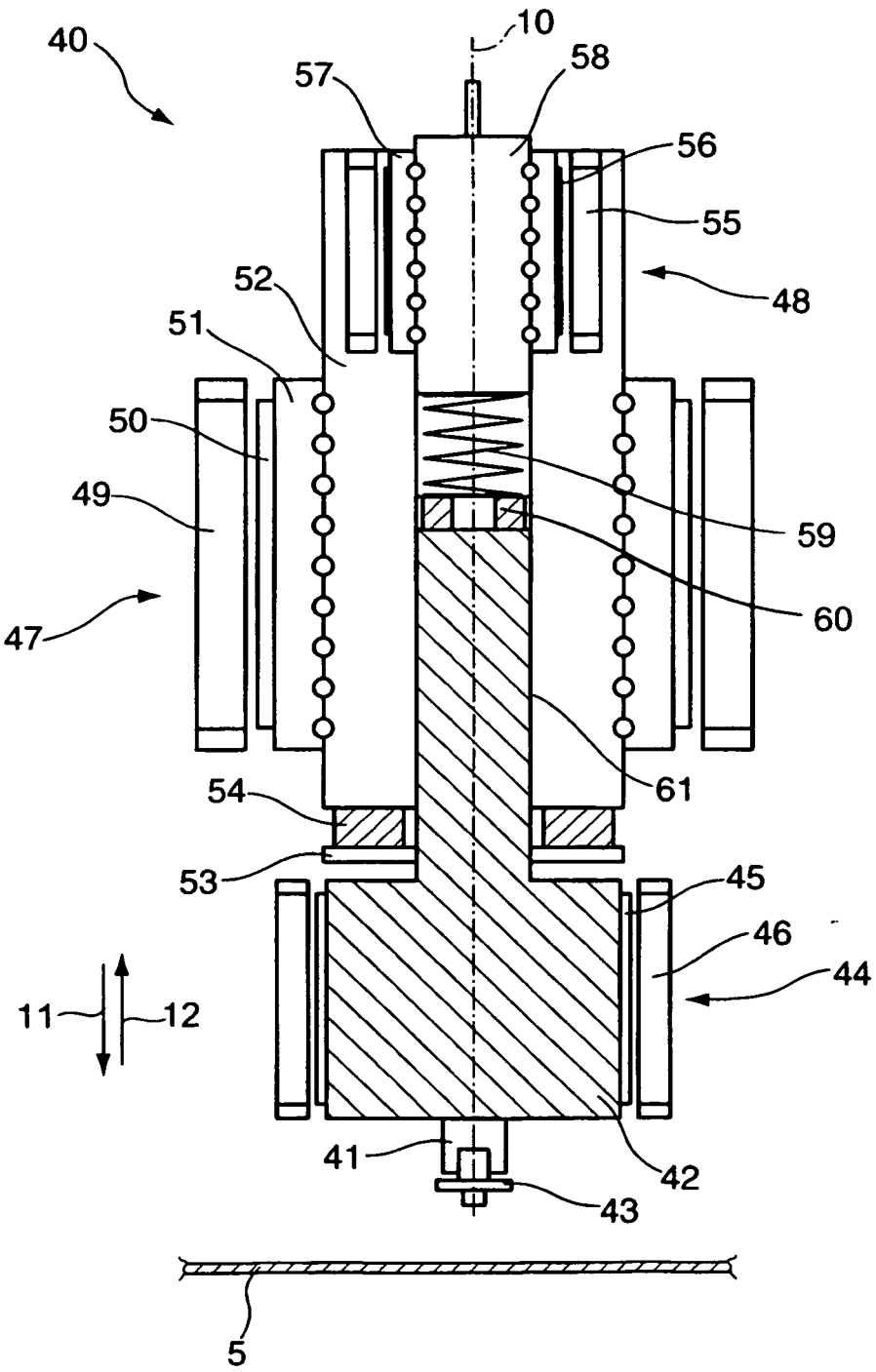

40
10
57
58
56
55
52
48
51
50
49
59
60
47
61
54
53
45
46
44
11
12
41
42
43
5

Fig. 6

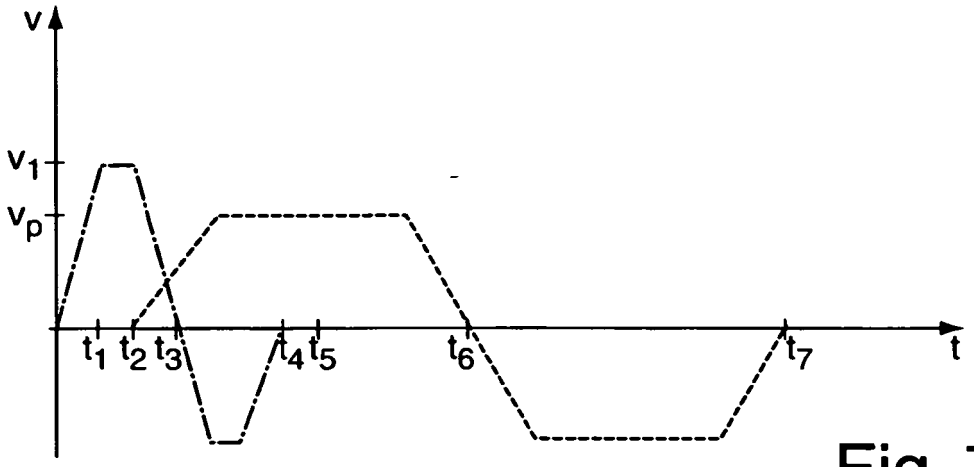


Fig. 7

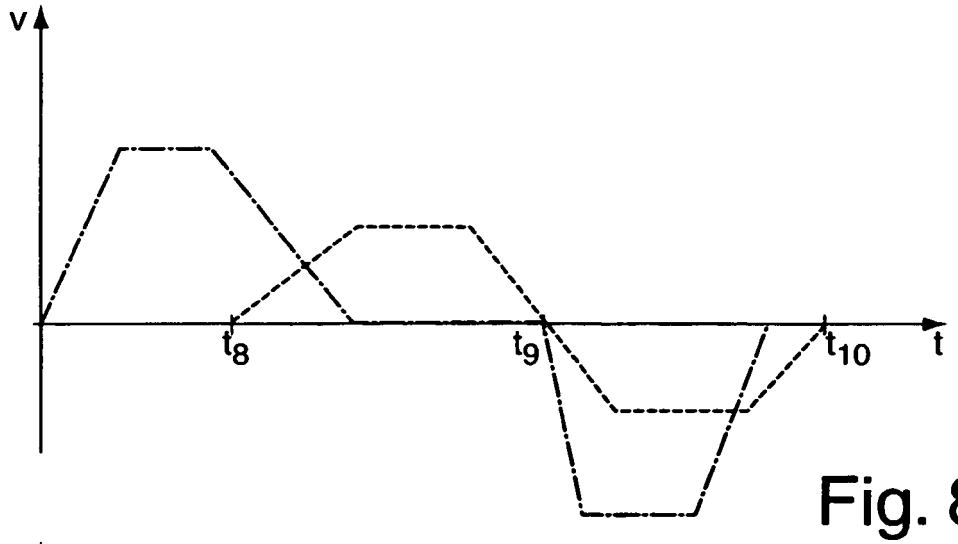


Fig. 8

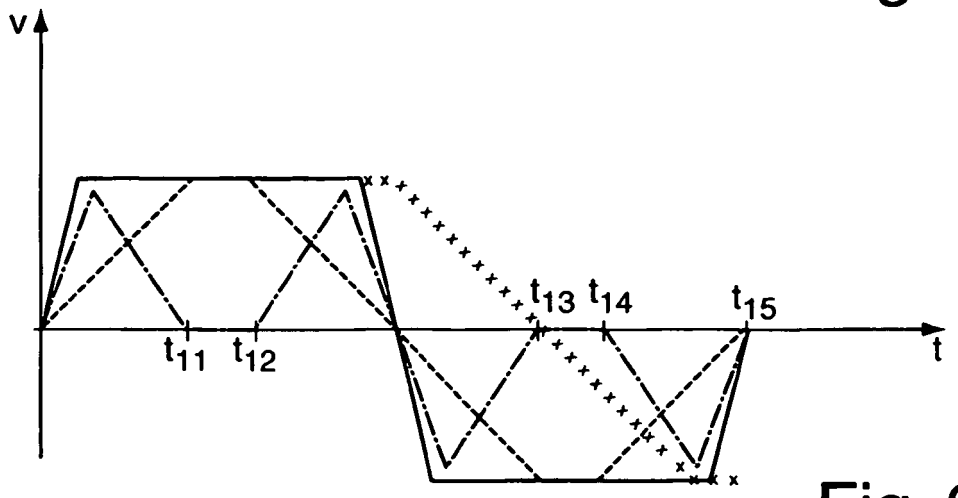


Fig. 9

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- JP 2001150191 A **[0002]**
- JP 2001009538 A **[0004]**