

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 773 846 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

26.08.1998 Patentblatt 1998/35

(21) Anmeldenummer: **95925708.0**

(22) Anmeldetag: **13.07.1995**

(51) Int. Cl.⁶: **B22F 5/08**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE95/00954

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 96/04087 (15.02.1996 Gazette 1996/08)

(54) VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG VON PRESSKÖRPERN

DEVICE FOR PRODUCING COMPACTS

DISPOSITIF DE PRODUCTION DE COMPRIMES EN METALLURGIE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE CH DE ES FR GB IT LI

(30) Priorität: **02.08.1994 DE 4428842**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

21.05.1997 Patentblatt 1997/21

(73) Patentinhaber:

**MANNESMANN Aktiengesellschaft
40213 Düsseldorf (DE)**

(72) Erfinder:

- **LINK, Rainer
D-41239 Mönchengladbach (DE)**
- **VOSEN, Klaus
D-40667 Meerbusch (DE)**
- **HOLTHAUSEN, Matthias
D-41849 Wassenberg (DE)**

- **NIES, Norbert
D-41470 Neuss (DE)**

(74) Vertreter:

**Meissner, Peter E., Dipl.-Ing. et al
Meissner & Meissner,
Patentanwaltsbüro,
Hohenzollerndamm 89
14199 Berlin (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**EP-A- 0 528 761 DE-A- 2 321 939
DE-A- 2 363 948**

- **DATABASE METADEX ON STN, Nr. 95(5):54-470
METAL POWDER INDUSTRIES FEDERATION,
Band 6, 8.-11. Mai 1994, J. SZYMBORSKI
"Quality control through process monitoring of
rotary forming press", Seiten 125-137,**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 773 846 B1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Herstellung von Preßkörpern mit zylinderförmigen Hauptformelementen und schraubenlinienförmigen Nebenformelementen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Beispielsweise handelt es sich um die Herstellung schrägverzahnter Zahnräder, bei denen die Schrägverzahnung als Nebenformelemente anzusehen ist.

Aus der EP 0 528 761 A1 ist eine gattungsgemäße Vorrichtung bekannt, die zur Herstellung von Preßkörpern beispielsweise in Form von schrägverzahnten Zahnrädern aus Metallpulver dient. Diese bekannte Metallpulverpresse weist einen linear verfahrbaren Oberkolben auf, in dem ein um die (in Preßrichtung liegende) Längsachse drehbarer Oberstempel gelagert ist, und einen gegen einen unteren Anschlag ebenfalls linear verfahrbaren Unterkolben, in dem ein Unterstempel drehbar gelagert ist. Weiterhin ist eine Matrizenplatte vorgesehen, die den Formhohlraum bildet und ebenfalls im Preßzyklus linear verfahrbar ist. Der drehbare Unterstempel und der drehbare Oberstempel weisen jeweils ein mit dem Verzahnungsprofil (Schrägverzahnung) des Matrizenmantels (d.h. des Formraums) korrespondierendes Verzahnungsprofil auf. Der frei drehbar gelagerte Unterstempel ist ständig mit dem Profil des Formraums im Eingriff und dreht sich daher entsprechend Zwangsläufig, wenn es im Preßzyklus zu linearen Relativbewegungen zwischen Unterstempel und Matrizenplatte kommt. Im Unterschied hierzu wird dem Oberstempel während des Preßzyklus entsprechend seiner Eindringtiefe eine der Schrägverzahnung entsprechende rotatorische Bewegung von außen aufgezwungen, um die Reibung zwischen den Mantelflächen des Oberstempels und des Formraums der Matrize zu vermindern. Hierzu ist ein Zahnradgetriebe vorgesehen, das über eine der gewünschten Schrägverzahnung des Preßkörpers entsprechende mechanische Kulissensteuerung angetrieben wird. Die Kulissensteuerung beinhaltet sogenannte Kulissenkerne, die einerseits mit einer Führungsplatte starr verbunden und andererseits formschlüssig und gleitend in den koaxial angeordneten Antriebsrädern des Zahnradgetriebes geführt sind. Während des Preßzyklus wird die Führungsplatte zeitweilig fest an die Matrizenplatte angekoppelt und gemeinsam mit dieser bewegt. Zum Ausformen des erzeugten Preßkörpers wird das sogenannte Abzugsverfahren angewendet.

Diese bekannte Metallpulverpresse erfordert erheblichen mechanischen Bauaufwand und auch beträchtlichen Umrüstaufwand, da für jeden unterschiedlichen Preßkörper über den speziellen Werkzeugsatz (Matrize sowie Ober- und Unterstempel) hinaus auch ein dem Preßkörper entsprechender Satz an Kulissenkernen bereitgestellt und ausgewechselt werden muß. Hinzu kommt der Aufwand für die Führungsplatte und die maschinell betätigbare Verriegelungseinrichtung zur starren Ankopplung der

Führungsplatte an die Matrizenplatte. Weiterhin ist anzumerken, daß das Reibungsproblem zwischen dem nicht von außen zwangsangetriebenen Unterstempel (hinsichtlich dessen Drehbewegung) und der Matrize nach wie vor besteht. Dies hat nicht nur in diesem Bereich erhöhten Werkzeugverschleiß zur Folge, sondern führt auch zu inhomogenen Dichteverteilungen im Preßkörper.

Aus der Veröffentlichung „Quality control through process monitoring of rotary forming press“ (Metal Powder Industries Federation, Band 6, 6. - 11. Mai 1994, S. 125 - 137) ist eine in ihren Bewegungen elektronisch gesteuerte Presse für das sog. Rotationspreßverfahren bekannt. Eine solche Presse dient zur Nachbehandlung von bereits gesinterten pulvermetallurgisch hergestellten Formkörpern, um diese auf eine Dichte im Bereich von 95 - 98 % der theoretisch möglichen Dichte des jeweiligen Materials zu bringen. Die spezielle Bauweise dieser Pressen ermöglicht die Erzeugung örtlich extrem hoher Preßdrücke im Preßwerkzeug bei vergleichsweise niedriger Gesamtpreßkraft der Presse. Hierzu wird ein taumend rotierendes Oberstempelwerkzeug eingesetzt, das örtlich begrenzt extrem hohe Druckkräfte auf das Werkstück aufbringen kann, um dieses gezielt zu verdichten. Es findet sich in dieser Veröffentlichung kein Hinweis darauf, zur Herstellung von Preßkörpern mit zylinderförmigen Hauptformelementen und schraubenlinienförmigen Nebenformelementen aus pulverförmigem Material die Bewegung der an der Formgebung der schraubenlinienförmigen Nebenformelemente des zu erzeugenden Preßkörpers unmittelbar beteiligten Ober- und Unterstempel im Formraum der Matrize durch die elektronische Steuerung zu führen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine gattungsgemäße Vorrichtung dahingehend zu verbessern, daß die erwähnte Reibungsproblematik auch hinsichtlich des Unterstempels befriedigend gelöst wird, wobei der erforderliche Werkzeug- und Umrüstaufwand für die Herstellung unterschiedlicher Preßkörper möglichst niedrig bleiben soll.

Gelöst wird diese Aufgabe bei einer gattungsgemäßen Vorrichtung durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen 2 bis 15 angegeben.

Wesentliches Merkmal der Erfindung ist es, daß die an der Formgebung der schraubenlinienförmigen Nebenformelemente des zu erzeugenden Preßkörpers unmittelbar beteiligten Ober- und Unterstempel (z.B. bei Zahnrädern mit mehreren axial hintereinanderliegenden Verzahnungen können entsprechend mehrere Unter- oder Oberstempel erforderlich sein) in ihrer Bewegung im Formraum der Matrize durch eine elektronische Steuerung geführt sind. Die rotatorische Bewegung der Unter- und Oberstempel in Abhängigkeit von ihrer Eintauchtiefe in den Formraum erfolgt also nicht mehr durch eine mechanische Kopplung von linearem und rotatorischem Antrieb, d.h. nicht mehr allein durch

das Reiben der Stempelkontur am Matrizermantel wie bei dem die eine Breitseite formenden Unterstempel der Presse gemäß EP 0 528 761 A1 oder durch mechanisches Abtasten eines Kulissenkerns wie bei dem die andere Breitseite formenden Oberstempel dieser bekannten Presse, sondern wird durch einen elektronisch geregelten separaten (mechanisch entkoppelten) Drehantrieb sichergestellt. Das bedeutet, daß die während der linearen Bewegung gleichzeitig stattfindende Drehbewegung (entsprechend der Steigung der schraubenlinienförmigen Nebenformelemente) mit einer Genauigkeit erfolgen muß, die innerhalb des Werkzeugspiels der Verzahnung (zwischen den Stempeln und der Matrize) liegt. Dementsprechend sieht eine Ausführungsform der Erfindung vor, daß die axiale und rotatorische Bewegung der Stempel positionsgeregt erfolgt. Zur Ermittlung der jeweiligen axialen und rotatorischen Position sind entsprechende Sensoren (z.B. Linearpotentiometer oder Inkrementalmeßstäbe für die lineare Bewegung bzw. Drehwinkelgeber für die Rotation) vorzusehen. In diesem Zusammenhang ist anzumerken, daß zweckmäßigerweise die Matrize ortsfest in der verwendeten Pulverpresse gehalten wird und Ober- und Unterstempel linear und rotatorisch bewegt werden. Es sind aber auch selbstverständlich Abwandlungen im Sinne einer kinematischen Umkehr möglich, indem beispielsweise die Matrize drehfest gehalten, aber wie bei der Presse gemäß EP 0 528 761 A1 linear mitbewegt wird, wobei der Unterstempel ortsfest, aber drehbewegt ist, während der Oberstempel linear und rotatorisch bewegt wird. Grundsätzlich könnte auch die Matrize rotatorisch bewegt werden. Dieser Fall kann zusätzlich zu einer Rotierbarkeit des oder der Unter- und Oberstempel sinnvoll sein, wenn z.B. Mehrfachzahnäder, also Preßkörper mit mehreren axial hintereinander liegenden, unterschiedlich breiten Verzahnungen (oder mit unterschiedlichem Schrägungswinkel) erzeugt werden sollen. Zusätzlich zu den erwähnten Unter- und Oberstempeln können in bekannter Weise auch Kernstempel vorgesehen werden, die mittels Hilfsantrieben bewegt werden können und beispielsweise zur Ausbildung einer Nabe an einem Zahnrad dienen, damit das Zahnrad auf eine Welle aufgezogen werden kann.

Die elektronische Steuerung für den Bewegungsablauf des oder der Oberstempel kann so eingerichtet sein, daß außerhalb des Formraums der Matrize nur eine rein lineare Bewegung stattfindet und daß die erforderliche Rotationsbewegung im Preßzyklus erst unmittelbar mit dem Eintauchen in den Formraum einsetzt. In diesem Fall empfiehlt es sich, den oder die Oberstempel mit einer vergleichsweise weichen federnden Lagerung, die durch einen Anschlag begrenzt ist, zu versehen, um für den Beschleunigungsvorgang beim Starten der rotatorischen Bewegung einen ausreichenden Zeitraum zur Verfügung zu stellen. Die Positions- bzw. Drehmomentregelung tritt erst dann in Kraft, wenn der Oberstempel auf den Anschlag gefahren ist. Damit

wird eine Werkzeugbeschädigung beim Eintauchen vermieden.

Zur Durchführung der Erfindung ist eine Positionsregelung der Bewegungsabläufe nicht immer erforderlich. Alternativ oder zusätzlich zur Positionsregelung kann auch vorgesehen sein, daß die rotatorischen Bewegungsabläufe der Ober- und Unterstempel (relativ zur Matrize) mit fest vorgegebenen, beispielsweise zeitlich konstanten Drehmomentwerten erfolgen. Die Drehantriebe der Ober- und Unterstempel werden dabei in der Preßphase so eingestellt, daß die Zahnflanken von Stempeln und Matrizenmantel sich möglichst weitgehend nur auf der Seite berühren, die bei Fehlen eines Rotationsantriebs während des Einfahrens der Stempel in den Formraum der Matrize sonst einer unmittelbaren gegenseitigen Reibung nicht ausgesetzt wären. Das von außen aufgebrauchte Drehmoment wirkt also in Richtung der sonst durch die Form erzwungenen Drehbewegung. In Abwandlung hierzu kann es auch zweckmäßig sein, die Drehmomente der Rotationsantriebe in Abhängigkeit von der aktuell erreichten Preßkraft oder der erreichten Eintauchtiefe (axiale Position) der Stempel zu regeln, d.h. mit zunehmender Preßkraft zu steigern. Besonders vorteilhaft ist es, das Torsionsmoment an den Stempeln zu messen und das Antriebsdrehmoment gerade auf einen solchen Wert einzustellen, bei dem die Reibungsverluste im Lager- und Antriebssystem kompensiert werden. Das bedeutet, daß das Torsionsmoment an den Stempeln dann gegen Null geht. Es empfiehlt sich, die Drehantriebe der Stempel im allerletzten Abschnitt \times der Preßphase, d.h. kurz vor Erreichen der Preßendstellung vollständig abzuschalten, um Risse durch Torsionsspannungen zu vermeiden. Bei einem Schrägungswinkel β der Verzahnung muß dieser Abschnitt \times folgende Bedingung erfüllen:

$$\times \leq s \cdot \cot \beta$$

Dabei ist s das Werkzeugspiel im Stirnschnitt. Für eine 30° -Verzahnung und ein Werkzeugspiel von 0,03 mm ergibt sich somit beispielsweise $\times \leq 0,05$ mm.

Das Ausformen des erzeugten Preßkörpers nach dem Ausstoßverfahren kann zwar im Grundsatz ohne Einschaltung von Drehantrieben vorgenommen werden. Es empfiehlt sich jedoch, hierbei die Drehantriebe in (teilweise) entsprechend umgekehrter Weise wie für den Verdichtungsvorgang einzusetzen. Dies gewährleistet eine größtmögliche Schonung des Werkzeugs und des Preßlings.

Für die lineare Bewegung der Ober- und Unterstempel (bzw. der ggf. bewegten Matrize) sollten Hydraulikantriebe eingesetzt werden. Die Rotationsantriebe können ebenfalls hydraulisch betätigt sein. Sie können in manchen Fällen auch pneumatisch ausgebildet sein. Besonders empfehlenswert sind elektromotorische Drehantriebe, insbesondere elektrische Schritt- oder Servomotoren. Die Erfindung läßt sich zweckmäßig in Verbindung mit einer CNC-gesteuerten Pulver-

presse ausführen. Besonders vorteilhaft ist es, die wesentlichen mechanischen Teile der erfindungsgemäßen Vorrichtung (Stempel, Matrize, Drehantriebe) als austauschbare Einheit in Form eines Werkzeugadapters zu gestalten, um besonders kurze Umrüstzeiten zu ermöglichen.

Die Erfindung hat den großen Vorteil, daß sie die Herstellung z.B. schrägverzahnter Zahnräder unter extrem geringem Werkzeugverschleiß ermöglicht, da die Reibung im Bereich der Zahnflanken während der Preßphase und auch während des Ausformens auf ein Minimum begrenzt werden kann. Der Umrüstaufwand kann ebenfalls gegenüber bisher bekannten Preßwerkzeugen wesentlich vermindert werden, da zur Bewirkung der rotatorischen Antriebe lediglich programmtechnische Vorkehrungen (keine Anfertigung von Kulissenkernen) erforderlich sind. Dies führt darüber hinaus, wenn die jeweilige Pulverpresse in üblicher Weise zur Herstellung einer Vielzahl unterschiedlicher Preßkörper vorgesehen ist, trotz des für die Drehantriebe und die Meß- und Regeltechnik erforderlichen Mehraufwandes zu substantziellen Investitionskostenersparungen. Schließlich ist hervorzuheben, daß die erfindungsgemäße Vorrichtung die Herstellung von Preßkörpern ermöglicht, die eine deutlich gleichmäßigere Dichteverteilung aufweisen, als dies bisher möglich war.

Anhand des in der einzigen Figur schematisch im Aufriß dargestellten Ausführungsbeispiels einer Metallpulverpresse wird die erfindungsgemäße Vorrichtung nachfolgend näher erläutert.

Diese hydraulische Presse weist einen Pressenrahmen 16 auf, der mit einem Oberkolben 14 und einem Unterkolben 15 bestückt ist. Etwa in der Mitte des Pressenrahmens 16 ist eine Matrize 1 orts- und drehfest gelagert. Im Oberkolben 14 ist ein Oberstempel 2 und im Unterkolben 15 ein Unterstempel 3 jeweils drehbar gelagert. Der Oberstempel 2 ist durch eine vorgespannte Feder 9, die die Aufnahmevorrichtung für den Oberstempel 2 in Preßrichtung gegen einen festen Anschlag drückt, gegen die Preßrichtung nachgiebig gelagert. Die Federkraft der Feder, deren Einfederung durch einen Anschlag begrenzt ist, ist in jedem Fall deutlich kleiner als die maximal auftretende Preßkraft für das jeweilige Werkzeug, so daß der Oberstempel möglichst schon zu Beginn des Preßvorgangs auf Anschlag steht. Der Mantel der Matrize 1 und die beiden Stempel 2, 3 weisen eine miteinander korrespondierende Schrägverzahnung auf. Zur hochgenauen Ermittlung der jeweiligen linearen Position der beiden Kolben 14, 15 und somit auch der damit verbundenen Stempel 2 bzw. 3 sind zwei Wegmeßsysteme 10, 11 vorgesehen, die z.B. als Inkrementalmeßstab oder Linearpotentiometer ausgebildet sein können. An den beiden Kolben 14, 15 ist jeweils ein Drehantrieb 5 bzw. 7 befestigt (z.B. elektrischer Servomotor), dessen aktuelle Drehwinkelstellung mittels eines kombinierten Winkel- und Drehmomentenmeßsystems 12 bzw. 13

fortlaufend erfaßbar ist. Die Stempel 2, 3 verfügen über Meßeinrichtungen 12a, 13a zur Erfassung des auftretenden Torsionsmomentes. Die beiden Drehantriebe 5, 7 sind jeweils über ein Stirnradgetriebe mit einem der beiden Stempel 2 bzw. 3 antriebstechnisch verbunden. Zur Positionierung der beiden Kolben 14, 15 der Presse sind zwei Servoproportionalventile 4, 6 vorgesehen. Schließlich weist die dargestellte Presse noch eine elektronische Steuerung 8 (gestrichelt eingerahmt) auf, die in sich hierarchisch aufgebaut ist und aus einem CNC-Hauptprozessor 21, jeweils einer Regeleinheit 19 bzw. 20 für die lineare Bewegung des Oberkolbens 14 bzw. des Unterkolbens 15 und jeweils einer Regeleinheit 17 bzw. 18 für die Drehbewegung der beiden Stempel 2 bzw. 3 besteht. Die Ein-/Ausgabeeinheit des CNC-Hauptprozessors 21 zur Steuerung und Einrichtung der Presse durch das Bedienpersonal ist mit 22 bezeichnet. Die informationstechnische Verknüpfung der elektronischen Baueinheiten und Sensoren ist durch entsprechende Pfeile symbolisch dargestellt. Die beiden Regeleinheiten 19, 20 sind dem CNC-Hauptprozessor 21 und die Regeleinheiten 17, 18 für die Drehbewegung als slave jeweils einer der beiden Regeleinheiten 19 bzw. 20 für die lineare Kolbenbewegung untergeordnet. Die Regeleinheit 19 ist im dargestellten Beispiel als Master der Regeleinheit 20 (Submaster) untergeordnet, d.h. daß die Bewegung des Oberkolbens 14 und damit die Bewegung des Oberstempels 2 als Führungsgröße für den Bewegungsablauf zugrunde gelegt wurde. Das kombinierte Winkel- und Drehmomentmeßsystem 12 bildet zusammen mit dem Drehantrieb 5 und der Regeleinheit 17 einen geschlossenen Regelkreis, wobei die Regeleinheit 17 ihren Sollwert jeweils von der Regeleinheit 19 des Linearantriebs des Kolbens 14 entsprechend dessen aktueller vom Wegmeßsystem 10 erfaßten axialen Position erhält. Entsprechendes gilt für die funktionsgleichen Baueinheiten für den Antrieb des Unterstempels 3, wobei dessen lineare Position in Abhängigkeit von der linearen Position des Oberstempels 2 geregelt wird. Der CNC-Hauptprozessor 21 übernimmt übergeordnete Regel- und Kontrollfunktionen sowie die Verarbeitung der Vorgabedaten für das jeweils herzustellende Teil. Innerhalb des Pressenrahmens 16 ist durch eine gestrichelte Umrahmung angedeutet, welche Hauptfunktionsteile der erfindungsgemäßen Vorrichtung in Form eines Werkzeugadapters zu einer leicht auswechselbaren, mit Ober- und Unterkolben 14, 15 verbindbaren Baueinheit zusammengefaßt sein können.

Die Arbeitsweise der dargestellten Presse ist wie folgt:

Nach Ausformen eines Preßkörpers wird der Unterstempel 3 entsprechend dem Schrägungswinkel des herzustellenden schrägverzahnten Zahnrads unter Einsatz des Drehantriebs 7 positionsgeregelt aufgrund der durch das Wegmeßsystem 11 und das Winkelmeßsystem 12 festgestellten Istwerte in die Füllstellung nach unten gefahren. Der Unterstempel 3 bleibt dabei in den

Formraum der Matrize 1 eingetaucht. Der Oberstempel 3 befindet sich oberhalb des Formraums. Nach Befüllung des Formraums mit Stahlpulver wird der Oberstempel 2 mittels der Regeleinheit 19 anhand der Daten des Wegmeßsystems 10 positionsgeregelt nach unten gefahren. Gleichzeitig wird über die Regeleinheit 17, das Winkelmeßsystem 12 und den Drehantrieb 5 eine koordinierte Drehbewegung des Oberstempels 2 eingeleitet, so daß die relative Drehstellung des Oberstempels 2 zur Verzahnungskontur des Formraums der Matrize 1 ein berührungsloses Eintauchen des Oberstempels 2 in den Formraum gestattet. Damit beginnt die eigentliche Preßphase, in der das eingebrachte Stahlpulver verdichtet wird. Hierzu werden bei ortsfest bleibender Matrize 1 gleichzeitig der Unterkolben 3 und der Oberkolben 2 gegensinnig in den Formraum hineingefahren, wobei die Drehantriebe 7 bzw. 5 für eine Minimierung der Reibung zwischen den Stempeln 2, 3 und der Matrize 1 sorgen. Da die beiden Winkelmeßsysteme 12, 13 als Kombiinstrumente auch zur Erfassung des Antriebsdrehmoments eingerichtet sind, kann zusätzlich oder alternativ zur Positionsregelung des Drehantriebs 5, 7 auch eine Drehmomentregelung in Abhängigkeit von der axialen Position der Stempel 2, 3 erfolgen. Nach Erreichen der Preßendstellung wird zum Ausformen des erzeugten Preßkörpers das Antriebssystem des Oberstempels 2 umgeschaltet, d. h. der Oberstempel 2 wird linear und rotatorisch positionsgeregelt entsprechend der Kontur des Preßkörpers aus dem Formraum herausgefahren, wobei gleichzeitig der Unterkolben 3 ebenfalls entsprechend positionsgeregelt weiter nach oben gefahren wird, bis seine obere Stirnfläche bündig mit der Oberseite der Matrize 1 steht, der Preßkörper also freigelegt ist (Ausstoßverfahren). Während des Ausformens kann der Preßkörper gezielt unter einer gewünschten Auflast gehalten werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Herstellung von Preßkörpern mit zylinderförmigen Hauptformelementen und schraubenlinienförmigen Nebenformelementen aus pulverförmigem Material, insbesondere aus Metallpulver, mit einer Matrize (1) und mit mindestens einem um seine Längsachse drehbar gelagerten Oberstempel (2) sowie mindestens einem um seine Längsachse drehbar gelagerten Unterstempel (3), wobei die Stempel (Oberstempel (2) und Unterstempel (3)) axial relativ zur Matrize (1) motorisch angetrieben verfahrbar sind und der mindestens eine Oberstempel (2) zur Erzielung einer schraubenlinienförmigen Bewegung zusätzlich zu seinem Axialantrieb rotatorisch um seine Längsachse angetrieben ist, dadurch gekennzeichnet,

daß eine elektronische Steuerung (8) vorgesehen ist,

daß der mindestens eine Unterstempel (3) ebenfalls rotatorisch angetrieben ist und daß die motorischen Rotationsantriebe der Stempel (2, 3) jeweils von den Antrieben für die Axialbewegung der Stempel (2, 3) mechanisch entkoppelt sind und separat durch die Steuerung (8) regelbar sind, wobei die an der Formgebung der schraubenlinienförmigen Nebenformelemente des zu erzeugenden Preßkörpers unmittelbar beteiligten Ober- und Unterstempel in ihrer Bewegung im Formraum der Matrize durch die elektronische Steuerung geführt sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

daß die Steuerung (8) in der Weise eingerichtet ist, daß das Eintauchen des mindestens einen Oberstempels (2) in den Formraum der Matrize (1) hinsichtlich der axialen und der rotatorischen Bewegung positionsgeregelt erfolgt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

daß die Steuerung (8) in der Weise eingerichtet ist, daß der mindestens eine Oberstempel (2) bis zum Eintauchen in den Formraum der Matrize (1) nur linear (d.h. ohne Drehbewegung) bewegt wird, und daß der mindestens eine Oberstempel (2) axial gefedert gelagert ist (Federung 9).

4. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,

daß die Steuerung (8) in der Weise eingerichtet ist, daß die Rotationsbewegungen der Stempel (2, 3) während des Verdichtungs Vorgangs positionsgeregelt erfolgen.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 3, dadurch gekennzeichnet,

daß die Steuerung (8) in der Weise eingerichtet ist, daß die Rotationsbewegungen der Stempel (2, 3) während des Verdichtungs Vorgangs mit vorgegebenen Drehmomentwerten erfolgen.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,

daß die Steuerung (8) in der Weise eingerichtet ist, daß die Drehmomentwerte jeweils in Abhängigkeit von der aktuellen Preßkraft, dem aktuellen Torsionsmoment oder der axialen Position der betreffenden Stempel (2, 3) gere-

gelt sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,
 daß die Steuerung (8) in der Weise eingerichtet ist, daß die Rotationsbewegungen der Stempel (2, 3) jeweils mit einem zeitlich konstanten Drehmomentwert erfolgen.

5

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet,

10

daß die Steuerung (8) in der Weise eingerichtet ist, daß die Rotationsantriebe der Stempel (2, 3) entsprechend dem Steigungswinkel der Schraubenlinie und dem Werkzeugspiel zwischen dem jeweiligen Ober- (2) und Unterstempel (3) einerseits und der Matrize (1) andererseits kurz vor Erreichen der Preßendstellung abgeschaltet werden.

15

20

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet,

25

daß die Steuerung (8) in der Weise eingerichtet ist, daß die Rotationsbewegungen der Stempel (2, 3) für das Befüllen der Matrize (1) und das Ausformen des Preßkörpers steuerungstechnisch in teilweise entsprechend umgekehrter Weise wie für das Verdichten erfolgt (Ausstoßverfahren).

30

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet,

35

daß die Axialantriebe der Stempel (2, 3) hydraulisch sind.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet,

40

daß für die Rotationsbewegungen hydraulische oder pneumatische Antriebe vorgesehen sind.

45

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet,

daß für die Rotationsbewegungen elektromotorische Antriebe (5, 6), insbesondere elektrische Schritt- oder Servomotoren vorgesehen sind.

50

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet,

55

daß sie Teil einer CNC-gesteuerten Pulverpresse ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet,

daß ihre mechanischen Teile (1, 2, 3) einen in eine Presse einsetzbaren Werkzeugadaptor bilden.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet,

daß die Matrize (1) starr gelagert ist.

Claims

1. Device for producing compacts with cylindrical main shaped elements and helical secondary shaped elements from pulverulent material, in particular from metal powder, with a die (1) and with at least one upper punch (2), which is rotatably mounted about its longitudinal axis, and at least one lower punch (3), which is rotatably mounted about its longitudinal axis, wherein the punches (upper punch (2) and lower punch (3)) can be displaced axially relative to the die (1) by a motor drive, and the upper punch (2), of which there is at least one, is driven in a rotational manner about its longitudinal axis in addition to its axial drive in order to achieve a helical movement, characterised in that an electronic control system (8) is provided, that the lower punch (3), of which there is at least one, is likewise driven in a rotational manner, and that the rotary motor drives of the punches (2, 3) are in each case mechanically uncoupled from the drives for the axial movement of the punches (2, 3) and can be regulated separately by the control system (8), wherein the upper and lower punches directly involved in the shaping of the helical secondary shaped elements of the compact to be produced are guided in their movement in the cavity of the die by the electronic control system.

2. Device according to claim 1, characterised in that the control system (8) is adapted such that the penetration of the upper punch (2), of which there is at least one, into the cavity of the die (1) takes place with position regulation with regard to the axial and the rotational movement.

3. Device according to claim 1, characterised in that the control system (8) is adapted such that the upper punch (2), of which there is at least one, is only moved in linear fashion (i.e. without a rotational movement) until it penetrates the cavity of the die (1), and that the upper punch (2), of which there is at least one, is axially spring-mounted (spring mounting 9).

4. Device according to claim 2, characterised in that

the control system (8) is adapted such that the rotational movements of the punches (2, 3) during the compacting process take place with position regulation.

5. Device according to one of claims 2 to 3, characterised in that the control system (8) is adapted such that the rotational movements of the punches (2, 3) during the compacting process take place with predetermined torque values.
6. Device according to claim 5, characterised in that the torque values are in each case regulated in accordance with the actual pressing force, the actual torsional moment or the axial position of the punches (2, 3) concerned.
7. Device according to claim 5, characterised in that the control system (8) is adapted such that the rotational movements of the punches (2, 3) in each case take place with a torque value which is constant in time.
8. Device according to one of claims 1 to 7, characterised in that the control system (8) is adapted such that the rotational drives of the punches (2, 3) are turned off shortly before the end pressing position is reached according to the helix angle of the helix and the tool clearance between the respective upper punch (2) and lower punch (3) on the one hand and the die (1) on the other.
9. Device according to one of claims 4 to 7, characterised in that the control system (8) is adapted such that the rotational movements of the punches (2, 3) for filling the die (1) and removing the compact take place in control terms in a manner partly reversed accordingly with respect to the compacting process (ejection method).
10. Device according to one of claims 1 to 9, characterised in that the axial drives of the punches (2, 3) are hydraulic.
11. Device according to one of claims 1 to 10, characterised in that hydraulic or pneumatic drives are provided for the rotational movements.
12. Device according to one of claims 1 to 10, characterised in that electric motor drives (5, 6), in particular electric stepping or servomotors, are provided for the rotational movements.
13. Device according to one of claims 1 to 12, characterised in that it is part of a CNC-controlled powder press.

14. Device according to one of claims 1 to 13, characterised in that its mechanical parts (1, 2, 3) form a tool adapter which can be inserted in a press.

- 5 15. Device according to one of claims 1 to 14, characterised in that the die (1) is rigidly mounted.

Revendications

- 10 1. Dispositif pour fabriquer des pièces pressées, comportant des éléments moulés principaux cylindriques et des éléments moulés auxiliaires hélicoïdaux, à partir d'une matière en poudre, en particulier de la poudre métallique, comprenant une matrice (1) et au moins un poinçon supérieur (2) monté de façon rotative autour de son axe longitudinal, ainsi qu'au moins un poinçon inférieur (3) monté de façon rotative autour de son axe longitudinal, les poinçons (poinçon supérieur 2 et poinçon inférieur 3) pouvant être déplacés, en étant entraînés de façon motorisée, axialement par rapport à la matrice (1) et ledit poinçon supérieur (2) étant entraîné, en plus de son entraînement axial, en rotation autour de son axe longitudinal, pour obtenir un mouvement hélicoïdal, caractérisé en ce qu'une commande électronique (8) est prévue, en ce que ledit poinçon inférieur (3) est de même entraîné en rotation, et en ce que les entraînements en rotation motorisés des poinçons (2,3) sont mécaniquement découplés, à chaque fois, des entraînements pour le déplacement axial des poinçons (2,3) et peuvent être réglés séparément par la commande (8), les poinçons supérieur et inférieur participant directement au façonnage des éléments moulés auxiliaires hélicoïdaux de la pièce pressée à engendrer étant guidés, dans leur déplacement, dans l'espace de moulage de la matrice par la commande électronique.
- 40 2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la commande (8) est réglée de façon telle que la plongée dudit poinçon supérieur (2) dans l'espace de moulage de la matrice (1) est effectuée de façon réglée en position relativement au mouvement axial et au mouvement de rotation.
- 45 3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la commande (8) est réglée de façon que ledit poinçon supérieur (2), jusqu'à ce qu'il plonge dans l'espace de moulage de la matrice (1), est déplacé uniquement de façon linéaire (c'est-à-dire sans mouvement rotatif), et en ce que ledit poinçon supérieur (2) est monté en étant élastiquement chargé axialement (ressort 9).
- 50 4. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que la commande (8) est réglée
- 55

de façon que les mouvements rotatifs des poinçons (2,3) sont effectués, de façon réglée en position, pendant le processus de compression.

5. Dispositif selon une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que la commande (8) est réglée de façon que les mouvements rotatifs des poinçons (2,3) sont effectués pendant le processus de compression avec des valeurs prédéfinies de couple.
6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que la commande (8) est réglée de façon que les valeurs de couple sont réglées, à chaque fois, de façon dépendant de la force de pressage actuelle, du moment de torsion actuel ou de la position axiale des poinçons correspondants (2,3).
7. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que la commande (8) est réglée de façon que les mouvements rotatifs des poinçons (2,3) sont effectués, à chaque fois, avec une valeur de couple constante dans le temps.
8. Dispositif selon une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la commande (8) est réglée de façon que les entraînements en rotation des poinçons (2,3) sont mis hors circuit de façon correspondant à l'angle de l'hélice et au jeu d'outil entre le poinçon supérieur (2) et le poinçon inférieur (3) respectifs, d'une part, et la matrice (1), d'autre part, peu avant d'atteindre la position d'extrémité de pressage.
9. Dispositif selon une des revendications 4 à 7, caractérisé en ce que la commande (8) est réglée de façon que les mouvements rotatifs des poinçons (2,3) sont effectués, pour le remplissage de la matrice (1) et le démoulage de la pièce pressée, par une technique de commande, d'une façon inversée correspondant partiellement au processus de compression (processus d'éjection).
10. Dispositif selon une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que les entraînements axiaux des poinçons (2,3) sont hydrauliques.
11. Dispositif selon une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que, pour les mouvements rotatifs, des entraînements hydrauliques ou pneumatiques sont prévus.
12. Dispositif selon une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que, pour les mouvements rotatifs, des entraînements électromotorisés (5,6), en particulier des servomoteurs ou moteurs pas à pas électriques, sont prévus.

13. Dispositif selon une des revendications 1 à 12, caractérisé en ce qu'il fait partie d'une presse pour poudre, à commande numérique par ordinateur.

- 5 14. Dispositif selon une des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que ses pièces mécaniques (1,2,3) forment un adaptateur d'outil utilisable dans une presse.
- 10 15. Dispositif selon une des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que la matrice (1) est montée de façon rigide.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

