



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 960 017 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**06.02.2002 Patentblatt 2002/06**

(21) Anmeldenummer: **98907927.2**

(22) Anmeldetag: **07.01.1998**

(51) Int Cl.7: **B30B 15/00**, B30B 15/14

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP98/00040**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 98/35823 (20.08.1998 Gazette 1998/33)**

(54) **VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER ELEKTROPRESSE**

METHOD FOR OPERATING AN ELECTRIC PRESS

PROCEDE POUR FAIRE FONCTIONNER UNE PRESSE ELECTRIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE FR GB LI**

(30) Priorität: **13.02.1997 DE 19705462**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**01.12.1999 Patentblatt 1999/48**

(73) Patentinhaber: **Gebr. Schmidt Fabrik für  
Feinmechanik GmbH & Co. KG  
78112 St. Georgen (DE)**

(72) Erfinder: **BABIEL, Hartmut  
D-78628 Rottweil (DE)**

(74) Vertreter: **Otten, Hajo, Dr.-Ing.  
Witte, Weller & Partner Patentanwälte,  
Rotebühlstrasse 121  
70178 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A- 3 715 077 DE-A- 19 548 439  
US-A- 4 750 131 US-A- 5 483 874  
US-A- 5 564 298**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 585 (M-1700), 9.November 1994 & JP 06 218591 A (JANOME SEWING MACH CO LTD), 9.August 1994,**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 448 (M-768), 24.November 1988 & JP 63 180400 A (NKK CORP), 25.Juli 1988,**

**EP 0 960 017 B1**

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).

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Elektropresse, die einen elektrisch betätigten Pressenstößel, zumindest einen Wegaufnehmer zum Erfassen von Positionen des Weges des Pressenstößels während seines Arbeitshubes, zumindest einen Kraftaufnehmer zum Erfassen von durch den Pressenstößel während des Arbeitshubes auf zu bearbeitende Werkstücke aufgebrachter Preßkraft, sowie eine Steuerung umfaßt, die den Arbeitshub bezüglich Weg und Preßkraft steuert, mit den Schritten:

- a) Verfahren des Pressenstößels in seine Ausgangsposition,
- b) Absenken des Pressenstößels auf die zu bearbeitenden Werkstücke und Messen der Preßkraft,
- c) Erkennen des Preßbeginns anhand eines Anstieges der Preßkraft,
- d) weiteres Absenken des Pressenstößels zur Durchführung des Preßvorganges und Überwachung der aufgebrachten Preßkraft, sowie
- e) Abstoppen des Pressenstößels, wenn dieser eine voreingestellte Füge- oder Endposition erreicht hat.

**[0002]** Ein derartiges Verfahren ist aus der US 5,483 874 A1 bekannt.

**[0003]** Das bekannte Verfahren wird auf einer Elektropresse durchgeführt, die einen von einem Elektromotor angetriebenen Spindeltrieb umfaßt. Die Gewindespindel des Spindeltriebes ist drehbar, aber axial unverschieblich gelagert, während die Spindelmutter unverdrehbar, aber axial verschieblich gelagert und mit dem Pressenstößel verbunden ist.

**[0004]** Die Elektropresse weist Wegaufnehmer sowie Kraftaufnehmer auf, um den Verlauf der Preßkraft über dem Weg des Pressenstößels während seines Arbeitshubes zu erfassen und an eine Steuerung zu melden, die anhand dieser Informationen den Arbeitshub steuert.

**[0005]** Zu Beginn eines Preßvorganges wird der Pressenstößel in seine Ausgangsposition oberhalb des Werkstückes gefahren und dann auf das oder die zu bearbeitenden Werkstücke abgesenkt. Während dieses Absenkens wird die Preßkraft gemessen und anhand eines Anstieges dieser Preßkraft erkannt, daß der Preßvorgang beginnt, woraufhin die Absenkgeschwindigkeit des Pressenstößels verringert wird.

**[0006]** Während des nun folgenden Preßvorganges wird der Pressenstößel weiter abgesenkt, wobei die aufgebrachte Preßkraft daraufhin überwacht wird, ob sie während des Preßvorganges konstant bleibt. Ferner wird der Weg des Pressenstößels weiterhin überwacht,

um das Erreichen einer dort Endposition genannten Fügeposition zu erkennen, in der sich der Pressenstößel im wesentlichen nicht weiter absenkt. Wenn diese Endposition erreicht wurde, wird der Pressenstößel zurückgefahren.

**[0007]** Sollte die Endposition nicht erreicht werden oder aber während des Preßvorganges kein konstanter Preßdruck aufgewendet werden, so wird der Preßvorgang abgebrochen.

**[0008]** Es hat sich nun gezeigt, daß es bei einem derartigen Verfahren möglich ist, daß in Abhängigkeit von Toleranzen der zu bearbeitenden Werkstücke manchmal eine zu hohe und manchmal auch eine zu niedrige Preßkraft aufgebracht wird, so daß die Werkstücke teilweise nicht richtig verfügt werden und teilweise durch eine zu hohe Preßkraft beschädigt werden.

**[0009]** Um die Werkstücke schonend und reproduzierbar zu bearbeiten, müssen diese daher sehr enge Toleranzen aufweisen, werden diese Toleranzen über- oder unterschritten, so bricht das bekannte Verfahren den Preßvorgang ab, weil die Endposition nicht erreicht wird und/oder die Preßkraft nicht konstant ist, was zu unnötigem Ausschuß führen kann.

**[0010]** Hiervon ausgehend ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, das eingangs genannte Verfahren derart weiterzubilden, daß eine schonende Bearbeitung auch von gröber tolerierten Teilen möglich wird, um so unnötigen Ausschuß zu vermeiden bzw. den Ausschuß zu verringern.

**[0011]** Bei dem eingangs genannten Verfahren wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß in Abhängigkeit von dem Verlauf der Preßkraft über dem Weg des Pressenstößels Parameter dynamisch angepaßt werden, die einen erfolgreichen Verlauf und/oder Abschluß des Preßvorganges anzeigen.

**[0012]** Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird auf diese Weise vollkommen gelöst.

**[0013]** Die Erfinder der vorliegenden Anmeldung haben nämlich erkannt, daß der hohe Ausschuß bei dem bekannten Verfahren insbesondere darauf zurückzuführen ist, daß zwar der Beginn des Preßvorganges dynamisch erfaßt wird, nicht aber der Abschluß des Preßvorganges. Im Stand der Technik wird hier eine feste Endposition vorgegeben, deren Erreichen oder Nichterreichen über den Erfolg des Preßvorganges entscheidet. Weiterhin wird während des Preßvorganges eine konstante Preßkraft gefordert, wobei eine Abweichung von dieser konstanten Preßkraft ebenfalls als Ausschuß gewertet wird.

**[0014]** Für den erfolgreichen Abschluß eines Preßvorganges ist jedoch nicht so sehr der Beginn des Preßvorganges sondern vielmehr der Verlauf des Preßvorganges über dem Weg des Pressenstößels sowie die Lage des Fügepunktes und die im Fügepunkt aufgebrachte Preßkraft entscheidend.

**[0015]** Durch das neue Verfahren wird jetzt eine intelligente Montage auch von gröber tolerierten Werkstücken möglich, da die für das Ergebnis des Preßvorganges

ges entscheidenden Parameter aus dem Verlauf der Preßkraft während des Arbeitshubes des Pressenstößels dynamisch abgeleitet und angepaßt werden. Anhand dieser Parameter kann dann nach Abschluß eines Preßvorganges eine Aussage darüber getroffen werden, ob der Preßvorgang erfolgreich war und vorgegebenen Prüfwerten entspricht.

**[0016]** Dabei ist es insbesondere bevorzugt, wenn in Abhängigkeit von der Position des Pressenstößels bei Preßbeginn die Endposition dynamisch angepaßt wird.

**[0017]** Hier ist von Vorteil, daß im einfachsten Falle die Endposition um denselben Betrag verschoben wird, um den sich der Preßbeginn verschiebt. Hierzu wird z. B. eine Musterkurve in der Steuerung gespeichert, wobei immer ein konstanter Abstand zwischen Preßbeginn und Endposition angenommen und vorgegeben wird.

**[0018]** Andererseits ist es bevorzugt, wenn in Abhängigkeit von einem starken Anstieg der Preßkraft im Bereich der Endposition die Endposition dynamisch angepaßt bzw. erkannt wird.

**[0019]** Hier ist von Vorteil, daß zusätzlich zu oder anstelle der groben Anpassung der Endposition in Abhängigkeit von dem Preßbeginn der direkte Fügepunkt erkannt wird, bei dem z. B. bei Verfügen von zwei Werkstücken diese auf Block gepreßt wurden. In Abhängigkeit von Toleranzen der Werkstücke kann die Füge- oder Endposition bei unterschiedlichen Werkstücken differieren, so daß die reine Bestimmung der Endposition aus dem Preßbeginn nicht so zuverlässig ist wie die Ableitung der Fügeposition aus dem starken Anstieg der Preßkraft. Hierzu kann z. B. permanent die Änderung der Preßkraft über dem Weg oder auch über der Zeit überwacht werden, so daß durch Auswertung dieser Steigung der Fügepunkt in Echtzeit erkannt wird.

**[0020]** Weiter ist es bevorzugt, wenn in Abhängigkeit von dem starken Anstieg der Preßkraft der Preßvorgang dynamisch angepaßt abgebrochen wird.

**[0021]** Hier ist von Vorteil, daß nicht nur die Fügeposition selbst sondern auch noch die in der Fügeposition aufzubringende Preßkraft dynamisch in Abhängigkeit von den Toleranzen der Werkstücke angepaßt wird. In Abhängigkeit von den Toleranzen der Werkstücke ist es nämlich möglich, daß zu Beginn des eigentlichen Fügevorganges einmal eine relativ geringe Preßkraft aufgewendet wurde, während bei anders tolerierten Werkstücken bereits eine sehr hohe Preßkraft erforderlich ist, um die Werkstücke überhaupt in Fügeposition auf Block zu pressen. Um diese Toleranzen auszugleichen, wird jetzt nicht eine hohe, zu erreichende Preßkraft vorgegeben, die zwar bei allen vorkommenden Toleranzen ausreicht, aber in vielen Fällen viel zu hoch ist. Vielmehr wird der Preßvorgang in Abhängigkeit von der Steigungsänderung bei dem Preßkraftverlauf dynamisch beendet, sobald die Werkstücke in Fügeposition gelangt sind.

**[0022]** Bei dem insoweit beschriebenen Verfahren wird also der Parameter "Füge- oder Endposition" anhand der Position des Pressenstößels bei Preßbeginn,

dem starken Anstieg der Preßkraft bei Erreichen der Fügeposition sowie ggf. dem aktuellen Wert der Preßkraft bei Erreichen der Fügeposition dynamisch angepaßt, wodurch die Auswirkung von Toleranzen der Werkstücke deutlich verringert wird, so daß insgesamt der Ausschuß gegenüber dem aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren stark zurückgeht.

**[0023]** Weiter ist es jedoch noch bevorzugt, wenn der Verlauf der Preßkraft über dem Weg des Pressenstößels auf Einhaltung bestimmter Parametersätze überwacht wird, wobei die Parametersätze in Abhängigkeit von der Position des Pressenstößels bei Preßbeginn dynamisch angepaßt werden.

**[0024]** Gegenüber dem bisher beschriebenen Verfahren ist hier weiter von Vorteil, daß in Abhängigkeit von dem Einsatz des Pressens nicht nur die Fügeposition sondern weitere Zwischenpositionen überwacht werden, zu denen die Preßkraft innerhalb bestimmter Bereiche liegen muß. So ist es z. B. zu beobachten, daß beim Verfügen von Teilen die Preßkraft eine bestimmte Überhöhung aufweist, wenn der Pressenstößel seit Preßbeginn eine bestimmte Wegstrecke zurückgelegt hat und aus der Haft- Gleitreibung wird. Derartige charakteristische Kurvenverläufe können durch Parametersätze beschrieben werden, die ein sogenanntes Fenster definieren, durch das die Kurve des Verlaufes der Preßkraft über dem Weg hindurchgehen muß, damit das Ergebnis des Preßvorganges zufriedenstellend ist. Wird eines dieser Fenster nicht entsprechend durchlaufen, so kann bereits relativ früh entschieden werden, daß dieser Preßvorgang nicht mehr erfolgreich abgeschlossen werden kann, so daß er sofort abgebrochen wird. Durch diesen vorzeitigen Abbruch kann eine Beschädigung der Elektropresse selbst oder aber auch eine Zerstörung der Werkstücke verhindert werden, die ggf. nur falsch zusammengebaut wurden, so daß eine erneute Ausrichtung der Werkstücke noch ein erfolgreiches Verfügen ermöglicht, wodurch also der Ausschuß weiter zurückgeht.

**[0025]** Es sei noch erwähnt, daß die Überwachungsfenster in Abhängigkeit von dem Preßbeginn lediglich verschoben werden müssen, damit unterschiedlich tolerierte Teile erfaßt werden können. Dabei ist es zum einen möglich, die Fenster längs der Weg-Achse zu verschieben, wobei andererseits aber auch eine Verschiebung längs der Preßkraft-Achse möglich ist.

**[0026]** Weiterhin ist es bevorzugt, wenn die Parametersätze durch Bearbeitung und Vermessung von Muster-Werkstücken ermittelt werden.

**[0027]** Hier ist von Vorteil, daß durch die Bearbeitung und Durchschnittswertbildung bei mehreren Werkstücken zuverlässige Parametersätze oder Fenster festgelegt werden können, die für die Qualitätskontrolle des Preßvorganges wichtig sind. So kann in den Parametersätzen z. B. eine zulässige Abweichung bezüglich Preßkraft oder -weg vorgegeben werden, wobei Werkstücke, bei denen die Fenster nicht durchlaufen werden, als Ausschuß ausgesondert werden.

**[0028]** Dabei ist es bevorzugt, wenn zumindest während der Bearbeitung von Muster-Werkstücken der Preßkraftverlauf in Echtzeit auf einem Bildschirm angezeigt wird.

**[0029]** Hier ist von Vorteil, daß sich auf einfache Weise während des sogenannten Teach-in-Verfahrens bereits der Verlauf der Preßkraft beobachten läßt, so daß bereits jetzt entsprechende Fenster vorgegeben werden können, die dann bei der Bearbeitung von weiteren Muster-Werkstücken überprüft bzw. noch verändert werden können. Diese möglichst genaue Erfassung der Parametersätze oder Fenster ermöglicht eine gute Kontrolle des eigentlichen Preßvorganges an zur Weiterverarbeitung bestimmten Werkstücken, so daß deren Ausschuß deutlich verringert werden kann.

**[0030]** Schließlich ist es noch bevorzugt, wenn zumindest während der Bearbeitung von Muster-Werkstücken die aufgebrauchte Preßkraft über ein elektronisches Handrad verändert wird.

**[0031]** Hier ist von Vorteil, daß sich die erforderliche Preßkraft auf einfache und sehr genaue Weise ermitteln und vorgeben läßt, weil sich nicht nur der Arbeitshub, also der Weg des Pressenstößels sondern darüber hinaus auch die insbesondere in der Fügeposition aufgebrauchte Preßkraft von Hand einstellen läßt. Auf diese Weise kann verhindert werden, daß eine zu hohe Preßkraft vorgegeben wird, wodurch trotz der oben beschriebenen erfindungsgemäßen Maßnahmen noch eine Zerstörung von entsprechend tolerierten Werkstücken möglich wäre.

**[0032]** Mit anderen Worten, durch den Einsatz eines elektronischen Handrades zur Einstellung der Preßkraft sowie durch die in Echtzeit zu beobachtenden Preßkraft-Weg-Kurven können optimale Parametersätze mit Hilfe von Muster-Werkstücken ermittelt werden, die auch bei gröber tolerierten Werkstücken noch ein schonendes und zuverlässiges Verfügen bzw. Bearbeiten ermöglichen. Die dynamische Veränderung dieser Parametersätze in Abhängigkeit von dem aktuellen Preßkraftverlauf bei der Bearbeitung von Werkstücken ermöglicht zum einen eine Verringerung des Ausschusses durch optimal eingestellte Preßkraft und Fügeposition sowie zum anderen ein rechtzeitiges Erkennen von fehlschlagenden Preßvorgängen, wie es oben bereits beschrieben wurde.

**[0033]** Weitere Vorteile ergeben sich aus der Beschreibung und der beigefügten Zeichnung.

**[0034]** Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in den jeweils angegebenen Kombinationen, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

**[0035]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der beigefügten Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein schematisches Blockschaltbild einer erfindungsgemäß zu betreibenden Elektropresse; und

5 Fig. 2 einen beispielhaften Verlauf der Preßkraft über dem Weg des Pressenstößels, wie er bei der Elektropresse aus Fig. 1 gemessen wurde.

**[0036]** In Fig. 1 ist allgemein mit 10 eine Elektropresse bezeichnet, die über eine bei 11 angedeutete Steuerung betrieben wird. Mit der Steuerung 11 sind ein Bildschirm 12, ein Keyboard 14 sowie ein elektronisches Handrad 15 verbunden.

**[0037]** Ferner ist eine Schnittstelle 16 der Elektropresse 10 mit der Steuerung 11 verbunden, wodurch eine Steuerung und Kontrolle der Preßvorgänge möglich wird, wie dies nachstehend noch beschrieben wird.

**[0038]** Die Elektropresse 10 weist einen Elektromotor 17 auf, der an einem Gehäuse 18 montiert ist. Aus dem Gehäuse 18 ragt unten ein schematisch angedeuteter Pressenstößel 19 hervor, der über den Elektromotor 17 betätigt wird.

**[0039]** Unterhalb der Elektropresse 10 sind schematisch zwei Werkstücke 21 und 22 angedeutet, die durch die Elektropresse 10 miteinander verfügt werden sollen, wozu der Pressenstößel 19 einen bei 23 angedeuteten Arbeitshub durchführt.

**[0040]** Der dabei auftretende Verlauf der Preßkraft über dem Weg wird in Echtzeit als Kurve 24 auf dem Bildschirm 12 angezeigt, wozu ein Wegaufnehmer 25 sowie ein Kraftaufnehmer 26 in der Elektropresse 10 vorgesehen sind.

**[0041]** In der in Fig. 1 gezeigten Stellung befindet sich der Pressenstößel 19 in seiner Ausgangsposition 27. Wenn der Pressenstößel 19 in Fig. 1 weiter nach unten gefahren wird, so gelangt er bei Preßbeginn 28 in Kontakt mit den Werkstücken 21 und 22, die er dann während des weiteren Verlaufes seines Arbeitshubes 23 auf Block preßt, was in seiner Fügeposition 29 der Fall ist. Danach wird der Pressenstößel 19 wieder in seine Ausgangsposition 27 zurückgefahren.

**[0042]** In Fig. 2 sind beispielhaft zwei Kurven 24, 24' für den Verlauf der Preßkraft über dem Weg dargestellt, wobei die Kurve 24 eine anhand von Muster-Werkstücken ermittelte Vergleichskurve sein soll. In seiner Position  $S_B$  hat der Pressenstößel 19 die Position erreicht, in der der Preßvorgang beginnt, er muß also Kraft aufwenden, um die Werkstücke 21, 22 miteinander zu verfügen. Zunächst ist ein Kraftanstieg zu beobachten, bis nach einer Überhöhung 31, bei der aus Haft- Gleitreibung wird, die Preßkraft bei weiterem Fortschreiten des Arbeitshubes zunächst wieder nachläßt, um dann so weit wieder anzusteigen, bis sie bei Erreichen der Fügeposition  $S_F$  eine Kraft  $F_F$  erreicht hat. Die Preßkraft  $F$  steigt jetzt steil an, bis der Preßvorgang abgebrochen und der Stößel 19 zurückgefahren wird.

**[0043]** Die Steuerung 11 überwacht permanent den Anstieg der Preßkraft und erkennt im Punkt  $F_F$  jetzt eine

starke Änderung der Steigung  $dF/ds$  bzw.  $dF/dt$ , wodurch das Erreichen des Fügepunktes erkannt wird. Da der Anstieg nicht in beliebig kurzer Zeit erfaßt werden kann, ergibt sich eine gewisse Überhöhung  $\Delta F$  der Kraft auf  $F_m$ , die jedoch keine Schäden an den Werkstücken hervorruft.

**[0044]** Der Verlauf der Kurve 24 ist ebenfalls entscheidend für das Ergebnis des Preßvorganges, so daß die Steuerung 11 eine ganze Reihe von Parameter auf Einhaltung überwacht. Zu diesen Parametern zählt die Fügeposition  $S_F$  sowie die Preßkraft  $F$ . Wird z.B. die Fügeposition  $S_F$  nicht erreicht, so war der Preßvorgang nicht erfolgreich. Da eine derartige Abweichung jedoch nicht unbedingt einen fehlschlagenden Preßvorgang anzeigen muß sondern darauf zurückzuführen sein kann, daß die zu verfügbaren Teile unterschiedlich toleriert sind, werden die überwachten Parameter jetzt anhand des Verlaufes der Kurve 24 dynamisch angepaßt.

**[0045]** In einem ersten Schritt wird der Einsatz des Preßvorganges, also die Position 28 überwacht. Bei der Kurve 24' setzt die Preßkraft sehr viel später ein, erst zur Position  $S_B'$ . Folglich wird im einfachsten Falle um genau diesen Versatz auch der Fügepunkt  $S_F'$  in dem Satz der Überwachungsparameter verändert, wie dies in Fig. 2 angedeutet ist.

**[0046]** Ferner ist zu erkennen, daß die Kurve 24' bei Erreichen des Fügepunktes  $S_F'$  eine geringere Preßkraft aufweist, nämlich die Preßkraft  $F_F'$ . Würde jetzt die Steuerung 11 den Preßvorgang erst bei Erreichen der Kraft  $F_m$  abbrechen, so würde eine unnötig hohe Kraft aufgewendet, was aus schon erwähnten Gründen unerwünscht ist. Die Steuerung 11 erkennt jedoch wieder den steilen Anstieg der Kraft und bricht den Preßvorgang sofort ab, so daß die Kraft nur auf den Wert  $F_m'$  ansteigen kann.

**[0047]** Mit anderen Worten bedeutet dies, daß die Kurve 24' in Fig. 2 lediglich nach rechts und nach unten verschoben ist, was durch die Punkte  $S_B'$  sowie  $dF/ds$  von der Steuerung erkannt wurde, die daraufhin den Parameter  $S_F'$  dynamisch anpaßt bzw. den Preßvorgang beendet.

**[0048]** Nun sind jedoch nicht nur der Beginn und der Abschluß des Preßvorganges für ein erfolgreiches Ergebnis verantwortlich, vielmehr spielt auch der Verlauf der Preßkraft während des Arbeitshubes eine große Rolle. So ist z.B. die Überhöhung 31 ein Anzeichen dafür, daß das Werkstück 21 vollständig in das Werkstück 22 eingepreßt wurde, weil nämlich für den weiteren Preßvorgang zunächst eine geringere Kraft erforderlich ist, nachdem dieses Einfügen erfolgte. Um diese Überhöhung 31 zu überwachen, wird ein weiterer Parametersatz  $W$  verwendet, der in Fig. 2 durch ein Fenster 32 angedeutet ist. Voraussetzung für einen erfolgreichen Preßvorgang ist damit weiter, daß die Kurve 24 das Fenster 32 durchläuft und dabei eine Überhöhung 31 zeigt. Die Kurve kann dabei eine beliebige Lage in dem Fenster 32 aufweisen.

**[0049]** Es ist nun jedoch zu erkennen, daß die Kurve

24' das Fenster 32 überhaupt nicht durchläuft, so daß an sich der Preßvorgang 24' als nicht erfolgreich zu werten wäre. Die Tatsache, daß die Kurve 24' das Fenster 32 nicht schneidet, liegt jedoch daran, daß durch die Tolerierung der Werkstücke der Preßbeginn 28' und damit die gesamte Kurve 24' in Fig. 2 nach rechts verschoben wurden. Da die Steuerung dies anhand der Verschiebung des Punktes  $S_B$  nach  $S_B'$  erkennt, wird ein dynamisch angepaßter Parametersatz  $W'$  erzeugt, der durch ein Fenster 34 angedeutet ist, das gegenüber dem Fenster 32 um einen Betrag 35 nach rechts verschoben wurde. Sofern die Kurve 24' jetzt das Fenster 34 durchläuft, wird der Preßvorgang als erfolgreich bewertet.

**[0050]** Selbstverständlich können diverse derartige Fenster 32, 34 über die Kurve 24 gelegt werden, um verschiedene Abschnitte des Preßvorganges zu überwachen. Die Zahl und Lage der Fenster hängt dabei von den zu verfügbaren Werkstücken 21, 22 ab.

**[0051]** Das bedeutet jedoch, daß für unterschiedliche Arten von Werkstücken 21, 22 eine neue Musterkurve 24 sowie neue Fenster 32, 34 ermittelt werden müssen.

**[0052]** Hierzu werden Muster-Werkstücke verfügt, wozu mittels des elektronischen Handrades 15 nicht nur der Arbeitshub 28 der Elektropresse 10 sondern insbesondere die Preßkraft  $F$  des Pressenstößels 19 eingestellt wird. Der aktuelle Verlauf der Preßkraft wird in Echtzeit auf dem Bildschirm 12 dargestellt, so daß der Einrichter, der eine neue Kurve 24 aufnimmt, die Preßkraft anhand des elektronischen Handrades 15 fein einstellen und das Ergebnis unmittelbar auf dem Bildschirm 12 überprüfen kann. Auf dem Bildschirm 12 sind dann auch Fenster 32, 34 einstellbar. Jetzt werden neue Muster-Werkstücke verpreßt, wobei der aktuelle Preßkraftverlauf wieder auf dem Bildschirm 12 dargestellt wird und gleichzeitig die Lage der Fenster 32, 34 überprüft werden kann. Nachdem eine größere Anzahl von Muster-Werkstücken so verpreßt wurde, stehen entsprechende Parametersätze zur Verfügung, die Fenster 32, 34 sowie die Positionen  $S_B$  zu Preßbeginn 28 sowie  $S_F$  am Ende des Preßvorganges umfassen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Elektropresse (10), die einen elektrisch betätigten Pressenstößel (19), zumindest einen Wegaufnehmer (25) zum Erfassen von Positionen ( $S_B$ ,  $S_F$ ) des Weges des Pressenstößels (19) während seines Arbeitshubes (23), zumindest einen Kraftaufnehmer (26) zum Erfassen von durch den Pressenstößel (19) während des Arbeitshubes (23) auf zu bearbeitende Werkstücke (21, 22) aufgebrachtener Preßkraft ( $F$ ), sowie eine Steuerung (11) umfaßt, die den Arbeitshub (23) bezüglich Weg ( $s$ ) und Preßkraft ( $F$ ) steuert, mit den Schritten:

a) Verfahren des Pressenstößels (19) in seine

Ausgangsposition (27),

b) Absenken des Pressenstößels (19) auf die zu bearbeitenden Werkstücke (21, 22) und Messen der Preßkraft (F),

c) Erkennen des Preßbeginns (28,  $S_B$ ) anhand eines Anstieges der Preßkraft (F),

d) weiteres Absenken des Pressenstößels (19) zur Durchführung des Preßvorganges und Überwachung der aufgebrauchten Preßkraft (F), sowie

e) Abstoppen des Pressenstößels (19), wenn dieser eine voreingestellte Füge- oder Endposition (29,  $S_F$ ) erreicht hat,

**dadurch gekennzeichnet, daß** in Abhängigkeit von dem Verlauf (24) der Preßkraft (F) über dem Weg (s) des Pressenstößels (19) Parameter (W) dynamisch angepaßt werden, die einen erfolgreichen Verlauf und/oder Abschluß des Preßvorganges anzeigen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** in Abhängigkeit von der Position des Pressenstößels (19) bei Preßbeginn (28,  $S_B$ ) die Endposition (29,  $S_F$ ) dynamisch angepaßt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** in Abhängigkeit von einem starken Anstieg der Preßkraft (F) im Bereich der Endposition (29,  $S_F$ ) die Endposition (29,  $S_F$ ) dynamisch angepaßt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** in Abhängigkeit von dem starken Anstieg der Preßkraft ( $F_m$ ) der Preßvorgang dynamisch angepaßt abgebrochen wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Verlauf (24) der Preßkraft (11) über dem Weg (s) des Pressenstößels (19) auf Einhaltung bestimmter Parametersätze (W, 32, 34) überwacht wird, wobei die Parametersätze (W, 32, 34) in Abhängigkeit von der Position des Pressenstößels (19) bei Preßbeginn (28,  $S_B$ ) dynamisch angepaßt werden.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Parametersätze (W, 32, 34) durch Bearbeitung und Vermessung von Muster-Werkstücken ermittelt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** zumindest während der Bearbeitung von Muster-Werkstücken der Preßkraftverlauf (24)

in Echtzeit auf einem Bildschirm (12) angezeigt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** zumindest während der Bearbeitung von Muster-Werkstücken die aufgebrauchte Preßkraft (F) über ein elektronisches Handrad (15) verändert wird.

## Claims

1. A method for operating an electric press (10) comprising an electrically actuated press ram (19), at least one displacement sensor (25) for sensing positions ( $S_B$ ,  $S_F$ ) of the displacement of the press ram (19) during its working stroke (23), at least one force sensor (26) for sensing compressive force (F) applied by the press ram (19) during the working stroke (23) onto workpieces (21, 22) to be processed, and a control system (11) controlling the working stroke (23) in terms of displacement(s) and compressive force (F), comprising the steps of:

a) displacing the press ram (19) into its initial position (27);

b) lowering the press ram (19) onto the workpieces (21, 22) to be processed, and measuring the compressive force (F);

c) detecting the onset of pressing (28,  $S_B$ ) based on a rise in the compressive force (F);

d) further lowering the press ram (19) to perform the pressing operation, and monitoring the compressive force (F) being applied; and

e) halting the press ram (19) when the latter has reached a preset joining or end position (29,  $S_F$ );

**characterized in that** parameters which indicate a successful course and/or completion of the pressing operation are dynamically adapted as a function of the profile (24) of the compressive force (F) versus the displacement(s) of the press ram (19).

2. The method of claim 1, **characterized in that** the end position (29,  $S_F$ ) is adapted dynamically as a function of the position of the press ram (19) at the onset of pressing.

3. The method of claim 1 or 2, **characterized in that** the end position (29,  $S_F$ ) is dynamically adapted as a function of a sharp rise in the compressive force (F) in the region of the end position (29,  $S_F$ ).

4. The method of claim 3, **characterized in** the pressing operation is terminated in dynamically adapted fashion as a function of the sharp rise in compressive force ( $F_m$ ).
5. The method of any of claims 1 - 4, **characterized in that** the profile (24) of the compressive force (11) versus the displacement(s) of the press ram (19) is monitored to determine whether certain sets of parameters (W, 32, 34) are being observed, the sets of parameters (W, 32, 34) being dynamically adapted as a function of the position of the press ram (19) at the onset of pressing (28,  $S_B$ ).
6. The method of claim 5, **characterized in that** the sets of parameters (W, 32, 34) are determined by processing and measuring sample workpieces.
7. The method of claim 6, **characterized in that** at least during the processing of sample workpieces, the compressive force profile (24) is displayed on a screen (12) in real time.
8. The method of claim 6 or 7, **characterized in that** at least during the processing of sample workpieces, the applied compressive force (F) is modified via an electronic handwheel (15).

#### Revendications

1. Procédé d'exploitation d'une presse électrique (10) qui comporte un coulisseau de presse (19) actionné électriquement, au moins un capteur de course (25) pour détecter des positions ( $S_B$ ,  $S_F$ ) de la course du coulisseau de presse (19) dans sa course de travail (23), au moins un capteur de force (26) pour détecter la force de compression (F) appliquée par le coulisseau de presse (19) pendant la course de travail (23), sur les pièces à usiner (21, 22), ainsi qu'une commande (11) qui commande la course de travail (23), respectivement la course (s) et la force de compression (F), comportant les étapes suivantes :
- a) déplacement du coulisseau de presse (19) dans sa position initiale (27),
- b) abaissement du coulisseau de presse (19) sur les pièces à usiner (21, 22) et mesure de la force de compression (F),
- c) détection du début de compression (28,  $S_B$ ) à l'aide d'une augmentation de la force de compression (F),
- d) poursuite de l'abaissement du coulisseau de presse (19) pour exécuter l'opération de compression et contrôle de la force de compression

(F) appliquée, ainsi que

e) arrêt du coulisseau de presse (19), lorsque celui-ci a atteint une position d'assemblage ou position terminale (29,  $S_F$ ),

**caractérisé en ce qu'en** fonction de la variation (24) de la force de compression (F) sur la course (s) du coulisseau de presse (19), des paramètres (W) sont adaptés dynamiquement, qui indiquent un déroulement correct et/ou l'achèvement de l'opération de compression.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la position terminale (29,  $S_F$ ) est adaptée dynamiquement en fonction de la position du coulisseau de presse (19) en début de compression (28,  $S_B$ ).

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la position terminale (29,  $S_F$ ) est adaptée dynamiquement en fonction d'une forte augmentation de la force de compression (F) dans la zone de la position terminale (29,  $S_F$ ).

4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'opération de compression est interrompue, de manière adaptée dynamiquement, en fonction de la forte augmentation de la force de compression (F).

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la variation (24) de la force de compression (F) sur la course (s) du coulisseau de presse (19) est surveillée quant au respect de jeux de paramètres déterminés (W 32, 34), les jeux de paramètres (W 32, 34) étant adaptés dynamiquement en fonction de la position du coulisseau de presse (19) en début de compression (28,  $S_B$ ).

6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** les jeux de paramètres (W 32, 34) sont déterminés par usinage et mesure de pièces échantillons.

7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la variation (24) de la force de compression est indiquée en temps réel sur un écran (12), au moins pendant l'usinage de pièces échantillons.

8. Procédé selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que** la force de compression (F) appliquée est modifiée au moyen d'une roue manuelle électronique (15), au moins pendant l'usinage de pièces échantillons.

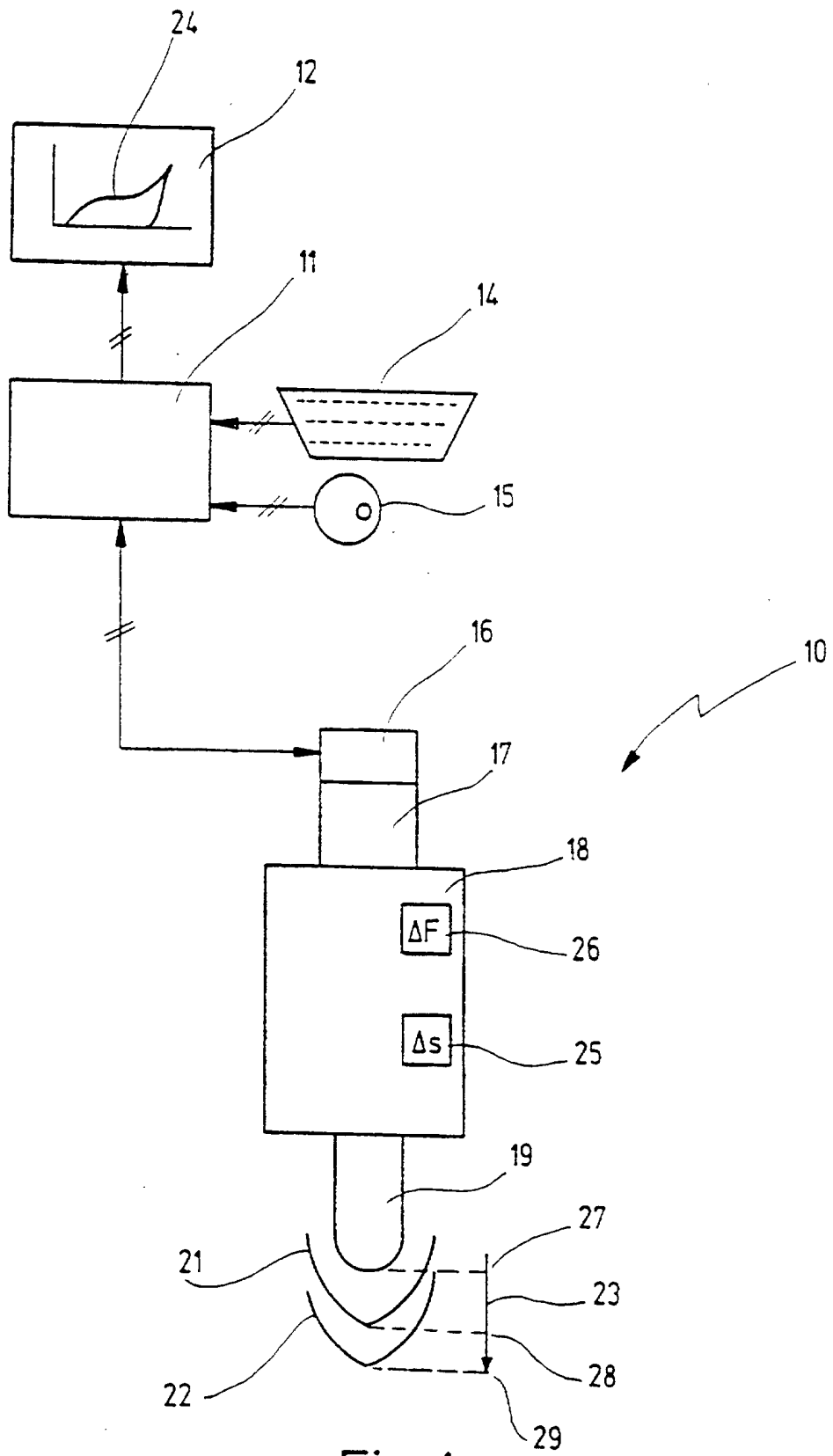


Fig. 1

