

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 064 111 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

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

16.10.2002 Patentblatt 2002/42

(51) Int Cl.7: **B21J 15/28, B21J 9/20**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP99/01365

(21) Anmeldenummer: **99907589.8**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 99/048633 (30.09.1999 Gazette 1999/39)

(22) Anmeldetag: **03.03.1999**

(54) **VERFAHREN ZUM STEUERN, ÜBERWACHEN UND ÜBERPRÜFEN EINES
UMFORMVORGANGES EINER UMFORMMASCHINE, INSBESONDERE NIETMASCHINE**

METHOD FOR CONTROLLING, MONITORING AND CHECKING A FORMING OPERATION OF A
METAL-FORMING MACHINE TOOL, ESPECIALLY A RIVETING MACHINE

PROCEDE PERMETTANT DE COMMANDER, DE SURVEILLER ET DE CONTROLER UNE
OPERATION DE FORMAGE D'UNE MACHINE DE FORMAGE, NOTAMMENT D'UNE RIVETEUSE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE ES FR GB IT LI

(72) Erfinder: **ZEMP, Thomas**
CH-8302 Kloten (CH)

(30) Priorität: **20.03.1998 DE 19812133**

(74) Vertreter: **Weiss, Peter, Dr.**
Zeppelinstrasse 4
78234 Engen (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.01.2001 Patentblatt 2001/01

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 549 793

EP-A- 0 820 823

(73) Patentinhaber: **BALTEC MASCHINENBAU AG**
CH-8330 Pfäffikon-Zürich (CH)

DE-A- 3 715 905

EP 1 064 111 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 Steuern, Überwachen und Überprüfen eines Umformvorganges einer Umformmaschine, insbesondere Nietmaschine, an einem Werkstück mittels eines Kolbens, welcher gegen das Werkstück verfahren wird, wobei eine obere Kolbenfläche und/oder eine untere Kolbenfläche zum Bewegen des Kolbens mit Druck beaufschlagt wird sowie eine Umformmaschine zur Durchführung des o. g. Verfahrens.

[0002] Umformmaschinen, insbesondere Nietmaschinen sind im Stand der Technik in vielfältigster Form und Ausführung bekannt und gebräuchlich. Sie dienen in erster Linie dazu, um maschinell mechanische Materialverformungen, insbesondere auch Nietungen vorzunehmen. Dabei sollen derartige Maschinen in Automatisierungsprozesse eingegliedert werden können. Im wesentlichen handelt es sich hier bei der Herstellung von Nietverbindungen mittels einer Nietmaschine um Kaltverformungen, da bei der Materialverformung zwei Teile miteinander verbunden werden können.

[0003] Bei einem zwangsläufigen hohen Automatisierungsgrad, wie es immer mehr gefordert wird, ist eine selbständige Überprüfung des Umformgrades, insbesondere der Nietung dringend erforderlich, da sehr hohe Anforderungen an Nietverbindungen heute gestellt werden. Die Überprüfung und Erkennung einer fehlerhaften Nietverbindung ist daher zwingend erforderlich.

[0004] Aus der EP 0 699 490 A1 ist eine Vorrichtung zum Überprüfung von Materialverformungen bekannt, wobei über zwei verschiedene Weggeberanordnungen und über Tastorgane ggf. eine Abweichung ermittelt wird. Nachteilig ist hier, dass eine derartige Vorrichtung aufwendig und komplex hergestellt und keine exakte Bestimmung eines Nietanfanges möglich ist.

[0005] Ferner ist aus der DE 37 15 905 C2 ein Verfahren zum maschinellen Herstellen von Nietverbindungen und eine Nietmaschine zur Durchführung des Verfahrens bekannt, bei welcher ein Döpper aus einer vorgegebenen Null-Lage gegen ein Werkstück verschoben wird. Dieses Verschieben auf ein Werkstück erfolgt mit einer Messkraft, die kleiner ist als die für die Verformung des Nietes erforderliche Kraft. Die durch die Messkraft bewirkte Vorschubstrecke des Döppers wird gemessen und wird als Istwert mit einem Sollwert verglichen. Nachteilig hieran ist, dass nicht mit voller Vorschubkraft auf den Niet aufgefahren werden kann. Eine Überwachung des vollständigen Nietprozesses ist hier nicht möglich.

[0006] Aus der Veröffentlichung in Ölhydraulik, Dietmar und Franz Findeisen, Springer Verlag 1994, Seiten 394 bis 396 sind Hydrozylinder als Energieumformer beschrieben, die von einer Druckflüssigkeit übertragene und über Leitungsanschlüsse bereit gestellte hydraulische Energie in lineare mechanische Kraft und Bewegung umformen und diese bspw. an der Kolbenstange abgeben.

[0007] Die EP 0 549 793 A1 beschreibt ein Verfahren zum plastischen Verformen von Werkstücken, wobei die Vorschubgeschwindigkeit des Döppers steuerbar ist.

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein Verfahren zum Steuern, Überwachen und Überprüfen eines Umformvorganges sowie eine Umformmaschine zu schaffen, bei welchen eine Ermittlung eines Umformbeginnes oder Nietanfanges exakt möglich ist. Danach sollen exakte Rückschlüsse über fehlerhafte Umformvorgänge möglich sein. Ferner sollen erhebliche Herstellungskosten einer derartigen Umformmaschine reduziert werden. Sie soll sehr leicht und einfach bei Steigerung der Umformqualität zu steuern sein.

[0009] Zur Lösung dieser Aufgabe führt, dass beim Auftreffen des Kolbens, insbesondere des Döppers, auf das Werkstück der Umformbeginn, insbesondere Nietbeginn, über die Änderung der Umformkraft bestimmt wird, wobei diese Umformkraft mit Hilfe einer Differenzdruckmessung durch ermittelten Druck im oberen Kolbenraum abzüglich ermittelten Druck im unteren Kolbenraum berechnet wird.

[0010] Eine derartige Druckdifferenz, die in einer Druckleitung und einer Entlüftungsleitung, zum Bewegen des Kolbens, oder in einem oberen und einem unteren Kolbenraum selbst über zumindest ein Sensorelement gemessen wird, bestimmt einen exakten Umformbeginn beim Auftreffen des Kolbens, auf ein Werkstück. Durch das unmittelbare Auftreffen beim Bewegen des Kolbens bzw. des Nietkopfes auf ein Werkstück, erfolgt eine Druckänderung, welche unmittelbar in dem Sensorelement, insbesondere Drucksensor, erkannt und ermittelt wird. Aus einer Druckänderung lässt sich auch die Änderung der Kraft, mit welcher die Umformung erfolgt, exakt bestimmen und steuern. Eine Kraftänderung kann ebenfalls Rückschluss auf den Umformbeginn geben.

[0011] Vorzugsweise soll das Sensorelement in dem Maschinengehäuse nahe des oberen und/oder unteren Kolbenraumes vorgesehen sein. Dieses ist mit einer Steuereinrichtung verbunden, welche die Daten auswertet.

[0012] Bei der vorliegenden Erfindung ist auch von Vorteil, dass der Kolben permanent mit vollem Vorschub und ggf. konstanter Vorschubkraft beim Umformen auf das Werkstück gefahren werden kann. Lediglich wird die Druckänderung unmittelbar beim Auftreffen des Nietwerkzeuges auf das Werkstück angezeigt und über eine Wegmesseinrichtung kann dann ein vorgegebener Weg, insbesondere Umformweg weiterverfahren werden, bis der vorherbestimmte Weg innerhalb einer bestimmten Zeit erreicht ist. Andererseits kann auch mit einer vorgegebenen Vorschub- bzw. Umformkraft eine gewisse Zeit lang der Kolben gegen das Werkstück bewegt werden, bis nach einer bestimmten Umform- bzw. Vergleichszeit die Umformung wie gewünscht erfolgt.

[0013] Durch vorgegebene Vergleichsparameter, welche bspw. durch Versuch ermittelt werden können, lässt sich

exakt ermitteln, ob die Umformung wie gewünscht erfolgt ist. Es lässt sich exakt ermitteln, ob bspw. der Niet zuläng, ob überhaupt ein Niet vorhanden, oder ob die Umformzeit oder der Umformweg exakt durchgeführt wurde. Dies ist durch die Ermittlung des exakten Umformbeginnes möglich.

[0014] Daher ist bei der vorliegenden Erfindung ein Verfahren sowie eine Umformmaschine geschaffen, mit welchen sehr exakt ein Nietbeginn bzw. Umformbeginn ermittelt werden kann. Hier kann beim Umformen bspw. bei einem vorgegebenen Weg, die Zeit für einen bestimmten Umformweg als Vergleichskriterium herangezogen werden, um eine Aussage über eine fehlerhafte oder nicht fehlerhafte Umformung zu erhalten.

[0015] Ferner ist auch möglich, dass die Zeit vorgegeben ist und der in dieser Zeit zurückgelegte Umformweg als Vergleichskriterium zur Bestimmung eines Umformzustandes herangezogen wird. Hierdurch wird gewährleistet, dass auch ein automatisierter Umformprozess ständig überwacht und gesteuert werden kann.

[0016] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung liegt ferner, dass nach einer Bestimmung eines Umformbeginnes bzw. Prozessbeginnes ein vorgegebener Umformweg verfahren wird, wobei über einen Zeitvergleich und/oder über einen zusätzlichen Vergleich der Umformkraft (effektive Krafteinwirkung in Newton N) auf das Nietgut bzw. Werkstück, die Zeiteinheit bzw. der Kraft im Augenblick, in welchem der vorgegebene Formweg erreicht ist, ein Umformprozess überwacht und ein Umformergebnis ermittelt wird. Dies kann über vorgegebene Kraftfenster bzw. Zeitfenster geschehen, die einen Aufschluss über einen Toleranzgrenzbereich geben. Es können Zeit und Kraft kontinuierlich während des vollständigen Umformprozesses erfasst werden. Die Abtastrate kann bspw. in 100 Hz erfolgen und ergibt als Grösse die geleistete Umformarbeit je Zeiteinheit.

[0017] Von Vorteil ist auch, dass eine sehr exakte Fehlererkennung bzw. eine Ermittlung der Fehlerursache bevorzugt immer durch zwei Vergleichsgrössen mit einem vorgegebenen Parameter vorgenommen wird, um auszuschliessen, dass zwei Fehler zusammen mit umgekehrten Wert sich gegenseitig kompensieren und somit eine Erkennung eines Fehlers verhindern.

[0018] Ist bspw. ein Nietgut fehlerhaft und zu weich so wäre die Nietzeit bei zurückgelegtem Weg zu kurz. Die Umformung wäre fehlerhaft. Befindet sich bspw. ein Druckverlust im System, bspw. durch Leckagen wäre die Nietzeit zu lang. Treten diese beiden Fehler bspw. gleichzeitig auf, so würden sich beide Fehler aufheben und dieser könnte nicht erkannt werden. Dies wird dadurch beseitigt, dass als Vergleichskriterium vorzugsweise immer zwei Vergleichsgrössen herangezogen werden. Eine exakte Fehlerbestimmung ist dadurch möglich. Diese Vergleichskriterien stellen nicht nur das Endergebnis sondern auch den vollständigen Umformprozess abhängig von den Prozessgrössen Umformkraft, Umformzeit, Umformweg etc. sicher. Über die einzelnen Parameter wie Weg, Geschwindigkeit, Zeit und Druckdifferenz lassen sich Umformkraft und Umformweg je Zeiteinheit in Umformarbeit einfach ermitteln.

[0019] Auch lässt die ermittelbare Umformarbeit je Zeiteinheit eine exakte Bewertung des Nietprozesses und insbesondere einen exakten Rückschluss auf Festigkeitseigenschaften des umgeformten Werkstückes zu.

[0020] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt in

Figur 1 einen schematisch dargestellten Teillängsschnitt durch ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Nietmaschine;

Figur 2 einen schematisch dargestellten Teillängsschnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel der Nietmaschine gemäss Figur 1.

[0021] In Figur 1 ist eine Umformmaschine, insbesondere Nietmaschine R aufgezeigt, die im wesentlichen Bauteile einer herkömmlichen Nietmaschine aufweist, wie sie in der EP 0 699 490 A1 aufgezeigt ist. Es wird ausdrücklich auf diesen Stand der Technik hingewiesen, da im wesentlichen dort alle Bauteile einer herkömmlichen Nietmaschine ausführlich beschrieben sind. Auf eine weitere Beschreibung der einzelnen Bauteile wird daher verzichtet.

[0022] Eine Umformmaschine R weist ein hier nur gestrichelt angedeutetes Maschinengestell 1 auf, welches einen nur angedeuteten vertikalen Tragarm aufweist, in welchem sich vorzugsweise rechtwinklig eine Auflagefläche 2 anschliesst. Die Auflagefläche 2 trägt die zu bearbeitenden Werkstücke 27. Diese sind hier im Einzelnen nicht näher beziffert. An das Maschinengestell 1 und insbesondere an den vertikalen Tragarm ist ein Maschinengehäuse 3 festgelegt, welches im Inneren hohl ausgebildet ist. In dem Maschinengehäuse 3 ist ein vorzugsweise hohl ausgebildeter verschiebbarer pneumatischer Kolben 4 angeordnet. Von dem Kolben 4 ragt vorzugsweise nach aussen hin ein abstehender Flansch 5 ab, welcher in einem Hohlraum 6 des Maschinengehäuses 3 geführt ist. Der Hohlraum 6 ist durch den abstehenden Flansch 5 in einen oberen Kolbenraum 7 und unteren Kolbenraum 8 unterteilt. Der abstehende Flansch 5 weist demnach eine dem oberen Kolbenraum 7 zugerichtete obere Kolbenfläche 9 und eine untere Kolbenfläche 10 auf.

[0023] In den oberen Kolbenraum 7 mündet eine vorzugsweise pneumatische oder hydraulische Druckleitung 11 ein. An den unteren Kolbenraum 8 schliesst nach unten hin eine pneumatische oder hydraulische Entlüftungsleitung 12 an. In die Druckleitung 11 und Entlüftungsleitung 12 ist jeweils ein Steuerventil 13, 14, insbesondere Drossel, ein-

gesetzt, die über Verbindungsleitungen 15.1, 15.2 mit einer Steuereinrichtung 16 verbunden ist. Eine weitere Verbindungsleitung 15.3 stellt die Verbindung zwischen einem Antriebsmotor 17, insbesondere Elektromotor her. Dieser kann auch als Hydraulikmotor ausgebildet sein. Der Elektromotor treibt eine Hülse 18.1 an, in welcher lageveränderbar ein überstehendes Ende 18.2 einer Antriebswelle 19 gelagert ist. Die Antriebswelle 19 ist über hier nur angedeutete Lager in einem Hohlraum 20 des Kolbens 4 drehbar gelagert. An die Antriebswelle 19 schliesst nach unten hin ein Nietkopf 21 an. Der Nietkopf 21 dient auch als Werkzeughalter. Dieser kann bspw. als Nietwerkzeug einen Döpper 22 beinhalten.

[0024] Ferner weist das vorzugsweise feststehende Maschinengehäuse 3, sowie der in dem Maschinengehäuse 3 in Richtung einer Z-Achse 23 bewegbare Kolben 4, eine Wegmesseinrichtung 24 auf, welche über eine weitere Verbindungsleitung 15.4 mit der Steuereinrichtung 16 verbunden ist. Diese Steuereinrichtung 16 übernimmt alle Regelungen und Steuerungen, die zum Betreiben der Nietmaschine R erforderlich sind.

[0025] Die dafür erforderlichen Daten können ggf. über einen Rechner 25 eingegeben und während oder nach einem Arbeitsvorgang ausgewertet und dort ausgegeben werden. Dies ist allerdings hier nur beispielhaft. Insbesondere kann eine derartige Steuereinrichtung 16 in eine bestehende Produktion integriert werden, um auch voll automatisch eine entsprechende Nietmaschine R zu betreiben.

[0026] Wesentlich bei der vorliegenden Erfindung ist jedoch, dass, wie es in Fig. 1 schematisch angedeutet ist, ein Sensorelement 26.1 in die Druckleitung 11 und ein Sensorelement 26.2 in die Entlüftungsleitung 12 eingesetzt ist. Vorzugsweise sind die Sensorelemente 26.1, 26.2 nahe des Maschinengehäuses 3 in die Druckleitung 11 oder Entlüftungsleitung 12 eingesetzt. Die Sensorelemente 26.1, 26.2 sind über Verbindungsleitungen 15.5, 15.6 ebenfalls mit der Steuereinrichtung 16 verbunden. Wichtig ist hier auch, dass die Sensorelemente 26.1, 26.2 zwischen den Steuerventilen 13, 14 und dem Maschinengehäuse 3 in die Druckleitung 26.1 bzw. Entlüftungsleitung 26.2 eingesetzt sind.

[0027] Die Sensorelemente 26.1, 26.2, welche vorzugsweise als Drucksensoren, aber auch als Drucktransmitter ausgebildet sind, können sehr exakt eine Druckänderung in der Druckleitung 11 oder Entlüftungsleitung 12 ermitteln, wenn beim Verfahren der Kolben 4 auf ein zu bearbeitendes Werkstück 27 auftrifft. Unmittelbar beim Auftreffen auf das Werkstück 27 bspw. auf ein Niet, wird in der Druckleitung 11 eine Druckänderung verursacht, die über die Sensorelemente 26.1, 26.2 und entsprechend in der Entlüftungsleitung 26.2 sofort registriert wird. Diese Druckänderung bewirkt, dass ein Anfang bzw. eine Verschiebung des Nullpunktes errechnet werden kann. Die exakte Bestimmung des Nietbeginns ist erforderlich, um den für ein optimales Umformen erforderlichen Umformweg exakt bestimmen zu können. Ist der Nietanfang bekannt, so kann über weiteres Verfahren über die Wegmesseinrichtung 24 der Umformweg exakt bestimmt werden. Dieses kann auch durch kontinuierliches Verfahren und Zeitbestimmung möglich sein. Von Vorteil ist hier, dass eine exakte Bestimmung des Umformbeginnes durch die Druckänderung in den Sensorelementen 26.1, 26.2 erfasst werden kann.

[0028] In einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung gem. Fig. 2 ist eine Umformmaschine R_1 , insbesondere Nietmaschine dargestellt, bei welcher die Sensorelemente 26.3, 26.4 in einen oberen Kolbenraum 7 und unteren Kolbenraum 8 eingesetzt sind. Vorzugsweise ist in die Entlüftungsleitung 12 ein Drosselventil 29 eingesetzt, welches verstellbar ist. Dieses kann mit der Steuereinrichtung 16 verbunden sein. Hierdurch lässt sich das Verfahren des Kolbens 4 insbesondere in eine untere Lage dämpfen. Ein harter Aufprall des Kolbens nach dem Verfahren nach unten wird durch dieses Drosselventil 29 verhindert. Ferner lässt sich der Spindelvorlauf mittels des Drosselventiles 29 regulieren, wobei auch eine Geschwindigkeitsänderung des Verfahrensweges der Spindel bzw. des Kolbens 4 möglich ist.

[0029] Die Sensorelemente 26.3, 26.4 sind über die Verbindungsleitungen 15.7, 15.8 mit der Steuereinrichtung 16 verbunden. Auch hier ist exakt bestimmbar, wenn durch Druckänderung der Nietkopf 21 mit Nietwerkzeug, bspw. dem Döpper 22, auf ein Werkstück 27 auftrifft. Durch die Druckänderung kann nicht nur der Nietanfang exakt bestimmt werden, sondern auch die aus der Druckänderung errechnete Umformkraft. Durch das Bestimmen des Nietanfanges bzw. Umformbeginnes, welches gleichzusetzen ist mit einem Prozessbeginn, wobei entweder die Nietzeit oder der Weg vorgegeben sind, lassen sich die Nietergebnisse exakt überprüfen und bestimmen.

[0030] Ist bspw. der Umformweg bekannt oder vorgegeben, so wird durch zusätzlichen Zeitvergleich Einfluss auf die Qualität des Umformvorganges genommen. Wird innerhalb einer bestimmten Zeit ein bestimmter vorhergegebener Weg zurückgelegt, ist die Umformung bzw. die Nietung erfolgreich. Damit ein Vergleich möglich ist, wird bspw. im Versuch eine bestimmte Zeit ermittelt, ein Zeittoleranzmass festgelegt, um ein positives oder negatives Nietergebnis zu erkennen.

[0031] Ferner kann auch nach dem exakten Bestimmen des Nietanfanges eine vorgegebene Zeit zum Umformen bzw. Nieten vorgegeben sein, wobei dann der verfahrenene Weg als Vergleichsparameter herangezogen wird, um ein Nietergebnis zu beurteilen. Der verfahrenene Weg lässt sich über die Wegmesseinheit exakt bestimmen, jedoch wird bspw. durch Versuch oder durch eine bestimmte Vorgabe eine Wegtoleranz festgelegt, welche als Vergleichstoleranzmass für eine erfolgreiche Umformung dient.

[0032] Ist beim Nieten oder Umformen nach einer vorgegebenen Zeit die Wegtoleranz nicht eingehalten, so lässt dies einen Rückschluss auf einen Fehler bei dem Umformprozess zu. Es kann mehrere Ursachen haben, bspw. ist der Niet zu lang, das Werkstück zu dick oder ein Materialverschleiss zu hoch. Ferner können auch Materialfehler

EP 1 064 111 B1

vorliegen. Durch die Vorgabe von Zeit- oder Wegtolranzfenster, die durch Versuche bestimmt werden können, und mittels Software zum Vergleich herangezogen werden können, lässt sich eine exakte Bestimmung des Nietprozesses und insbesondere eines Umformergebnisses des Werkstückes bestimmen. Im wesentlichen trägt hierzu die exakte Bestimmung des Nietanfanges durch die Erfassung und Bestimmung der Druckänderung und/oder Kraftänderung bei. So kann die Druckänderung als Druckdifferenz aus dem Druck im oberen Kolbenraum bezüglich des Druckes im unteren Kolbenraum ermittelt werden. Daher ist insbesondere bei Nietmaschinen, welche nach einem Taumelverfahren oder Radialverfahren arbeiten, immer eine exakte Bestimmung des Nietanfanges möglich.

[0033] Dies führt zur Reduktion von Ausschuss und Erhöhung der Präzision einer Nietverbindung und gleichzeitig zur Erkennung von fehlerbehafteten Werkstücken, die nicht den Anforderungen entsprechen.

Positionszahlenliste

[0034]

1	Maschinengestell	34		67	
2	Auflagefläche	35		68	
3	Maschinengehäuse	36		69	
4	Kolben	37		70	
5	Flansch	38		71	
6	Hohlraum	39		72	
7	oberer Kolbenraum	40		73	
8	unterer Kolbenraum	41		74	
9	obere Kolbenfläche	42		75	
10	untere Kolbenfläche	43		76	
11	Druckleitung	44		77	
12	Entlüftungsleitung	45		78	
13	Steuerventil	46		79	
14	Steuerventil	47			
15	Verbindungsleitung	48			
16	Steuereinrichtung	49			
17	Antriebsmotor	50			
18.1	Hülse	51			
18.2	Ende	52		R	Umformmaschine Nietmaschine
19	Antriebswelle	53		R ₁	Umformmaschine Nietmaschine
20	Hohlraum	54			
21	Nietkopf	55			
22	Döpper	56			
23	Z-Achse	57			
24	Wegmesseinrichtung	58			
25	Rechner	59			
26	Sensorelement	60			
27	Werkstück	61			
29	Drosselventil	62			
30		63			

(fortgesetzt)

31		64			
32		65			
33		66			

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern, Überwachen und Überprüfen eines Umformvorganges einer Umformmaschine, insbesondere Nietmaschine (R), an einem Werkstück (27) mittels eines Kolbens (4), welcher gegen das Werkstück (27) verfahren wird, wobei eine obere Kolbenfläche (9) und/oder eine untere Kolbenfläche (10) zum Bewegen des Kolbens (4) mit Druck beaufschlagt wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass beim Auftreffen des Kolbens (4), insbesondere des Döppers (22), auf das Werkstück (27) der Umformbeginn, insbesondere Nietbeginn, über die Änderung der Umformkraft bestimmt wird, wobei diese Umformkraft mit Hilfe einer Differenzdruckmessung durch ermittelten Druck im oberen Kolbenraum (7) abzüglich ermittelten Druck im unteren Kolbenraum (8) berechnet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des gesamten Umformprozesses mit Hilfe einer Differenzdruckmessung durch ermittelten Druck im oberen Kolbenraum (7) abzüglich ermittelten Druck im unteren Kolbenraum (8) eine Umformkraft errechnet und/oder angezeigt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drücke im oberen und unteren Kolbenraum (7, 8) unmittelbar im oberen und unteren Kolbenraum (7, 8) gemessen werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drücke im oberen und unteren Kolbenraum unmittelbar in einer Druckleitung (11) und einer Entlüftungsleitung (12) gemessen werden.
5. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drücke im oberen und unteren Kolbenraum mit zumindest einem Sensorelement (26.1 bis 26.4) ermittelt werden.
6. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Ermittlung der Kraftänderungen und Bestimmung des Umformbeginnes, der Beginn des Umformweges und/oder der Beginn der Umformzeit ermittelt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Ermittlung des Umformbeginnes ein Nullpunkt auf einen Werkstückanfang verschoben wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Verschiebung und Ermittlung des Nullpunktes als Umformbeginn über eine vorherbestimmbare Dauer und/oder einen vorherbestimmbaren Umformweg und/oder eine vorherbestimmbare Umformkraft, die Verformung bestimmt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch Abweichung der vorherbestimmten Parameter oder Relationen dieser Parameter, wie Umformbeginn, -zeit oder -kraft je Umformweg eine ggf. fehlerhafte Umformung, insbesondere Nietung, ermittelt wird.
10. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 5 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach Bestimmung des Umformbeginnes bzw. Prozessbeginnes ein vorgegebener Umformweg verfahren wird und über einen Zeitvergleich eine ggf. fehlerhafte Umformung bestimmt wird.
11. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 5 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach Bestimmung eines Umformbeginnes, bzw. Prozessbeginnes bei einer vorgegebenen Zeit, ein verfahrenener Weg als Vergleichsparameter zur Bestimmung einer ggf. fehlerhaften Umformung, ggf. im Wegtoleranzbereich ermittelt wird.
12. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 5 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach Bestimmung eines Umformbeginnes bzw. Prozessbeginnes bei einem vorgegebenen Weg, ein Kraftfenster als Vergleichspa-

parameter zur Bestimmung einer ggfs. fehlerhaften Umformung ggfs. im Krafttoleranzbereich ermittelt wird.

13. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 5 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach Bestimmung eines Umformbeginnes, die Umformarbeit, ggfs die Umformarbeit je Zeiteinheit, als Vergleichsparameter zur Bestimmung einer fehlerhaften Umformung ggfs. im Arbeitstoleranzbereich ermittelt wird.
14. Umformmaschine, insbesondere Nietmaschine, mit einem in einer Z-Achse (23) bewegbaren Kolben (4), welcher mit Druck gegen ein Werkstück (27) verfahrbar in einem Maschinengehäuse (3) geführt ist und der Kolben (4), insbesondere dessen Flansch (5), in einem Hohlraum (6), welcher in einen oberen Kolbenraum (7) und einen unteren Kolbenraum (8) unterteilt ist, verfahrbar ist, wobei in den oberen Kolbenraum (7) eine Druckleitung (11) und in den unteren Kolbenraum (8) eine Entlüftungsleitung (12) einmündet, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Ermittlung eines Differenzdruckes und/oder einer Kraftänderung beim Auftreffen des Kolbens (4), insbesondere Döppers (22), auf ein Werkstück (27), jeder Leitung (11, 12) und/oder jedem Kolbenraum (7, 8), zumindest jeweils ein Sensorelement (26.1 bis 26.4) zugeordnet ist, mit welchen eine Druckdifferenz zwischen den Drücken in der Druckleitung (11) und der Entlüftungsleitung (12) und/oder zwischen den Drücken in dem oberen Kolbenraum (7) und dem unteren Kolbenraum (8) ermittelbar ist.
15. Umformmaschine nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Ermittlung einer Druckdifferenz und/oder Kraftänderung und/oder Änderung der Umformarbeit, ggf. je Zeiteinheit, zumindest ein Sensorelement (26.1 bis 26.4) zumindest jeder Leitung (11, 12) zugeordnet ist.
16. Umformmaschine nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Ermittlung einer Druckdifferenz und/oder Kraftänderung beim Auftreffen des Kolbens (4) auf ein Werkstück (27) zumindest ein Sensorelement (26.1 bis 26.4) in der Druckleitung (11), ein weiteres in der Entlüftungsleitung (12) und/oder im oberen Kolbenraum (7), ein weiteres im unteren Kolbenraum (8) vorgesehen ist.
17. Umformmaschine nach wenigstens einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zumindest eine Sensorelement (26.1, 26.2) in jeder Leitung (11, 12) zwischen einem Steuerventil (13, 14) und dem Kolbenraum (7, 8) nahe an diesem vorgesehen ist.
18. Umformmaschine nach wenigstens einem der Ansprüche 14 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensorelemente (26.1 bis 26.4) mit einer Steuereinrichtung (16) verbunden sind.
19. Umformmaschine nach wenigstens einem der Ansprüche 14 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (4) entlang einer Z-Achse (23) achsial verfahrbar ist.

Claims

1. Method of controlling, monitoring and checking a reshaping process of a reshaping machine, more especially a riveting machine (R), on a workpiece (27) by means of a piston (4), which is displaced towards the workpiece (27), an upper piston face (9) and/or a lower piston face (10) being acted upon with pressure to displace the piston (4), **characterised in that**, when the piston (4) or, more especially, the riveting set (22) encounters the workpiece (27), the beginning of the reshaping, more especially the beginning of the riveting, is determined by the change in the reshaping force, this reshaping force being calculated by means of a device for measuring the differential pressure by the pressure detected in the upper piston chamber (7) minus the pressure detected in the lower piston chamber (8).
2. Method according to claim 1, **characterised in that** a reshaping force is calculated and/or indicated during the entire reshaping process by means of a device for measuring the differential pressure by the pressure detected in the upper piston chamber (7) minus the pressure detected in the lower piston chamber (8).
3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** the pressures in the upper and lower piston chambers (7, 8) are measured directly in the upper and lower piston chambers (7, 8).
4. Method according to claim 1, **characterised in that** the pressures in the upper and lower piston chambers are measured directly in a pressure line (11) and a ventilation line (12).

5. Method according to at least one of claims 1 to 4, **characterised in that** the pressures in the upper and lower piston chambers are detected with at least one sensor element (26.1 to 26.4).
- 5 6. Method according to at least one of claims 1 to 5, **characterised in that** the beginning of the reshaping path and/or the beginning of the reshaping time are/is detected by detecting the changes in the force and by determining the beginning of the reshaping.
7. Method according to claim 6, **characterised in that** a zero point is displaced to a workpiece start by detecting the beginning of the reshaping.
- 10 8. Method according to claim 7, **characterised in that** the deformation is determined by the displacement and detection of the zero point as the beginning of the reshaping over a predeterminable period and/or a predeterminable reshaping path and/or a predeterminable reshaping force.
- 15 9. Method according to claim 8, **characterised in that** any possible defective reshaping, more especially riveting, is detected by a deviation from the predetermined parameters or relationships between these parameters, such as the beginning of the reshaping, the reshaping time or the reshaping force per reshaping path.
- 20 10. Method according to at least one of claims 5 to 9, **characterised in that** a prescribed reshaping path is displaced after determining the beginning of the reshaping or respectively the beginning of the process, and any possible defective reshaping is determined by a time comparison.
- 25 11. Method according to at least one of claims 5 to 10, **characterised in that** a displaced path is detected as a comparison parameter for determining any possible defective reshaping, possibly in the path tolerance range, after determining a beginning of the reshaping or respectively the beginning of a process over a prescribed time.
- 30 12. Method according to at least one of claims 5 to 11, **characterised in that** a force window is detected as a comparison parameter for determining any possible defective reshaping, possibly in the force tolerance range, after determining a beginning of the reshaping or respectively a beginning of the process over a prescribed path.
- 35 13. Method according to at least one of claims 5 to 12, **characterised in that**, after determining a beginning of the reshaping, the reshaping work, possibly the reshaping work per unit of time, is detected as a comparison parameter for determining a defective reshaping, possibly in the work tolerance range.
- 40 14. Reshaping machine, more especially a riveting machine, having a piston (4) which is displaceable in a Z-axis (23) and which is displaceably guided with pressure towards a workpiece (27) in a machine housing (3), and the piston (4), more especially the flange (5) thereof, is displaceable in a cavity (6), which is divided into an upper piston chamber (7) and a lower piston chamber (8), a pressure line (11) terminating in the upper piston chamber (7), and a ventilation line (12) terminating in the lower piston chamber (8), **characterised in that** at least one sensor element (26.1 to 26.4) is respectively associated with each line (11, 12) and/or with each piston chamber (7, 8) for detecting a differential pressure and/or a change in the force when the piston (4), more especially the riveting set (22), encounters a workpiece (27), by means of which sensor elements a pressure difference between the pressures in the pressure line (11) and in the ventilation line (12) and/or between the pressures in the upper piston chamber (7) and the lower piston chamber (8) is determinable.
- 45 15. Reshaping machine according to claim 14, **characterised in that** at least one sensor element (26.1 to 26.4) is associated with at least each line (11, 12) for detecting a pressure difference and/or change in the force and/or change in the reshaping work, possibly per unit of time.
- 50 16. Reshaping machine according to claim 14 or 15, **characterised in that** at least one sensor element (26.1 to 26.4) is provided in the pressure line (11), an additional sensor element is provided in the ventilation line (12) and/or in the upper piston chamber (7), and an additional sensor element is provided in the lower piston chamber (8), for determining a pressure difference and or change in the force when the piston (4) encounters a workpiece (27).
- 55 17. Reshaping machine according to at least one of claims 14 to 16, **characterised in that** the at least one sensor element (26.1, 26.2) is provided in each line (11, 12) between a control valve (13, 14) and the piston chamber (7, 8), in proximity to the latter.

18. Reshaping machine according to at least one of claims 14 to 17, **characterised in that** the sensor elements (26.1 to 26.4) are connected to a control apparatus (16).

19. Reshaping machine according to at least one of claims 14 to 18, **characterised in that** the piston (4) is axially displaceable along a Z-axis (23).

Revendications

1. Procédé de commande de surveillance et de contrôle d'une opération de formage d'une machine de formage notamment d'une riveteuse (R), sur une pièce (27) à l'aide d'un piston (4) déplacé contre la pièce (27), une surface supérieure de piston (9) et/ou une surface inférieure de piston (10) étant mises en pression pour déplacer le piston (4),

caractérisé en ce qu'

à l'arrivée du piston (4) en particulier de la bouterolle (22) sur la pièce (27), on définit le début du formage en particulier le début du rivetage à partir de la variation de la force du formage, cette forme de formage se calculant par une mesure de différence pression entre la pression mesurée dans la chambre supérieure (7) du piston diminuée de la pression mesurée dans la chambre inférieure (8) du piston.

2. Procédé selon la revendication 1,

caractérisé en ce que

pendant tout le procédé de formage, par une mesure de différence de pression, on calcule la force de formage et/ou on affiche cette force, en la déterminant à partir de la pression régnant dans la chambre supérieure (7) du piston diminuée de la pression mesurée dans la chambre inférieure (8) du piston.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2,

caractérisé en ce qu'

on mesure la pression dans la chambre supérieure et dans la chambre inférieure (7, 8) du piston, directement dans ces chambres (7, 8).

4. Procédé selon la revendication 1,

caractérisé en ce qu'

on mesure directement la pression dans la chambre supérieure et celle dans la chambre inférieure du piston par une conduite de pression (11) et une conduite d'évacuation d'air (12).

5. Procédé selon au moins l'une quelconque des revendications 1 à 4,

caractérisé en ce qu'

on détermine la pression dans la chambre supérieure et celle dans la chambre inférieure du piston avec au moins un élément de capteur (26.1-26.4).

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5,

caractérisé en ce qu'

en déterminant les variations de force et en définissant le début du formage, on détermine le début de la course de formage et/ou le début du temps de formage.

7. Procédé selon la revendication 6,

caractérisé en ce qu'

en déterminant le début du formage, on déplace le point zéro sur le début de la pièce.

8. Procédé selon la revendication 7,

caractérisé en ce qu'

en décalant et en déterminant le point zéro comme début du formage, on détermine la déformation pendant une durée prédéterminée et/ou une course de transformation prédéterminable et/ou une force de formage prédéterminable.

9. Procédé selon la revendication 8,

caractérisé en ce qu'

on détecte un formage le cas échéant défectueux tel d'un rivetage en déterminant une déviation de paramètres

prédéterminés ou de relations entre ces paramètres tels que le début du formage, le temps du formage ou la force de formage pour chaque course de formage.

10. Procédé selon au moins l'une quelconque des revendications 5 à 9,

caractérisé en ce qu'

après avoir déterminé le début du formage ou le début du procédé, on parcourt une course de formage prédéterminée et on détermine le cas échéant un formage défectueux par une comparaison de temps.

11. Procédé selon au moins l'une quelconque des revendications 5 à 10,

caractérisé en ce qu'

après avoir déterminé un début de formage ou un début de procédé pour un temps déterminé, on détermine une course parcourue comme paramètre de comparaison pour déterminer un formage le cas échéant défectueux, le cas échéant dans la plage de tolérance de course.

12. Procédé selon au moins l'une quelconque des revendications 5 à 11,

caractérisé en ce qu'

après avoir déterminé un début de formage ou un début de procédé pour une course prédéterminée, on détermine une fenêtre de temps comme paramètre de comparaison pour déterminer un formage le cas échéant défectueux, le cas échéant situé dans la plage de tolérance des forces.

13. Procédé selon au moins l'une quelconque des revendications 5 à 12,

caractérisé en ce qu'

après avoir déterminé un début de formage, on détermine le travail de formage le cas échéant le travail de formage par unité de temps comme paramètre de compensation pour déterminer une transformation défectueuse le cas échéant située dans la plage de tolérance de travail.

14. Machine de formage notamment machine riveteuse comportant un piston (4) mobile suivant l'axe Z (23) qui peut être déplacé avec une pression contre une pièce (27) en étant guidé dans le corps (3) de la machine et le piston (4) en particulier sa bride (5) se déplace dans une cavité (6) subdivisée en une chambre supérieure (7) de piston et une chambre inférieure (8) de piston, une conduite de pression (11) débouchant dans la chambre supérieure (7) et une conduite d'évacuation d'air (12) débouchant dans la chambre inférieure (8),

caractérisée en ce que

pour déterminer une pression différentielle et/ou une variation de force lors de l'arrivée du piston (4) en particulier de la bouterolle (22) sur une pièce (27), on associe à chaque conduite (11, 12) et/ou à chaque chambre de piston (7, 8) au moins un élément de capteur (26.1-26.4) avec lequel on détermine la différence de pression entre la pression dans la conduite de pression (11) et celle dans la conduite de dérivation (12) et entre les pressions dans la chambre supérieure (7) et celle dans la chambre inférieure (8) du piston.

15. Machine de formage selon la revendication 14,

caractérisée en ce que

pour déterminer une différence de pression et/ou une variation de force et/ou une variation de travail de formage, le cas échéant par unité de temps, au moins un élément de capteur (26.1-26.4) est associé au moins à chaque conduite (11, 12).

16. Machine de formage selon la revendication 14 ou 15,

caractérisée en ce que

pour déterminer une différence de pression et/ou une variation de pression à l'arrivée du piston (4) sur une pièce (27), on prévoit au moins un élément de capteur (26.1-26.4) dans la conduite de pression (11), un autre dans la conduite de ventilation (12) et/ou dans la chambre de piston (7), supérieure et un autre dans la chambre de piston (8) inférieure.

17. Machine selon l'une quelconque des revendications 14 à 16,

caractérisée en ce qu'

au moins un élément de capteur (26.1, 26.2) est prévu dans chaque conduite (11, 12) entre une soupape de commande (13, 14) et la chambre de piston (7, 8) à proximité de celle-ci.

18. Machine selon au moins l'une quelconque des revendications 14 à 17,

caractérisée en ce que

les éléments de capteurs (26.1-26.4) sont reliés à une installation de commande (16).

19. Machine selon au moins l'une quelconque des revendications 14 à 18,

5

caractérisée en ce que

le piston se déplace axialement le long d'un axe Z, (23).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55



