



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.02.2000 Patentblatt 2000/05

(51) Int. Cl.⁷: **B21D 28/36**

(21) Anmeldenummer: **99113299.4**

(22) Anmeldetag: **09.07.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

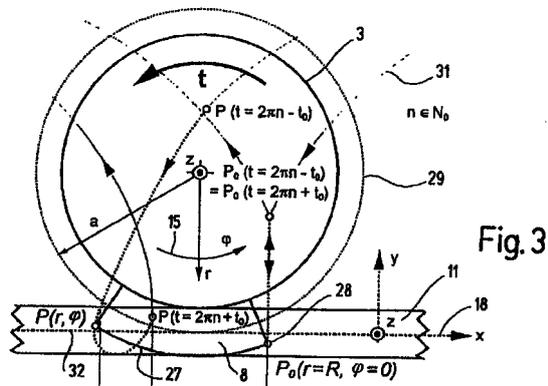
(72) Erfinder:
• **Schweitzer, Michael, Dipl.-Ing.**
85435 Erding (DE)
• **Hoffmann, Hartmut, Prof. Dr.-Ing.**
74206 Bad Wimpfen (DE)
• **Hoogen, Michael, Dipl.-Ing.**
82008 Unterhaching (DE)

(30) Priorität: **22.07.1998 DE 19832897**

(71) Anmelder:
Schuler Pressen GmbH & Co. KG
73033 Göppingen (DE)

(54) **Rotationsumformmaschine**

(57) Bei einer Rotationsumformmaschine (1) wird die Relativbewegung zwischen einem Werkstück und ein oder zwei Walzen (3,4) so beeinflusst, dass an den Walzen (3, 4) vorhandene Stempel (8) an ausgewählten Punkten (P_0) eine Zykloidenbewegung durchführen, bei der der Flächeninhalt vorhandener Schleifen reduziert oder Schleifen ganz vermieden werden. Dadurch kann der Flankenverschleiß der Stempel (8) vermindert werden. Darüberhinaus kann die Qualität der erzeugten Werkstücke (11) verbessert werden. Ergänzend kann an der Flanke (34) des Stempels (8) eine Ausnehmung angeordnet sein, die das Schwenken des Stempels bei seiner Eintauchbewegung in das Werkstück (11) ohne erhöhten Flankendruck gestattet.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Rotationsumformmaschine, insbesondere eine Stanze mit einem Rotationsstanzwerkzeug.

5 **[0002]** Bei der Umformung von Bändern oder Blechen, bspw. zum Ausstanzen von Löchern, zum Einbringen von Vertiefungen, zum Freischneiden von Laschen in der Ebene des Blechs und/oder zum Freischneiden und Herausbiegen von einzelnen Blechabschnitten aus der Ebene des übrigen Blechs, können Rotationsstanzwerkzeuge dienen, die im Gegensatz zu Pressen mit hin- und hergehend angetriebenen Werkzeughälften ein kontinuierliches Arbeiten ermöglichen. Eine solche Umformeinrichtung ist bspw. aus der EP 0680793 A1 bekannt. Zu der Einrichtung gehören zwei Walzen, von denen eine an ihrem Umfang mit Vertiefungen versehen ist und eine Matrize bildet. Die andere Walze ist an
10 ihrem Umfang mit leistenartigen Vorsprüngen versehen, die zu den Ausnehmungen der vorgenannten Walzen komplementär ausgebildet sind; sie bildet somit eine Matrize.

[0003] Die in die Ausnehmungen der einen Walze greifenden Vorsprünge der anderen Walze, führen infolge der Rotationsbewegung der Walze in Bezug auf die Ausnehmungen, in die sie greifen, eine Schwenkbewegung aus. Diese Schwenkbewegung führt zu sich ändernden Eingriffsverhältnissen, während der Eingriffsphase von Vorsprung und
15 Ausnehmung. Insbesondere beim Stanzen von Löchern kann dies zu Verschleißerscheinungen an den Flanken der Stempel führen.

[0004] Mit der US-PS 5040397 wird sich dieses Problems angenommen. Zum Ausstanzen einer Reihe von Löchern in einem durchlaufenden Blechband sind zwei Walzen vorgesehen, die sich parallel zu ihrer jeweiligen Drehachse erstreckende rinnenförmige Ausnehmungen aufweisen. In den Ausnehmungen sitzen bewegliche Werkzeugteile, die um eine von der rinnenförmigen Ausnehmung bestimmte Achse schwenkbar sind. Die Werkzeugteile weisen eine nach
20 außen weisende Planfläche auf, an der ein Stempel oder eine zu dem Stempel passende Ausnehmung ausgebildet ist. Die Werkzeugteile sind endseitig mit Zapfen versehen, die in einer entsprechend ausgebildeten ortsfesten Kurvenbahn laufen. Diese führt das Werkzeugteil bei Drehbewegung der Walze so, dass sich die räumliche Orientierung des Stempels bzw. der Ausnehmung wenigstens dann nicht ändert, wenn dieser mit dem Werkstück in Eingriff ist.

[0005] Es ergeben sich hier relativ aufwendige Werkzeuge.

[0006] Davon ausgehend ist es Aufgabe der Erfindung, eine Rotationsumformmaschine zu schaffen, die eine einfache Grundstruktur aufweist und bei der Verschleißerscheinungen an den Werkzeugen reduziert sind.

[0007] Diese Aufgabe wird mit der Rotationsumformmaschine gelöst, die die Merkmale des Patentanspruchs 1 aufweist.
30

[0008] Die erfindungsgemäße Rotationsumformmaschine weist ein Werkzeug auf, zu dem zwei Walzen mit entsprechenden Stempeln und Ausnehmungen oder allgemein Patrizen und Matrizen gehören. Wenigstens eine, vorzugsweise beide der Walzen sind von einer Antriebseinrichtung angetrieben, wobei der Antrieb der beiden Walzen vorzugsweise synchron erfolgt. Allerdings kann es in Einzelfällen auch zweckmäßig sein, die Drehzahlen der beiden
35 Walzen, bzw. deren Phasenlage des Drehwinkels zueinander während eines Umlaufs geringfügig zu variieren, bspw. um eine Reibung der Flanke des Stempels an einer Flanke einer Ausnehmung zu minimieren. Dies kann insbesondere dann zweckmäßig sein, wenn mit sehr geringem Schneidspalt gearbeitet werden soll.

[0009] Die Rotationsumformmaschine weist eine Vorschubeinrichtung auf, die wenigstens zeitweilig die Geschwindigkeit der Fortbewegung des Werkstücks zwischen den walzenförmigen Teilwerkzeugen bestimmt. Die Antriebseinrichtung und die Vorschubeinrichtung sind dabei so aufeinander abgestimmt, dass die Umfangsgeschwindigkeit der walzenförmigen Teilwerkzeuge und die Werkstückgeschwindigkeit in keinem konstanten Verhältnis zueinander stehen. Mit anderen Worten, variiert das Geschwindigkeitsverhältnis in einem vorgegebenen Bereich. Dies kann bspw. durch Modulation der Vorschubgeschwindigkeit, durch Beeinflussung der Vorschubeinrichtung oder durch Modulation der Drehgeschwindigkeit der Teilwerkzeuge durch entsprechende Beeinflussung der Antriebseinrichtung bzw. jeweils
45 zwischengeschalteter Getriebemittel erfolgen. Die Geschwindigkeiten der Vorschubeinrichtung und der Antriebseinrichtung können beeinflusst werden, indem als Antriebe jeweils Stellmotoren verwendet werden oder indem auf dem Kraftübertragungsweg von einem bspw. mit konstanter Geschwindigkeit laufendem Motor und Schwungrad eine zusätzliche gesteuerte Bewegungskomponente, bspw. über ein Planetengetriebe zeitvariabel eingekoppelt wird.

[0010] Die Modulation des Geschwindigkeitsverhältnisses wird dazu benutzt, die sich an eine Umformkante oder Schneidkante anschließende Flanke eines Stempels von der erzeugten Biege- oder Schnittfläche fernzuhalten, nachdem der Stempel in das Werkstück eingedrungen ist, oder wenigstens den Bewegungsablauf so zu gestalten, dass die Flanke des Stempels weniger stark an die entsprechende Biege- oder Schnittfläche des Werkstücks drückt, als es bei starren und mit konstanter Drehzahl rotierenden Werkzeugen und Werkstücken mit konstantem Vorschub der Fall wäre.
50

[0011] Obwohl es, wie erwähnt, prinzipiell möglich ist, sowohl die Drehzahl wenigstens eines Teilwerkzeugs oder vorzugsweise beider Teilwerkzeuge zu modulieren, um das gewünschte sich ändernde Geschwindigkeitsverhältnis zu erzielen, ist es in vielen Fällen vorteilhaft, die Vorschubgeschwindigkeit der Vorschubeinrichtung zu variieren und so zu beeinflussen, dass der gewünschte Zeitverlauf des Verhältnisses eingestellt wird. Dies insbesondere dann, wenn die
55

zum periodischen Beschleunigen und Verzögern der Vorschubeinrichtung zu überwindende Trägheit geringer ist als die zum periodischen Beschleunigen und Verzögern des Werkzeugs zu überwindende Trägheit.

[0012] Die gewünschte Änderung des Geschwindigkeitsverhältnisses zwischen Werkzeugantrieb und Werkstückvorschub kann zwangsgeführt herbeigeführt werden, indem die entsprechende Antriebseinrichtung bzw. die Vorschubeinrichtung einer vorgegebenen Funktion entsprechend gesteuert wird. Alternativ ist es möglich, die Vorschubeinrichtung zeitweise freizugeben, so dass das Werkstück gewissermaßen im Leerlauf oder Freilauf läuft. Dies kann durch Freilaufmittel im Antriebsstrang der Vorschubeinrichtung, durch gezieltes Auskuppeln einer im Antriebsstrang der Vorschubeinrichtung vorgesehenen Kupplung oder durch außer-Eingriff-bringen von Vorschubwalzen oder anderen Vorschubmitteln mit dem Werkstück geschehen. Auf diese Weise kann das Werkstück dem beim Durchlauf durch das Werkstück schwenkenden Stempel ausweichen. Es wird somit von der Stempelflanke beschleunigt, wobei die Pressung oder die Druckkräfte zwischen der Flanke des Stempels und der hergestellten Schnitt- oder Biegefläche vermindert wird.

[0013] Die Bewegungskurve der auf die Bewegung des Werkstücks abgebildeten Stempelbewegung ist ohne Geschwindigkeitsbeeinflussung bei konstanter Drehzahl des Werkzeugs und konstanter Laufgeschwindigkeit des Werkstücks eine Zyклоide für jeden Punkt des Stempels. Durch die Geschwindigkeitsmodulation, d.h. die Beeinflussung der Relativbewegung zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück, wird diese Zyклоide verzerrt. Die Verzerrung bezieht sich vorzugsweise insbesondere auf den Bereich der zyклоidenförmigen Bewegungskurve, bei der die Stempel oder sonstigen Werkzeuge mit dem Werkstück in Eingriff befindlich sind. Die Verzerrung wird so festgelegt, dass ein Punkt oder eine Stelle des Stempels für den die Optimierung durchgeführt wird (ausgewählter Punkt), auf einem Weg aus dem Werkstück herauskommt, der nicht im Bereich des beim Stanzen oder Biegen stehenbleibenden Materials des Werkstücks liegt. Ein solcher Weg ist bspw. ein gerader Eindringweg, auf dem der betreffende Punkt des Stempels sowohl in das Werkstück, als auch aus diesem heraus bewegt wird. Vorzugsweise wird die Augenblicksgeschwindigkeit und die Phasenlage der Bewegung (Drehung) des walzenförmigen Teilwerkzeugs und des Werkstücks (Vorschubeinrichtung) so aufeinander abgestimmt, dass dieser Weg erreicht wird. Diese Maßnahme reduziert die Flächenpressung an der Stempelflanke erheblich.

[0014] Zusätzlich kann die Flanke des Stempels im Anschluss an den Schneidenpunkt für den die Optimierung durchgeführt worden ist, sowie in anderen Bereichen Ausnehmungen aufweisen, die aus Blickrichtung radial auf die Drehachse des Teilwerkzeugs hin Hinterschneidungen bilden. Diese Hinterschneidungen schaffen einen Zwischenraum zwischen der von der Schneidkante geschaffenen Schnittfläche und der Flanke des Stempels. Dieser Zwischenraum ist ein Freiraum für die Schwenkbewegung des Stempels, die sich durch die Walzendrehung ergibt.

[0015] Die gezielte Geschwindigkeitsbeeinflussung schafft die Möglichkeit, die erforderlichen Ausnehmungen relativ flach zu gestalten, so dass der Stempel wenig geschwächt wird. Insbesondere kann die FlankenAusnehmung mit ihrer Bodenfläche nahezu in Radialrichtung verlaufend an die Schneidkante herangeführt werden, d.h. so flach ausgebildet werden, dass die Schneidkante von nahezu rechtwinklig zueinanderstehenden Flächen begrenzt wird. Der Winkel ist jedoch spitz, d.h. nicht ganz rechtwinklig. Je geringer die Geschwindigkeitsbeeinflussung ausfällt, desto tiefer muss zum Ausgleich die Ausnehmung sein, was die Stabilität der Schneidkante beeinflussen kann.

[0016] In der Regel ist die Stirnfläche des Stempels im Wesentlichen parallel zur Umfangsrichtung des walzenförmigen Teilwerkzeugs. Dies gilt insbesondere, wenn die ausgestanzten Werkstückbereiche Abfallteile darstellen. Der Vorteil ist hier, dass ein ziehender Schnitt erreicht wird, was stoßartige Belastungen der Teilwerkzeuge und des Antriebs verhindert oder minimiert.

[0017] Alternativ ist es möglich, die Stirnflächen der Stempel plan und gegen die Umfangsrichtung so geneigt anzuordnen, dass die gesamte, die Stirnfläche des Stempels umgebende Schneidkante gleichzeitig auf dem Werkstück aufsetzt. Auf diese Weise wird es möglich, die ausgestanzten Teile undeformiert zu erhalten. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn der verbleibende Blechstreifen das Abfallstück darstellt.

[0018] Weiterhin kann es vorteilhaft sein, die Achsen der Teilwerkzeuge im Bezug auf die Werkstückrichtung gegeneinander etwas zu versetzen. Damit kann erreicht werden, dass sich die Neigung des Werkstücks, sich beim Stanzvorgang zu verbiegen, vermindert wird.

[0019] Weitere Einzelheiten vorteilhafter Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus der Zeichnung, aus Unteransprüchen und/oder der Beschreibung.

[0020] In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung veranschaulicht:

Fig. 1 ein Pressenwerkzeug einer Rotationsumformmaschine in schematisierter perspektivischer Darstellung,

Fig. 2 eine Rotationsumformmaschine in einer schematisierten Seitenansicht,

Fig. 3 die Eingriffsverhältnisse eines Stempels eines walzenförmigen Werkzeugs und eines Werkstücks,

Fig. 4 das Werkstück nach Figur 3, in Draufsicht,

Fig. 5 eine schematisierte ausschnittsweise Schnittdarstellung eines Werkzeugteils einer Rotationsumformmaschine in schematisierter Darstellung,

Fig. 6 zwei walzenförmige Teilwerkzeuge eines Werkzeugs einer Rotationsumformmaschine in schematisierter Seitenansicht,

Fig. 7 ein walzenförmiges Teilwerkzeug mit einem Werkstück im Eingriff befindlichen Stempel mit gerader Stirnfläche, in schematisierter Schnittdarstellung, und

Fig. 8 eine abgewandelte Ausführungsform des Teilwerkzeugs nach Figur 7, mit einem Stempel der eine geneigte Stirnfläche aufweist, in schematisierter Schnittdarstellung.

[0021] In den Figuren 1 und 2 ist eine Rotationsstanzmaschine 1 ganz oder in Teilen veranschaulicht, zu deren Werkzeug 2 zwei Walzen 3, 4 gehören, die Teilwerkzeuge bilden. Beide Walzen 3, 4 sind in einem nicht weiter veranschaulichten Maschinengestell um Drehachsen 6, 7 drehbar gelagert und vertikal übereinander angeordnet. Die obere Walze 3 ist mit Stempeln 8 versehen, die sich im Wesentlichen radial zu der Drehachse 7 von der Mantelfläche der Walze 3 weg erstrecken. Die untere Walze 4 ist mit einer entsprechenden Anzahl von Ausnehmungen 9 versehen, wobei jeweils eine Ausnehmung 9 genau einem Stempel 8 zugeordnet ist. Die Stempel und Ausnehmungen 9 sind so angeordnet und ausgebildet, dass die Stempel oder von den Stempeln verformte oder abgetrennte Teile eines Werkstücks 11, das zwischen den Walzen 3, 4 durchgeführt wird, in die Ausnehmungen 9 passen.

[0022] Die beiden Walzen 3, 4 sind, wie durch Pfeile 14, 15 angedeutet, von einer Antriebseinrichtung 16 gegensinnig, jedoch mit gleicher Drehzahl angetrieben. Der Antrieb 16 wird bspw. durch einen Stellmotor gebildet, der über ein entsprechendes in Figur 2 lediglich schematisch angedeutetes Getriebemittel 17 beide Walzen 3, 4 antreibt. Alternativ kann jede Walze mit einem separaten Antrieb versehen sein, der jeweils bspw. mit einem Stellmotor verbunden ist.

[0023] Zum Transport des Werkstücks 4 in einer durch einen Pfeil 18 bezeichneten Transportrichtung T dienen ein oder mehrere Vorschubeinrichtungen 19 (19a, 19b). Das bspw. durch ein Blechband gebildete Werkstück 11 wird durch die Vorschubeinrichtungen 19a, 19b geführt, die dem Werkstück eine definierte Augenblicksgeschwindigkeit verleihen. Dazu weist jede Vorschubeinrichtung 19a, 19b zwei form- oder kraftschlüssig mit dem Werkstück 11 in Eingriff bringbare Walzen 21, 22 auf, die einen separaten von der Antriebseinrichtung 16 getrennten Antrieb aufweisen. Die Walzen 21, 22 stehen dabei entweder im Dauereingriff mit dem Werkstück 11, oder können bedarfsweise auch zeitweilig abgehoben werden, um das Werkstück 11 freizugeben. Dies kann erforderlich sein, um die Bewegung des Werkstücks 11 in Transportrichtung T den Walzen 3, 4 zu überlassen.

[0024] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel dienen die Stempel 8 und die Ausnehmungen 9 der Walzen 3, 4 dazu, in das Werkstück 11 Öffnungen 24 einzustanzen. Dies erfolgt durch abgestimmten Antrieb der Walzen 3, 4 und des Werkstücks 11. Dazu sind sowohl die Antriebseinrichtung 16 als auch der Antrieb der Vorschubeinrichtung 19 von einer nicht weiter veranschaulichten Steuereinrichtung so gesteuert, dass an dem Werkstück 11 optimierte Eingriffsverhältnisse zwischen den Stempeln 8 und dem Werkstück 11 erhalten werden. Um dies zu erreichen, läuft die Antriebseinrichtung 16 und der Antrieb der Vorschubeinrichtung 19 nicht in konstantem Geschwindigkeits- oder Drehzahlverhältnis. Dadurch ergibt sich keine konstante Relativgeschwindigkeit zwischen dem Werkstück 11 und bspw. dem Umfang der Walze 3 oder 4. Vielmehr wird der Antrieb 20 der Vorschubeinrichtung 19 so gesteuert, dass das Werkstück 11 kurzzeitig beschleunigt oder verzögert wird. Einer konstanten Grundgeschwindigkeit der Bewegung des Werkstücks 11 in Transportrichtung T ist somit eine Wechselkomponente kleinerer Amplitude überlagert, so dass das kontinuierlich sich bewegende Werkstück 11 ständig wiederkehrend etwas verzögert oder beschleunigt wird. Dies kann bei kontinuierlich mit gleichmäßiger Winkelgeschwindigkeit drehenden Walzen 3, 4 erfolgen.

[0025] Bedarfsweise können jedoch auch alternativ oder zusätzlich die Walzen 3, 4 so angetrieben werden, dass der im Wesentlichen konstanten Drehzahl eine Wechselkomponente überlagert wird, die eine Relativbewegung begrenzter Amplitude zwischen den Walzen 3, 4 und dem Werkstück 11 verursacht. Um dies zu veranschaulichen, wird im Folgenden auf Figur 3 Bezug genommen. Die Bewegung eines herausgegriffenen Punkts P_0 der Walze 3 stellt abgebildet auf eine sich mit dem Werkstück 4 bewegende Fläche eine Zykloide dar. In Figur 3 wird dies für Punkte P_0, P_1 des übertrieben dargestellten Stempels 8 veranschaulicht.

[0026] Der Stempel 8 weist eine radial nach außen weisende Stirnfläche 27 auf, die von einer Schneidkante 28 begrenzt wird. Die Schneidkante 28 tritt bei Drehung der Walze 3 in Richtung des Pfeils 15 und bei Bewegung des Werkstücks 4 in Richtung des Pfeils 18 zunächst mit ihrem Punkt P_0 mit dem Werkstück 11 in Berührung, der in Drehrichtung 15 vorn liegt. Der Punkt P_0 liegt außerhalb eines Wälzkreises 29, der durch das Verhältnis der Drehzahl der Walze 3 zu der Bewegungsgeschwindigkeit des Werkstücks 11 festgelegt ist. Der Wälzkreis kann sowohl auf der Oberfläche der Walze 3 als auch radial im Abstand zu dieser festgelegt sein. Im vorliegenden Beispiel liegt er zwischen der Stirnfläche 27 des Stempels 8 und der Mantelfläche der Walze 3.

[0027] Der Punkt P_0 bewegt sich auf einer verlängerten Zykloide, die, wenn die Drehzahl der Walze 3 und die Vor-

schubgeschwindigkeit des Werkstücks 4 jeweils vollständig konstant sind, eine typische Schleife aufweist. Bei der vorliegenden Rotationsumformmaschine 1 wird jedoch die Relativgeschwindigkeit zwischen dem Wälzkreis 29 und einer entsprechenden Linie des Werkstücks 4, auf der der Wälzkreis abrollt, nicht konstant zu Null gemacht. Dadurch kann die Fläche der von der Zykloide 31 eingeschlossenen Schleife, die der Punkt P_0 durchläuft, variiert und insbesondere vermindert werden. Die Relativgeschwindigkeit zwischen dem Wälzkreis 29 und einer Mittellinie 32 wird wenigstens im Bereich der Zykloidenschleife, d.h. während des Eingriffs des Stempels 8 und des Werkstücks 11 periodisch von Null verschieden gemacht, so dass das Werkstück 11 in Bezug auf die Walze 3 beschleunigt oder verzögert wird. Im vorliegenden Beispiel sind die Augenblicksgeschwindigkeiten des Werkstücks 11 und der Walze 3 so aufeinander abgestimmt, dass der Punkt P_0 eine zu einem Geradenstück entartete Zykloidenschleife durchläuft. Dies kann erreicht werden, indem der Punkt P_0 , der in Figur 3 durch die Koordinaten r_0 und f_0 charakterisiert ist, auf einer Bahn geführt wird, die den folgenden Bedingungen genügt:

$$\begin{aligned}
 x(t) &= \begin{cases} r \cdot \sin(t+\phi) - a \cdot t; & t < 2\pi n - t_0 \vee t > 2\pi n + t_0 \\ r \cdot \sin(t+\phi) - R \cdot \sin t - 2\pi n \cdot a; & 2\pi n - t_0 \leq t \leq 2\pi n + t_0, n \in \mathbb{N}_0 \end{cases} \\
 y(t) &= a - r \cdot \cos(t+\phi) \\
 z(t) &= z_0 \text{ (const.)}
 \end{aligned}$$

Für den Bereich des linearen Eintauchens des Stempels 8 in das Werkstück gilt somit bezogen auf ein sich mit dem Blech bewegendes Koordinatensystem:

$$\begin{aligned}
 x(t) &= r \cdot \sin(t+\phi) - R \cdot \sin(t) \\
 y(t) &= a - r \cdot \cos(t+\phi) \\
 z(t) &= z
 \end{aligned}$$

[0028] Der Stempel 8 erfährt beim Eindringen in das Werkstück 11 und während er aus diesem wieder herausgeführt wird eine Kippbewegung. Dabei ändert sich der Winkel einer sich an die Schneidkante 28 anschließenden Flanke 34 des Stempels zu dem Werkstück 11. Dies gilt sowohl für eine schleifenförmige Bewegung der Schneidkante und des Punkts P_0 , als auch bei einer deformierten Zykloidenbewegung, bei der der Schleifenbereich zu einem Geradenstück 35 entartet oder verformt ist. Um zu vermeiden, dass die Flanke 34 an entsprechenden Flächen des Werkstücks 4 drückt und somit einem erhöhten Verschleiß unterliegt, ist es zweckmäßig, die Flanke 34, wie in Figur 5 dargestellt, mit einer Ausnehmung 36 zu versehen, die die Schneidkante 28 hintergreift. Die Ausnehmung 36 bildet einen Freiraum oder Zwischenraum zu der von der Schneidkante 28 ausgeformten Fläche des Werkstücks 4. Innerhalb des Freiraums ist eine Schwenkbewegung des Stempels 3 möglich. Im Anschluss an eine nacheilende Kante 37, d.h. einen entsprechenden Bereich der Schneidkante 28, kann ebenfalls eine Ausnehmung 38 vorgesehen sein, die trotz der von diesem Schneidenpunkt durchgeführten Schleifenbewegung einen übermäßigen Druck zwischen der Flanke des Stempels 8 und dem Werkstück 4 zu vermeiden.

[0029] Die Verformung der Zykloide 31 zu einer Kurve ohne Schleife ermöglicht es, die Ausnehmung 36 relativ moderat zu halten, was insbesondere eine gute Unterstützung der Schneidkante 28 ermöglicht. Bei einer unveränderten Zykloide mit Schleifenbewegung der Schneidkante 28 im Punkt P_0 oder lediglich geringer Verminderung der Fläche der Schleife, wäre die Ausnehmung 36 entsprechend größer auszuführen, wodurch die Schneidkante 28 empfindlicher wird.

[0030] Die insoweit beschriebene Rotationsstanze 1 arbeitet wie folgt:

[0031] Während des Betriebs steuert eine Steuereinrichtung die Antriebseinrichtung 16 und den Antrieb 20 so, dass das Werkstück 11 in Bezug auf die Umfangsgeschwindigkeit des Abrollkreises 29 zunächst etwas verlangsamt wird, wenn die Schneidkante oder kurz bevor die Schneidkante 28 Berührung mit dem Werkstück 11 erhält. Zuvor war die Relativgeschwindigkeit zwischen dem Abrollkreis 29 und der Bezugslinie 32 Null. Nun ist sie etwas negativ. In Annäherung an den unteren Umkehrpunkt der deformierten Zykloide (P_0) steigert sich die Relativgeschwindigkeit von dem negativen Wert zunächst wieder auf Null und wird dann positiv, während die Schneidkante 28 nach oben aus dem Werkstück 11 herausgeführt wird. Ist die Schneidkante 28 außer Eingriff mit dem Werkstück, fällt die Relativgeschwindigkeit zwischen dem Rollkreis 27 und der Bezugslinie 32 wieder auf Null ab, so dass der Rollkreis 29 praktisch schlupffrei auf der Bezugslinie 32 abrollt.

[0032] Zur Durchführung dieser Relativgeschwindigkeitsmodulation zwischen den Stempelingriffen sind die Walzen 3, 4 und die Vorschubeinrichtung 19 mit Positions- oder Bewegungssensoren versehen, die es der Steuereinrichtung

gestatten, diese Geschwindigkeitsmodulation auf den Eingriff der Stempel 8 mit dem Werkstück 11 zu synchronisieren. Die Bewegungsvariation oder Modulation, d.h. die temporäre Änderung der Drehzahl der Walze 3 kann gleichermaßen für die Walze 4 durchgeführt werden. Alternativ kann diese, wenn die Ausnehmungen 9 entsprechend groß sind, auch mit konstanter Drehzahl laufen.

5 **[0033]** Wie in Figur 6 dargestellt ist, müssen die Walzen 3, 4 der Rotationsstanzmaschine 1 nicht zwingend vertikal übereinander angeordnet sein. Es ist auch möglich, die Walzen 3, 4 in Transportrichtung T um einen Versatz S gegeneinander versetzt so anzuordnen, dass eine gedachte Verbindungslinie 40 zwischen den Drehachsen 7, 8 zu der von dem Werkstück 11 definierten Ebene schräg geneigt steht. Dies führt zu einer besseren Unterstützung des Werkstücks 11 beim Aufsetzen des Stempels 8 auf das Werkstück 11, so dass dieses nicht verbogen wird.

10 **[0034]** Wie in Figur 7 veranschaulicht, kann der Stempel 8 der Rotationsstanzmaschine 1 eine im Wesentlichen in Umfangsrichtung angeordnete Stirnfläche aufweisen. Der von dem Stempel 8 ausgeführte Schnitt ist dann ein ziehender Schnitt. Das aus dem Werkstück 11 gestanzte Abfallstück ha erhält bei dem Stanzvorgang eine gewisse Krümmung. Während der ziehende Schnitt deutliche Vorteile hinsichtlich der Gleichmäßigkeit der Belastung und des Drehmomentbedarfs des Werkzeugs 2 hat, ist es jedoch auch möglich, einen Schnitt herbeizuführen, bei dem die Schneidkante 28 auf voller Länge, oder nahezu auf voller Länge gleichzeitig mit dem Werkstück 11 in Eingriff kommt. Dazu ist die von der Schneidkante 28 festgelegte Fläche zu der Umfangsrichtung so geneigt, dass der Stempel 8 stirnseitig vollflächig auf dem Werkstück 11 aufsetzt. Das ausgestanzte Teil 11a wird wenig oder nicht deformiert und kann als Nutzteile dienen.

15 **[0035]** Bei einer Rotationsumformmaschine wird die Relativbewegung zwischen einem Werkstück 11 und ein oder zwei Walzen 3, 4 so beeinflusst, dass an den Walzen 3, 4 vorhandene Stempel 8 an ausgewählten Punkten eine Zykloidenbewegung durchführen, bei der der Flächeninhalt vorhandener Schleifen reduziert oder Schleifen ganz vermieden werden. Dadurch kann der Flankenverschleiß der Stempel vermindert werden. Darüberhinaus kann die Qualität der erzeugten Werkstücke verbessert werden. Ergänzend kann an der Flanke 34 des Stempels 8 eine Ausnehmung angeordnet sein, die das Schwenken des Stempels bei seiner Eintauchbewegung in das Werkstück 11 ohne erhöhten Flankendruck gestattet.

Patentansprüche

1. Rotationsumformmaschine (1), insbesondere Rotationsstanze,
 30 mit einem Werkzeug (2), zu dem zwei drehbar gelagerte, walzenförmige Teilwerkzeuge (3, 4) gehören, die mit Stempeln (8) und den Stempeln (8) zugeordneten Ausnehmungen (9) versehen sind, mit einer Antriebseinrichtung (16), die mit dem Werkzeug (2) verbunden ist und dieses antreibt, mit einer Vorschubeinrichtung (19) für den Werkstücktransport (T),
 35 dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebseinrichtung (16) und die Vorschubeinrichtung (19) mit einem nichtkonstanten Geschwindigkeitsverhältnis arbeiten.
2. Rotationsumformmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebseinrichtung (16) beide
 40 Teilwerkzeuge (3, 4) mit übereinstimmender Drehzahl antreibt.
3. Rotationsumformmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebseinrichtung (16) das Werkzeug (2) mit konstanter Drehzahl antreibt.
- 45 4. Rotationsumformmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebseinrichtung (16) das Werkzeug (2) mit nichtkonstanter Drehzahl antreibt.
5. Rotationsumformmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorschubeinrichtung (19) dem Werkstück (11) eine von der Geschwindigkeit oder Drehzahl der Antriebseinrichtung (16) unabhängige Vorschubgeschwindigkeit erteilt.
 50
6. Rotationsumformmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorschubeinrichtung (19) derart ausgebildet ist, dass sie eine konstante Vorschubgeschwindigkeit liefert.
- 55 7. Rotationsumformmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorschubeinrichtung (19) derart ausgebildet ist, dass sie eine nichtkonstante Vorschubgeschwindigkeit liefert.
8. Rotationsumformmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Augenblickswerte der Vorschub-

geschwindigkeit und der Werkzeugdrehzahl derart aufeinander abgestimmt sind, dass ausgewählte Bereiche, insbesondere solche Bereiche der Stempel (8), die bei Durchlauf des Werkstücks (11) durch das Werkzeug (2) zuerst mit dem Werkstück (11) in und außer Eingriff kommen, auf einem in Bezug auf das Werkstück (11) im wesentlichen geraden Weg (35) bewegt werden.

- 5
9. Rotationsumformmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die auf die Werkstückbewegung abgebildete Rotationsbewegung des Stempels (8) für wenigstens einen Punkt des Stempels (8) eine Zyklode ist, die einen Abschnitt (35) aufweist, der zu einem Geradenabschnitt verzerrt ist, und dass dieser Bereich mit dem Eingriffsbereich übereinstimmt, in dem der Stempel mit dem Werkstück (11) in Eingriff ist.
- 10
10. Rotationsumformmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Stempel (8) einen Flankenbereich (34) aufweist, der in radialer Richtung hinterschnitten ist.
- 15
11. Rotationsumformmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der hinterschnittene Flankenbereich (34) eine Hinterschneidungstiefe aufweist, die ein Drücken des Flankenbereichs an dem Werkstück, insbesondere an Schnittflächen des Werkstücks (11) vermindert oder vermeidet.
- 20
12. Rotationsumformmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die walzenförmigen Teilwerkzeuge (3, 4) Drehachsen (6, 7) aufweisen, die in einer gemeinsamen Ebene liegen, die in einem spitzen Winkel zu einer Ebene geneigt ist, in der das Werkstück (11) läuft.
13. Rotationsumformmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmungen (9) größer ausgebildet sind als die Stempel (8).
- 25
14. Rotationsumformmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Stempel (8) eine im wesentlichen ebene, gegen die Radialrichtung des walzenförmigen Werkzeugteils (3, 4) geneigte Stirnfläche (27) aufweisen.
- 30
15. Rotationsumformmaschine nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Neigung so getroffen ist, dass die Stirnfläche des Stempels (27) vollflächig auf dem Werkstück (11) aufsetzt.

35

40

45

50

55

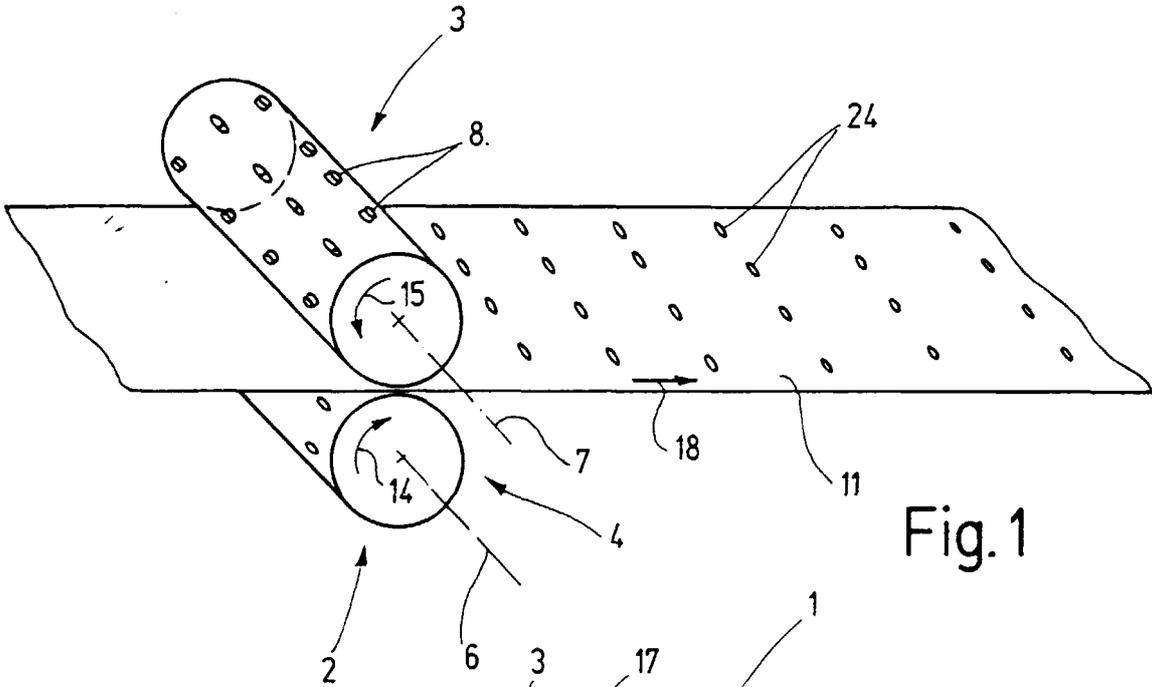


Fig. 1

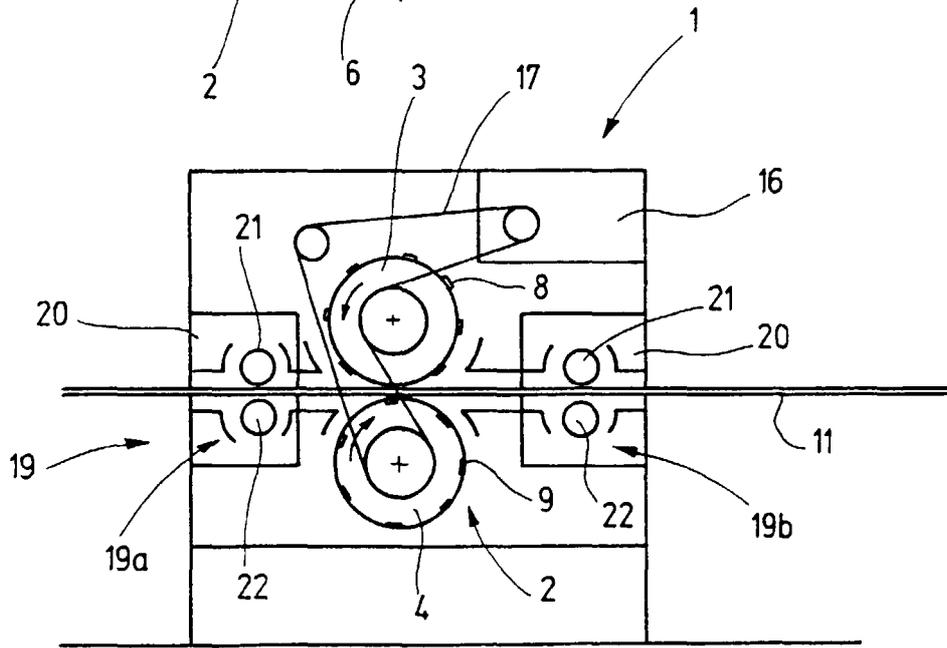


Fig. 2

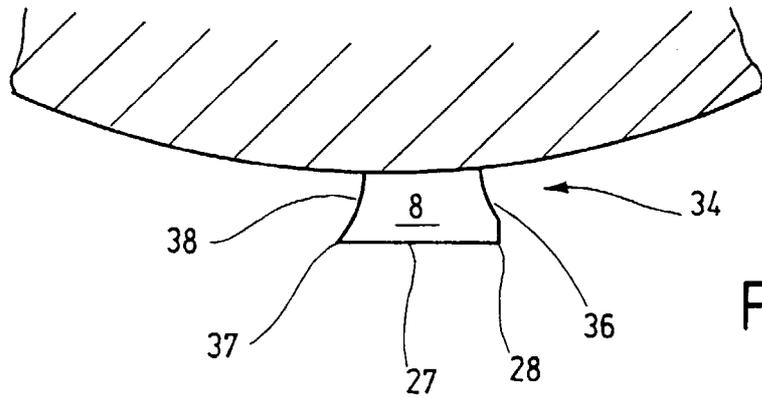


Fig. 5

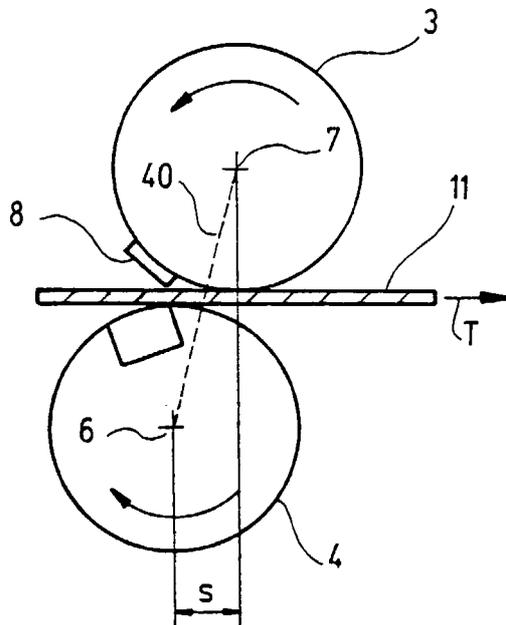


Fig. 6

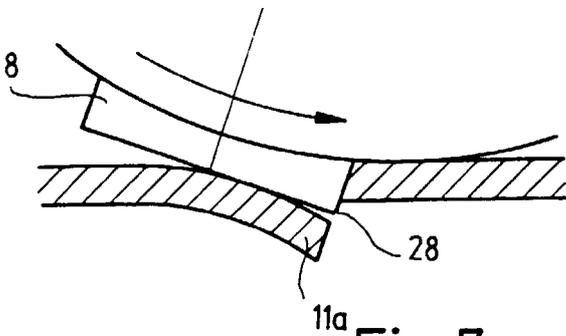


Fig. 7

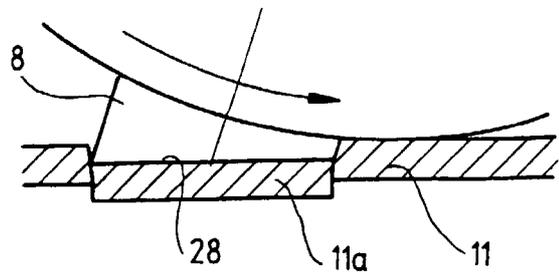


Fig. 8