

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 314 667 B2**

12

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Veröffentlichungstag der neuen Patentschrift:
13.12.95

Int. Cl.⁶: **C21D 8/06, C21D 9/62,
B21B 1/18, B21B 3/02**

Anmeldenummer: **88890265.7**

Anmeldetag: **24.10.88**

Verfahren und Vorrichtung zur Erzeugung dünner Drähte, Stäbe, Rohre und Profile aus Stählen und Legierungen mit geringem Formänderungsvermögen, insbes. aus härtbaren Stählen

Priorität: **29.10.87 AT 2846/87**

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.05.89 Patentblatt 89/18

Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
08.04.92 Patentblatt 92/15

Bekanntmachung des Hinweises auf die
Entscheidung über den Einspruch:
13.12.95 Patentblatt 95/50

Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

Entgegenhaltungen:
**CH-A- 415 511 DE-A- 3 039 101
DE-B- 1 104 915 DE-C- 51 188
DE-C- 398 402 FR-A- 2 244 002
GB-A- 798 652 US-A- 2 400 866**

Sonderdruck aus Neue Hütte 14, (1969), 8
"Warmverformung von Stählen auf dem Ein-
stichwalzwerk"

Patentinhaber: **BÖHLER Gesellschaft m.b.H.
Elisabethstrasse 12
A-1010 Wien (AT)**

Erfinder: **Lösch, Hans, Dipl.-Ing.
Peter Tunnergasse 15
A-8605 Kapfenberg (AT)
Erfinder: Eilmer, Johann
Bienengasse 5
A-8600 Bruck (AT)
Erfinder: Rischka, Franz
Übelsteinerstrasse 60
A-8600 Bruck (AT)**

Vertreter: **Wildhack, Helmut, Dipl.-Ing. Dr. et al
Patentanwälte Dipl.-Ing. Leo Brauneiss
Dipl.-Ing. Dr. Helmut Wildhack
Dipl.-Ing. Dr. Gerhard Jellinek
Landstrasser
Hauptstrasse 50
Postfach 281
A-1031 Wien (AT)**

EP 0 314 667 B2

Sonderdruck aus Draht-Welt 54 (1968), 10
"Das Warmwalzen von Profilen aus Stahl in
einem Stich"

Sonderdruck aus Draht-Welt 52 (1966), 6
"Herstellung kleiner Profile auf dem Ein-
stichwalzwerk"

Dissertation H. Tzscheutschler 1982 "Unter-
suchungen der Einsatzmöglichkeiten des
Halbwarmziehens" S. 18-23, Bilder 1-4

DRAHT Jahrgang 33 (1982), Heft 5, S. 255

Das System Fe-C (Fig.1, nach Horstmann)

Houdremont: Handbuch der Sonderstahlkun-
de, 1956, S. 122-124;628,629,1003,1028-1030

Rapatz: Die Edelstähle (1962), Springer Ver-
lag, S. 780-829

Leitner Plöckinger: Die Edeltahlerzeugung,
Springer Verlag 1965, S. 817-824

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verformung von draht- und stabförmigem Vormaterial mit einer geringen Dicke von unter 10 mm aus lufthärtenden Werkzeugstählen, insbesondere Schnellstählen mit geringem Formänderungsvermögen und/oder Formänderungsfestigkeit bei Raumtemperatur, wobei das weichgeglühte Vormaterial auf eine Temperatur von mindestens 400 °C und höchstens AC1-Temperatur bzw. Umwandlungstemperatur in das Gammagefüge der Legierung erwärmt und verformt wird sowie eine Vorrichtung zur Verformung von draht- und stabförmigem Vormaterial mit einer geringen Dicke von unter 10 mm aus lufthärtenden Werkzeugstählen und Schnellstählen mit geringem Formänderungsvermögen und/oder hoher Formänderungsfestigkeit bei Raumtemperatur, bestehend im wesentlichen aus einer Erwärmungseinrichtung, gegebenenfalls einer Temperaturregelungs- und Führungseinrichtung und einer Verformungseinrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Drähte, Stäbe, Rohre und Profile mit geringem Durchmesser bzw. mit einer geringen Wandstärke werden hergestellt, indem nach dem Warmverformen des Vormaterials und gegebenenfalls nach einem Weichglühen ein Kaltwalzen oder Kaltziehen erfolgt. Das Vormaterial weist dabei meist eine Dicke von unter 10 mm auf.

Bei der Kaltumformung verfestigt sich das Material, wobei mit sinkender Duktilität bzw. steigender Formänderungsfestigkeit prozentuell höhere Verfestigungsgrade gegeben sind und das Verformungsvermögen des Werkstoffes bei geringen Umformgraden erschöpft ist. Werkstoffe mit hoher Duktilität bei Raumtemperatur und somit hohem Kaltverformungsvermögen können durch Kaltwalzen und Kaltziehen hoch verformt werden und es sind Querschnittsabnahmen von beispielsweise 10:1 bzw. 90% und höher möglich. Verfestigt sich das Material im Zuge der Formänderung auf Grund des geringen Kaltumformvermögens so stark, daß die Weiterverarbeitung auf das gewünschte Endmaß nicht möglich ist und Risse und Brüche durch erschöpftes Verformungsvermögen auftreten, so muß eine Entfestigung durch Erwärmen auf höhere Temperaturen oder ein Zwischenglühen einschaltet werden. Bei dieser Zwischenwärmebehandlung werden die Verfestigungen im Werkstoff abgebaut. Für härtbare Stähle, insbesondere Lufthärter, wie Werkzeugstähle und Schnellstähle kann diese Zwischenwärmebehandlung eine Weichglühbehandlung sein. Aus wirtschaftlichen Gründen wird meist jedoch zur Entfestigung ein Langzeitglühen, gegebenenfalls unter der Austenitisierungstemperatur bzw. unter dem AC 1- Punkt der Legierung, durchgeführt.

Vormaterial mit geringem Kaltumformvermögen und mit geringer Dicke kann meist nicht im schmiedeheißen duktilen Zustand bis auf das Endmaß verformt werden, weil der Energieverlust durch Abstrahlung von der Oberfläche, der mit der 4. Potenz der Temperatur steigt, zu niedrigen Temperaturen in der oberflächennahen Zone führt und bei härtbaren Stählen und Legierungen auch Gefügeumwandlungen bzw. Härtung des Materials erfolgen. Die rasche Abkühlung entsteht deshalb, weil auf Grund des geringen Querschnittes der Wärmegehalt des Materials niedrig ist.

Weiters ist nach einer Verformung von z.B. härtbaren Legierungen im schmiedeheißen Zustand eine Weichglühbehandlung durchzuführen.

Um gegebenenfalls eine Härtung oder eine an die Verformung anschließende Wärmebehandlung zu vermeiden und trotzdem eine Erhöhung des Verformungsvermögens und damit eine Vergrößerung der Querschnittsabnahme zu erreichen, wurde vorgeschlagen, das Verformen bei erhöhter Temperatur, gegebenenfalls jedoch unterhalb der Austenitisierungstemperatur bzw. unterhalb des AC 1-Punktes der Legierung, durchzuführen. Dabei darf jedoch die eingebrachte Verformungsenergie in keinem Querschnittsbereich zu einer Temperaturerhöhung über den AC 1- Punkt führen.

Das Ziehen hat sich für den Verformungsprozeß bei erhöhter Temperatur als vorteilhaft erwiesen, weil die Energieeinbringung durch die Reibung im Ziehloch und durch die Hauptverformung in der oberflächennahen Zone erfolgt und dadurch die Abstrahlverluste weitgehend kompensiert werden. Die verbesserte Temperaturverteilung über den Querschnitt ermöglicht, dabei auch größere Querschnittsabnahmen je nach Verformungsschritt anzuwenden und bei insgesamt hoher Abnahme des Ausgangsquerschnittes durch mehrmaliges Ziehen eine Verringerung der Anzahl der Züge und der dazwischenliegenden Entfestigungsbehandlungen zu erreichen. Aus der US-A- 2 400 866 ist ein Verfahren zum Ziehen von Draht aus härtbaren Legierungen bekannt geworden, bei welchem das Vormaterial in einer Induktionsspule oder einem Ofen auf eine Temperatur von über 482 °C, jedoch unterhalb des AC 1- Punktes erwärmt, mit einer Oberflächenbeschichtung aus Graphit als Schmiermittel versehen und durch ein feststehendes Werkzeug bzw. einen Ziehstein gezogen wird. Zur Verbesserung der Erwärmungsverhältnisse wurde vorgeschlagen (DE-B- 1 104 915), daß nach dem Einbau des Ziehgutes in die Ziehbank zunächst durch den im ruhenden Zustand in der Heizzone befindlichen Gutabschnitt Strom geleitet und dieser erwärmt wird, sodann mit gleichbleibender Stromstärke und geringer Ziehgeschwindigkeit bis zur Einstellung eines konstanten Temperaturgefälles über die Erwärmungsstrecke gezogen und schließlich die Stromstärke und die Ziehge-

schwindigkeit gesteigert werden. Die Ziehgeschwindigkeit bei erhöhter Temperatur des Materials muß jedoch niedrig, beispielsweise bis 0,2 bis 2 m/sec gehalten werden, weil bei höheren Werten der Ziehsteinverschleiß durch das Abreißen des Schmierfilmes zu groß wird und die Zeit für die vorherige Durchwärmung und Entfestigung des Materials lange ist und deshalb unwirtschaftliche Aufwärmstrecken erfordert.

Beispielsweise kann ein weichgeglühter Schnellstahldraht (Werkstoff DIN Nr. 1.3343) mit einem Durchmesser von 5,5 mm kontinuierlich von einer Haspel abgezogen in einem Bleibad mit einer Länge von 10 m und einer Bleibadtemperatur von 700 °C während einer Durchlaufzeit von 20 sec erwärmt und entspannt werden, worauf eine Verformung im Ziehstein auf einen Durchmesser von 4,7 mm mit einer Geschwindigkeit von 0,5 m/sec erfolgt, wonach der Draht wieder aufgespelt wird. Die Verformung beträgt in diesem Falle ca. 27%. In sieben weiteren gleich durchgeführten Schritten mit gegebenenfalls vier dazwischenliegenden Entfestigungsglühungen bei Oxidationsschutz mit einer Temperatur von ca. 800 °C und einer Glühdauer von ca. 1 Stunde wird der Draht auf einen Durchmesser von 1,6 mm gebracht, wobei das Aufwärmen auf Temperatur und der weitere Abbau der Verfestigung in den Bleibädern vor der jeweiligen Verformung erfolgen.

Als Nachteile der Verformung durch Ziehen bei erhöhter Temperatur von Stählen und Legierungen, insbesondere von härtbaren Stählen, mit geringen Vormaterialdicken sind die erforderliche aufwendige Verarbeitung in mehreren Schritten mit dazwischenliegenden Entfestigungsglühungen, die geringe Ziehgeschwindigkeit und die Probleme mit den Hochtemperaturziehmitteln sowie der Ziehsteinverschleiß zu sehen.

Ausgehend von diesem Stand der Technik lag der Erfindung die Aufgabe zugrunde, obige Nachteile zu vermeiden und ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, mit welchen in einem Arbeitsgang insgesamt hohe Querschnittsabnahmen vorgenommen und der gewünschte Endquerschnitt mit weitgehend beliebigen Abmessungen erreicht werden können.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß mit der Maßgabe, daß die Erwärmung des Vormaterials als kontinuierliche Schnellerwärmung mittels direkten Stromdurchganges durchgeführt und nach der kontinuierlichen Schnellerwärmung des Vormaterials und vor dem ersten Verformungsschritt eine Zeitspanne von mindestens 0,5 sec zwecks Temperatenausgleiches vorgesehen und anschließend eine mehr als zweistufige Verformung durch Walzen mit einer Einlaufgeschwindigkeit des Vormaterials von mindestens 0,2 m/sec und mit einer Querschnittsverminderung von mindestens 10% je Verformungsstufe und insgesamt von mindestens 40 % durchgeführt wird, gelöst. Bevorzugt ist es, wenn die Erwärmungsstrecke bzw. der Abstand der elektrischen Kontaktelemente variiert wird und die für die Erhöhung der Temperatur auf mindestens 400 °C, höchstens auf AC1-Temperatur erforderliche elektrische Leistung proportional dem Quotienten gebildet aus Vormaterialgeschwindigkeit und Erwärmungsstrecke geregelt wird und die Endenvorwärmung des Vormaterials für den Beginn des Verformungsverfahrens bei kurzer Erwärmungsstrecke durchgeführt wird.

Besonders vorteilhaft und von wirtschaftlicher Bedeutung ist es, wenn die Verformung des Vormaterials durch Walzen erfolgt und eine Querschnittsabnahme von insgesamt mindestens 60 % vorgenommen wird. Die Walzverformung in den einzelnen Stichen soll dabei derart erfolgen, daß eine Querschnittsabnahme von mindestens 15 % oder eine Höhenabnahme von mindestens 20 % , vorzugsweise mindestens 30 %, am Walzgut vorgenommen wird. Die gegebenenfalls vorteilhaft anzuwendende Kühlung des Walzgutes soll größenordnungsmäßig entsprechend der in Wärme umgesetzten Verformungsleistung des vorangegangenen Stiches bzw. der vorangegangenen Stiche geregelt werden. Weiters ist das Verfahren besonders gut und wirtschaftlich einsetzbar, wenn die Einlaufgeschwindigkeit des Vormaterials in das erste Walzenkaliber mindestens 0,5 m/sec beträgt. Gegebenenfalls kann die Verformung des Vormaterials vorteilhaft auch in einem Mehrrollenwalzwerk erfolgen. Weiters besteht die Erfindung in einer Vorrichtung zur Verformung von draht- oder stabförmigem Vormaterial geringer Dicke aus lufthärtenden Werkzeugstählen und Schnellstählen mit geringem Formänderungsvermögen und/oder hoher Formänderungsfestigkeit bei Raumtemperatur, bestehend im wesentlichen aus einer Erwärmungseinrichtung, gegebenenfalls einer Temperaturregelungs- und Führungseinrichtung und einer Verformungseinrichtung zur Durchführung des Verfahrens, wobei in Richtung des Materialdurchlaufes im wesentlichen nach der Schnellerwärmungseinrichtung zur Einstellung einer Temperatur von mindestens 400 °C und höchstens AC1-Temperatur bzw. Umwandlungstemperatur in das Gammagefüge der Legierung des weichgeglühten Vormaterials eine als Leit- und als Temperatenausgleichsstrecke dienende Einrichtung, z.B. Ausgleichstunnel, angeordnet ist, nach welcher Einrichtung zumindest eine Verformungseinrichtung eine mehr als zweistufige Verformung durch Walzen angeordnet ist, und daß die Schnellerwärmungseinrichtung als Einrichtung mit direktem Stromdurchgang durch das Vormaterial bzw. Walzgut ausgebildet ist.

Vorteilhaft sind die elektrische Erwärmungseinrichtung als Einrichtung mit direktem Stromdurchgang durch das Wärmgut mit variierbarer Erwärmungsstrecke, die Leit- und/oder die Temperatenausgleichsein-

richtung mit Schutzgasatmosphäre zur Verhinderung der Oxidation und das zwei- oder mehrgerüstige Walzwerk, als Kassettenwalzwerk ausgebildet, und gegebenenfalls regelbare Kühleinrichtungen zwischen den Walzgerüsten angeordnet. Als vorteilhaft einsetzbar hat sich die Vorrichtung dann erwiesen, wenn die Einrichtung zum Temperatenausgleich und zur Vormaterialführung beheizbar ist und in welcher eine
 5 Schutzgasatmosphäre einstellbar ist. Um besonders gute Walzergebnisse zu erreichen, ist es für Flachprodukte und Profile vorteilhaft, eine abwechselnd offene und geschlossene Kaliberform anzuwenden, wobei das letzte Kaliber ein geschlossenes Kaliber zur Maßkalibrierung ist. Bei der Herstellung von Erzeugnissen mit rundem Querschnitt, beispielsweise Drähten, ist vorteilhafterweise an allen Walzgerüsten eine geschlossene Kaliberform einzusetzen. Besonders gute Ergebnisse verbunden mit hoher Wirtschaftlichkeit sind dann
 10 erreichbar, wenn zwischen den Walzgerüsten jeweils Kühleinrichtungen angeordnet sind, durch welche regelbar die Walzenoberflächen und/oder das Walzgut mit Kühlmedium beaufschlagbar sind. Besonders hohe Wirtschaftlichkeit ist auch dann gegeben, wenn die Walzen aus Hartmetall oder aus vergütetem Schnellstahl bestehen und gegebenenfalls eine Hartstoffschicht besitzen, die aus Oxid und/oder Nitrid und/oder Karbid und/oder deren Verbindung, beispielsweise Oxikarbonitrid, gebildet ist. Für bestimmte
 15 Querschnittsformen der Produkte weist die Vorrichtung vorteilhafterweise ein Mehrrollenwalzwerk als Verformungseinheit auf.

Durchaus überraschend hat sich gezeigt, daß die beim Walzprozeß auftretende tiefreichende Verformung nur eine geringe Temperaturerhöhung im Kern des Materials hervorruft, sodaß z.B. bei härtbaren Stählen ein Überschreiten der AC 1- Temperatur, insbesondere im Zentrum, nicht eintritt. Dieser Effekt ist
 20 auch bei Walztemperaturen knapp unterhalb der AC 1-Temperatur der Legierung gegeben, wobei die Durchlaufgeschwindigkeit des Materials durch die Walzen wesentlich größer sein kann als jene durch den Ziehstein. Es konnte auch nicht angenommen werden, daß durch mehrgerüstiges Walzen in einem Arbeitsgang und/oder bei größerer Verformungsgeschwindigkeit, gegebenenfalls bei Oberflächenkühlung, zwischen den Walzschriften die Temperaturverteilung im Walzgut derart einstellbar ist, daß in keinem
 25 Bereich ein Überschreiten der gewünschten Temperatur, z.B. der AC 1-Temperatur, eintritt. Auch weitere Vorurteile der Fachwelt und zwar, daß bei mehrmaligem Walzen hintereinander in einem Arbeitsgang eine Materialverfestigung eintritt sowie das Verformungsvermögen erschöpft wird, und daß die Zeit zwischen den Einzelwalzverformungen auf Grund der mit abnehmendem Querschnitt sich erhöhenden Walzgeschwindigkeit nicht ausreicht, um Entfestigungsvorgänge im Werkstoff ablaufen zu lassen, konnten keine Bestätigung finden.
 30

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind der nachfolgenden Beschreibung, den Unteransprüchen und den Zeichnungen zu entnehmen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnungen näher erklärt. Es zeigen
 Fig. 1 bis 3 eine Vorrichtung zur Herstellung eines Flachprofils aus Rundmaterial, wobei in der
 35 Fig. 1 schematisch ein zweigerüstiges Walzwerk nach dem Stand der Technik mit vorgeschalteter Erwärmungs- und Temperatenausgleichseinrichtung dargestellt ist und in
 Fig. 2 der erste Stich mit freier Breitung, in
 Fig. 3 der zweite Stich im geschlossenen Kaliber, in
 Fig. 4 eine erfindungsgemäße Walzstraße für Rundprofile mit Kassettenwalzwerk, in
 40 Fig. 5 ein Dreiwalzen-Dreikantkaliber, in
 Fig. 6 ein Dreiwalzen- Rundkaliber, in
 Fig. 7 Querschnittsformen des Walzgutes in einer zwölfgerüstigen Walzenstraße und in
 Fig. 8 eine Kühlvorrichtung für Walzen und Walzgut schematisch dargestellt sind.

In Fig. 1 ist schematisch ein auf einem Fundament A montiertes Walzwerk zur Erzeugung eines
 45 Breitflachprofils mit den Abmessungen von 8 mm x 1 mm aus Runddraht-Vormaterial mit einem Durchmesser von 2,8 mm dargestellt. Dabei wird aus einer Vorratshaspel 2 von einer Trommel 21, welche drehbar mittels Bolzens 23 in einer Trageinrichtung 22 befestigt ist, Vormaterial 1 abgezogen, in einer Schnellerwärmungseinrichtung 3 erwärmt, durch eine Temperatenausgleichs- und Führungseinrichtung 4 einer dem Stand der Technik entsprechenden zweigerüstigen Verformungseinrichtung 5 zugeführt und
 50 damit gewalzt, worauf in einer Endhaspel 7 das maßgerechte Flachprofilband auf einer Trommel 71, welche mittels einer Welle 73 angetrieben und drehbar in einer Abstützung 72 gelagert ist, aufgewickelt wird.

Beim Beginn der Walzung wird das Kontaktrollengerüst 31, welches verschiebbar mit einer Auflage 33 verbunden ist, in eine Position 31' und nahe einem Kontaktrollengerüst 32 gebracht, wodurch die Erwärmungsstrecke verkürzt ist. Das drahtförmige Vormaterial 1 mit einem Durchmesser von 3,8 mm ist
 55 beispielsweise ein Schnellarbeitsstahl, Werkstoff Nr. 1.3343, in weichgeglühtem Zustand und wird durch den Spalt von Kontaktrollen 311 bzw. 311' in der Position 31' durchgeführt, bis dieses eine elektrisch leitende Verbindung mit einem Kontaktrollenpaar 322 bzw. 322' herstellt, worauf die Stromversorgung von Klemmen 34 erfolgt. Der Stromdurchgang durch das Vormaterial erwärmt dieses und bei Erreichen einer

Temperatur von 800 °C wird bei gleichzeitiger Verschiebung des Kontaktrollengerüsts 31 und damit der Verlängerung der Erwärmungsstrecke der Draht in einen Führungs- und Temperatenausgleichstunnel 41, der über ein Anschlußrohr 42 vorgeheizt und mit Inertgas versorgt werden kann, eingeschoben. Der Drahtvorschub kann durch ein eigenes nicht dargestelltes Walzenpaar oder durch die Kontaktrollen des/der Kontaktrollengerüsts(e) erfolgen. Nach dem Austreten aus dem Tunnel bzw. aus der Tunnelführung wird das eine Temperatur von 500 °C aufweisende Vormaterial mit einem Durchmesser von 3,8 mm in einem ersten Walzgerüst 51 auf eine Dicke von 2 mm und eine mittlere Breite von 5,3 mm verformt. Die Verformung erfolgt, wie in Fig. 2 dargestellt, bei freier Breitung zwischen Walzen 511 und 512, wobei eine Höhenabnahme von ca. 47 % , eine Breitung von ca. 40 % bei einem Verformungsgrad bzw. einer Verminderung der Querschnittsfläche von ca. 6% gegeben sind. Dabei stellen in Fig. 2 die Ziffer 1 den Ausgangsquerschnitt des Vormaterials und 1' den gewalzten Querschnitt dar.

Unmittelbar nach diesem ersten Stich wird das im Kaliber des ersten Gerüsts 51 verformte Material in einem zweiten geschlossenen Kaliber eines Walzgerüsts 52, welches in Fig. 3 dargestellt ist, auf das gewünschte Querschnittsmaß von 1 x 8 mm verformt. Eine Oberwalze 521 und eine Unterwalze 522 lassen dabei den Walzspalt von 1 mm frei, wobei Seitenwalzen 523 und 524 auf die Seiten der Ober- und Unterwalzen angestellt sind und dadurch die Breitung des Walzgutes über das gewünschte Maß von 8 mm verhindern. Bei diesem Fertigstich bzw. Kalibrierungsstich beträgt die Höhenabnahme ca. 50%, die Breitung ca. 51% und die Flächenabnahme ca. 25%. Die Einlaufgeschwindigkeit des Vormaterials, welches eine Temperatur 800 °C aufweist, beträgt 0,8 m/sec, die Auslaufgeschwindigkeit aus dem Walzgerüst 52 , mit der in weiterer Folge das Schnellstahlband aufgehaspelt wird, ist ca. 1,13 m/sec, wobei unmittelbar nach den letzten Walzen eine Walzguttemperatur von 810 °C vorliegt.

Der in einem Arbeitsgang bei zweistufiger Walzung erreichte Verformungsgrad beträgt insgesamt ca. 30%. Die an dem Produkt, welches nach obigem Verfahren kontinuierlich bzw. ohne Unterbrechung hergestellt wurde, durchgeführten Untersuchungen ergaben, daß über die gesamte Länge des Breitflachbandes die geforderten Abmessungen mit den entsprechenden Toleranzen vorlagen und Scharfkantigkeit ohne jegliche Kantenbrüche gegeben war.

Versuche mit Vormaterialtemperaturen von unter 400 C bzw. bei Raumtemperatur haben ergeben, daß bei der Walzung von z.B. härtbaren Stählen, insbesondere von Schnellstählen, in diesem Temperaturbereich die Legierung so stark verfestigt, daß das Umformvermögen zumindest stellenweise erschöpft ist, wodurch zusätzlich zu erhöhtem Walzenverschleiß Brüche bzw. Materialtrennungen, insbesondere im Bereich der Kanten des Bandes, entstehen. Weitere Versuche haben auch gezeigt, daß bei Temperaturen des Vormaterials von knapp unterhalb der AC1-Temperatur der Legierung die Temperatenausgleichseinrichtung verkürzt, gegebenenfalls auch weggelassen werden kann, wobei nur eine Führung den gewünschten Drahteinlauf in das erste Walzgerüst sicherstellt.

Die Fig. 4 zeigt schematisch eine erfindungsgemäße auf einem Fundament A montierte Vorrichtung zur Herstellung eines Runddrahtes mit einem Durchmesser von 1,8 mm aus einem runden, einen Durchmesser von 5,5 mm aufweisenden Vormaterials, wobei eine zwölfgerüstige Walzenstraße bzw. ein Kassettenwalzwerk eingesetzt wird.

Von der Haspel 2 mit der in einer Abstützung 22 drehbar mittels eines Bolzens 23 gelagerten Trommel 21 wird das Vormaterial 1 abgezogen, in einer Schnellerwärmungseinrichtung 3 auf eine Temperatur von 780 °C gebracht, durch die Temperatenausgleichs- und Führungseinrichtung 4 gefördert und in einem Kassettenwalzwerk 5 verformt, worauf in der Endhaspel 7 das Aufwickeln des auf Endabmessung verformten Drahtes auf die Trommel 71, welche auf der Abstützung 72 ruht und von der Welle 73 angetrieben ist, erfolgt. Das Walzgerüst 51 der Verformungseinrichtung 5 kann beispielsweise ein Dreiwalzen-Dreikantkaliber aufweisen, wie dies in Fig. 5 schematisch dargestellt ist. Dabei ergeben die Arbeitsflächen der Walzen 511, 512, 513 einen Walzquerschnitt 11, der eine konvex bombierte Dreiecksform aufweist. In einem zugehörigen Folgewalzgerüst 51' können ebenfalls drei Walzen eingesetzt werden, wie dies in Fig. 6 dargestellt ist, wobei die Form der Arbeitsflächen der Walzen 511', 512', 513' einen kreisrunden Walzquerschnitt 12 erbringt. Die Walzgerüste 52 und 52', 53 und 53', 54 und 54', 55 und 55', 56 und 56' können Walzen mit den gleichen Kaliberfolgen und abnehmenden Kaliberquerschnitt aufweisen. Bei der Walzung muß das Dreiecks-Kaliber nicht vollkommen gefüllt sein, hingegen ist beim Rundkaliber wegen der geforderten Produktabmessungen bzw. Abmessungstoleranzen eine vollkommene Kaliberfüllung erforderlich.

Vormaterial, beispielsweise aus Werkstoff Nr. 1.3247, im weichgeglühten Zustand mit einem Durchmesser von 5,5 mm, wird in einer oben prinzipiell beschriebenen Vorrichtung auf einen Durchmesser von 1,8 mm gewalzt. Dabei erfolgt bei einer Geschwindigkeit von 0,5 m/min in der Schnellerwärmungseinrichtung 3 mit direktem Stromdurchgang eine Erwärmung auf eine Temperatur von 780 °C, wobei dafür eine Leistung von ca. 45 kW dem Stromnetz 34 entnommen wird. Die für das Erreichen unterschiedlicher Vormaterialtem-

peraturen erforderliche elektrische Leistung ist dabei proportional dem Quotienten, gebildet aus Wärmegutgeschwindigkeit und Erwärmungsstrecke, so daß ein Nachregeln bei geänderten Parametern problemlos vorgenommen werden kann.

Beim Durchlaufen des Temperatenausgleichs- und Führungstunnels 41, der mit inertem Verbrennungsgas beaufschlagt ist und eine Länge von 2 mm aufweist, wird keine merkliche Minderung der Temperatur festgestellt. In der Verformungseinrichtung 5 bzw. im zwölfgerüstigen Kassettenwalzwerk wird z.B. die Verformung mit einer Kalibrierung und einem jeweiligen Verformungsgrad gemäß der Tabelle 1 vorgenommen.

10

	Walzgerüst	Ausgangsdurch- messer 5,5 mm	Verformungs- grad (rund-rund)
15	51	1. Kaliber = 3 kt 5,3	
	51'	2. Kaliber = 0 4,9	21%
	52	3. Kaliber = 3 kt 4,5	
20	52'	4. Kaliber = 0 4	34%
	53	5. Kaliber = 3 kt 3,7	
	53'	6. Kaliber = 0 3,25	34%
	54	7. Kaliber = 3 kt 3,0	
25	54'	8. Kaliber = 0 2,7	31%
	55	9. Kaliber = 3 kt 2,6	
	55'	10. Kaliber = 0 2,2	33%
30			
	56	11. Kaliber = 3 Kt 2,0	
	56'	12. Kaliber = 0 1,8	33 %
35			
		Enddurchmesser 0 1,8	89 %

40

Aus dem letzten Kaliber tritt Runddraht mit einer Geschwindigkeit von ca. 4,7 m/sec aus, wobei die Gesamtquerschnittsverformung ca. 89 % beträgt.

Die jeweiligen Querschnitte, die auf Grund der Kalibrierung nach den einzelnen Stichen vorliegen, sind anhand von Querschliffen des Walzgutes aus Fig. 7 ersichtlich, wobei im Bild rechts oben der Ausgangsquerschnitt von 5,5 mm Durchmesser und links unten der Endquerschnitt von 1,8 mm Durchmesser dargestellt sind. Untersuchungen des Walzmaterials zeigten eine vollkommene Maßhaltigkeit und gute Oberflächenqualität der Runddrähte über die gesamte Walzlänge, was auf den Erhalt des Umformvermögens des Materials bei Temperaturen von mindestens 400 °C und höchstens AC1-Temperatur bei der Walzverformung auch bei hohen Querschnittsabnahmen hinweist.

Zwischen den Walzgerüsten können Kühleinrichtungen 5 angeordnet sein. In Fig. 8 sind derartige Kühleinrichtungen prinzipiell dargestellt, wobei zwischen den Walzen 511 bzw. 512 und 521 ein Kühlelement 61 positioniert ist. Die Kühlelemente bestehen, wie am oberen Kühlelement dargestellt ist, beispielsweise aus einem Anschluß 611, einer Kühlmediumszuleitung 612 und einem Düsenkopf 613. Mittels der Düsen 615 und 614 können die Walzen 511 und 521 mit Kühlmedium beaufschlagt werden, wobei die Strahlen der Düse 614 auf das Walzgut gerichtet sind. Die einzelnen Ströme der Kühlmedien können getrennt regelbar ausgeführt sein, wobei die Regelungen in der Skizze nicht dargestellt sind.

Eine Verwendung von Hartmetall oder vergütetem Schnellstahl als Walzenwerkstoff hat sich aus wirtschaftlichen und technischen Gründen als vorteilhaft erwiesen. Die Aufbringung von Hartstoffschichten

auf Walzenarbeitsflächen zur Verminderung von Walzenverschleiß wurde von der Fachwelt als nicht zielführend bzw. als den Walzprozeß behindernd angesehen, weil Hartstoffschichten die Reibung zwischen Walzenarbeitsfläche und Walzgutoberfläche verringert und deshalb kein Einzug des Walzgutes in das Kaliber erfolgen kann. Überraschenderweise hat sich jedoch gezeigt, daß bei einer Vorrichtung mit mehr als

5 zwei Walzgerüsten hintereinander in Walzrichtung angeordnet und mit jeweils zwei oder mehreren Arbeitswalzen eine Hartstoffbeschichtung der Walzenarbeitsflächen zu einer Beeinträchtigung des Walzprozesses führt, daß jedoch eine wesentliche Verlängerung der Walzenstandzeit bei verbesserter Walzgutqualität gegeben ist.

10 Patentansprüche

1. Verfahren zur Verformung von draht- und stabförmigem Vormaterial mit einer geringen Dicke von unter 10 mm aus lufthärtenden Werkzeugstählen, insbesondere Schnellstählen, mit geringem Formänderungsvermögen und/oder hoher Formänderungsfestigkeit bei Raumtemperatur, wobei das weichgeglüh-
- 15 te Vormaterial auf eine Temperatur von mindestens 400 ° C und höchstens AC1-Temperatur bzw. Umwandlungstemperatur in das Gammagefüge der Legierung erwärmt und verformt wird, mit der Maßgabe, daß die Erwärmung des Vormaterials als kontinuierliche Schnellerwärmung mittels direkten Stromdurchganges durchgeführt und nach der kontinuierlichen Schnellerwärmung des Vormaterials und vor dem ersten Verformungsschritt eine Zeitspanne von 0,5 sec zwecks Temperatenausgleiches
- 20 vorgesehen und anschließend eine mehr als zweistufige Verformung durch Walzen mit einer Einlaufgeschwindigkeit des Vormaterials von mindestens 0,2 m/sec und mit einer Querschnittsverminderung von mindestens 10% je Verformungsstufe und insgesamt von mindestens 40 % durchgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Erwärmungsstrecke bzw. der Abstand
- 25 der elektrischen Kontaktelemente variiert wird und die für die Erhöhung der Temperatur auf mindestens 400 ° C, höchstens auf AC1-Temperatur, erforderliche elektrische Leistung proportional dem Quotienten gebildet aus Vormaterialgeschwindigkeit und Erwärmungsstrecke geregelt wird und die Endenvorwärmung des Vormaterials für den Beginn des Verformungsverfahrens bei kurzer Erwärmungsstrecke durchgeführt wird.
- 30 3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verformung des Vormaterials durch Walzen mit einer Querschnittsabnahme von insgesamt mindestens 60 % vorgenommen wird.
- 35 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Walzverformung in mehreren Schritten bzw. mehreren Stichen mit jeweils einer Querschnittsabnahme von mindestens 15 % und/oder einer Höhenabnahme von mindestens 20 %, vorzugsweise mindestens 30 %, vorgenommen wird.
- 40 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß nach jeder oder nach mehreren Walzverformungen eine Kühlung der Walzenoberfläche und/oder des Walzgutes vorgenommen wird, wobei die Kühlleistung des Walzgutes größenordnungsmäßig entsprechend der in Wärme umgesetzten Verformungsleistung des/der vorangegangenen Stichts(e) geregelt wird.
- 45 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Walzung des Vormaterials im ersten Stich bei einer Einlaufgeschwindigkeit von mindestens 0,5 m/sec erfolgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die mehr als zweistufige Verformung mit großer Querschnittsverminderung in einem Mehrrollenwalzwerk durchgeführt wird.
- 50 8. Vorrichtung zur Verformung von draht- oder stabförmigem Vormaterial mit einer geringen Dicke von unter 10 mm aus lufthärtenden Werkzeugstählen und Schnellstählen mit geringem Formänderungsvermögen und/oder hoher Formänderungsfestigkeit bei Raumtemperatur; bestehend im wesentlichen aus einer Erwärmungseinrichtung, gegebenenfalls einer Temperaturregelungs- und Führungseinrichtung
- 55 und einer Verformungseinrichtung, zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, mit der Maßgabe, daß in Richtung des Vormaterialdurchlaufes im wesentlichen nach der Schnellerwärmungseinrichtung (3) zur Einstellung der Temperatur von mindestens 400 ° C und von höchstens AC1-Temperatur bzw. Umwandlungstemperatur in das Gammagefüge der Legierung des weichgeglüh-

- ten Vormaterials (1) eine als Leit- und Temperatenausgleichsstrecke dienende Einrichtung (4), z.B. Ausgleichstunnel (41), angeordnet ist, nach welcher Einrichtung (4) zumindest eine Verformungseinrichtung (5) für eine mehr als zweistufige Verformung durch Walzen angeordnet ist, und daß die Schnellerwärmungseinrichtung (3) als Einrichtung mit direktem Stromdurchgang durch das Vormaterial bzw. Walzgut (1) ausgebildet ist.
- 5
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Schnellerwärmungseinrichtung (3) zusätzlich mit variierbarer Erwärmungsstrecke ausgebildet ist.
- 10
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Leit- und/oder Temperatenausgleichseinrichtung (4) beheizbar und/oder in dieser (diesen) eine Schutzgasatmosphäre einstellbar ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verformung mindestens zwei Walzgerüste (51) und (52) bzw. (51) und (51'), gegebenenfalls bis (56') mit jeweils zwei oder mehreren Arbeitswalzen (511, 512, 521, 522, 523, 524) hintereinander in Walzrichtung angeordnet sind.
- 15
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Walzen in Durchlaufrichtung abwechselnd eine offene und eine geschlossene Kaliberform aufweisen, wobei das letzte Kaliber ein geschlossenes Kaliber, gegebenenfalls ein Maßkaliber, ist.
- 20
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitswalzen in vorzugsweise allen Walzgerüsten, insbesondere im letzten Walzgerüst, eine geschlossene Kaliberform aufweisen.
- 25
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Walzen in den Walzgerüsten einzeln mit entsprechender Drehzahlsteuerung oder gemeinsam mit entsprechenden Drehzahlübersetzungen und Kaliberformfolgen antreibbar sind.
- 30
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Walzgerüste unabhängig voneinander fixiert und mit der Antriebseinrichtung verbunden sind, wobei vorzugsweise das mehrgerüstige Walzwerk als Kassettenwalzwerk ausgebildet ist.
- 35
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Walzgerüsten eine regelbare Kühleinrichtung (61, 62) angeordnet ist, mit welcher Kühlmedium auf die Walzenoberflächen und/oder auf das Walzgut aufbringbar ist.
- 40
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Walzen aus Hartmetall oder vergütetem Schnellstahl gebildet sind und gegebenenfalls eine Hartstoffbeschichtung aufweisen.

Claims

- 45
1. A process for deforming wire- and rod-like basic material having a low thickness of less than 10 mm from air-hardenable tool steels, in particular high-speed steels, having a low deformability and/or a resistance to deformation at room temperature, the soft-annealed basic material being heated to a temperature of at least 400 °C and at most the Ac 1 temperature or temperature of transformation into the gamma structure of the alloy and being deformed, with the proviso that heating of the basic material is effected as continuous rapid heating by means of directly passing current and, after the continuous rapid heating of the basic material and prior to the first deformation stage, an interval of 0.5 seconds is provided for temperature equalization and then a more than two-stage deformation is effected by rolling at an entry speed of the basic material of at least 0.2 m/sec and with a reduction in cross-section of at least 10% per deformation stage and, in total, of at least 40%.
- 50
2. A process according to Claim 1, characterized in that the heating section or the spacing of the electrical contact elements is varied, and the electrical power required to increase the temperature to at least 400 °C, but at most to the Ac 1 temperature, is regulated in proportion to the quotient formed from the
- 55

speed of the basic material and the heating section, and the final preheating of the basic material for the start of the deformation process is effected in a short heating section.

- 5 3. A process according to one of Claims 1 or 2, characterized in that the deformation of the basic material is effected by rolling with a total reduction in cross-section of at least 60%.
- 10 4. A process according to one of Claims 1 to 3, characterized in that the rolling deformation is effected in a plurality of stages or a plurality of passes each with a reduction in cross-section of at least 15% and/or a reduction in height of at least 20%, preferably at least 30%.
- 15 5. A process according to one of Claims 1 to 4, characterized in that cooling of the roll surface and/or of the rolled material is effected after each rolling deformation or after a plurality of rolling deformations, the order of magnitude of the cooling capacity of the rolled material being regulated according to the deformation power, converted to heat, of the preceding pass(es).
- 20 6. A process according to one of Claims 1 to 5, characterized in that the rolling of the basic material is effected in the first pass at an entry speed of at least 0.5 m/sec.
- 25 7. A process according to one of Claims 1 to 6, characterized in that the more than two-stage deformation is effected with a large reduction in cross-section in a multi-roll rolling mill.
- 30 8. An apparatus for deforming wire- or rod-like basic material having a low thickness of less than 10 mm from air-hardenable tool steels and high-speed steels having a low deformability and/or a high resistance to deformation at room temperature, substantially comprising a heating device, optionally a temperature regulation and guide device and a deformation device, for effecting the process according to one of Claims 1 to 7, with the proviso that a device (4) serving as a guide section and/or temperature equalizing section, e.g. a temperature equalizing tunnel (41), is disposed, as viewed in the direction of passage of the basic material, substantially downstream of the rapid heating device (3) for adjusting the temperature to at least 400 °C and at most the Ac 1 temperature or the temperature of transformation into the gamma structure of the alloy of the soft-annealed basic material (1) and there is provided, downstream of the device (4), at least one deformation device (5) for a more than two-stage deformation by rolling, and in that the rapid heating device (3) is constructed as a device with direct passage of current through the basic material or rolled material (1).
- 35 9. An apparatus according to Claim 8, characterized in that the rapid heating device (3) is additionally constructed to have a variable heating section.
- 40 10. An apparatus according to one of Claims 8 or 9, characterized in that the guide and/or temperature equalizing device (4) is heatable and/or an inert gas atmosphere may be established therein.
- 45 11. An apparatus according to one of Claims 8 to 10, characterized in that, for deformation, at least two roll stands (51) and (52) or (51) and (51'), optionally up to (56'), each having two or more working rolls (511, 512, 521, 522, 523, 524), are disposed one behind the other in the direction of rolling.
- 50 12. An apparatus according to one of Claims 8 to 11, characterized in that, as seen in the direction of passage, the rolls alternately have an open and a closed groove form, the last groove being a closed groove, optionally a sizing groove.
- 55 13. An apparatus according to one of Claims 8 to 12, characterized in that the working rolls in preferably all of the roll stands, in particular in the last roll stand, have a closed groove form.
14. An apparatus according to one of Claims 8 to 13, characterized in that the rolls in the roll stands may be driven individually with corresponding speed control or together with corresponding speed transmission ratios and groove form sequences.
15. An apparatus according to one of Claims 8 to 14, characterized in that the roll stands are fixed independently of one another and are connected to the drive device, the multiple-stand rolling mill preferably being constructed as a cassette-type rolling mill.

16. An apparatus according to one of Claims 8 to 15, characterized in that there is disposed between the roll stands a regulable cooling device (61, 62) by means of which coolant may be applied to the roll surfaces and/or to the rolled material.
- 5 17. An apparatus according to one of Claims 8 to 16, characterized in that the rolls are formed from hard metal or quenched and tempered high-speed steel and optionally have a hard material coating.

Revendications

- 10 1. Procédé de mise en forme d'ébauche en forme de fil ou de barre de faible épaisseur (inférieure à 10 mm), en aciers pour outils trempants à l'air, notamment en aciers rapides, à faible capacité de déformation et/ou à forte résistance à la déformation à température ambiante, dans lequel on chauffe et on met en forme l'ébauche préchauffée à une température d'au moins 400 °C et d'au plus la température du point AC1 ou température de transformation de l'alliage en phase gamma, sous réserve qu'on
- 15 prévoit d'effectuer l'échauffement de l'ébauche selon un échauffement rapide continu au moyen d'un passage direct de courant et, après l'échauffement rapide continu de l'ébauche et avant la première étape de mise en forme, on prévoit un intervalle de temps d'au moins 0,5 s dans le but d'équilibrer la température et, ensuite, on effectue une mise en forme en plus de deux étapes par laminage avec une vitesse d'entrée de l'ébauche d'au moins 0,2 m/s et une réduction de section d'au moins 10% à
- 20 chaque étape de déformation et en tout d'au moins 40%.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on fait varier la longueur d'échauffement ou l'écartement des éléments de contact électriques, on règle la puissance électrique nécessaire à l'échauffement à une température d'au moins 400 °C et d'au plus la température du point AC1, à une
- 25 valeur proportionnelle au quotient formé à partir de la vitesse de l'ébauche et de la longueur d'échauffement et on effectue le préchauffage des extrémités de l'ébauche pour commencer le procédé de mise en forme au moyen d'une courte longueur d'échauffement.
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la mise en forme de l'ébauche est effectuée par laminage avec une diminution de section totale d'au moins 60%.
- 30 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la mise en forme par laminage est effectuée en plusieurs étapes ou plusieurs passes avec, à chaque fois, une diminution de section d'au moins 15% et/ou une diminution de hauteur d'au moins 20%, de préférence d'au moins
- 35 30%.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'après chaque ou après plusieurs laminages, on effectue un refroidissement de la surface de cylindre et/ou de la pièce à laminier, dans lequel on règle la puissance de refroidissement de la pièce à laminier à une valeur d'un
- 40 ordre de grandeur correspondant à la puissance de déformation transformée en chaleur de la ou des passe(s) précédente(s).
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le laminage de l'ébauche lors de la première passe s'effectue avec une vitesse d'entrée d'au moins 0,5 m/s.
- 45 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'on exécute la mise en forme en plus de deux étapes avec une forte diminution de section dans un laminoir à plusieurs cylindres.
- 50 8. Dispositif de mise en forme d'ébauche en forme de fil ou de barre de faible épaisseur (inférieure à 10 mm), en aciers pour outils trempants à l'air et aciers rapides à faible capacité de déformation et/ou à forte résistance à la déformation à température ambiante, comprenant essentiellement une installation d'échauffement, éventuellement une installation de réglage de température et de guidage et une installation de déformation pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, sous réserve que, dans le sens de passage du matériau, l'on ait disposé sensiblement
- 55 après l'installation (3) d'échauffement rapide pour établir une température d'au moins 400 °C et d'au plus la température du point AC1 ou température de transformation en phase gamma de l'alliage de l'ébauche (1) préchauffée une installation (4) servant de parcours de guidage et d'équilibrage de tempéra-

ture, par exemple un tunnel d'égalisation (41), installation (4) après laquelle on a disposé au moins une installation de mise en forme (5) pour effectuer une déformation en plus de deux étapes par laminage et que l'installation d'échauffement rapide (3) soit en forme d'installation à passage direct de courant à travers l'ébauche ou le produit à laminier (1).

5

9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'installation (3) d'échauffement rapide est de plus conformée avec une longueur d'échauffement variable.

10

10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 8 ou 9, caractérisé en ce que l'installation (4) de guidage et/ou d'équilibrage de température peut être chauffée et/ou que l'on peut y installer une atmosphère de gaz de protection.

15

11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, caractérisé en ce que pour la mise en forme, on dispose d'au moins deux cages de laminoirs (51) et (52) ou (51) et (51'), éventuellement jusqu'à (56'), avec à chaque fois deux ou plusieurs cylindres de travail (511, 512, 521, 522, 523, 524) les uns à la suite des autres dans le sens de laminage.

20

12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, caractérisé en ce que les cylindres dans le sens du passage présentent alternativement une forme de calibrage ouverte et fermée, le dernier calibre étant un calibre fermé, éventuellement un calibre de mesure.

25

13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 8 à 12, caractérisé en ce que les cylindres de travail, de préférence dans toutes les cages, en particulier dans la dernière cage, présentent une forme de calibrage fermée.

30

14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 8 à 13, caractérisé en ce que les cylindres à l'intérieur des cages peuvent être entraînés individuellement avec un pilotage de nombre de tours correspondant, ou ensemble avec des suites de formes de calibrage et des démultiplications de vitesse correspondantes.

35

15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 8 à 14, caractérisé en ce que les cages de laminoir sont fixées indépendamment l'une de l'autre et sont reliées à l'installation d'entraînement, le train de laminoir à plusieurs cages étant de préférence sous la forme d'un train de laminoir à cassettes.

40

16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 8 à 15, caractérisé en ce que, entre les cages, on dispose une installation de refroidissement (61, 62) réglable, dont le moyen de refroidissement peut être transféré sur les surfaces de cylindre et/ou la pièce à laminier.

45

17. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 8 à 16, caractérisé en ce que les cylindres sont constitués en métal dur ou en acier rapide traité et présentent éventuellement un revêtement en matériau dur.

50

55

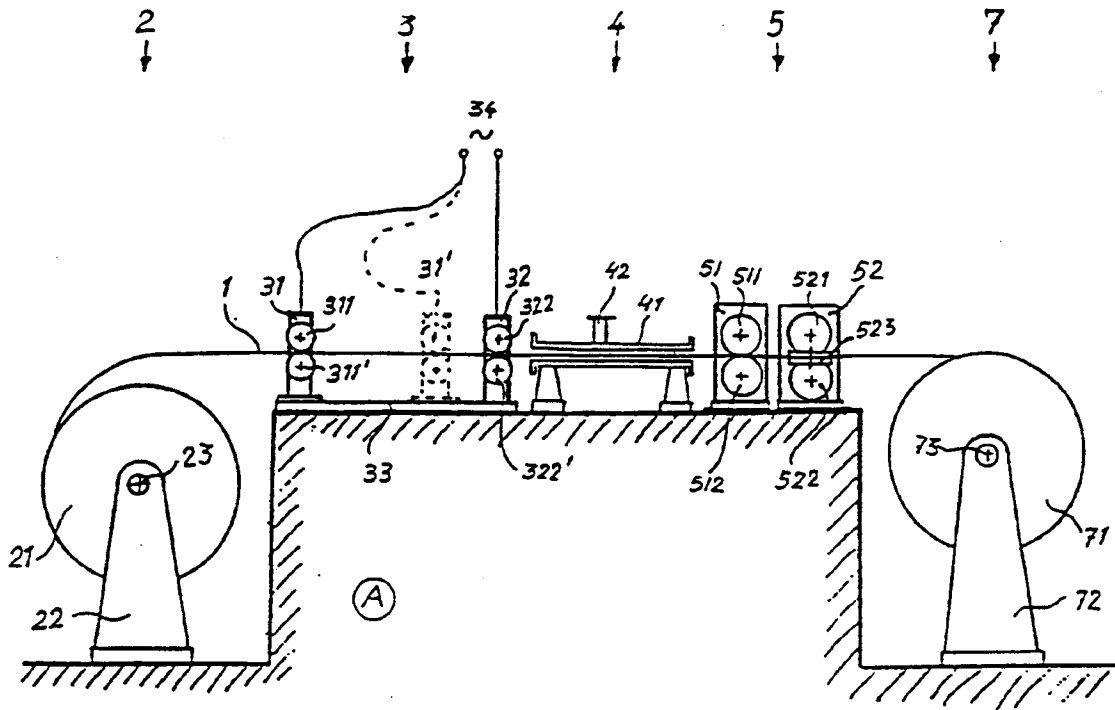


Fig: 1

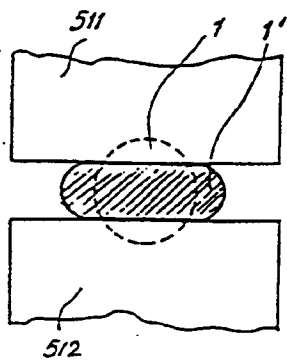


Fig: 2

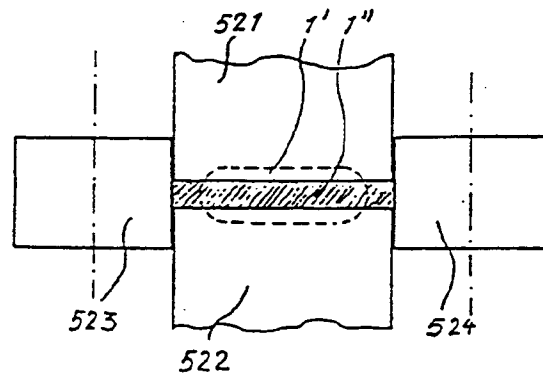


Fig: 3

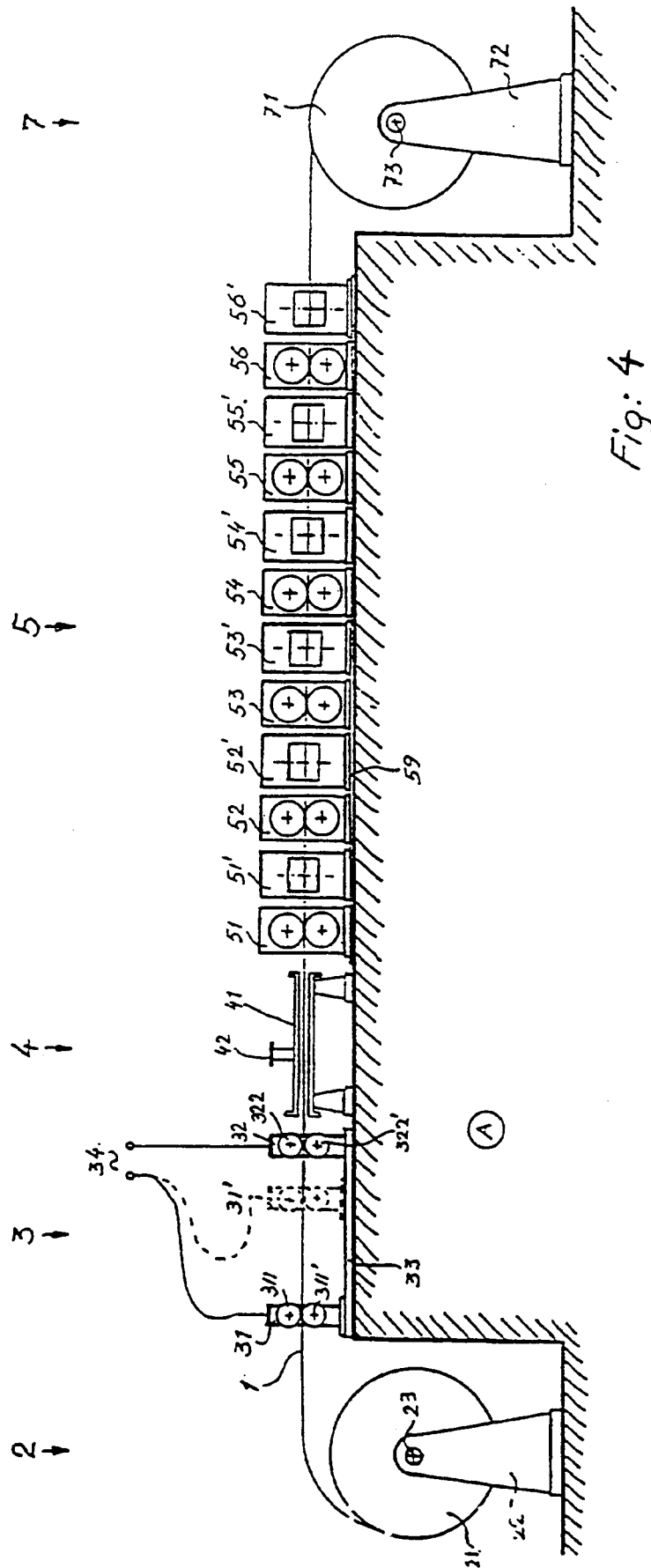


Fig. 4

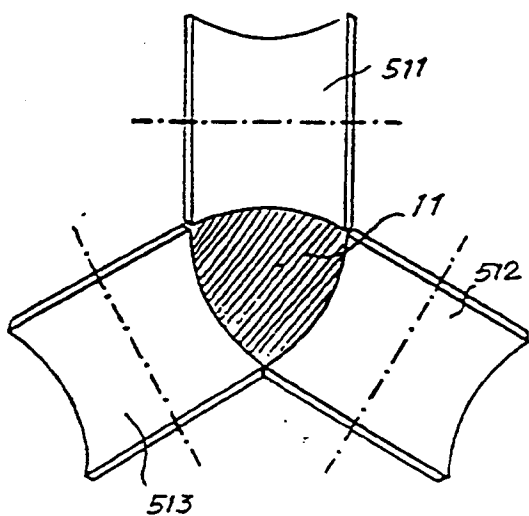


Fig: 5

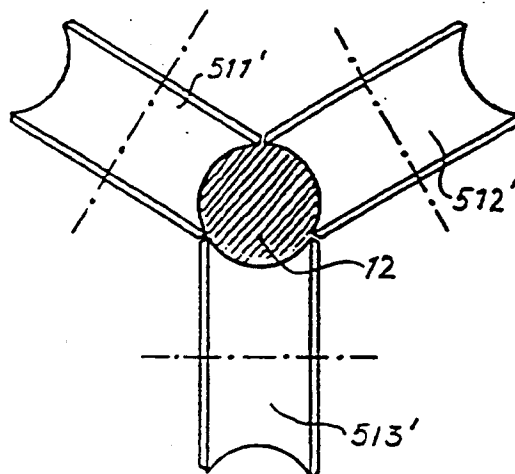


Fig: 6

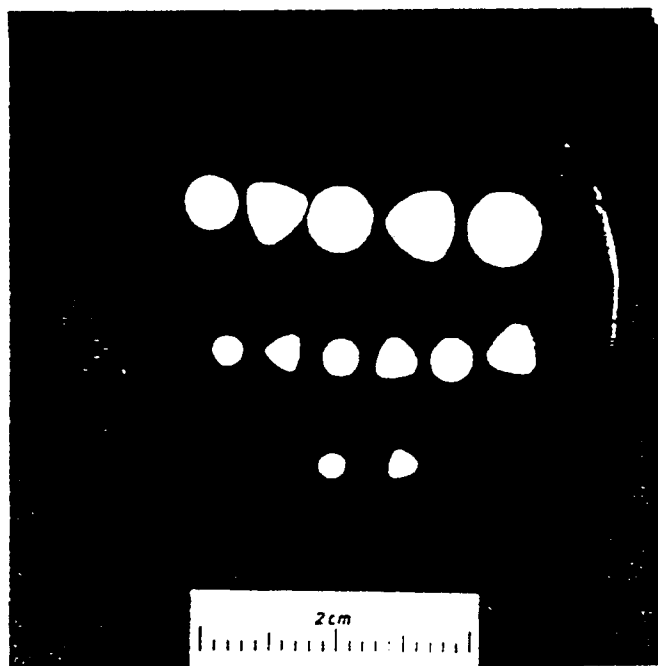


Fig: 7

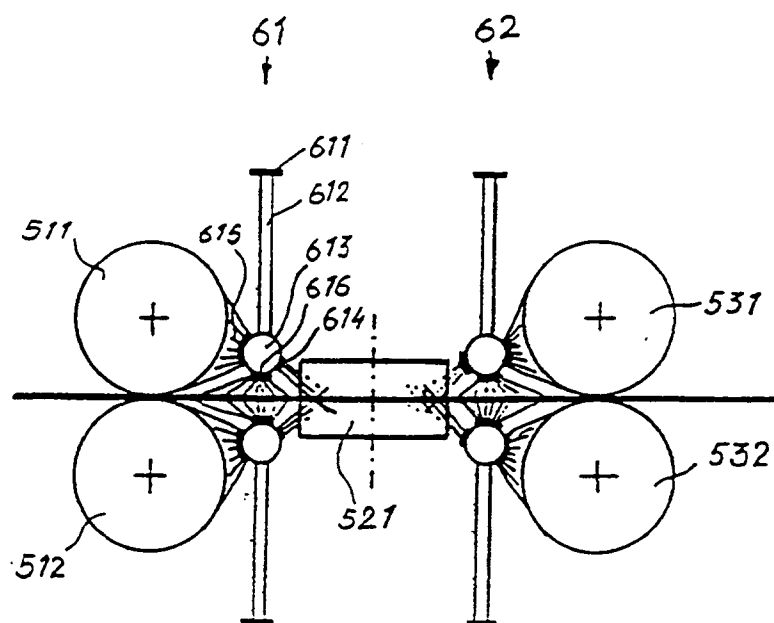


Fig: 8