



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 01 057 T2** 2005.01.27

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 300 204 B1**

(51) Int Cl.⁷: **B21D 13/04**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 01 057.8**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 021 265.0**

(96) Europäischer Anmeldetag: **19.09.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **09.04.2003**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **25.08.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **27.01.2005**

(30) Unionspriorität:

970572 04.10.2001 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:

Rohr, Inc., Chula Vista, Calif., US

(72) Erfinder:

**Meaney, John E., Bonita, US; Liebig, Thomas J.,
Chula Vista, US; Listak, Raymond R., Chula Vista,
CA 91905, US; Leholm, Robert B., Santee, US;
Switzer, Jeffery K., San Diego, US; Ellis, Peter H.,
Poway, US; Beyer, Jack D., Escondido, US**

(74) Vertreter:

**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &
Schwanhäusser, 80538 München**

(54) Bezeichnung: **Warme/heisse Welleneinrichtung und Verfahren zum Wellen von Folien mit niedriger Duktilität**

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).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein das Gebiet der Bearbeitung von Metallfolien und insbesondere das Wellen von Metallfolien, die geringe Verformbarkeit bei Raumtemperatur aufweisen, wie beispielsweise Folien aus gamma-Titan-Aluminid (γ -TiAl).

Hintergrundinformationen

[0002] Aufgrund des geringen Gewichts und der vorteilhaften mechanischen Eigenschaften bei höheren Temperaturen, die γ -TiAl aufweist, ist erheblicher Forschungsaufwand hinsichtlich der Erzeugung und Herstellbarkeit von Waben-Sandwichplatten für den Hochtemperatureinsatz in der Luft- und Raumfahrt betrieben worden. Um Kernsegmente aus γ -TiAl zum Einsatz in Wabenplatten-Konstruktionen herzustellen, ist das Formen/Wellen von dünnem Folienband erforderlich. Ein erhebliches Problem bei γ -TiAl besteht darin, dass es geringe Verformbarkeit bei Raumtemperatur aufweist, wodurch es schwierig ist, es bei Raumtemperatur zu formen. Des Weiteren wird es anfällig für Oberflächenoxidation, wenn es auf hohe Temperaturen ($< 760^{\circ}\text{C}$ (1400°F)) erhitzt wird. Weiterhin kann es beim Warmformen von Dünnschichten aus jedem Metall zu schnellem Wärmeverlust in der Folie während des Formvorgangs kommen, wenn die Folie mit den ihr zugewandten Flächen der Formwerkzeuge der Maschine (beispielsweise Form-Zahnräder) in Kontakt kommt. Diese Situation verstärkt die Probleme bei der kontinuierlichen Herstellung eines Enderzeugnisses, das die gewünschte Form hat und frei von Fehlern (beispielsweise Rissen und veränderter Oberflächen-Kornstruktur) ist. Des Weiteren kann die Umgebung um den Bereich des Formwerkzeugs herum auch zu den Schwierigkeiten beim Formen/Wellen der Folie bezüglich der Diffusion über Zwischengitterplätze (interstitial diffusion) beitragen.

[0003] Das Dokument GB-A-2 109 293 offenbart:

eine Maschine zum Wellen eines Metallfolienbandes, die eine steuerbare Wärmequelle zum Erhitzen des Metallfolienbandes;
einen Werkzeugsatz, der so eingerichtet ist, dass er Wellen in dem Metallfolienband ausbildet;
Zuführelemente, die das Metallfolienband zu den Werkzeugen zuführen und leiten;
einen Antrieb für den Werkzeugsatz, der mit dem Werkzeugsatz verbunden ist, um den Werkzeugsatz zu betätigen; und
Ausgabeelemente, die das Band aus den Werkzeugen leiten, umfasst,
sowie ein Verfahren zum Einsatz der Maschine.

[0004] Aus den obenstehenden und anderen Gründen besteht daher ein Bedarf nach einer Maschine

sowie einem Verfahren zum Wellen von Metallfolien, die geringe Verformbarkeit bei Raumtemperatur aufweisen. Insbesondere besteht ein Bedarf nach einer Maschine und einem Verfahren zum Wellen derartiger Metallfolien unter Bedingungen, die zuverlässige Herstellung einer gewellten Metallfolie gewährleisten, die frei von Fehlern ist und eine gewünschte Endform hat.

Zusammenfassung der Erfindung

[0005] Der obenstehende Bedarf wird gemäß der Erfindung mit einer Maschine zum Wellen von Metallfolienbandabschnitten erfüllt, die ein Gehäuse, das eine Kammer bildet, und eine steuerbare Wärmequelle zum Erhitzen der Kammer enthält. Ein Gas oder eine Kombination von Gasen können in die Kammer eingeleitet werden oder auch nicht. Wenigstens ein Wellenformender Werkzeugsatz, der sich in der Kammer befindet, formt Wellen in das Metallfolienband. Folieneintritts-Zuführelemente dienen dem Zuführen und dem Leiten des Metallfolienbandes von außerhalb der Kammer in die Kammer hinein und zu dem Werkzeugsatz. Ein Antrieb für den Werkzeugsatz ist außerhalb der Kammer angebracht und mit dem Werkzeugsatz verbunden, um den Werkzeugsatz zu betätigen. Folienaustritts-Ausgabeelemente leiten das Band von dem Werkzeugsatz weg und aus der Kammer heraus.

[0006] Die Wärmequelle für die Kammer hält durch den Einsatz von Konvektions- oder Strahlungsheizung oder einer Kombination daraus eine quasi isothermische Temperatur des Werkzeugsatzes aufrecht und erhitzt auch das Folienband, wenn es zu dem Werkzeugsatz geleitet wird, so dass, wenn es mit dem Werkzeugsatz bearbeitet wird, es ausreichende Verformbarkeit aufweist, um ohne Rissbildung geformt zu werden. Des Weiteren verhindert der erhitzte Werkzeugsatz jeglichen Wärmeverlust von dem Folienband zum Zeitpunkt der Bearbeitung, der seine mechanischen Eigenschaften ändern könnte. Die Antriebe für den Werkzeugsatz befinden sich außerhalb der Kammer, wo sie vor der Wärme geschützt sind.

[0007] In einigen Fällen kann das Folienband gewellt werden, ohne die Kammer auf eine Temperatur zu erhitzen, die so hoch ist, dass sie den Werkzeugsatz, das Folienband oder beide oxidiert. Wenn die Maschine und das Verfahren Temperaturen in der Kammer bewirken, die so hoch sind, dass der Werkzeugsatz oder das Folienband oder beide oxidiert werden, kann eine Quelle, die der Kammer ein inertes Gas mit einem gesteuerten Gasdurchfluss zuführt, eingesetzt werden.

[0008] Es sind, wie weiter unten ausführlicher erläutert, zwangsläufig erhebliche Gefälle der Wärme über die Länge des Folienbandes vorhanden, das sich zu

einem beliebigen Zeitpunkt zwischen einer Zuführrolle des Folienmaterials und dem Ausgabepunkt des gewellten Folienbandes nach dem Verlassen der erhitzten Kammer befindet. An der Eintrittsseite der Kammer unmittelbar außerhalb einer Öffnung in einer Wand der Kammer, durch die das Band in die Kammer eintritt, wird der kühle eintretende Teil des Bandes nicht soweit erhitzt, dass er Oxidation ausgesetzt ist. In der Kammer verhindert das inerte Gas Oxidation des Bandes. Der Abschnitt des Bandes zwischen dem Werkzeugsatz und einer Austrittsöffnung aus der Kammer wird in der Nähe der Austrittsöffnung zunehmend kühler, und zwar aufgrund sowohl von Wärmeverlust durch Leitung entlang des Bandes zum kühleren Teil des Bandes außerhalb der Kammer als auch durch die kühleren Gase, die in der Nähe der Wände der Kammer vorhanden sind. Dementsprechend ist das Band, wenn es die Kammer verlässt, nicht mehr heiß genug, um durch die Umgebungsluft oxidiert zu werden.

[0009] In bevorzugten Ausführungen ist das Gehäuse doppelwandig und flüssigkeitsgekühlt, so dass ein großes Temperaturgefälle über die Gasumgebung in der Nähe der Gehäusekammerwände (sowie über die Kammerdoppelwände) erzeugt wird. Diese Temperaturgefälle ermöglichen es, dass Abschnitte des Bandes außerhalb der Kammer auf ausreichend niedrigen Temperaturen bleiben, um Oxidation zu vermeiden, und dass die Außenseite des Gehäuses auf einer relativ niedrigen Temperatur gehalten wird.

[0010] Das Gehäuse kann Trennwände, die eine Mittelkammer und Abschluss-Teilkammern an einander gegenüberliegenden Enden der mittleren Teilkammer bilden, sowie Öffnungen zwischen der Mittelkammer und jeder Teilkammer enthalten, über die das Folienband zwischen den Teilkammern hindurchtritt. Dieser Formaufbau der gesamten Kammer ermöglicht es, dass ein Folienband in die Mittel-Teilkammer von einer Abschluss-Teilkammer eintritt, und von der Mittel-Teilkammer in die andere Abschluss-Teilkammer gelangt. Die Trennwände können mit internen "Wassermänteln" gekühlt werden. Der Werkzeugsatz und die Heizelemente zum Erhitzen des Gases befinden sich in der Mittel-Teilkammer. Das inerte Gas wird der Mittelkammer zugeführt. Die Trennwände der Mittelkammer erzeugen ein Temperaturgefälle zwischen dem Innenraum der Mittelkammer und dem Innenraum der Abschluss-Teilkammern. Das inerte Gas tritt von der Mittel-Teilkammer durch die Öffnungen in den Trennwänden in die Abschluss-Teilkammer ein. Die Folien-Zuführelemente und die Folienaustritts-Ausgabelemente leiten das Band durch die Teilkammern und/oder durch die Mittelkammer.

[0011] Die Folien-Zuführelemente können Leitelemente in der Kammer enthalten, die einen Schlangenlinien-Ausgabeweg für das Band bilden, so dass

das Band erhitzt werden kann, bevor es den Werkzeugsatz erreicht. Zu anderen geeigneten Zuführelementen gehören eine Leitbahn, die das Band auf einem Weg von der Zuführöffnung in einer Wand des Gehäuses zu dem Werkzeugsatz trägt. Die Leitbahn bildet einen Weg zur Wärmeleitung über ihre Länge, so dass die Bahn an die Wand des Gehäuses angrenzend relativ kühl und in der Nähe des Werkzeugsatzes relativ heiß ist. Die Bahn kann so ausgeführt sein, dass sie ein gewünschtes Temperaturgefälle über ihre Länge erzeugt. Das Folienband, das mit der Bahn in Kontakt ist, tauscht Wärme mit der Bahn aus und besitzt eine Temperatur sowie ein Temperaturgefälle nahe an dem der Bahn. Desgleichen, und mit ähnlicher Wirkung können die Ausgabeelemente eine Leitbahn enthalten, die das Band auf einem Weg von dem Werkzeugsatz zu der Austrittsöffnung in einer Wand des Gehäuses trägt, oder daraus bestehen.

[0012] Die Werkzeuge in dem Gehäuse können einen Vorform-Werkzeugsatz enthalten, der Wellen teilweise formt, sowie einen End-Werkzeugsatz, der die Wellen vollständig formt. Das Formen von Wellen in zwei (oder mehr) Stufen beeinflusst das Maß an Folien-Rückfederung. Bei einer ähnlichen abschließenden Folienwellenform ist die Umformgeschwindigkeit beim Formen in jeder Stufe eines zweistufigen Formprozesses geringer (bei einem bestimmten Maschinendurchsatz) als beim Einsatz eines lediglich einstufigen Formprozesses.

[0013] Verschiedene Werkzeugsätze können in einer Maschine gemäß der Erfindung eingesetzt werden, so beispielsweise:

1. Ein angetriebenes Formrad mit Formzähnen und ein Lauf-Formrad mit Formzähnen, die mit den Formzähnen des angetriebenen Formrads in Eingriff kommen, das von dem angetriebenen Formrad angetrieben wird.
2. Ein angetriebenes Formrad mit Formzähnen, ein Lauf-Vorformrad mit Formzähnen, die mit den Formzähnen des angetriebenen Formrades an einer ersten Position am Umfang des angetriebenen Formrades in Eingriff sind, das von dem angetriebenen Formrad angetrieben wird, sowie ein Lauf-Endformrad mit Formzähnen, die mit den Formzähnen des angetriebenen Formrades an einer zweiten Position am Umfang des angetriebenen Formrades in Eingriff sind, die von der ersten Position beabstandet ist, das von dem angetriebenen Formrad angetrieben wird.
3. Ein angetriebenes Formrad mit Formzähnen, ein Lauf-Formrad mit Formzähnen, die mit den Formzähnen des angetriebenen Formrades in Eingriff sind, und ein Räderzug, der das angetriebene Formrad und das Lauf-Formrad so koppelt, dass sowohl das angetriebene als auch das Lauf-Formrad drehend angetrieben werden;

4. Ein Vorform-Werkzeugsatz und ein separater End-Werkzeugsatz, die jeweils ein angetriebenes Formrad mit Formzähnen, ein Lauf-Formrad mit Formzähnen, die mit den Formzähnen des angetriebenen Formrades in Eingriff sind, sowie einen Räderzug haben, der das angetriebene Formrad und das Lauf-Formrad so verbindet, dass sowohl das angetriebene als auch das Lauf-Formrad drehend angetrieben werden, wobei das angetriebene Formrad eines der Werkzeugsätze von dem angetriebenen Formrad des anderen Werkzeugsatzes angetrieben wird.

5. Ein angetriebenes Formrad mit Zähnen, die Hohlräume bilden, sowie ein Stempel, der einen Zahn hat, dessen Form im Wesentlichen komplementär zur Form der Hohlräume ist. Bei einem Werkzeugsatz aus Formrad und Stempel enthält der Antrieb einen Drehantrieb, der das angetriebene Formrad antreibt, sowie einen sich hin- und herbewegenden Schubantrieb, der den Stempel radial zu dem Formrad antreibt. Vorzugsweise dreht der Drehantrieb das Formrad intermittierend mit einer Verweilperiode, während der der Stempel eine Welle in dem Band erzeugt, indem das Band in einen Hohlraum des Formrades verformt wird. Der Stempel kann einen Haltefuß enthalten, der bei jedem Formhub des Zahns des Stempels eine austretende Schleife einer Welle des Bandes mit der Spitze des Zahns des Formrades an der Austrittsseite des Hohlraums in Kontakt bringt.

6. Ein Vorform-Werkzeugsatz und ein End-Werkzeugsatz, wobei beide Sätze gemeinsam ein angetriebenes Formrad nutzen, das Zähne hat, die Hohlräume bilden. Der Vorform-Werkzeugsatz enthält einen Vorform-Stempel mit einem Zahn, dessen Form teilweise komplementär zur Form der Hohlräume ist. Der End-Vorform-Werkzeugsatz enthält einen End-Stempel mit einem Zahn, dessen Form im Wesentlichen komplementär zur Form der Hohlräume ist. Der End-Stempel ist in der Umfangsrichtung des Formrades von dem Vorform-Stempel beabstandet. Der Antrieb enthält einen Drehantrieb, der vorzugsweise intermittierend mit einer Verweilperiode während der Betätigung der Stempel angetrieben wird, und das angetriebene Formrad dreht, und einen sich hin- und herbewegenden Schubantrieb, der jeden Stempel radial zu dem Formrad antreibt. Jeder Stempel kann einen Haltefuß aufweisen, der bei jedem Formhub des Zahns des Stempels eine austretende Schleife einer Welle des Bandes mit der Spitze des Zahns des Formrades an der Austrittsseite des Hohlraums in Kontakt bringt.

[0014] Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Wellen eines Metallfolienbandes geschaffen, das umfasst:

Bereitstellen eines Gehäuses, das eine Kammer bildet;

Halten der Kammer auf einer Temperatur, die hoch genug ist, um das Folienband so zu erhitzen, dass Wellen in dem Band geformt werden können, wenn das Band durch die Kammer bewegt wird;
Zuführen und Leiten des Metallfolienbandes von außerhalb der Kammer in die Kammer hinein und zu einem Werkzeugsatz, der sich in der Kammer befindet;
Ausbilden von Wellen in dem Band unter Verwendung des Werkzeugsatzes, indem bewirkt wird, dass der Werkzeugsatz mittels eines Antriebs angetrieben wird, der außerhalb der Kammer angebracht und mit dem Werkzeugsatz gekoppelt ist; und
Leiten des Bandes von dem Werkzeugsatz weg und aus der Kammer heraus.

[0015] Vorzugsweise wird wenigstens ein Gas in die Kammer eingeleitet und mit der Wärmequelle erhitzt.

[0016] Vorzugsweise ist das Gehäuse doppelwandig und flüssigkeitsgekühlt.

[0017] Vorzugsweise umfasst das Verfahren des Weiteren den Schritt des Zuführens eines inerten Gases zu der Kammer mit einem gesteuerten Durchfluss.

[0018] Vorzugsweise enthält das Gehäuse Trennwände, die eine Mittel-Teilkammer und zwei Abschluss-Teilkammern an einander gegenüberliegenden Enden der Mittel-Teilkammer bilden, wobei eine Öffnung zwischen der Mittelkammer und jeder Teilkammer vorhanden ist und wobei Zuführelemente und Ausgabeelemente das Band durch die Teilkammern und die Öffnungen leiten und sich der Werkzeugsatz in der Mittel-Teilkammer befindet und das inerte Gas der Mittel-Teilkammer zugeführt wird.

[0019] Geeigneterweise schließt der Schritt des Zuführens des Bandes das Bewegen des Bandes auf einem Schlangenlinien-Ausgabebeweg innerhalb der Kammer ein, so dass das Band auf eine Temperatur erhitzt werden kann, die zum Ausbilden der Wellen geeignet ist, bevor es den Werkzeugsatz erreicht.

[0020] Geeigneterweise schließt der Schritt des Zuführens des Bandes das Bewegen des Bandes auf einer Leitbahn entlang und in Kontakt damit auf einem Weg von einer Öffnung in einer Wand des Gehäuses zu dem Werkzeugsatz ein.

[0021] Geeigneterweise schließt der Schritt des Ausgebens des Bandes das Bewegen des Bandes entlang einer Leitbahn und in Kontakt damit von dem Werkzeugsatz zu einer Öffnung in einer Wand des Gehäuses ein.

[0022] Geeigneterweise schließt der Schritt des Formens der Wellen das teilweise Formen der Wellen unter Verwendung eines Vorform-Werkzeugsatzes und weiteres Formen der Wellen unter Verwen-

ung eines End-Werkzeugsatzes ein.

[0023] Geeigneterweise werden die Wellen mit einem Werkzeugsatz geformt, der ein angetriebenes Formrad mit Formzähnen und ein Lauf-Formrad mit Formzähnen enthält, die mit den Formzähnen des angetriebenen Formrades in Eingriff sind, das von dem angetriebenen Formrad angetrieben wird.

[0024] Als Alternative dazu werden die Wellen mit einem Werkzeugsatz geformt, der ein angetriebenes Formrad mit Formzähnen und ein Lauf-Vorformrad mit Formzähnen, die mit den Formzähnen des angetriebenen Formrads an einer ersten Position am Umfang des angetriebenen Formrades in Eingriff sind, das von dem angetriebenen Formrad angetrieben wird, sowie ein Lauf-End-Formrad mit Formzähnen enthält, die mit den Formzähnen des angetriebenen Formrades an einer zweiten Position am Umfang des angetriebenen Formrads in Eingriff sind, die von der ersten Position beabstandet ist, das von dem angetriebenen Formrad angetrieben wird.

[0025] Als Alternative dazu werden die Wellen mit einem Werkzeugsatz geformt, der ein angetriebenes Formrad mit Formzähnen, ein Lauf-Formrad mit Formzähnen, die mit den Formzähnen des angetriebenen Formrades in Eingriff sind, und einen Räderzug enthält, der das angetriebene Formrad und das Lauf-Formrad so koppelt, dass sowohl das angetriebene als auch das Lauf-Formrad drehend angetrieben werden.

[0026] Als Alternative dazu werden die Wellen mit einem Vorform-Werkzeugsatz und einem End-Werkzeugsatz geformt, und jeder Werkzeugsatz enthält ein angetriebenes Formrad mit Formzähnen, ein Lauf-Formrad mit Formzähnen, die mit den Formzähnen des angetriebenen Formrads in Eingriff sind, sowie einen Räderzug, der das angetriebene Formrad und das Lauf-Formrad so verbindet, dass sowohl das angetriebene als auch das Lauf-Formrad drehend angetrieben werden.

[0027] Als Alternative dazu wird das angetriebene Formrad eines der Werkzeugsätze von dem angetriebenen Formrad des anderen Werkzeugsatzes angetrieben.

[0028] Als Alternative dazu werden die Wellen mit einem Werkzeugsatz geformt, der ein Formrad mit Formzähnen, die Hohlräume bilden, das drehend angetrieben wird, sowie einen Stempel, der einen Zahn hat, aufweist, dessen Form im Wesentlichen komplementär zu der Form der Hohlräume ist, und der linear und hin und her entlang einer Achse im Wesentlichen radial zu dem Formrad angetrieben wird.

[0029] Vorzugsweise wird das Formrad intermittierend mit Verweilperioden gedreht, während der der

Stempel wenigstens teilweise eine einzelne Welle in dem Band erzeugt, indem das Band in einen Hohlraum des Formrades hinein verformt wird. Geeigneterweise wird, während eine Welle mit dem Stempel geformt wird, eine austretende Schleife einer Welle des Bandes bei jedem Formhub des Zahns des Stempels von einem Fuß, der zu dem Stempel gehört, an der Spitze des Zahns des Formrades an der Austrittsseite des Hohlraums gehalten.

[0030] Als Alternative dazu werden die Wellen durch einen Vorform-Werkzeugsatz und einen End-Werkzeugsatz geformt, wobei beide Werkzeugsätze gemeinsam ein drehbar angetriebenes Formrad mit Zähnen, die Hohlräume bilden, nutzen und wobei der Vorform-Werkzeugsatz einen Vorform-Stempel mit einem Zahn enthält, dessen Form teilweise komplementär zur Form der Hohlräume ist, und der End-Vorform-Werkzeugsatz einen End-Stempel mit einem Zahn enthält, dessen Form im Wesentlichen komplementär zur Form der Hohlräume ist, wobei der End-Stempel in Umfangsrichtung von dem Vorform-Stempel beabstandet ist und wobei jeder Stempel durch einen sich hin und her bewegenden Schubantrieb radial zu dem Formrad angetrieben wird. Geeigneterweise wird das Formrad intermittierend mit Verweilperioden gedreht, während der die Stempel Wellen in dem Band durch Verformen des Bandes in Hohlräume des Formrades hinein formen. Vorzugsweise wird, während Wellen mit jedem Stempel geformt werden, eine austretende Schleife einer Welle des Bandes bei jedem Formhub des Zahns des Stempels an der Spitze des Zahns des Formrades an der Austrittsseite des Hohlraums gehalten.

[0031] Die obenstehende Beschreibung ist eine allgemeine Übersicht über Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung. Die ausführliche Beschreibung von Ausführungen der Erfindung, die folgt, ermöglicht es, die vorliegende Erfindung besser zu verstehen und den Beitrag zur Technik umfassender zu würdigen. Für den Fachmann liegt auf der Hand, dass die Ausführungen ohne weiteres als Basis zum Abwandeln oder Entwickeln anderer Strukturen und Verfahren zum Erfüllen der Zwecke der vorliegenden Erfindung genutzt werden können, wie sie in den beigefügten Ansprüchen dargelegt sind.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0032] Fig. 1 ist eine allgemein schematische Vorderansicht einer ersten Ausführung;

[0033] Fig. 2 ist eine allgemein schematische Vorderansicht einer zweiten Ausführung;

[0034] Fig. 3 ist eine allgemein schematische Vorderansicht einer dritten Ausführung;

[0035] Fig. 4 ist eine allgemein schematische Vorderansicht einer vierten Ausführung;

[0036] Fig. 5 ist eine allgemein schematische Vorderansicht einer fünften Ausführung;

[0037] Fig. 6 ist eine allgemein schematische Vorderansicht der Stempel- und Formrad-Werkzeuge der fünften Ausführung im Detail; und

[0038] Fig. 7 ist eine allgemein schematische Vorderansicht einer sechsten Ausführung.

Ausführliche Beschreibung der Erfindung

[0039] Wie unter Bezugnahme auf Fig. 1 zu sehen ist, weist die darin dargestellte Maschine ein doppelwandiges Gehäuse 10 auf, das durch Trennwände 12 und 14 unterteilt ist, um eine Mittel-Teilkammer 16 und Abschluss-Teilkammern 18 und 20 zu schaffen. Die Innenwand des Gehäuses 10 ist isoliert. Ein Kühlmittel, das Wasser sein kann, wird kontinuierlich durch den Mantel zwischen der Innen- und der Außenwand des Gehäuses 10 von einer Kühlmittelquelle 22 zu einem Kühlmittelauslass 24 zirkuliert. In der Praxis wird das Kühlmittel separat durch jede Doppelwandplatte (obere, untere, vordere und hintere) zirkuliert, die das Gehäuse bilden, sowie durch eine angelegte Zugangstür an der Vorderseite des Gehäuses.

[0040] Wenn Oxidation des Werkzeugsatzes bzw. des Folienbandes vermieden werden soll, wird ein inertes Gas, wie beispielsweise Argon, von einer Inertgasquelle 26 der Mittel-Teilkammer mit einem gesteuerten Gasdurchsatz zugeführt und wird über einen Abgasauslass 28 abgeleitet, der durch Rohre 28p mit den Abschluss-Teilkammern verbunden ist. Das inerte Gas füllt das Gehäuse 10 und wird kontinuierlich nachgefüllt, so dass im Wesentlichen der gesamte Sauerstoff aus den Teilkammern gespült wird, wobei dies jeglichen Sauerstoff einschließt, der von den Wänden des Gehäuses und Teilen der Maschine in der Kammer freigesetzt wird. Das inerte Gas in der Kammer wird durch Heizelemente 30 erhitzt, die sich in der Mittel-Teilkammer befinden. Die Temperatur des inertes Gases in der Kammer wird natürlich auf geeignete Weise gesteuert.

[0041] Das Folienband S, das in der Maschine gewellt werden soll, wird von einer Rolle R zugeführt, wird in die Abschluss-Teilkammer 18 über einen Schlitz in der Bodenwand des Gehäuses eingeleitet und wird auf einem gewundenen Weg, der durch Führungen 34 gebildet wird, zu einem Werkzeugsatz 36 (weiter unten beschrieben) geleitet, der Wellen in dem Folienband formt. Das gewellte Folienband wird auf einer Leitbahn 38 von dem Werkzeugsatz weggeleitet und tritt, nachdem es die Abschluss-Teilkammer 20 durchlaufen hat, über einen Schlitz aus dem Ge-

häuse aus. Das Band gelangt über eine Öffnung 30 an der Oberkante der Wand 12 aus der Abschluss-Teilkammer 18 in die Mittel-Teilkammer 16 und gelangt von der Mittel-Teilkammer 16 über eine Öffnung 15 an der Oberkante der Wand 14 in die Abschluss-Teilkammer 20. Die Öffnungen ermöglichen es, dass das inerte Gas, das von der Quelle 26 in die Mittel-Teilkammer 16 eintritt, aus der Mittel-Teilkammer 16 in die Abschluss-Teilkammern 18 und dann zu den Ableitrohren 28p strömt. Da das inerte Gas in der Kammer, die durch das Gehäuse 10 gebildet wird, einen Druck über dem atmosphärischen hat, ist der Gasaustritt aus der Kammer zur Außenseite des Gehäuses über die Schlitz, durch die das Folienband in die Kammer ein und aus ihr austritt, akzeptabel.

[0042] Es sind relativ große Temperaturgefälle innerhalb der Mittel- und der Abschluss-Teilkammern sowie zwischen der Mittel-Teilkammer und den Abschluss-Teilkammern vorhanden. Daher ist das Folienband S, das dünn ist und daher Wärme leicht in der Dickenrichtung leitet, Temperaturgefällen ausgesetzt, wenn es in die Teilkammern in dem Gehäuse 10 ein-, durch sie hindurch- und aus ihnen austritt. Die kühlest Bereiche der Kammer sind die niedrigsten Abschnitte der Abschluss-Teilkammern 18 und 20. Wenn das inerte Gas über die Öffnungen 13 und 15 strömt, gibt es Wärme an die Ober- und die Abschlusswände des Gehäuses ab. Wärme wird auch an das relativ kühle eintretende Folienband S abgegeben. Die höchsten Temperaturen in der Kammer, die durch das Gehäuse 10 gebildet wird, liegen im Mittelbereich der Mittel-Teilkammer 16, der von den gekühlten Wänden des Gehäuses entfernt ist, sowie in der Nähe der Heizelemente 30. Die Führungen 34 und der Werkzeugsatz 36 in der Mittel-Teilkammer 16, die mit dem Folienband in Kontakt kommen, werden von dem inertem Gas erhitzt, so dass Wärmeaustausch zwischen diesen Bauteilen und dem Folienband minimal ist. Die Führungen 34 können aus einem keramischen oder anderem Material mit einer niedrigen Wärmeleitfähigkeit bestehen. Der gewundene Weg für das Folienband S ermöglicht es dem Band, so lange in der heißen Mittel-Teilkammer 16 zu bleiben, dass es stark erhitzt wird, bevor es mit dem Werkzeugsatz 36 bearbeitet wird. Das inerte Gas verhindert, dass das Folienband und der Werkzeugsatz in den hohen Temperaturbereichen oxidiert werden, auf die die Folie bei den meisten Funktionen der Maschine zum Formen/Wellen erhitzt wird. In einigen Fällen kann die Maschine betrieben werden, ohne die Zufuhr von inertem Gas zu aktivieren.

[0043] Nachdem es mit dem Werkzeugsatz 36 gewellt worden ist, wird das Band S auf dem Leitblech 38 durch die Öffnung 15 geleitet, tritt nach unten durch die Abschluss-Teilkammer 20 hindurch und über einen Schlitz in der Bodenwand aus der Kammer des Gehäuses 10 aus. Das Leitblech 38 ist so ausgeführt, dass es Wärme von dem nunmehr ge-

wellten Band durch Leitung aufnimmt, d.h. das Leitblech **38** besteht aus einem Material, das Wärme leitet, und ist an der relativ kühlen Rückwand des Gehäuses **10** befestigt, so dass es eine erheblich niedrigere Temperatur hat als das Gas in der Mittel-Teilkammer **16**. Das Band **S** kühlt sich weiter ab, während es durch die Abschluss-Teilkammer **20** hindurchtritt. Wenn das Band das Gehäuse **10** verlässt, hat es sich so weit abgekühlt, dass es an die Luft austreten kann, ohne dass die Gefahr von Oxidation besteht.

[0044] Das nunmehr gewellte Band wird durch Maßwalzen **40** und zwischen ihnen hindurch geleitet, bei denen es sich um Werkzeugwalzen mit glatten Umfang handelt, die eine zusätzliche Regulierung der Form der gewellten Folie (insbesondere der Höhe) durchführen, um jegliche Veränderungen aufgrund ungleichmäßigen Zurückfederns auszugleichen.

[0045] Der Werkzeugsatz **36** der in **Fig. 1** dargestellten Ausführung besteht aus einem angetriebenen Formrad **42** und einem Lauf-Formrad **44**. Die Welle des angetriebenen Formrades **42** wird von Lagern getragen, die sich außerhalb des Gehäuses befinden und wird drehend von einem Drehantrieb **46** angetrieben, der sich ebenfalls außerhalb des Gehäuses befindet. Jedes Formrad hat Zähne, die mit den Zähnen des anderen Formrades in Eingriff kommen, wobei die Zähne und Hohlräume zwischen den Zähnen des Formradpaars so geformt sind, dass sie Wellen in dem Band **S** mit der gewünschten Form herstellen. Das Wellen von sehr dünnen Folien, die zwischen ungefähr 0,05 und ungefähr 0,15 mm (ungefähr 0,002 Inch bis ungefähr 0,006 Inch) dick sind, macht sehr genaue Einstellung der Formräder erforderlich. Zu diesem Zweck ist die Lauf-Formwalze **44** in Lagern außerhalb des Gehäuses angebracht, die von einer verstellbaren Halterung getragen werden, die in **Fig. 1** schematisch mit der Kurve **48** dargestellt ist.

[0046] Die zweite bis sechste Ausführung von Maschinen gemäß der vorliegenden Erfindung, die in **Fig. 2 bis 7** dargestellt sind, gleichen in vielerlei Hinsicht der ersten Ausführung. Dementsprechend gilt ein Großteil der obenstehenden Beschreibung der ersten Ausführung in vielen Aspekten für die zweite bis sechste Ausführung und wird daher bei den untenstehenden Beschreibungen der zweiten bis sechsten Ausführung nicht wiederholt. Auch die für die Elemente der zweiten bis sechsten Ausführung in den Zeichnungen verwendeten Bezugszeichen haben die gleichen letzten zwei Ziffern wie die entsprechenden Elemente der ersten Ausführung. Die ersten Ziffern der Bezugszeichen, die für die Elemente der zweiten bis sechsten Ausführung verwendet werden, entsprechen der Nummer der Ausführung. So ist beispielsweise die erste Zahl der Bezugszeichen, die für die zweite Ausführung verwendet werden, 2, die ers-

te Zahl der Bezugszeichen, die für die dritte Ausführung verwendet werden, 3, usw.

[0047] Der Werkzeugsatz **36** der ersten Ausführung, d.h. ein einzelnes Paar aus ineinandergreifenden Formrädern **42** und **44** formt, wie in **Fig. 1** dargestellt, jede Welle in dem Band in einer einzelnen Bearbeitungsstufe vollständig, wobei jede Welle durch zunehmendes Dehnen und Biegen eines Segmentes des Bandes ausgebildet wird, wenn ein Zahn eines Formrades das Segment in einen Hohlraum des anderen Formrades drückt. Bei der zweiten Ausführung (**Fig. 2**) besteht der Werkzeugsatz **236** aus einem angetriebenen Formrad **242**, einem Lauf-Formrad **244** und einem Lauf-Vorformrad **250**. Das Vorformrad **250** hat Zähne, die Segmente des Bandes **S** nacheinander teilweise in die Hohlräume des angetriebenen Formrades **242** drücken, so dass die Wellen teilweise geformt werden. Die Zähne des Lauf-Formrades **244** vollenden die teilweise geformten Wellen, indem sie nacheinander tiefer in die Hohlräume des Antriebs-Formrades **242** gedrückt werden. Das Vorformrad **250** formt eine Keilwelle, indem ein ankommendes Segment des Bandes mit geringer oder ohne axiale Dehnung in den Hohlraum gezogen wird. Da das Band an dem Lauf-Formrad **244** mit teilweise ausgebildeten Wellen ankommt, die in die Hohlräume des angetriebenen Formrades **242** geschoben sind, wird durch das tiefere Einschieben jeder teilweise geformten Welle in einen Hohlraum des angetriebenen Formrades **242** die Welle in Längsrichtung des Bandes gedehnt.

[0048] Bei der dritten Ausführung enthält der Werkzeugsatz **336** ein Vorform-Radpaar **352** und **354**, die Wellen in dem Band **S** teilweise ausbilden, sowie ein Endform-Radpaar **356** und **358**, die die Ausbildung der Wellen abschließen. Ein Formrad **356** des Endform-Radpaars wird durch einen Drehantrieb (nicht dargestellt) angetrieben. Das angetriebene Formrad **356** treibt das Vorformrad **352** über einen Riemen **360** an und treibt das Endformrad **358** an. Das Vorformrad **352** treibt das Vorformrad **354** an, das ein Laufrad ist.

[0049] **Fig. 4** zeigt zusätzliche Elemente der vierten Ausführung und enthält eine detailliertere schematische Darstellung. Das Gehäuse **410** hat eine doppelwandige, flüssigkeitsgekühlte Hauptummantelung **410m** mit einer Öffnung der Vorderseite, die von einem Flansch **410f** eingerahmt ist. Eine doppelwandige Vorderabdeckung (nicht dargestellt) ist über ein Paar Gelenke, von denen jeweils ein Blatt **410h** dargestellt ist, mit der Hauptummantelung **410m** verbunden. Die Kammerummantelung ist mit wenigstens einer Schicht (in **Fig. 4** als Doppelschicht dargestellt) aus keramischen Isolierplatten **410p** ausgekleidet, deren Vorderkanten so abgesetzt sind, dass sie mit Isolierplatten mit abgesetzten Kanten an der Vorderplatte in Eingriff kommen. Als Alternative dazu kön-

nen in anderen Ausführungen der vorliegenden Erfindung mehr als zwei Schichten, so beispielsweise drei Schichten, aus keramischem Isoliermaterial eingesetzt werden. Die Vorderplatte ist normalerweise mit einem Passflansch an der vorderen Abdeckung an der Hauptummantelung angeschraubt, kann jedoch zur Wartung oder zum Austausch (beispielsweise um die Formwerkzeuge auszuwechseln) von Bauteilen innerhalb des Gehäuses geöffnet werden, indem die Schrauben entfernt werden und die Abdeckung an den Gelenken aufgeschwenkt wird. Das Gehäuse **410** ist nicht in Teilkammern unterteilt, und es gibt kein spezielles Gasableitsystem (vgl. **Fig. 4** mit **Fig. 1**). In **Fig. 4** entweicht das Gas über vorgegebene Öffnungen (beispielsweise Spalte um die Eintritts- und Austritts-Folienzuführeinrichtungen) durch die Kammer hindurch. Das Folienband **S** wird durch das Gehäuse auf einem horizontalen geraden Weg geleitet, der über einen Schlitz in der (in der Zeichnung) rechten Seitenwand eintritt und über einen Schlitz in der linken Seitenwand austritt. Eine Führung **434** an der Eintrittsseite des Werkzeugsatzes **436** trägt das Band und ist so aufgebaut, dass schnelle Wärmeübertragung auf das Band gewährleistet ist, so dass es an dem Werkzeugsatz mit einer hohen Temperatur zur Bearbeitung ankommt. Andererseits führt die Führung **434** keine Wärme aus dem Inneren der Kammer in einem Maß zu dem Teil des Bandes zurück, der sich noch außerhalb des Gehäuses (und an der Luft) befindet, durch das dieser Teil, der noch nicht in das Gehäuse eingetreten ist, oxidiert werden könnte. Der austretende Teil des dann gewellten Bandes wird auf seinem Austrittsweg von dem Werkzeugsatz durch eine Führung **438** getragen, die so ausgeführt ist, dass sie das Band kühlt, so dass es aus dem Gehäuse bei einer Temperatur austritt, die unter der liegt, bei der es Oxidation ausgesetzt ist. Die Führung **438** ist des Weiteren so ausgeführt, dass sie das "Abziehen" von Wärme von dem Teil des Bandes verhindert, der zu diesem Zeitpunkt durch den Werkzeugsatz gewellt wird.

[0050] Der Werkzeugsatz **436** besteht aus einem angetriebenen Formrad **442** und einem Lauf-Formrad **444**, d.h. es handelt sich um den gleichen Typ Werkzeugsatz wie in der ersten Ausführung (**Fig. 1**). **Fig. 4** zeigt den oberen Teil eines einstellbaren Trageturms **448** für das Lauf-Formrad. Es ist eine verstellbare Druckfeder **448s** zu sehen, die das Lauf-Formrad **444** mit dem angetriebenen Form **442** in Eingriff drückt, um die Wellen unter einem vorgegebenen "Spaltdruck" zwischen den Formrädern zu erzeugen. Die Feder **448s** ermöglicht es den Rädern auch, sich bei zu starkem Druck des Rad-Werkzeugsatzes oder bei einer Funktionsstörung zu trennen, die Auflaufen von Band in dem Werkzeugsatz bewirkt.

[0051] Die vierte Ausführung hat kein Ableitsystem als solches zum Leiten von inertem Gas aus der

Kammer innerhalb des Gehäuses **410**. Stattdessen sind die Schlitze, über die das Folienband in die Kammer eintritt und sie verlässt (sowie andere Öffnungen in den Gehäusewänden) so bemessen, dass das inerte Gas aus der Kammer in einem geeigneten Maß austreten kann, durch das gewährleistet ist, dass das der Kammer zugeführte inerte Gas durch die Kammer strömt und Sauerstoff ausspült.

[0052] Der Werkzeugsatz **536** der fünften Ausführung (**Fig. 5**) besteht aus einem sich drehenden Formrad **542** und einem sich hin- und herbewegenden Stempel **544**. Das Formrad **542** wird von einem Antrieb (nicht dargestellt) intermittierend drehend angetrieben, um jeden Hohlraum nacheinander an eine Position unmittelbar unterhalb des Stempels **544** zu bewegen und dann zu verweilen, während der Stempel **544** einen Zyklus aus einer Abwärtsbewegung und einer Aufwärtsbewegung ausführt. Der Stempel hat einen einzelnen Formzahn **544c** (**Fig. 6**), der sich in den dann bereitstehenden Hohlraum **542c** des Formrades hinein bewegt. Der Stempel hat des Weiteren einen federgespannten Haltefuß **544f**, der sich vor dem Formzahn befindet. Bei jedem Abwärtshub des Stempels, der durch einen Schubantrieb **536d** betätigt wird, kommt der Haltefuß **544f** mit dem Segment des Folienbandes in Kontakt, das über dem Zahn des Formrades unmittelbar an der Austrittsseite des Hohlraums **542c** liegt, in den der Formzahn sich bei seinem Abwärtshub bewegen wird. Der Kontakt kommt zustande, bevor der Formzahn mit der Folie in Kontakt kommt, um mit dem Formen der nächsten Welle zu beginnen, so dass die austretende Welle des Folienbandes, bevor sie durch einen Abwärtshub des Stempels geformt wird, mit dem Haltefuß in Kontakt gebracht und an der Spitze des austretenden Zahns festgeklemmt wird, der an das Segment des Folienbandes angrenzt, das die nächste zu formende Welle formen wird. Das Festklemmen der gerade austretenden Welle, während die nächste Welle geformt wird, gewährleistet, dass die Form jeder austretenden Welle beibehalten wird und keine Möglichkeit besteht, dass sie zurückgezogen wird, wenn die unmittelbar darauffolgende Welle geformt wird. Jede Welle wird aus Material von dem eintretenden Teil des Folienbandes geformt, das bei dem Abwärtshub des Stempels in den Hohlraum hinein gezogen wird. Der Drehantrieb des Formrades und der Schubantrieb des Stempels sind computer/servo-gesteuert, um die Drehungen und die Verweilzeiten des Formrades sowie die Verweilzeiten und Hübe des Stempels genau zeitlich zu steuern. Obwohl jede Welle in dem Folienstreifen einzeln mit einem Gesamt-Arbeitszyklus geformt wird, der Verweilperioden sowohl für das Formrad als auch für den Stempel einschließt, kann eine gut eingerichtete Maschine gemäß **Fig. 5** mit einer Geschwindigkeit betrieben werden, durch die bis zu mehrere Wellen pro Sekunde erzeugt werden.

[0053] Die sechste Ausführung (**Fig. 7**) hat einen

Werkzeugsatz **636**, der aus einem Formrad **642** besteht, das intermittierend mit einer Verweilperiode zwischen jedem Drehschritt gedreht wird, während der es stationär bleibt, wobei gleichzeitig ein Vorform-Stempel **644P** eine Welle in einem Hohlraum teilweise formt und ein Endform-Stempel **644f**, der in Umfangsrichtung von dem Vorform-Stempel in der Drehrichtung des Formrades beabstandet ist, die Ausbildung einer teilweise geformten Welle abschließt, die zuvor von dem Vorform-Stempel begonnen wurde. Die zwei Stempel **644P** und **644F** sind bis auf die Formen des Formzahns an jedem Stempel identisch. Des Weiteren ist Stempel **644F** identisch mit Stempel **544** in **Fig. 5** und **6**, und Stempel **644P** ist bis auf die Form des Formzahns an jedem Stempel identisch mit Stempel **544**. Die Maschine wird natürlich so zeitgesteuert, dass die Zyklen der Stempel übereinstimmen und beide Stempel verweilen, während sich das Formrad um eine Strecke dreht, die dem Schrittabstand der Formhohlräume entspricht.

[0054] Die Werkzeugsätze der in **Fig. 5** bis **7** dargestellten Ausführungen sind in der US-Patentanmeldung Nr. 09/970,571 beschrieben und dargestellt, die gleichzeitig eingereicht wurde.

Patentansprüche

1. Maschine zum Wellen eines Metallfolienbandes, die umfasst:

- a) ein Gehäuse (**10**), das eine Kammer (**16**, **18**, **20**) bildet;
- b) eine steuerbare Wärmequelle (**30**) zum Erhitzen der Kammer;
- c) wenigstens einen Werkzeugsatz (**36**), der in der Kammer aufgenommen und so eingerichtet ist, dass er Wellen in dem Metallfolienband formt;
- d) Zuführelemente (**34**), die das Metallfolienband von außerhalb der Kammer in die Kammer und zu den Werkzeugen zuführen und leiten;
- e) einen Antrieb (**46**) für den wenigstens einen Werkzeugsatz, der außerhalb der Kammer angebracht und mit dem Werkzeugsatz gekoppelt ist, um den Werkzeugsatz zu betätigen; und
- f) Ausgabeelemente (**38**), die das Band von den Werkzeugen weg und aus der Kammer leiten.

2. Maschine nach Anspruch 1, wobei in Funktion wenigstens ein Gas in die Kammer eingeleitet und mit der Wärmequelle erhitzt wird.

3. Maschine nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Gehäuse (**10**) doppelwandig und flüssigkeitsgekühlt ist.

4. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, die des Weiteren eine Quelle umfasst, die der Kammer ein inertes Gas mit einem gesteuerten Durchfluss zuführt.

5. Maschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Gehäuse Trennwände enthält, die eine Mittel-Teilkammer (**16**) und zwei Abschluss-Teilkammern (**18**, **20**) an einander gegenüberliegenden Enden der Mittel-Teilkammer bilden, wobei ein Durchlass (**13**, **15**) zwischen der Mittelkammer und jeder Teilkammer ausgebildet ist und die Zuführelemente (**34**) sowie die Ausgabeelemente (**38**) das Band durch die Teilkammern und Durchlässe leiten und der wenigstens eine Werkzeugsatz (**36**) in der Mittel-Teilkammer aufgenommen ist und das inerte Gas der Mittel-Teilkammer zugeführt wird.

6. Maschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Zuführelemente (**34**) Leitelemente in der Kammer enthalten, die einen Schlangenlinien-Ausgabeweg für das Band bilden, so dass das Band erhitzt werden kann, bevor es den wenigstens einen Werkzeugsatz (**36**) erreicht.

7. Maschine nach Anspruch 6, wobei die Zuführelemente (**34**) Leitelemente in der Mittel-Teilkammer (**16**) enthalten, die einen Schlangenlinien-Ausgabeweg für das Band bilden, so dass das Band in der Mittel-Teilkammer erhitzt werden kann, bevor es den wenigstens einen Werkzeugsatz (**36**) erreicht.

8. Maschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Zuführelemente eine Leitbahn enthalten, die das Band auf einem Weg von einer Öffnung in einer Wand des Gehäuses zu dem wenigstens einen Werkzeugsatz (**36**) trägt.

9. Maschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Ausgabeelemente eine Leitbahn (**38**) enthalten, die das Band auf einem Weg von dem wenigstens einen Werkzeugsatz (**36**) zu einer Öffnung in einer Wand des Gehäuses trägt.

10. Maschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei ein Vorform-Werkzeugsatz, der Wellen teilweise formt, und ein End-Werkzeugsatz, der die Wellen vollständig formt, vorhanden sind.

11. Verfahren zum Wellen eines Metallfolienbandes, das umfasst:

Bereitstellen eines Gehäuses (**10**), das eine Kammer (**16**, **18**, **20**) bildet;

Halten der Kammer auf einer Temperatur, die hoch genug ist, um das Folienband so zu erhitzen, dass Wellen in dem Band geformt werden können, wenn das Band durch die Kammer bewegt wird;

Zuführen und Leiten des Metallfolienbandes von außerhalb der Kammer in die Kammer hinein und zu einem Werkzeugsatz (**36**), der sich in der Kammer befindet;

Ausbilden von Wellen in dem Band unter Verwendung des Werkzeugsatzes (**36**), indem bewirkt wird, dass der Werkzeugsatz mittels eines Antriebs (**46**) angetrieben wird, der außerhalb der Kammer ange-

bracht und mit dem Werkzeugsatz gekoppelt ist; und Leiten des Bandes von dem Werkzeugsatz weg und aus der Kammer heraus.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei wenigstens ein Gas in die Kammer eingeleitet und mit der Wärmequelle erhitzt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, wobei das Gehäuse (10) doppelwandig und flüssigkeitsgekühlt ist.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, das des Weiteren den Schritt des Zuführens eines inerten Gases zu der Kammer mit einem gesteuerten Durchfluss umfasst.

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei das Gehäuse Trennwände (12, 14) enthält, die eine Mittel-Teilkammer (16) und zwei Abschluss-Teilkammern (18, 20) an einander gegenüberliegenden Enden der Mittel-Teilkammer bilden, wobei eine Öffnung (13, 15) zwischen der Mittelkammer und jeder Teilkammer vorhanden ist und wobei Zuführelemente (34) und Ausgabeelemente (38) das Band durch die Teilkammern und die Öffnungen leiten und sich der Werkzeugsatz (36) in der Mittel-Teilkammer (16) befindet und das inerte Gas der Mittel-Teilkammer zugeführt wird.

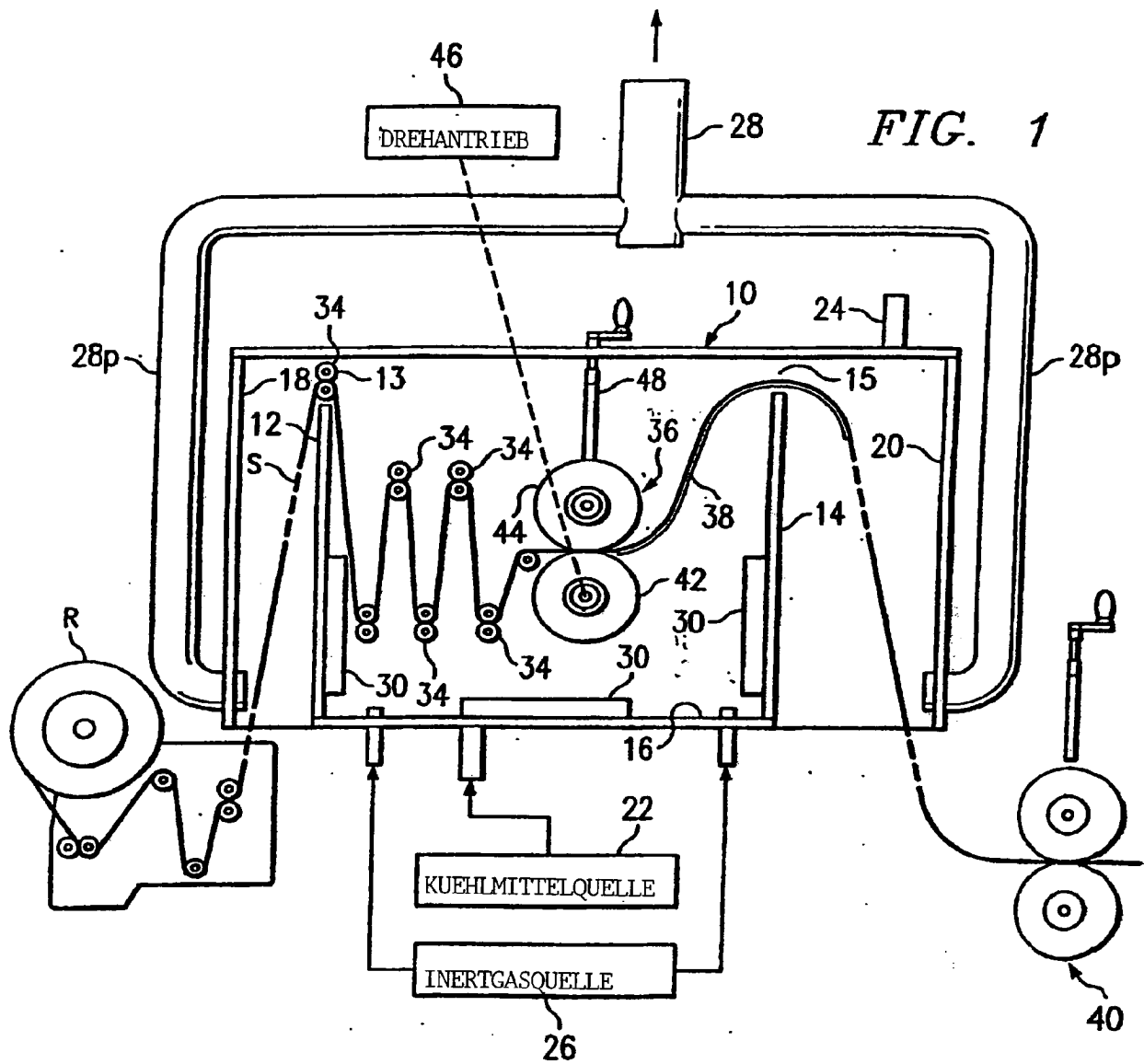
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15, wobei der Schritt des Zuführens des Bandes das Bewegen des Bandes auf einem Schlangenlinien-Ausgabeweg in der Kammer einschließt, so dass das Band auf eine Temperatur erhitzt werden kann, die zum Formen der Wellen geeignet ist, bevor es den Werkzeugsatz (36) erreicht.

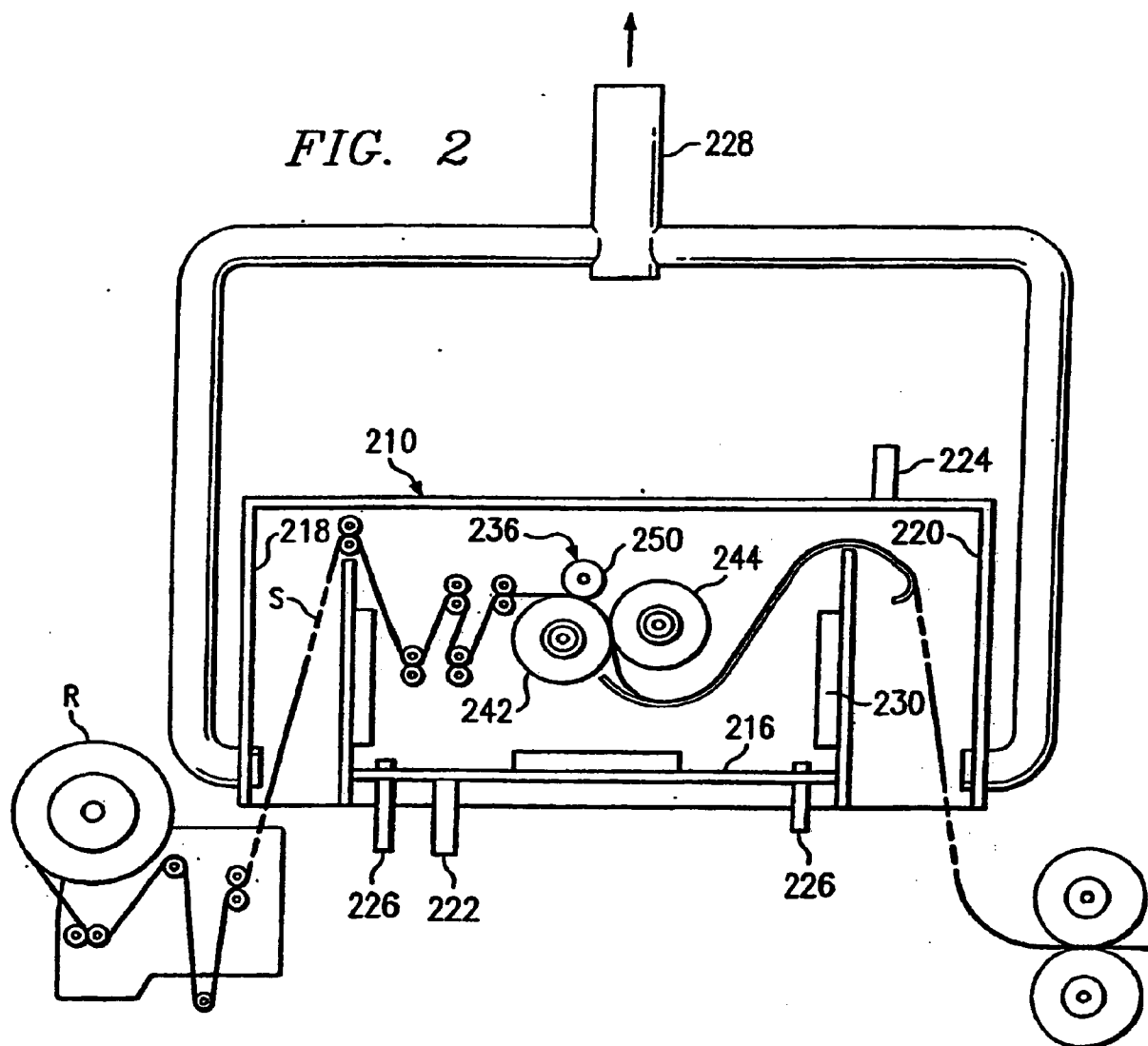
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 16, wobei der Schritt des Zuführens des Bandes das Bewegen des Bandes auf einer Leitbahn und in Kontakt damit auf einem Weg von einer Öffnung in einer Wand des Gehäuses zu dem Werkzeugsatz einschließt.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 17, wobei der Schritt des Ausgebens des Bandes das Bewegen des Bandes auf einer Leitbahn (38) und in Kontakt damit von dem Werkzeugsatz zu einer Öffnung in einer Wand des Gehäuses einschließt.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 18, wobei der Schritt des Formens der Wellen das teilweise Formen der Wellen unter Verwendung eines Vorform-Werkzeugsatzes und weiteres Formen der Wellen unter Verwendung eines End-Werkzeugsatzes einschließt.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen





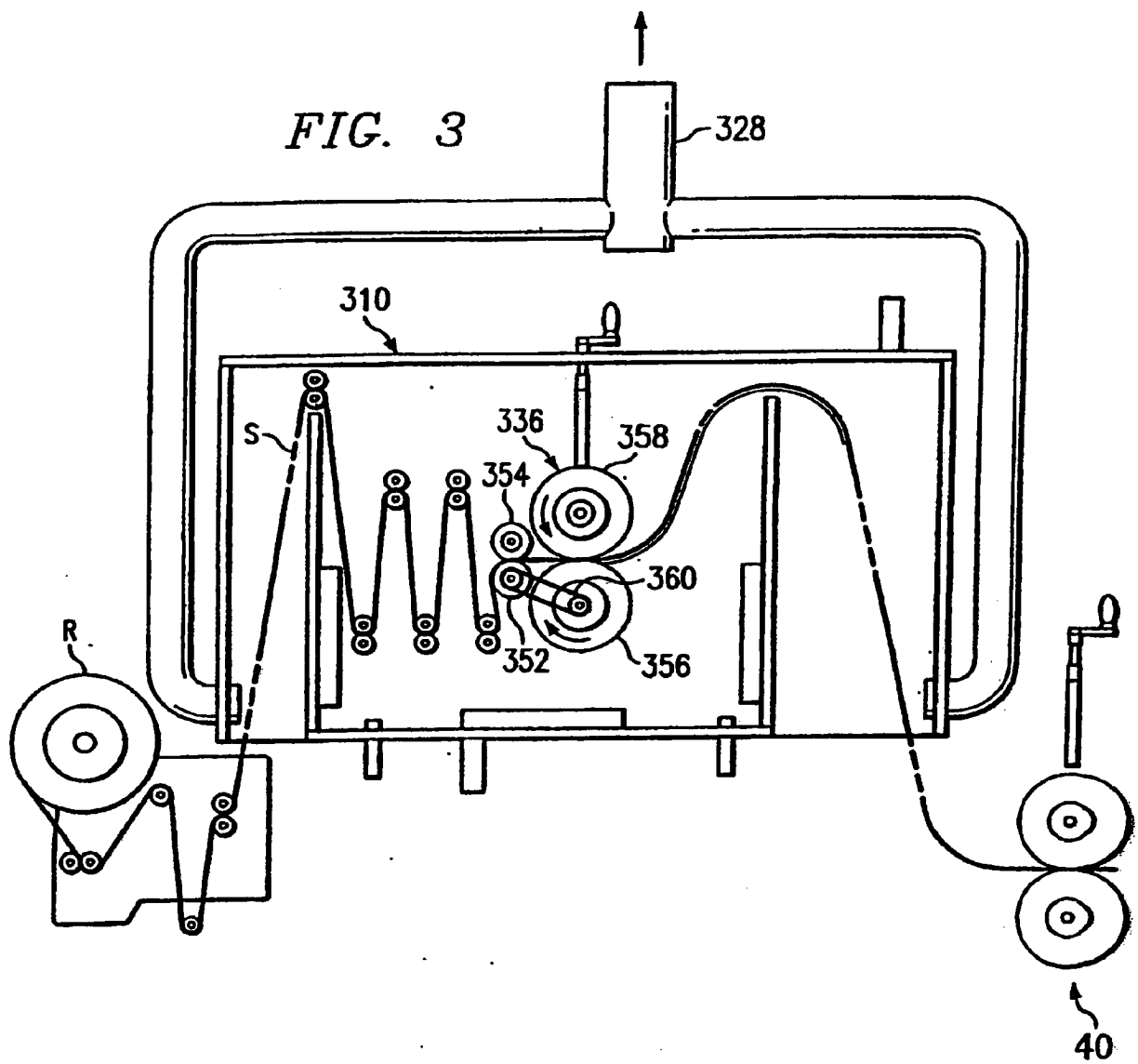
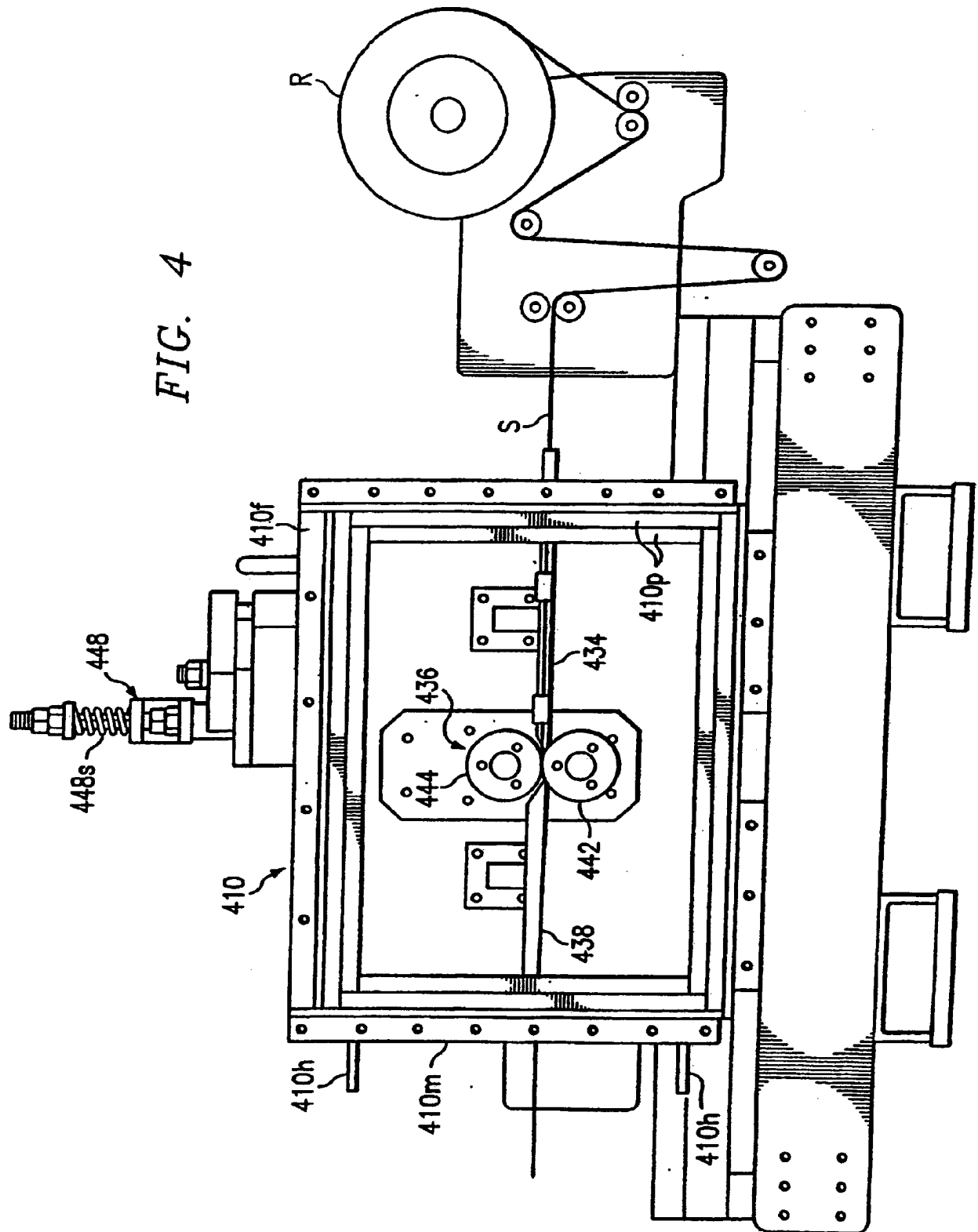


FIG. 4



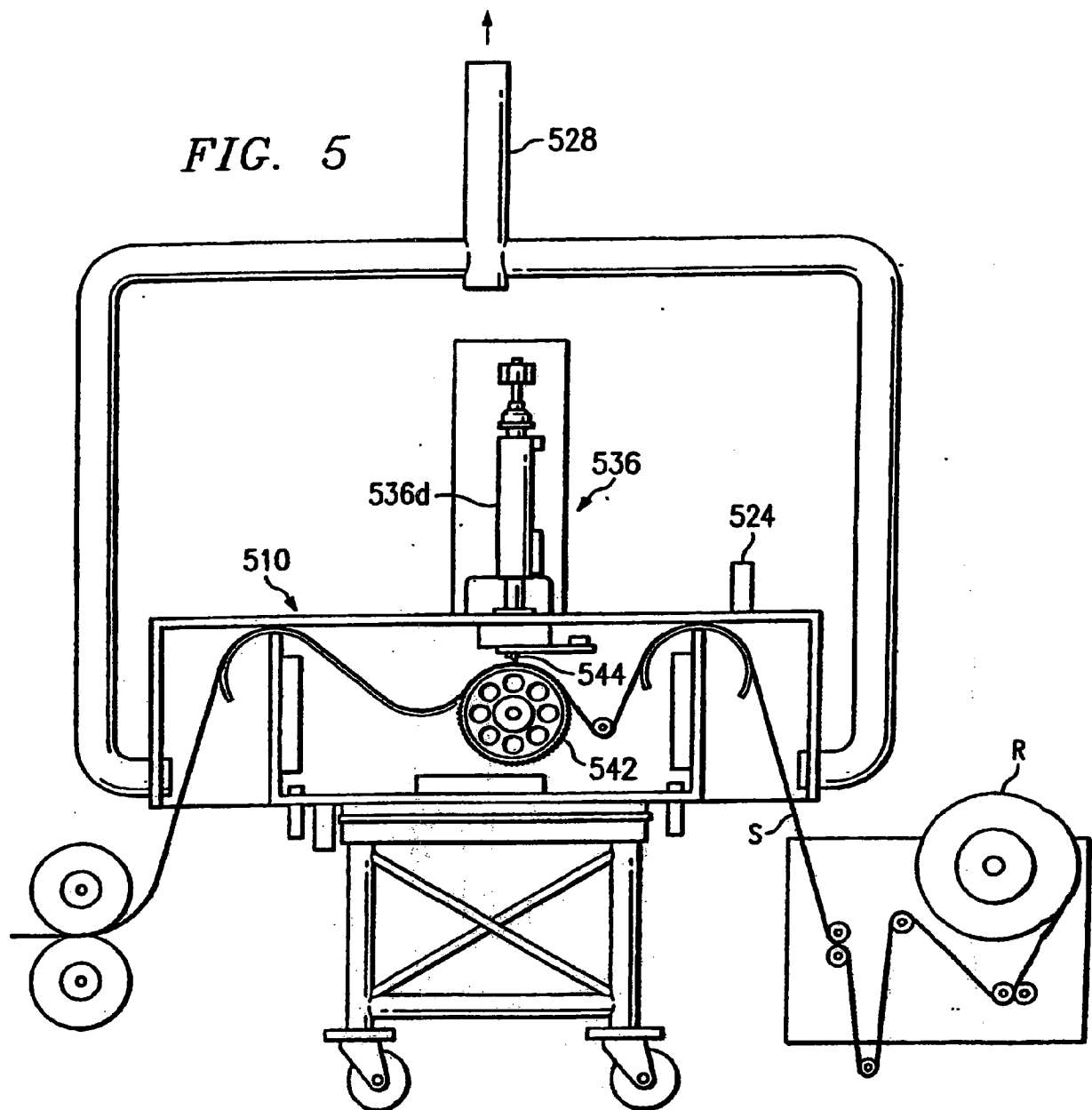


FIG. 6

