

(12)

Patentschrift

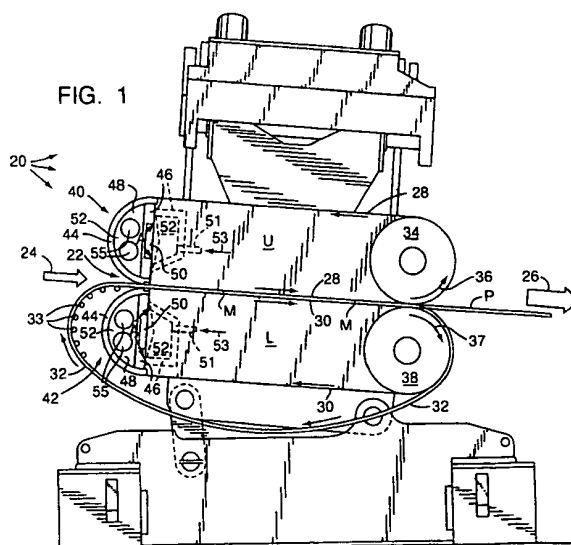
- (21) Anmeldenummer: A 9135/2000 (51) Int. Cl.⁸: **B22D 11/06B** (2006.01)
PCT/US2000/
019850
(22) Anmeldetag: 2000-07-21
(43) Veröffentlicht am: 2008-08-15

- (30) Priorität:
30.07.1999 US 364439 beansprucht.
(56) Entgegenhaltungen:
US 4061178A WO 1998/01247A1
US 4190103A US 4061177A

(73) Patentanmelder:
HAZELETT STRIP-CASTING
CORPORATION
05446 COLCHESTER (US)

(54) LUFTKISSENVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM FÜHREN EINES BEWEGTEN, FLEXIBLEN, GESPANNTEN UND WÄRMELEITENDEN GIESSBANDES

- (57) Luftkissenvorrichtung (40, 42) zum Führen eines bewegten, flexiblen, gespannten und wärmeleitenden Gießbandes (28, 30) entlang einer zylinderförmigen Bahn gegen den Eingang eines Formraumes einer kontinuierlichen Gießmaschine, dadurch gekennzeichnet, daß die Luftkissenvorrichtung eine Vielzahl von stationären Bandführungselementen (116) zur Bildung der zylinderförmigen Bahn aufweist, wobei die Bandführungselemente zum Aufbringen von Bandlevitations-Druckluft gegen eine zylindrisch gekrümmte Innenfläche des Gießbandes angeordnet sind, das sich entlang der zylinderförmigen Bahn bewegt.



Diese Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der kontinuierlichen Metallgießmaschinen mit einem im wesentlichen geraden oder flachen bewegten Formhohlraum bzw. Formraum, in welchem ein Gießband oder Gießbänder von einem Eingang in den Formraum und entlang desselben zu einem Ausgang des Formraumes wandern. Der Ausdruck "im wesentlichen flach" bedeutet im vorliegenden Zusammenhang, daß eine leichte Längskrümmung mit eingeschlossen ist, welche dazu beitragen kann, ein einzelnes gespanntes wanderndes Fließband gegen Stützmittel in dem bewegten Formgießraum zu halten, und auch eine leichte Querkrümmung, die dazu beitragen kann, das Band in enger Berührung mit der Oberfläche des im bewegten Formraum verfestigten Materials zu halten.

Gießbänder in kontinuierlichen Gießmaschinen zum kontinuierlichen Gießen von geschmolzenem Metall werden aus geeignetem wärmeleitendem flexiblem Metallmaterial gebildet, wie es im Stand der Technik bekannt ist und das beispielsweise eine Dicke im Bereich von etwa 0,3 mm bis etwa 2 mm hat. Ein derartiges Band läuft unter hohen Zugspannungen um einen Bandträger auf einer ovalen Bahn. Während des Umlaufes ist jedes Band nach dem Stand der Technik kontinuierlich um eine rotierende Eingangsumlenktrommel und eine rotierende Ausgangsumlenktrommel gelaufen, die am Eingangs- bzw. am Ausgangsende der bewegten Form angeordnet sind.

Ein ständiges Problem bei der Verwendung derartiger Maschinen stellte die räumliche Begrenzung entlang der Innenseite des Gießbandes nahe einem Eintrittsbereich in den Gießraum dar, wo das geschmolzene Metall zuerst das Gießband berührt, wenn das Band von der rotierenden Eingangsumlenktrommel abhebt. Diese räumliche Begrenzung ist in einer Seitenansicht ersichtlich. Die Begrenzung tritt in Form einer Spitze auf, die zwischen der Innenfläche des Bandes und der stromabwärtigen Hälfte der rotierenden Eingangsumlenktrommel in dem Bereich definiert ist, wo sich das bewegte Band tangential von der Umlenktrommel trennt.

In diesem raumbegrenzten "Spitzenbereich" ist eine präzise Kontrolle der Bandverformung erwünscht, weil dies die Stelle ist, an welcher das sehr heiße einströmende Metall das bewegte Band zuerst berührt.

Ein Ersatz für eine rotierende Eingangsumlenktrommel wurde in Sivilotti et al. in den US-Patenten 4,061,178 und 4,061,177 offenbart. Eine Vielzahl von flottierenden hydraulischen "Spulen" definiert und stützt die Bandbahn ab. Diese Spulen arbeiteten mit einem absoluten Luftdruck, der kleiner als der Atmosphärendruck war, - ein teilweises Vakuum - um Kühlflüssigkeit von den Spulen wegzutreiben und das Band gegen die Spulen anzulegen.

Mit diesem Teilvakuum verbundene Kräfte haben sich jedoch als unzureichend erwiesen, Gießbänder ausreichend zu stabilisieren, um ein Gießen von hochqualitativen Produkten zu ermöglichen. Sivilotti (im US-Patent 4,061,177, Spalte 19) offenbart eine Kühlflüssigkeit, die auf 40 bis 70°C vorerhitzt wird, um die Bänder zu stabilisieren.

Der resultierende hohe Partialdruck des Wasserdampfes, der aus dem heißen Wasser resultiert, begrenzt jedoch das Sivilotti et al. erzielbare Teilvakuum.

Überdies ist eine Wasser- oder Kühlmitteltemperatur sogar bei 70°C zu niedrig, um das Band ausreichend vorzuerhitzen, um das Gießen von hochqualitativen Produkten zu ermöglichen.

Andererseits ergeben Kühlmitteltemperaturen von 55 bis 70°C (131 bis 158°F) die Gefahr von Verbrennungen für das Personal, wenn das heiße Kühlmittel außer Kontrolle gerät, beispielsweise durch ein defektes Band oder eine gebrochene Leitung.

Die in diesen Patenten offenbarte Ausrüstung löste folglich nicht die Probleme, ein Gießband geeignet zu stabilisieren und das Gießen von hochqualitativen Produkten sicherzustellen.

Die US 4 061 178 A, US 4 190 103 A und US 4 061 177 A beschreiben jeweils eine Vorrichtung zum Stranggießen von Metallstreifen zwischen sich bewegenden Bändern, wobei für die Festlegung des Pfades der einander gegenüberliegenden Bänder Führungsflächen in Quer- und Längsrichtung und Düsen zur Zufuhr von Kühlmitteln vorgesehen sind, die sowohl zum Kühlen als auch zur Gleitführung der Gießbänder dienen. Bei den bekannten Ausführungen wirkt das Kühlmittel als flüssige Führung insbesondere im Bereich der gekrümmten Flächen der Rückpfade der Gießbänder. Diese Lösungen weisen keine Luftkissenvorrichtung zum Führen eines flexiblen, gespannten und wärmeleitenden Gießbandes entlang einer zylindrischen Bahn gegen den Eingang eines Formraumes einer kontinuierlichen Gießmaschine auf.

Die WO 98/01247 A1 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur stabilisierenden Bewegung von flexiblen, schmalen, wärmeleitenden, weichen ferromagnetischen Gießbändern, wobei die Frontflächen der Gießbänder durch das Gußmetall erhitzt werden, während die Kühlung der Gießbänder mittels von Düsen zugeführtem flüssigem Kühlmittel erfolgt. Die Führung der Gießbänder mittels Levitationsluft wird bei dieser Lösung nicht angewendet.

Es ist bekannt, daß glatte Festkörper sehr nahe an glatten festen Flächen "schweben" können, mit Hilfe eines zwischen diesen vorhandenen Druckfluids. Wenn jedoch einer der Gegenstände flexibel ist und sich bewegt und außerdem gekrümmt ist, treten schwerwiegende Probleme auf, wie die Erzeugung von untragbaren Quietschgeräuschen und Bandvibrationen, wenn versucht wird, Druckluft zum Schweben eines Gießbandes zu verwenden, das sich entlang einer gekrümmten stationären Stützfläche bewegt.

Die Erfindung zielt darauf ab, die geschilderten Nachteile des Standes der Technik zu vermeiden.

Gegenstand der Erfindung ist eine Luftkissenvorrichtung zum Führen eines bewegten, flexiblen, gespannten und wärmeleitenden Gießbandes entlang einer Zylinderförmigen Bahn gegen den Eingang eines Formraumes einer kontinuierlichen Gießmaschine, dadurch gekennzeichnet, daß die Luftkissenvorrichtung eine Vielzahl von stationären Bandführungselementen zur Bildung der zylinderförmigen Bahn aufweist, wobei die Bandführungselemente zum Aufbringen von Bandlevitations-Druckluft gegen eine zylindrisch gekrümmte Innenfläche des Gießbandes angeordnet sind, das sich entlang der zylinderförmigen Bahn bewegt.

Die Erfindung bezieht sich somit auf eine nicht-rotierende, feststehende, starre, konvexe, im allgemeinen zylindrisch gekrümmte Levitations-"Luftkissen"-Bandführungsvorrichtung, die wesentlich weniger komplex ist als eine Vielzahl von Spulen mit brühend heißem Kühlmittel und Teilvakuum. Es wurde auch gefunden, daß diese Luftkissenvorrichtung so ausgebildet werden kann, daß sie die vorstehend erläuterten Probleme im wesentlichen vermeidet oder wesentlich reduziert. Die hier offenbarte Luftkissenvorrichtung gestattet es, ein endloses, dünnes, flexibles Gießband in einer kontinuierlichen Gießmaschine abzulenken, zu krümmen oder auf ihrer Bewegungsbahn umzukehren, wobei jener Raum zur Verfügung gestellt wird, der vorher bei den meisten Bandtypenmaschinen durch die stromabwärtige Hälfte der rotierenden Eingangsumlenktrommel eingenommen wurde. Dieser derart eingesparte Raum wird für eine verbesserte Bandkühlungs- und Abstützvorrichtung verfügbar, die in dieser kritischen Zone angewendet werden kann, welche den vorstehend definierten "Spitzenbereich" enthält, in welchem das geschmolzene Metall das Gießband zuerst berührt.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird Levitationsluft (oder ein anderes Gas) unter kontrolliertem Druck und Volumen in einen dünnen halbabgedichteten Raum oder in mehrere Räumen zwischen der bewegten gekrümmten Innenseite eines Gießbandes und der konvex gekrümmten, im wesentlichen zylindrischen Luftkissenvorrichtung eingeführt, wodurch das Gießband befähigt wird, in seiner üblichen Bahn mit nur einem Minimum an Reibung umzulaufen. Zusätzlich und vorteilhaft kann auf das Band während des Betriebes die normale Bandspannung aufgebracht werden.

Das Vorerhitzen eines Gießbandes steuert die wärmeinduzierten Beanspruchungen im Band, wodurch das Band flach gehalten wird, so daß das kontinuierlich gegossene, sich verfestigende Metall vor unvorhersehbaren plötzlichen Verformungen geschützt wird, die ansonsten infolge der wärmeinduzierten Spannungen in dem Band auftreten würden, wenn sich das Band nahe dem heißen Metall befindet. Die Bandvorerhitzung ermöglicht das Gießen von Hochqualitätsprodukten. Die Bandvorerhitzung ist in mehreren US-Patenten offenbart, die auf den Rechtsnachfolger dieser Anmeldung übertragen sind.

Druckluft unter Raumtemperatur, die gegen ein vorerhitztes Band strömt, ändert an der Vorerhitzung nicht viel. Andererseits würde der Kontakt eines heißen Bandes, beispielsweise mit einem Kühlmittel auf Raumtemperatur, die Bandtemperatur beträchtlich reduzieren, u.zw. dort, wo das Kühlmittel das Band kontaktiert. Die trockene Bandvorerhitzung, beispielsweise durch Strahlungserhitzung, wird durch Anwendung der vorliegenden Erfindung erleichtert. Unter den Vorteilen der Anwendung trockener Vorerhitzung sind jene, die sich aus der Vermeidung der Anwendung eines gefährlichen brühend heißen Vorerhitzungskühlmittels ergeben, wie es in den vorstehend erwähnten Patenten '178 und '177 erörtert wird. Außerdem wird durch die Verwendung von Heißwasser in einem Raum, in welchem eine Gießmaschine angeordnet ist, die Umgebungsluft mit Wasserdampf gesättigt. Diese Luftfeuchtigkeit kann als Tropfen auf den Gießbändern kondensieren und kleine Explosionen hervorrufen, wenn diese Tropfen auf das geschmolzene Metall treffen. Eine hohe Feuchtigkeit nahe einer Gießmaschine ist außerdem nachträglich für Arbeiter, die eine Arbeit verrichten, welche Aufmerksamkeit und kontinuierliche Sorgfalt erfordert, mit raschen und gekonnten Eingriffen zur Steuerung der Parameter des fortschreitenden kontinuierlichen Gießens.

Ein Vorteil der Luftkissenvorrichtung ist, daß ein ruhiger Betrieb der gekrümmten, flexiblen Gießbänder möglich ist, die unter Zugspannung arbeiten. Außerdem absorbiert die Druckluft, die zum Anheben des Gießbandes angewendet wird, wenig Energie. Die benachbarte Strömung der Druckluft ändert die für das Gießen notwendige Vorerhitzung der Gießbänder nicht wesentlich. Im Gegensatz dazu würde jeglicher Kontakt der Gießbänder mit Wasser oder einem flüssigen Kühlmedium die Temperatur der Gießbänder wie erwähnt dominieren.

In einer alternativen Ausführungsform betrifft die Erfindung eine Luftkissenvorrichtung zum Führen eines bewegten, flexiblen, gespannten und wärmeleitenden Gießbandes entlang einer zylinderförmigen Bahn gegen einen Eingang eines Formraumes einer Stranggießmaschine, dadurch gekennzeichnet, daß die Luftkissenvorrichtung eine Vielzahl von beabstandeten stationären Elementen mit Zwischenräumen und stationären Bandführungsflächen aufweist, welche entlang einer konvexen zylinderförmigen Bahn zur Führung eines Gießbandes angeordnet und entlang dieser Bahn nach außen gerichtet sind, wobei eine zylindrisch gekrümmte Innenseite des Gießbandes den Bandführungsflächen zugekehrt ist, und die Luftkissenvorrichtung zumindest einen Durchgang für die Zufuhr von Druckluft in die Räume zwischen den Elementen aufweist, um die Levitationsdruckluft zur Innenseite des Gießbandes zu befördern.

Weiters betrifft die Erfindung alternativ eine Luftkissenvorrichtung zur Verwendung in einer kontinuierlichen Gießmaschine mit zumindest einem endlosen, flexiblen, gespannten und wärmeleitenden Gießband, das in einer geschlossenen Schleife umläuft, wobei das Gießband in einer stromabwärtigen Richtung entlang eines Formraumes von dessen Eingang zu dessen Ausgang verläuft, und aus dem Ausgang entlang eines Rücklaufabschnittes der geschlossenen Schleife zum Eingang zurückkehrt, wobei der Rücklaufabschnitt der geschlossenen Schleife vom Formraum beabstandet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Luftkissenvorrichtung eine Vielzahl von stationären Elementen aufweist, welche Arbeitsflächen haben, die eine zylinderförmige Bahn definieren, die sich von dem Rücklaufabschnitt der geschlossenen Schleife gegen den Eingang in den Formraum erstreckt, um das Gießband mit einer zylindrisch gekrümmten Innenseite nahe den Arbeitsflächen entlang der zylinderförmigen Bahn zu führen, und daß eine Druckluftquelle zum Zuführen von Levitationsdruckluft zu den stationären Elementen vorgesehen ist, um von der Luftkissenvorrichtung Druck auf die Innenfläche des Gießbandes auszu-

üben und zumindest etwa 90 % einer gesamten stromabwärts gerichteten Kraftkomponente aufzunehmen, die auf die Luftkissenvorrichtung von dem Gießband ausgeübt wird.

Zusätzlich betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Führen eines umlaufenden, flexiblen und wärmeleitenden Gießbandes in einer kontinuierlichen Gießmaschine zum kontinuierlichen Gießen von Metall, wobei das umlaufende Gießband gegen den Eingang eines Formraumes geführt wird, gekennzeichnet durch die Schritte:

Vorsehen einer Vielzahl von stationären Elementen mit beabstandeten, bandabstützenden Arbeitsflächen mit einer eine Bandbahn definierenden Bandführung;

Positionieren der stationären Elemente mit ihren Arbeitsflächen auf einem geometrischen Sektor eines konvexen Zylinders, wobei die Arbeitsflächen relativ zu dem konvexen Zylinder nach außen weisen;

Anordnen eines flexiblen Gießbandes mit seiner Innenfläche an den Arbeitsflächen;

Aufbringen von Spannung auf das positionierte Gießband, um die Innenfläche des Gießbandes gegen die Arbeitsflächen zu ziehen, damit die Innenseite des positionierten gespannten Gießbandes dem geometrischen Sektor des konvexen Zylinders entspricht;

Zuführen von Druckluft durch zumindest einen Drosseldurchgang als Bandlevitations-Druckluft auf die Innenfläche des Gießbandes, um das Gießband relativ zu dem konvexen Zylinder nach außen zu drücken, um die Kraft auf die Innenfläche des angehobenen Gießbandes gegen die Arbeitsflächen zu vermindern, damit das Gießband umläuft; und

Umlaufenlassen des Gießbandes zur Führung desselben gegen den Eingang des Formraumes.

Weitere Ziele, Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung von bevorzugten Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den angeschlossenen Zeichnungen, die illustrativ und nicht notwendigerweise maßstab- und orientierungsgerecht sind und die Erfindung nicht beschränken sollen. Große Pfeile zeigen "stromabwärts" in einer Längsorientierung (stromabwärts-stromaufwärts) und zeigen die Richtung des Produktstromes vom Eingang zum Ausgang der kontinuierlichen Gießmaschine an.

Fig. 1 ist eine Seitenansicht einer kontinuierlichen Doppelband-Metallgießmaschine von deren "Außenbordseite", die als Beispiel einer kontinuierlichen Gießmaschine gezeigt ist, bei welcher die vorliegende Erfindung mit Vorteil angewendet werden kann. Eine Luftkissenvorrichtung gemäß der Erfindung ist im Eingangsbereich in einem oberen Bandträger und auch in einem unteren Bandträger dargestellt.

Fig. 2 ist eine Perspektivansicht einer Luftkissenvorrichtung mit isolierten Vertiefungen, gesehen in Richtung stromabwärts. Die Luftkissenvorrichtung ist mit jener Orientierung gezeigt, die sie in Fig. 1 hat, wobei diese Vorrichtung im Eingangsbereich eines oberen oder unteren Bandträgers angeordnet ist.

Fig. 3 ist eine Ansicht ähnlich der Fig. 2, jedoch zeigt Fig. 3 eine Luftkissenvorrichtung mit isolierten Vertiefungen mit luftdrosselnden Umfangsbegrenzungen.

Fig. 4 ist eine vergrößerte Ansicht eines Endteiles der Luftkissenvorrichtung mit isolierten Vertiefungen, an der Stelle 4--4 in Fig. 3.

Fig. 5 ist eine vergrößerte Teilquerschnittsansicht der oberen und unteren Luftkissenvorrichtung mit isolierten Vertiefungen, mit ihrer entsprechenden bewegten Gießbändern im Eingangsbereich einer kontinuierlichen Doppelband-Gießmaschine, wie sie in Fig. 1 gezeigt ist. Die Schnittstelle von Fig. 5 ist in Fig. 4 mit 5--5 angezeigt.

Fig. 6 ist eine stark vergrößerte Teilperspektiv- und Schnittansicht eines Teiles einer Luftkissenvorrichtung mit isolierten Vertiefungen, gesehen aus der Position 6--6 in Fig. 4, wenn man von

einem erhöhten Standpunkt diagonal stromaufwärts schaut. Zwei Ausführungsbeispiele von feinen Druckführungsnuten in der Außenseite einer Umfangsdichtung sind gezeigt.

Fig. 7 ist eine ähnliche Ansicht wie Fig. 6, doch zeigt Fig. 7 einen Teil einer Luftkissenvorrichtung mit isolierten Plateaus.

Fig. 8 ist ähnlich wie Fig. 5, doch zeigt Fig. 8 die obere und die untere Luftkissenvorrichtung mit isolierten Plateaus mit den entsprechenden bewegten Bändern.

Fig. 9 ist eine weitere Vergrößerung des Eintrittsbereiches nach Fig. 5. Fig. 9 zeigt eine abnehmende Krümmung (sich vergrößernde Radien) von Übergangskurven, die von der den Bandweg bestimmenden Form der Luftkissenvorrichtung gebildet werden, welche die bewegten Bänder in die bewegte Form leitet.

Fig. 10 ist eine vergrößerte Teilquerschnittsansicht, welche einen gekrümmten Ablenker zeigt, der einen ersten Hochgeschwindigkeitsstrom des flüssigen Kühlmittels umlenkt, damit es stromabwärts entlang des unteren Bandes strömt.

Fig. 11 ist eine Ansicht von eingepaßten Stützrollen, gesehen aus der Position 11--11 in den Fig. 10 und 12. Diese eingepaßten Stützrollen haben magnetisierte Rippen mit abwechselnd N, S, N, S-Polaritäten, wie dies im US-Patent 5,728,036 offenbart und beansprucht ist.

Fig. 12 ist eine Ansicht ähnlich der Fig. 10, wobei eine abgeänderte Ausführungsform der Vorrichtung nach Fig. 5 eine Mehrzahl von Düsen enthält (es ist nur eine Düse gezeigt), um eine erste stromabwärtige Hochgeschwindigkeitsströmung des flüssigen Kühlmittels auf das untere Band aufzubringen.

Fig. 13 ist eine Ansicht ähnlich jener nach Fig. 3, mit der Ausnahme, daß bei dieser Abänderung die isolierten Vertiefungen so ausgebildet sind, daß sie langgestreckte halbkreisförmige Vertiefungen bilden, die sich parallel zur Richtung der Bandbewegung erstrecken.

Fig. 14 ist eine Ansicht ähnlich jener nach Fig. 13, mit der Ausnahme, daß bei dieser Modifikation ein Luftstrom auf die vereinigten Levitationszonen der gesamten Luftkissenvorrichtung gerichtet ist.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

In dieser Beschreibung wird Bezug genommen auf Doppelband-Gießmaschinen, die typischerweise obere und untere Träger zum Umwälzen oberer und unterer Gießbänder aufweisen. Diese umlaufenden Bänder definieren zwischeneinander einen bewegten Formhohlraum bzw. Formraum. Die Bänder wandern vom Eingang in den bewegten Formraum und entlang des Formraumes zum Ausgang. Die Bänder tragen und umschließen zwischeneinander das einströmende heiße geschmolzene Metall und sie kühlen und umschließen das resultierende erstarrende geschmolzene Metall, um ein erstarrtes Metallprodukt zu liefern, das aus dem Ausgang austritt.

Bei einer Zweiband-Gießmaschine ist die Durchlauflinie, das heißt der Pfad, der von dem erstarrenden, die Form M füllenden, Metall durchlaufen wird, im allgemeinen geradlinig. In einer Einzelbandmaschine (hier nicht beschrieben) kann die Durchgangslinie eine leicht gekrümmte konvexe Bahn haben, von der Seite hergesehen.

Die in der vorliegenden Anmeldung verwendeten Ausdrücke "zylindrische Fläche", "zylindrische Form", "zylindrisch geformt", "zylindrisch" und "Zylinder" sind im weitesten Sinne zu verstehen, so daß sie zylindrische Flächen einschließen, die eine kreisförmige Krümmung haben oder zylindrische Flächen die eine konvexe Krümmung haben, welche von der kreisförmigen ab-

weicht.

Fig. 1 zeigt eine Doppelband-Gießmaschine 20 von der Außenseite. Die oberen und unteren Träger sind mit L und U bezeichnet. Durch eine Einrichtung (nicht gezeigt) zum Zuführen von geschmolzenem Metall, die nach dem Stand der Technik bekannt ist, wird das geschmolzene Metall in das Eingangsende 22 des bewegten Formhohlraumes bzw. Formraumes M eingebracht (Fig. 1, 5, 8, 9). Dieses Einführen des geschmolzenen Metalls ist schematisch durch einen großen offenen Pfeil 24 an der linken Seite angezeigt. Ein kontinuierlich gegossenes Produkt P ist auf der rechten Seite von Fig. 1 gezeigt, wie es aus dem Austrittsende des bewegten Formhohlraumes M austritt (Pfeil 26).

Die unteren und oberen Seiten des bewegten Formhohlraumes M sind durch umlaufende obere und untere endlose, flexible, dünne, metallische wärmeleitende Gießbänder 28 und 30 begrenzt. Diese Bänder werden an ihren Innenseiten durch schnellfließendes flüssiges Kühlmittel gekühlt, normalerweise Wasser. Die beiden Seiten des bewegten Formhohlraumes M sind durch zwei umlaufende Randdämme 32 begrenzt, die aus dem Stand der Technik bekannt sind. In Fig. 1 ist ein Randdamm gezeigt, der in den Eingang 22 durch eine sichelförmige Konfiguration von Rollen 33 geführt ist. Das obere Band 28 ist (wie der Pfeil 36 zeigt) durch eine drehbar angetriebene obere Ausgangsumlenktrommel 34 angetrieben, die oberhalb des (stromabwärtigen) Ausgangsendes des bewegten Formraumes angeordnet ist. Das untere Band 30 und die Randdämme 32 sind (wie durch den Pfeil 37 angedeutet) durch eine drehbar angetriebene untere Ausgangsumlenktrommel 38 angetrieben, die unterhalb des Ausgangsendes des bewegten Formraumes M angeordnet ist. Weitere Informationen betreffend derartige Doppelband-Gießmaschinen sind in den Patenten von Hazelett, et al. angegeben.

An dem Eingangsende der Gießmaschine laufen die oberen und unteren Gießbänder 28, 30 um eine nicht drehbare, feststehende, starre, konvex gekrümmte, zylindrische obere Bandlevitations-Luftkissenvorrichtung 40 und eine ähnliche untere Luftkissenvorrichtung 42. Jede Luftkissenvorrichtung 40 bzw. 42 umfaßt eine Luftkissenschale 44, welche ein geometrisches Sektor einer Schale zylindrischer Gestalt ist. Jede Schale 44 ist mit zumindest einem und in den meisten Ausführungsbeispielen der Erfindung mit einer Mehrzahl von Luftdüsen-Bohrungsdurchgängen 87 in Düsenkörpern 85 (Fig. 5, 8, 9, 10 und 12) perforiert. Der eingeschlossene Winkel "A" (Fig. 1), welcher von dem geometrischen Schalensektor 44 aufgespannt wird, ist der Führungswinkel A des Gießbandes. Der Winkel A kann im Bereich von wenigen Graden bis zu 270° liegen. Dieser Schalensektor A beträgt in Fig. 1 etwa 180°.

Außer den korrosionsfesten Materialien, die für den Kühlmitteltransport verwendet werden, bestehen die Luftkissenschalen 44 und ihre versteifenden Rückenelemente 46 (Fig. 1, 5 und 8) und Endwände 48 (Fig. 2, 3) aus bearbeiteten Stahlplatten, die durch Schweißen zusammengebaut sind.

Das von der Sektorschale 44 den Aussteifungs-Rückwandelementen 46 und den Endwänden 48 umschlossene Volumen bildet eine Plenumkammer 52, die, wie noch erläutert wird, zur Verteilung 53 von Luft (Gas) verwendet wird, wie dies in den Fig. 1, 5, 8, 9, 10 und 12 gezeigt ist. Der Zugang zu dieser Plenumkammer erfolgt durch Zugangsöffnungen in jeder Endwand, die normalerweise mit Abdeckungen 5 und 50 verschlossen sind (Fig. 1, 2, 3, 13 und 14). Befestigungsansätze 50, die von gegenüberliegenden Enden der Plenumkammer 52 vorstehen, sind mit einer Strebe 57 verbunden, welche die Endwand 48 aussteift. Der Ausdruck "Luft", wie er hier verwendet wird, bezieht sich auf gasförmige Levitationsmittel und soll normale Luft und Gemische aus Luft mit Stickstoff, Argon, Kohlendioxid oder Helium umfassen, oder jedes andere Gas oder Gasgemisch, das sich aus Levitationsmittel eignet.

Bei den Ausführungsbeispielen der Erfindung wird Druckluft 53, 53' als Levitationsmittel für die oberen und unteren Gießbänder 28, 30, angewendet. Dieses Levitationsmittel greift an den betreffenden Band an, wenn das Band entlang einer gekrümmten Bahn in "schwebender" Be-

ziehung um die obere oder untere Luftkissenvorrichtung 40 bzw. 42 wandert. Das bewegte Band wird in "schwebender" Beziehung geführt, indem es durch die Druckluft angehoben wird. Druckluft 43 wird der Plenumkammer 52 über eine geeignete Rohr- oder Schlauchverbindung 51 (Fig. 1) zugeführt. Diese Druckluft strömt aus der Plenumkammer, wie durch die Pfeile 53 in den Fig. 5, 8, 9, 10 und 12 gezeigt, in eine Vielzahl von Durchgängen 88, die in der Schale 44 gebohrt sind. Diese Durchgänge 88 führen zu Düsenkörpern 85, welche feststehende drosselnde Düsenstrahlbohrlöcher 87 aufweisen, und welche die Levitationsluft 53' in gesteuerter Levitationsbeziehung mit den wandernden Gießbändern 28 bzw. 30 ausblasen. Die Länge der Luftdüsenbohrlöcher 87 hat bei einem kürzlichen Ausführungsbeispiel der Erfindung etwa 19 mm betragen. Die Wahl eines geeigneten Durchmessers der Düsenbohrungen 87 hängt von den verschiedenen später beschriebenen Ausführungsformen ab, und liegt im Bereich von etwa 0,4 mm bis 15 mm. Der Durchmesser der Düsenbohrlöcher 87 bei dem in Fig. 5 gezeigten Ausführungsbeispiel beträgt 1,15 mm.

Jegliche Bezugnahme auf Druckluft ist in der Folge als Manometerdruck in Beziehung zum atmosphärischen Druck zu verstehen, welcher als 0 angenommen wird. Der Druck der Druckluft 53, welche der Plenumkammer 52 über den Lufteinlaß 51 (Fig. 1) zugeführt wird, beträgt etwa 850 kPa oder etwa 8,5 bar, was annäherungsweise etwa 120 bis 130 Pfund pro Quadratzoll (psi) beträgt, wie dies üblicherweise in Industrieanlagen verfügbar ist. Nachdem die Luftströmung 53 die Vorräume 88 durchströmt hat und durch die drosselnden Luftdüsenbohrlöcher 87 ausgetreten ist, hat die resultierende Bandlevitationsluft 53' im Bandlevitationsbereich zwischen der Luftkissenschale 44 und der konkaven zylindrisch gekrümmten Innenfläche des wandernden angehobenen Gießbandes 28 bzw. 32 einen durchschnittlichen Druck von beispielsweise etwa 425 kPa oder etwa 4,25 bar (etwa 60 bis 65 psi), wie dies erläutert wird. Wie in den Fig. 2 bis 6, 9 und 12 führen Luftdüsenbohrlöcher 87 Levitationsluft 53' der Mitte jeder seichten Vertiefung 80 zu. Wie in den Fig. 7, 8 und 10 gezeigt ist, führen die Luftdüsenbohrlöcher 87 Levitationsluft 53' von der Mitte jedes angehobenen Plateaus 100 aus zu. Die Dicke der endlosen Gießbänder 28 und 30 beträgt etwa 1,2 mm (etwa 0,046 bis etwa 0,048 Zoll).

Die in Fig. 1 gezeigten Luftkissenschalen 44 haben einen Radius R_1 (Fig. 5, 8, 9) von etwa 305 mm (etwa 12 Zoll) und jede Schale 44 erstreckt sich über einen Winkel A (Fig. 1) von etwa 180°. Bei Verwendung einer Luftkissenvorrichtung von etwa 610 mm Durchmesser in einer Maschine, wie sie beispielsweise in Fig. 1 gezeigt ist, beträgt die Kraft, die gegen jedes der beiden Trume jedes Luftkissenbandes durch die Levitationsluft 53' der Luftkissenvorrichtung 40 und 42 ausgeübt wird, in Richtung parallel zur Form M, das heißt parallel zum erstarrenden Produkt P, etwa 125 Newton pro Millimeter der Bandbreite. Diese Kraft resultiert in einer Zugspannung von etwa 10.000 Newton pro cm^2 des Querschnittes der Gießbänder 28 und 30. Diese Zugspannung nähert sich der Betriebspraxis des Standes der Technik.

Die von der Levitationsdruckluft 53' ausgeübte Kraft wird normalerweise dort, wo sie die gekrümmte Innenseiten der Gießbänder 28, 30 auftrifft, so eingestellt, daß sie eine gesamte stromaufwärts gerichtete Kraftkomponente hat, die geringfügig kleiner oder gleich der wirksamen gesamten Zugkräfte ist, die in Richtung stromabwärts von den Bändern 28 und 30 ausgeübt werden, welche auf die entsprechenden Luftkissenvorrichtungen 40 bzw. 42 einwirken. Das heißt, diese gesamte stromaufwärts gerichtete Kraftkomponente beträgt vorzugsweise zwischen etwa 99 und 100% der gesamten effektiven Zugkräfte, oder mindestens 90%. Deshalb kann das Gießband 28 bzw. 30 an den Luftkissenschalen 44 geringfügig gleiten. Der Kontakt des wandernden Gießbandes mit den konvexen Umfangsbandführungsflächen der Luftkissenschale wird nahezu oder vollständig eliminiert. Durch Aufrechterhaltung eines geringfügigen Gleitkontaktes, wie bei den Halbdichtungen, z.B. den Umfangsdichtungen 90 und 90' in den Fig. 4, 5 und 8 oder der Dichtung 82 in Fig. 9, können jegliche signifikante Instabilitätsbewegungen des Gießbandes in jeder Richtung verhindert werden. Es versteht sich, daß während des kontinuierlichen Gießvorganges der Druck der Levitationsluft 53' geringfügig angehoben werden kann, damit die Abnutzung der Arbeitsfläche bezüglich der Innenseite des bewegten Bandes minimiert wird, und geringfügig abgesenkt werden kann, um jede instabile Vibrationsbewegung oder

Geräusche zu minimieren. Die Ausdrücke "anheben", "Levitation" oder "angehoben", wie sie hier verwendet werden, schließen die Situation mit ein, bei welcher die Reibung vermindert ist, aber ein leichter Kontakt oder eine leichte Reibung verbleiben.

- 5 Es hat sich gezeigt, daß die beschriebene Luftkissenvorrichtung einen ruhigen Betrieb der wandernden, gekrümmten, flexiblen Gießbänder ermöglicht, die unter Zugspannung arbeiten, welche sich der üblichen Praxis des Standes der Technik nähert.

10 *Ausführungsbeispiele mit isolierten Vertiefungen:* Die Erfindung wird im Prinzip in zwei komplementären Ausführungsformen verwirklicht. Die Ausführungsbeispiele der ersten Art wenden eine Reihe von breiten, isolierten, halbabgedichteten seichten Vertiefungen 80 an, die auf der konvexen Außenfläche der zylindrisch geformten Luftkissenschale 44 (Fig. 2 bis 6, 9) ausgebildet sind. Diese seichten Vertiefungen 80 bilden den Hauptteil der gesamten Bandlevitationszone der Luftkissenschale 44. Die seichten Vertiefungen haben, wie gezeigt ist, rechteckige Form, 15 die nahezu quadratisch ist. Diese seichten Vertiefungen 80 sind durch ein halbabdichtendes Gitter begrenzt und definiert, das heißt ein luftdrosselndes Begrenzungs-gitter 82, wie dies in den Fig. 2 bis 6 und 9 gezeigt ist. Wenn dieses zylindrisch geformte Gitter flach ausgebreitet wird, wäre es ein rechteckiges Gitter. Die Außenseite des Gitters 82 bildet bandabstützende, bandführende, konvexe Umfangsarbeitsflächen (Flächen) 82' der zylindrisch geformten Luftkissenschale 44. Das Gitter 82 kann allgemein so definiert werden, daß es eine Anordnung von 20 luftdrosselnden Oberflächen (Flächen) 82' bildet, die einen Vielzahl von rechteckigen seichten Levitationsvertiefungen umschreiben.

25 Wenn das Gitter 82 von einem Gießband umhüllt ist, wie dies in den Fig. 1, 5 und 9 gezeigt ist, und die konkave zylindrisch geformte innere Bandfläche die seichten Vertiefungen 80 definiert, so sind diese unterhalb der Umfangsarbeitsflächen 82' der halbzyklindrischen Luftkissenschale 44 angeordnet. Das Gitter 82 und seine konvexen Arbeitsflächen 82' können einstückig mit der Luftkissenschale 44 ausgebildet werden (Fig. 2, 3 und 4).

30 Bei einer bevorzugten Konstruktion ist jedoch das Gitter 82 aus flexiblem Material geformt, beispielsweise aus schlüpfrigem Kunststoffmaterial, das lösbar an der Luftkissenschale 44 befestigt ist. Dieses Gitter 82 ist entweder als monolithisches Netz von langgestreckten Elementen gebildet, wobei das Netz aus einer Lage eines geeigneten schlüpfrigem Kunststoffmaterials ausgeschnitten oder ausgestanzt ist, oder alternativ ist das Gitter 82 durch Zusammenbau einer 35 Vielzahl von getrennten langgestreckten Streifen aus geeigneten Kunststoffmaterial gebildet. Gleichgültig ob das Gitter 82 monolithisch oder aus einer Vielzahl von Streifen aufgebaut ist, ist das flexible Material, aus welchem das Gitter geformt ist, vorzugsweise ein haltbares abnutzungsfestes Material, wenn es dem kontinuierlichen Gleitkontakt eines bewegten Gießbanes 28 bzw. 30 ausgesetzt ist. Das derzeit bevorzugte schlüpfrige Kunststoffmaterial zur Bildung des 40 Gitters 82 ist PTFE (Polytetrafluorethylen), das von DuPont unter der Marke "Teflon" in den Handel gebracht wird.

Das monolithische Gitter oder die einzelnen Streifen 82 greifen vorzugsweise mit engem Sitz in entsprechende Nuten 83 ein, die auf der Außenseite jeder Luftkissenschale 44 ausgebildet 45 sind. Das Gitter 82 wird in den Nuten 83 durch Schrauben 89 festgelegt (Fig. 5, 6 und 9) und durch die umhüllende Beziehung eines Gießbandes wie dies in den Fig. 1, 5 und 9 gezeigt ist. Die Tiefe der Nuten 83 ist derart, daß die Umfangsarbeitsflächen 82' eines monolithischen Gitters 82 (oder eines äquivalenten Zusammenbaus einzelner Streifen) über den Boden jeder derart geformten, isolierten, halbabgedichteten seichten Levitationsvertiefung 80 um eine kleine 50 radiale Höhe "h" (Fig. 6) im Bereich zwischen etwa 25 Mikron und 2,5 mm angehoben werden. Diese radiale Höhendimension "h" ergibt die zusammengebaute Tiefe jeder seichten Vertiefung 80.

55 Wenn die Schale 44 als integrale Konstruktion der Schale 44 gemeinsam mit ihren Halbdichtungen hergestellt wird, welche durch das Luftdrosselungsgitter 82 gebildet sind, dann ist die

Dimension "h" die Höhe gemessen vom Boden jeder seichten Vertiefung 80 zur Bandführungs-Umfangsarbeitsfläche 82' des integralen Gitters. Fig. 2 soll eine integrale Konstruktion des Gitters 82 und der Schale 44 zeigen, und auch ein Gitter 82, das durch ein Netz (oder durch einzelne Streifen) gebildet ist, die in Eingriffsbeziehung in den Nuten (nicht gezeigt in Fig. 2) der Schale 44 angeordnet sind.

Die Arbeitsflächen 82' des Gitters 82 wirken in Verbindung mit der Innenfläche eines wandernden Gießbandes zur Bildung eines Netzes von Luftdrosselungspfaden (Halbabdichtungspfaden) für den Austritt der Bandlevitations-Druckluft 53' aus jeder seichten Vertiefung 80. Dieser Austritt der Bandlevitations-Druckluft 53' aus der seichten Vertiefung 80 dient zweckmäßig dazu, die Druckluft in jeder Vertiefung von der Druckluft der benachbarten Vertiefungen zu trennen, weil die austretende Luft gegen Bereiche niedrigeren Druckes strömt und Bereiche höheren Druckes vermeidet. Als Folge wirkt jede Levitationsvertiefung 80 als eine isolierte Bandlevitationszone, die in gewisser Weise unabhängig von den anderen isolierten Vertiefungen 80 ist, wodurch Rückströmeffekte zwischen der Druckluft in benachbarten Bandlevitationszonen vermieden wird, und damit auch die Bildung von Quietschgeräuschen und Bandvibrationen.

Die kombinierte Gesamtheit der resultierenden Vielzahl von einzelnen, etwas unabhängigen und etwas isolierten Bandlevitationskräften (die auf die Innenfläche eines darüberliegenden bewegten Bandes aufgebracht wird, welches um eine Luftkissenschale 44 gewunden ist), welche durch die Levitationsdruckluft 53' in der Vielzahl von seichten Vertiefungen 80 erzeugt wird, bildet eine im wesentlichen gleichmäßige, stromaufwärts gerichtete Levitationskraft auf ein bewegtes Band, welches (wie dies oben erläutert wurde) mit zumindest 90% der gesamten wirksamen Zugspannungen in dem zugeordneten umlaufenden Band belastet wird, wobei eine kleine stromaufwärts gerichtete Kraft, falls überhaupt, auf ein bewegtes Band verbleibt, die durch die leichte mechanische Berührung zwischen dem bewegten Band und Teilen der Luftkissenvorrichtung erzeugt wird.

Eine einzelne Luftdüsenbohrung 87 ist in Verbindung mit der Mitte des Bodens jeder hohlen Vertiefung 80 zum Zuführen von Bandlevitationsluft 53 in die Vertiefung dargestellt. Wie vorstehend erläutert wurde, ist jede seichte Vertiefung durch die Innenfläche des Bandes halb abgedichtet, welches um eine Luftkissenschale 44 gewunden ist und dessen Innenfläche sich sehr nahe oder in leichter Gleitberührung mit den Arbeitsflächen 82' befindet. Bandlevitations-Druckluft tritt kontinuierlich aus, das heißt in die Atmosphäre, indem sie über und entlang der Arbeitsflächen 82' des Gitters 82 strömt (Fig. 5, 6, 9 und 12).

Ausführungsbeispiele mit isoliertem Plateau: Eine zweite Art der Ausführung der Erfindung hat eine Reihe von breiten isolierten Luftdrosselungs-"Levitationsplateaus" 100 (Fig. 7 und 8 und auch 10), die auf der Außenseite der Luftkissenhülle 44 angeordnet sind. Die isolierten Plateaus 100 sind definiert und begrenzt durch Nuten (Kanäle) 102, welche Luftaustrittswege bilden. In einer gesamten, allgemeinen Ansicht haben die zweiten Ausführungsbeispiele eine umgekehrte Radialbeziehung im Vergleich zu den Radialbeziehungen der ersten Ausführungsbeispiele, wie dies aus einem Vergleich der Fig. 7, 8 und 10 mit den Fig. 5, 6, 9 und 12 hervorgeht.

Die isolierten rechteckigen Plateaus 100 haben konvexe Umfangsflächen 100'. Diese Flächen 100' sind bandabstützende führende und konvexe Umfangsarbeitsflächen der zylindrisch geformten Luftkissenschale 44 (Fig. 7, 8 und 10).

Die Plateaus 100 und ihre Arbeitsflächen 100' können einstückig mit der Luftkissenschale 44 nach Fig. 7 ausgebildet sein, außer daß bei einer einstückigen Konstruktion keine Schrauben 109 vorhanden sind. Bei einer bevorzugten Konstruktion sind jedoch die einzelnen Plateaus 100 aus flexiblem Material gebildet, beispielsweise einem Kunststoffmaterial, das haltbar und verschleißfest ist, wenn es dem kontinuierlichen Kontakt eines bewegten Gießbandes 28 bzw. 30 ausgesetzt ist, beispielsweise von der Art, wie es das derzeit bevorzugte, oben beschriebene schlüpfrige Kunststoffmaterial ist. Diese einzelnen rechteckigen Plateaus 100 passen vor-

zugsweise eng in die rechteckigen Vertiefungen 101 (Fig. 8 und 10), die in der Außenfläche jeder Luftkissenschale 44 ausgebildet sind. Die Aufnahme der einzelnen Plateaus 100, die in ihren Vertiefungen 101 sitzen, wird durch Schrauben 109 (Fig. 7) und durch die umhüllende Beziehung eines Gießbandes vervollständigt, wie dies in den Fig. 1, 8 und 10 gezeigt ist.

5 Levitationsluft 53' tritt aus der Mitte jeder Arbeitsfläche 100' aus, wobei sie durch einen Düsenkörper 85 (Fig. 8, 10) zugeführt wird, der eine Luftdüsenbohrung 87 aufweist. Die Plateauarbeitsflächen 100' sind in einem rechteckigen System angeordnet. Diese Arbeitsflächen dienen sowohl als Bandlevitationszonen zum Abstützen der Bandlevitationsdruckluft 53', und sie haben
10 auch eine halbabdichtende Funktion, indem sie zusammen mit den Innenflächen des darüberliegenden Bandes wirken, das heißt eine Luftdrosselungsfunktion. Jede Plateauarbeitsfläche 100' bildet eine Halbdichtung, die gegen die bewegte Innenseite des darüberliegenden Gießbandes 28 bzw. 30 wirkt. Somit tritt die Levitationsluft 53' aus jedem Düsenbohrloch 87 aus und strömt als sehr dünner Film nach außen über jede Arbeitsfläche 100' von der zentralen Luftdüse. Die nach außen strömende Bandlevitationsluft 53' erfährt einen geschwindigkeitsinduzierten Reibungsverlust; das heißt, sie wird gedrosselt, wenn sie über jede Fläche 100' nach außen strömt, und diese entweichende Luft schlüpft in das System bzw. Netz der Luftauslaßnuten 102, von wo die entweichende Luft zur Atmosphäre zurückkehrt, sobald sie die Kanten der Luftkissenschalen 44 erreicht. Die Ausführungsformen der Erfindung mit isolierten Plateau arbeiten
15 nur dann gut, wenn das Band frei von Unregelmäßigkeiten in der Oberfläche bzw. Flächigkeit ist.

Beide Ausführungsbeispiele der ersten Form der Erfindung, welche isolierte seichte Vertiefungen 80 aufweisen, und die Ausführungsbeispiele der zweiten Art der Erfindung, welche isolierte
25 Plateaus 100 aufweisen, können gemeinsam als Anordnungen von isolierten Bandlevitationszonen angesehen werden, mit dazwischenliegenden Luftaustrittswegen.

Ausführungsbeispiele mit Übergangskurven: In den Fig. 5 und 8 ist der Radius R_1 als Radius der Umfangsarbeitsflächen 82' und 100' der entsprechenden Luftkissenschalen 44 dargestellt, die isolierte Vertiefungen 80 und isolierte Plateaus 100 haben. Somit sind diese Arbeitsflächen 82' und 100' konform mit einer kreisförmigen zylindrischen Oberfläche und auf diese Weise simulieren sie die stromaufwärtige Hälfte der Außenfläche einer rotierenden Umlenktrummel. Die Punkte 91 in den Fig. 5 und 8 am Eingang 22 der bewegten Form M sind an den stromabwärtigen Kanten von Umfangsdichtungen 90' angeordnet. Diese Punkte 91 sind Tangentenpunkte, an denen die bewegten Bänder 28 und 30 theoretisch aus der kreisförmigen zylindrischen Gestalt in eine gerade ebene Konfiguration gebogen werden, in der sie mit gegenseitigem Abstand parallel laufen und zwischeneinander die bewegte Form M definieren.
30

Bei den gegebenen Beschränkungen für ein Gießband normaler Dicke und Federelastizität, tritt in der Tat ein abruptes Biegen eines Bandes aus einer kreisförmigen zylindrischen Form der Umfangsarbeitsfläche einer Luftkissenschale 44 in eine gerade ebene Form nicht auf. Das unerwünschte Ergebnis ist ein unbestimmter Pfad für das Gießband und der unstete und sprunghafte Kontakt des erstarrenden Produktes gegen das Gießband, wodurch unerwünschte Oberflächenverflüssigung und Legierungsabsonderungen auftreten können.
35

45 Wenn Gießbänder 28, 30 normaler und größerer Dicke verwendet werden, wird ein lokaler variabler Radius R_+ (Fig. 9) des Gießbandes, wie er durch dessen Führungen definiert wird, vorteilhaft gegenüber R_1 in der Biegeübergangszone 114 progressiv erhöht, in welcher das bewegte Gießband sich dem Formraum M nähert und in diesen eintritt. Dieser Bereich 114 des Übergangsradius R_+ erstreckt sich stromabwärts von den Punkten 122 zur Formeintrittspunkten 120. In dieser Übergangszone nimmt die Krümmung $1/R_+$ (der Reziprokwert des lokalen Radius) jedes Bandes vorteilhaft progressiv ab, in einer abfallenden Beziehung bis zum Wert 0 am Übergangstangentenpunkt 120 (Fig. 9) des Formeinganges, wo die beiden Bänder gerade werden und in parallelen Ebenen wandern. Die Notwendigkeit dieses Abfalls (progressive Abnahme) der Krümmung ergibt sich aus der elastischen Steifheit und Federelastizität der Gieß-
50
55

bänder mit geeignet hoher Dicke, einer Steife die ansonsten den Bandpfad verformen würde, wo das Band das stromabwärtige Ende 91 (Fig. 5 und 8) einer Luftkissenschale 44 verläßt.

Der Abfall der Krümmung in Fig. 9 beginnt an den Punkten 122 in diesem vergrößerten Querschnitt und setzt sich fort bis zu den Formeintrittspunkten 120. Stromabwärts, nach einer Mittellinie 45 (Fig. 9) des größeren Teiles der Luftkissenvorrichtung wird das Band 28 bzw. 30 in den Formraum M durch stationäre Elemente 116 geleitet, wie dies in der PCT-Anmeldung WO98/01247 von Kagan et al. offenbart und beansprucht ist, welche Anmeldung an den gleichen Rechtsnachfolger wie die vorliegende Erfindung übertragen wurde. Es gibt dort eine Vielzahl von beabstandeten parallelen Elementen 116, die durch Permanentmagnete magnetisiert sind, um eine magnetische Anziehung zu erzeugen, welche den hydrodynamischen Bandlevitationskräften entgegenwirkt, um eine Bandführung und Stabilisierung zu bewirken.

Die Bandpfadkrümmung $1/R+$ nimmt graduell von den Punkten 122 zu den Punkten 120 ab, und wird 0 an den Gießbandtangentialpunkten 120. Stromabwärts von dem Tangentialpunkt 120 werden die Bänder in einen geraden Verlauf gezwungen, wobei sie in beabstandeten parallelen Ebenen verlaufen. (Es sei bemerkt, daß die Mehrfachradien-Querschnittsform einer Luftkissenschale mit progressiv zunehmendem Radius $R+$ in der Übergangszone 114 noch immer ein Zylinder und eine zylindrische Fläche ist; siehe beispielsweise Merriam-Webster's Collegiate Dictionary, 10. Auflage [1993]).

Eine ideale, allmählich in die Gerade auslaufende Kurve des Gießbandpfades 114 ist in Fig. 9 zwischen den Punkten 120 und den Punkten 122 gezeichnet, und folgt der Formel $y = ax^3$ wie in einer Eisenbahnübergangskurve, wo "a" in einer Gießmaschine mit Normalmaßstab in der Größenordnung von $1/70.000$ liegt. Beide Dimensionen x und y werden in Millimetern gemessen, x wird zur Linken gemessen, das heißt in Richtung stromaufwärts von den neuen Tangentialpunkten 120. Die aufeinanderfolgenden Ziffernwerte für die Dimension y sind zweckmäßig innerhalb des Durchgangsraumes einer Metall zuführenden Düse 62 eingezeichnet, welche zwischen Klammern 64 gehalten ist. Diese y-Dimensionen betreffen gesondert jedes der beiden Bänder, nach oben für das obere Band 28 von der oberen Fläche der Düse 62 (welche mit der Ebene der planaren Formfläche des oberen Bandes 28 ausgerichtet ist), und nach unten für das untere Band 30 von der unteren Fläche dieser Düse (die mit der Ebene der planaren Formfläche des unteren Bandes 30 ausgerichtet ist. Die magnetischen Anziehungskraft der Elemente 116 wird zweckmäßig zur Führung eines bewegten Gießbandes in den kritischen Zonen 114 reduzierter Krümmung angewendet, weil der Umhüllungsdruck auf die Levitations-Luftkissenschale 44, der durch die Spannung des Gießbandes in diesem Bereich 114 reduzierte Krümmung erzeugt wird, natürlich geringer ist als der Umhüllungsdruck der auf den Hauptteil 110 der Luftkissenvorrichtung wirkt, wo der Radius mit R_1 konstant ist.

Da der Abfall der Krümmung der Gießbänder allmählich entlang der Übergangszone 114 erfolgt, nimmt auch die elastische Biegefederkraft allmählich ab. Dadurch sind vorteilhaft die entsprechenden Gießbandpfade während ihrer Wanderung vorbei an der Düse 62 und in die Form M unter vorbestimmter Kontrolle; die Federelastizität des Bandes lenkt keines der Bänder von der beabsichtigten Führungsbahn ab.

Statt einer Eisenbahnübergangskurve, wie $y = ax^3$, kann eine Folge von glatten Kurven mit abnehmender Krümmung in weniger kritischen Anwendungen vorgesehen werden.

Die Fig. 3-5, 8, 13 und 14 zeigen Ausführungsbeispiele der Erfindung, bei welchen eine langgestreckte Luftdrosselungs-Umfangsdichtung 90 bzw. 90' angewendet wird, die ein wenig höher über der konvexen Umfangsarbeitsfläche liegt als die anderen Luftdrosselungs- bzw. Stützflächen. Eine solche Umfangsdichtung hält einen minimalen Luftdruck (über dem atmosphärischen Druck) über die gesamte konvexe Fläche der Luftkissenschale 44 aufrecht. Die Drosselungsluft tritt schließlich in die Atmosphäre über die Halbdichtung 90, 91' am Umfang jeder Luftkissenschale in der Vorrichtung 40 bzw. 42 aus. Die oberen und unteren horizontale Ab-

schnitte 90' dieser Umfangsluftdrosselungsdichtungen 90 tragen dazu bei, die Bahn der Gießbänder 28 bzw. 30 zu kontrollieren, wo diese auf die Luftkissenschale 44 auftreffen bzw. diese verlassen, wobei sie für diese Schalen mit kreisförmiger zylindrischer Gestalt theoretische Bandbiegetangentenpunkte 91 definieren. Ein geeignetes Material für die Halbdichtungen 90 ist Polyamid (Nylon) in Form von gebündelten und verdrehten Strängen, das im Handel als Streifenpackmaterial erhältlich ist. Eine anderes geeignetes verschleißfestes, relativ flexibles schlüpfriges Material kann verwendet werden.

Fig. 6 zeigt in einer Perspektive eine Anordnung bzw. ein "Muster" von seichten feinen reibungsreduzierenden Nuten 94 und 95 mit rechteckigem Querschnitt, die in die Außenfläche bzw. die Arbeitsfläche einer modifizierten Umfangsdichtung 92 eingeschnitten oder eingedrückt sind. Eine solche modifizierte Dichtung 92 kann anstelle der einfachen Nylon-Luftdrosselungsdichtung 90 angewendet werden. Die Nuten 94 sind parallel zur Bandbewegung orientiert und kommunizieren mit einer tieferen Quernut 95, die sich nahe einer Umfangs-Luft-Drosselungslippe 97 erstreckt. Diese Nuten 94 und 95 verteilen den Druck der eingeschlossenen Levitationsdruckluft 93' über den größten Teil der Oberfläche der Dichtung 92, wodurch die Reibung zwischen dieser Dichtung und dem bewegten Gießband 28 bzw. 30 reduziert und der Kontakt mit dem Gießband gleichmäßiger wird.

An der unteren linken Seite von Fig. 6 ist eine Umfangs-Luftdrosselungsdichtung 93 gezeigt, deren Arbeitsflächen ein anderes Muster von reibungsreduzierenden Nuten 96 und 98 hat. Statt der rechteckig geformten Nuten 94 und 95 der Dichtung 92 haben die Nuten 96 und 98 eine seichte Muschelform. Eine seichte Quernut 98 erstreckt sich nahe der Umfangslippe 99.

Die Umfangsdichtung 90 wird vorteilhaft in Verbindung mit der ersten und zweiten Ausführungsform der Erfindung angewendet, wie sie vorstehend beschrieben sind. Die Anwendung der Umfangsdichtung 90 ermöglicht auch die Ausführung einer dritten Ausführungsform der Erfindung, nämlich die Vereinigung der isolierten Vertiefungen zu einer parallelen Anordnung von seichten Umfangskanälen 86 an der Begrenzung (Fig. 13), die voneinander durch dazwischensliegende parallele Umfangsrippenstreifen 81 getrennt sind, welche aus schlüpfrigen Bandabstützungsmaterial geformt sind, ähnlich jenem, welches das Gitter 82 bildet. Die Arbeitsflächen 81' dieser in Umfangsrichtung orientierter Rippenstreifen 81 bewirkt keine signifikante Luftdrosselung. Um das gespannte Gießband von einem nennenswerten örtlichen Einsinken oder Biegen in der Querrichtung zu schützen, verlaufen die Streifen 81 in Umfangsrichtung kontinuierlich in einer Anordnung, die in Fig. 13 gezeigt ist (wo nur Teile der Umfangsdichtung 90 zu sehen sind). Jeder Umfangskanal 86 wird individuell mit Levitationsdruckluft 53' aus einer Luftpore 87' mit zentral angeordneten Düsenkörper 85 gespeist, der einen mittlerem Durchmesser hat.

In Fig. 14 bedeckt ein breiter zentral angeordneter Düsenkörper 85 mit einer sehr groß durchmessrigen Luftpore 87' mit Levitationsdruckluft 53' die gesamte Außenfläche der Schale 44 innerhalb der Umfangsdichtung 90. Jedoch wird bei Anwendung nur einer derartigen großen Düsen 87' darauf zu achten sein, daß eine Luftdrosselungswirkung über die Arbeitsfläche 81' der Rippenstreifen 81 (Fig. 13) im wesentlichen verhindert wird, weil sonst ein Absinken der Levitation gegen die inneren und äußeren Enden der Luftkissenschale 44 auftritt. Um eine solche Drosselung durch die Arbeitsflächen 81' (Fig. 13) zu vermeiden, werden die Rippenstreifen durch zahlreiche Querspalte 78 (Fig. 14) unterbrochen, die eine Umfangslänge von weniger als etwa 2° haben (weniger als etwa 9 bis 10 mm), wodurch zahlreiche Insel-Rippenstreifen 79 gebildet werden um die Levitationsluft 53' in Querrichtung ohne signifikanten Druckabfall auf alle Umfangskanäle 86 innerhalb der Umfangsdichtung 90 zu verteilen. Dadurch wird eine einzige verbundene und vereinigte Bandlevitationszone 93 erzeugt welche die gesamte Außenfläche einer Schale 44 mit ihrer Umfangsdichtung 90 umhüllt.

Sowohl bei der Ausführungsform nach Fig. 13 als auch bei jener nach Fig. 14 muß ein Ziehen oder Nachlassen der Bandspannung in den Umfangskanälen 88 minimiert werden. Zu diesem

Zweck sind die Kanäle 86 nicht breiter als das 150-fache der Dicke des verwendeten Gießbandes.

Magnetische Stützrollen: In den Fig. 10 und 12 ist gezeigt, daß die bewegten Bänder durch Stützrollen 130 geführt, stabilisiert und unterstützt sind, die magnetisierte Rippen haben, wie dies im US-Patent 5,728,036 beschrieben und beansprucht ist, welches dem gleichen Rechtsnachfolger wie die vorliegende Erfindung übertragen wurde. Die drehbaren Weilen 132 und diese umgehenden Rippen 134 sind aus weichen ferromagnetischen Material gefertigt. Die Rippen 134 sind abwechselnd mit Nord- und Südpolaritäten magnetisiert (N und S in Fig. 11) durch kragenförmige Permanentmagneten 133. In diesen kragenförmigen Magneten kann vorteilhaft ein "Reach-out"-Magnetmaterial verwendet werden. Die Stützrollen 130 können vorteilhaft näher aneinander angeordnet werden als üblich, indem die Relativlage der Rippen 134 versetzt wird, so daß die Rippen einer Rolle zwischen den Rippen einer benachbarten Rolle zu liegen kommen, wie dies Fig. 11 zeigt.

Speziell wenn Stützrollen 130 verwendet werden, statt einer Anordnung von magnetisierten hydrodynamischen Stützelementen 116 (Fig. 9), ist es wesentlich, die Gießbänder 28 und 30 unmittelbar nahe dem Formeingang 22 durch eine schnellbewegte Schicht 163 eines flüssigen Kühlmittels, normalerweise Wasser, zu kühlen. Diese schnellbewegte Kühlmittelschicht 163 wird vorteilhaft direkt auf das Band von einer Luftkissenvorrichtung 40 bzw. 42 aufgebracht, weil die Abwesenheit einer drehbaren Eingangsumlenktrommel Beschränkungen vermeidet, die durch die "Spitzenbereiche" nach dem Stand der Technik auferlegt waren.

In Fig. 10 wird dieses schnellbewegte Kühlmittel 163 von einem Querablenker 150 aufgebracht, der eine Arbeitsform hat, die ähnlich jener ist, wie sie im US-Patent 3,041,686 von Hazelett et al. offenbart ist. Dieser Ablenker 150 mit seiner gekrümmten Zone 160 kann einstückig mit der Rückenwand 46 der Luftkissenvorrichtung ausgebildet werden, wie dies Fig. 10 zeigt. Kühlmittel 147 unter Druck wird von einem Verteiler 152 zugeführt der eine Vielzahl von Düsen 154 hat (von denen nur eine zu sehen ist), wobei das Kühlmittel in Form von Düsenstrahlen 156 unter einem kleinen Winkel auf den Deflektor 150 auftrifft. Dort verteilt sich das Kühlmittel nach der Seite, um ein bewegter Film 158 zu werden, welcher um eine Kurve 160 läuft, um den Deflektor als relativ flache schnellbewegte Bahn 162 zu verlassen, welche die Kühlmittelschicht 163 bildet.

In Fig. 12 wird das Aufbringen der schnellwandernden Kühlmittelschicht 163 auf das Gießband durch eine Vielzahl von Düsen 146 erreicht (von denen nur eine zu sehen ist). Diese Düsen und ihre Kühlmittelzuführkanäle 144 sind einstückig mit der Luftkissenvorrichtung ausgebildet. Zweckmäßig wird ein Verteiler 142 gerade in einem Teil des Raumes der Luftplenumkammer 52 eingebaut, um ein Kühlmittelplenum 140 zu umschließen, wie dies Fig. 12 zeigt, wobei nur ein Teil des Verteilers 142 gezeigt ist. Die aus den Düsen 146 austretenden Kühlmittelstrahlen 149 erzeugen eine schnellbewegte Kühlmittelschicht 163. Die Strömungsrichtung des Kühlmittels ist durch Pfeile 147 gezeigt. Stopfen 148 dichten die Kanäle 144 ab, wo dies erforderlich ist.

Magnetisierte hydromagnetische Elemente 116 sind im Umriß in Fig. 9 gezeigt und in der PCT-Anmeldung von Kagan et al. beschrieben, auf die vorstehend Bezug genommen worden ist, und sie können anstelle der Stützrollen 130 in Fig. 12 eingesetzt werden. Dann strömen die Kühlmittelstrahlen 149 stromabwärts und von den beabstandeten parallelen Elementen 116 weg, wobei das verbrauchte hydrodynamische Kühlmittel aus den Auslässen (nicht gezeigt) in den Elementen 116 austritt. Außerdem dienen diese kräftigen Kühlmittelstrahlen 149 dazu, eine schnellbewegte Strömung einer Kühlmittelschicht 163 aufrecht zu erhalten, die sich stromabwärts bis über die stromabwärtigen Enden (nicht gezeigt) der Elemente 116 hinaus bewegt.

Eine Vorerhitzung der Gießbänder vor dem Eintritt 22 in die Form M verhindert eine ungewünschte Gießbandverformung und ermöglicht damit die Erzeugung eines verbesserten Produktes wie dies im US-Patent 3,937,270 von Hazelett et al. erläutert ist, welches an den glei-

chen Rechtsnachfolger wie die vorliegende Erfindung übertragen worden ist. Der Vorerhitzungseffekt ist in drei US-Patenten von Hazelett und Wood gründlich analysiert und dargestellt, die an den gleichen Rechtsnachfolger wie die vorliegenden Erfindung übertragen sind. Das US-Patent 4,002,197 offenbart Flüssigkeits- und Dampfmittel zum Vorerhitzen, aber speziell eine Strahlungsvorerhitzung, wie durch intensive Infrarotstrahler. Das US-Patent 4,062,235 offenbart Vorrichtungen zum Fühlen der Verwerfung und der wärmeinduzierten Bewegung des Gießbandes in der Form, das heißt ein Fühlen des wirksamen Effektes der Bandvorerhitzung. Das US-Patent 4,082,101 offenbart Vorrichtungen, die sicherstellen, daß das Kühlmittel für die Bänder in der Form gerade etwas mehr als jene Fläche des Bandes bedeckt, die vom heißen Metall in der Form berührt wird. Das US-Patent 5,133,402 von Ross offenbart eine andere Trockenmethode zur Bandvorerhitzung, die Methode der elektromagnetischen induktiven Vorerhitzung bei einer Frequenz von beispielsweise 3.000 Hertz, welche über eine Schleife eines Kupferrohres nahe der Gießbandoberfläche aufgebracht wird, durch welches Rohr Wasser strömt, um das Kupfer vom Schmelzen infolge der hohen Stromstärke zu bewahren.

Die Druckluft, die zum Anheben des Gießbandes angewendet wird, wenn diese sich um die Luftkissenvorrichtung herumbewegt, enthält und absorbiert nur eine kleine Menge an Wärmeenergie. Die benachbarte Strömung der Druckluft ändert die Vorerhitzung des Bandes nicht wesentlich. Jeglicher Kontakt des Bandes mit Wasser oder einem flüssigen Kühlmittel würde im Gegensatz dazu die Temperatur des Bandes dominieren, unabhängig von der vorher aufgetragenen Wärme. Während es die offenbarte Luftkissenvorrichtung ermöglichen würde (wie dies nicht bei Sivilotti erfolgt ist), erhitztes Wasser zur Bandvorerhitzung bei einer Temperatur von bis zu 93°C (200°F) anzuwenden, wäre eine solche Prozedur mit erhitztem Kühlmittel kompliziert und eine radikal ineffiziente Anwendung von Energie. Überdies ist die Strahlungshitze oder eine andere trockene Wärmeaufbringung auf das Band in der Nähe der Luftkissenvorrichtung 40 und 42 wirksam und zweckmäßig, um die Temperatur eines durch Luft angehobenen Gießbandes auf die erwünschte Vorerhitzungstemperatur zwischen etwa 80°C (etwa 176°F) und etwa 150°C (etwa 302°F) zu bringen.

Die Verwendung eines Levitationsfluids reduziert oder vermeidet den Kontaktdruck des Bandes, das auf den Stützflächen gleitet, welche von der Luftkissenvorrichtung gebildet werden, und vermindert damit die Wärmeleitung, die sich aus einem solchen Kontakt ergibt. Wenn das Levitationsfluid Luft ist oder sogar gekühlte Luft bzw. Kaltluft, dann können die Bänder nahezu die gesamte aufgetragene Vorerhitzungsenergie behalten und sie nicht an die umgebenden Gleitführungsflächen abgeben. Ohne diese teilweise oder volle Levitation durch Luft würde eine wesentliche Menge der Vorerhitzung von den Gießbändern abgezogen, während sie über ihre Abstützungen gleiten. Überdies würde jegliche Vorerhitzungsflüssigkeit, die irgendwo nahe dem Formeingang, nahe dem geschmolzenen Metall aufgebracht würde, eine sorgfältige explosionsvermeidende Abgabe erfordern. Druckluft bei oder unterhalb normaler Arbeitsumgebungsdruck ist leicht verfügbar, leicht aufzubringen und kann zweckmäßig an die Umgebung abgegeben werden.

Obzwar spezielle bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung im Detail beschrieben worden sind, versteht sich, daß diese Beispiele der Erfindung zu illustrativen Zwecken dienen. Diese Offenbarung soll den Umfang der Erfindung nicht beschränken, weil die beschriebenen Verfahren und Vorrichtungen im Detail vom Fachmann des kontinuierlichen Metallgießens geändert werden können, um diese Verfahren und Vorrichtungen auf spezielle Gießmaschinen oder Situationen anzupassen, ohne den Schutzbereich der nachfolgenden Ansprüche zu verlassen. Beispielsweise ist die vorstehende Erörterung im Hinblick auf nahezu horizontale Doppelbandgießmaschinen mit oberen und unteren Trägern erfolgt, wogegen die Erfindung auch bei Gießmaschinen angewendet werden kann, die sich unter einem Winkel von der Horizontalen zur Vertikalen nach unten erstrecken. Wiederum kann die Erfindung auf Einzelbandgießmaschinen angewendet werden, die eine relativ flache Gießzone haben. Es versteht sich, daß stromabwärts Ausrüstungen angeordnet werden können, um die Verwendung von Kühlmittelschichten 163 zu gestatten, die quer über die Gießbänder wandern, statt in Längsrichtung zu fließen.

Auch können mehrfache Umfangsdichtungen statt einer einzelnen angewendet werden.

Patentansprüche:

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1. Luftkissenvorrichtung zum Führen eines bewegten, flexiblen, gespannten und wärmeleitenden Gießbandes entlang einer zylinderförmigen Bahn gegen den Eingang eines Formraumes einer kontinuierlichen Gießmaschine, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Luftkissenvorrichtung (40, 42) eine Vielzahl von stationären Bandführungselementen (116) zur Bildung der zylinderförmigen Bahn aufweist, wobei die Bandführungselemente (116) zum Aufbringen von Bandlevitations-Druckluft gegen eine zylindrisch gekrümmte Innenfläche des Gießbandes (28, 30) angeordnet sind, das sich entlang der zylinderförmigen Bahn bewegt.
2. Luftkissenvorrichtung nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Luftkissenvorrichtung (40, 42) eine stationäre Abstützung aufweist, die zumindest einen Durchgang (88) für die Zufuhr von Druckluft zu den Bandführungselementen und Befestigungselemente zum Befestigen der Luftkissenvorrichtung (40, 42) in einer stationären Position in der kontinuierlichen Gießmaschine nahe dem Eingang (22) in den Formraum (M) aufweist.
3. Luftkissenvorrichtung nach Anspruch 2, *dadurch gekennzeichnet*, daß der zumindest eine Durchgang (88) eine Düse zur Steuerung des Druckes der zugeführten Druckluft aufweist.
4. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Bandführungselemente (116) stationäre Oberflächen haben, die nach außen gegen die zylindrisch gekrümmte bewegte Innenfläche des Gießbandes (28, 30) gerichtet sind, wobei die Oberflächen der Bandführungselemente (116) ein haltbares, verschleißfestes und schlußfriges Material aufweisen.
5. Luftkissenvorrichtung nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, daß sich eine langgestreckte, stationäre Luftdrosselungsbarriere quer über die zylinderförmige Bahn erstreckt.
6. Luftkissenvorrichtung nach Anspruch 5, *dadurch gekennzeichnet*, daß die langgestreckte Luftdrosselungsbarriere eine stationäre Oberfläche hat, welche nach außen weist und der Innenfläche des Gießbandes (28, 30) zugekehrt ist, wobei die Oberfläche der langgestreckten Luftdrosselungsbarriere Druckführungsnuten aufweist.
7. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, *dadurch gekennzeichnet*, daß sich eine stationäre Umfangsdichtung (90, 90') um die zylinderförmige Bahn erstreckt und zur Vermeidung des Austrittes von Druckluft von der Innenfläche des Gießbandes (28, 30) mit dieser in Wirkverbindung steht, wobei die langgestreckte Luftdrosselungsbarriere ein Teil der Umfangsdichtung (90, 90') ist.
8. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, *dadurch gekennzeichnet*, daß an der langgestreckten Luftdrosselungsbarriere eine Lippe vorgesehen ist, welche sich in der Längsrichtung entlang der Luftdrosselungsbarriere erstreckt, wobei die Druckführungsnuten eine langgestreckte Nut in jener Oberfläche, die sich in der Längsrichtung der Luftdrosselungsbarriere nahe der Lippe erstreckt, und eine Vielzahl von beabstandeten parallelen Nuten umfassen, die mit der langgestreckten Nut kommunizieren und auf der gegenüberliegenden Seite der nahe der Lippe vorgesehenen Nut angeordnet sind, und wobei die beabstandeten parallelen Nuten senkrecht zur langgestreckten Nut orientiert sind, derart, daß die beabstandeten parallelen Nuten parallel zur Bewegung des Gießbandes (28, 30) und in Kommunikation mit der Bandlevitations-Druckluft gegen die Innenfläche des Gießbandes (28, 30) positionierbar sind.

9. Luftkissenvorrichtung nach Anspruch 8, *dadurch gekennzeichnet*, daß die langgestreckte Nut tiefer als die beabstandeten parallelen Nuten liegt, die mit der langgestreckten Nut kommunizieren.
- 5 10. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, *dadurch gekennzeichnet*, daß die feststehende, stationäre Abstützung mit den Bandführungselementen als ein Element ausgebildet ist, das eine konvexe Außenfläche aufweist, wobei die Bandführungselemente (116) auf der konvexen Außenfläche angeordnet sind, welche der zylinderförmigen Bahn entspricht und von dieser nach innen beabstandet ist, wobei die Bahn von der nach außen gerichteten stationären Oberfläche der Bandführungselemente (116) definiert ist.
- 10 11. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10 Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, daß die zylinderförmige Bahn einen konstanten Radius R1 aufweist.
- 15 12. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, *dadurch gekennzeichnet*, daß die konvexe Außenfläche einen Winkel "A" von etwa 180° aufspannt, und der konstante Radius R1 eine Länge im Bereich von etwa 200 mm bis etwa 400 mm (etwa 7,9 Zoll bis etwa 15,8 Zoll) aufweist.
- 20 13. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, *dadurch gekennzeichnet*, daß die zylinderförmige Bahn eine zylinderförmige Übergangsbiegezone mit variablem Radius R+ aufweist, dessen Länge relativ zur Länge des konstanten Radius R1 zur Verminderung der Krümmung der zylinderförmigen Übergangsbiegezone und der Biegung des Gießbandes (28, 30) fortschreitend zunimmt.
- 25 14. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, *dadurch gekennzeichnet*, daß sich die zylinderförmige Übergangsbiegezone vom variablen Radius R+ entlang einer in eine Gerade auslaufenden Kurve erstreckt.
- 30 15. Luftkissenvorrichtung nach Anspruch 14, *dadurch gekennzeichnet*, daß die in die Gerade auslaufende Kurve ähnlich einer Klothoide ist.
- 35 16. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, *dadurch gekennzeichnet*, daß sich der Formraum (M) in der kontinuierlichen Gießmaschine von dem Eingang (22) weg im wesentlichen flach entlang einer geraden Linie stromabwärts erstreckt, wobei die in die Gerade auslaufende Kurve der Formel $Y = aX^3$ mit "a" in der Größenordnung von 1/70.000 und den Dimensionen X und Y im Millimeterbereich folgt, und wobei die Dimension X in Richtung vom Eingang (22) weg gemessen wird und die Richtung vom Eingang (22) weg entgegengesetzt zur stromabwärtigen Richtung ist.
- 40 17. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Luftkissenvorrichtung (40, 42) in der Gießmaschine nahe dem Eingang (22) in den Formraum (M) installierbar ist, wobei sich der Formraum (M) im wesentlichen von dem Eingang (22) weg flach entlang einer geraden stromabwärtigen Richtung erstreckt, und die Maschine eine Vielzahl von Elementen aufweist, die nahe dem Eingang (22) in den Formraum (M) zur Führung des Gießbandes (28, 30) angeordnet sind, das sich entlang eines Teiles der zylinderförmigen Übergangsbiegezone und in den Eingang (22) bewegt, wobei sich der Teil der zylinderförmigen Übergangsbiegezone entlang einer in eine Gerade auslaufenden Kurve erstreckt, welche eine Krümmung aufweist, die am Eingang (22) in den Formraum (M) im wesentlichen Null ist, und die allmählich in die Gerade auslaufende Kurve anfänglich eine Krümmung mit dem Radius R1 hat, gefolgt von einem zunehmend variablen Radius R+, dessen Reziprokwert $1/R+$ am Eingang (22) zur Erzielung einer Nullkrümmung im wesentlichen Null ist, und wobei das Gießband (28, 30) ohne signifikante Biegung durch den Eingang (22) bewegbar und von dem Eingang (22) stromabwärts entlang der im wesentlichen geraden stromabwärtigen Richtung weiterbewegbar ist.
- 45 50 55

18. Luftkissenvorrichtung nach Anspruch 10, *dadurch gekennzeichnet*, daß das Element eine zylindrische Schale (44) ist, welche Endwände (48) und Rückenelemente (46) aufweist, die an der zylindrischen Schale (44) befestigt sind und eine Plenumkammer (52) nahe einer konkaven inneren Fläche der zylindrischen Schale (44) umschließen, wobei die Bandführungselemente (116) an der konvexen Außenfläche ein stationäres Gitter (82) bilden, welches ein im wesentlichen rechteckiges Muster aufweist, wobei die Bandführungselemente (116) Wände einer Mehrzahl von rechteckigen Vertiefungen (80) an der konvexen Außenfläche bilden, welche die Böden der rechteckigen Vertiefungen (80) definiert, und die zylindrische Schale (44) eine Vielzahl von Durchgängen aufweist, die sich von der konkaven Innenfläche zur konvexen Außenfläche zwischen der Plenumkammer (52) über die Böden der rechteckigen Vertiefungen (80) erstrecken, um Druckluft aus der Plenumkammer (52) in die seichten Vertiefungen (80) zu leiten.
19. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, *dadurch gekennzeichnet*, daß einzelne Durchgänge eine Verbindung zwischen der Plenumkammer (52) über den Boden der einzelnen rechteckigen Vertiefung zur individuellen Leitung von Druckluft in die entsprechenden Vertiefungen (80) bilden.
20. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 19, *dadurch gekennzeichnet*, daß eine Vielzahl von Druckluft-Steuerungsdüsen vorgesehen ist, welche jeweils in den Durchgängen montiert sind.
21. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 20, *dadurch gekennzeichnet*, daß ein monolithisches Gitter (82) mit Bandführungselementen aus haltbarem, verschleißfestem und schlüpfrigem Material in einem im wesentlichen rechteckigen Muster vorgesehen ist, wobei die konvexe Außenfläche der zylindrischen Schale (44) das Gitter (82) aus Nuten aufweist, welches dem im wesentlichen rechteckigen Muster des monolithischen Gitters (82) entspricht, welches in das Nutengitter (82) eingepaßt ist und mit einer Höhe "h" im Bereich von etwa 25 Mikron und etwa 2,5 mm über die Böden der rechteckigen Vertiefungen (80) vorsteht.
22. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 21, *dadurch gekennzeichnet*, daß eine Vielzahl von Streifen (81) aus haltbarem, verschleißfestem und glattem Material vorgesehen ist, wobei die konvexe Außenfläche der zylindrischen Schale (44) mit einem Gitter (82) aus Nuten versehen ist, welches dem im wesentlichen rechteckigen Muster entspricht, und die Streifen (81) in die Nuten eingepaßt sind und mit einer kleinen Höhe "h" im Bereich zwischen etwa 25 Mikron und etwa 2,5 mm über die Böden der rechteckigen Vertiefungen (80) vorstehen.
23. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 22, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Bandführungselemente (116) auf der konvexen Außenfläche der zylindrischen Schale (44) in einem vorbestimmten Muster angeordnet sind.
24. Luftkissenvorrichtung nach Anspruch 23, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Bandführungselemente (116) langgestreckt ausgebildet und parallel mit Abstand zueinander angeordnet sind, wobei die Zwischenräume zwischen den Bandführungsstreifen (81) Kanäle definieren, deren Breite das etwa 150-fache der Dicke eines Gießbandes (28, 30) nicht überschreitet, wobei diese Dicke in einem Bereich von etwa 0,3 mm (etwa 0,012 Zoll) bis etwa 2 mm (0,079 Zoll) liegt, und die zylindrische Schale (44) Durchgänge aufweist, die eine Verbindung zwischen der Plenumkammer (52) und den Kanälen herstellen.
25. Luftkissenvorrichtung nach Anspruch 23, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Bandführungselemente (116) rechteckige Plateaus sind, die in einem rechteckigen Muster angeordnet sind, welches Kanäle bildet, deren Böden durch die konvexe Außenfläche der zylindrischen Schale (44) gebildet sind, welche Durchgänge aufweist, die an zentralen Punkten auf der

Außenfläche des rechteckigen Plateaus ausmünden.

26. Luftkissenvorrichtung nach Anspruch 25, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Plateaus in einem Abstand "h" von den Böden angeordnet sind, wobei die Höhe "h" im Bereich zwischen etwa 25 Mikron und etwa 2,5 mm liegt.
27. Luftkissenvorrichtung zum Führen eines bewegten, flexiblen, gespannten und wärmeleitenden Gießbandes entlang einer zylinderförmigen Bahn gegen einen Eingang eines Formraumes einer Stranggießmaschine, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Luftkissenvorrichtung (40, 42) eine Vielzahl von beabstandeten stationären Elementen mit Zwischenräumen und stationären Bandführungsflächen aufweist, welche entlang einer konvexen zylinderförmigen Bahn zur Führung eines Gießbandes (28, 30) angeordnet und entlang dieser Bahn nach außen gerichtet sind, wobei eine zylindrisch gekrümmte Innenseite des Gießbandes (28, 30) den Bandführungsflächen zugekehrt ist, und die Luftkissenvorrichtung (40, 42) zumindest einen Durchgang (88) für die Zufuhr von Druckluft in die Räume zwischen den Elementen aufweist, um die Levitationsdruckluft zur Innenseite des Gießbandes (28, 30) zu befördern.
28. Luftkissenvorrichtung nach Anspruch 27, *dadurch gekennzeichnet*, daß das gespannte Gießband (28, 30) eine erste Kraftkomponente vorbestimmter Größe gegen die Luftkissenvorrichtung (40, 42) ausübt, daß die in die Zwischenräume zwischen den Elementen eingeführte Druckluft auf die Innenseite des Gießbandes (28, 30) gesteuert aufbringbar ist, um auf die Innenseite eine zweite Kraftkomponente mit einer Größe auszuüben, die zumindest etwa 90 % der vorbestimmten Größe der ersten Kraftkomponente beträgt, und daß die zweite Kraftkomponente von der Luftkissenvorrichtung (40, 42) weg entgegengesetzt zur ersten Kraftkomponente verläuft.
29. Luftkissenvorrichtung nach Anspruch 28, *dadurch gekennzeichnet*, daß die auf die Innenseite ausgeübte zweite Kraftkomponente im Bereich zwischen etwa 99 % und 100 % der vorbestimmten Größe der ersten Kraftkomponente liegt.
30. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 29, *dadurch gekennzeichnet*, daß sich der Formraum (M) vom Eingang (22) weg im wesentlichen flach entlang einer im wesentlichen geradlinigen stromabwärtigen Richtung erstreckt und eine stromaufwärtige Richtung entgegengesetzt zur stromabwärtigen Richtung aufweist, wobei die konvexe zylinderförmige Bahn einen Winkel von etwa 180° aufspannt und einen Radius R1 mit einer Länge von etwa 305 mm (etwa 12 Zoll) aufweist, und daß die gesteuerte Levitationsdruckluft in Berührung mit der zylindrisch gekrümmten Innenseite des bewegten Gießbandes (28, 30) gebracht wird und eine Kraftkomponente in Richtung stromaufwärts ausübt, die etwa 250 Newton/mm Bandbreite beträgt.
31. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 30, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Bandführungselemente (116) eine Vielzahl von Rippenstreifen (81) aufweisen, die sich entlang der zylinderförmigen Bahn in Umfangsrichtung erstrecken und zwischeneinander Umfangskanäle bilden, welche durch Querspaltan unterbrochen sind, die eine Umfangslänge von weniger als etwa 10 mm (etwa 0,39 Zoll) haben, und daß die zylindrische Schale (44) zumindest einen Durchgang (88) aufweist, der eine Verbindung aus der Plenumkammer (52) zu einem ringförmigen Kanal bildet und an einer zentralen Stelle der Rippenstreifen (81) angeordnet ist.
32. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 31, *dadurch gekennzeichnet*, daß zur Drucksteuerung der Druckluft eine Düse vorgesehen ist, welche mit zumindest einem Durchgang (88) zur Leitung der Druckluft aus der Plenumkammer (52) in Verbindung steht.
33. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 32, *dadurch gekennzeichnet*, daß

die Luftkissenvorrichtung (40, 42) mit einem Kühlmittelablenker versehen ist, welcher der Rückwand (46) zugeordnet ist, wobei der Kühlmittelablenker zum Aufbringen eines Kühlmittels auf eine Innenfläche des Gießbandes (28, 30) nahe dem Eingang (22) eine gekrümmte Zone aufweist, die das Kühlmittel in Richtung stromabwärts auf die Innenfläche aufbringt.

34. Luftkissenvorrichtung nach Anspruch 33, *dadurch gekennzeichnet*, daß der Kühlmittelablenker einstückig mit der Rückwand (46) ausgebildet ist.
35. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 34, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Luftkissenvorrichtung (40, 42) eine Vielzahl von Kühlmittelaufbringdüsen aufweist, welche im wesentlichen stromabwärts gerichtet sind, um das Kühlmittel auf die Innenfläche des Gießbandes (28, 30) aufzubringen, das sich nahe dem Eingang (22) in Richtung stromabwärts bewegt.
36. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 33 bis 35, *dadurch gekennzeichnet*, daß innerhalb der Plenumkammer (52) ein Kühlmittelpenum vorgesehen ist, welches mit den Kühlmittelaufbringdüsen in Verbindung steht, um den Düsen Kühlmittel zuzuführen.
37. Luftkissenvorrichtung nach Anspruch 35 oder 36, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Kühlmitteldüsen mit der Luftkissenvorrichtung (40, 42) integral ausgebildet sind.
38. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 37, *dadurch gekennzeichnet*, daß die zylinderförmige Bahn für eine trockene Vorerhitzung eines Gießbandes (28, 30) ausgebildet ist, das sich gegen einen Eingang (22) in den Formraum (M) bewegt.
39. Luftkissenvorrichtung zur Verwendung in einer kontinuierlichen Gießmaschine mit zumindest einem endlosen, flexiblen, gespannten und wärmeleitenden Gießband (28, 30), das in einer geschlossenen Schleife umläuft, wobei das Gießband in einer stromabwärtigen Richtung entlang eines Formraumes (M) von dessen Eingang zu dessen Ausgang verläuft, und aus dem Ausgang entlang eines Rücklaufabschnittes der geschlossenen Schleife zum Eingang zurückkehrt, wobei der Rücklaufabschnitt der geschlossenen Schleife vom Formraum (M) beabstandet ist, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Luftkissenvorrichtung (40, 42) eine Vielzahl von stationären Elementen aufweist, welche Arbeitsflächen (82') haben, die eine zylinderförmige Bahn definieren, die sich von dem Rücklaufabschnitt der geschlossenen Schleife gegen den Eingang (22) in den Formraum (M) erstreckt, um das Gießband (28, 30) mit einer zylindrisch gekrümmten Innenseite nahe den Arbeitsflächen entlang der zylinderförmigen Bahn zu führen, und daß eine Druckluftquelle zum Zuführen von Levitationsdruckluft zu den stationären Elementen vorgesehen ist, um von der Luftkissenvorrichtung (40, 42) Druck auf die Innenfläche des Gießbandes (28, 30) auszuüben und zumindest etwa 90 % einer gesamten stromabwärts gerichteten Kraftkomponente aufzunehmen, die auf die Luftkissenvorrichtung (40, 42) von dem Gießband (28, 30) ausgeübt wird.
40. Luftkissenvorrichtung nach Anspruch 39, *dadurch gekennzeichnet*, daß eine Luftkissenschale (44) mit einer konvexen, im wesentlichen zylindrischen Außenseite und Innenseite vorgesehen ist, wobei die Vielzahl von stationären Elementen auf der Außenseite angeordnet ist, daß die Luftkissenvorrichtung (40, 42) Wände aufweist, die an der Luftkissenschale (44) befestigt sind und eine Plenumkammer (52) definieren, die mit dem Inneren der Luftkissenschale (44) kommuniziert, daß die Luftkissenvorrichtung (40, 42) Elemente zum Befestigen der Luftkissenvorrichtung (40, 42) in der kontinuierlichen Gießmaschine nahe dem Eingang (22) in den Formraum (M) aufweist, daß die Luftkissenschale (44) zumindest einen Durchgang (88) von der Plenumkammer (52) nach außen aufweist, und daß die Druckluftquelle durch die Plenumkammer (52) im Zusammenwirken mit zumindest einem Durchgang (88) durch die Luftkissenschale (44) gebildet ist.

41. Luftkissenvorrichtung nach Anspruch 39 oder 40, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Levitationsdruckluft nach außen gegen eine zylindrisch gekrümmte Innenseite des bewegten Gießbandes (28, 30) wirkt und eine Kraftkomponente auf das bewegte Gießband (28, 30) in Richtung stromaufwärts ausübt, die etwa 250 Newton/mm der Bandbreite beträgt, wobei die Kraftkomponente in Richtung stromaufwärts eine Zugspannung im bewegten Gießband (28, 30) von etwa 10.000 Newton/cm² des Querschnittes des bewegten Gießbandes (28, 30) ausmacht, die sich der üblichen Zugspannung von bisher in kontinuierlichen Gießmaschinen verwendeten Gießbändern (28, 30) nähert.
42. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 39 bis 41, *dadurch gekennzeichnet*, daß das Gießband (28, 30) eine vorbestimmte Dicke aufweist, wobei die stationären Elemente auf der Außenseite der Luftkissenschale (44) zwischeneinander isolierte Zonen definieren, welche isolierte Bandlevitationskammern bilden, die unterhalb der Arbeitsfläche der stationären Elemente angeordnet sind, wobei die isolierten Bandlevitationskammern gemessen in Richtung quer zum Gießband (28, 30) eine Breite haben, die geringer als das etwa 150-fache der vorbestimmten Dicke des Gießbandes (28, 30) ist, daß die Luftkissenschale (44) eine Vielzahl von Durchgängen aufweist, welche einzeln mit den isolierten Bandlevitationskammern in Verbindung stehen und aus der Plenumkammer (52) zu den stationären Elementen strömende Druckluft fix drosseln, um die Bandlevitations-Druckluft zu liefern.
43. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 39 bis 42, *dadurch gekennzeichnet*, daß eine stationäre Abstützung mit einer konvexen Außenseite vorgesehen ist, auf welcher die stationären Elemente angeordnet sind, daß die Arbeitsflächen (82') der stationären Elemente eine zylinderförmige Bahn definieren, welche einen konstanten Radius R1 entlang eines Hauptumfangsteiles der zylinderförmigen Bahn aufweist, welche nahe dem Rückkehrabschnitt der Schleife beginnt, und daß die Luftkissenvorrichtung (40, 42) derart ausgebildet ist, daß sie einen kleineren Umfangsabschnitt der zylinderförmigen Bahn mit einem variierenden Radius R+ aufweist, der entlang des kleineren Umfangsabschnittes der Bahn in Richtung gegen den Eingang (22) fortschreitend zunimmt, um die Krümmung des kleineren Umfangsabschnittes der Bahn in Richtung gegen den Eingang (22) fortschreitend zu reduzieren, wodurch die Biegespannungen in dem sich entlang des kleineren Abschnittes der Bahn gegen den Eingang (22) bewegenden Gießband (28, 30) fortschreitend reduziert werden.
44. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 39 bis 43, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Abstützung eine konvexe Außenseite von im wesentlichen zylindrischer Gestalt hat, daß die Vielzahl von stationären Elementen auf der konvexen Außenseite angeordnet ist und über diese vorragen, um isolierte Vertiefungen (80) unter den stationären Elementen zu bilden, wobei sich die Arbeitsflächen (82') der stationären Elemente oberhalb der konvexen Außenseite auf einer Höhe "h" im Bereich zwischen etwa 25 Mikron und etwa 2,5 mm befinden, daß die Druckluftquelle Durchgänge aufweist, die einzeln mit den isolierten Vertiefungen (80) in Verbindung stehen, welche die den isolierten Vertiefungen (80) zugeführte Druckluft zur Bildung von Levitationsdruckluft in den isolierten Vertiefungen (80) einzeln fix drosseln, und daß die zylindrisch gekrümmte Innenfläche des Gießbandes (28, 30) über die zylinderförmige Bahn nahe den Arbeitsflächen (82') und im Zusammenwirken mit den Arbeitsflächen (82') zur Drosselung des Entweichens der Levitationsdruckluft aus den isolierten Vertiefungen (80) und zur Vermeidung von Quietschgeräuschen bewegbar ist.
45. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 39 bis 44, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Arbeitsflächen (82') aus einem haltbaren, verschleißfesten und schlüpfrigen Material bestehen.
46. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 39 bis 45, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Luftkissenvorrichtung (40, 42) auf der konvexen Außenseite Nuten aufweist, und daß

die Vielzahl von stationären Elementen aus einem haltbaren, verschleißfesten und schlüpfrigen Material in den Nuten mit engem Sitz montiert sind und über die konvexe Außenseite bis zu der Höhe "h" vorragen.

- 5 47. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 39 bis 46, *dadurch gekennzeichnet*, daß die stationären Elemente auf der konvexen Außenseite der Luftkissenschale (44) eine Anordnung von erhabenen Luftdrosselungs-Bandlevitationsplateaus aufweist, die untereinander eine komplementäre Anordnung von vertieften Bereichen hat, welche Luftauslaßkanäle darstellen, daß die Arbeitsflächen (82') Außenflächen der Luftlevitationsplateaus sind, und
10 daß die Luftkissenschale (44) eine Vielzahl von Durchgängen aufweist, die einzeln an Mitten der Arbeitsflächen (82') der Luftlevitationsplateaus enden, wobei die Durchgänge eine fixe Drosselung des Druckluftstromes durch die Durchgänge hindurch aus der Plenumkammer (52) zu den Mitten der Arbeitsflächen (82') der Bandlevitationsplateaus bewirken.
- 15 48. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 39 bis 47, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Luftkissenvorrichtung (40, 42) eine langgestreckte, haltbare und verschleißfeste Umfangsluft-Drosselungsbarriere aufweist, die sich um die Anordnung von Bandlevitationsplateaus und auch um die Anordnung von Auslaßkanälen auf der konvexen Außenseite der Luftkissenschale (44) erstreckt, wobei die Umfangsluft-Drosselungsbarriere den Austritt
20 von Levitationsdruckluft aus den Auslaßkanälen verhindert.
49. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 39 bis 48, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Umfangsluft-Drosselungsbarriere eine nach außen gerichtete Oberfläche mit feinen Nuten aufweist, welche die austretende Levitationsdruckluft über den größten Teil der Oberfläche
25 der Umfangsluft-Drosselungsbarriere verteilen.
50. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 39 bis 49, *dadurch gekennzeichnet*, daß die stationären Elemente an der konvexen Außenseite der Luftkissenschale (44) eine Anordnung von vorragenden Luftdrosselungsbarrieren aufweisen, die untereinander eine
30 komplementäre Anordnung von Vertiefungen (80) haben, wobei die Luftkissenschale (44) eine Vielzahl von Durchgängen aufweist, die einzeln an den Mitten der Vertiefungen (80) enden, und wobei die Durchgänge die durchströmende Druckluft aus der Plenumkammer (52) zu den Nuten der Vertiefungen (80) fix drosseln.
- 35 51. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 39 bis 50, *dadurch gekennzeichnet*, daß sich eine langgestreckte Umfangsluft-Drosselungsbarriere um die Anordnung von vorragenden Luftdrosselungsbarrieren und um die Anordnung von Vertiefungen (80) auf der konvexen Außenseite der Luftkissenschale (44) erstreckt, wobei die Umfangsluft-Drosselungsbarriere den Austritt von Levitationsdruckluft aus den Vertiefungen (80) verhindert.
40
52. Luftkissenvorrichtung nach einem der Ansprüche 39 bis 51, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Umfangsluft-Drosselungsbarriere eine nach außen gerichtete Fläche mit feinen Nuten aufweist, welche die austretende Levitationsdruckluft über den größten Teil der Fläche der
45 Umfangsluft-Drosselungsbarriere verteilen.
53. Verfahren zum Führen eines umlaufenden, flexiblen und wärmeleitenden Gießbandes (28, 30) in einer kontinuierlichen Gießmaschine zum kontinuierlichen Gießen von Metall, wobei das umlaufende Gießband (28, 30) gegen den Eingang (22) eines Formraumes (M) geführt
50 wird, *gekennzeichnet durch* die Schritte:
Vorsehen einer Vielzahl von stationären Elementen mit beabstandeten, bandabstützenden Arbeitsflächen (82') mit einer eine Bandbahn definierenden Bandführung;
Positionieren der stationären Elemente mit ihren Arbeitsflächen (82') auf einem geometrischen Sektor eines konvexen Zylinders, wobei die Arbeitsflächen (82') relativ zu dem kon-
55 vexen Zylinder nach außen weisen;

Anordnen eines flexiblen Gießbandes (28, 30) mit seiner Innenfläche an den Arbeitsflächen (82');
 Aufbringen von Spannung auf das positionierte Gießband (28, 30), um die Innenfläche des

Gießbandes (28, 30) gegen die Arbeitsflächen (82') zu ziehen, damit die Innenseite des
 positionierten gespannten Gießbandes (28, 30) dem geometrischen Sektor des konvexen
 Zylinders entspricht;

Zuführen von Druckluft durch zumindest einen Drosseldurchgang (87) als Bandlevitations-
 Druckluft auf die Innenfläche des Gießbandes (28, 30), um das Gießband (28, 30) relativ
 zu dem konvexen Zylinder nach außen zu drücken, um die Kraft auf die Innenfläche des
 angehobenen Gießbandes (28, 30) gegen die Arbeitsflächen (82') zu vermindern, damit
 das Gießband (28, 30) umläuft; und

Umlaufenlassen des Gießbandes (28, 30) zur Führung desselben gegen den Eingang (22)
 des Formraumes (M).

54. Verfahren nach Anspruch 53, *gekennzeichnet dadurch*, daß die Levitationsdruckluft die
 Kraft der Innenfläche des Gießbandes (28, 30) auf die Arbeitsflächen (82') um zumindest
 etwa 90 %, aber nicht mehr als 100 % reduziert.

55. Verfahren nach Anspruch 53 oder 54, *gekennzeichnet dadurch*, daß die Levitati-
 onsdruckluft von der Innenfläche des Gießbandes (28, 30) in die Umgebung abgelassen
 und eine Halbabdichtung dieses Austritts zur Umgebung bewirkt wird.

56. Verfahren nach Anspruch 55, *gekennzeichnet dadurch*, dass die Levitationsdruckluft von
 der Innenseite des Gießbandes (28, 30) am Umfang des geometrischen Sektors des kon-
 vexen Zylinders abgelassen wird, und eine Halbabdichtung dieses Umfangs vorgenom-
 men wird.

57. Verfahren nach einem der Ansprüche 53 bis 56, *gekennzeichnet dadurch*, daß die Krüm-
 mung des konvexen Zylinders entlang eines kleineren Teiles des geometrischen Sektors
 reduziert wird, der näher dem Eingang (22) in den Formraum (M) liegt als der übrige Teil
 des geometrischen Sektors, und diese reduzierte Krümmung die Krümmung des konvexen
 Zylinders in Richtung der Führung des umlaufenden Gießbandes (28, 30) gegen den Ein-
 gang (22) in den Formraum (M) fortschreitend reduziert wird.

58. Verfahren nach einem der Ansprüche 53 bis 57, *gekennzeichnet dadurch*, daß eine trocke-
 ne Vorerhitzung auf das Gießband (28, 30) nahe dem konvexen Zylinder vorgenommen
 wird.

59. Verfahren nach Anspruch 58, *gekennzeichnet dadurch*, daß die trockene Vorerhitzung eine
 Strahlungserhitzung ist.

60. Verfahren nach Anspruch 58 oder 59, *gekennzeichnet dadurch*, daß die trockene Vorerhit-
 zung in einer Erhitzung des Gießbandes (28, 30) auf eine Temperatur im Bereich von etwa
 80°C bis etwa 150°C in einer Zone des bewegten Gießbandes (28, 30) unmittelbar außer-
 halb des Eingangs (22) in den Formraum (M) resultiert.

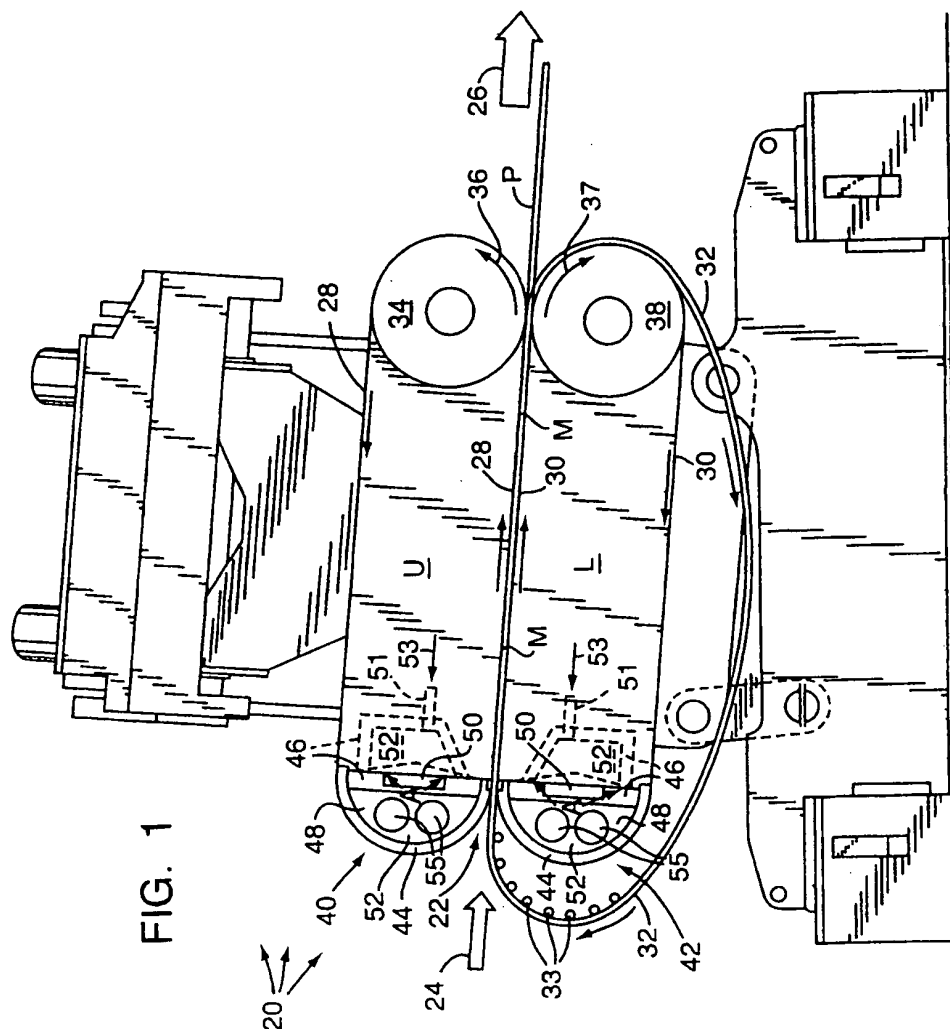
61. Verfahren nach einem der Ansprüche 53 bis 60, *gekennzeichnet dadurch*, daß der Druck
 der durch zumindest einen der Drosselungsdurchgänge zugeführten Druckluft eingestellt
 wird, um Bandlevitations-Druckluft auf die Innenseite des Gießbandes (28, 30) mit dem
 eingestellten nach außen gerichteten Druck aufzubringen, um zumindest 90 %, aber nicht
 mehr als 100 % des eingestellten Druckes, welcher das Gießband (28, 30) frei von einem
 Kontakt mit den Arbeitsflächen (82') anheben würde.

62. Verfahren nach einem der Ansprüche 53 bis 61, *gekennzeichnet dadurch*, daß die Vielzahl
 von stationären Elementen zur Bildung einer Vielzahl von Bereichen angeordnet ist, die

von benachbarten Bereichen durch stationäre Elemente getrennt sind, welche zwischen den benachbarten Bereichen angeordnet sind, die isolierten Bereiche mit Bodenflächen versehen sind, welche relativ zum konvexen Zylinder innen angeordnet sind, um unter die Arbeitsflächen (82') gedrückt zu werden, und Druckluft durch eine Vielzahl von Drosselkanälen zugeführt wird, die einzeln mit den isolierten Bereichen in Verbindung stehen.

63. Verfahren nach Anspruch 62, *gekennzeichnet dadurch*, daß die Vielzahl von Drosselungsdurchgängen einzeln über entsprechende zentrale Positionen in den entsprechenden Bodenflächen der isolierten Bereiche in Verbindung mit den isolierten Bereichen stehen, und Druckluft durch die Vielzahl von Drosselungsdurchgängen in den zentralen Positionen in den entsprechenden Böden der isolierten Bereiche zugeführt wird.
64. Verfahren nach einem der Ansprüche 53 bis 63, *gekennzeichnet dadurch*, daß die Levitationsdruckluft in Berührung mit der Innenfläche des Gießbandes (28, 30) die Kraft der Innenfläche gegen die Arbeitsflächen (82') um zumindest 90 %, aber nicht mehr als 100 % reduziert, wodurch die Druckluft von dem isolierten Bereich ausströmen kann, indem sie über die Arbeitsflächen (82') strömt.
65. Verfahren nach einem der Ansprüche 53 bis 64, *gekennzeichnet dadurch*, daß die Druckluft, welche über die Arbeitsflächen (82') strömt, am Umfang des geometrischen Sektors des konvexen Zylinders zur Umgebung austreten kann, und an diesem Umfang der Austritt der Druckluft zur Umgebung beschränkt wird.
66. Verfahren nach einem der Ansprüche 53 bis 65, *gekennzeichnet dadurch*, daß die Vielzahl von stationären Elementen in einem Gitter (82) angeordnet wird, und sich der Umfang um das Gitter (82) herum erstreckt.
67. Verfahren nach einem der Ansprüche 53 bis 66, *gekennzeichnet dadurch*, daß das Gitter (82) im wesentlichen rechteckige Form hat.
68. Verfahren nach einem der Ansprüche 53 bis 67, *gekennzeichnet dadurch*, daß die Vielzahl von stationären Elementen als Rippen angeordnet wird, die sich in Umfangsrichtung relativ zum konvexen Zylinder erstrecken, wobei zwischen benachbarten Rippen Umfangskanäle gebildet werden, und Druckluft durch zumindest einen Drosselungsdurchgang (87) zugeführt wird, der mit den Kanälen in Verbindung steht.
69. Verfahren nach einem der Ansprüche 53 bis 68, *gekennzeichnet dadurch*, daß eine Vielzahl von Drosselungskanälen einzeln mit den Kanälen in Verbindung steht, und Druckluft durch die Vielzahl von Drosselungsdurchgängen in die Kanäle geleitet wird.

Hiezu 14 Blatt Zeichnungen



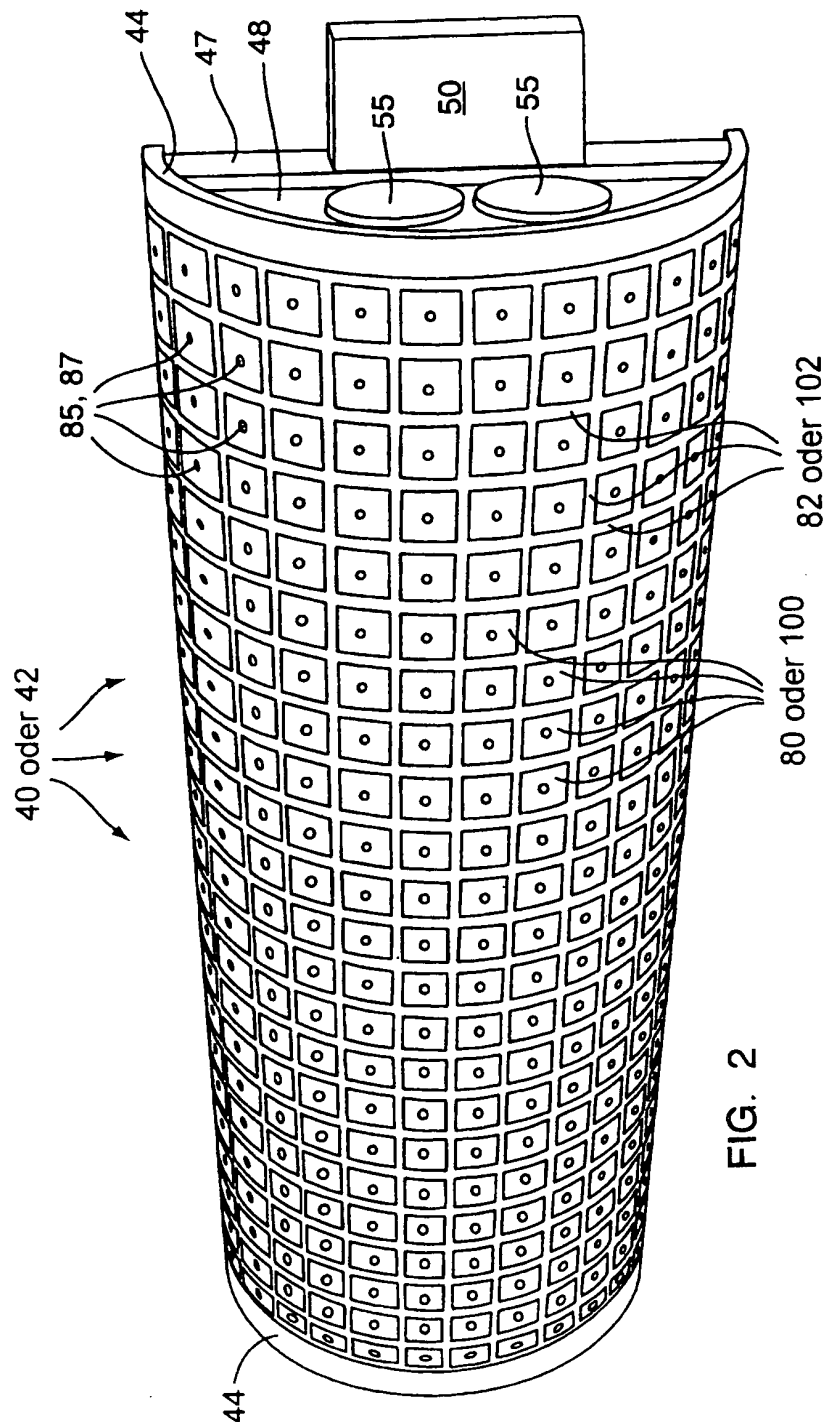


FIG. 2

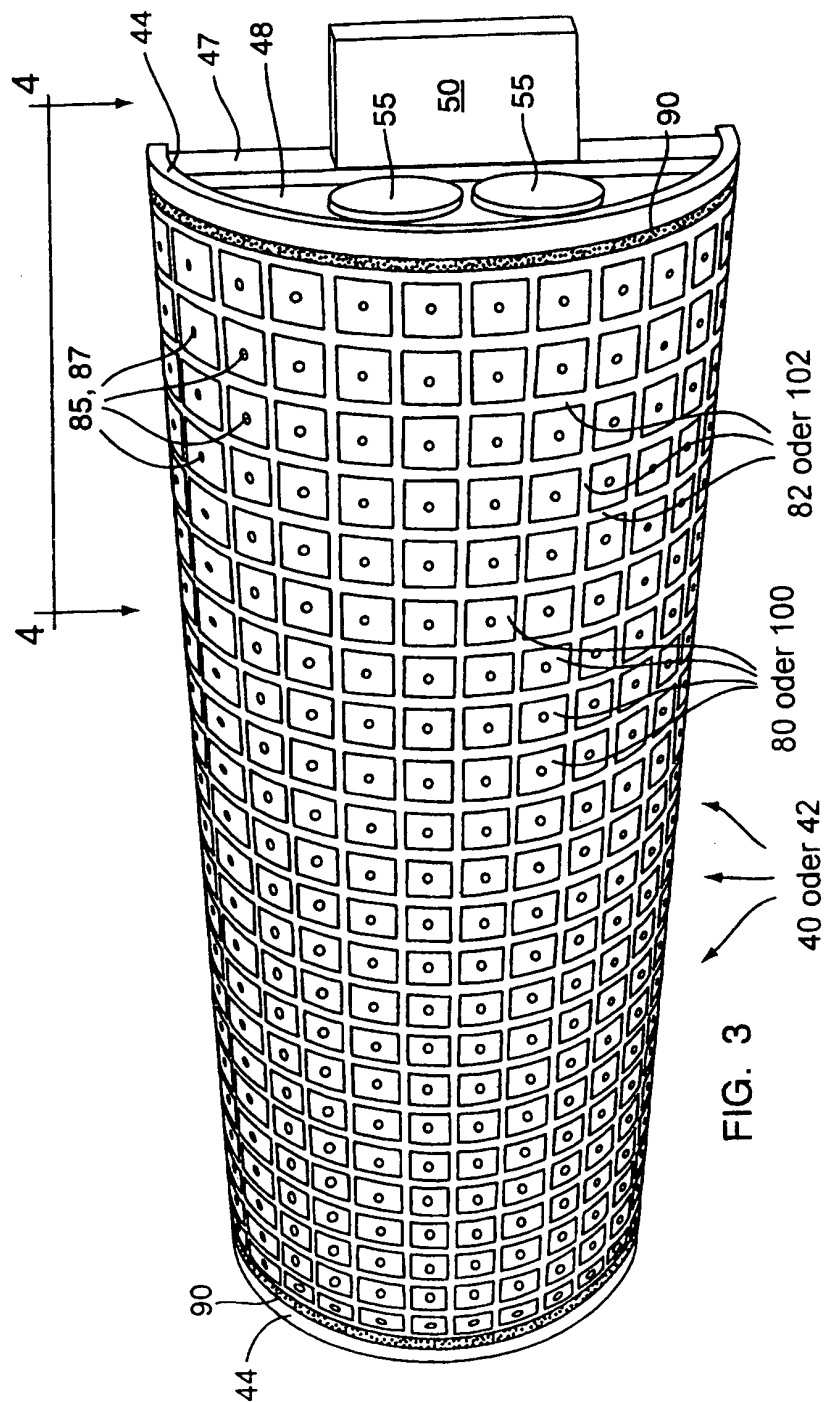


FIG. 4

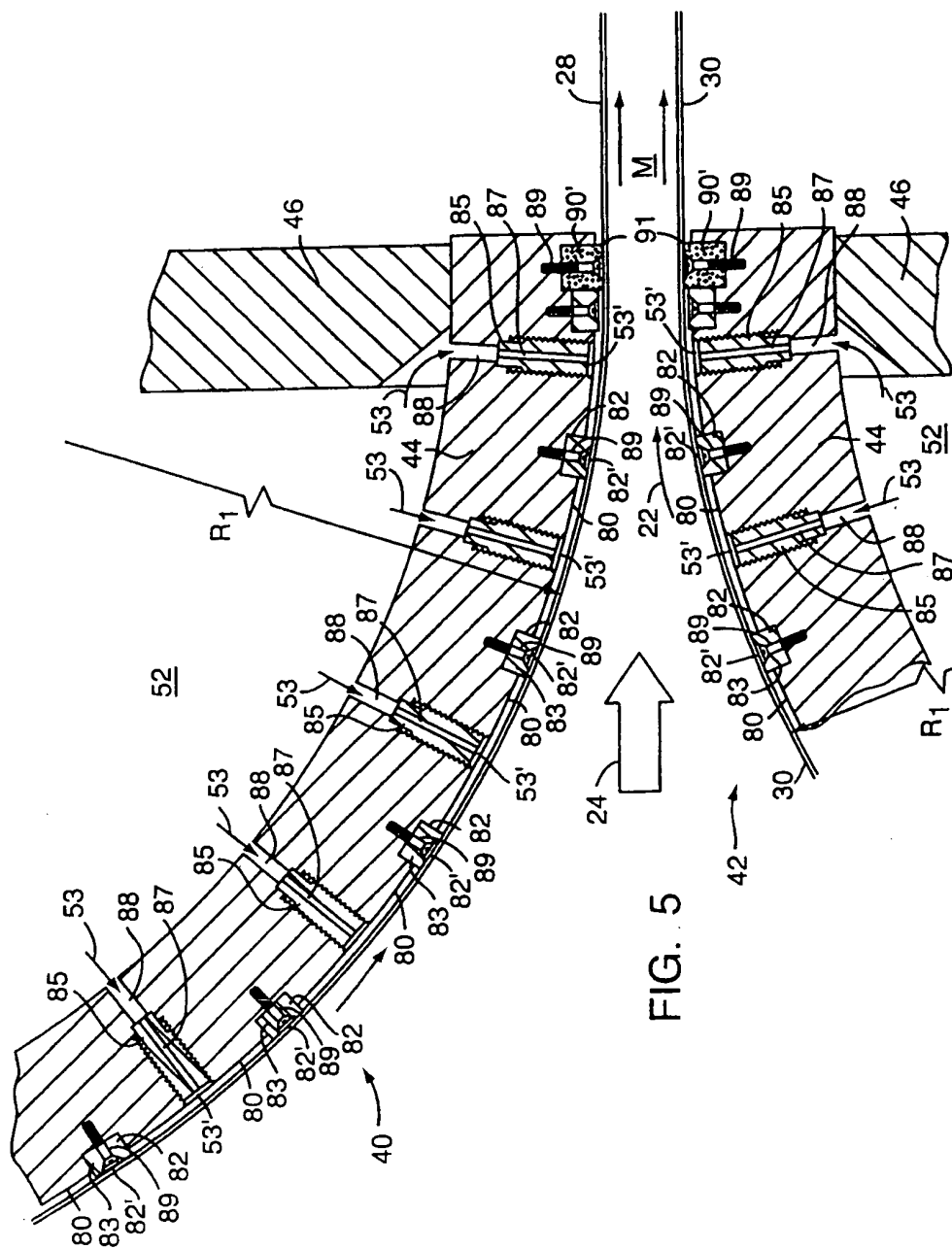


FIG. 5

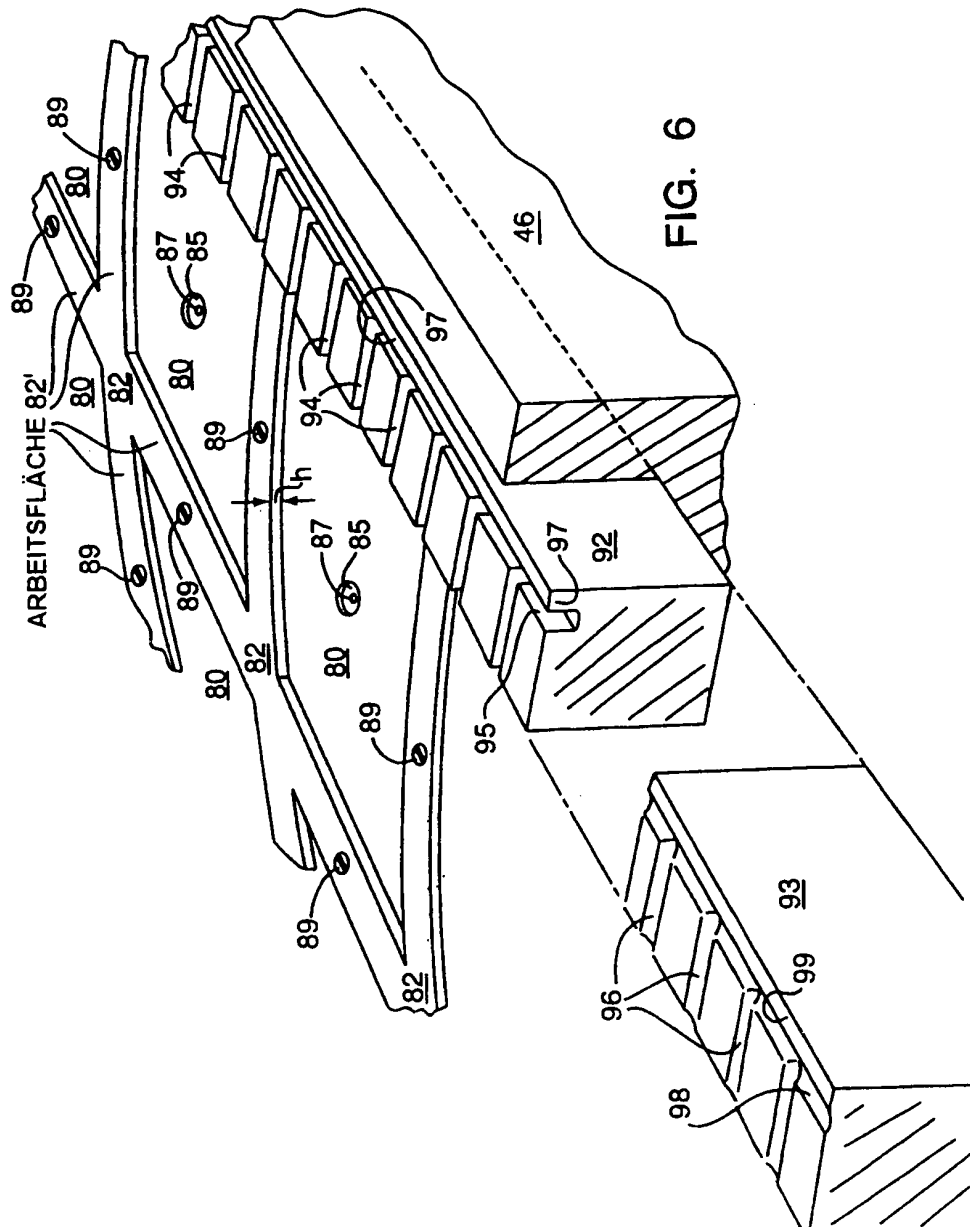
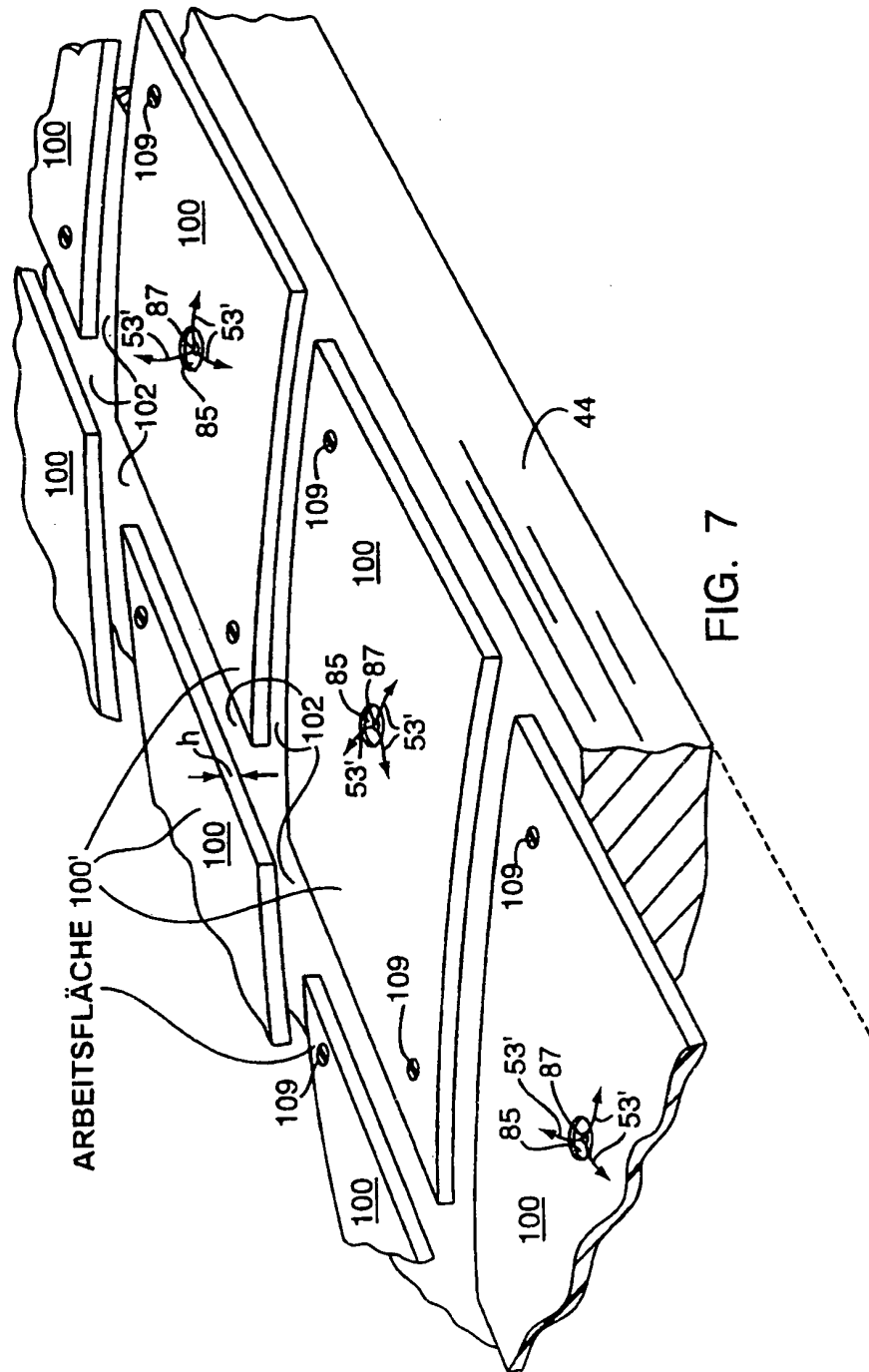


FIG. 6



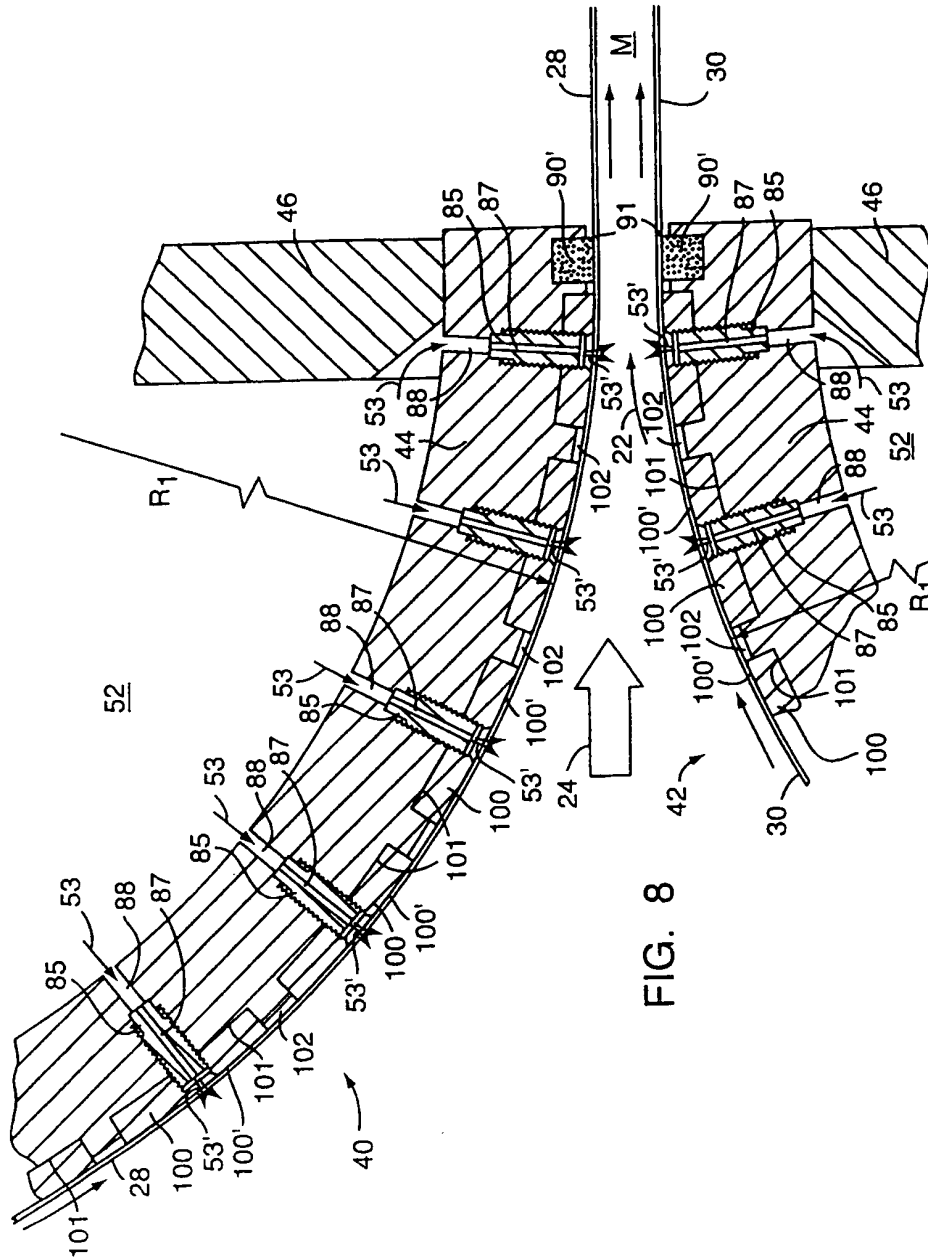


FIG. 8

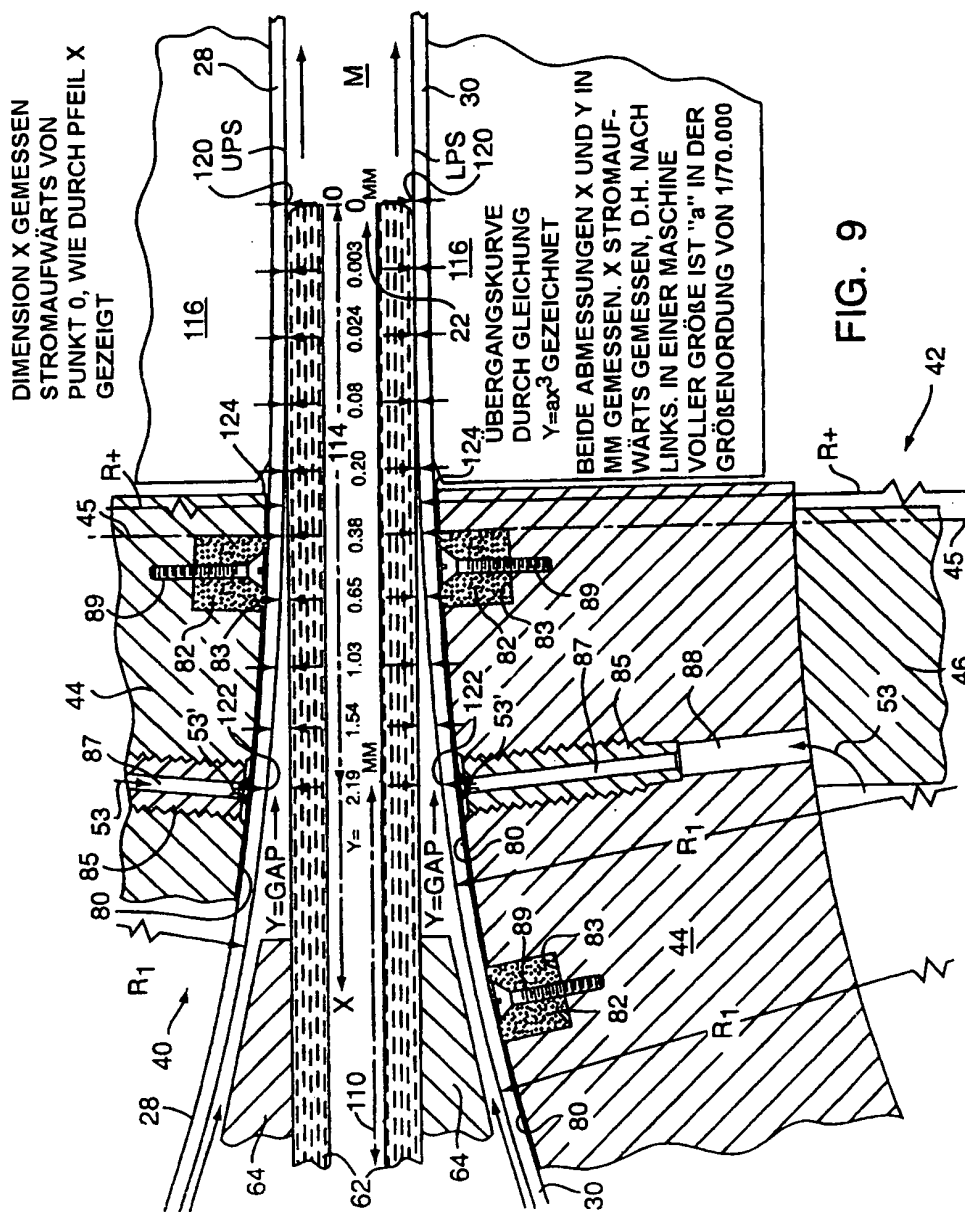


Fig. 9

FIG. 10

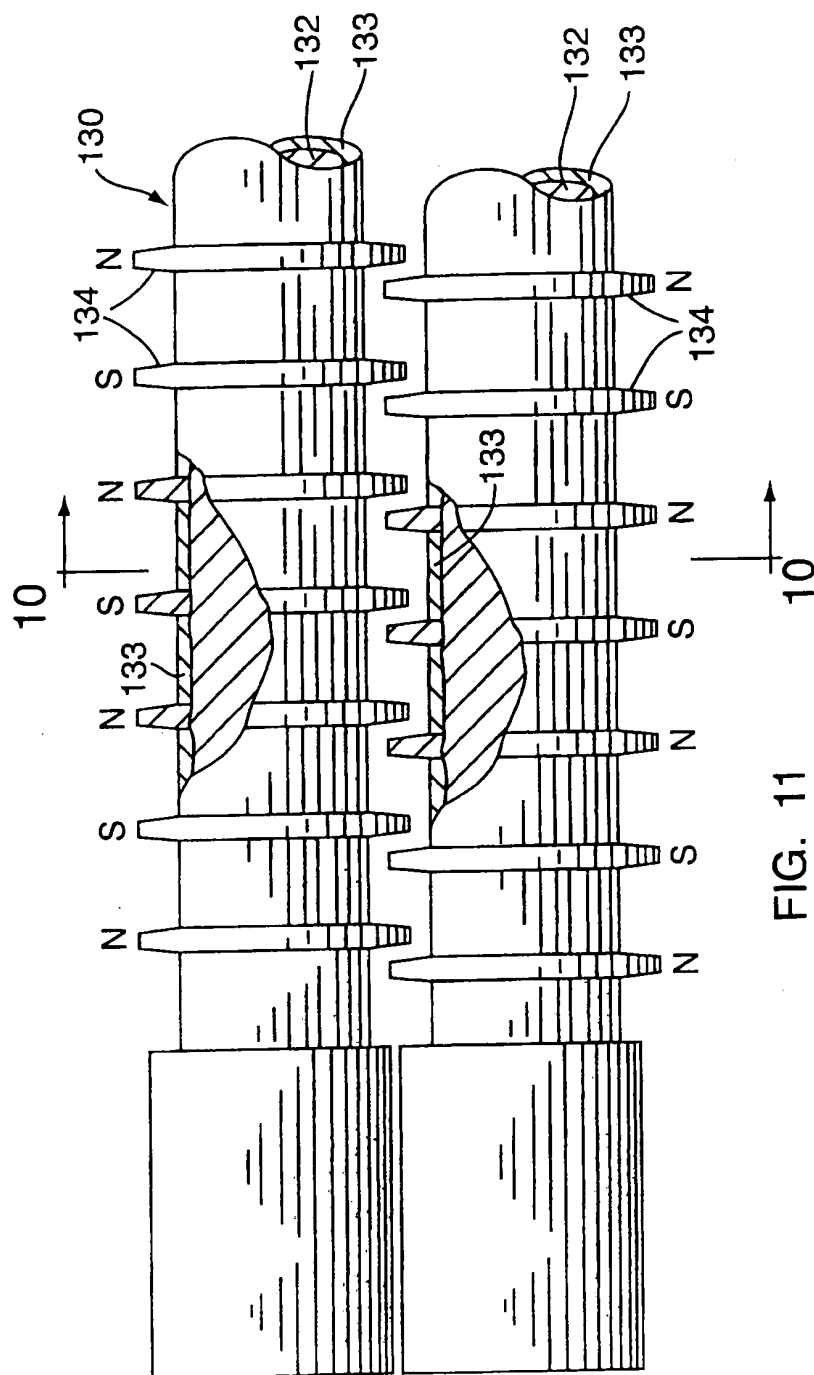


FIG. 11

