(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 694 34 278 T2** 2005.06.30

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 291 098 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **694 34 278.5**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 080 182.5**
(96) Europäischer Anmeldetag: **21.12.1994**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **12.03.2003**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **16.02.2005**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **30.06.2005**

(51) Int Cl.[7]: **B22D 11/049**

(30) Unionspriorität:
201768 **25.02.1994** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, CH, DE, ES, FR, IT, LI, NL, PT, SE

(73) Patentinhaber:
Wagstaff Inc., Spokane, Wash., US

(72) Erfinder:
Wagstaff, Robert Bruce, Veradale, US; Salee, David Alan, Spokane, US

(74) Vertreter:
Andrae Flach Haug, 81541 München

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum direkt gekühlten Giessen**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

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

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Unsere Erfindung betrifft eine ringförmige Kokille zum Gießen von geschmolzenem Metall zu einem länglichen Metallkörper mittels der Schritte des Gießens von geschmolzenem Metall durch eine ein offenes Ende aufweisenden Kokille einer Gießvorrichtung, während in zwei aufeinanderfolgenden Stufen eines Gießvorgangs, die mit dem Gießschritt verbunden sind, ein unterer Block, der anfänglich zusammenarbeitend mit der unteren Endöffnung der Kokille in Berührung steht, entlang einer vertikalen Achse der Kokille über eine Aufeinanderfolge von aufeinanderfolgend niedrigeren Ebenen in einem darunterliegenden Schacht nach unten abgesenkt wird, zunächst zur Bildung eines anfänglichen Längsabschnitts, der das Endstück des Metallkörpers umfaßt, wenn der untere Block durch eine relativ obere Reihe von Ebenen in dem Schacht abgesenkt wird, und dann in einer darauf folgenden kontinuierlichen Gießstufe danach zur Verlängerung des Metallkörpers mit zusätzlichen Längsabschnitten, wenn der untere Block durch eine relativ untere Reihe von Ebenen in dem Schacht abgesenkt wird, wobei die äußere Umfangsfläche des Metallkörpers währenddessen der Umgebungsatmosphäre des Schachts ausgesetzt wird, während die jeweiligen Längsabschnitte des Metallkörpers aus der Kokille durch die relativ obere Reihe von Ebenen in dem Schacht abgezogen werden. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Mittel und eine Technik zum direkten Kühlen der jeweiligen Längsabschnitte des Metallkörpers, wenn sie aus der Kokille durch die jeweilige obere Reihe der Ebenen im Schacht abgezogen werden; und insbesondere ein Mittel und eine Technik dieser Art, wodurch eine Differenz zwischen der Kühlwirkung, der der anfängliche Längsabschnitt ausgesetzt ist, und der Kühlwirkung, der jeder der zusätzlichen Längsabschnitte ausgesetzt ist, während der Stufe der Ausbildung des Endstücks bzw. während der Stufe des kontinuierlichen Gießens des Gießvorgangs erreicht wird.

Hintergrund

[0002] Bei dem direkten Kühlen der jeweiligen Längsabschnitte des Metallkörpers während eines herkömmlichen Gießvorgangs wird flüssiges Kühlmittel in die Umgebungsatmosphäre des Schachtes unterhalb der unteren Endöffnung der Kokille abgegeben, und wird ein anfänglicher Längsbereich einer Schicht des flüssigen Kühlmittels an der äußeren Umfangsfläche des anfänglichen Längsabschnitts des Metallkörpers ausgebildet, wenn der untere Block und der anfängliche Längsabschnitt des Metallkörpers aus der Kokille abgezogen und durch die jeweilige obere Reihe der Ebenen im Schacht abgesenkt werden. Dann wird, während der untere Block und zuerst der anfängliche Längsabschnitt des Metallkörpers und dann die aufeinanderfolgenden zusätzlichen Längsabschnitte des Metallkörpers durch die jeweilige untere Reihe der Ebenen im Schacht während der Stufe des kontinuierlichen Gießens des Gießvorgangs abgesenkt werden, ein zusätzlicher Längsteil der Schicht des flüssigen Kühlmittels an jedem nachfolgenden zusätzlichen Längsabschnitt des Metallkörpers gebildet, wenn die jeweiligen zusätzlichen Längsabschnitte des Metallkörpers aus der Kokille durch die jeweilige obere Reihe der Ebenen im Schacht zurückgezogen werden. Inzwischen strömt das flüssige Kühlmittel in dem anfänglichen Längsteil der Schicht des flüssigen Kühlmittels und in jedem nachfolgenden zusätzlichen Längsteil der Schicht des flüssigen Kühlmittels unter Schwerkraft nach unten entlang der Fläche des Metallkörpers durch die jeweilige untere Reihe der Ebenen im Schacht.

[0003] Auf den Gegenstand des direkten Kühlens sind zahlreiche Patente erteilt worden, und viele von ihnen zeigen Wege zur Regelung des Vorgangs für irgendeinen Zweck, der mit der Veränderung der Kühlwirkung der jeweiligen Längsteile der Schicht des flüssigen Kühlmittels an der Oberfläche des Metallkörpers in Verbindung steht. Siehe US-Patent 2,791,812, US-Patent 3,441,079, US-Patent 3,713,479, US-Patent 3,623,536, US-Patent 3,765,493, US-Patent 4,166,495, US-Patent 4,693,298, US-Patent 5,040,595, US-Patent 5,119,883 und US-Patent 5,148,856 als Beispiele. In einigen der Patente sind Schritte unternommen worden, um zwischen den Kühlwirkungen zu unterscheiden, denen die jeweiligen Längsabschnitte des Metallkörpers während der Stufe der Bildung des Endstücks und während der Stufe des kontinuierlichen Gießens des Gießvorgangs ausgesetzt sind. Beispielsweise in US-A-3,441,079 von Bryson wird das flüssige Kühlmittel in die Umgebungsatmosphäre des Schachts in einer zyklischen oder EIN/AUS-Weise während der Stufe der Bildung des Endstücks des Vorgangs gepulst abgegeben, um zwischen den während dieser Stufe und während der Stufe des kontinuierlichen Gießens des Vorgangs erzielten Wirkungen zu unterscheiden. In US-A-4,351,384 von Goodrich wird der anfängliche Längsteil der Schicht des flüssigen Kühlmittels an der Oberfläche des Metallkörpers in einer Ebene in der jeweiligen oberen Reihe der Ebenen im Schacht für die Stufe zur Ausbildung des Endstücks des Vorgangs ausgebildet, die höher ist als die zusätzlichen Längsteile der Schicht des flüssigen Kühlmittels, die danach für die Stufe des kontinuierlichen Gießens des Vorgangs gebildet werden. In US-A-4,166,495 von Yu und US-A-4,693,298, U5-A-5,040,595 und US-A-5,119,883 von Wagstaff oder Wagstaff et al. wird die Massenströmungsgeschwindigkeit des flüssigen Kühlmittels während der Stufe der Bildung des Endstücks herabgesetzt und dann zu einem normalen Zustand während der Stufe des kontinuierlichen Gießens zurückgestellt, um zwischen den während

der beiden Stufen erzielten Wirkungen zu unterscheiden. Die Unterscheidung zwischen den Wirkungen bei allen diesen Vorgängen wird dadurch erzielt, daß eine gewisse Änderung des Grundvorgangs des direkten Kühlens während der Stufe der Bildung des Endstücks durchgeführt wird und dann die Änderung während der Stufe des kontinuierlichen Gießens nicht fortgesetzt wird. Dies wird nie jedoch umgekehrt, durch Änderung des Vorgangs während der Stufe des kontinuierlichen Gießens, erzielt. Mittlerweile ist bei der Stufe des kontinuierlichen Gießens selbst die Wärmeabführung nicht besser als diejenige, die die zusätzlichen Längsteile der Schicht des flüssigen Kühlmittels von dem Metallkörper abführen können, nachdem die Änderung, die während der Stufe der Bildung des Endstücks bewirkt wird, nicht fortgesetzt worden ist. In praktischer Hinsicht ist dies eine auf die Volumeneinheit bezogene Funktion der Wärmeabführungsgeschwindigkeit der jeweiligen zusätzlichen Längsteile der Schicht des flüssigen Kühlmittels, und jeglicher Verbesserung, die durch Vergrößerung der Abgabegeschwindigkeit in dem flüssigen Kühlmittel erreicht werden kann, um das Volumen der jeweiligen Teile zu vergrößern.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Bei diesen Bemühungen haben sich Konstrukteure und Fachleute auf dem Gebiet des Gießens einer Metallschmelze waren bestrebt, Dinge zu idealisieren durch die Herabsetzung der Geschwindigkeit, mit der Wärme von dem Metallkörper während der Stufe des Gießvorgangs zur Ausbildung des Endstücks abgeführt wird, während gleichzeitig die Geschwindigkeit, mit der Wärme von dem Metallkörper während der Stufe des kontinuierlichen Gießens des Gießvorgangs maximiert wird. Jedoch sind diese Bestrebungen erfolglos geblieben. Sie wußten, daß die Weber-Zahl, das heißt die Geschwindigkeit, bei der eine Zerstäubung, ein Mischen und ein "Rühren" in den jeweiligen Längsteilen der Schicht des flüssigen Kühlmittels auftreten, viel mit der Geschwindigkeit zu tun hat, mit der jeder der jeweiligen Teile der Schicht Wärme von dem Metallkörper je Volumeneinheit des dort befindlichen Kühlmittels abführt. Sie haben auch gewußt, daß im allgemeinen je dünner ein Teil und je "laminarer" seine Strömung ist, desto kleiner die Geschwindigkeit der Wärmeabführung je Volumeneinheit ist; und daß je turbulenter und aufgewühlter der Teil und die Strömung desselben ist, desto größer die Geschwindigkeit der Wärmeabführung je Volumeneinheit ist. Die Konstrukteure und Fachleute auf dem Gebiet haben auch stets angenommen, daß dann, wenn flüssiges Kühlmittel in die Umgebungsatmosphäre unterhalb einer Kokille abgegeben wird und auf die jeweiligen Längsabschnitte des Metallkörpers, der dort gegossen wird, gerichtet wird, um so aufeinanderfolgende Längsteile einer Schicht des flüssigen Kühlmittels an den Oberflächen der Abschnitte auszubilden, das Kühlmittel auf die Oberflächen unter verhältnismäßig kleinen Einfallwinkeln zur Achse der Kokille, d. h, von etwa 15–30° zu der Achse, gerichtet werden sollte, um so das Ausmaß des Spritzens von den Aufprallpunkten der Flüssigkühlmittelabgabe an den Oberflächen, in der im allgemeinen horizontalen Ebene des Schachts, in der die Abgabe auf die Oberflächen auftrifft, zu minimieren. Siehe beispielsweise Zeilen 39–42 der Spalte 1 des Patent von Goodrich. Die Konstrukteure und Fachleute haben des weiteren beobachtet, daß in den Ebenen des Schachtes unmittelbar unterhalb der Ebene des Aufpralls die Abgabe ein verhältnismäßig schmales Umfangsband der Turbulenz oder Aufwühlung um die jeweiligen Oberflächen bildet, d. h, vielleicht kleiner als 1/2 Zoll, und daß unterhalb dieses schmalen Turbulenzbands die jeweiligen Längsteile der Schicht des flüssigen Kühlmittels dann den Charakter einer laminaren Strömung an den Oberflächen annehmen, bis die Teile vielleicht bei weniger als ein weiteren Zoll wieder eine turbulente Strömung annehmen. Während der Stufe des Gießvorgangs zur Bildung des Endstücks ist dieses Verhaltensmuster für eine minimale Wärmeabführung von dem Metallkörper erwünscht, jedoch ist es während der Stufe des kontinuierlichen Gießens des Gießvorgangs nicht länger erwünscht. Die Konstrukteure und Fachleute haben jedoch festgestellt, daß sich sogar dann, wenn die Abgabegeschwindigkeit erhöht wird, das anfängliche Band der Turbulenz in der Breite wenig ändert und der Charakter der Strömung unterhalb des Bandes im wesentlichen derjenige einer laminaren Strömung bleibt gefolgt von einem erneuten Bereich einer turbulenten Strömung unter dieser.

[0005] Bei der Vorrichtung unserer Erfindung führen wir weiterhin das flüssige Kühlmittel in die Umgebungsatmosphäre des Schachtes unterhalb der unteren Endöffnung der Kokille ab, und bilden wir weiterhin einen anfänglichen Längsteil einer Schicht des flüssigen Kühlmittels an der äußeren Umfangsfläche des anfänglichen Längsabschnitts des Metallkörpers, wenn der untere Block und der anfängliche Längsabschnitt des Metallkörpers aus der Kokille abgezogen und durch die jeweilige obere Reihe der Ebenen im Schacht abgesenkt werden. Des weiteren bilden wir, während der untere Block und zuerst der anfängliche Längsabschnitt des Metallkörpers und dann die aufeinanderfolgenden zusätzlichen Längsabschnitte des Metallkörpers durch die jeweilige untere Reihe der Ebenen im Schacht während der Stufe des kontinuierlichen Gießens des Gießvorgangs abgesenkt werden, einen zusätzlichen Längsteil der Schicht des flüssigen Kühlmittels an jedem aufeinanderfolgenden der zusätzlichen Längsabschnitte des Metallkörpers, wenn die jeweiligen zusätzlichen Längsabschnitte aus der Kokille durch die jeweilige obere Reihe der Ebenen im Schacht abgezogen werden. Jetzt machen wir jedoch etwas, was der Stand der Technik zu machen nicht in der Lage war: wir vergrößern je Volumeneinheit die Wärmeabführungsgeschwindigkeit

der jeweiligen zusätzlichen Längsteile der Schicht des flüssigen Kühlmittels mit Bezug auf die Volumeneinheit der Wärmeabführungsgeschwindigkeit des anfänglichen Längsteils der Schicht des flüssigen Kühlmittels, und wir machen dies, wenn die jeweiligen zusätzlichen Längsteile der Schicht des flüssigen Kühlmittels an den entsprechenden zusätzlichen Längsabschnitten des Metallkörpers in der jeweiligen oberen Reihe der Ebenen im Schacht ausgebildet werden. Auf diese Weise sind wir in der Lage, die Geschwindigkeit, bei der die jeweiligen zusätzlichen Längsteile der Schicht des flüssigen Kühlmittels Wärme von den zusätzlichen Längsabschnitten des Metallkörpers während der Stufe des kontinuierlichen Gießens des Gießvorgangs abführen, ohne Rücksicht darauf zu erhöhen, ob irgendeine Änderungen der Geschwindigkeit durchgeführt worden ist, mit der der anfängliche Längsteil der Schicht des flüssigen Kühlmittels Wärme von dem anfänglichen Längsabschnitt des Metallkörpers während der Stufe der Ausbildung des Endstücks des Gießvorgangs abgeführt hat. Dies bedeutet, daß wir jetzt einen Unterschied zwischen den beiden Stufen in der optimalsten Weise erzielen können; und des weiteren können wir den Unterschied in Hinblick das von uns gewünschte Extrem deutlicher machen. Das heißt, unter Verwendung der Vorrichtung unserer Erfindung können wir uns jetzt beiden Stufen des Gießvorgangs zuwenden, und sofern gewünscht, beiden gleichzeitig, um den Unterschied zwischen beiden beispielsweise durch Verwendung der Vorrichtung unserer Erfindung deutlicher zu machen, um die Wärmeabführungsgeschwindigkeit während der kontinuierlichen Stufe des Gießvorgangs zu vergrößern, dies unter Verwendung eines oder mehrerer der bekannten Verfahren zur Verringerung der Wärmeabführungsgeschwindigkeit während der Stufe der Ausbildung des Endstücks.

[0006] Bei vielen der gegenwärtig bevorzugten Ausführungsformen unserer Erfindung bilden wir die Abgabe des flüssigen Kühlmittels zu unter Druck stehenden Strömen des flüssigen Kühlmittels aus, und während der Stufe des Gießvorgangs zur Bildung des Endstücks richten wir die Ströme des flüssigen Kühlmittels zu dem anfänglichen Längsabschnitt des Metallkörpers, so daß die Ströme auf die äußere Umfangsfläche desselben in einer im allgemeinen horizontalen Ebene des Schachts auftreffen, um einen anfänglichen Längsteil der Schicht des flüssigen Kühlmittels an der äußeren Umfangsfläche des anfänglichen Längsabschnitts auszubilden, der ein Umfangsband der Turbulenz in den Ebenen des Schachts unmittelbar unter der Ebene des Auftreffens aufweist. Dann vergrößern wir während der Stufe des kontinuierlichen Gießens des Gießvorgangs je Volumeneinheit die Wärmeabführungsgeschwindigkeit der jeweiligen zusätzlichen Längsteile der Schicht des flüssigen Kühlmittels durch Ausbildung eines Umfangsbands der Turbulenz um die jeweiligen zusätzlichen Längsteile der Schicht des flüssigen Kühlmittels in den Ebenen des Schachts unmittelbar unter der zuvor genannten Ebene des Auftreffens, das breiter als das Umfangsband der Turbulenz ist, das um den anfänglichen Längsteil der Schicht des flüssigen Kühlmittels herum ausgebildet ist, in axialer Richtung der Kokille aus. Bei einigen Ausführungsformen ordnen wir weiter die Ebene, in der die Ströme des flüssigen Kühlmittels auf die Oberflächen der zusätzlichen Längsabschnitte des Metallkörpers auftreffen, bezogen auf die Ebene, in der die Ströme des Kühlmittels auf die Oberfläche des anfänglichen Längsabschnitts des Metallkörpers aufgetroffen sind, höher an.

[0007] Vorzugsweise bilden wir ein Umfangsband der Turbulenz um die jeweiligen zusätzlichen Längsteile der Schicht des flüssigen Kühlmittels aus, das sich wie der letzte der zusätzlichen Längsabschnitte erstreckt, um den der Metallkörper während der Stufe des kontinuierlichen Gießens des Gießvorgangs verlängert ist. Das heißt, der obengenannte Bereich der laminaren Strömung ist insgesamt eliminiert.

[0008] Bei bestimmten Ausführungsformen der gegenwärtig bevorzugten Ausführungsformen unserer Erfindung bilden wir das breitere Turbulenzband unterhalb der Ebene des Auftreffens in den jeweiligen zusätzlichen Längsteilen der Schicht des flüssigen Kühlmittels durch Abgabe eines zusätzlichen Fluids in die Schicht der Umgebungsatmosphäre des Schachts, die die äußeren Umfangsflächen der jeweiligen zusätzlichen Längsteile der Schicht des flüssigen Kühlmittels unmittelbar umgeben, aus, wenn sie an den entsprechenden zusätzlichen Längsabschnitten des Metallkörpers ausgebildet werden. Bei einigen Ausführungsformen bilden wir des weiteren die zusätzliche Abgabe von Fluids zu unter Druck stehenden Fluidstrahlen aus, und richten wir die Fluidstrahlen auf die zusätzlichen Längsteile der Schicht des flüssigen Kühlmittels, damit sie auf die Oberflächen derselben mit dem Fluid unterhalb der Ebene des Auftreffens der Flüssigkeitsströme auftreffen.

[0009] Bei einer Gruppe der gegenwärtig bevorzugten Ausführungsformen richten wir die jeweiligen Ströme des flüssigen Kühlmittels und die Strahlen des zusätzlichen Fluids auf die Oberflächen der jeweiligen zusätzlichen Längsabschnitte des Metallkörpers bzw. auf die Oberflächen der zusätzlichen Längsteile der Schicht des flüssigen Kühlmittels, um zum ersten Bereiche der jeweiligen Ströme und Strahlen in der Schicht der Umgebungsatmosphäre des Schachts zu kreuzen, die die Oberflächen der zusätzlichen Längsteile der Schicht des Kühlmittels unmittelbar umgibt, und um zum zweiten die Bereiche der Ströme des flüssigen Kühlmittels auf den Wegen der Bereiche der Strahlen des zusätzlichen Fluids anzuordnen, so daß die Bereiche der Ströme des flüssigen Kühlmittels in den Bereichen der Strahlen mit-

genommen werden und auf den Oberflächen der zusätzlichen Längsteile der Schicht des flüssigen Kühlmittels unter der Einwirkung der Strahlen auftreffen.

[0010] Wenn wir das breitere Turbulenzband durch Abgabe eines zusätzlichen Fluids in die Schicht der Umgebungsatmosphäre, die die jeweiligen zusätzlichen Längsteile der Schicht des Kühlmittels umgibt, bilden, können wir auch eine Masse eines Sprühnebels aus von Luft getragenem flüssigen Kühlmittel quer zu dem Weg des zusätzlichen Fluids vorsehen, wenn das Fluid in die Schicht der Umgebungsatmosphäre abgegeben wird, so daß das zusätzliche Fluid in die jeweiligen zusätzlichen Längsteile der Schicht des flüssigen Kühlmittels eindringt, wobei zusätzliche Luft, wenn die zusätzlichen Bereiche an den entsprechenden zusätzlichen Längsabschnitten des Metallkörpers gebildet sind, das flüssige Kühlmittel mitnimmt. Bei diesen Ausführungsformen bilden wir beispielsweise die Abgabe des zusätzlichen Fluids zu den unter Druck stehenden Strahlen des Fluids aus, die zu den zusätzlichen Längsteilen der Schicht des flüssigen Kühlmittels gerichtet sind, um auf die Oberflächen aufzutreffen, ordnen wir Massen des Sprühnebels aus von Luft getragenem flüssigen Kühlmittel quer zu den Wegen der jeweiligen Strahlen des zusätzlichen Fluids in der Schicht der umgebenden Atmosphäre an, so daß die Strahlen des zusätzlichen Fluids in die zusätzlichen Längsteile der Schicht des Kühlmittels mit zusätzlichem flüssigen Kühlmittel, das von der Luft mitgerissen wird, eindringen, wenn die Strahlen auf die Oberflächen der zusätzlichen Längsteile auftreffen. Und bei diesen Ausführungsformen bilden wir die Ströme des flüssigen Kühlmittels und die Strahlen des zusätzlichen Fluids zu den jeweiligen zusätzlichen Längsabschnitten des Metallkörpers und zu den zusätzlichen Längsteilen der Schicht des Kühlmittels aus, um Bereiche der jeweiligen Ströme und Strahlen miteinander in der Schicht der umgebenden Atmosphäre zu kreuzen, ordnen wir Massen des Sprühnebels aus von Luft getragenem flüssigen Kühlmittel quer zu den Wegen der jeweiligen Strahlen des zusätzlichen Fluids an, indem wir zunächst die Ströme des flüssigen Kühlmittels entlang solcher verhältnismäßig großer Einfallwinkel zur Achse der Kokille richten, daß wesentliche Bereiche der jeweiligen Ströme des flüssigen Kühlmittels von den Oberflächen der zusätzlichen Längsabschnitte an den jeweiligen Punkten des Auftreffens der Ströme abprallen und sich zu korollenförmigen Massen des Sprühnebels aus von Luft getragenem flüssigen Kühlmittel in der Schicht der Umgebungsatmosphäre des Schachts ausbilden, die die jeweiligen zusätzlichen Längsteile der Schicht des flüssigen Kühlmittels unmittelbar umgeben, und indem zweitens die Strahlen des zusätzlichen Fluids entlang solcher verhältnismäßig kleiner Einfallwinkel zur Achse der Kokille von axialen Erhebungen oberhalb der Ebene des Auftreffens der Ströme gerichtet werden, daß die korollenförmigen Massen des Sprühnebels quer zu den Wegen der Strahlen des zusätzlichen Fluids angeordnet werden, wenn das zusätzliche Fluid in die Schicht der Umgebungsatmosphäre abgegeben wird.

[0011] In bevorzugter Weise geben wir die jeweiligen Ströme und Strahlen von einem Ring aus, der um die untere Endöffnung der Kokille herum angeordnet ist, ab, und versetzen wir winkelmäßig die Ströme und Strahlen gegeneinander in axialer Richtung der Kokille, versetzen wir die Ströme und Strahlen gegeneinander in Umfangsrichtung der Kokille, so daß sich die kranzförmigen Massen des Sprühnebels aus flüssigem Kühlmittel, die von den Aufprallpunkten der verhältnismäßig benachbarten Ströme des Kühlmittels aus aufsteigen, vereinigen, um so genannte "Wechselwirkungsfontänen" des Sprühnebels zu bilden, die direkt in die Wege der Strahlen des zusätzlichen Fluids hoch schießen. Dieses Phänomen wird von Slayzak et al. in dem Artikel mit dem Titel "EFFECTS OF INTERACTIONS BETWEEN ADJOINING ROWS OF CIRCULAR FREE SURFACE JETS ON LOCAL HEAT TRANSFER FROM THE IMPINGEMENT SURFACE" berichtet, der in Journal of Heat Transfer der American Society of Mechanical Engineers veröffentlicht werden soll, von dem eine Kopie zur Verfügung gestellt werden soll und der hier durch Bezugnahme aufgenommen wird. Tatsächlich haben wir festgestellt, daß dann, wenn die Merkmale dieses Phänomens in unser Verfahren und unsere Vorrichtung eingebaut werden, die Sprühfontänen nicht nur direkt auf den Wegen der Strahlen des zusätzlichen Fluids hochschießen, sondern auch in einem in hohem Grad mit Luft gefüllten Zustand, so daß die Strahlen, wenn sie ihrerseits durch die Strahlen des zusätzlichen Fluids mitgerissen werden, einen außergewöhnlichen Grad der Turbulenz in den zusätzlichen Schichten des flüssigen Fluids erzeugen und dies wiederum eine beachtenswerte Vergrößerung je Volumeneinheit der Wärmeabführungsgeschwindigkeit der jeweiligen Schichten erzeugt.

[0012] Wie richten üblicherweise die Ströme des flüssigen Kühlmittels direkt auf die Oberflächen der jeweiligen zusätzlichen Längsabschnitte des Metallkörpers entlang von Einfallwinkeln im Bereich von 30–105° zur Achse der Kokille. Wir richten die Strahlen des zusätzliche Fluids auf die Oberflächen der zusätzlichen Längsteile der Schicht des flüssigen Kühlmittels entlang von Einfallwinkeln im Bereich von 15–30° zur Achse der Kokille.

[0013] Wir können auch, wie vorstehend angegeben, den anfänglichen Längsteil der Schicht des flüssigen Kühlmittels, der an dem anfänglichen Längsabschnitt des Metallkörpers in der Stufe des Gießvorgangs zur Ausbildung des Endstücks ausgebildet wird, in einer so gestalteten Weise verändern, daß je Volumeneinheit die Wärmeabführungsgeschwindigkeit herabgesetzt wird.

[0014] Des weiteren können wir auch dann, wenn unsere Kokille zur Bildung eines Metallkörpers mit einem polygonalen Querschnitt quer zu seiner Achse angepaßt wird, beispielsweise wenn wir ein tafelförmiges Gußstück herstellen, je Volumeneinheit die Wärmeabführungsgeschwindigkeit des anfänglichen Längsteils der Schicht des flüssigen Kühlmittels, die an gegenüberliegenden Seiten des anfänglichen Längsabschnitts des Metallkörpers ausgebildet ist, erhöhen, beispielsweise an den gegenüberliegenden Enden des Endstücks des rechteckigen Querschnitts unseres Gußstücks. Auf diese Weise können wir einen Unterschied zwischen den gegenüberliegenden Seitenpaaren des Metallkörpers während der Stufe der Bildung des Endstücks, beispielsweise zwischen den gegenüberliegenden Seiten des Endstücks, einerseits und den gegenüberliegenden Enden desselben andererseits erreichen.

[0015] Wir können ein Gas oder ein zusätzliches flüssiges Kühlmittel als zusätzliches Fluid verwenden. Ein Vorteil der Verwendung eines zusätzlichen flüssigen Kühlmittels besteht in der Vereinfachung der Kokille. Eine Flüssigkeit ist auch leichter zu regeln; und die Verwendung derselben macht es leichter, eine Gleichmäßigkeit von Kokille zu Kokille sowie innerhalb jeder Kokille zu erreichen, wenn eine Vielzahl von Kokillen verwendet wird. Andererseits kann bei der Verwendung eines Gases das gleiche Gas bei irgendeiner der verschiedenen Techniken des Standes der Technik zur Herabsetzung der Massenströmungsgeschwindigkeit des flüssigen Kühlmittels während der Stufe des Gießvorgangs zur Bildung des Endstücks verwendet werden.

[0016] Ein weiterer Vorteil der Verwendung eines zusätzlichen flüssigen Kühlmittels als zusätzliches Fluid besteht darin, daß während der Stufe des Gießvorgangs zur Bildung des Endstücks das zusätzliche flüssige Kühlmittel auf den anfänglichen Längsabschnitt des Metallkörpers zur dortigen Bildung des anfänglichen Längsteils der Schicht des flüssigen Kühlmittels abgegeben werden kann. Tatsächlich werden bei bestimmten gegenwärtig bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung das erstgenannte flüssige Kühlmittel und das zusätzliche flüssige Kühlmittel von der Kokille selbst durch eine erste und eine zweite Reihe von beabstandeten Bohrungen aus abgegeben, die um die untere Endöffnung der Kokille herum in einem Ring angeordnet und mit einem Paar von Zuführungskammern in der Kokille für unter Druck stehendes flüssiges Kühlmittel verbunden sind, so daß Sätze von primären und sekundären Strömen flüssigen Kühlmittels von der ersten bzw. der zweiten Reihe von Bohrungen abgegeben und entweder zu den jeweiligen zusätzlichen Längsabschnitten des Metallkörpers bzw. zu den jeweiligen zusätzlichen Längsteilen der Schicht des flüssigen Kühlmittels an den Oberflächen desselben gerichtet werden, um so den Metallkörper während der Stufe des kontinuierlichen Gießens des Gießvorgangs zu kühlen, oder alternativ an den jeweiligen Zuführungskammern durch Regelung der Strömung des flüssigen Kühlmittels zu den jeweiligen Kammern selektiv eingeschaltet und ausgeschaltet werden, so daß, falls gewünscht, während der Stufe des Gießvorgangs zur Bildung des Endstücks nur das sekundäre flüssige Kühlmittel zu dem anfänglichen Längsabschnitt des Metallkörpers gerichtet wird, um den anfänglichen Längsteil der Schicht des flüssigen Kühlmittels daran auszubilden.

[0017] Bei einigen dieser letztgenannten Ausführungsformen sind die erste und die zweite Reihe der Bohrungen winkelmäßig so gegeneinander in axialer Richtung der Kokille versetzt, und die erste Reihe der Bohrungen ist in axialer Richtung zu der Kokille stärker geneigt als die zweite Reihe, so daß die jeweiligen Kammern für die Zuführung von flüssigem Kühlmittel zu der ersten und der zweiten Reihe der Bohrungen relativ übereinander in dem Körper der Kokille angeordnet sein können. In bevorzugter Weise sind jedoch die Kammern über ein Ventil miteinander verbunden, so daß flüssiges Kühlmittel der jeweiligen oberen Kammer zur Zuführung zu sowohl der ersten als auch der zweiten Reihe der Bohrungen zugeführt werden kann, jedoch nur der jeweiligen unteren Kammer durch das Ventil hindurch zugeführt werden kann, wenn die Stufe des kontinuierlichen Gießens des Gießvorgangs begonnen wird.

[0018] Bei bestimmten Ausführungsformen zur Herstellung eines Gußstücks ist die jeweilige untere Kammer in Endabschnitte und in Seitenabschnitte aufgeteilt, und die Endabschnitte sind direkt mit der jeweiligen oberen Kammer über dazwischen liegende offene Durchgänge verbunden, während die Seitenabschnitte mit der jeweiligen oberen Kammer über Ventile verbunden sind, so daß flüssiges Kühlmittel den Endabschnitten der unteren Kammer gleichzeitig zu der Zuführung zu der oberen Kammer zugeführt wird, um die Enden des Gußstücks während sowohl der Stufe der Bildung des Endstücks als auch der Stufe des kontinuierlichen Gießens des Gießvorgangs direkt zu kühlen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0019] Diese Merkmale sind unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen besser zu verstehen, in denen wir die letztgenannten Ausführungsformen unserer Erfindung dargestellt haben, bei der eine ein Kühlmittel abgebende Kokille verwendet, die mit einer doppelten Kammer ausgestaltet ist, jedoch teilweise zur unterschiedlichen Kühlung der Enden und Seiten eines tafelförmiges Gußstücks aufgeteilt ist.

[0020] Es zeigen:

[0021] Fig. 1 eine auseinander gezogene perspekti-

vische Ansicht von oben auf die Hauptbestandteile des Körpers der Kokille;

[0022] Fig. 2 eine verhältnismäßig vergrößerte und zusammengebaute perspektivische Ansicht von oben auf zwei Bauteile des mittleren Körpers, d. h. ein ringförmiges Gehäuse und einen Graphitgußring, der um den inneren Umfang herum angeordnet ist;

[0023] Fig. 3 eine in gleicher Weise vergrößerte Draufsicht auf die Baugruppe aus Gehäuse und Ring;

[0024] Fig. 4 eine in gleicher Weise vergrößerte perspektivische Ansicht von unten auf die Baugruppe aus Gehäuse und Ring;

[0025] Fig. 5 eine in gleicher Weise vergrößerte Ansicht von unten auf die Baugruppe aus Gehäuse und Ring;

[0026] Fig. 6 einen Schnitt durch die Kokille als Ganzes entlang der Linie 6–6 von Fig. 3 und Fig. 5;

[0027] Fig. 7 einen Schnitt durch die Kokille als Ganzes entlang der Linie 7–7 von Fig. 3 und Fig. 5;

[0028] Fig. 8 einen Schnitt durch die Kokille als Ganzes entlang der Linie 8–8 von Fig. 3 und Fig. 5, die auch eine Vorrichtung eines Satzes von Vorrichtungen zeigt, die zum Öffnen und Schließen eines Satzes von Ventilen verwendet werden können, die Seitenabschnitte der jeweiligen unteren Kammer mit der jeweiligen oberen Kammer des Körpers der Kokille verbinden;

[0029] Fig. 9 einen Schnitt ähnlich zu Fig. 6, jedoch mit der teilweisen Darstellung des Schachts, des unteren Blocks und der Stufe der Bildung des Endstücks unseres direkten Kühlverfahrens, wenn der untere Block zusammenarbeitend mit der Kokille an deren unteren Endöffnung zur Berührung gebracht worden ist und dann durch eine Reihe von oberen Ebenen im Schacht abgesenkt worden ist, wenn Metallschmelze durch die Kokille hindurch gegossen wird und, während die beiden Sätze der Ströme des flüssigen Kühlmittels auf die Enden des Gußstücks in der Weise von Fig. 10 abgegeben werden, nur ein Satz der Ströme auf die Seiten des Gußstücks in der Weise von Fig. 9 abgegeben wird, um den anfänglichen Längsteil einer Schicht des flüssigen Kühlmittels an dem Endstück des Gußstücks auszubilden, die sich in Hinblick auf ihre Kühlwirkung an den jeweiligen Enden und Seiten des Gußstücks unterscheidet;

[0030] Fig. 10 einen teilweise schematischen Teilschnitt durch die Kokille an derselben Stelle wie bei Fig. 9, jedoch dann, wenn die Ventile geöffnet worden sind, um flüssiges Kühlmittel auch an den Seitenabschnitten der unteren Kammer einzuführen sowie dazu, daß zwei Sätze von Strömen flüssigen Kühlmittels jetzt auf die Seiten des Gußstücks abgegeben werden, von denen Bereiche einander in der Schicht der Umgebungsatmosphäre, die die Schicht des flüssigen Kühlmittels an den Seiten des Gußstücks umgibt, kreuzen, weil die Ströme von der unteren Kammer einen "Aufprall" oder Abprall von den Seiten des Gußstücks erfahren, und kranzförmige Massen des Sprühnebels aus von Luft getragenem flüssigen Kühlmittel bilden, die sich von den Seiten des Gußstücks auf Wegen quer zu den Wegen der Ströme der oberen Kammer nicht nur "pilzförmig ausbreiten", sondern auch so nahe beieinander eine "Pilzform bilden", daß die dazwischen gebildeten "Wechselwirkungsfontänen", in die Wege der Ströme der oberen Kammer hochschießen und durch die Ströme der oberen Kammer mitgerissen werden und mit diesen auf die Oberflächen der aufeinander folgenden zusätzlichen Schichten des flüssigen Kühlmittels transportiert werden, die an den Seiten des Gußstücks ausgebildet sind, was jetzt der Zustand des kontinuierlichen Gießens des Gießvorgangs ist;

[0031] Fig. 11 einen teilweise schematischen Teilschnitt entlang der Linie 11–11 von Fig. 10;

[0032] Fig. 12 einen weiteren teilweise schematischen Teilschnitt entlang der Linie 12–12 von Fig. 10;

[0033] Fig. 13 eine schematische Darstellung der "Wechselwirkungsfontänen"-Wirkung, die von Slayzak et al. beobachtet worden ist, wenn Paare von Strömen oder Strahlen einer Flüssigkeit so ausreichend nahe beieinander liegen, daß sie nicht nur kranzförmige Massen des Sprühnebels aus von Luft getragenem flüssigen Kühlmittel in der Umgebungsatmosphäre oberhalb ihrer Aufprallpunkte auf einer Metalloberfläche erzeugen, sondern sich zusätzlich die Massen des Sprühnebels zur Bildung der "Wechselwirkungsfontänen" des Sprühnebels dazwischen vereinigen, die dazu neigen, sogar höher über die Oberfläche hochzuschießen als die kranzförmigen Massen allein, obwohl Slayzak et al. so genannte Schutzwände zwischen den Strahlenpaaren verwendet haben, um die Wirkungen, die sie zu beobachten wünschten, zu steuern;

[0034] Fig. 14 eine weitere schematische Darstellung der Wirkung, wie sie bei der vorliegenden Erfindung verwendet wird, und bei Betrachtung unter rechten Winkeln zu den jeweiligen Strömungspaaren des flüssigen Kühlmittels, wenn sie auf die Seiten des Gußstücks bzw. auf die aufeinander folgenden zusätzlichen Längsteile der Schicht des flüssigen Kühlmittels auftreffen; und

[0035] Fig. 15 eine noch weitere schematische Darstellung der Wirkung, jedoch mit der Darstellung der Wirkung in Perspektive, wenn die Strömungspaare auf die Oberfläche des Gußstücks und die zusätzli-

chen Längsteile der Schicht des Kühlmittels auftreffen.

Beste Art der Durchführung der Erfindung

[0036] Unter Bezugnahme auf Fig. 1–Fig. 8 ist ersichtlich, daß der Körper der Kokille **2** ein Paar aus einer ringförmigen oberen Platte und einer ringförmigen unteren Platte **4** bzw. **6**, ein ringförmiges Gehäuse **8**, das zwischen den Platten zur Bildung des hauptsächlichen Gießbauteils der Kokille angeordnet ist, und einen segmentierten Graphitring **10** umfaßt, der um den inneren Umfang des Gehäuses zur Bildung der Gießoberfläche desselben angeordnet ist. Die Platten, das Gehäuse und der Gießring sind im Querschnitt quer zu der vertikalen Achse **12** der Kokille rechteckig, und der offene Hohlraum **14**, der innerhalb des Rings gebildet ist, ist quer zur Achse der Kokille im Querschnitt mit der Kokille übereinstimmend in gleicher Weise gestaltet, die zur Bildung eines tafelförmiges Gußstücks geeignet ist. Die einander gegenüberliegenden Seitenwände **15** und die einander gegenüberliegenden Stirnwände **16** des Rings sind verhältnismäßig konvex und flach, um sich für diese Funktion zu eignen, und auch die jeweiligen Seitenwände **17** und Stirnwände **18** des Gehäuses sind verhältnismäßig konvex und flach. Die letztgenannten Wände sind an ihrer Oberseite auch mit einem Falz ausgebildet, um einen Sitz **20** für den Gießring zu bilden. Der Ring **10** ist um den Umfang des Hohlraums herum in einer in USP 4,947,925 dargestellten Weise eingesetzt, und für die in USP 4,598,763 beschriebenen Zwecke werden Öl und Gas diesem zugeführt. Die Versorgung ist bei **22** (Fig. 6) nur schematisch dargestellt, wie auch der Sitz des Rings, die Einzelheiten beider Merkmale können aus den vorstehend genannten Patenten entnommen werden.

[0037] An seiner oberen Oberfläche **24** besitzt das Gehäuse **8** eine darin ausgebildete ringförmige Aussparung **26**, und die Aussparung besitzt eine an ihrem Boden am inneren Umfang der Aussparung ausgebildete ringförmige Stufe **28**. An seiner unteren Oberfläche **30** besitzt das Gehäuse ein Paar teilweise ringförmige Aussparungen **32** und **34**, die in den gegenüberliegenden Enden und Seiten ausgebildet sind, und jede Aussparung **32** oder **34** besitzt ihrerseits eine ringförmige Stufe **36**, die in dem unteren Teil am inneren Umfang der Aussparung ausgebildet ist. Unter Verwendung von Schrauben **37** sind die ringförmigen Platten **4** und **6** mit den jeweiligen Flächen **24** und **30** des Gehäuses verschraubt, um die jeweiligen Aussparungen abzudecken und um ein Paar von verhältnismäßig übereinander liegenden Kammern **38** und **40** in dem oberen Teil und in dem unteren Teil des Gehäuses auszubilden, deren obere Kammer **38** ringförmig ist und deren untere Kammer **40** in teilweise ringförmige Abschnitte **42** und **44** an den Enden bzw. den Seiten des Gehäuses unterteilt ist. Des weiteren ist zur Unterstützung der Abdichtung der jeweiligen Kammern jede Platte **4**, **6** um ihren inneren und äußeren Umfang herum mit einem Falz ausgebildet, um einen mittleren Steg oder Stege **4b** zu haben, die innerhalb der gegenüberliegenden Aussparung **26** oder Aussparungen **32**, **34** teleskopartig bewegt werden kann bzw. können, wenn die Platten am Gehäuse angebracht werden. Des weiteren weist jede Platte ein Paar von sich in Umfangsrichtung erstreckenden Nuten **48**, **50** um den Steg oder die Stege herum auf, in denen elastomere O-Ringe **52** eingesetzt sind, um die Verbindungen zwischen den jeweiligen Platten und dem Gehäuse am inneren und am äußeren Umfang jedes Stegs abzudichten, wenn die Platten am Gehäuse angebracht werden. Die obere Platte **4** ist an ihrer Öffnung ausreichend schmal, um über dem Graphitgießring **10** zu liegen und eine schmale Lippe **54** an deren innerem Umfang oberhalb des Rings zu bilden. Ein dritter elastomerer O-Ring **56** ist in einer dritten Nut **58** um den Umfang der oberen Platte herum an der Verbindung zwischen dieser und dem Gießring eingesetzt, und die Merkmale einer Leckageablenkungsmethode wie derjenigen, die in USP 4,597,432 beschrieben ist, sind in der oberen Platte realisiert und schematisch bei **60** dargestellt, um die Verbindung gegen das Eindringen einer Leckage aus der oberen Kammer zu schützen.

[0038] Die untere Platte **6** ist an ihrer Öffnung ausreichend breit, so daß der innere Umfang der Platte gegenüber den Wänden **17**, **18** des Gehäuses radial nach außen versetzt ist, um einen Ring **62** des Gehäuses an dessen unteren inneren Umfangsecke freizulegen. Die obere Hälfte des Rings ist ihrerseits um 45° zur Achse der Kokille abgeschrägt, und die untere Hälfte ist unter 67,5° zur Achse der Kokille und zu einer größeren Tiefe radial nach außen abgeschrägt, so daß der Ring ein Paar axial und radial versetzte Flächen **64** und **66** aufweist. Die Flächen ihrerseits weisen zwei Reihen von beabstandeten Bohrungen **68** bzw. **70** auf, die um die untere Endöffnung **72** des Hohlraums in dem Ring zur Abgabe des primären und der sekundären Stroms flüssigen Kühlmittels aus der Kokille, wie erläutert wird, angeordnet sind.

[0039] Unter Bezugnahme auf die jeweiligen Kammern **38**, **40** des Gehäuses ist ersichtlich, daß eine Umfangsnut **74** oder **75** aus der inneren Umfangswand der Stufe **28** oder **36** in jeder Kammer tief ausgespart und um ihre Mündung herum mit einem Falz ausgestattet ist, um einen ringförmigen Dichtungsring **76** aufzunehmen, dessen Durchmesser erheblich größer ist als derjenige der Ringe, die an den Verbindungen der Baugruppe verwendet werden. Auch ist eine Reihe von beabstandeten Bohrungen **68** in die Schulter **80** jeder Stufe gebohrt, um in die entsprechende Nut **74** oder **75** derselben zu münden und eine eingeschränkte Strömung dorthin von der

entsprechenden Kammer aus als eine Form einer Prallplatte für die Kammer zu schaffen. Die jeweilige Reihe von Bohrungen **68** und **70** in der unteren inneren Umfangsecke des Gehäuses wird dann in die Böden der Nuten **74** und **75** von den abgeschrägten Flächen **64**, **66** des Rings **62** aus und unter rechten Winkeln hierzu gebohrt, so daß die Reihe von Bohrungen unter einem Winkel von 22,5° bzw. 45° zur Achse **12** der Kokille verläuft. Die Bohrungen der jeweiligen Reihe von Bohrungen sind um den Umfang der Kokille herum versetzt, jedoch so, daß die Bohrungen in einer Reihe der Bohrungen gegenüber den Bohrungen in der anderen Reihe von Bohrungen in Umfangsrichtung versetzt sind und umgekehrt, und jede erstreckt sich durch die Abstände des Raums zwischen den Paaren von Bohrungen in der anderen Reihe von Bohrungen. Siehe Fig. 6 und Fig. 8–Fig. 15.

[0040] Unter besonderer Bezugnahme auf Fig. 1–Fig. 5, Fig. 7 und Fig. 8 ist ersichtlich, daß das Gehäuse **8** der Kokille zwei Sätze von durchgehenden vertikalen Durchgängen **82** und **84** besitzt, die in die obere und in die untere Kammer an Punkten in der Nähe der jeweiligen Ecken des Gehäuses münden. Ein Satz von Durchgängen, diejenigen, die bei **82** ersichtlich sind, verbindet die Endabschnitte **42** der unteren Kammer **40** mit der oberen Kammer **38** und umgekehrt an den gegenüberliegenden Enden der Endabschnitte **42** quer zur Kokille. Der andere Satz von Durchgängen, diejenigen, die bei **84** ersichtlich sind, verbindet die Seitenabschnitte **44** der unteren Kammer mit der oberen Kammer und umgekehrt. Eine mit Gewinde ausgestattete Öffnung **86** ist unter jedem Durchgang **82** und an jeder Ecke der Kokille in deren unteren Platte **6** vorgesehen, um das mit Außengewinde ausgestattete Ansatzstück (nicht dargestellt) einer Quelle für unter Druck stehendes Wasser aufzunehmen, um hiermit die Endabschnitte **42** der unteren Kammer und die gesamte obere Kammer **38** mit unter Druck stehendem flüssigen Kühlmittel zu versorgen. Wenn die Durchgänge **84** zwischen der oberen Kammer und den Seitenabschnitten **44** der unteren Kammer vorgesehen sind, kann das unter Druck stehende Kühlmittel auch Zugang zu den Seitenabschnitten der unteren Kammer finden. Diese Kanäle **84** sind jedoch als Ventile **88** ausgestaltet, so daß das unter Druck stehende Kühlmittel in der oberen Kammer zu den Seitenabschnitten der unteren Kammer selektiv, das heißt, falls gewünscht, in einer EIN/AUS-Betriebsweise Zugang finden kann. Wie aus Fig. 8 ersichtlich ist, ist eine Ventilschließeinrichtung **90** unter jedem Durchgang **84** an der unteren Platte angebracht. Die Einrichtung **90** ist betätigbar, um die jeweiligen Durchgänge für die Strömung zu öffnen und zu schließen, und umfaßt ein zylindrisches Gehäuse **92** mit einer darin ausgebildeten zylindrischen Kammer **94** auf einer vertikalen Achse. Ein Kolben **96** ist in der Kammer verschiebbar derart angebracht, daß er in axialer Richtung nach oben und nach unten bewegt wird, und der Kolben besitzt eine hochstehende Stange **98**, deren Schaft in den jeweiligen Seitenabschnitten **44** der unteren Kammer durch einander gegenüberliegende Bohrungen **101** und **102** im oberen Teil **103** des Gehäuses bzw. der benachbarten Ecke der unteren Platte verschiebbar eingesetzt ist. Die Stange **98** weist ihrerseits eine Ventilschließscheibe **104** an ihrem oberen Teil in dem entsprechenden Seitenabschnitt **44** der unteren Kammer auf, und die Scheibe ist an ihrer oberen Seite **106** mit einem Falz ausgestattet und angefast und mit einem elastomeren O-Ring **108** in der Schulter **110** des Falzes ausgestattet, um die untere Öffnung **112** des Durchgangs abzudichten und diese unter der Wirkung des Kolbens zu schließen. Der Kolben ist jedoch mit einer Schraubenfeder **114**, die um die Stange herum angeordnet ist, in der Kammer **94** des Gehäuses zwischen dem Kolben und dem oberen Teil **103** des Gehäuses ausgestattet. Fluid wird der Unterseite des Kolbens über eine Öffnung (nicht dargestellt) im Gehäuse zugeführt, und dann, wenn der Durchgang **84** geschlossen werden soll, wird die Kammer **94** des Gehäuses mit dem Fluid unter Druck gesetzt, um den Kolben gegen die Vorspannung der Feder **114** anzuheben, bis die Scheibe **104** in der Öffnung **112** des Durchgangs zur Schließung derselben zur Berührung kommt. Wenn der Durchgang geöffnet werden soll, wird das Fluid freigegeben, damit sich der Kolben unter der Vorspannung der Feder zurückziehen kann und somit die Scheibe von der Öffnung des Durchgangs außer Berührung bringt. Normalerweise wird das langsam freigegeben, um den Durchgang, wie erläutert wird, allmählich Weise zu öffnen.

[0041] Zusätzliche elastomere O-Ringe **116** sind um den Umfang des Kolbens herum und um den Schaft der Stange **98** herum an jeder Bohrung **100**, **102** in der Platte **6** und im oberen Teil **103** des Gehäuses vorgesehen.

[0042] Vorzugsweise ist jeder Einlaß, der oberhalb der Öffnungen **86** ausgebildet ist, in einer Weise abgeschirmt und überwacht, die in der US-Anmeldung Serial Nr. 07/970,686, eingereicht am 4. November 1992, mit dem Titel ANNULAR METAL CASTING UNIT, und jetzt US-Patent 5, dargestellt ist.

[0043] Wie aus Fig. 1 und Fig. 6–Fig. 10 ersichtlich ist, ist die obere Platte **4** an ihrem äußeren Umfang ausreichend breit, um einen Flansch **118** um den Körper der Kokille herum zu schaffen, und ist, wenn die Kokille in Benutzung genommen wird, in einer Öffnung (nicht dargestellt) in einem Gießtisch eingesetzt und auf dem Tisch abgestützt, wobei ihr Flansch **118** dazu verwendet wird, die Kokille in der Öffnung abzustützen. Der Tisch ist seinerseits oberhalb eines Gießschachts **120** (Fig. 9) abgestützt, der mit einem unteren Block **122** ausgestattet ist, der entlang der Achse **12** (Fig. 1) der Kokille hin und her bewegbar ist und anfänglich zusammenarbeitend teleskopartig

mit der unteren Endöffnung **72** der Kokille im Eingriff steht. Mit Beginn des Gießvorgangs und wenn Metallschmelze durch die Kokille hindurch in deren Hohlraum **14** gegossen wird, wird der untere Block **122** durch eine Aufeinanderfolge von aufeinanderfolgend niedrigeren Ebenen im Schacht mit Bezug auf die Achse nach unten bewegt. Unter Bezugnahme auf Fig. 9–Fig. 15 ist ersichtlich, daß zuerst der Gießschritt und die zugehörige Bewegung des unteren Blocks stattfinden, um einen anfänglichen Längsabschnitt **124** des zu gießenden Körpers des Gußstücks, der allgemein als "Endstück" des Gußstücks bezeichnet wird, zu bilden. Hierbei wird jedoch der untere Block durch eine obere Reihe **126** von Ebenen im Schacht, vielleicht um insgesamt 6–12 Zoll, abgesenkt. Danach wird, wenn der Gießschritt fortgesetzt wird und die nach unten gerichtete Bewegung des unteren Blocks fortgesetzt wird, der Körper des Gußstücks mit den zusätzlichen Längsabschnitten **128** (Fig. 10) verlängert, wenn der untere Block durch eine jeweilige untere Reihe (nicht dargestellt) von Ebenen im Schacht hindurch unter die obere Reihe **126** abgesenkt wird. Dies wird allgemein bezeichnet als die Stufe des kontinuierlichen Gießens des Gießvorgangs. Während dieser Zeit wird während der beiden Stufen die äußere Umfangsfläche **130** des Körpers des Gußstücks fortschreitend der Umgebungsatmosphäre des Schachts unterhalb der Kokille ausgesetzt, wenn die jeweiligen Längsabschnitte **124** und **128** des Körpers des Gußstücks aus der Kokille durch die jeweilige obere Reihe **126** der Ebenen im Schacht abgezogen werden. Des weiteren wird zum direkten Kühlen der jeweiligen Längsabschnitte des Körpers des Gußstücks, wenn diese aus der Kokille abgezogen werden, flüssiges Kühlmittel **132** auf die Oberfläche jedes Abschnitts abgegeben, wenn dieser aus der Kokille austritt. Dies ist weiter oben erörtert worden, und wie dort angegeben ist dies der Punkt, bei dem die Erfindung ins Spiel kommt.

[0044] Unter Bezugnahme auf Fig. 9 ist ersichtlich, daß während der Stufe des Gießvorgangs zur Bildung des Endstücks die obere Kammer **38** der Kokille – und obwohl nicht dargestellt ebenso die Endabschnitte **42** der unteren Kammer – mit unter Druck stehendem flüssigen Kühlmittel **132** beschickt werden. Das Kühlmittel wird auf die Seiten und die Enden des austretenden Gußstücks, und zwar nur durch die 22,5° Bohrungen **68** in der Kokille an die Seiten des Gußstücks und durch sowohl die 22,5° Bohrungen **68** als auch durch die 45° Bohrungen **70** an die Enden des Gußstücks, abgegeben. Die Abgabe an die Seiten ist in Fig. 7 ersichtlich, und die Abgabe an die Enden ist in Fig. 10 ersichtlich. Bei momentaner Außerachtlassung der Enden und bei Bezugnahme zunächst auf Fig. 9 ist ersichtlich, daß die Abgabe an die Seiten einen anfänglichen Längsteil **134** einer Schicht des flüssigen Kühlmittels bildet, die an der Oberfläche **130** der Seiten gebildet wird, wenn der untere Block **122** durch die obere Reihe **124** von Ebenen im Schacht abgesenkt wird. Der anfängliche Längsteil **134** entsteht in einer horizontalen Ebene des Schachts, allgemein ersichtlich bei **133**, wo die Ströme **136** des Kühlmittels aus den Bohrungen **68** auf die Oberfläche **130** der Seiten des Gußstücks auftreffen. Wie zuvor erläutert und wie im Stand der Technik wohl bekannt ist, entsteht in Ebenen unmittelbar unterhalb der Ebene des Aufpralls **133** ein schmales Umfangsband **135** der Turbulenz in dem Bereich **134** des flüssigen Kühlmittels, und hierauf folgt ein etwas breiterer laminarer Strömungsbereich **137** vertikal nach unten. Danach nimmt das Kühlmittel wiederum eine turbulente Strömung an, wenn es unter Schwerkraft nach unten entlang der Länge des neu ausgetretenen Abschnitts **124** des Gußstücks weiter strömt. Und in der Zwischenzeit ist an der Oberfläche **130** der laminare Strömungsbereich dünn und einem Filmsieden unterworfen, Eigenschaften, die für die Stufe der Bildung des Endstücks erwünscht sind, um die "Kräuselung des Endstücks" zu minimieren, die jedoch nicht für die Stufe des kontinuierlichen Gießens des Gießvorgangs erwünscht sind, wenn der maximale Kühlwirkungsgrad erwünscht ist.

[0045] Der Kühlwirkungsgrad wird im allgemeinen mit einer turbulenten Strömung und umgekehrt gleichgesetzt, weil die Weber-Zahl umso größer ist, je turbulenter die Strömung ist. Wenn die Stufe der Bildung des Endstücks abgeschlossen wäre und die Stufe des kontinuierlichen Gießens des Gießvorgangs mit ausschließlich den Strömen **136** als Mittel zum Kühlen der nachfolgenden zusätzlichen Längsabschnitte **128** des Körpers des Gußstücks begonnen würde, hätte jeder aufeinander folgende zusätzliche Längsteil **138** der Schicht des flüssigen Kühlmittels, der daran gebildet wird, ein schmales Turbulenzband unterhalb der Aufprallebene **133**, jedoch hätte das Band nur eine begrenzte Fähigkeit, Wärme von dem Körper des Gußstücks abzuführen, bevor diese Aufgabe durch den Bereich der laminaren Strömung übergenommen wird. Es entbehrt jedoch nicht einer gewissen Ironie, daß die Ebenen des Schachts, die mit den Bereichen **135** und **137** zusammenfallen, der beste Zeitpunkt sind, Wärme von dem Körper des Gußstücks abzuführen, weil es außerhalb der Kokille am heißesten ist. Jedoch hatte es, wie erläutert worden ist, keinen bekannten Weg gegeben, hieraus Nutzen zu ziehen. Die Geschwindigkeit der Abgabe des Kühlmittels kann vergrößert werden, wenn die Stufe des kontinuierlichen Gießens beginnt, jedoch hat dies eine sehr begrenzte Wirkung, und leistet dies keinen Beitrag zur Verbesserung der Wärmeabführungsgeschwindigkeit je Volumeneinheit an den jeweiligen Bereichen der Schicht des flüssigen Kühlmittels in den Bereichen **135**, **137**. Jedoch erfährt je Zoll des Absinkens unter seinen Gießspiegel der Körper des Gußstücks einen Temperaturabfall von etwa 800°F, und geht die Möglichkeit zur Abführung von Wärme zum optimalen Zeitpunkt schnell verloren.

[0046] Die Erfindung ändert dies, indem ein Mittel und eine Technik zur Erhöhung der Wärmeabführungsgeschwindigkeit je Volumeneinheit der aufeinander folgenden zusätzlichen Teile **138** (Fig. 10) der Schicht des flüssigen Kühlmittels vorgesehen wird, die an der Oberfläche **130** während des Durchtritts des Körpers des Gußstücks durch die Bereiche **135**, **137** in der Stufe des kontinuierlichen Gießens des Gießvorgangs gebildet wird. Kurz gesagt ist das Band **135** verbreitert, und zwar nach unten und nach oben bezogen auf die Achse der Kokille und tatsächlich nach unten in einem Ausmaß erweitert, daß der laminare Strömungsbereich **137** insgesamt eliminiert ist. Die Wirkung wurde tatsächlich während der Stufe des Gießvorgangs zur Bildung des Endstücks erzielt, jedoch nur an den Enden des Gußstücks, wo das flüssige Kühlmittel auch von den 45° Bohrungen **70** abgegeben worden ist, um auf die Enden des Gußstücks aufzutreffen. Dies wurde wegen der Eigenschaft des Phänomens des Kräuseln des Endstücks quer zu der breiteren Abmessung des Gußstücks gegenüber der schmaleren Abmessung desselben erreicht. Jedoch wird, insofern wie die Wirkung in Längsrichtung des Gußstücks für die Darstellung in Fig. 9–Fig. 15 ausgewählt worden ist, die nachfolgende Beschreibung auf dies allein gerichtet, obwohl die gleiche Wirkung an den Enden des Gußstücks während der Stufe des Gießvorgangs zur Bildung des Endstücks erzielt worden ist.

[0047] In der Nähe der Stufe zur Bildung des Endstücks werden die Durchgänge **84** unter Verwendung der Einrichtungen **90** geöffnet, und das flüssige Kühlmittel **132** wird in die Seitenabschnitte **44** der unteren Kammer freigegeben, um die Abgabe durch die 45° Bohrungen **70** in den Seitenabschnitten des Rings **62** zu beginnen. Wenn sich die zusätzliche Abgabe aufbaut und wenn die Ströme **142** des Kühlmittels, die durch die 45° Bohrungen **70** austreten, auf die Seiten jedes aufeinander folgenden zusätzlichen Längsabschnitts **128** des Gußstücks in der Weise von Fig. 9–Fig. 15 auftreffen, prallen wesentliche Teile der jeweiligen 45°-Ströme **142** von den Oberflächen **130** der zusätzlichen Längsabschnitte **128** an den jeweiligen Aufprallpunkten **144** der Ströme **142** ab. Wenn Bereiche von Luft getragen werden, breiten sie sich pilzförmig in kranzförmigen Massen des Sprühnebels **146** aus flüssigem Kühlmittel aus, die sich zwischen den 22,5°-Strömen **136** des flüssigen Kühlmittels quer zu der Schicht der Umgebungsatmosphäre kreuzen, die den zusätzlichen Längsteil **138** der Schicht aus flüssigem Kühlmittel, die sich gegenwärtig an dem Gußstück befindet, umgibt. In dieser Schicht der Umgebungsatmosphäre werden die Massen des Sprühnebels **146** ihrerseits durch die Ströme **136** aus flüssigem Kühlmittel mitgerissen, und das flüssige Kühlmittel in den Strömen **136** wird seinerseits mit Luft und Flüssigkeit des Sprühnebels durchsetzt, wenn sich die Ströme in Richtung zu der Oberfläche des Bereichs **138** bewegen und auf dieser auftreffen. Zusätzlich dazu, daß die Oberfläche jedes Teils **138** mit zusätzlichem Fluid umgeben wird und die Oberfläche mit der Kraft seines Aufpralls in Bewegung versetzt wird, dringen die Ströme **136** in die Teile **138** auch mit einem erheblichen Volumen an Luft ein, wenn sie in diesen Turbulenz erzeugen.

[0048] Um den Schock des zusätzlichen Kühlmittels zu minimieren, werden die Durchgänge **84** jedoch im allgemeinen langsam geöffnet, um das zusätzliche Kühlmittel allmählich in die Seitenabschnitte **44** der unteren Kammer freizusetzen.

[0049] Unter der Voraussetzung eines ausreichend engen Abstands zwischen den Paaren der Ströme in den jeweiligen Sätzen der Ströme **136** und **142** in Umfangsrichtung der Kokille kann erwartet werden, daß die kranzförmigen Massen des Sprühnebels **146** aus flüssigem Kühlmittel, die von den Aufprallpunkten der Paare der jeweiligen benachbarten 45°-Ströme **142** des Kühlmittels aufsteigen, so genannte "Wechselwirkungsfontänen" **148** des Sprühnebels bilden, die direkt in die Wege der 22,5°-Ströme **136** des Kühlmittels hochschießen. Dies Phänomen ist in Fig. 13 dargestellt und aus dem zuvor erwähnten Artikel von Slayzak et al., jedoch mit geringen Änderungen der Legende, übernommen. Gemäß Darstellung in der Figur und in Hinblick auf die Isolierung des Phänomens für die Zwecke ihrer Beobachtungen haben Slayzak et al. Paare von Schutzwänden **150** zwischen den jeweiligen Paaren "freier Strahlen" oder Ströme **152** angeordnet. Sie haben dann beobachtet, daß dann, wenn die Strahlen oder Ströme ausreichend nahe beieinander liegen, die kranzförmigen Massen des Sprühnebels **146**, die von den Aufprallpunkten **144** der Ströme aus aufsteigen, sich tatsächlich miteinander in dem Abstandraum zwischen den Strömen vereinigen und hierbei in die Umgebungsatmosphäre oberhalb der Fläche **130** des Aufpralls in einem solchen Ausmaß hochschießen, daß "Fontänen" **148** des Sprühnebels in den Abständen gut oberhalb der Kränze **146** selbst gebildet werden. Wir haben unsererseits beobachtet, daß die Fontänen **148** des Sprühnebels, wenn sie in die Schichten **138** des flüssigen Kühlmittels durch die 22,5°-Ströme **136** des flüssigen Kühlmittels gemäß unserem Verfahren und unserer Vorrichtung eingefangen und bewegt werden, in die 22,5°-Ströme **136** des Kühlmittels mit erheblichen Volumina des von Luft mitgerissenen Kühlmittels oder der von Kühlmittel mitgerissenen Luft eindringen und die Ströme ihrerseits in die Schichten mit dem gleichen von Luft mitgerissen Kühlmittel oder der von Kühlmittel mitgerissen Luft eindringen, was seinerseits eine drastische Erhöhung der Wärmeabführungsgeschwindigkeit der jeweiligen Schichten je Volumeneinheit bewirkt.

[0050] Wir haben auch beobachtet, daß es durch Verwendung separat gesteuerter Durchgänge (nicht dargestellt), die mit Ventilen ausgestattet sind, an den

Zentren der Endabschnitte **42** der unteren Kammer in der Kokille gleich den in Fig. 8 dargestellten und anstelle der bei **82** dargestellten Durchgänge möglich ist, Kühlmittel an den Enden des Gußstücks sowie an den Seiten desselben selektiv zur Einwirkung zu bringen. In einem solchen Fall sollten die Durchgänge **82** jedoch gegenüber den Endabschnitten **42** der unteren Kammer abgeschirmt sein, um nur die obere Kammer **38** zu versorgen.

Patentansprüche

1. Ringförmige Kokille, die einen Hohlraum aufweist, der sich gegenüberliegende Öffnungen und eine zwischen den beiden sich gegenüberliegenden Öffnungen erstreckende Achse hat, entlang der das geschmolzene Metall in einen länglichen Metallkörper gegossen wird, der an einer Öffnung des Hohlraumes austritt;
mit einem Paar innerer und äußerer Umfangswände, die um die Achse des Hohlraumes herum angeordnet und quer zu der Achse voneinander beabstandet sind, um eine erste Kammer dazwischen zu bilden;
wobei die erste Kammer entgegengesetzt angeordnete Endwände, die sich quer zu der Achse erstrecken, und einen Einlaß hat, durch den flüssiges Kühlmittel unter Druck der ersten Kammer zugeführt werden kann;
wobei die innere Umfangswand der Kokille einen Absatz hat, der von der inneren Umfangswand aus in Richtung auf die äußere Umfangswand in die erste Kammer ragt;
wobei der Absatz eine erste Oberfläche hat, die sich quer zu der Achse des Hohlraumes im Abstand von einer der Endwände der ersten Kammer erstreckt, und eine zweite Oberfläche hat, die sich im Großen und Ganzen parallel zu der Achse des Hohlraumes im Abstand von der äußeren Umfangswand der Kokille erstreckt und zusammen mit der ersten Oberfläche endet, um eine Ecke dazwischen zu bilden, und eine Einrichtung zum Ausstoßen des Kühlmittels aus der ersten Kammer auf das als ein Körper aus der einen Öffnung des Hohlraumes austretenden Metalls hat, einschließlich einer zweiten Kammer, die in der inneren Umfangswand der Kokille an dem Absatz gebildet ist,
einer Reihe von Löchern, die in die erste Kammer an der ersten oder zweiten Oberfläche des Absatzes münden und in die zweite Kammer einmünden, um das Kühlmittel mit einem verminderten Druck relativ zu dem des Kühlmittels in der ersten Kammer dort eintreten zu lassen, und
einem Durchgang, der in die zweite Kammer mündet und in die Umgebung der Kokille angrenzend an deren eine Öffnung einmündet, um das Kühlmittel auf den daraus austretenden Metallkörper aufzutragen.

2. Ringförmige Kokille nach Anspruch 1, bei der sich die erste Oberfläche des Absatzes im Wesentlichen im rechten Winkel zu der Achse des Hohlraumes erstreckt.

3. Ringförmige Kokille nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, bei der die zweite Oberfläche des Absatzes in ihrem Ausmaß axial zu der Kokille eben ist.

4. Ringförmige Kokille nach irgendeinem vorhergehenden Anspruch, bei der die zweite Oberfläche des Absatzes zusammen mit der anderen Endwand der ersten Kammer endet, um eine Ecke dazwischen zu bilden.

5. Ringförmige Kokille nach Anspruch 4, bei der die erste und die zweite Oberfläche des Absatzes im Wesentlichen im rechten Winkel zueinander zusammen enden, und die zweite Oberfläche des Absatzes und die andere Endwand der ersten Kammer im Wesentlichen im rechten Winkel zueinander zusammen enden.

6. Ringförmige Kokille nach irgendeinem vorhergehenden Anspruch, bei der die jeweiligen Endwände der ersten Kammer zusammen mit der inneren Umfangswand der Kokille enden, um Ecken der ersten Kammer dazwischen zu bilden, und der Absatz in die innere Umfangswand der Kokille in einer der Ecken der ersten Kammer integriert ist.

7. Ringförmige Kokille nach irgendeinem vorhergehenden Anspruch, bei der die zweite Oberfläche des Absatzes eine Rille hat, die ihrerseits eine Öffnung an der zweiten Oberfläche des Absatzes hat, und bei der die Öffnung der Rille Mittel hat, die ein Verschlußteil für die Rille bilden, und das Verschlußteil in Dichteingriff mit dem Absatz an der Öffnung der Rille ist, um die zweite Kammer in dem Absatz zu bilden.

8. Ringförmige Kokille nach Anspruch 7, bei der das Verschlußteil einen elastomeren Dichtungsring enthält und die Öffnung der Rille erweitert ist, um in Dichteingriff mit dem Ring zu gelangen.

9. Ringförmige Kokille nach irgendeinem vorhergehenden Anspruch, bei der der Durchgang von einer zweiten Reihe von Löchern gebildet wird, die nach innen zu der Achse des Hohlraumes unter spitzen Winkeln geneigt sind.

10. Ringförmige Kokille nach irgendeinem vorhergehenden Anspruch, bei der der Einlaß in einer Endwand der ersten Kammer gebildet ist.

11. Ringförmige Kokille nach irgendeinem vorhergehenden Anspruch, bei der die erste Kammer eine Öffnung in einer Endwand hat, und die Öffnung eine Ventileinrichtung hat, die damit verbunden ist, um die Öffnung in verschiedenen Betriebsarten der Kokille zu öffnen und zu schließen.

12. Ringförmige Kokille nach irgendeinem vorhergehenden Anspruch, bei der die erste Kammer um den gesamten Umfang des Hohlraumes herum angeordnet ist.

13. Ringförmige Kokille nach irgendeinem vorhergehenden Anspruch, bei der die Reihe von Löchern in die erste Kammer an der ersten Oberfläche des Absatzes mündet.

14. Ringförmige Kokille nach irgendeinem vorhergehenden Ansprüche, bei der sich die Achse des Hohlraumes entlang einer vertikalen Linie erstreckt, so daß der Metallkörper unter Schwerkraft gegossen werden kann, um an der unteren Öffnung des Hohlraumes auszutreten.

Es folgen 12 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

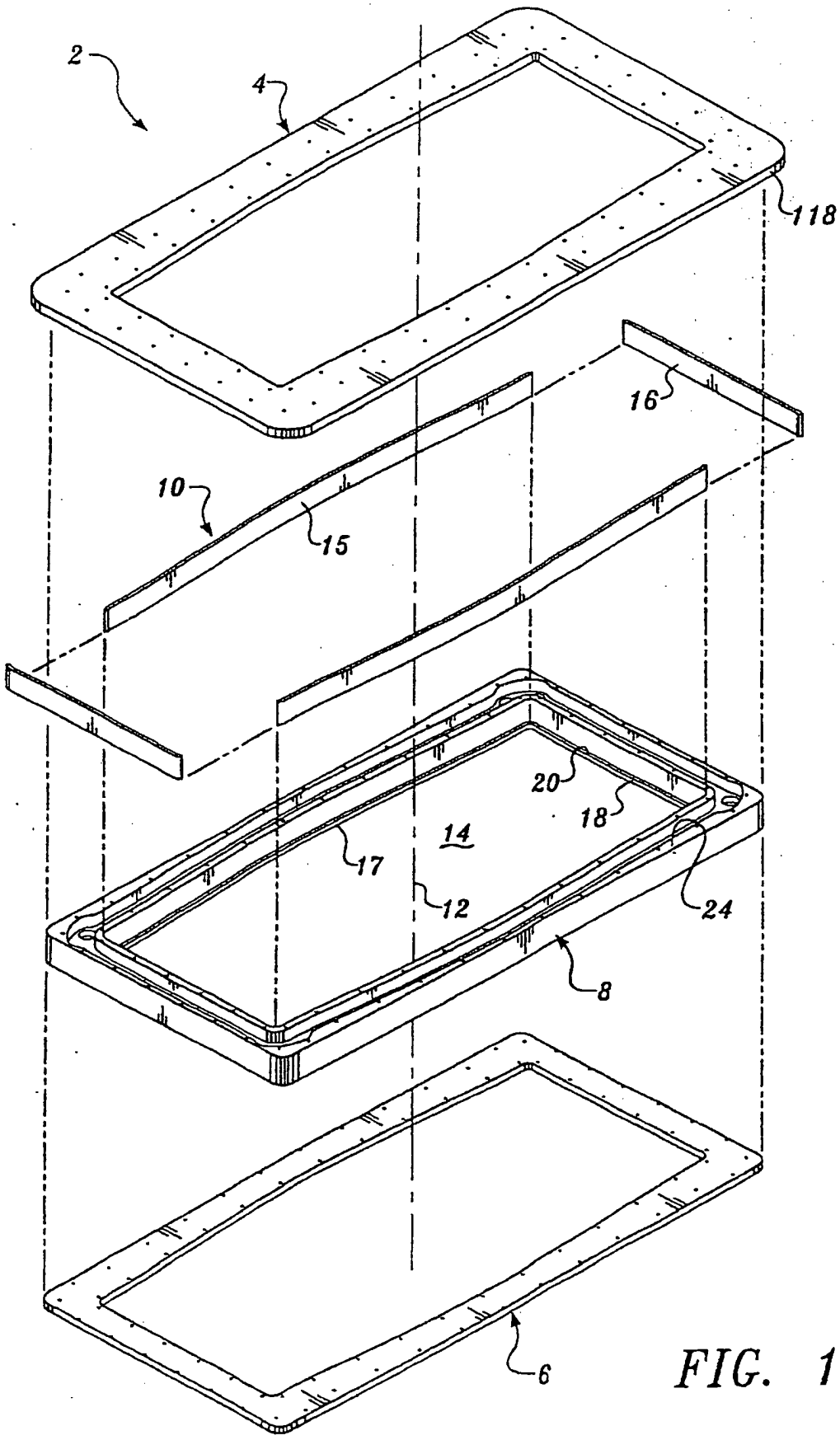


FIG. 1.

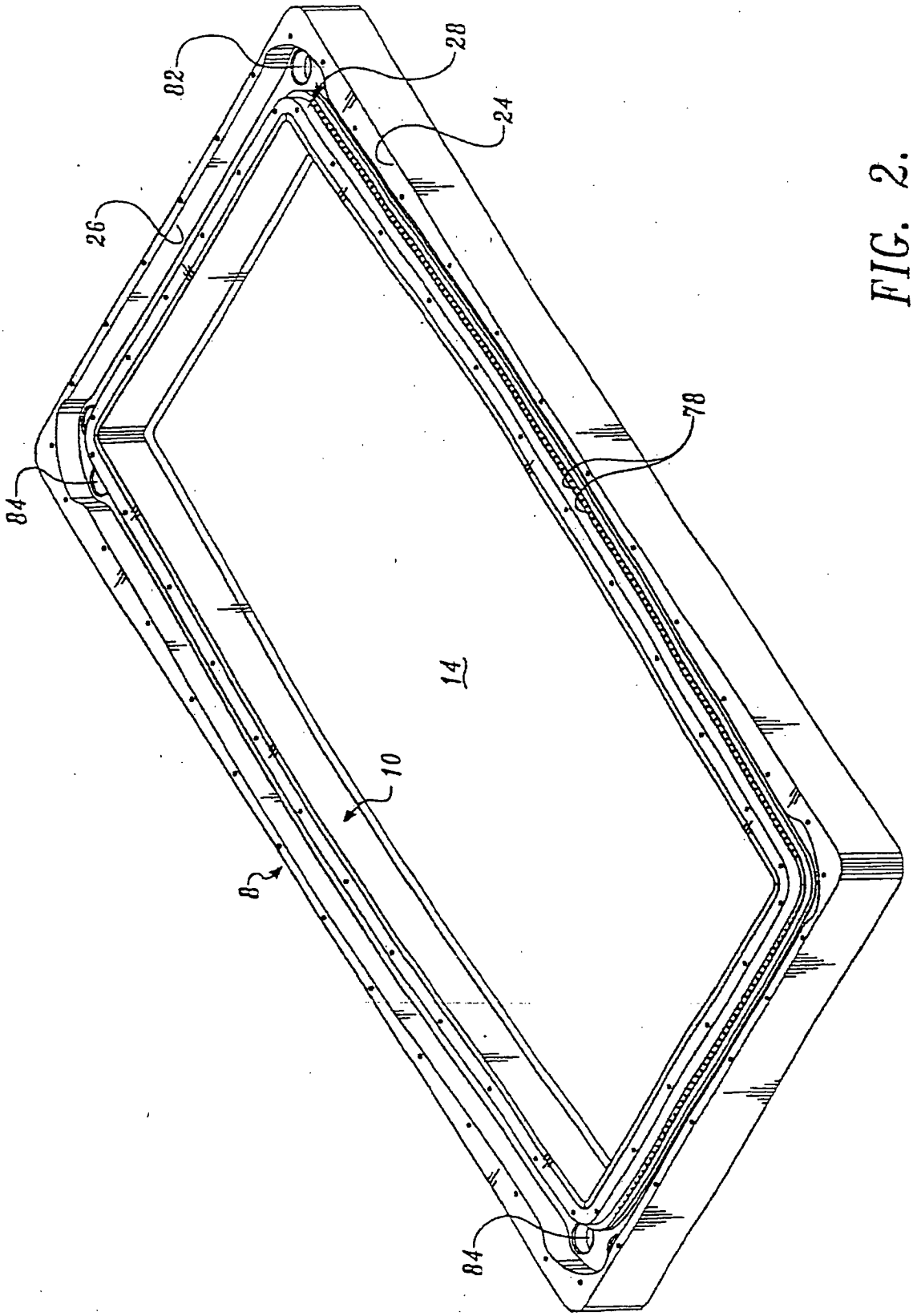


FIG. 2.

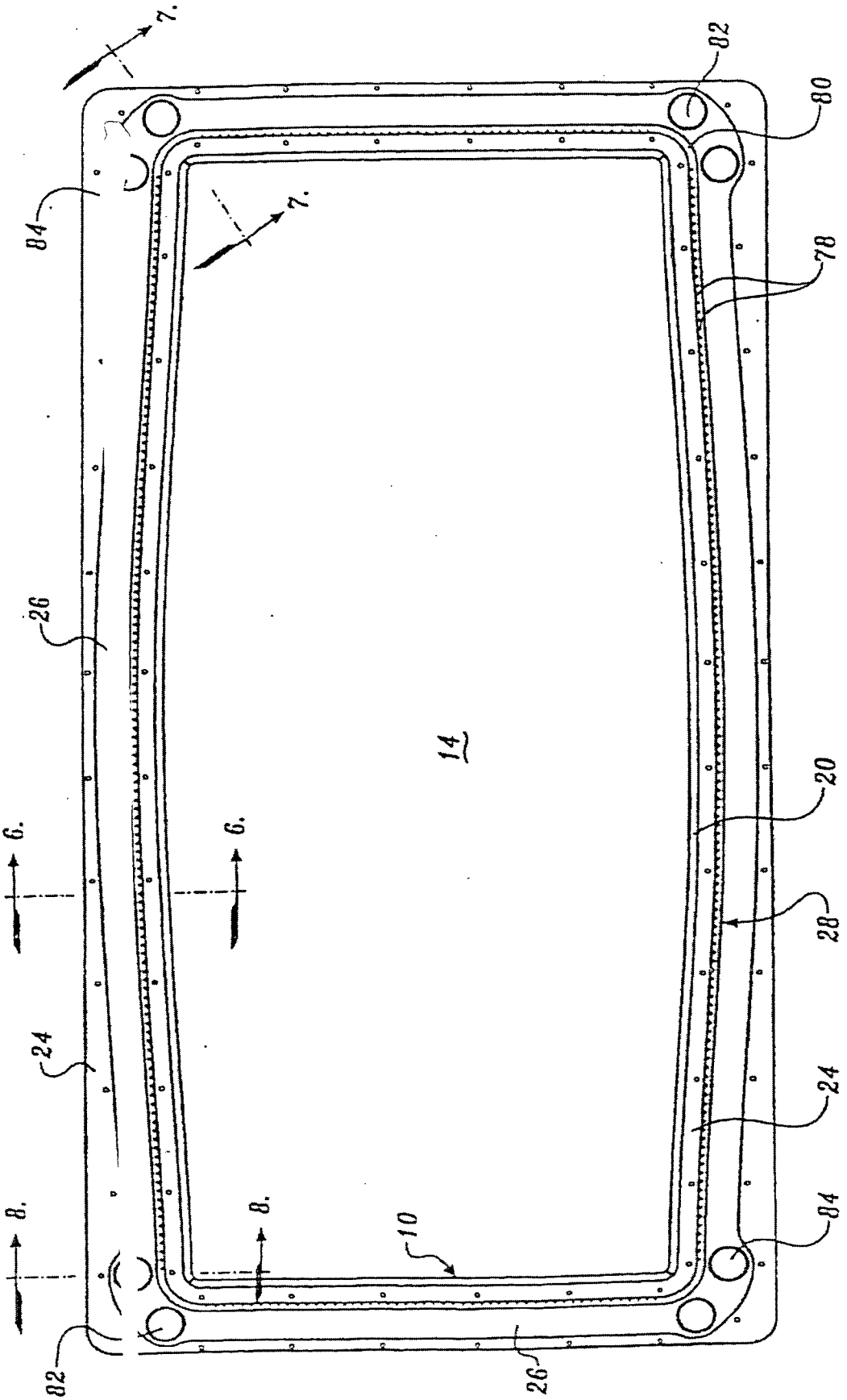


FIG. 3.

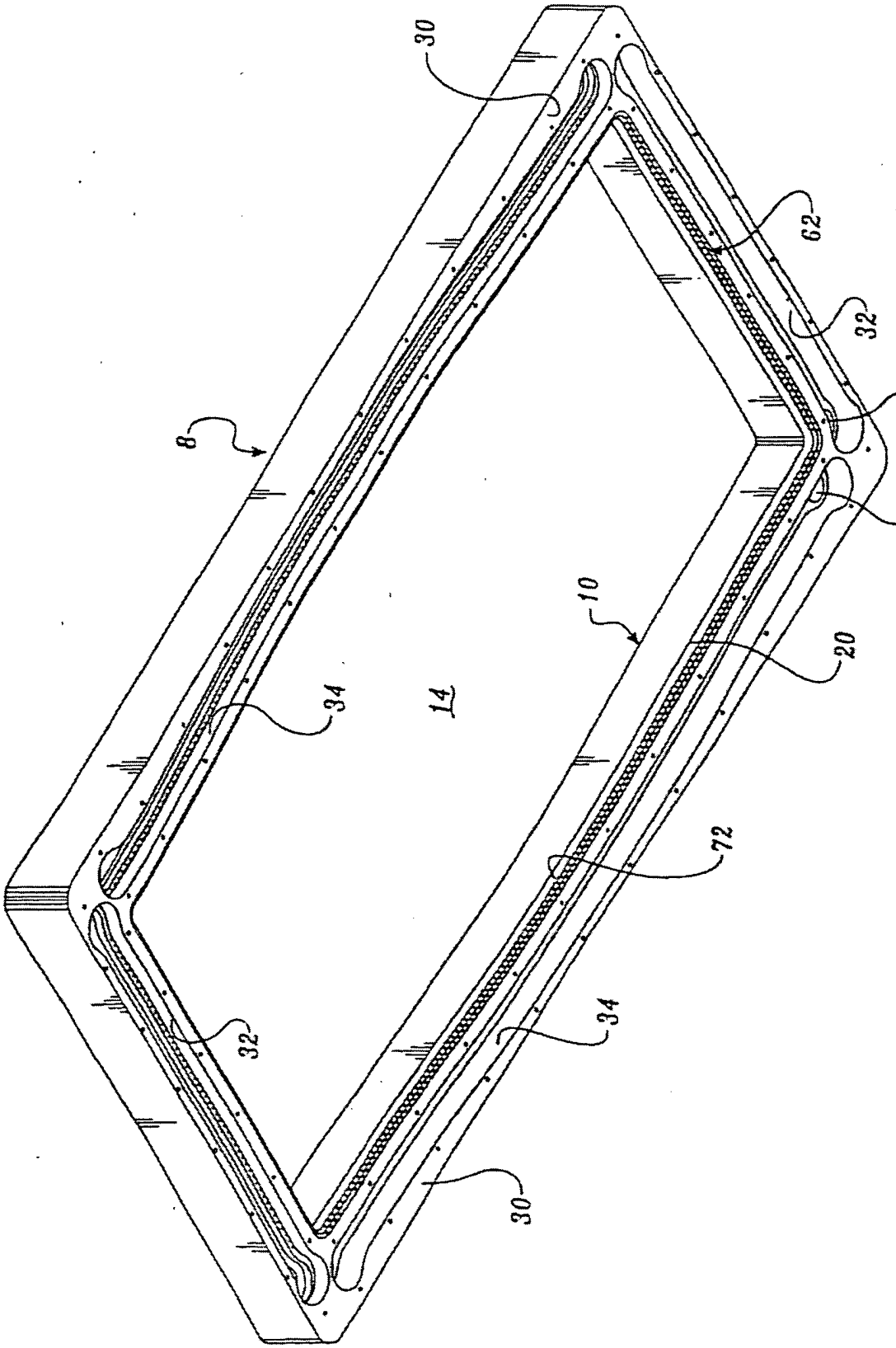


FIG. 4.

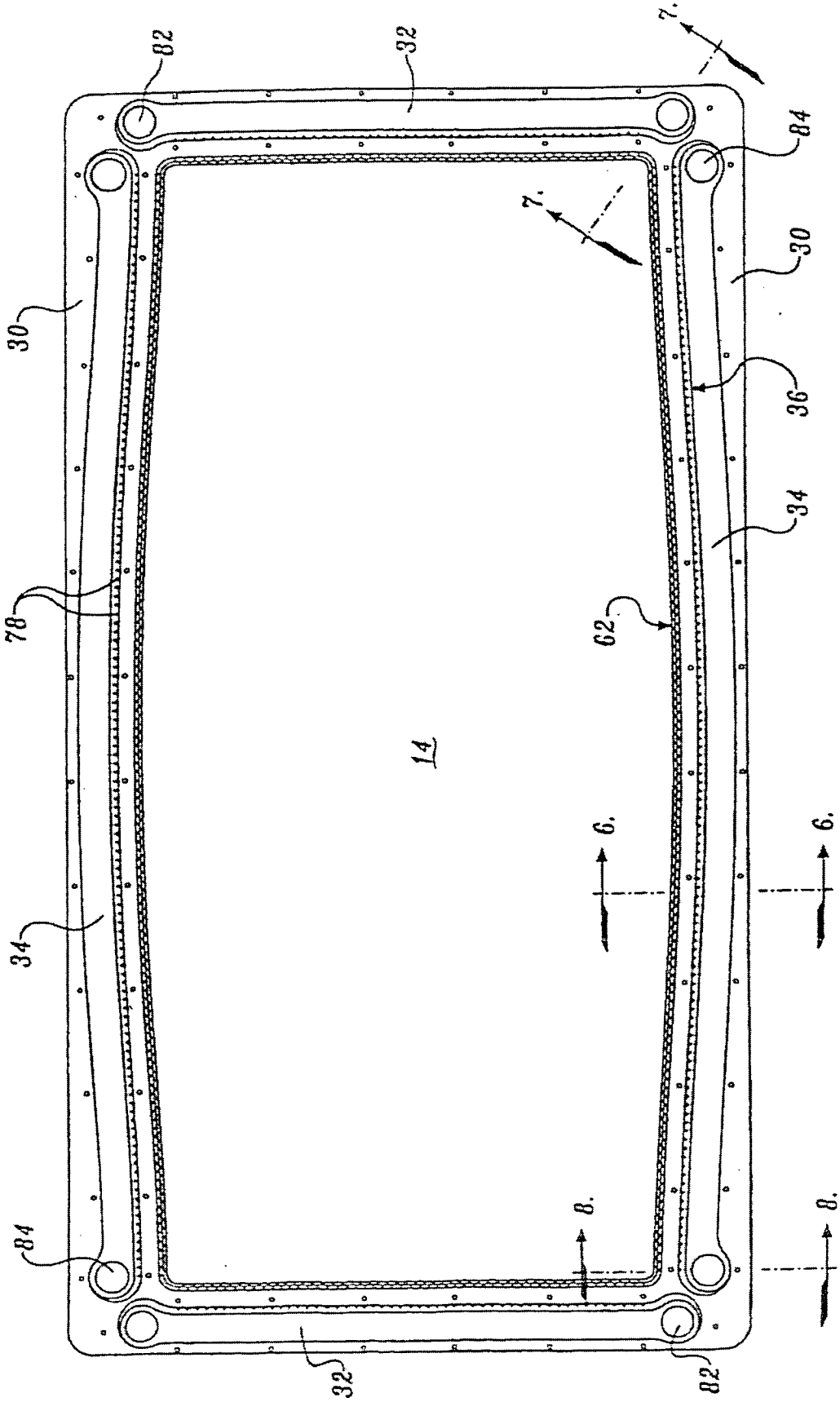


FIG. 5.

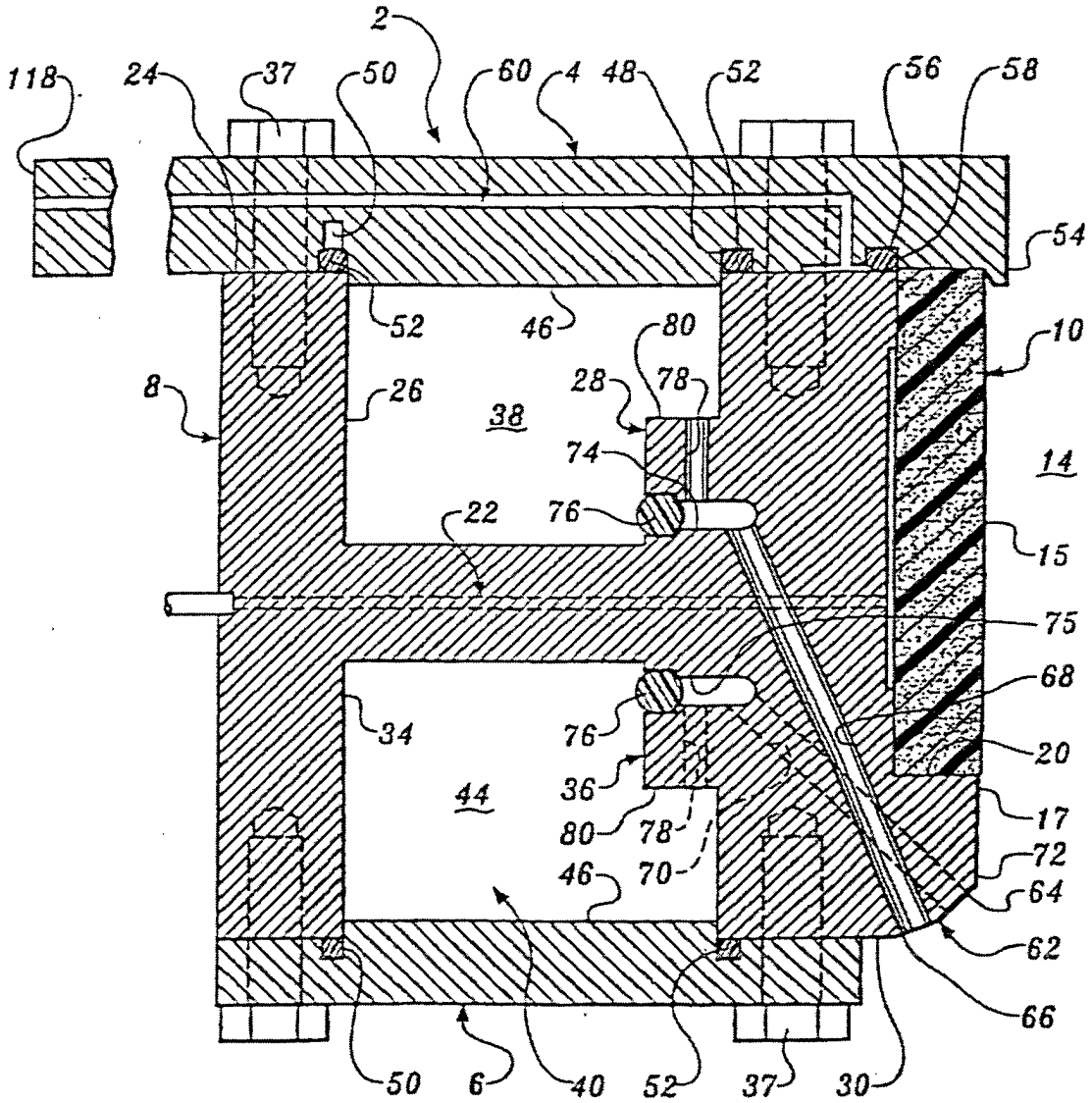

2
118
24
37
50
60
4
48
52
56
58
54
52
46
80
10
8
26
28
78
38
74
14
22
76
15
75
68
34
76
20
36
44
17
80
78
72
46
70
64
62
66
50
6
40
52
37
30

FIG. 6.

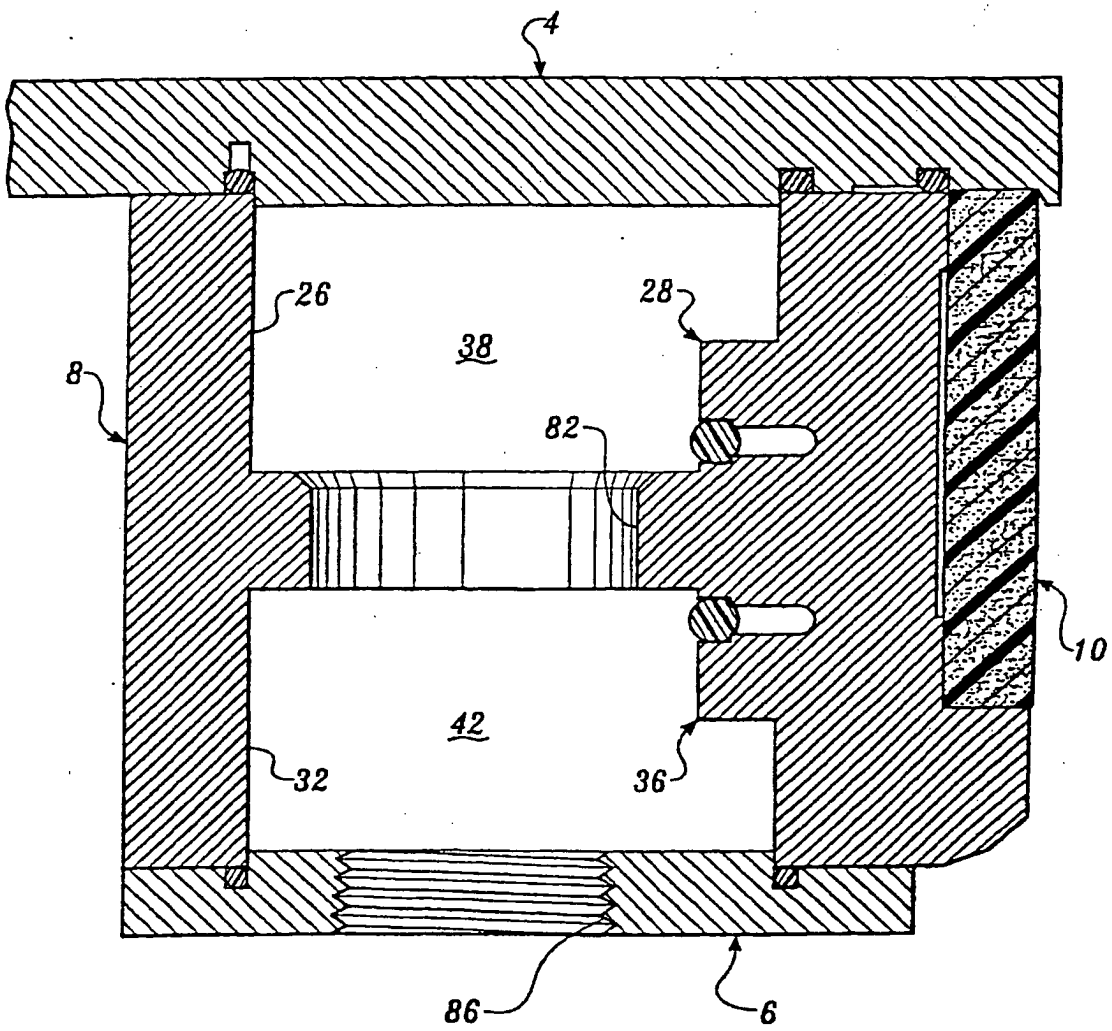


FIG. 7.

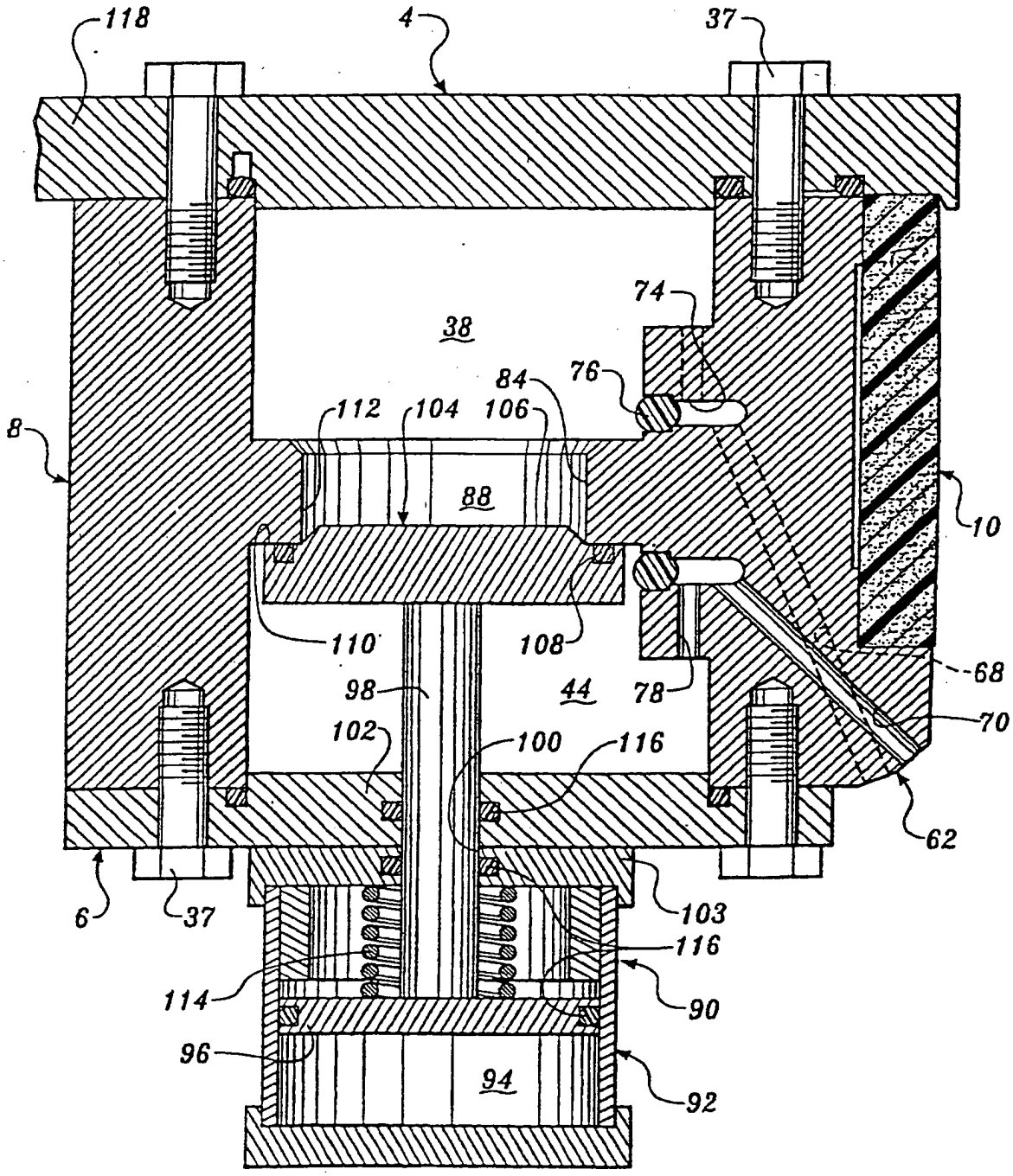

118
4
37
74
38
84
76
112
104
106
8
88
10
110
108
68
98
44
78
70
102
100
116
62
6
37
103
116
114
90
96
94
92

FIG. 8.

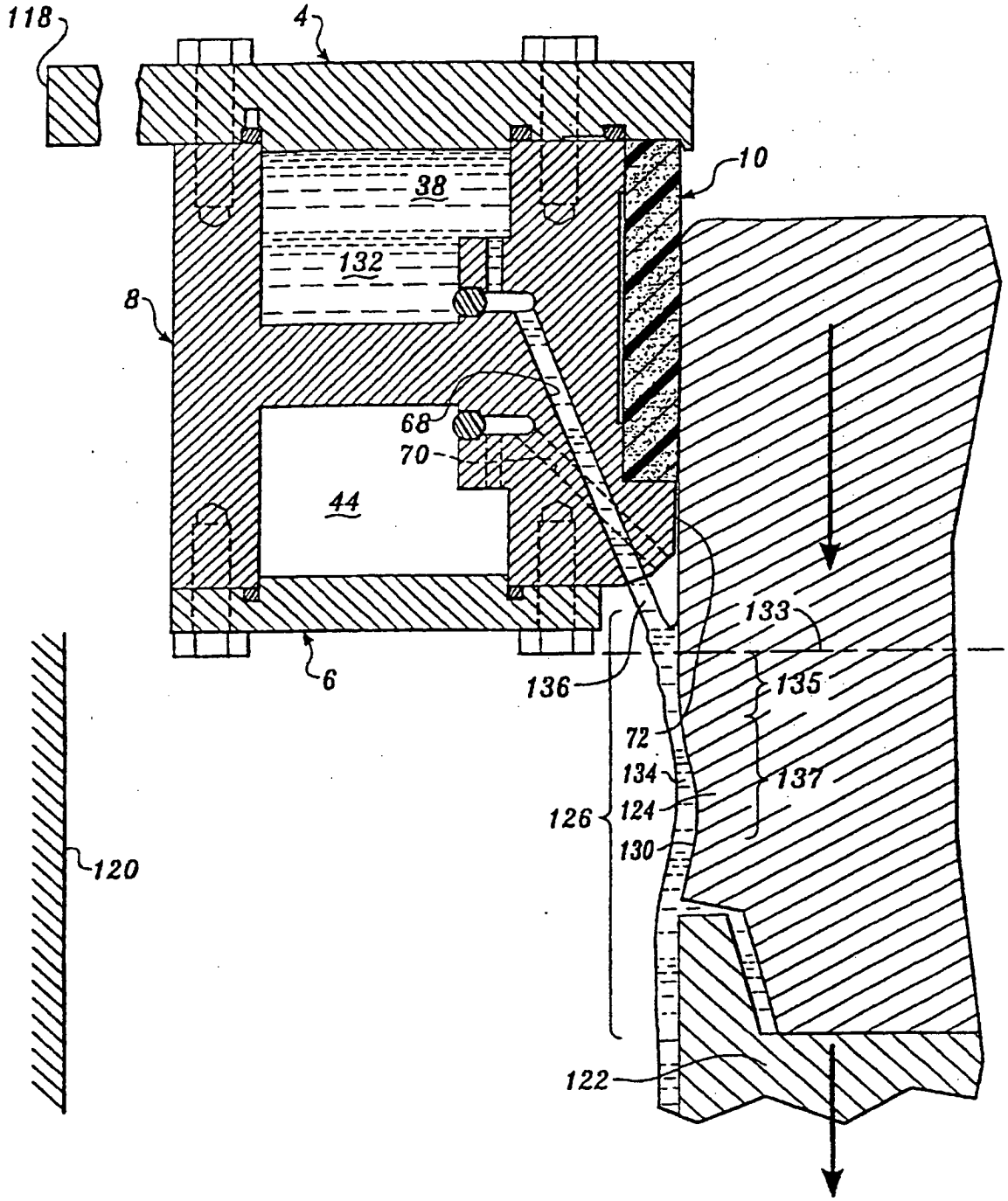

118
4
10
38
132
8
68
70
44
6
133
136
135
72
134
137
126
124
130
120
122

FIG. 9.

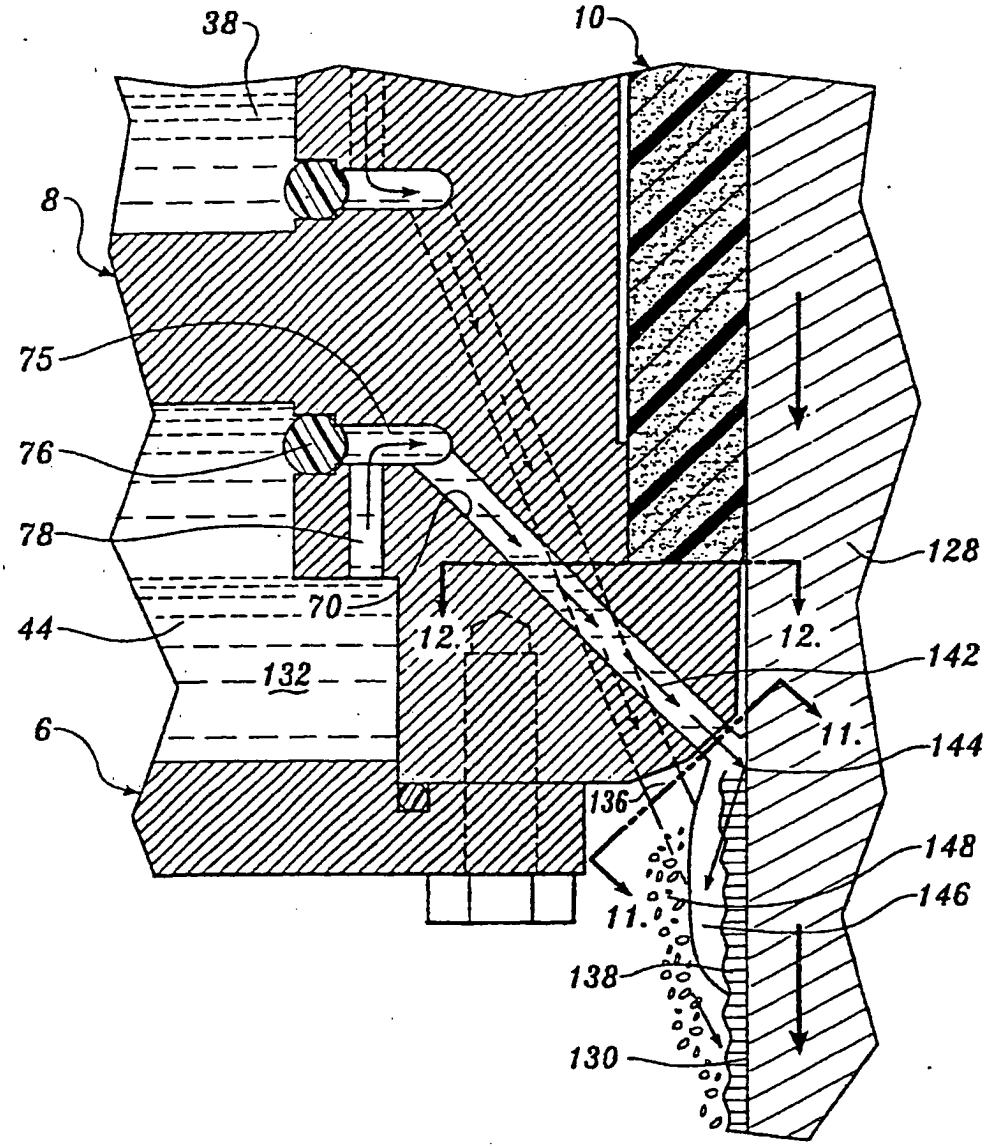

38
10
8
75
76
78
70
44
132
6
12.
12.
128
142
11.
144
136
148
11.
146
138
130

FIG. 10.

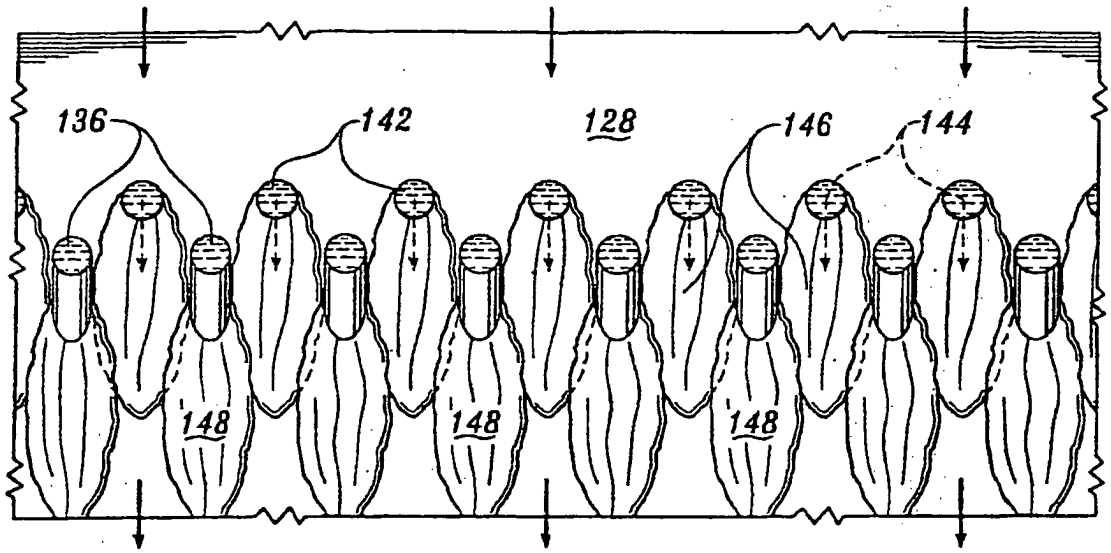

136
142
128
146
144
148
148
148

FIG. 11.

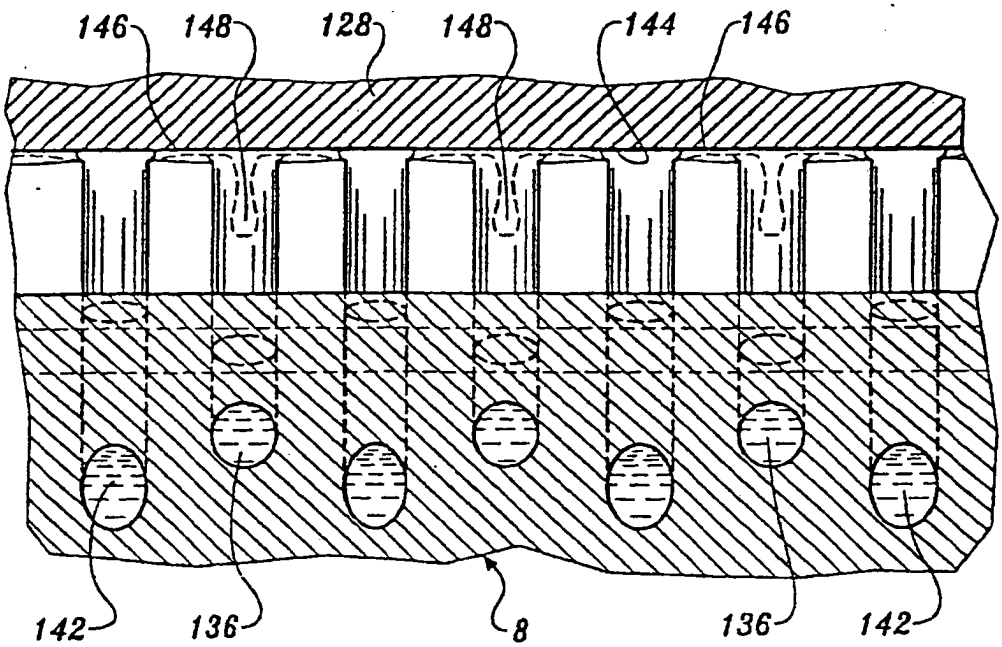

146
148
128
148
144
146
142
136
8
136
142

FIG. 12.

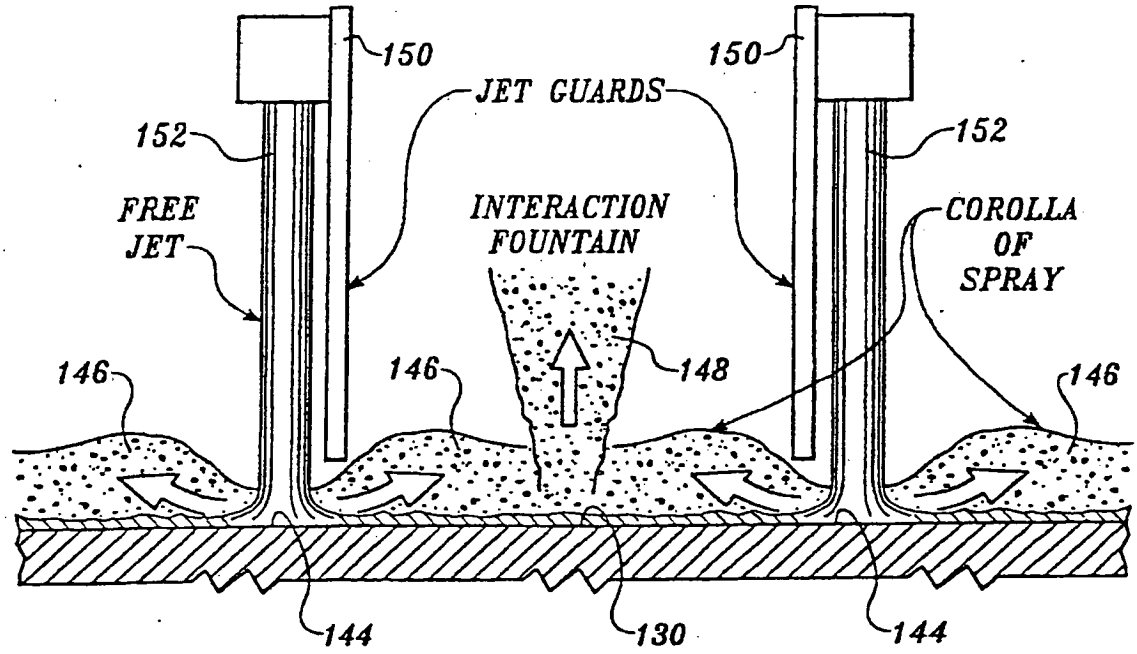


FIG. 13.

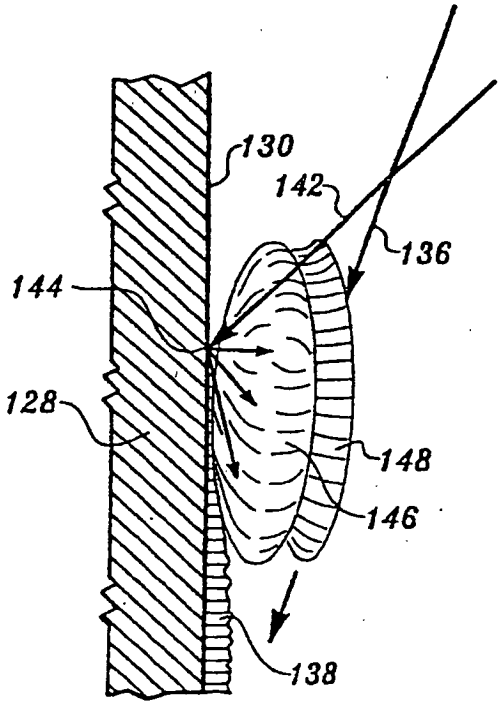


FIG. 14.

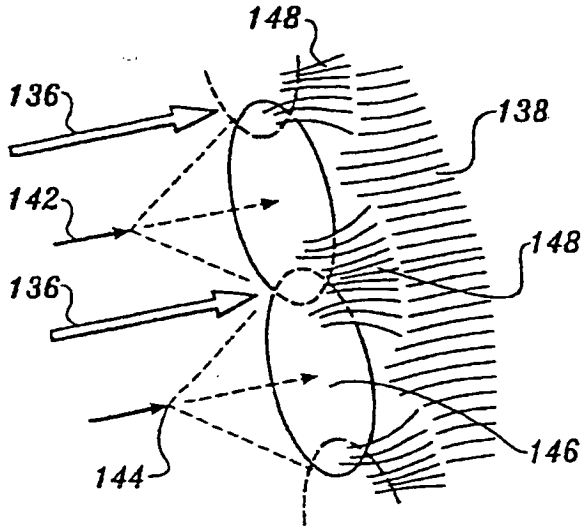


FIG. 15.