

(19)



(11)

EP 3 401 038 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.11.2018 Patentblatt 2018/46

(51) Int Cl.:
B22D 11/12 (2006.01) B22D 11/128 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18171182.1**

(22) Anmeldetag: **08.05.2018**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Erdem-Hornauer, Esra**
40629 Düsseldorf (DE)
• **Heimann, Thomas**
58644 Iserlohn (DE)
• **Plociennik, Uwe**
40882 Ratingen (DE)

(30) Priorität: **11.05.2017 DE 102017207942**

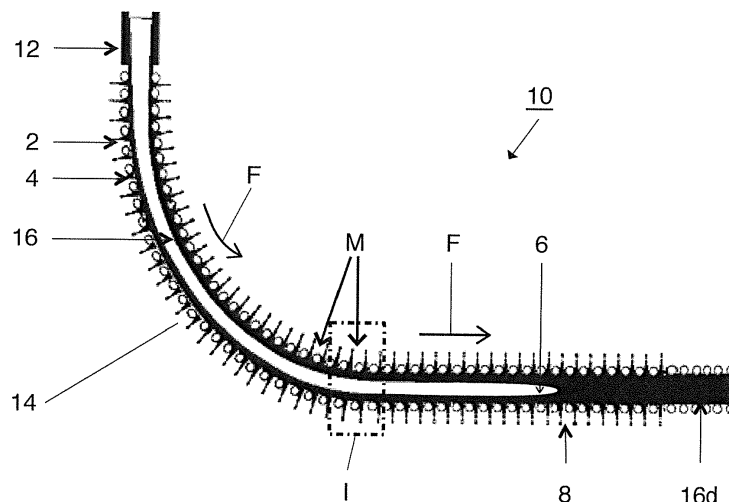
(71) Anmelder: **SMS Group GmbH**
40237 Düsseldorf (DE)

(74) Vertreter: **Klüppel, Walter**
Hemmerich & Kollegen
Patentanwälte
Hammerstraße 2
57072 Siegen (DE)

(54) **STRANGGIEßANLAGE UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES METALLISCHEN PRODUKTS**

(57) Die Erfindung betrifft eine Stranggießanlage (10) und ein Verfahren zur Herstellung eines metallischen Produkts, wobei ein Strang (16) aus einer Kokille (12) insbesondere senkrecht nach unten austritt und anschließend entlang einer Strangführung (14) in einer Förderrichtung (F) transportiert wird. Die Strangführung (14) weist zumindest einen Richtbereich (I) auf, durch den der Strang (16) in die horizontale Richtung umgelenkt wird.

In Förderrichtung (F) vor dem Richtbereich (I) und angrenzend hierzu sind Mittel (M) zum plastischen Stauchen des Stranges (16) vorgesehen, mit denen der Strang (16) an seiner Oberseite (18) (Losseite) in Randbereichen (R) davon und/oder an seinen Schmalseiten (19) verdichtbar ist, derart, dass sich allein der Spannungszustand des Stranges (16) verändert und dabei das Gefüge des Metalls unverändert bleibt.

**Fig. 1****EP 3 401 038 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Stranggießanlage zur Herstellung eines metallischen Produkts nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 bzw. Anspruch 3, und ein entsprechendes Verfahren gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 16 bzw. Anspruch 18.

[0002] Bei der Herstellung von metallischen Produkten in einer Stranggießanlage wird das flüssige Metall kontinuierlich in einer Kokille vergossen, wobei sich dort eine erste Strangschale ausbildet. In der Regel tritt der Strang nach unten aus der Kokille aus, wobei anschließend der Strang entlang einer Strangführung transportiert und in einem sog. Biegebereich in einen Biegeradius überführt wird, um dadurch eine Umlenkung des Stranges in Richtung der Horizontalen zu erreichen. Bei einer Kreisbogenanlage beginnt die Krümmung des Stranges bereits in der Kokille, wobei dann der Biegebereich entfällt. Die Strangführung umfasst im weiteren Verlauf auch einen sog. Richtbereich, in dem der Strang dann vollständig in die horizontale Richtung umgelenkt wird.

[0003] Eine Problematik beim Stranggießen besteht darin, dass für den Strang im Biegebereich bzw. Richtbereich in Folge der dort erzeugten Krümmungen Dehnungen auftreten, die zu Rissen im Strang bzw. an dessen Oberfläche führen können.

[0004] Zur Vermeidung der vorstehend erläuterten Problematik wird nach dem Stand der Technik ein Ansatz verfolgt, wonach die Oberflächentemperatur des Stranges über der kritischen Duktilitätstemperatur des Metalls bzw. Materials gehalten wird. Gleichwohl unterliegt dieser Ansatz gewissen Einschränkungen, weil die Temperatur des Stranges nicht zu hoch sein darf, damit der Strang in seinem Kern vor dem Ende der Stranggießanlage, d.h. vor der Schere, bereits vollständig durchstartet sein muss. Zudem muss der Strang nach Austritt aus der Kokille ausreichend stark gekühlt werden, um eine ausreichend dicke Strangschale zu erzielen, weil andernfalls der Strang zwischen den Stützrollen der Strangführung zu stark ausbaucht und dadurch Innenfehler auftreten würden.

[0005] Im Allgemeinen kühlt der Strang durch die zweidimensionale Wärmestrahlung an seinen Kanten stärker aus als in der Strangmitte. Dies impliziert die Gefahr von Kantenrissen. Durch eine geringere Kühlung des Stranges an seinen Kanten wird versucht, diesem Effekt zu begegnen.

[0006] Die bislang bekannten Ansätze für die Kühlung eines Stranges in einer Stranggießanlage stellen darauf ab, die Sekundärkühlung für den Strang geeignet zu steuern. Dies ist mit dem Nachteil verbunden, dass hierdurch die Temperaturabsenkung des Stranges in seinen kantennahen Bereichen und auf seiner Breitseite nicht vollständig behoben werden kann. Hierdurch entsteht - je nach Werkstoff - die Gefahr der Bildung von Kanten- und Oberflächenrissen, nämlich im Richtbereich bedingt durch die Dehnung auf der Oberseite des Stranges (= Losseite), und im Biegebereich bedingt durch die Deh-

nung auf der Unterseite des Stranges (= Festseite). Diese kritischen Bereiche sind in der Fig. 22, die schematisch vereinfacht einen gekrümmten Strang 16 in einer Stranggießanlage zeigt, jeweils mit "K_I" und "K_{II}" bezeichnet, wobei K_I den Bereich an einer Oberseite 18 des Stranges 16 in Förderrichtung F vor einem Richtbereich (d.h. in Förderrichtung F stromaufwärts davon) einer Strangführung 14 darstellt, und wobei K_{II} den Bereich an einer Unterseite 20 des Stranges 16 in Förderrichtung F vor einem Biegebereich der Strangführung 14 zeigt.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Herstellung eines metallischen Produkts in einer Stranggießanlage dahingehend zu optimieren, dass der Gefahr einer Rissbildung beim Umlenken des Stranges in einem Biege- bzw. Richtbereich mit geeigneten Mitteln vorgebeugt wird.

[0008] Die obige Aufgabe wird durch eine Stranggießanlage zur Herstellung eines metallischen Produkts mit den im Anspruch 1 bzw. 3 angegebenen Merkmalen, und durch ein Verfahren gemäß Anspruch 16 bzw. 18 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0009] Die Erfindung sieht eine Stranggießanlage zur Herstellung eines metallischen Produkts vor, umfassend eine Kokille und eine daran anschließende Strangführung, entlang der ein aus der Kokille insbesondere senkrecht nach unten austretender Strang in einer Förderrichtung transportiert werden kann, wobei die Strangführung einen Richtbereich aufweist, durch den der Strang insbesondere vollständig in die horizontale Richtung umgelenkt werden kann. Hierbei sind sowohl im Richtbereich als auch in Förderrichtung vor dem Richtbereich (d.h. in Förderrichtung stromaufwärts des Richtbereichs) und angrenzend hierzu Mittel zum plastischen Stauchen des Stranges vorgesehen, mit denen ein Stauchen bzw. eine plastische Formänderung des Strangs an seiner Oberseite (Losseite) in Randbereichen davon und/oder an seinen Schmalseiten realisiert werden kann.

[0010] Im Zusammenhang mit dem plastischen Stauchen des Stranges in seinen Randbereichen und/oder an seinen Schmalseiten wird darauf hingewiesen, dass im Sinne der vorliegenden Erfindung die damit einhergehende Formänderung des Stranges in diesen Bereichen derart zu verstehen ist, dass dabei stets nur eine Veränderung des Spannungszustands des Metalls herbeigeführt wird, jedoch das Gefüge des Metalls unverändert bleibt. Diese plastische Stauchung soll demnach hohe temporäre Druckspannungen auf der Losseite des Stranges und/oder an dessen Schmalseite induzieren. Die Zugspannungen, die normalerweise beim Umlenken des Stranges in dem Richtbereich entstehen und ansonsten zu Rissen in der Oberfläche des Stranges führen können, werden durch die zuvor eingebrachten temporären Druckspannungen reduziert. Bestenfalls werden erfindungsgemäß derart große temporäre Druckspannungen induziert, so dass dann beim Umlenken des Stranges innerhalb des Richtbereichs in die Horizontale keine resultierenden Zugspannungen mehr entstehen.

Die Dickenreduktion des Stranges liegt hierbei, je nach Werkstoff, vorzugsweise bei weniger als 1 mm.

[0011] An dieser Stelle wird gesondert darauf hingewiesen, dass das Merkmal "Randbereich" in Bezug auf einen Strang, der im Querschnitt ein Rechteckprofil aufweist, erfindungsgemäß als ein Bereich zu verstehen ist, der sich vom Außenrand des Stranges, d.h. von dessen Schmalseite her, etwa um 10% der Gesamtbreite des Stranges nach innen erstreckt. Vorzugsweise kann sich dieser Randbereich auch nur um 5%, weiter vorzugsweise um 3%, der Gesamtbreite nach innen erstrecken, wie erläutert ausgehend vom Außenrand des Stranges. Diesbezüglich ist von Bedeutung, dass eine plastische Stauchung des Stranges in diesen Randbereichen nicht auf einen flüssigen Sumpf innerhalb der Strangschale einwirkt. Anders ausgedrückt, ist das Material des Stranges in den besagten Randbereichen, auf die von außen her, insbesondere auf die Breitseite, eine Kraft zwecks der gewünschten Formänderung des Stranges ausgeübt wird, bereits vollständig durcherstarrt.

[0012] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung weist die Strangführung der Stranggießanlage auch einen Biegebereich auf, durch den der Strang in Richtung der Horizontalen umgelenkt wird. Hierbei sind sowohl im Biegebereich als auch in Förderrichtung vor dem Biegebereich (d.h. in Förderrichtung stromaufwärts des Biegebereichs) ebenfalls Mittel zum plastischen Stauchen des Stranges vorgesehen, mit denen eine plastische Formänderung des Stranges an seiner Unterseite (Festseite) in Randbereichen davon und/oder an seinen Schmalseiten realisiert werden kann, derart, dass sich - wie vorstehend bereits erläutert - allein der Spannungszustand des Stranges verändert und dabei in das Gefüge des Metalls unverändert bleibt.

[0013] In gleicher Weise sieht die Erfindung eine Stranggießanlage zur Herstellung eines metallischen Produkts vor, umfassend eine Kokille und eine daran anschließende Strangführung, entlang der ein aus der Kokille senkrecht nach unten austretender Strang in einer Förderrichtung transportiert werden kann, wobei die Strangführung einen Biegebereich aufweist, durch den der Strang in Richtung der Horizontalen umgelenkt wird. Dies ist z.B. bei einer Senkrecht-Abbiege-Stranggießanlage der Fall. Hierbei sind sowohl im Biegebereich als auch in Förderrichtung vor dem Biegebereich und angrenzend hierzu Mittel zum plastischen Stauchen des Stranges vorgesehen, mit denen eine plastische Formänderung des Stranges an seiner Unterseite (Festseite) in Randbereichen davon und/oder an seinen Schmalseiten erreicht werden kann. Bei dieser Formänderung wird allein der Spannungszustand des Metalls verändert.

[0014] Falls für den Strang erfindungsgemäß an seiner Unterseite in Randbereichen davon eine plastische Formänderung realisiert wird, führt dies - in gleicher Weise wie vorstehend bereits erläutert - dazu, dass temporäre Druckspannungen auf der Festseite (= Unterseite) des Stranges induziert werden, und durch die hierdurch erzielte Formänderung des Materials auf der Festseite die

Gefahr einer Rissbildung verhindert werden kann.

[0015] In vorteilhafter Weiterbildung der zuletzt genannten Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass die Strangführung der Stranggießanlage auch einen Richtbereich aufweist, durch den der Strang insbesondere vollständig in die horizontale Richtung umgelenkt wird. Sowohl im Richtbereich als auch in Förderrichtung vor diesem Richtbereich und angrenzend hierzu sind ebenfalls Mittel zum plastischen Stauchen des Stranges vorgesehen, mit denen eine Formänderung des Stranges an seiner Oberseite (= Losseite) in Randbereichen davon und/oder an seinen Schmalseiten realisiert werden kann.

[0016] Die vorliegende Erfindung hat zum Ziel, das Fließverhalten des Stranges beim Richten und/oder beim Biegen in einer Stranggießanlage zu verbessern. Der Erfindung liegt die wesentliche Erkenntnis zugrunde dass für den Strang sowohl kurz vor dem Richtbereich bzw. Biegebereich (d.h. in Förderrichtung des Stranges gesehen stromaufwärts davon) als auch in diesen beiden Bereichen eine Formänderung in genannter Weise erreicht wird. Dadurch, dass die plastische Formänderung des Stranges nicht nur stromaufwärts des Richt- bzw. Biegebereichs, sondern auch direkt innerhalb dieser Bereiche erfolgt, wird die Fließgrenze früher erreicht, wodurch mögliche Risse in dem Material reduziert werden können. In den solcherart umgeformten Bereichen des Stranges ist durch die auf dessen Ober- bzw. Unterseite erzeugten temporären Druckspannungen mehr Material vorhanden, so dass bei einer anschließenden Streckung des Stranges beim Einlaufen in den Richt- bzw. Biegebereich die Gefahr einer Bildung von Querrissen oder Kantenrissen auf der Oberseite bzw. Festseite des Stranges zumindest vermindert ist oder vollständig verhindert wird. Die mögliche Formänderung des Stranges auf bzw. an seinen Schmalseiten führt zu der gleichen vorteilhaften Wirkung.

[0017] Die vorliegende Erfindung sieht auch ein Verfahren zur Herstellung eines metallischen Produkts vor, bei dem in einer Stranggießanlage ein Strang aus einer Kokille insbesondere senkrecht nach unten austritt und anschließend entlang einer Strangführung in einer Förderrichtung transportiert wird, wobei der Strang in einem Richtbereich in die horizontale Richtung umgelenkt wird. Sowohl im Richtbereich als auch in Förderrichtung vor dem Richtbereich und angrenzend hierzu (d.h. in Förderrichtung stromaufwärts des Richtbereichs) wird der Strang an seiner Oberseite (= Losseite) in Randbereichen davon und/oder an seinen Schmalseiten plastisch gestaucht, derart, dass sich allein der Spannungszustand des Stranges verändert und dabei das Gefüge des Metalls unverändert bleibt. In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung erfolgt eine solche plastische Stauchung des Stranges ebenfalls sowohl im Biegebereich als auch in Förderrichtung vor einem Biegebereich der Strangführung, nämlich an einer Unterseite (= Festseite) des Stranges in Randbereichen davon und/oder an seinen Schmalseiten.

[0018] Nach einer alternativen Ausführungsform sieht die Erfindung auch ein Verfahren zur Herstellung eines metallischen Produkts vor, bei dem in einer Stranggießanlage ein Strang aus einer Kokille senkrecht nach unten austritt und anschließend entlang einer Strangführung in einer Förderrichtung durch einen Biegebereich transportiert wird. Sowohl im Biegebereich als auch in Förderrichtung vor dem Biegebereich und angrenzend hierzu (d.h. in Förderrichtung stromaufwärts des Biegebereichs) wird der Strang an seiner Unterseite (= Festseite) in Randbereichen davon und/oder an seinen Schmalseiten plastisch gestaucht, derart, dass sich allein der Spannungszustand des Stranges verändert und dabei das Gefüge des Metalls unverändert bleibt. In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung erfolgt eine solche plastische Stauchung des Stranges auch in Förderrichtung vor einem Richtbereich der Strangführung, nämlich an einer Oberseite (= Losseite) des Stranges in Randbereichen davon und/oder an seinen Schmalseiten.

[0019] Im Zusammenhang mit den obigen erfindungsgemäßen Verfahren darf in Bezug auf die charakteristische plastische Stauchung bzw. Formänderung des Stranges, die an seiner Oberseite bzw. Unterseite in den Randbereichen davon und/oder an seinen Schmalseiten erzielt wird, zur Vermeidung von Wiederholungen auf die obigen Erläuterungen zu der erfindungsgemäßen Stranggießanlage verwiesen werden.

[0020] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die plastische Stauchung des Stranges unter Verwendung eines pulsierenden Laserstrahls erfolgt, der auf eine Oberfläche des Stranges gerichtet wird. Diese Technik ist als "Laserschock" bekannt. Zweckmäßigerweise wird hierbei auf einer Oberfläche des Stranges, auf die der Laserstrahl gerichtet wird, zusätzlich Wasser unter Druck aufgebracht. Eine solche Anwendung der Laserschock-Stauchung des Stranges hat den Vorteil, dass es zu keinem direkten Kontakt mit der Strangoberfläche zwecks deren Formänderung kommt, und somit auch kein Verschleiß der beteiligten Anlagenkomponenten vorliegt.

[0021] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann die plastische Stauchung bzw. Formänderung des Stranges unter Verwendung eines Stoffstrahls erfolgen, der auf eine Oberfläche des Stranges gerichtet wird. Zweckmäßigerweise kommt hierzu eine Strahleinrichtung zum Einsatz, durch die ein solcher Stoffstrahl auf die Oberfläche des Stranges gerichtet wird. Je nach Beschaffenheit des zu behandelnden Materials des Stranges ist es möglich, für den Stoffstrahl unterschiedliche Partikel auszuwählen bzw. zu verwenden. Indem der Strang durch eine Kapselung hindurchgeführt wird, in der die Strahleinrichtung angeordnet ist, werden die Partikel des Stoffstrahls nach dem Auftreffen auf der Oberfläche des Stranges geeignet aufgenommen und in den Prozess zurückgeführt.

[0022] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann durch Ultraschall die Fließgrenze herabgesetzt

werden, um das Umformen zu erleichtern und somit Risse zu verhindern. Zu diesem Zweck kommt eine Ultraschalleinrichtung zum Einsatz, die in Gegenüberstellung zur Oberfläche des Stranges, z.B. an dessen Oberseite, Unterseite und/oder an dessen Schmalseiten, angeordnet ist, wobei mittels dieser Ultraschalleinrichtung Ultraschallwellen auf eine Oberfläche des Stranges gerichtet werden

[0023] Gemäß einer alternativen Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt die plastische Stauchung des Stranges durch mechanische Mittel. Dies hat den Vorteil, dass es bei einem Kontakt dieser mechanischen Mittel mit einer Oberfläche des Stranges dann innerhalb des Stranges, insbesondere angrenzend an dessen Oberfläche, im Vergleich zur Laserschock-Formänderung nicht zu einer starken Abkühlung kommt und sich dadurch auch kein großer Temperaturgradient einstellt.

[0024] Die vorstehend genannten Varianten der Erfindung für eine nicht-mechanische Formänderung des Stranges, z.B. mittels "Laserschock", Stoffstrahls oder Ultraschall, können bei Bedarf auch miteinander kombiniert, d.h. ergänzend zueinander eingesetzt werden. Mutatis mutandis gilt dies auch für die mechanischen Mittel zum plastischen Stauchen des Strangs, die zusammen mit der Laserstrahlquelle 21, der Strahleinrichtung 24 und/oder der Ultraschalleinrichtung 27 kombiniert werden können.

[0025] Die vorliegende Erfindung betrifft somit eine Stranggießanlage und ein entsprechendes Verfahren, zur Herstellung von metallischen Produkten z.B. in Form von Dickbrammen, Dünnbändern, Dünnbrammen, Knüppeln oder Vorblöcken.

[0026] Nachstehend sind bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung anhand einer schematisch vereinfachten Zeichnung im Detail beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1 eine Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Stranggießanlage,
- Fig. 2 eine Seitenansicht einer Stranggießanlage nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung,
- Fig. 3 eine Seitenansicht einer Stranggießanlage nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung,
- Fig. 4 eine Querschnittsansicht eines Stranges an einer Stelle der Stranggießanlage von Fig. 1 oder Fig. 2, die in Förderrichtung vor dem Richtbereich I liegt,
- Fig. 5 eine Querschnittsansicht eines Stranges an einer Stelle der Stranggießanlage von Fig. 2 oder Fig. 3, die in Förderrichtung vor dem Biegebereich II liegt,
- Fig. 6 eine Prinzipskizze von erfindungsgemäßen Mitteln zum plastischen Stauchen eines Stranges in einer Stranggießanlage gemäß Fig. 1-3 unter Verwendung eines pulsierenden Laserstrahls, und

- Fig. 7 eine Prinzipskizze von erfindungsgemäßen Mitteln zum plastischen Stauchen eines Stranges in einer Stranggießanlage gemäß Fig. 1-3 unter Verwendung eines Stoffstrahls,
- Fig. 8 eine Prinzipskizze von erfindungsgemäßen Mitteln zum plastischen Stauchen eines Stranges in einer Stranggießanlage gemäß Fig. 1-3 unter Verwendung von Ultraschall, und
- Fig. 9-21 verschiedene Ausführungsformen von erfindungsgemäßen Mitteln, mit denen ein Strang in einer Stranggießanlage gemäß Fig. 1-3 mechanisch plastisch gestaucht wird.

[0027] In den Fig. 1 bis 3 ist jeweils eine erfindungsgemäße Stranggießanlage 10 prinzipiell vereinfacht in einer Seitenansicht gezeigt. Die Stranggießanlage 10 umfasst eine Kokille 12 und eine sich daran anschließende Strangführung 14, entlang der ein aus der Kokille 12 nach unten austretender Strang 16 in einer Förderrichtung F transportiert wird. Hierbei wird Spritzwasser 4 auf den Strang 16 ausgebracht, zwecks einer Kühlung des Stranges 16. An der Stelle, wo in den Fig. 1-3 der Strang mit der Bezugslinie "16" markiert ist, weist der Strang noch einen flüssigen Sumpf auf. Die Sumpfspitze des Stranges 16 ist mit dem Bezugszeichen "8" angedeutet. Stromabwärts hiervon ist der Strang 16 an der Stelle, die in den Fig. 1-3 mit der Bezugslinie "16d" markiert ist, vollständig durcherstarrt. Stromaufwärts hiervon ist eine Wasserkühlung 8 entlang der Strangführung 14 vorgesehen.

[0028] Bei der Ausführungsform von Fig. 1 umfasst die Strangführung 14 einen Richtbereich I (vereinfacht durch strichpunktierte Linien symbolisiert), durch den der Strang 16 vollständig in die horizontale Richtung umgelenkt wird. In Förderrichtung F vor diesem Richtbereich I sind Mittel vorgesehen, mit denen der Strang 16 an seiner Oberseite (= Losseite) in Randbereichen davon und/oder an seinen Schmalseiten plastisch gestaucht bzw. verformt werden kann. Anders ausgedrückt, sind diese Mittel - in Förderrichtung F des Stranges 16 gesehen - stromaufwärts des Richtbereichs I vorgesehen. Zusätzlich sind diese Mittel auch innerhalb des Richtbereichs I vorgesehen. Die Anordnung der Mittel zum plastischen Stauchen des Stranges stromaufwärts des Richtbereichs I und innerhalb davon ist in der Fig. 1 durch entsprechende Pfeile M symbolisiert, die vor und in den Bereich I weisen.

[0029] Bei der Ausführungsform von Fig. 2 umfasst die Strangführung 14 einen Biegebereich II (vereinfacht durch strichpunktierte Linien symbolisiert), durch den der Strang 16 gekrümmt und damit in Richtung der Horizontalen umgelenkt wird. In Förderrichtung F vor diesem Biegebereich II sind an der Unterseite (= Festseite) des Stranges 16 Mittel M vorgesehen, mit denen der Strang 16 an seiner Unterseite in Randbereichen davon

und/oder an seinen Schmalseiten plastisch gestaucht werden kann. Ergänzend sind die Mittel M zum plastischen Stauchen des Stranges auch innerhalb des Biegebereichs II angeordnet, nämlich an dessen Unterseite. In gleicher Weise wie bei Fig. 1 sind diese Mittel M in der Fig. 2 vereinfacht durch Pfeile symbolisiert, die vor den Biegebereich und in diesen Bereich hinein weisen.

[0030] Die Ausführungsform von Fig. 3 entspricht einer Kombination der Ausführungsformen von Fig. 1 und Fig. 2. Dies bedeutet, dass bei der Stranggießanlage 10 gemäß Fig. 3 die besagten Mittel M in Förderrichtung F sowohl vor dem Richtbereich I (an einer Oberseite des Stranges 16) als auch vor dem Biegebereich II (an einer Unterseite des Stranges 16), sowie innerhalb der beiden Bereiche I und II, vorgesehen sind.

[0031] Das plastische Stauchen des Stranges 16 ist in den Fig. 4 und 5 schematisch gezeigt und wie folgt erläutert:

In der Fig. 4 ist ein Querschnitt des Stranges 16 gezeigt, nämlich in Bezug auf eine Stelle innerhalb des Richtbereichs I, bzw. in Förderrichtung F vor dem Richtbereich I. Dies kommt in Fig. 4 durch die Bezeichnung "vor I, und innerhalb von I" zum Ausdruck. Durch die Pfeile, denen jeweils die Bezeichnung "PF" zugewiesen ist, wird symbolisiert, dass dort an einer Oberfläche des Stranges 16 eine plastische Formänderung erreicht wird. Bei einer Formänderung des Stranges 16 an dessen Breitseite erfolgt dies auf der Oberseite 18 des Stranges 16, die auch als "Losseite" bezeichnet wird, und zwar in einem Randbereich R hiervon. In Bezug auf diesen Randbereich R ist von Bedeutung, dass hier das Material bzw. Metall des Stranges 16 bereits vollständig durcherstarrt ist. Dies hat zur Folge, dass die plastische Formänderung des Stranges 16 nicht unmittelbar auf dessen flüssigen Sumpf einwirkt.

[0032] Die seitlichen Pfeile PF verdeutlichen, dass auch für die Schmalseiten 19 des Stranges 16 eine plastische Formänderung erzielt werden kann. Dies kann alternativ oder ergänzend zur Formänderung an der Oberseite 18 des Stranges 16 erfolgen.

[0033] In der Fig. 5 ist ein Querschnitt des Stranges 16 gezeigt, nämlich in Bezug auf eine Stelle innerhalb des Biegebereichs II, bzw. in Förderrichtung F vor dem Biegebereich II. Dies kommt in Fig. 5 durch die Bezeichnung "vor II, und innerhalb von II" zum Ausdruck. In gleicher Weise wie bei der Fig. 4 ist in der Fig. 5 durch die Pfeile "PF" symbolisiert, dass dort eine plastische Formänderung der Strangoberfläche erfolgt. Im Unterschied zur Fig. 4 erfolgt nun jedoch eine plastische Formänderung des Stranges 16 an einer Unterseite 20 hiervon, nämlich in den Randbereichen R der Breitseite des Stranges 16. Auch hier ist von Bedeutung, dass das Material bzw. Metall des Stranges 16 in diesen Randbereichen R bereits vollständig durcherstarrt ist. Ergänzend und/oder alternativ kann eine plastische Formänderung auch an den Schmalseiten 19 des Stranges 16 vorgenommen werden.

[0034] Die vorstehend genannte plastische Formän-

derung der Oberfläche des Stranges an seiner Ober- bzw. Unterseite und/oder an seinen Schmalseiten verfolgt den Zweck, dort eine temporäre Druckspannung zu induzieren. In Folge dessen ist in diesen Abschnitten des Stranges dann "mehr Material" vorhanden, wodurch bei einer anschließenden Streckung des Stranges 16 in dem Richtbereich I bzw. in dem Biegebereich II die Gefahr einer Bildung von Querrissen oder Kantenrissen eingedämmt ist. Die Dickenreduktion an der Oberfläche des Stranges 16 in Folge der plastischen Formänderung liegt vorzugsweise bei weniger als 1 mm, je nach Werkstoff.

[0035] Nachfolgend sind in den Fig. 6 - 15 verschiedene Ausführungsformen für die Mittel M gezeigt und erläutert, mit denen die plastische Stauchung des Stranges 16 durchführbar ist bzw. mit einem Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung durchgeführt wird.

[0036] Bei der Ausführungsform von Fig. 6 sind die Mittel M aus einer Laserstrahlquelle 21 gebildet, die auf eine Oberfläche 17 des Stranges 16 einen pulsierenden Laserstrahl 22 richtet. Unter Bezugnahme auf die Darstellung in den Figuren 4 und 5 versteht sich, dass dieser Laserstrahl 22 auf die Randbereiche R des Stranges 16 an dessen Oberseite 18 oder Unterseite 20 gerichtet wird. Ergänzend und/oder alternativ ist es auch möglich, diesen Laserstrahl 22 auf die Schmalseiten 19 des Stranges zu richten.

[0037] Beim Auftreffen des Laserstrahls 22 auf der Oberfläche 17 des Stranges 16 wird dort eine örtlich begrenzte starke Druckkraft ausgeübt, um an der Außenfläche des Stranges 16 eine unter Verwendung von Druck vorgespannte Schutzschicht zu erzeugen. Hierbei werden innerhalb des Stranges 16 von dem Laserstrahl 22 Schockwellen erzeugt, die in Fig. 6 vereinfacht durch Kreislinien S symbolisiert sind. Hierdurch wird eine Randzone 16v des Stranges 16 dann entsprechend verformt bzw. plastisch gestaucht. Dies kann die Beständigkeit der Materialoberfläche des Stranges 16 gegen einen Ausfall durch Rissentstehung beträchtlich verbessern, wenn der Strang 16 anschließend in den Richtbereich I oder Biegebereich II einläuft und dort einer Streckung unterzogen wird.

[0038] In Verbindung mit der Laserstrahlquelle 21 ist zumindest eine Wasserstrahldüse 23 vorgesehen, die vorzugsweise in Förderrichtung F vor der Laserstrahlquelle 21 (d.h. in Förderrichtung F gesehen stromaufwärts der Laserstrahlquelle 21) angeordnet ist. Durch die Wasserstrahldüse 23 wird Wasser W auf die Oberfläche 17 des Stranges 16 ausgebracht, nämlich dort, wo auch der pulsierende Laserstrahl 22 auftrifft. Zweckmäßigerweise wird hierbei das Wasser W mit einem vorbestimmten (vorzugsweise geringen) Druck auf die Strangoberfläche 17 aufgebracht, um einen Dampffilm, der sich wegen des entlang der Strangführung 14 aufgetragenen Kühlwassers auf dem Strang 16 ausbildet, durchschlagen bzw. durchdringen zu können.

[0039] In der Fig. 6 sind ein Richtbereich I bzw. ein Biegebereich II nur symbolisch vereinfacht gezeigt, nämlich im Bildbereich rechts. Jedenfalls ist durch den Pfeil

A eine Strecke veranschaulicht, um die der pulsierende Laserstrahl 21 an der Stelle, wo er auf die Oberfläche 17 des Stranges 16 auftrifft, von dem Richtbereich I bzw. dem Biegebereich II beabstandet ist. Dieser Abstand A sollte zumindest 100 mm betragen, und verfolgt den Zweck, dass eine Verminderung der Temperatur, die sich innerhalb des Stranges 16 an der Stelle einstellt, wo der Laserstrahl 21 auf die Oberfläche 17 auftrifft, sich wieder ausgleichen kann, bis diese Stelle des Stranges 16 durch den Transport in der Förderrichtung F den Richtbereich I bzw. Biegebereich II erreicht.

[0040] In der Fig. 7 ist - prinzipiell vereinfacht - eine weitere Ausführungsform der Erfindung gezeigt, bei der die Mitte zum plastischen Stauchen des Stranges in Form einer Strahleinrichtung 24 gebildet sind. Durch diese Strahleinrichtung 24 ist es möglich, einen Stoffstrahl 25 auf die Oberfläche 17 des Stranges 16 zu richten. Beim Auftreffen der Partikel dieses Stoffstrahls 25 auf der Oberfläche 17 des Stranges 16 wird in darunterliegenden Bereichen des Stranges 16 eine gewünschte Verformung bzw. Formänderung des Stranges 16 herbeigeführt. In der Fig. 7 ist durch eine strichpunktierte Linie "26" eine Kapselung symbolisiert, in der die Strahleinrichtung 24 aufgenommen ist. Durch diese Kapselung 26 werden die Partikel des Stoffstrahls 25 nach dem Abprallen von der Oberfläche 17 des Stranges 16 geeignet aufgefangen, und dann erneut dem Strahlprozess bzw. der Strahleinrichtung 24 zugeführt.

[0041] In der Fig. 8 ist - prinzipiell vereinfacht - eine weitere Ausführungsform der Erfindung gezeigt, bei der eine Ultraschalleinrichtung 27 vorgesehen ist, mit der auf eine Oberfläche 17 des Stranges 16 eine Ultraschallwelle 28 gerichtet wird. Hierbei werden in den Bereichen des Stranges 16, auf die die Ultraschallwelle 28 auftrifft, das Fließverhalten des Stahles beeinflusst.

[0042] Bezüglich der vorstehend genannten Ausführungsformen nach den Fig. 6-8 versteht sich, dass die Laserstrahlquelle 21, die Strahleinrichtung 24 bzw. die Ultraschalleinrichtung 27 derart bezüglich des Stranges 16 angeordnet sein können, dass damit eine Formänderung des Stranges 16 an seiner Oberseite, an seiner Unterseite und/oder an seinen Schmalseiten erfolgt.

[0043] Die Mittel M zum plastischen Stauchen des Stranges 16 können auch rein mechanisch funktionieren. Verschiedene Ausführungsformen solcher mechanischen Mittel M sind nachfolgend in den Figuren 9 bis 20 gezeigt und erläutert. Hierzu im Einzelnen:

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 9 und 10 sind die Mittel M zum plastischen Stauchen des Stranges 16 in Form von Stempeln 30 ausgebildet, die auf die Randbereiche R des Stranges 16 an dessen Oberseite 18 (oder Unterseite 20) oszillierend schlagen können. Fig. 9 zeigt prinzipiell vereinfacht einen Strang 16 in einer Perspektivansicht, in Förderrichtung vor einem (in Fig. 9 nicht dargestellten) Richtbereich I, wobei die Figur 10 den Strang 16 von Fig. 9 in einer Stirnseitenansicht zeigt.

[0044] Die vertikalen Doppelpfeile von Fig. 9 symbolisieren, dass die beiden Stempel 30 mit einer ausreichend

hohen Frequenz auf die Randbereiche R des Stranges 16 an dessen Oberseite 18 schlagen. Hierdurch erfolgt in den randnahen Bereichen der Oberseite 18 eine gewünschte plastische Formänderung des Stranges 16. Diesbezüglich ist von Bedeutung, dass weder die Kraft, mit der die Stempel 30 gegen die Oberfläche der Strangs 16 geschlagen werden, noch deren Schlagfrequenz jeweils zu hoch sind, um eine nachteilige Materialermüdung des Stranges 16 zu verhindern.

[0045] Die seitlichen Pfeile in Fig. 10 verdeutlichen, dass die Stempel 30 seitlich verschoben werden können, zwecks einer Anpassung an verschiedene Breiten B eines Stranges 16.

[0046] Die Stempel 30 bei der Ausführungsform der Fig. 9 und Fig. 10 können zur Ausführung ihrer Schlagbewegung durch eine Nockenwelle, oder direkt durch einen Hydraulik- bzw. Pneumatikzylinder angetrieben sein. Ergänzend wird zur Darstellung in den Figuren 9 und 10 darauf hingewiesen, dass diese Stempel 30 in gleicher Weise auch an der Unterseite 20 des Stranges 16 - und somit in Förderrichtung F vor dem Biegebereich II - angeordnet sein können, um dort auf den Strang 16 zu schlagen und an dessen Oberfläche in den Randbereichen R eine plastische Formänderung zu erreichen.

[0047] Die Ausführungsform gemäß Fig. 11 zeigt eine Variante zu der Fig. 9, wobei nun die beiden Stempel 30 derart bezüglich des Stranges 16 angeordnet sind, dass sie gegen die Schmalseiten 19 des Stranges 16 schlagen. Zu diesem Zweck stimmt die Höhe H dieser Stempel 30 in etwa mit der Höhe bzw. Dicke des Stranges 16 überein. Bezüglich der Betriebsweise dieser beiden Stempel 30 (z.B. Schlagfrequenz) darf zur Vermeidung von Wiederholungen auf die Erläuterungen zu Fig. 9 verwiesen werden.

[0048] Die Ausführungsformen gemäß der Fig. 9-11 eignen sich bevorzugt bei CSP-, Knüppel- oder Vorblochanlagen.

[0049] Bei der Ausführungsform nach den Fig. 12 und 13 sind die Mittel M zum plastischen Stauchen des Stranges 16 in Form von Nocken 32 ausgebildet, die an einer Nockenwelle 34, die um ihre Längsachse L rotiert bzw. gedreht wird, angebracht sind. Fig. 12 zeigt prinzipiell vereinfacht eine Draufsicht auf eine Oberfläche des Stranges 16, wobei Fig. 13 hiervon eine Seitenansicht zeigt.

[0050] Die Darstellung von Fig. 12 verdeutlicht, dass sich die Nockenwelle 34 über die gesamte Breite B des Stranges erstreckt. Hierbei sind mehrere Nocken 32 an der Nockenwelle 34 angebracht, derart, dass diese Nocken 32 mit einer Oberfläche des Stranges 16 lediglich in dessen Randbereichen R (vgl. Fig. 4, Fig. 5) gelangen. Bei einem Kontakt mit den rotierenden Nocken 32 werden dann die Randbereiche R des Stranges 16 an seiner Oberseite 18 (bzw. an seiner Unterseite 20) geeignet plastisch gestaucht und einer entsprechen Formänderung unter Druck unterzogen. In Fig. 13 ist die Drehbewegung einer Nocke symbolisch durch einen Pfeil als auch durch gestrichelte Linien angedeutet, die eine fort-

gesetzte Drehung der Nocke 32 (in Gegenuhreigersinn) ausgehend von der Darstellung mit Volllinien zeigt.

[0051] Die Nockenwelle 34 kann pneumatisch, hydraulisch oder elektrisch angetrieben sein. Von Bedeutung hierbei ist, dass die Rotationsgeschwindigkeit, mit der die Nockenwelle 34 um ihre Längsachse L angetrieben wird, um ein Vielfaches größer ist als die Geschwindigkeit, mit welcher der Strang 16 in der Förderrichtung F entlang der Strangführung 14 transportiert wird.

[0052] In Abweichung von der Darstellung in der Fig. 12 können an der Nockenwelle 34 pro Randbereich R auch mehr oder weniger als zwei Nocken 32 angebracht sein, je nachdem, wie breit der Randbereich R des Stranges 16 ist, der plastisch gestaucht werden soll.

[0053] Die Bezeichnung "18/20" in Fig. 12 ist dahingehend zu verstehen, dass eine solche Nockenwelle 34 mit daran angebrachten Nocken 32 sowohl an der Oberseite 18 des Stranges 16 (in Förderrichtung F vor dem Randbereich I) als auch an der Unterseite 20 des Stranges 16 (in Förderrichtung F vor dem Biegebereich II) angeordnet sein kann. Ergänzend und/oder alternativ hierzu kann vorgesehen sein, dass eine solche Nockenwelle 34 auch längs der Schmalseiten 19 des Stranges 16 angeordnet sein kann, was in der Fig. 13 durch die Bezeichnung "18/19/20" zum Ausdruck kommt.

[0054] In der Fig. 14 ist eine Variante zur Ausführungsform von Fig. 9/10 gezeigt. Hierbei gelangt eine an einer Nockenwelle 34 angebrachte Nocke 32 nicht in direkten Kontakt mit der Oberfläche des Stranges 16, sondern wirkt auf einen Zusatzstempel 36 ein, der dann bei einer Rotation der Nockenwelle 34 oszillierend gegen den Strang 16 geschlagen wird. Hierbei wird der Zusatzstempel 36 durch geeignete Lagerungen 37 translatorisch geführt. In gleicher Weise wie bereits zu der Ausführungsform von Fig. 7/8 ist dann von Bedeutung, dass die Kraft und die Schlagfrequenz für den Zusatzstempel 36 nicht zu hoch gewählt sind.

[0055] In der Fig. 15 ist eine weitere Variante zur Ausführungsform von Fig. 9/10 gezeigt, als Alternative zur Ausführungsform von Fig. 14. Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 15 werden die Stempel 30, mit denen eine Umformung des Stranges 16 erreicht wird, durch Lagerungen 36 längsverschieblich geführt und durch einen Hydraulikzylinder oder einen Pneumatikzylinder translatorisch direkt angetrieben. Ein solcher Hydraulik- bzw. Pneumatikzylinder ist in der Fig. 15 symbolisch vereinfacht gezeigt und mit dem Bezugszeichen "37" bezeichnet.

[0056] Die obigen Ausführungsformen nach den Figuren 12-15 eignen sich ebenfalls bevorzugt für den Einsatz bei CSP-, Knüppel- oder Vorblochanlagen.

[0057] Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 16 sind die Mittel M zum plastischen Stauchen des Stranges 16 in Form von zumindest einem Walzenkörper-Paar 38 ausgebildet, dessen Walzenkörper 39 beiderseits des Stranges 16 an dessen Oberseite 18 und Unterseite 20 angeordnet sind. Ausweislich der schematisch vereinfachten Perspektivansicht von Fig. 16 erstrecken sich die

beiden Walzenkörper 39 jeweils über die ganze Breite B des Stranges 16, und weisen an entgegengesetzten Enden jeweils einen konischen Abschnitt K auf, mit dem die Walzenkörper 39 bei einer Verschiebung entlang ihrer Längsachse (in Fig. 16 durch entsprechende Pfeile symbolisiert) in Kontakt mit den Randbereichen R des Stranges 16 gebracht werden. Bei einer Verschiebung von zumindest einer der beiden Walzenkörper 39 drückt ein konischer Abschnitt K gegen einen Randbereich R des Stranges, wodurch der Kantendruck entsprechend erhöht und für das Material des Stranges 16 in diesem Bereich eine plastische Formänderung erreicht wird. Hierdurch wird in gleicher Weise wie bei den anderen erfindungsgemäßen Ausführungsformen die Rissgefahr vermindert, im Hinblick auf eine Streckung des Stranges 16 bei einem anschließenden Einlaufen in den Richtbereich I oder den Biegebereich II.

[0058] Falls bei dem Walzenkörper-Paar 38 beide Walzenkörper 39 seitlich verschiebbar sind, kann hierdurch eine Anpassung an unterschiedliche Breiten B des Stranges erzielt werden.

[0059] Fig. 17 zeigt eine Variante zu der Ausführungsform von Fig. 16, wonach eine plastische Formänderung an den Kanten des Stranges 16 durch zwei Walzenkörper-Paare 38 erfolgt. Dies ist in der Fig. 17 in einer schematisch vereinfachten Perspektivansicht gezeigt. Hierbei ist es möglich, dass bei jedem Walzenkörper-Paar 38 nur einer der beiden Walzenkörper 39 seitlich verschiebbar ist, z.B. bei dem Walzenkörper-Paar 38 im Bildvordergrund nur der Walzenkörper 39, der unterhalb des Stranges 16 bzw. an dessen Unterseite angeordnet ist, und bei dem Walzenkörper-Paar 38 im Bildhintergrund nur der Walzenkörper 39, der oberhalb des Stranges 16 bzw. an dessen Oberseite 18 angeordnet ist.

[0060] Die Ausführungsformen nach den Figuren 16 und 17 eignen sich insbesondere für Dickbrammen-Stranggießanlagen. Hierbei können vor einem Richtbereich der Strangführung zwei Stützrollenpaare durch die gezeigten Walzenkörper 39 ersetzt werden. Hierbei ist dann ein zugehöriger Segmentrahmen derart umzugestalten, dass ein Verschieben der Walzenkörper 39 senkrecht zur Gieß- bzw. Förderrichtung F, in Entsprechung der Pfeilsymbole von Fig. 16, möglich ist.

[0061] Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 18 sind die Mittel M zum plastischen Stauchen des Stranges 16 in Form von zumindest einem Walzenpaar 40 ausgebildet, das zwei Schmalseitenwalzen 42 aufweist, die jeweils beiderseits des Stranges 16 an dessen Schmalseite 19 angeordnet sind. Dies ist in der Darstellung von Fig. 18 schematisch vereinfacht in einer Perspektivansicht gezeigt. Hierbei verläuft eine Drehachse D einer Schmalseitenwalze 42 parallel zur Schmalseite 19 des Stranges 16 und orthogonal zur Förderrichtung F. Die Schmalseitenwalzen 42 werden mit einer vorbestimmten Kraft gegen die Schmalseiten 19 des Stranges gedrückt, so dass in diesem Bereich des Stranges 16 die gewünschte plastische Formänderung erzeugt wird.

[0062] Ausweislich der gestrichelten Darstellung der

Schmalseitenwalzen 42 in Fig. 18 können diese Walzen seitlich verfahren werden, zur Anpassung an unterschiedliche Breiten B des Stranges 16 und/oder z.B. zu Wartungszwecken.

[0063] Fig. 19 zeigt eine Variante zur Ausführungsform von Fig. 18, wonach die Drehachsen D der Schmalseitenwalzen 42 gegenüber der Vertikalen leicht gekippt werden können. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn der Strang 16 im Querschnitt eine Trapezform ausbildet (durch ein Nachfließen des Materials zur Unterseite bzw. Festseite des Stranges 16). Indem dann die Drehachsen D der Schmalseitenwalzen 42 gekippt werden können, kann auch bei einer solchen Formgebung des Stranges 16 eine konstant gleichmäßige plastische Formänderung an dessen oberen und unteren Kante erzielt werden.

[0064] Fig. 20 zeigt eine weitere Variante zur Ausführungsform von Fig. 18. Hierbei sind die Schmalseitenwalzen 42t konisch ausgebildet, wobei deren Drehachse D vertikal verläuft. In gleicher Weise wie bei der Variante gemäß Fig. 19 ist es durch diese konischen Schmalseitenwalzen 42t möglich, den Strang 16 im Querschnitt zu einer Trapezform auszubilden, wie in Fig. 20 prinzipiell vereinfacht dargestellt.

[0065] Bezüglich der Walzenkörper 39 bzw. der Schmalseitenwalzen 42, 42t nach den Ausführungsformen der Fig. 18-20 darf darauf hingewiesen werden, dass diese auch vibrieren bzw. vibrierend angetrieben sein können. Ungeachtet dessen ist es auch möglich, dass die Walzenkörper 39 bzw. die Schmalseitenwalzen 42, 42t exzentrisch angetrieben werden, wobei ein zugehöriger Antrieb exzentrisch zur Drehachse dieser Rotationskörper angeordnet ist.

[0066] Die Walzenkörper 39 bzw. die Schmalseitenwalzen 42, 42t können an ihren Oberflächen profiliert ausgebildet sein. In der Fig. 21 ist ein Teil einer Oberfläche eines Walzenkörpers 39 bzw. einer Schmalseitenwalze 42 (bzw. 42t) gezeigt, welche Oberfläche mit einer solchen Profilierung 44 versehen ist, mittels der bei einem Wälzkontakt mit dem Strang 16 dessen Fließverhalten beim Richten und/oder beim Biegen - wie erläutert - verbessert werden kann. Diesbezüglich wird gesondert darauf hingewiesen, dass die in Fig. 21 gezeigte Profilierung lediglich beispielhaft zu verstehen ist, und auch hiervon abweichende Geometrien annehmen kann.

[0067] Schließlich darf in Bezug auf alle der obigen Ausführungsformen der Erfindung darauf hingewiesen werden, dass eine Verfestigung bzw. Formänderung des Stranges 16 durch die verschiedenen Mittel M für unterschiedlich harte Werkstoffe gesteuert oder geregelt werden kann.

Bezugszeichenliste

[0068]

- | | |
|---|--------------|
| 2 | Stützrollen |
| 4 | Spritzwasser |

6	Sumpfspitze	
8	Wasserkühlung	
10	Stranggießanlage	
12	Kokille	
14	Strangführung	5
16	Strang	
16d	Strang (durcherstarrt)	
16v	verdichtete Zone (des Stranges 16)	
17	Oberfläche (des Stranges 16)	
18	Oberseite (des Stranges 16)	10
19	Schmalseite(n) (des Stranges 16)	
20	Unterseite (des Stranges 16)	
21	Laserstrahlquelle	
22	(Pulsierender) Laserstrahl	
23	Wasserstrahldüse	15
24	Strahleinrichtung	
25	Stoffstrahl	
26	Kapselung	
27	Ultraschalleinrichtung	
28	Ultraschallwellen	20
30	Stempel	
32	Nocke(n)	
34	Nockenwelle	
35	Zusatzstempel	
36	Lagerungen (für Stempel 30 bzw. Zusatzstempel 36)	25
37	Hydraulik- oder Pneumatik-Zylinder	
38	Walzenkörper-Paar	
39	Walzenkörper (des Walzenkörper-Paars 38)	
39K	Konischer Abschnitt (eines Walzenkörpers 39)	30
40	Walzenpaar	
42	Schmalseitenwalze (n) (eines Walzenpaares 40)	
44	Profilierung (der Walzenkörper 39 bzw. Schmalseitenwalzen 42)	
A	Abstand (des Laserstrahls 24 von dem Richtbereich I bzw. Biegebereich II)	35
D	Drehachse (einer Schmalseitenwalze 24)	
F	Förderrichtung (des Stranges 16)	
I	Richtbereich	
II	Biegebereich	40
L	Längsachse (der Nockenwelle 34)	
M	Mittel (zum plastischen Stauchen des Stranges 16)	
PF	Plastische Formänderung (des Stranges 16)	
R	Randbereich(e) des Stranges 16	45
S	Schockwellen	
W	Wasser	

Patentansprüche

1. Stranggießanlage (10) zur Herstellung eines metallischen Produkts, umfassend eine Kokille (12) und eine daran anschließende Strangführung (14), entlang der ein aus der Kokille (12) insbesondere senkrecht nach unten austretender Strang (16) in einer Förderrichtung (F) transportierbar ist, wobei die Strangführung (14) einen Richtbereich (I) aufweist,

durch den der Strang (16) in die horizontale Richtung umlenkbar ist,

dadurch gekennzeichnet,

dass Mittel (M) zum plastischen Stauchen des Stranges (16) vorgesehen sind, die sowohl im Richtbereich (I) als auch in Förderrichtung (F) vor dem Richtbereich (I) und angrenzend hierzu angeordnet sind, wobei mit diesen Mitteln (M) eine Formänderung des Stranges (16) an seiner Oberseite (18) (Losseite) in Randbereichen (R) davon und/oder an seinen Schmalseiten (19) realisierbar ist, derart, dass sich allein der Spannungszustand des Stranges (16) verändert und dabei das Gefüge des Metalls unverändert bleibt.

2. Stranggießanlage (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strangführung (14) einen Biegebereich (II) aufweist, durch den der Strang (16) in Richtung der Horizontalen umlenkbar ist, wobei Mittel (M) zum plastischen Stauchen des Stranges (16) vorgesehen sind, die sowohl im Biegebereich (II) als auch in Förderrichtung (F) vor dem Biegebereich (II) und angrenzend hierzu angeordnet sind, wobei mit diesen Mitteln (M) eine Formänderung des Stranges (16) an seiner Unterseite (20) (Festseite) in Randbereichen (R) davon und/oder an seinen Schmalseiten (19) realisierbar ist, derart, dass sich allein der Spannungszustand des Stranges (16) verändert und dabei das Gefüge des Metalls unverändert bleibt.

3. Stranggießanlage (10) zur Herstellung eines metallischen Produkts, umfassend eine Kokille (12) und eine daran anschließende Strangführung (14), entlang der ein aus der Kokille (12) senkrecht nach unten austretender Strang (16) in einer Förderrichtung (F) transportierbar ist, wobei die Strangführung (14) einen Biegebereich (II) aufweist, durch den der Strang (16) in Richtung der Horizontalen umlenkbar ist,

dadurch gekennzeichnet,

dass Mittel (M) zum plastischen Stauchen des Stranges (16) vorgesehen sind, die sowohl im Biegebereich (II) als auch in Förderrichtung (F) vor dem Biegebereich (II) und angrenzend hierzu angeordnet sind, wobei mit diesen Mitteln (M) eine Formänderung des Stranges (16) an seiner Unterseite (20) (Festseite) in Randbereichen (R) davon und/oder an seinen Schmalseiten (19) realisierbar ist, derart, dass sich allein der Spannungszustand des Stranges (16) verändert und dabei das Gefüge des Metalls unverändert bleibt.

4. Stranggießanlage (10) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strangführung (14) einen Richtbereich (I) aufweist, durch den der Strang (16) in die horizontale Richtung umlenkbar ist, wobei Mittel (M) zum plastischen Stauchen des Stranges

- (16) vorgesehen sind, die sowohl im Richtbereich (I) als auch in Förderrichtung (F) vor dem Richtbereich (I) und angrenzend hierzu angeordnet sind, wobei eine Formänderung des Stranges (16) an seiner Oberseite (18) (Losseite) in Randbereichen (R) davon und/oder an seinen Schmalseiten (19) realisierbar ist, derart, dass sich allein der Spannungszustand des Stranges (16) verändert und dabei das Gefüge des Metalls unverändert bleibt.
5. Stranggießanlage (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel (M) zum plastischen Stauchen des Stranges (16) aus einer Laserstrahlquelle (22) gebildet sind, durch die auf eine Oberfläche (17) des Stranges (16) ein pulsierender Laserstrahl (24) (Laserschock) richtbar ist.
 6. Stranggießanlage (10) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine Wasserstrahldüse (26) in Förderrichtung (F) vor dem Richtbereich (I) bzw. Biegebereich (II) angeordnet ist, wobei durch die Wasserstrahldüse (26) Wasser (W) auf eine Oberfläche des Stranges (16), auf die der pulsierende Laserstrahl gerichtet ist, aufbringbar ist.
 7. Stranggießanlage (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel (M) zum plastischen Stauchen des Stranges (16) aus einer Strahleinrichtung (24) gebildet sind, durch die auf eine Oberfläche (17) des Stranges (16) eine Stoffstrahlung (25) richtbar ist, vorzugsweise, dass die Strahleinrichtung (24) innerhalb einer Kapselung (26) angeordnet ist, durch die der Strang (16) hindurch führbar ist, weiter vorzugsweise, dass für die Stoffstrahlung (25) unterschiedliche Partikel einsetzbar sind.
 8. Stranggießanlage (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel (M) zum plastischen Stauchen des Stranges (16) aus einer Ultraschalleinrichtung (27) gebildet sind, durch die auf eine Oberfläche (17) des Stranges (16) Ultraschallwellen (28) richtbar sind.
 9. Stranggießanlage (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel (M) zum plastischen Stauchen des Stranges (16) in Form von Stempeln (30) ausgebildet sind, die auf die Randbereiche (R) des Stranges (16) an dessen Oberseite (18) /Unterseite (20) und/oder mit dessen Schmalseiten (19) oszillierend in Kontakt bringbar sind, vorzugsweise, dass die Stempel (30) translatorisch und orthogonal zur Oberfläche (17) des Stranges (16) bewegbar sind, weiter vorzugsweise, dass die Stempel (30) in Richtung der Breite (B) des Stranges (16) seitlich verschiebbar sind.
 10. Stranggießanlage (10) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stempel (30) durch eine Nockenwelle (34) oder direkt durch einen Hydraulik- bzw. Pneumatikzylinder (37) angetrieben sind.
 11. Stranggießanlage (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel (M) zum plastischen Stauchen des Stranges (16) in Form von Nocken (32) ausgebildet sind, die an einer rotierenden Nockenwelle (34) angebracht sind, wobei die Nocken (32) bei einer Rotation der Nockenwelle (34) mit den Randbereichen (R) des Stranges (16) an dessen Oberseite (18) /Unterseite (20) in Kontakt bringbar sind, vorzugsweise, dass die Drehzahl für die Nockenwelle (34) derart einstellbar ist, dass eine Umfangsgeschwindigkeit der Nocken (32) an der Stelle, an der sie in Kontakt mit der Oberfläche des Stranges (16) gelangen, größer ist als eine Geschwindigkeit des Stranges (16) in seiner Förderrichtung (F), weiter vorzugsweise, dass die Nockenwelle (34) pneumatisch, hydraulisch oder elektrisch antreibbar ist.
 12. Stranggießanlage (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel (M) zum plastischen Stauchen des Stranges (16) in Form von zumindest einem Walzenkörper-Paar (38) ausgebildet sind, wobei die einzelnen Walzenkörper (39) beiderseits des Stranges (16) an dessen Oberseite (18) und Unterseite (20) angeordnet sind, sich jeweils über die Breite (B) des Stranges (16) erstrecken und jeweils an einem Ende davon einen konischen Abschnitt (K) aufweisen, der in Kontakt mit den Randbereichen (R) des Stranges (16) bringbar ist, wobei die Walzenkörper (39) eines Walzenkörper-Paars (38) entgegengesetzt zueinander in Richtung der Breite (B) des Stranges (16) verschiebbar sind.
 13. Stranggießanlage (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel (M) zum plastischen Stauchen des Stranges (16) in Form von zumindest einem Walzenpaar (40) ausgebildet sind, wobei die einzelnen Schmalseitenwalzen (42; 42t) dieses Walzenpaars (40) jeweils an entgegengesetzten Schmalseiten (19) des Stranges (16) angeordnet und in Kontakt mit den Schmalseiten (19) des Stranges (16) bringbar sind, wobei eine Drehachse (D) der jeweiligen Schmalseitenwalzen (42; 42t) parallel zur Schmalseite (19) des Stranges (16) und orthogonal zur Förderrichtung (F) des Stranges (16) verläuft.
 14. Stranggießanlage (10) nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Walzenkörper (39) bzw. die Schmalseitenwalzen (42; 42t) vibrierend antreibbar sind.

15. Stranggießanlage (10) nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Walzenkörper (39) bzw. die Schmalseitenwalzen (42; 42t) an ihren Oberflächen profiliert (44) ausgebildet sind. 5
16. Verfahren zur Herstellung eines metallischen Produkts, bei dem in einer Stranggießanlage (10) ein Strang (16) aus einer Kokille (12) insbesondere senkrecht nach unten austritt und anschließend entlang einer Strangführung (14) in einer Förderrichtung (F) transportiert wird, wobei der Strang (16) in einem Richtbereich (I) in die horizontale Richtung umgelenkt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strang (16) sowohl im Richtbereich (I) als auch in Förderrichtung (F) vor dem Richtbereich (I) und angrenzend hierzu an seiner Oberseite (18) (Losseite) in Randbereichen (R) davon und/oder an seinen Schmalseiten (19) plastisch gestaucht wird, derart, dass sich allein der Spannungszustand des Stranges (16) verändert und dabei das Gefüge des Metalls unverändert bleibt. 10 15 20
17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strang (16) nach dem Austreten aus der Kokille (12) durch einen Biegebereich (II) transportiert wird, wobei der Strang (16) sowohl im Biegebereich (II) als auch in Förderrichtung (F) vor dem Biegebereich (II) und angrenzend hierzu an seiner Unterseite (20) (Festseite) in Randbereichen (R) davon und/oder an seinen Schmalseiten (19) plastisch gestaucht wird, derart, dass sich allein der Spannungszustand des Stranges (16) verändert und dabei das Gefüge des Metalls unverändert bleibt. 25 30 35
18. Verfahren zur Herstellung eines metallischen Produkts, bei dem in einer Stranggießanlage (10) ein Strang (16) aus einer Kokille (12) senkrecht nach unten austritt und anschließend entlang einer Strangführung (14) in einer Förderrichtung (F) durch einen Biegebereich (II) transportiert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strang (16) sowohl im Biegebereich (II) als auch in Förderrichtung (F) vor dem Biegebereich (II) und angrenzend hierzu an seiner Unterseite (20) (Festseite) in Randbereichen (R) davon und/oder an seinen Schmalseiten (19) plastisch gestaucht wird, derart, dass sich allein der Spannungszustand des Stranges (16) verändert und dabei das Gefüge des Metalls unverändert bleibt. 40 45 50
19. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strang (16) in einem Richtbereich (I) in die horizontale Richtung umgelenkt wird, wobei der Strang (16) sowohl im Richtbereich (I) als auch in Förderrichtung (F) vor dem Richtbereich (I) und angrenzend hierzu an seiner Oberseite (18) (Losseite) in Randbereichen (R) davon und/oder an seinen Schmalseiten (19) plastisch gestaucht wird, derart, dass sich allein der Spannungszustand des Stranges (16) verändert und dabei das Gefüge des Metalls unverändert bleibt. 55
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die plastische Stauchung des Stranges (16) unter Verwendung eines pulsierenden Laserstrahls (24) (Laserschock) erfolgt, der auf eine Oberfläche (17) des Stranges (16) gerichtet wird, wobei auf eine Oberfläche des Stranges (16), auf die der Laserstrahl (24) gerichtet wird, Wasser (W) vorzugsweise unter Druck aufgebracht wird.
21. Verfahren nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Laserstrahl (24) in einem Abstand (A) von zumindest 100 mm in Förderrichtung (F) vor dem Richtbereich (I) bzw. Biegebereich (II) auf die Oberfläche des Stranges (16) gerichtet wird.
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** die plastische Stauchung des Stranges (16) unter Verwendung eines Stoffstrahls (25) erfolgt, die auf eine Oberfläche (17) des Stranges (16) gerichtet wird.
23. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** die plastische Stauchung des Stranges (16) unter Verwendung von Ultraschallwellen erfolgt, die auf eine Oberfläche (17) des Stranges (16) gerichtet werden.
24. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die plastische Stauchung des Stranges (16) durch mechanische Mittel (M) erfolgt.
25. Verfahren nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mechanischen Mittel (M) zum plastischen Stauchen des Stranges (16) mit einer Stranggießanlage (10) nach einem der Ansprüche 9 bis 15 bereitgestellt werden.

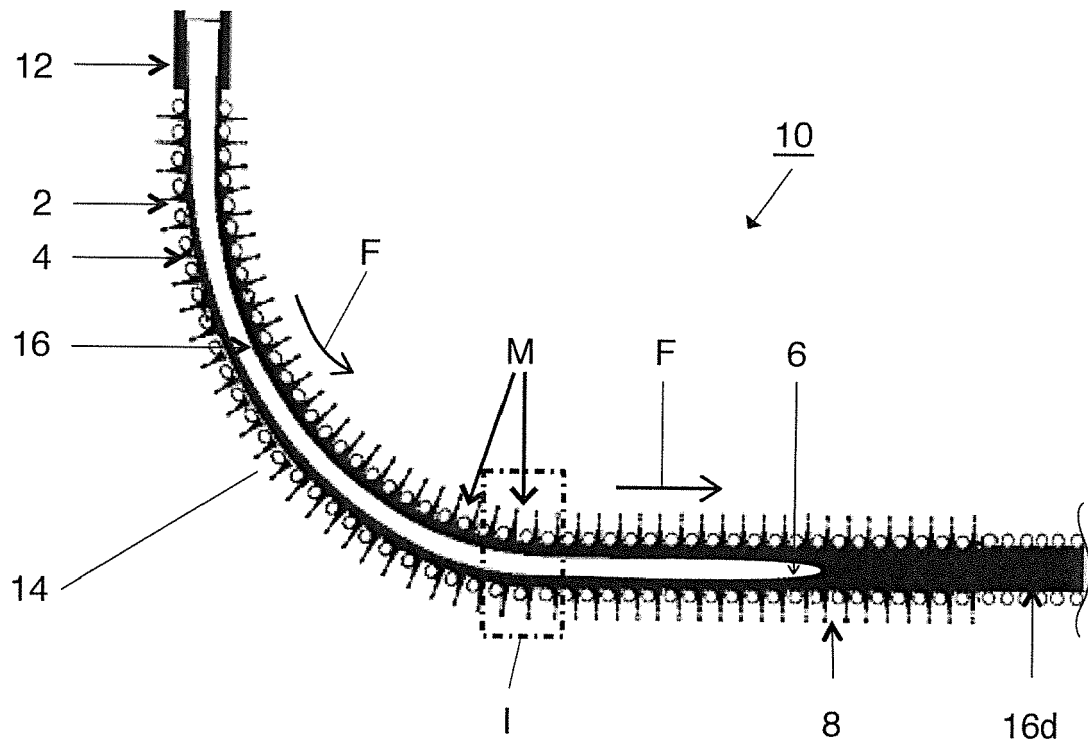


Fig. 1

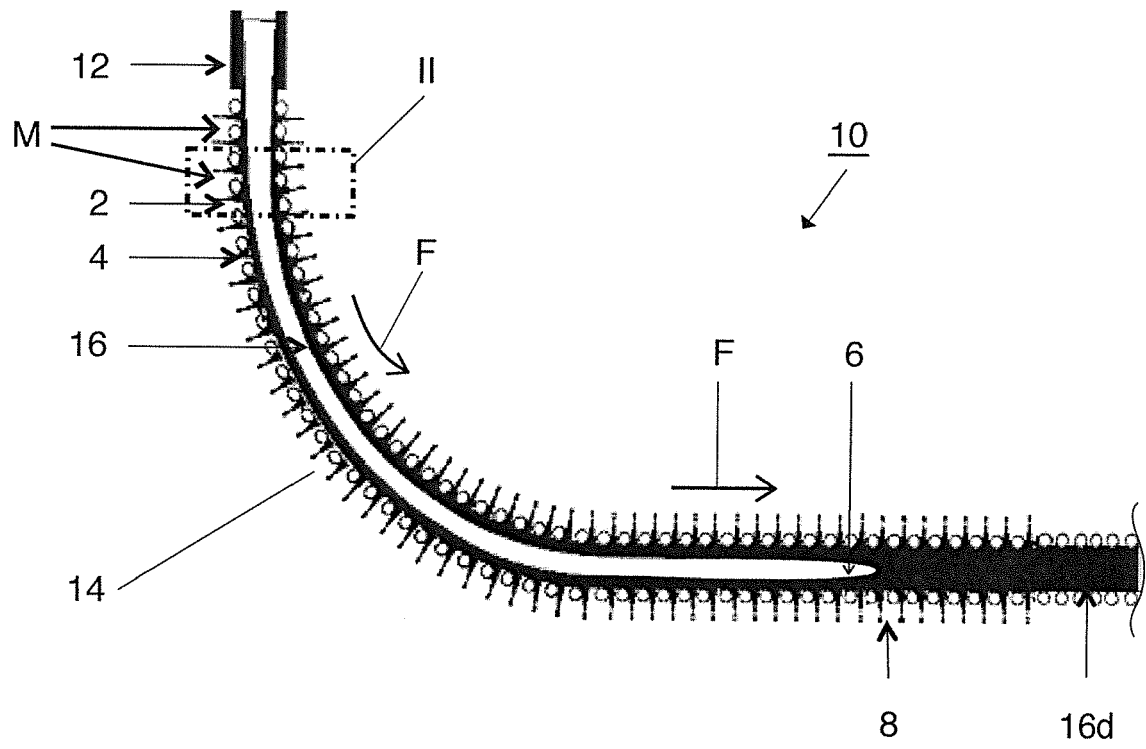


Fig. 2

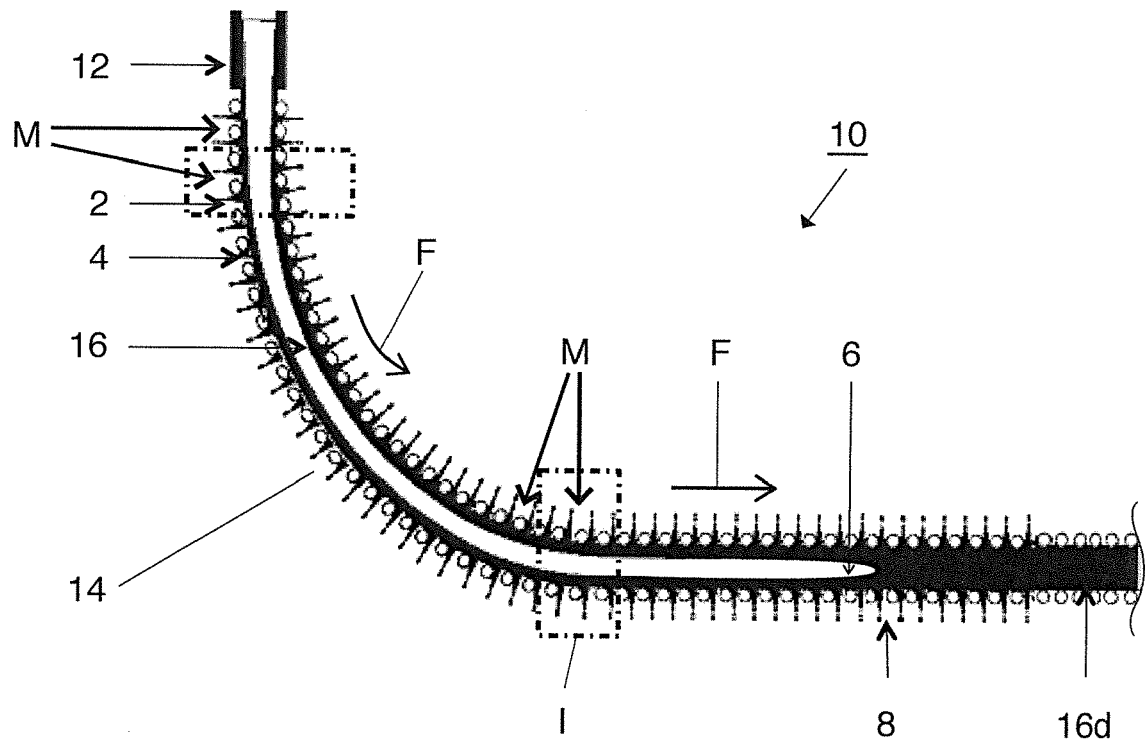


Fig. 3

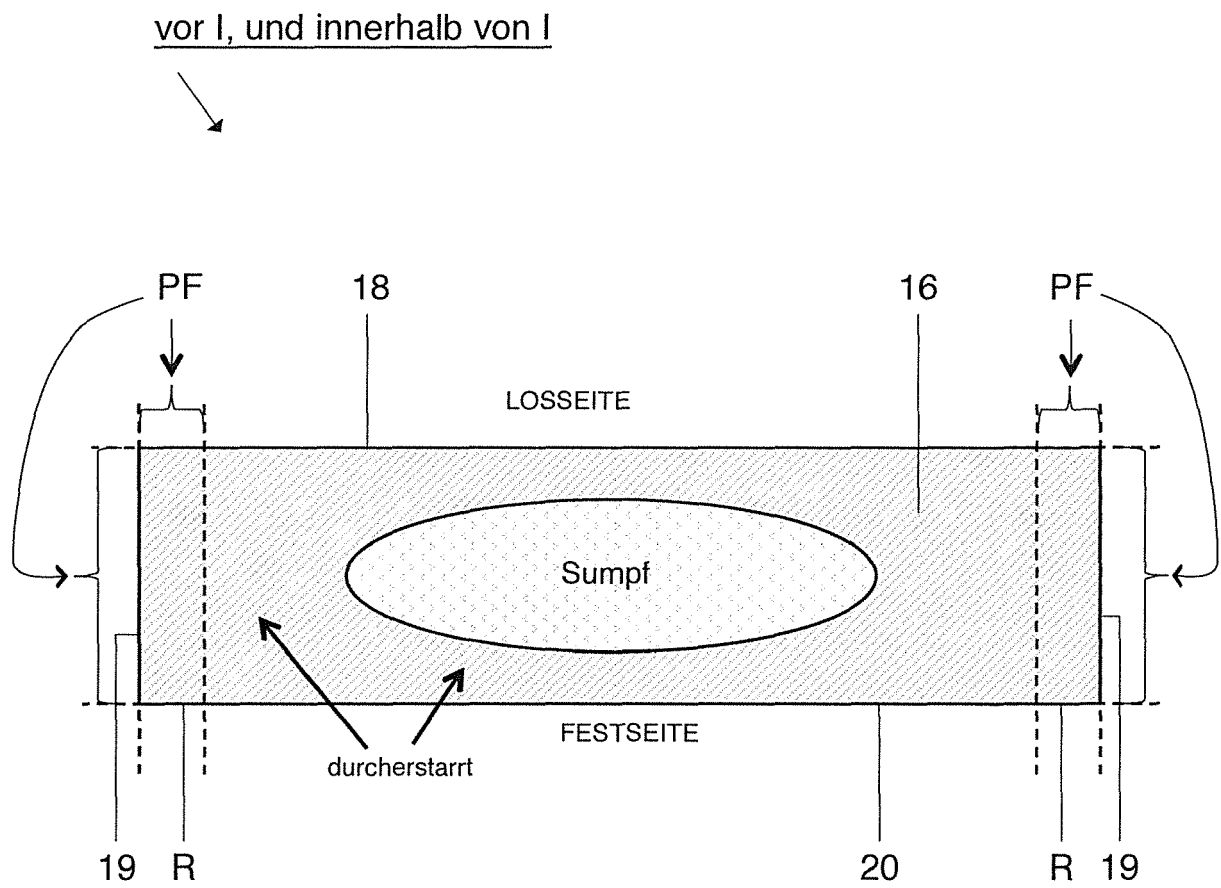


Fig. 4

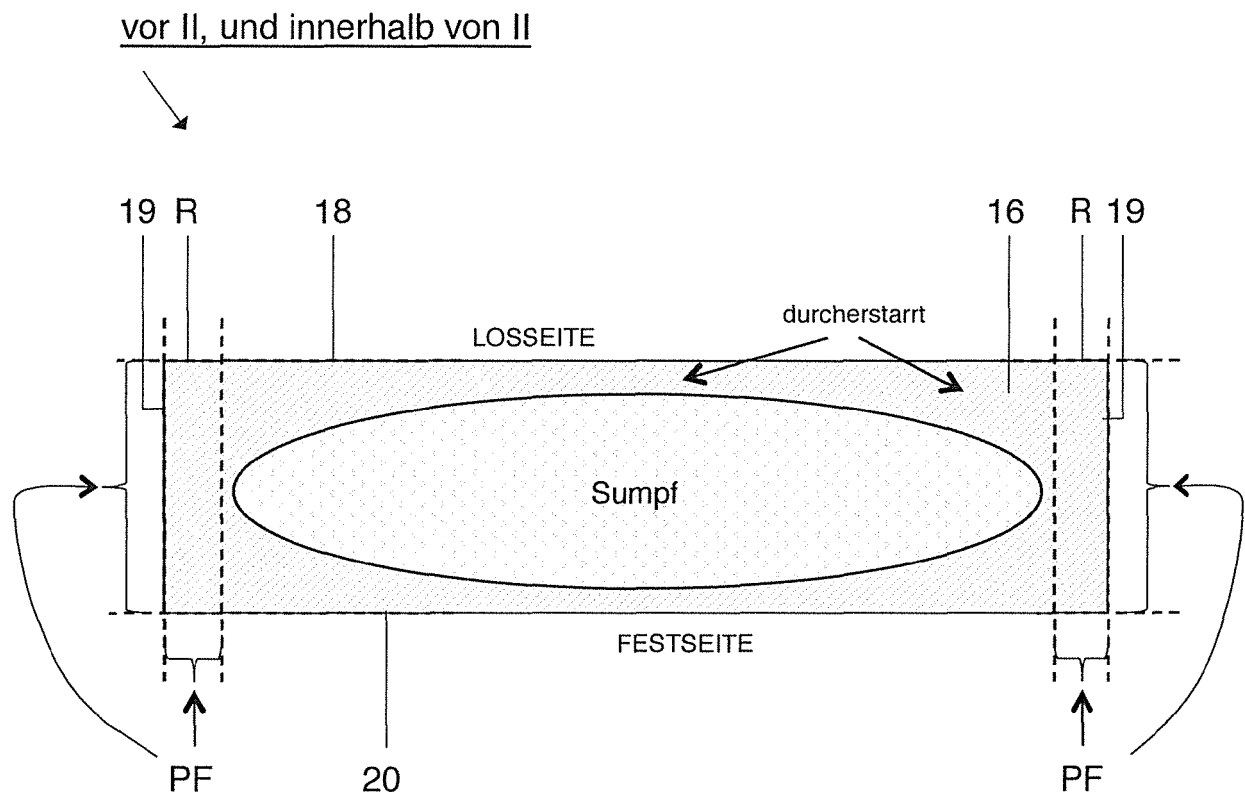


Fig. 5

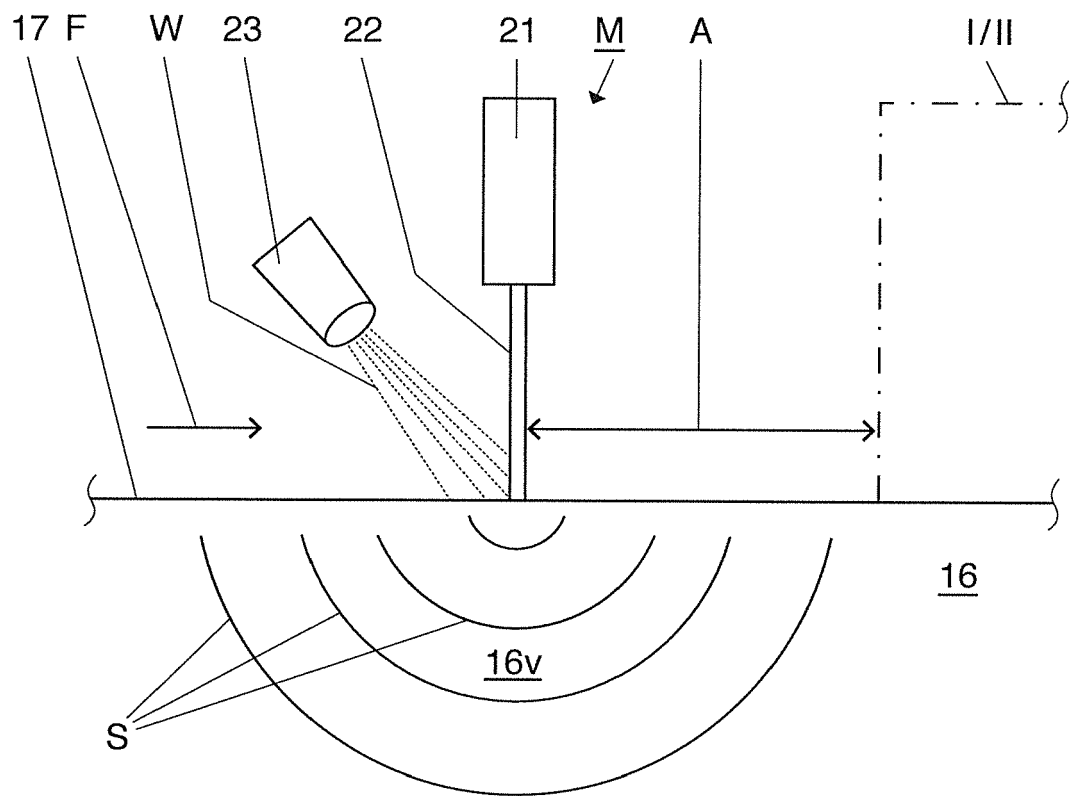


Fig. 6

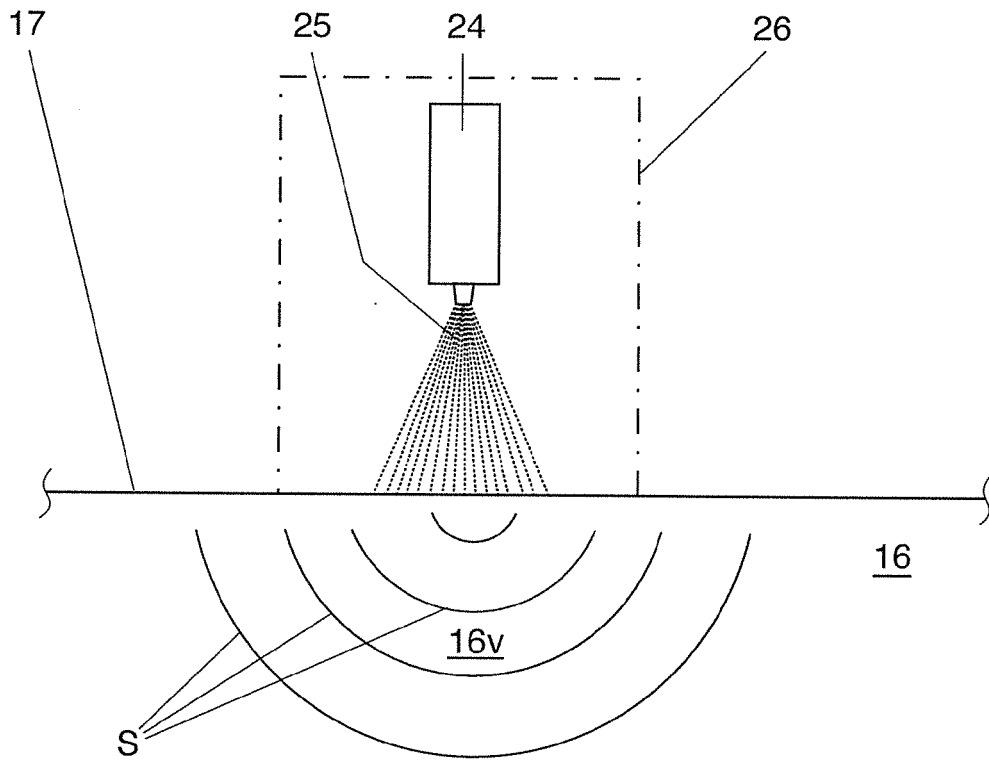


Fig. 7

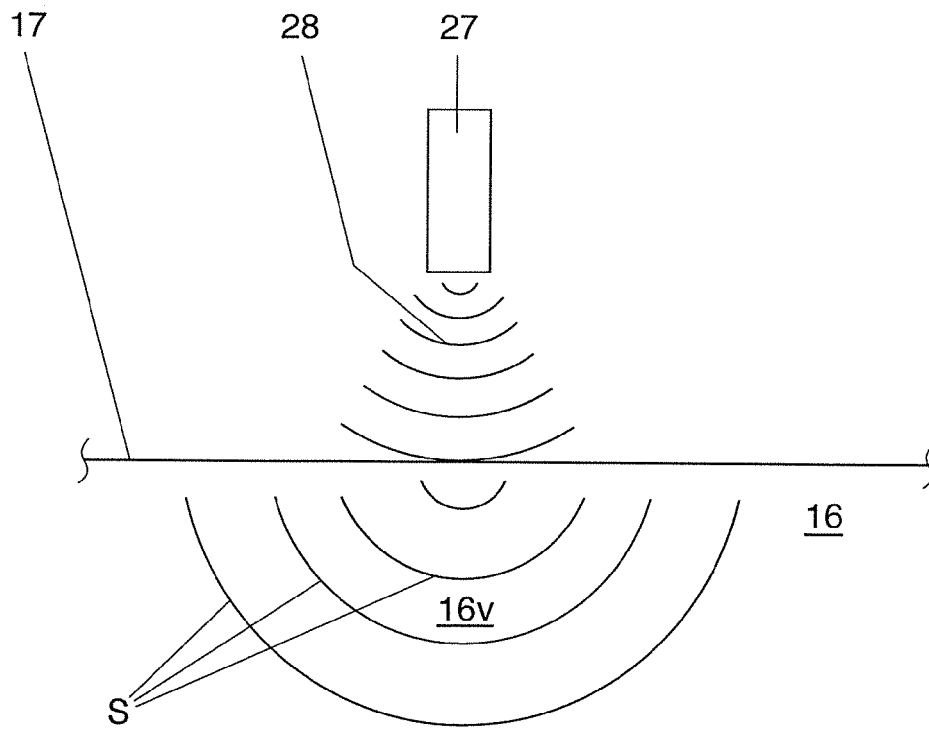


Fig. 8

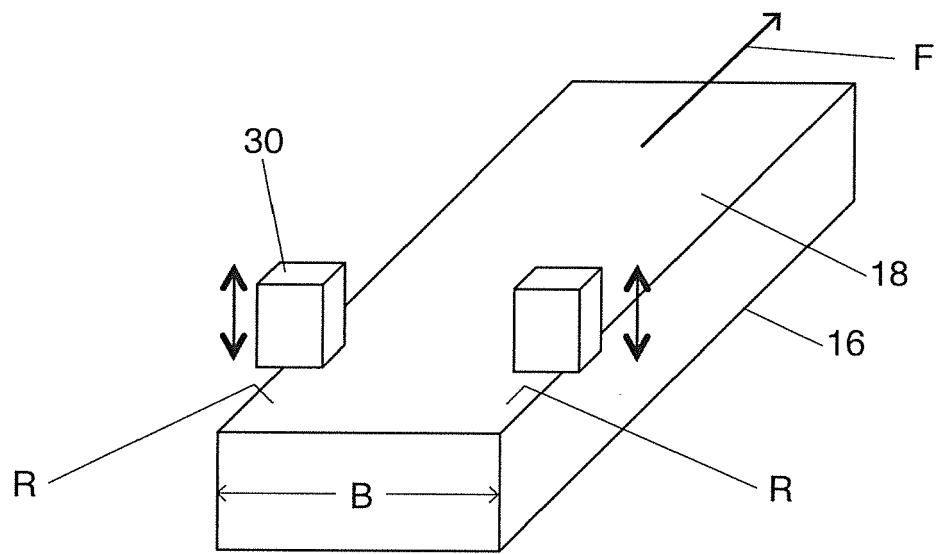


Fig. 9

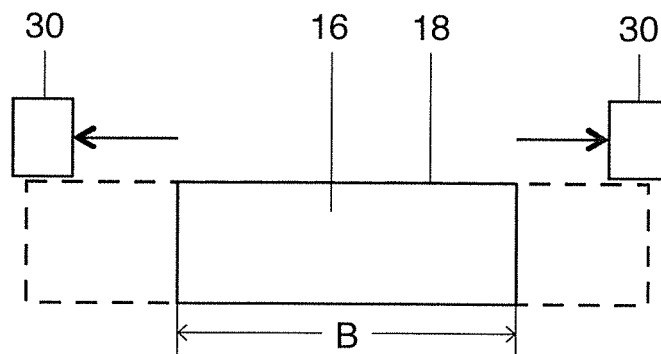


Fig. 10

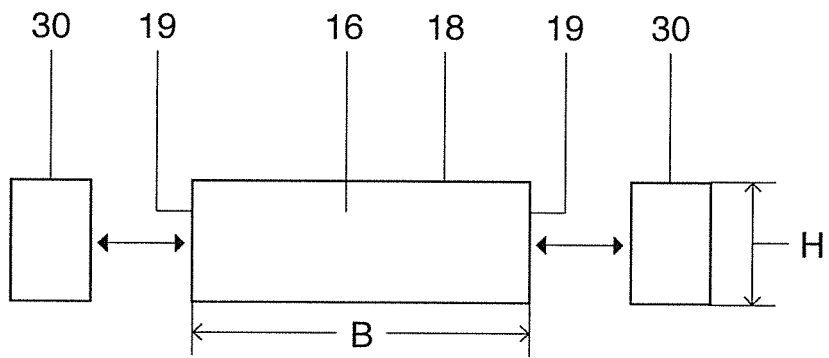


Fig. 11

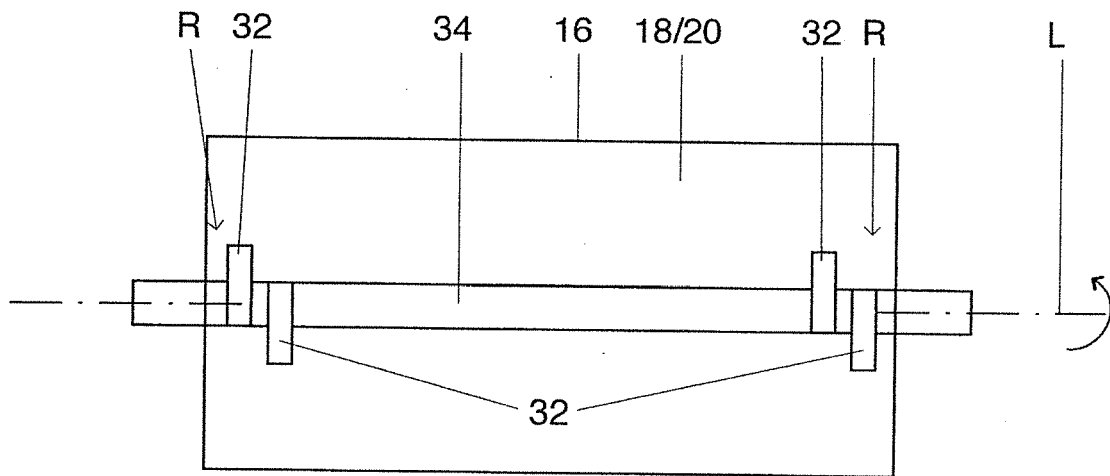


Fig. 12

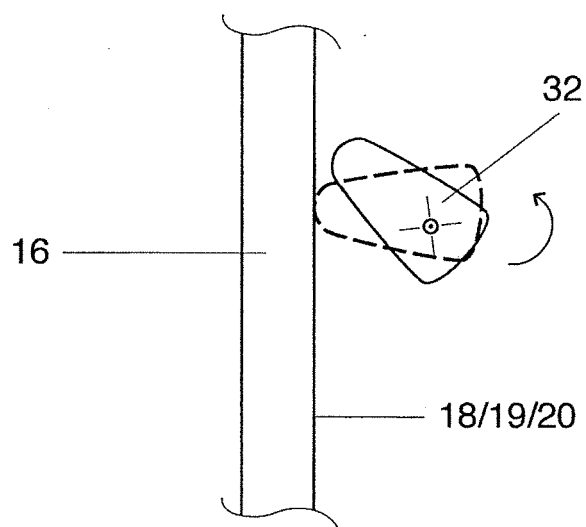


Fig. 13

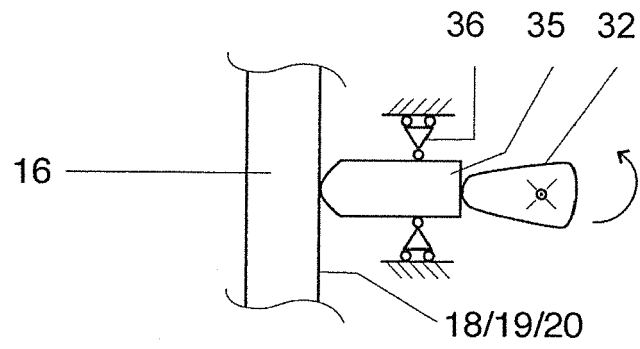


Fig. 14

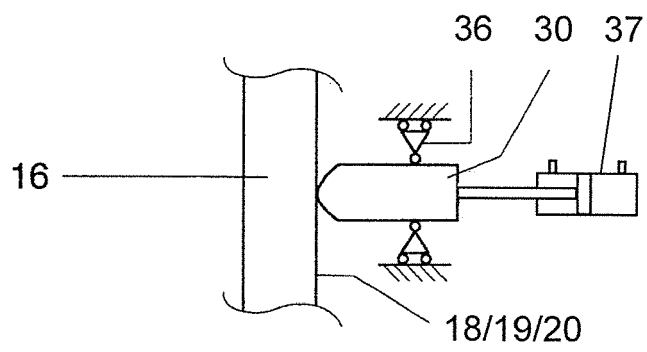


Fig. 15

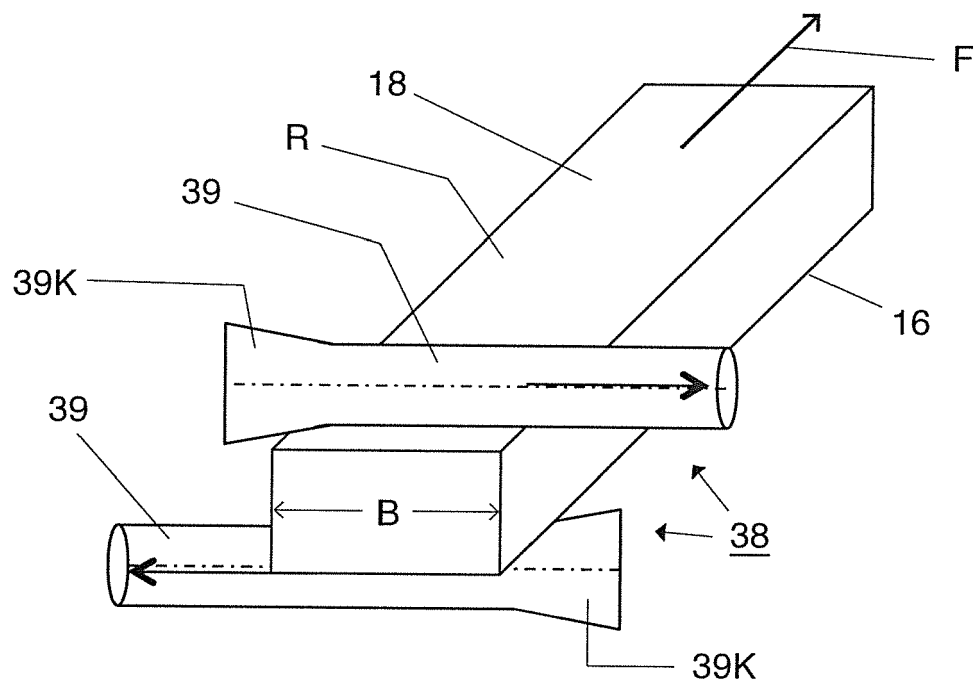


Fig. 16

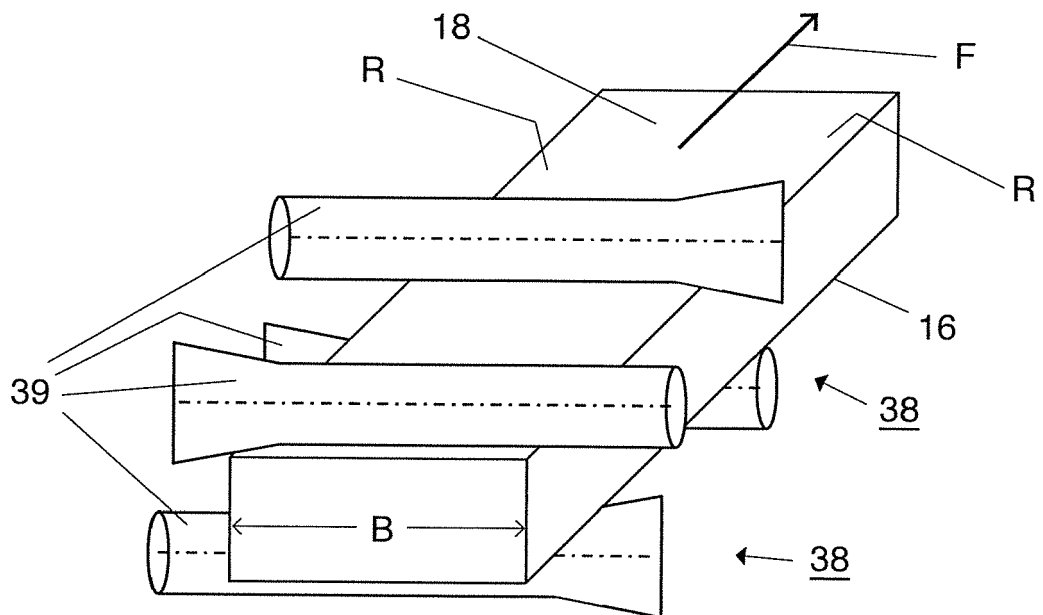


Fig. 17

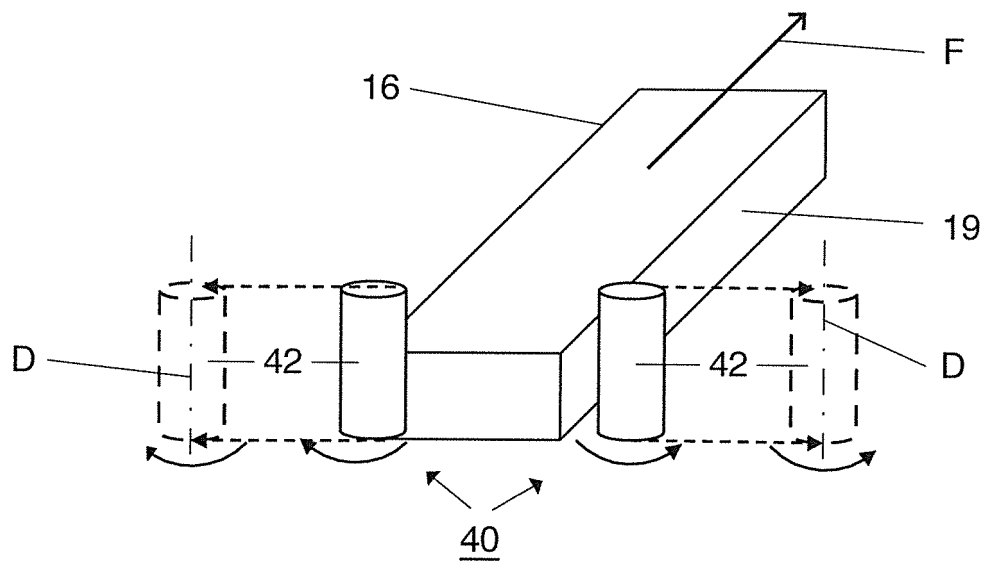


Fig. 18

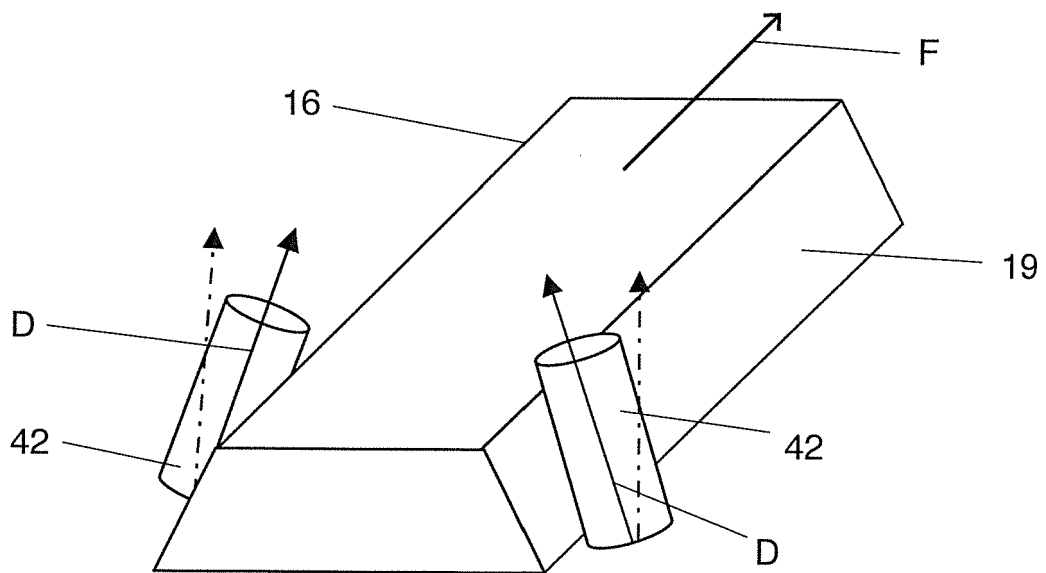


Fig. 19

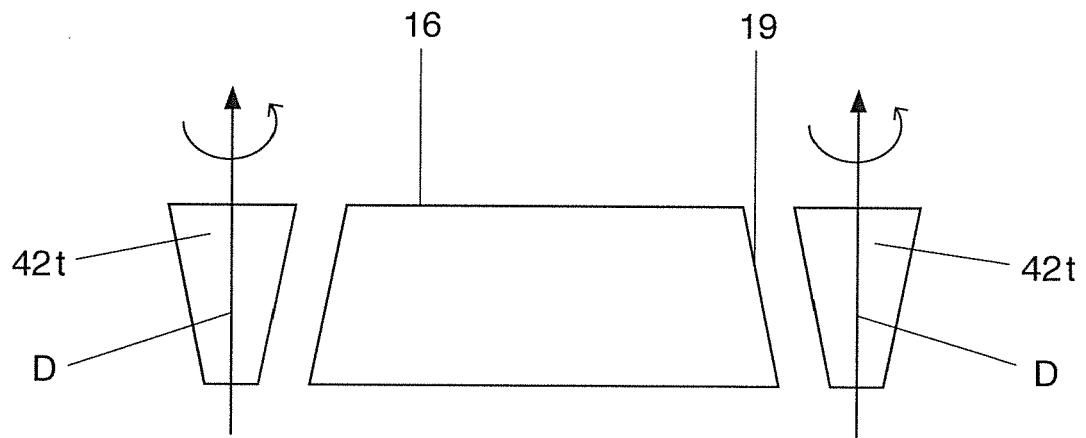


Fig. 20

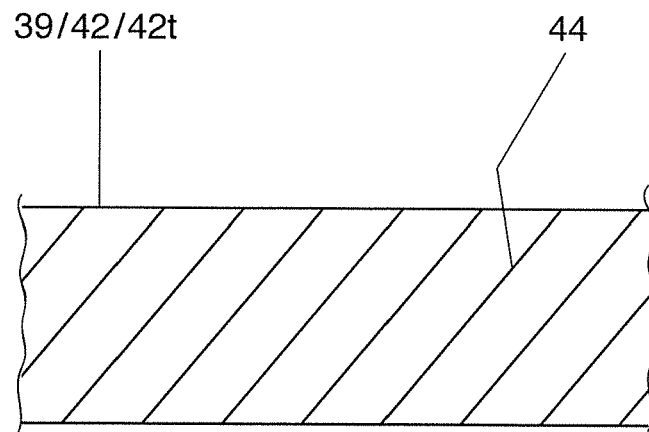


Fig. 21

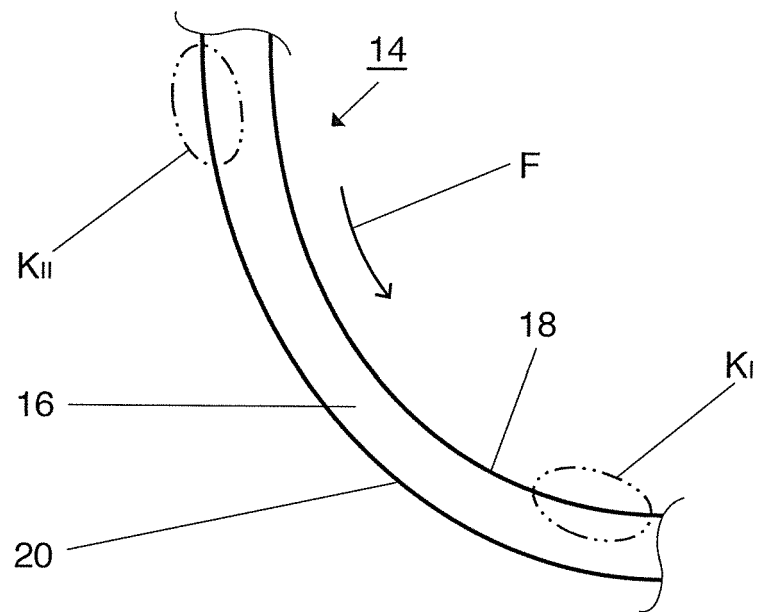


Fig. 22



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 18 17 1182

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 4 709 572 A (YAMADA TSUNEO [JP] ET AL) 1. Dezember 1987 (1987-12-01)	1,8-10	INV. B22D11/12
A	* Spalte 1, Zeile 62 - Spalte 2, Zeile 37; Ansprüche 1,2; Abbildungen 10-14 *	2-7, 11-25	B22D11/128

X	DATABASE WPI Week 197922 Thomson Scientific, London, GB; AN 1979-41340B XP002783364, -& JP S54 49930 A (NIPPON STEEL CORP) 19. April 1979 (1979-04-19)	3,5,7,12	
	* Zusammenfassung; Abbildungen 2-4 *		

X	WO 03/051558 A2 (SMS DEMAG AG [DE]; GEERKENS CHRISTIAN [DE]; WEYER AXEL [DE]) 26. Juni 2003 (2003-06-26)	1-4	
	* das ganze Dokument *		

A	US 4 844 145 A (LACY JOHN P [US]) 4. Juli 1989 (1989-07-04)	11-13,24	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
	* das ganze Dokument *		B22D

A	EP 2 258 499 A1 (IHI CORP [JP]; IHI METALTECH CO LTD [JP]; SUMITOMO METAL IND [JP]) 8. Dezember 2010 (2010-12-08)	9,10,24	
	* das ganze Dokument *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 27. Juli 2018	Prüfer Baumgartner, Robin
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 18 17 1182

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

27-07-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4709572 A	01-12-1987	DE 3581008 D1	07-02-1991
		EP 0170254 A2	05-02-1986
		US 4709572 A	01-12-1987
		US 4802356 A	07-02-1989
JP S5449930 A	19-04-1979	KEINE	
WO 03051558 A2	26-06-2003	AT 301519 T	15-08-2005
		AU 2002356591 A1	30-06-2003
		CA 2469641 A1	26-06-2003
		CN 1620346 A	25-05-2005
		EP 1455976 A2	15-09-2004
		ES 2246428 T3	16-02-2006
		JP 4953554 B2	13-06-2012
		JP 2005511320 A	28-04-2005
		RU 2283204 C2	10-09-2006
		TW 1253360 B	21-04-2006
		US 2005045304 A1	03-03-2005
		WO 03051558 A2	26-06-2003
US 4844145 A	04-07-1989	US 4844145 A	04-07-1989
		WO 8904223 A1	18-05-1989
EP 2258499 A1	08-12-2010	CN 101983113 A	02-03-2011
		EP 2258499 A1	08-12-2010
		JP 5188862 B2	24-04-2013
		JP 2009248127 A	29-10-2009
		KR 20100122490 A	22-11-2010
		TW 200948512 A	01-12-2009
		WO 2009122865 A1	08-10-2009

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82