

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 0 904 865 A2

(12)

### EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
31.03.1999 Patentblatt 1999/13

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: B21C 37/02, B21C 3/08

(21) Anmeldenummer: 98118246.2

(22) Anmeldetag: 25.09.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:  
• Behr, Friedrich Prof. Dr.-Ing.  
47804 Krefeld (DE)  
• Blümel, Klaus Dipl.-Ing.  
46537 Dinslaken (DE)  
• Flehmig, Thomas Dr.-Ing.  
40885 Ratingen (DE)

(30) Priorität: 30.09.1997 DE 19743093

(71) Anmelder: Thyssen Krupp Stahl AG  
40211 Düsseldorf (DE)

(74) Vertreter: Cohausz & Florack  
Patentanwälte  
Kanzlerstrasse 8a  
40472 Düsseldorf (DE)

#### (54) Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen eines Metallbandes mit über seine Breite verschieden dicken Bereichen

(57) Die Erfindung bezieht sich auf das Herstellen eines Metallbandes mit eingeformten dünneren Streifen. Dazu wird das Band B durch einen Ziehspalt 1,2 gezogen, der von der Stirnseite einer geneigt angestellten Arbeitsrolle 3 und einer Stützrolle 4 gebildet wird, die als Arbeitswalze ausgebildet sein kann. Beim Ziehen durch diesen Arbeitsspalt 1,2 wird von den beiden

Rollen 3,4 auf das Band B eine Walzkraft und gleichzeitig eine Zugkraft quer zur Zugrichtung ausgeübt derart, daß das verdrängte Material in den auszudünnenden Bereichen praktisch ausschließlich quer zur Zugrichtung fließt.

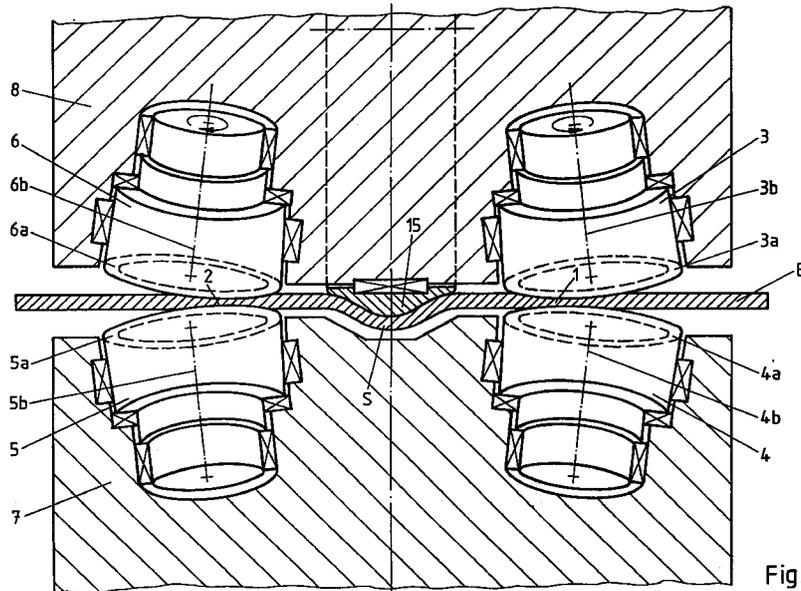


Fig.4

EP 0 904 865 A2

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Metallbandes mit über seine Breite verschiedenen dicken Bereichen und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Aus Gründen eines sparsamen Materialeinsatzes und einer belastungsabhängigen Dimensionierung von Bauteilen werden schon seit längerem Bauteile eingesetzt, die über ihre Fläche und/oder Länge eine unterschiedliche Dicke haben (Umformtechnik, 7.Aachener Stahlkolloquium vom 26. bis 27. März 1992, „4.2 Walzen belastungsoptimierter Längsprofile“ von B.Hachmann, R.Kopp, Aachen). Die Vorprodukte solcher Bauteile werden als „Tailored Blanks“ bezeichnet. In der Praxis gibt es für die Herstellung solcher Tailored Blanks zwei prinzipiell unterschiedliche Fertigungsverfahren.

[0003] Nach einem ersten bekannten Verfahren wird ein Band in seiner Dicke abschnittsweise in einem zustellbaren Walzspalt eines Walzgerüsts vermindert. Aus einem solchen Band mit unterschiedlicher Dicke können dann die Zuschnitte für die gewünschten Bauteile herausgeschnitten werden. Die Vorteile eines solchen Verfahrens bestehen darin, daß die Übergänge von der kleinsten Banddicke zur größten Banddicke stetig sind. Nachteilig ist jedoch, daß die Übergänge eine große Länge haben, weil die Zustellung des Walzspaltes nicht schlagartig erfolgen kann. Von Nachteil ist weiter, daß für die Zustellung des Walzspaltes sehr große Kräfte erforderlich sind. Ein Walzgerüst muß dafür besonders ausgelegt sein, zum Beispiel eine besondere Kompensationsvorrichtung für diese durch die großen Kräfte auftretenden Dehnungen des Walzgerüsts aufweisen. Außerdem läßt sich bei diesem Verfahren die sonst übliche Walzengeschwindigkeit von mehreren 100 Metern nicht ausnutzen. Deshalb ist ein solches Verfahren für die Herstellung von Tailored Blanks nicht geeignet.

[0004] Daneben ist es auch bekannt, ein Metallband mit über seine Breite verschiedenen Dickenbereichen dadurch herzustellen, daß in das Band mindestens ein sich in Bandlängsrichtung erstreckender Streifen geringerer Dicke mittels eines Walzenpaares eingewalzt wird, bei dem eine Walze in Achsrichtung mindestens einen Abschnitt größeren Durchmessers als im übrigen Bereich hat (DE 33 43 709 A1). Es ist nicht bekannt, daß sich ein solches Verfahren zum Herstellen von Tailored Blanks in der Praxis durchgesetzt hat.

[0005] Dagegen ist in der Praxis ein anderes Herstellungsverfahren für Tailored Blanks sehr verbreitet. Bei diesem Verfahren wird von zwei Blechen unterschiedlicher Dicke ausgegangen, die über einen Stumpfstoß miteinander verschweißt werden. Die Vorteile eines solchen Verfahrens bestehen in dem geringen vorrichtungstechnischen Aufwand für das Zusammenschweißen, so daß sich das Verfahren auch für kleine Stückzahlen eignet. Die Nachteile bestehen darin, daß

es keine sanften Übergänge von dem dünneren Material zum dickeren Material gibt, so daß die Gewichtseinsparung unter Berücksichtigung der auftretenden Belastung nicht optimal ist. Hinzu kommt, daß sich mit dem Dickensprung auch ein plötzlicher Spannungsanstieg von dem dickeren zum dünneren Material ergibt. Schließlich ist wegen der herzustellenden Schweißnaht die Produktionsgeschwindigkeit solcher Tailored Blanks klein.

[0006] Schließlich ist unter „Vollprofil-Ziehwalzen“ ein Umformverfahren bekannt (Zeitschrift „DRAHT“ 18 (1967), Nr. 1, Seiten 33 bis 38), bei dem zur Herstellung eines Bandes ein Vollkörper durch einen Spalt, der von zwei frei drehbaren oder angetriebenen Walzen gebildet wird, hindurchgezogen wird. Es ist hierbei nicht vorgesehen, Bänder mit über der Breite unterschiedlich dicken Bereichen herzustellen.

[0007] Davon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen eines Metallbandes mit über seine Breite verschiedenen Dickenbereichen und einem sanften Übergang zu schaffen, das einen geringen Fertigungsaufwand bei einer vergleichsweise hohen Produktionsgeschwindigkeit erlaubt.

[0008] Diese Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens dadurch gelöst, daß in ein Band mit über seine Breite konstanter Dicke mindestens ein sich in Bandlängsrichtung erstreckender Streifen geringer Dicke dadurch eingeformt wird, daß das Band durch mindestens einen, von einer Stirnseite einer Arbeitswalze und einer Stützrolle gebildeten Ziehspalt gezogen wird, wobei die Arbeitswalze mit ihrer Drehachse derart geneigt zur Bandebene angestellt ist, daß bei Durchzug des Bandes die Arbeitswalze mit ihrer Stirnseite auf das Band eine Kraft quer zur Bandlängsrichtung ausübt. Die Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens ist erfindungsgemäß gekennzeichnet durch Führungs- und Zugmittel für das Band und mindestens einem Ziehspalt, der jeweils von der Stirnseite einer Arbeitswalze und einer Stützwalze gebildet wird, wobei die Arbeitswalze mit ihrer Drehachse derart geneigt zur Bandebene angestellt ist, daß bei Durchzug des Bandes die Arbeitswalze mit ihrer Stirnseite auf das Band eine Kraft quer zur Bandlängsrichtung ausübt.

[0009] Bei der Erfindung werden also in ein Band in Bandlängsrichtung verlaufende Bereiche geringerer Dicke als die Ausgangsbanddicke bei durchlaufendem Band eingeformt. Daraus resultiert eine vergleichsweise hohe Produktivität. Auch sind die Übergänge vom dickeren zum dünneren Bereich sanft. Die Breite der dünneren Bereiche läßt sich über den Durchmesser der Arbeitswalze und deren Anstellung beeinflussen. Das gilt auch für die Übergangsbereiche. Da jede Arbeitswalze auf das Material im ausgedünnten Bereich quer zur Bandrichtung einwirkt, wird die Fließrichtung des zu verdrängenden Materials beeinflusst. Anders als beim Einförmigen einer Nut in ein Band mit einer Rolle mit zylindrischer Mantelfläche kommt es deshalb nicht zu

unzulässig hoher Belastung des Materials, aus der ein Riß des Bandes und eine Welligkeit resultieren können.

[0010] Um die bei der Durchführung des Verfahrens am Band wirksamen Kräfte nicht durch äußere, am Band angreifende Führungsmittel auffangen zu müssen, sieht eine Ausgestaltung der Erfindung vor, daß parallel zu dem Streifen geringerer Dicke gleichzeitig ein weiterer Streifen durch Ziehen des Bandes durch einen dem ersten Ziehspalt spiegelbildlich entsprechenden zweiten Ziehspalt eingeformt wird, wobei die dabei auf das Band ausgeübten Kräfte quer zur Bandlängsrichtung einander kompensieren. Je nach späterer Verwendung können diese Streifen völlig voneinander getrennt sein oder praktisch aneinanderstoßen, so daß man von einem einzigen Streifen ausgehen kann. Eine eventuell in der Mitte zwischen diesen beiden Streifen entstehende Überhöhung läßt sich durch Nachwalzen ausgleichen.

[0011] Um das Metallband streifenweise zu verdünnen, braucht nur auf einer Seite eine Arbeitswalze vorgesehen zu sein, während auf der anderen Seite eine zylindrische Walze als Stützwalze dient. Nach einer Ausgestaltung der Erfindung wird es als vorteilhaft angesehen, wenn als Stützwalze eine weitere Arbeitswalze verwendet wird, so daß von beiden Seiten des Bandes mit gleichartigen zur Bandebene geneigt angestellten Arbeitswalzen umformend auf das Band eingewirkt wird.

[0012] Wie schon erwähnt, kann durch die Dimensionierung der Arbeitswalze an sich Einfluß auf die Dimensionierung des ausgedünnten Streifens genommen werden. Weiter kann Einfluß dadurch genommen werden, daß die Drehachse der Arbeitswalze in verschiedene Richtungen gekippt wird. Vorzugsweise werden die Achsen der Arbeitswalzen sowohl um eine Achse parallel zur Bandlängsachse als auch um eine parallel zur Bandebene und senkrecht zur Bandlängsachse verlaufende Achse gekippt. Über diese Möglichkeiten der Einstellung ergeben sich unterschiedliche Eingriffsbereiche mit unterschiedlichen Krafrichtungen. Werden bei benachbarten Arbeitswalzen deren Drehachsen aufeinander zu und in Zugrichtung des Bandes gekippt, dann treten Zugkräfte zwischen den beiden Arbeitswalzen auf. Zugkräfte treten zwischen den beiden Arbeitswalzen auch dann auf, wenn deren Drehachsen voneinander weg und gegen die Zugrichtung des Bandes gekippt werden. Dagegen treten zwischen den Arbeitswalzen Druckkräfte auf, wenn die Drehachsen der Arbeitswalzen voneinander weg und in Zugrichtung gekippt werden oder aufeinander zu und gegen die Zugrichtung.

[0013] Die Verdrängung von Material in den zu verdünnenden Bereichen quer zur Zugrichtung des Bandes führt dazu, daß bei zwischen den Arbeitswalzen plan gehaltenem Band sich an den Bandrändern eine Welle bildet. Um dies zu verhindern, ist nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, daß in dem freien Bereich zwischen den Ziehspalten eine die

Breitung des Bandes kompensierende Sicke eingeformt wird. Diese Sicke braucht nicht bleibend zu sein, sondern kann später wieder plan gemacht werden.

[0014] Die Aufgabe wird weiter durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 5 gelöst.

[0015] Um bei der Vorrichtung die an den Arbeitswalzen wirksam werdenden Reaktionskräfte beim Einformen der dünneren Streifen auffangen zu können, stützen sie sich nach einer Ausgestaltung der Erfindung mit ihren Mänteln unmittelbar oder mittelbar über Lauf-  
ringe aneinander ab. Bei unmittelbarer Abstützung von zylindrischen oder kegeligen Mänteln können die Arbeitswalzen aufeinander schlupffrei abwälzen. Um ein möglichst schlupffreies Abwälzen bei mittelbarer Abstützung an den Lauf-  
ringen zu gewährleisten, ist nach einer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, daß mehrere konzentrisch übereinander angeordnete und unabhängig voneinander drehbare Lauf-  
ringe die Arbeitswalzen an ihren kegeligen Mänteln abstützen.

[0016] Wie schon weiter oben ausgeführt, ist für das Profil der eingeformten Bereiche unter anderem die Geometrie der Arbeitswalze maßgebend. Nach einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist jede Arbeitswalze an ihrer Stirnseite eine Kegelringfläche als Eingriffsfläche auf. Mit einer solchen Kegelringfläche als Eingriffsfläche läßt sich vor allem der Neigungswinkel des eingeformten Streifens beeinflussen.

[0017] Die Vorrichtung kann mit angetriebenen Arbeitswalzen oder frei drehbaren und dann durch das Band mitgeschleppten Arbeitswalzen arbeiten.

[0018] Vorzugsweise wird das Verfahren angewendet auf warmes Stahlband mit einer Temperatur von  $>600^{\circ}\text{C}$ . Auch wird es als vorteilhaft angesehen, wenn das Verfahren auf rekristallisiert geglühtes kaltes Stahlband angewendet wird, das nach dem Umformen im Umformbereich lokal auf über  $600^{\circ}\text{C}$  erwärmt wird.

[0019] Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert. Im einzelnen zeigen:

Figur 1 ein Band mit zwei dünneren Streifen in isometrischer Darstellung und im Schnitt,

Figur 2 ein Band mit zwei aneinanderstoßenden ausgedünnten Streifen mit zwei Arbeitswalzen in Aufsicht,

Figur 3 das Band gemäß Figur 2 im Querschnitt,

Figur 4 eine Vorrichtung zum Herstellen eines Bandes mit zwei ausgedünnten Bereichen im Querschnitt in einer ersten Ausführung,

Figur 5 die Vorrichtung zum Herstellen eines Metallbandes mit zwei ausgedünnten Bereichen im Querschnitt in einer zweiten Ausführung  
und

Figur 6 verschiedene Eingriffsbereiche bei unterschiedlicher Anstellung der Arbeitswalzen der Figuren 2,4 und 5 an einem Band.

[0020] Die Vorrichtungen gemäß den Figuren 4 und 5 sind zum Herstellen eines Metallbandes mit zwei im Abstand voneinander angeordneten verdünnten Streifen bestimmt. Dazu weist jede Vorrichtung jeweils zwei Paar einen Ziehspalt 1,2 zwischen sich bildender Arbeitswalzen 3,4,5,6 auf. Der Eingriffsbereich dieser Arbeitswalzen 3,4,5,6 befindet sich an deren Stirnseite und wird von Kegelfringflächen 3a,4a,5a,6a gebildet. Die Arbeitswalzen 3,4,5,6 setzen sich aus einzelnen Abschnitten in Achsrichtung abnehmenden Durchmessers zusammen, und zwar insbesondere aus kegelformigen Abschnitten. Die Arbeitswalzen 3,4,5,6 sind in einem Gestell 7,8 mittels Radial- und Axiallager frei drehbar gelagert. Während sie beim Ausführungsbeispiel der Figur 4 nur im Gestell 7,8 abgestützt sind, sind sie beim Ausführungsbeispiel der Figur 5 zusätzlich an mitlaufenden Ringen 9,10,12,13 abgestützt, die aufeinander und auf jeweils einem gestellfesten zylindrischen Lagersitz 11,14 frei drehbar gelagert sind. Eine Formwalze 15 zwischen den oberen Arbeitswalzen 3,4 ist entweder im Gestell (Figur 4) oder auf dem oberen äußeren Stützring 12 frei drehbar gelagert.

[0021] Beiden Ausführungsbeispielen ist gemeinsam, daß die Arbeitswalzen mit ihren Drehachsen 3b,4b,5b,6b zweifach gekippt sind, und zwar zum einen aufeinander zu und zum anderen in Zugrichtung des Bandes B.

[0022] Wird nun ein Band, dessen Dicke größer ist als die lichte Höhe der Ziehspalte 1,2 durch die Vorrichtung der Figur 4 oder 5 gezogen, dann erhält man ein Band, wie es in Figur 1 dargestellt ist. Dabei üben die Arbeitswalzen 3,4,5,6 mit ihren stirnseitigen Kegelfringen 3a,4a,5a,6a in den auszudünnenden Bereichen eine Walzkraft  $w$  aus. Die Eingriffsbereiche sind in Figur 6 dargestellt. Bei frei drehbar gelagerten Arbeitswalzen 3,4,5,6 werden sie beim Durchzug des Bandes mitgeschleppt und üben auf das Band einen Zug quer zur Zugrichtung aus, der dazu führt, daß das Material in den auszudünnenden Bereichen praktisch nur quer zur Bandlängsachse fließt. Dieser Effekt des Fließens des Materials, praktisch nur quer zur Zugrichtung, läßt sich auch mit anderen Anstellungen der Arbeitswalzen erreichen, wie sie in Figur 6b,c und d dargestellt sind. Der Unterschied hierbei ist nur der, daß bei der Anstellung gemäß Figur 6a und b zwischen den auszudünnenden Bereichen Zugspannung herrscht, während bei der Anstellung gemäß Figur 6c und d zwischen den auszudünnenden Bereichen Druckspannung besteht.

[0023] Da beim Durchziehen des Bandes B durch die Ziehspalte 1,2 das Band insgesamt gebreitet wird, bildet sich an den Bandrändern neben den Arbeitswalzen 3,4,5 eine Welle, die Spannungen in das Band einleitet. Diesem Effekt wird bei den Ausführungsbeispielen der Figuren 4 und 5 dadurch entgegengewirkt, daß mittels

der Formwalze 15 in das Band B vorübergehend eine Sicke eingeformt wird. Diese Sicke kompensiert die sich sonst an den Bandrändern auswirkende Breitung.

[0024] Das Ausführungsbeispiel der Figur 2 unterscheidet sich von denen der Figuren 4 und 5 nur dadurch, daß die Arbeitswalzen 17,18 unmittelbar nebeneinander angeordnet sind. Sie können dann aufeinander abwälzen und sich somit aneinander abstützen. Beim Einsatz derart angestellter Arbeitswalzen 17,18 entsteht ein Band, wie es im Querschnitt in Figur 3 dargestellt ist. Der bei diesem Band leicht erhöhte Mittenbereich M kann in einem nachfolgenden Walzvorgang eingeebnet werden. Soll zur Kompensierung der Breitung vorübergehend eine Sicke in das Band B geformt werden, so kann dies in vorteilhafter Weise mittels eines hier nicht dargestellten Gleitschuhs erfolgen, welcher in dem freien Zwickelbereich zwischen den Arbeitswalzen 17,18 angeordnet wird.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Metallbandes mit über seine Breite verschieden dicken Bereichen, wobei in ein Band (B) mit über seine Breite konstanter Dicke mindestens ein sich in Bandlängsrichtung erstreckender Streifen geringer Dicke dadurch eingeformt wird, daß das Band (B) durch mindestens einen von einer Stirnseite einer Arbeitswalze und einer Stützwalze gebildeten Ziehspalt gezogen wird, wobei die Arbeitswalze mit ihrer Drehachse derart geneigt zur Bandebene angestellt ist, daß bei Durchzug des Bandes (B) die Arbeitswalze mit ihrer Stirnseite auf das Band (B) eine Kraft quer zur Bandlängsrichtung ausübt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** parallel zu dem Streifen geringerer Dicke gleichzeitig ein weiterer Streifen durch Ziehen des Bandes (B) durch einen dem ersten Ziehspalt spiegelbildlich entsprechenden zweiten Ziehspalt eingeformt wird, wobei die dabei auf das Band ausgeübten Kräfte quer zur Bandlängsrichtung einander kompensieren.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Stützwalze eine weitere Arbeitswalze verwendet wird, so daß von beiden Seiten des Bandes (B) mit gleichartigen, zur Bandebene geneigt angestellten Arbeitswalzen umformend auf das Band (B) eingewirkt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei zwei eine Breitung des Bandes zwischen sich bewirkenden Ziehspalten zwischen den Ziehspalten eine diese Breitung kompensierende Sicke (S) eingeformt wird.

5. Vorrichtung zum Herstellen eines Metallbandes mit über seine Breite verschiedenen dicken Bereichen zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 mit Führungs- und Zugmitteln für das Band (B) und mindestens einem Ziehspalt (1,2), der jeweils von der Stirnseite einer Arbeitswalze (3,6) und einer Stützwalze gebildet wird, wobei die Arbeitswalze (3,6) mit ihrer Drehachse (3b,6b) derart geneigt zur Bandebene angestellt ist, daß bei Durchzug des Bandes (B) die Arbeitswalze (3) mit ihrer Stirnseite auf das Band (B) eine Kraft quer zur Bandlängsrichtung ausübt. 5 10
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Stützwalze eine weitere Arbeitswalze (4,5) vorgesehen ist, so daß jeder Ziehspalt (1,2) von jeweils zwei gleichartigen, zur Bandebene geneigt angestellten Arbeitswalzen (3,4,5,6) gebildet wird. 15 20
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Achsen der Arbeitswalzen sowohl um eine Achse parallel zur Bandlängsachse als auch um eine parallel zur Bandebene und senkrecht zur Bandlängsachse verlaufende Achse gekippt sind. 25
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Arbeitswalzen (3,4,5,6) sich mit ihren Mänteln unmittelbar oder mittelbar über Laufringe (9,10,12,13) aneinander abstützen. 30
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei mittelbarer Abstützung der Arbeitswalzen (3,4,5,6) zwischen den Ziehspalten (1,2) auf einer Bandseite eine Formwalze (15) zum Einformen einer Sicke (S) vorgesehen ist. 35 40
10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Mäntel der Arbeitswalzen (3,4,5,6) kegelig sind. 45
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur mittelbaren Abstützung der Arbeitswalzen (3,4,5,6) mehrere konzentrisch übereinander angeordnete und unabhängig voneinander drehbare Laufringe (9,10,12,13) die Arbeitswalzen an ihren kegeligen Mänteln abstützen. 50
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** jede Arbeitswalze (3,4,5,6) an ihrer dem Ziehspalt zugeordneten Stirnseite eine Kegelringfläche (3a,4a,5a,6a) als Eingriffsfläche aufweist. 55

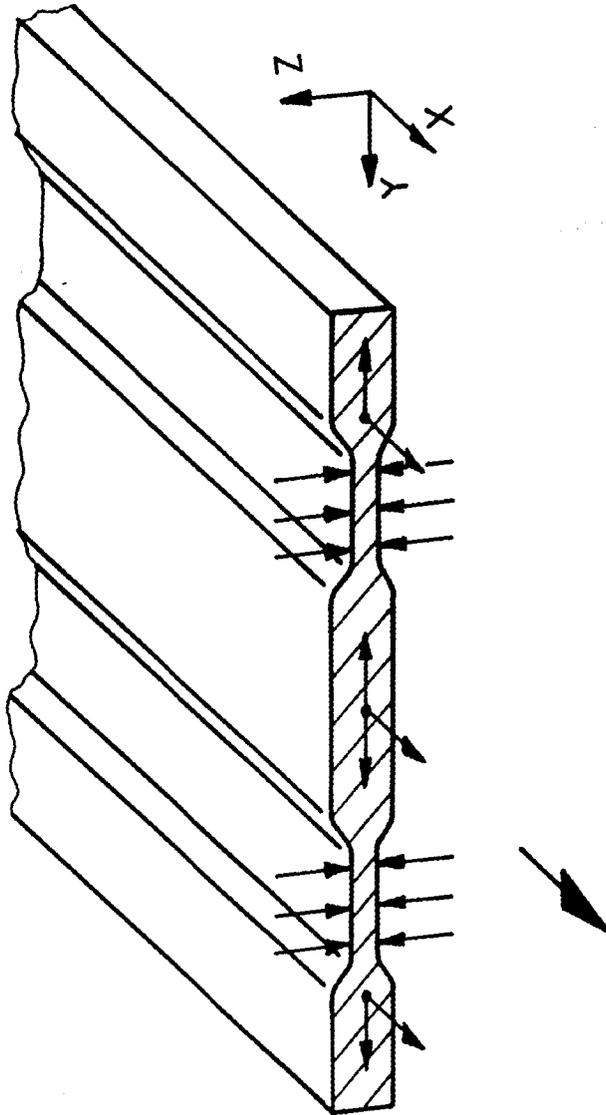


Fig.1

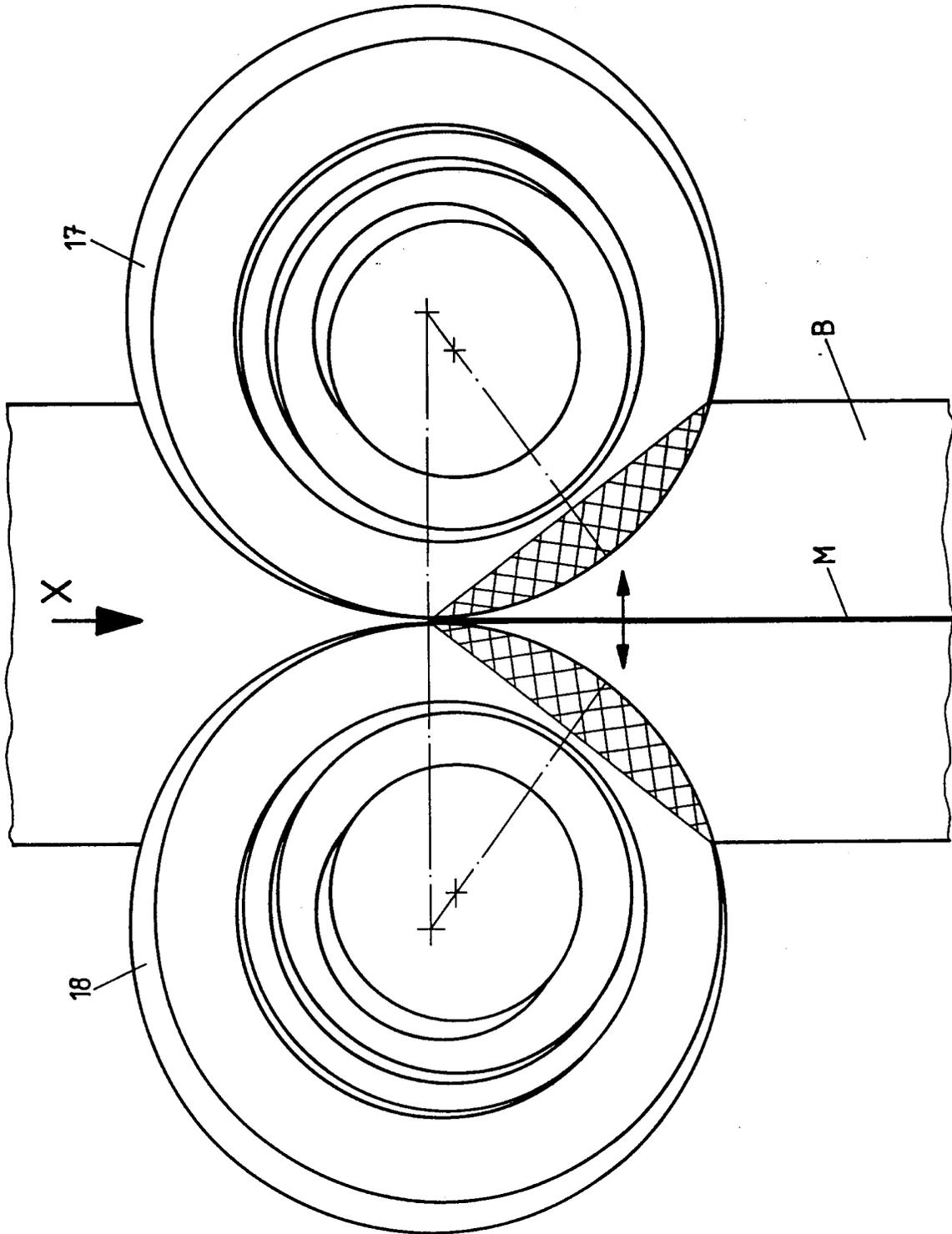


Fig.2

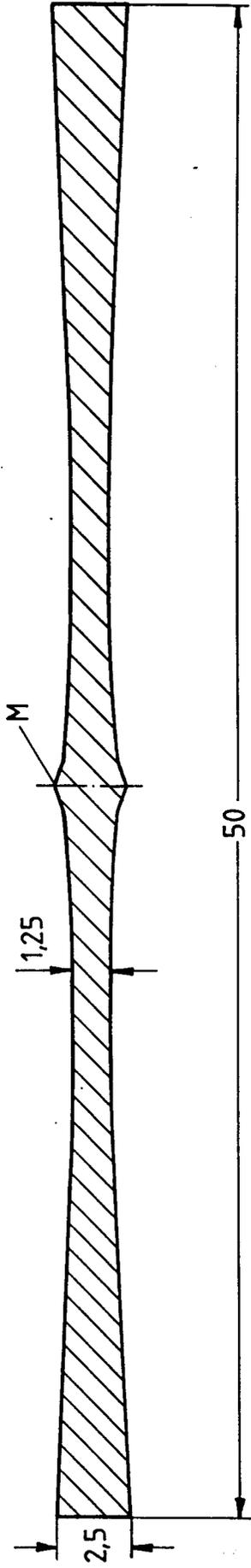
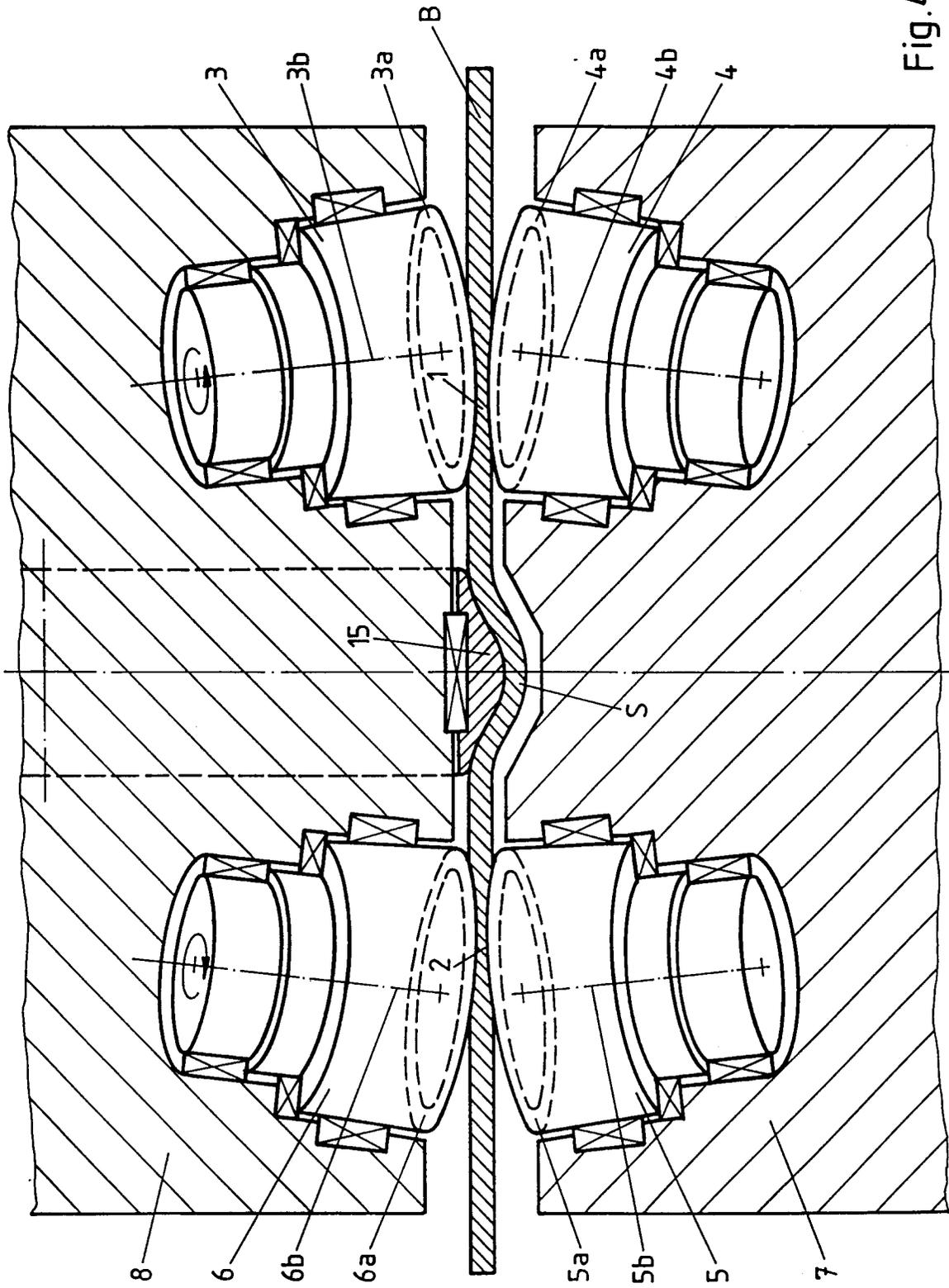


Fig.3



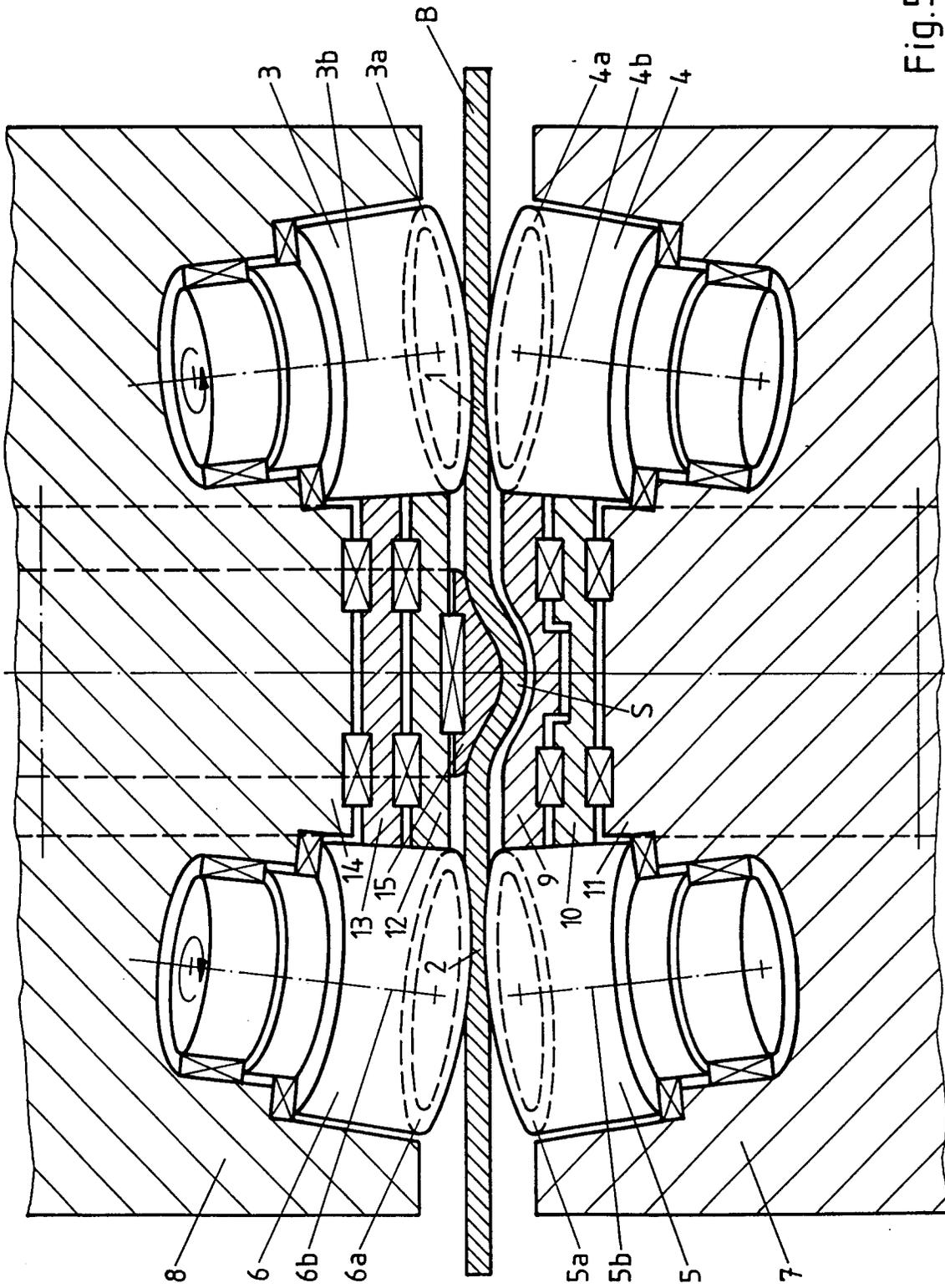


Fig.5

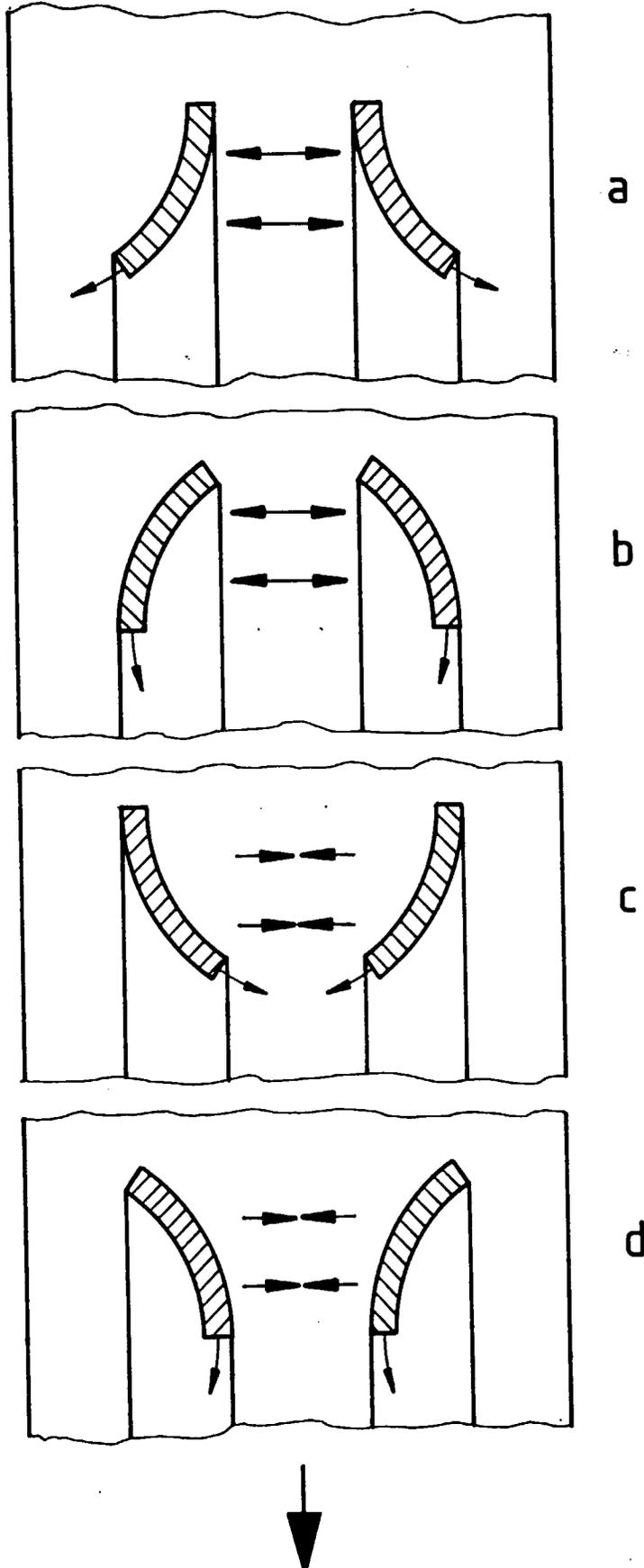


Fig.6