



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
14.10.2009 Patentblatt 2009/42

(51) Int Cl.:
D21F 3/10 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09155207.5**

(22) Anmeldetag: **16.03.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
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 SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

(71) Anmelder: **Voith Patent GmbH**
89522 Heidenheim (DE)

(72) Erfinder:
• **Weinberger, Herbert**
3180 Lilienfeld (AT)
• **Hochreiter, Florian**
3143 Pyhra (AT)

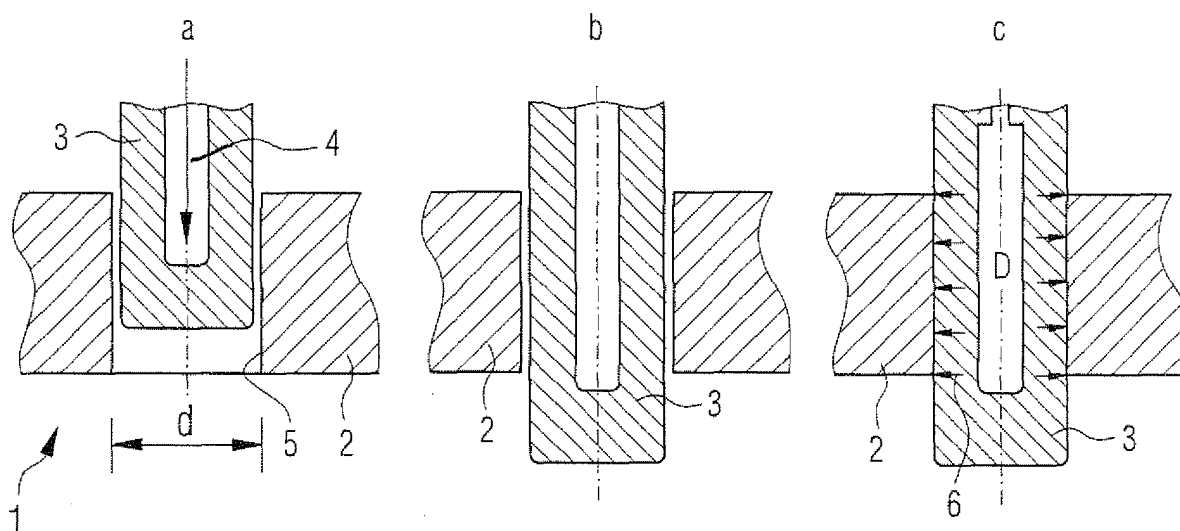
(30) Priorität: **08.04.2008 DE 102008001052**
31.07.2008 DE 102008040910

(54) **Verfahren zur Herstellung von Maschinenteilen und danach hergestellter Walzenmantel**

(57) Verfahren zur Herstellung von mechanisch hoch belastbaren Maschinenteilen mit mindestens einer Durchtrittsöffnung, insbesondere Saugwalzenmäntel von Papiermaschinen, wobei die Materialeigenschaften

des Maschinenteils lokal begrenzt im Bereich der Durchtrittsöffnungen im Sinne einer Erhöhung der Beständigkeit gegen Schwingungsrisskorrosion des Maschinenteils verändert werden, sowie nach diesem Verfahren hergestellter Walzenmantel.

Fig.1



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von mechanisch hoch belastbaren Maschinenteilen mit mindestens einer Durchtrittsöffnung, insbesondere Saugwalzenmäntel von Papiermaschinen.

[0002] Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung Walzenmäntel mit mindestens einer Durchtrittsöffnung, insbesondere Saugwalzenmäntel für Papiermaschinen.

[0003] Walzen im Nassbereich von Papiermaschinen sind im Betrieb permanent durch chemisch-aggressive Medien belastet. Üblicherweise werden solche Maschinenteile durch Anstriche oder spezielle Beschichtungen vor Korrosion geschützt. Da der Übergang der Bohrlochmantelfläche zu den Walzenmantelflächen scharfkantig ist, ist die Haftfähigkeit der Beschichtung eben dort kritisch. Darüber hinaus wäre die Beschichtung im Bereich der Lochwand mit sehr geringer Oberflächenrauigkeit zu realisieren, um ein Verstopfen der Saugwalzenlöcher zu vermeiden.

[0004] Um Korrosionsschutz zu gewährleisten, werden daher Saugwalzenmäntel aus speziellen Werkstoffen gefertigt, bei denen sich aufgrund der Werkstofflegierung eine Passivschicht selbständig bildet. Unter bestimmten Bedingungen erneuert sich diese Schutzschicht nach einer Beschädigung wie Kratzer, Risse und ähnliches auch selbst.

[0005] Bedingt durch die Wechselwirkung der permanenten Wirkung korrosiver Medien an Fehlstellen der Schutzschicht und der mechanischen, allgemein dynamischen Spannungen im Material ermüdet jeder Saugwalzenmantel. Es kommt zur sogenannten Schwingungsrissskorrosion. Bei bestimmten Saugwalzentypen kommt es mittelfristig zur Rissbildung, sodass die Lebensdauer auf wenige Jahre reduziert wird. Eine höherwertige Legierung kann diese Rissbildung nicht verhindern, sondern bewirkt nur, dass die Rissbildung bzw. das Risswachstum verlangsamt wird.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, mit welchem die Rissbildung bei derartigen Maschinenteilen reduziert oder verhindert werden kann.

[0007] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass die Materialeigenschaften des Maschinenteils lokal begrenzt im Bereich der Durchtrittsöffnung im Sinne einer Erhöhung der Beständigkeit gegen Schwingungsrissskorrosion des Maschinenteils verändert werden.

[0008] Erfindungsgemäß wurde festgestellt, dass es ausreicht, die Beständigkeit gegen Schwingungsrissskorrosion im Bereich der Durchtrittsöffnung zu erhöhen. Während am Lochrand sehr hohe Zugspannungen herrschen, fallen diese innerhalb weniger zehntel Millimeter in einen nicht kritischen Bereich ab. Es ist daher nicht erforderlich, die Beständigkeit gegen Schwingungsrissskorrosion über größere Bereiche oder gar flächendeckend zu erhöhen.

[0009] Durch das erfindungsgemäße Verfahren kann

eine wesentlich höhere Lebensdauer erreicht werden, oder bei gleicher Lebensdauer können günstigere Materialien eingesetzt werden. In beiden Fällen werden die Lebenszykluskosten reduziert.

5 [0010] Die Erhöhung der Festigkeit kann durch Einbringen von Eigenspannungen oder durch Gefügeveränderung erfolgen. Die Eigenspannungen können insbesondere mechanisch, die Gefügeveränderung thermisch erzeugt werden. Eine mechanische Erzeugung von Eigenspannungen erfolgt bevorzugt durch plastische Verformung, eine thermische Veränderung des Materialgefüges bevorzugt durch lokales Erhitzen und rasches Abkühlen.

10 [0011] Das Einbringen von Eigenspannungen hat den Vorteil, dass durch Überlagerung dieser Eigenspannungen mit den Spannungen durch die äußere Belastung die für das Materialversagen kritische Zugspannung herabgesetzt wird.

15 [0012] Es wurde festgestellt, dass ein Einbringen von Eigenspannungen in einem Bereich von wenigen zehntel Millimetern um den Rand der Durchtrittsöffnung herum ausreicht, um die Lebensdauer deutlich zu erhöhen. Ebenso wurde festgestellt, dass es ausreichen kann, Eigenspannungen nur in einem oberflächennahen Bereich des Maschinenteils vorzusehen, wobei dies nur auf einer Seite oder auf beiden Seiten des Maschinenteils möglich ist. Durch diese lokal begrenzte Erzeugung von Eigenspannungen werden die Eigenschaften in den übrigen Bereichen wie beispielsweise die Rauigkeit der Oberfläche nicht beeinflusst.

20 [0013] Sinnvollerweise werden die Eigenspannungen nach der Herstellung der Durchtrittsöffnungen erzeugt.

25 [0014] Nach einer Ausgestaltung der Erfindung wird ein Werkzeug wie Kugel oder Stößel mit größerem Durchmesser als die Durchtrittsöffnung durch diese hindurchgeführt. Hierdurch wird mechanischer Druck auf die Wand der Durchtrittsöffnung und den oberflächennahen Bereich derselben ausgeübt, wodurch die gewünschten Eigenspannungen erzeugt werden können. Das Übermaß beträgt dabei bevorzugt zwischen ca. 0,5 µm und ca. 15 µm.

30 [0015] Eine Druckausübung auf die Wand der Durchtrittsöffnungen und/oder deren oberflächennahen Bereiche kann auch hydrostatisch erfolgen. Beispielsweise kann ein Hohlhorn in die Durchtrittsöffnungen eingeführt und durch Einbringen eines Druckmediums aufgeweitet werden.

35 [0016] Das erfindungsgemäße Verfahren ist grundsätzlich bei verschiedenen Materialien, speziell bei Metallen, einsetzbar.

40 [0017] Insbesondere kann bei sogenannten Duplexstählen die Festigkeit des Maschinenteils durch Verändern des Materialgefüges im Bereich der Durchtrittsöffnung verbessert werden. Die Veränderung des Materialgefüges kann dabei insbesondere durch Erwärmen und anschließend rasches Abkühlen des Randbereichs erfolgen. Als geeignet hat sich eine Erwärmung auf über 1000°C erwiesen. Die Erwärmung kann dabei induktiv

oder mittels Plasmatechnik oder Laser erfolgen. Der durch das Erwärmen erhöhte ferritische Anteil wird durch das rasche Abkühlen stabilisiert.

[0018] Für die induktive Erwärmung kann beispielsweise eine Induktionsspule in die Durchtrittsöffnungen eingefahren werden. Die bevorzugt wassergekühlte Induktionsspule erwärmt die äußerste Randschicht der Bohrung. Für die Erwärmung durch Plasmatechnik kann eine Hohlelektrode mit radialen Löchern in die Bohrung eingefahren werden. Durch die radialen Löcher wird Schutzgas geleitet. Durch Anlegen einer Spannung zwischen Elektrode und Maschinenteil wird ein Plasma erzeugt, welches den Werkstoff an der Wand der Durchtrittsöffnung auf die gewünschte Temperatur bringt, was in wenigen Sekunden möglich ist.

[0019] Aufgrund der Einbringung der hohen Temperatur nur im Randbereich der Durchtrittsöffnungen bzw. nur in geringer Tiefe, reicht die Eigenkühlleistung durch den Wärmeabfluss im Material oftmals aus. Andernfalls kann eine Zusatzkühlung vorgesehen werden, beispielsweise eine Wasserkühlung. Damit kann die gewünschte rasche Abkühlung gewährleistet werden.

[0020] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden nachfolgend beschrieben. Es zeigen, jeweils in schematischer Darstellung:

- Fig. 1a bis c drei Phasen einer Druckeinbringung mittels Hohldorn,
- Fig. 2 einen Querschnitt durch ein Bohrloch eines Walzenmantels mit dem vom Werkzeug einzubringenden Eigenspannungsverlauf,
- Fig. 3a ein Bohrwerkzeug mit einem herkömmlichen positiven Spanwinkel (Stand der Technik),
- Fig. 3b ein Bohrwerkzeug mit negativer Schneidphase,
- Fig. 4 einen Querschnitt durch ein Bohrloch eines Walzenmantels mit stößelartigem Werkzeug,
- Fig. 5 einen Querschnitt durch ein Bohrloch eines Walzenmantels mit eingebrachter Hohlelektrode, und
- Fig. 6 einen Querschnitt durch ein Bohrloch eines Walzenmantels mit eingezeichnetem Temperaturverlauf.

[0021] In Fig. 1 ist dargestellt, wie durch Einbringen eines hydrostatischen Druckes in die Bohrung 1 eines Walzenmantels 2 Druckeigenspannungen im Bereich der Bohrung 1 erzeugt werden. Hierfür wird ein hohler

Dorn 3 mit Spielpassung in das zuvor gebohrte Loch 1 eingeführt, wie mit Pfeil 4 in Fig. 1a dargestellt ist. Nach vollständigem Einführen des Hohldorns 3 gemäß Fig. 1b wird in den Hohldorn 3 ein Druckmedium eingebracht und der Innendruck im Hohldorn 3 so erhöht, dass dieser wie in Fig. 1c dargestellt aufgeweitet wird. Der dadurch auf die Wand 5 der Bohrung 1 ausgeübte Druck ist mit Pfeilen 6 angedeutet. Nach Einbringen der gewünschten Druckeigenspannungen wird das Druckmedium aus dem Hohldorn 3 wieder abgelassen und der Hohldorn 3 nach Rückverformung aus der Bohrung 1 herausgezogen.

[0022] Die durch dieses Verfahren hergestellten Druckeigenspannungen sind in Fig. 2 dargestellt. Der Druckverlauf ist über die Bohrungstiefe mit P_1 dargestellt. Die Pfeile 6 kennzeichnen den eingebrachten hydrostatischen Druck. Wie man sieht, bleiben die eingebrachten Druckspannungen über die gesamte Bohrungstiefe relativ konstant. Dies entspricht dem Verlauf der Zugspannungen bei Belastung des Walzenmantels und wirkt daher einer Schwingungsrissskorrosion in der gewünschten Weise entgegen.

[0023] In Fig. 3 ist dargestellt, wie durch mechanische Bearbeitung Druckeigenspannungen in einer Bohrung 1 erzeugt werden können. Fig. 3a zeigt die Bearbeitung einer bereits bestehenden Bohrung mit einem konventionellen Bohrwerkzeug. Fig. 3b zeigt ein Werkzeug 8, welches aus einer Kombination aus einem Bohrwerkzeug und einem plastischen Verformungswerkzeug besteht und mit einer negativen Schneidphase 9 zur Erzeugung der Druckeigenspannungen versehen ist. Die negative Schneidphase hat bevorzugt eine Größe von ca. 0,05 mm bis ca. 0,2 mm.

[0024] Eine weitere Variante ist in Fig. 4 dargestellt. Hier wird ein stößelartiges Werkzeug 10 mit einem erweiterten beispielsweise sphärischen Kopf 11 in die Bohrung 1 eingeführt. Der Durchmesser D des Kopfes 11 ist dabei um ca. 0,5 bis ca. 15 μm größer als der Durchmesser d der Bohrung 1. Das Ein- und Ausführen erfolgt gemäß Doppelpfeil 12.

[0025] Fig. 5 zeigt die Einbringung einer hohen Temperatur in den Wandbereich der Bohrung 1 zur oberflächennahen Veränderung des Gefüges des Werkstücks. Dies erfolgt beispielsweise, wie dargestellt, mittels einer hohlen Elektrode 13, die mit radialen Löchern 14 versehen ist. Gemäß Pfeil 15 wird in die Hohlelektrode Schutzgas eingebracht, welches gemäß den Pfeilen 16 aus den radialen Löchern 14 ausströmt. Zwischen Hohlelektrode 13 und Walzenmantel 2 wird sodann durch Anlegen einer Spannung ein Plasma erzeugt, welches den Werkstoff des Walzenmantels 2 an der Bohrungswand auf die gewünschte Temperatur, insbesondere größer 1000°C bringt. Die Erwärmung erfolgt nur für wenige Sekunden. Danach wird der Walzenmantel 2 gekühlt, was durch den Wärmeabfluss im Material selbst erfolgen kann, also durch die Eigenkühlleistung des Materials. Sollte dies nicht ausreichen, kann auch eine separate Kühlung, beispielsweise Wasserkühlung vorgesehen sein.

[0026] Der durch das Plasma in der Bohrung erzeugte

Temperaturverlauf ist in Fig. 6 dargestellt. Die Temperatur T ist dabei über die Bohrungstiefe aufgetragen. Sie ist wie erkennbar in den Randbereichen am größten. Hierdurch wird eine Gefügeveränderung im Walzenmaterial erzeugt, wodurch das Phasenverhältnis zwischen ferritischem Stahl und austenitischem Stahl so geändert werden kann, dass im Bereich der Bohrung und insbesondere an den Bohrungsrändern ein Ferritanteil von größer 70 % bis zu 99,9 % erreicht wird. Dadurch werden die Materialeigenschaften im Bereich der Bohrung, also in den kritischen Zonen bezüglich der Schwingungsrissskorrosion, durch den Ferritanteil bestimmt. In den übrigen Bereichen bleiben die Phasenanteile unverändert, sodass dort die vorteilhaften Eigenschaften der austenitischen Phase erhalten bleiben.

[0027] Durch die rasche Abkühlung wird der zuvor bei erhöhter Temperatur vorliegende Zustand mit hohem Ferritanteil eingefroren. Da diese Aufhärtung durch Erhöhung des Ferritanteils nur im Bereich der Bohrungen und dort nur in den Randbereichen erforderlich ist, genügt auch die Einbringung einer verhältnismäßig geringen Wärmemenge. Dementsprechend kann auch die Abkühlung verhältnismäßig einfach bewerkstelligt werden. Anstelle der beschriebenen Plasmatechnik kann auch eine induktive Methode verwendet werden, bei welcher eine Induktionsspule in das Bohrloch gesenkt wird und durch Induktion hohe Temperaturen erzeugt werden. Des Weiteren besteht auch die Möglichkeit, die Erwärmung durch Lasertechnik zu bewirken.

Bezugszeichenliste

[0028]

- 1 Bohrung
- 2 Walzenmantel
- 3 Hohldorn
- 4 Pfeil
- 5 Wand von 1
- 6 Pfeil
- 7 Werkzeug
- 8 Werkzeug
- 9 Schneidphase
- 10 Stößel
- 11 Kopf von 10
- 12 Doppelpfeil

- 13 Hohlelektrode
- 14 Radialloch
- 5 15 Pfeil
- 16 Pfeil
- D Durchmesser von 11
- 10 d Durchmesser von 1
- P₁ Druckverlauf über die Bohrungstiefe
- T Temperaturverlauf über die Bohrungstiefe
- α Spanwinkel

15

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von mechanisch hoch belastbaren Maschinenteilen mit mindestens einer Durchtrittsöffnung (1), insbesondere Saugwalzenmäntel von Papiermaschinen,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Materialeigenschaften des Maschinenteils (2) lokal begrenzt im Bereich der Durchtrittsöffnung (1) im Sinne einer Erhöhung der Beständigkeit gegen Schwingungsrissskorrosion des Maschinenteils (2) verändert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Beständigkeit gegen Schwingungsrissskorrosion durch Einbringen von Eigenspannungen und/oder durch Gefügeveränderung im Maschinenteil (2) erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Eigenspannungen mechanisch, insbesondere durch plastische Verformung erzeugt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Änderung des Materialgefüges durch thermische Behandlung erreicht wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Materialeigenschaften in einem Bereich von bis zu etwa 1 Millimeter um den Rand der Durchtrittsöffnung (1) herum und/oder nur in einem oder beiden oberflächennahen Bereichen der Durchtrittsöffnung (1) verändert werden.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Materialeigenschaften nach der Herstellung der

Durchtrittsöffnung (1) verändert werden.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
durch die Durchtrittsöffnung (1) ein Werkzeug wie beispielsweise Kugel oder Stößel (10) mit einem Durchmesser (D) hindurchgeführt wird, der größer ist als der Durchmesser (d) der Durchtrittsöffnung (1). 5
8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Übermaß ca. 0,5 μm bis ca. 15 μm beträgt. 10
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
auf die Wand (5) der Durchtrittsöffnung (1) hydrostatisch Druck ausgeübt wird. 15
10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
in die Durchtrittsöffnung (1) ein Hohldorn (3) eingebracht und durch Einbringen eines Druckmediums ausgedehnt wird. 20
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
Druckeigenspannungen durch Bohren mit einem Werkzeug (7) mit negativem Spanwinkel und/oder durch Bohren mit einem Werkzeug (8) mit zusätzlicher negativer Schneidphase (9) eingebracht werden. 25
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
als Material für das Maschinenteil (2) Metall, insbesondere Bronze, Stahl oder Duplexstahl verwendet wird. 30
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Materialgefüge des Maschinenteils (2) durch Erwärmen und anschließend rasches Abkühlen des Bereichs der Durchtrittsöffnung (1) verändert wird. 35
14. Verfahren nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet, dass
insbesondere für Stähle eine Erwärmung auf größer 1000°C erfolgt. 40
15. Verfahren nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Erwärmung induktiv oder mittels Plasmatechnik 45

oder mittels Laser vorgenommen wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet, dass
in die Durchtrittsöffnung (1) eine Induktionsspule eingefahren und die Erwärmung induktiv durchgeführt wird. 50
17. Verfahren nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet, dass
in die Durchtrittsöffnung (1) eine Hohlelektrode (13) mit radialen Löchern eingefahren wird, dass sodann durch die radialen Löcher (14) ein Schutzgas hindurchgeführt wird und dass durch Anlegen einer Spannung zwischen Hohlelektrode (13) und Maschinenteil (2) ein Plasma erzeugt wird. 55
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 17,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Zusatzkühlung, insbesondere Wasserkühlung vorgesehen ist.
19. Walzenmantel (2) mit mindestens einer Durchtrittsöffnung (1), insbesondere Saugwalzenmantel für eine Papiermaschine,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Beständigkeit gegen Schwingungsrissskorrosion des Walzenmantels (2) lokal begrenzt im Bereich der Durchtrittsöffnung (1) erhöht ist.
20. Walzenmantel nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet, dass
die erhöhte Beständigkeit gegen Schwingungsrissskorrosion durch ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18 erzeugt worden ist.

Fig.1

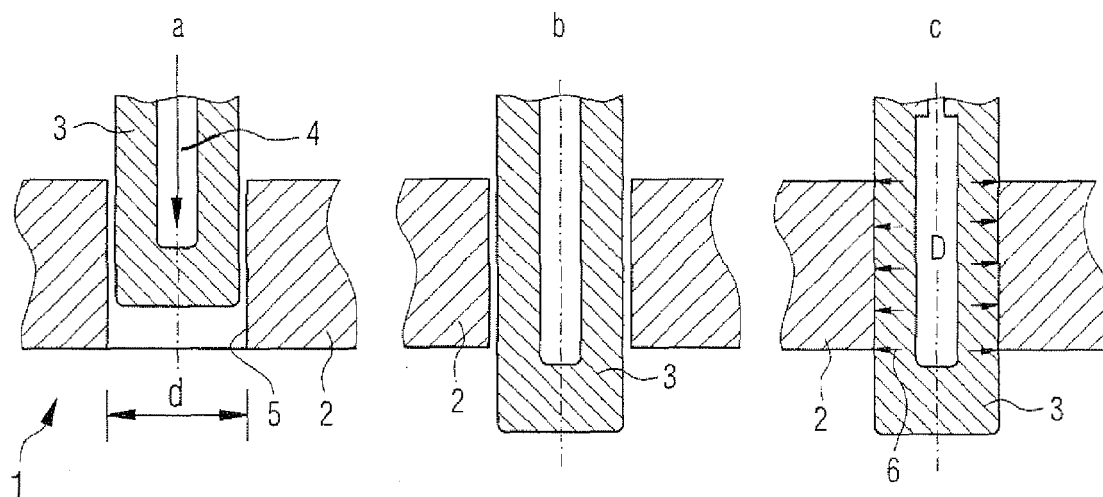


Fig.2

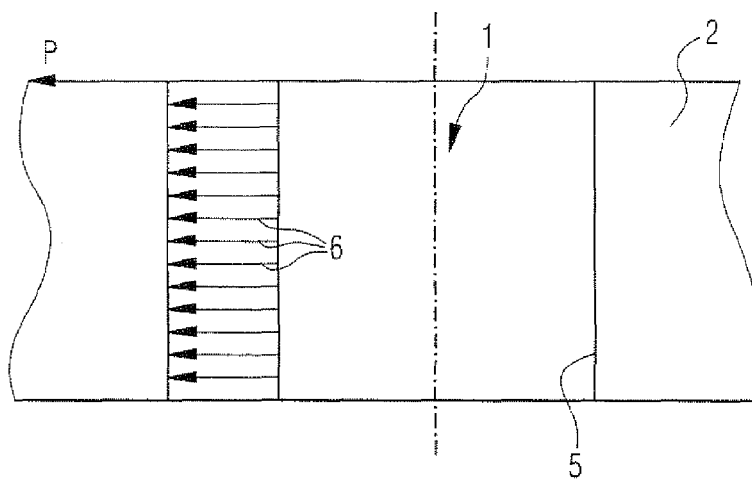


Fig.3

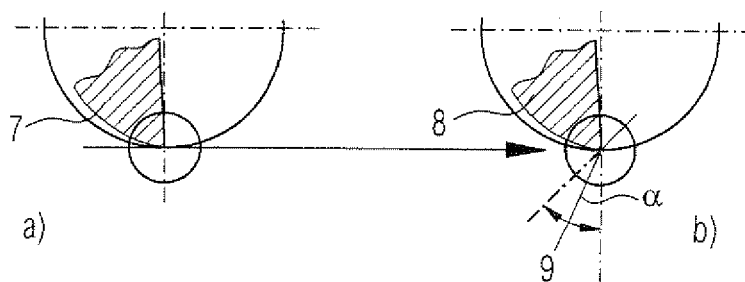


Fig.4

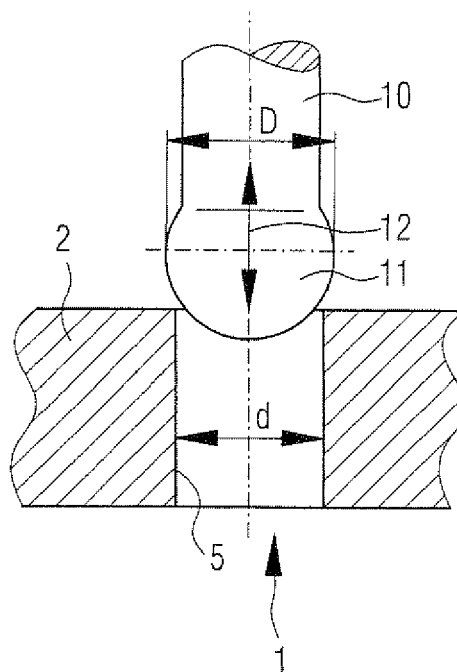


Fig.5

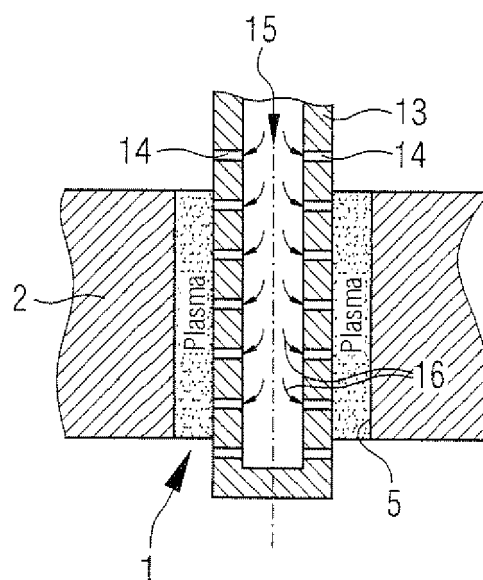


Fig.6

