



CH 679465 A5



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 679465 A5

⑤ Int. Cl.⁵: B 23 F 1/04

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-lichtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer: 3089/89

⑦ Inhaber:
Maag-Zahnräder & -Maschinen Aktiengesellschaft,
Zürich

㉑ Anmeldungsdatum: 25.08.1989

⑦ Erfinder:
Krämer, Helmut, Weingarten (DE)

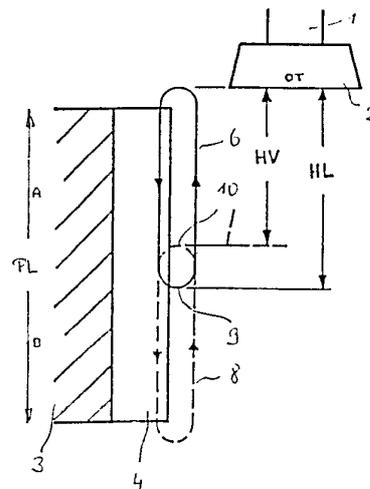
㉒ Patent erteilt: 28.02.1992

④ Patentschrift
veröffentlicht: 28.02.1992

⑦ Vertreter:
Troesch Scheidegger Werner AG, Zürich

⑤ Verfahren zum Herstellen von profilierten Werkstücken.

⑤ Verfahren zum Herstellen von profilierten Werkstücken durch eine Werkzeugmaschine, deren Werkzeug- und Werkstückträger eine hin- und hergehende Hubbewegung ausführt, wobei mindestens ein Werkzeug in Bewegungsrichtung des Trägers ein Profil am Werkstück erzeugt. Die Länge (HL) der Hubbewegung ist dabei kleiner als die Länge (PL) des Profils (4) in Hubrichtung. Das Profil (4) in Richtung der Relativbewegung zwischen Werkzeug (2) und Werkstück (3) wird in mindestens zwei Abschnitte (A, B) unterteilt, die getrennt voneinander erzeugt werden.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von profilierten Werkstücken nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Bei Werkzeugmaschinen, deren Werkzeugträger eine hin- und hergehende Hubbewegung ausführen, ist die Länge des herzustellenden Profils in Hubrichtung gesehen begrenzt durch den maximalen Hub des Werkzeugträgers. Zahnrad-Wälzstossmaschinen bspw. weisen eine maximal einstellbare Hublänge ihrer Stossspindel auf. Durch diese Hublänge ist die maximal herstellbare Verzahn- oder Profillänge begrenzt. Grosse Verzahn- oder Profillängen erfordern somit Werkzeugmaschinen, deren Werkzeugträger eine entsprechend grosse Hubbewegung auszuführen vermag. Diese Werkzeugmaschinen sind jedoch in Anschaffung und Unterhalt teuer. Solche Werkzeugmaschinen weisen weiterhin den Nachteil auf, dass infolge ihrer grossen Hublänge die Hubfrequenz geringer ist als bei Werkzeugmaschinen mit einer kurzen Hublänge. Ein weiterer Nachteil der Werkzeugmaschinen mit grosser Hublänge besteht darin, dass infolge der langen Kontaktzeit zwischen Werkstück und Werkzeug die Werkzeugstandzeit reduziert ist. Das Vorstehende gilt in gleicher Weise für Werkzeugmaschinen, bei denen der Werkstückträger eine Hubbewegung ausführt.

Es besteht die Aufgabe, das Verfahren so auszubilden, dass grosse Profillängen mit einer Werkzeugmaschine herstellbar sind, die nur einen dazu begrenzten Hub ihres Werkzeug- oder Werkstückträgers aufweisen.

Gelöst wird diese Aufgabe mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruches 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind den abhängigen Ansprüchen entnehmbar.

Mehrere Ausführungsbeispiele des Verfahrens werden nachfolgend an Hand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: schematisch ein Werkstück und ein Werkzeug zur Ausführung einer ersten Verfahrensvariante;

Fig. 2: eine Darstellung dieser ersten Verfahrensvariante;

Fig. 3: eine der Fig. 1 entsprechende Darstellung zur Erläuterung einer zweiten Verfahrensvariante;

Fig. 4: eine der Fig. 1 entsprechende Darstellung zur Erläuterung einer aus der Kombination der ersten und zweiten Verfahrensvariante zusammengesetzten dritten Verfahrensvariante;

Fig. 5: eine der Fig. 1 entsprechende Darstellung zur Erläuterung einer vierten Verfahrensvariante;

Fig. 6: eine der Fig. 1 entsprechende Darstellung zur Erläuterung einer fünften Verfahrensvariante, die sich aus der Kombination der ersten und vierten Verfahrensvariante ergibt;

Fig. 7: eine Darstellung der Verhältnisse beim Auslauf eines Werkzeugs aus einem Werkstück;

Fig. 8: eine Darstellung der Verhältnisse beim Einlauf eines Werkzeugs in ein Werkstück;

Fig. 9: ein Zahnradprofil mit einer Profillängskorrektur;

Fig. 10: ein weiteres Zahnradprofil mit einer Profillängskorrektur;

Fig. 11: ein weiteres Zahnradprofil mit durch Hüllschnitte erzeugte Profil-Längskorrektur und

Fig. 12: eine Ansicht des Profils nach Fig. 11 in Richtung des Pfeiles XII dieser Figur.

Der Werkzeugträger 1 nach Fig. 1 ist die Stossspindel einer Zahnrad-Wälzstossmaschine, die als Werkzeug 2 ein Schneidrad trägt. Die maximale Hublänge des Werkzeugträgers 1 und damit des Werkzeugs 2 ist mit HL bezeichnet. Es gilt, mit dem Werkzeug 2 am Werkstück 3 ein Profil 4 zu erzeugen, dessen Länge grösser ist als die Hublänge HL. Bei seiner Abwärtsbewegung bearbeitet das Werkzeug 2 das Werkstück 3, während es bei seiner Aufwärtsbewegung vom Werkstück 3 abgehoben wird und somit ausser Eingriff mit ihm kommt.

Gemäss Fig. 2a wird als erstes vom Werkzeug 2 ein Abschnitt A des Profils 4 bearbeitet. Die Werkzeugschneidkante 5 beschreibt hierbei die Bahn 6. Hierbei wird ein Teilprofil im Abschnitt A mit einer Profiltiefe 7 erzeugt.

Ist dieses Teilprofil im Abschnitt A mit der Profiltiefe 7 am Umfang des Werkstücks 3 erzeugt worden, dann wird der Relativabstand zwischen Werkstück 3 und Werkzeug 2 in Hubrichtung gesehen verändert. Es handelt sich hierbei um die Hublagenverstellung HV nach Fig. 1. Anschliessend wird mit dem Werkzeug 2 der sich an den Abschnitt A anschliessende Abschnitt B des Profils erzeugt, wobei die Spitze 5 des Werkzeugs 2 die Bahn 8 beschreibt. Dies ist in Fig. 2b dargestellt. Die Bearbeitung des Abschnitts erfolgt ebenfalls mit der Profiltiefe 7 entsprechend dem Abschnitt A.

Bei der Bearbeitung des Abschnitts A liegt der Auslaufbereich 9 des Werkzeugs 2 aus dem Werkstück im Bereich des Werkstücks 3. Bei der Bearbeitung des Abschnitts B liegt dagegen der Einlaufbereich 10 der Werkzeugschneidkante im Bereich des Werkstücks 3. Die Hublagenverstellung HV ist so gewählt, dass der Einlaufbereich 10 den Auslaufbereich 9 überlappt, wie dies der Fig. 1 deutlich zu entnehmen ist. Detailprofile in den Abschnitten A und B mit der Profiltiefe 7 gehen also stufenlos ineinander über.

Nachdem das vorgenannte Teilprofil in den Abschnitten A und B hergestellt ist, wird das Werkzeug 2 um die Hublagenverstellung HV in die ursprüngliche Stellung des Abschnitts A zurückverfahren und der Abstand zwischen dem Werkzeug 2 um dem Werkstück 3 vermindert. Im Abschnitt A wird entsprechend der Fig. 2c im Abschnitt A das Profil 4 vertieft um eine weitere Profiltiefe 7. Anschliessend wird gemäss Fig. 2d der Abschnitt B bearbeitet, wobei zuvor das Werkzeug 2 um die Hublage HV verstellt wurde.

Diese Vorgehensweise wird so lange wiederholt, bis die endgültige Profiltiefe des Profils 4 gemäss Fig. 2e erreicht ist.

Die Hublagenverstellung HV kann erreicht werden durch eine axiale Verstelleinrichtung am Werkzeugträger 1 oder durch Verstellen des den Werkzeugträger 1 lagernden Werkzeugschlittens. Im Fall einer Zahnradwälzstossmaschine, bei welcher der

Werkzeugträger eine zusätzliche Drehung bei der Hubbewegung ausführt, wird durch eine axiale Verstellrichtung erreicht, dass sich eine kontinuierliche Fortsetzung der Schraubenlinie längs der gesamten Profillänge PL ergibt.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 3 ist keine Hublagenverstellung entsprechend Fig. 1 erforderlich. Vielmehr sind am Werkzeugträger 1 zwei Werkzeuge 2, 2A axial zueinander versetzt angeordnet, wobei der Axialabstand zwischen den Werkzeugen 2, 2A entsprechend der Länge der Hublagenverstellung HV nach Fig. 1 ist. Die beiden Werkzeuge 2, 2A bewegen sich gleichzeitig auf den Bahnen 6, 8A wobei der Auslaufbereich 9 des Werkzeugs 2 und der Einlaufbereich 10A des Werkzeugs 2A einander überlappen. Von den beiden Werkzeugen 2, 2A werden beide Abschnitte A, B, d.h. die gesamte Profillänge PL gleichzeitig bearbeitet.

Wie im zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel wird der Abstand zwischen den Werkzeugen und dem Werkstück 3 zwischen aufeinanderfolgenden Hubbewegungen verringert, so dass ein Profil 4 mit zunehmender Profiltiefe bis zum Erreichen der endgültigen Profiltiefe erzeugt wird.

Bei der Verfahrensvariante nach Fig. 4 sind am Werkzeugträger 1 wiederum zwei Werkzeuge 2, 2A angeordnet, wie dies bei Fig. 3 der Fall ist, jedoch ist zusätzlich eine Hublagenverstellung HV entsprechend Fig. 1 vorgesehen. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Axialabstand zwischen den Werkzeugen 2, 2A in Hubrichtung gesehen doppelt so gross wie die Grösse der Hublagenverstellung HV. Das Profil 4 ist somit in die Abschnitte A, B, C und D unterteilbar.

In einem ersten Schritt werden die Abschnitte A und C von den Werkzeugen 2, 2A bearbeitet, und zwar mit einer ersten Profiltiefe 7 wie an Hand der Fig. 2 erläutert. Anschliessend wird der Werkzeugträger 1 um die Hublagenverstellung HV nach unten verstellt, womit dann die Abschnitte B und D mit der Profiltiefe 7 bearbeitet werden.

Nach Rückstellung des Werkzeugträgers 1 in die in Fig. 4 gezeigte Lage wird der Abstand zwischen Werkstück 3 und den Werkzeugen 2, 2A vermindert und sodann die Abschnitte A und C mit einer vergrösserten Profiltiefe bearbeitet. Anschliessend wird der Werkzeugträger 1 um den Betrag HV nach unten verstellt, wodurch sodann die Abschnitte B und D bearbeitbar sind.

Die von den Spitzen der Werkzeuge 2, 2A ausgeführten Bahnen 6, 8A sind in der oberen Stellung des Werkzeugträgers 1 ausgezogen und nach Verstellung um den Betrag HV gestrichelt dargestellt. Wie in den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen überlappen sich die Ein- und Auslaufbereiche 9, 10 der Werkzeuge 2, 2A.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 5 sind am Werkzeugträger 1 in axialer Richtung versetzt 2 Stosswerkzeuge 2, 2B angeordnet, die jedoch um 180° zueinander versetzt sind. Nachdem der Bereich A vom Werkzeug 2 mit der Profiltiefe 7 bearbeitet wurde, wird der Werkzeugträger 1 um 180° gedreht, so dass nunmehr das Werkzeug 2a den Abschnitt B mit der Profiltiefe 7 bearbeitet. Nach einer abermaligen Drehung des Werkzeugträgers 1 um

180° und einer Verminderung des Abstands zwischen dem Werkzeugträger 1 und dem Werkstück 3 um eine weitere Profiltiefe 7 erfolgt abermals eine Bearbeitung des Abschnitts A, sodann ein Drehen des Werkzeugträgers 1 um 180° und danach eine Bearbeitung des Abschnitts B. Das Drehen des Werkzeugträgers 1 und die Zustellbewegung des Werkstücks 3 nach jeweils zwei Drehungen des Werkzeugträgers 1 wird so lange wiederholt, bis die endgültige Profiltiefe des Profils 4 erreicht ist. Die Werkzeuge 2, 2B können auch um andere Winkel versetzt zueinander angeordnet sein und der Werkzeugträger 1 wird dann um den entsprechenden Winkel gedreht.

Bei dem Verfahren nach Fig. 6 sind am Werkzeugträger 1 wiederum zwei Werkzeuge 2, 2B um 180° versetzt vorgesehen, ausserdem ist eine Hublagenverstellung HV des Werkzeugträgers 1 möglich. Der Axialabstand zwischen den Werkzeugen 2, 2B ist doppelt so gross wie die Hublagenverstellung HV. Das Profil 4 ist in Längsrichtung wiederum in vier Abschnitte A, B, C, D unterteilt. Als erstes wird der Abschnitt A mit der Profiltiefe 7 bearbeitet. Anschliessend wird der Werkzeugträger 1 um den Betrag HV verstellt, so dass nunmehr vom Werkzeug 2 der Abschnitt B bearbeitet wird. Alternativ dazu ist es möglich, ohne Hublagenverstellung durch Drehen des Werkzeugträgers 1 den Abschnitt C nach dem Abschnitt A zu bearbeiten und erst dann den Werkzeugträger 1 um den Betrag HV zu verstellen.

Bei den Ausführungsvarianten nach den Fig. 4 und 6 können doppelt solange Profillängen PL erzeugt werden, als dies bei den Ausführungsvarianten nach den Fig. 3 und 5 der Fall ist.

Die Hublänge HL kann entsprechend der Bearbeitungsaufgabe variiert werden. Dies sei an Hand der Fig. 1 erläutert. Soll das Profil bspw. geschraubt werden, dann wird die maximale Hublänge HL eingestellt, so dass sich die Bereiche A, B ergeben. Soll dagegen das Profil geschlichtet werden, dann ist es möglich, die Hublänge HL beispielsweise um die Hälfte zu vermindern, so dass die Bereiche A und B jeweils in zwei Teilbereiche unterteilt werden. Die Grösse der Hubverstellung zwischen der Bearbeitung von zwei benachbarten Teilbereichen wird dann ebenfalls auf die Hälfte vermindert.

In Fig. 7 sind die Verhältnisse dargestellt, wenn das Werkzeug ausserhalb des Werkstücks einläuft und der Werkzeugauslauf innerhalb des Werkstücks erfolgt. Es handelt sich hierbei bspw. um die Verhältnisse nach Fig. 1 vor der Hublagenverstellung. Der Mindestschnittwinkel 11 ist der Winkel der sich am Auslaufpunkt zwischen einer Horizontalen und der Tangente der Bahn 6 ergibt.

Die Verhältnisse mit einem Werkzeugeinlauf innerhalb des Werkstücks und einem Werkzeugauslauf ausserhalb des Werkstücks zeigt die Fig. 8. Diese Verhältnisse sind beispielsweise gegeben bei der Verfahrensvariante nach Fig. 4 beim dortigen Werkzeug 2A vor der Hublagenverstellung. Der maximal zulässige Schnittwinkel 11A beim Werkzeug 2A ergibt sich am Einlaufpunkt aus einer Vertikalen und einer Tangente an der Bahnkurve 8A. Der dazu grössere Freiwinkel ist mit 12 bezeichnet.

In den Fig. 9 und 10 sind Längskorrekturen des Profils dargestellt. Gemäss Fig. 9 verläuft der obere Profilabschnitt 4A geneigt gegenüber dem Profilabschnitt 4. Der Neigungswinkel ist mit 13 bezeichnet. Bei einer Zahnrad-Wälzstossmaschine wird diese Längskorrektur dadurch erhalten, dass bei der Bearbeitung des Profilabschnitts 4A die Stossspindel geneigt zur Achse des Werkstücks 3 sich bewegt. Bei der Bearbeitung des Abschnitts 4 verlaufen Stossspindel und die Achse des Werkstücks parallel zueinander.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 10 ist das Längsprofil an beiden Enden um den Winkel 13 korrigiert.

Nach den Fig. 11 und 12 weist das Profil vier Abschnitte 4B, 4C auf, wobei die beiden einander benachbarten Abschnitte 4C zueinander gleiche, jedoch entgegengesetzte Korrekturwinkel aufweisen, ebenso wie die äusseren Profilabschnitte 4B, die unter einem grösseren Korrekturwinkel verlaufen als die Abschnitte 4C. Auf diese Weise werden Hüllschnitte erzeugt, welche tangential zur gewünschten Sollkorrekturkurve 14 verlaufen.

Wie schon zuvor erwähnt, kann die Hublagenverstellung HV bewirkt werden durch axiales Verstellen des Werkzeugträgers oder des Werkzeugschlittens. Bei einer Zahnradwälzstossmaschine wird bei einer axialen Verstellung des Werkzeugträgers erreicht, dass bei der Hublagenverstellung durch axiales Verstellen des Werkzeugträgers infolge der Schraubenführung des Werkzeugträgers sich eine kontinuierliche Fortsetzung der Schraubenlinien über die gesamte Profillänge ergibt. Um dies auch bei einer axialen Verstellung des Werkzeugschlittens oder des Werkstückträgers zu erreichen, muss mit dieser axialen Verstellung auch eine von der Grösse der Hublagenverstellung abhängige Drehung um die Werkzeug- und/oder Werkstückrotationsachse durchgeführt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von profilierten Werkstücken durch eine Werkzeugmaschine, deren Werkzeug- oder Werkstückträger eine hin- und hergehende Hubbewegung ausführt, bei der mindestens ein Werkzeug in Bewegungsrichtung des Trägers ein Profil am Werkstück erzeugt, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge (HL) der Hubbewegung kleiner ist als die Länge (PL) des Profils (4) in Hubrichtung und das Profil (4) in Richtung der Relativbewegung zwischen Werkzeug (2) und Werkstück (3) in mindestens zwei Abschnitte (A, B) unterteilt ist, die getrennt voneinander erzeugt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abschnitte (A, B) nacheinander erzeugt werden und nach Erzeugen des einen Abschnitts (A) die Relativstellung in Hubrichtung zwischen Werkzeug (2) und Werkstück (3) verändert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abschnitte (A, B) durch mindestens zwei in Hubrichtung versetzt zueinander am

Werkzeugträger (1) angeordnete Werkzeuge (2, 2A, 2B) erzeugt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens zwei Werkzeuge (2, 2A) beide in Eingriffsrichtung mit dem Werkstück (3) am Werkzeugträger (1) angeordnet sind und die Abschnitte (A, B) gleichzeitig erzeugt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens zwei Werkzeuge (2, 2B) in Umfangsrichtung versetzt zueinander am Werkzeugträger (1) angeordnet sind und nach dem Erzeugen des einen Abschnitts (A) durch das eine Werkzeug (2) der Werkzeugträger (1) zur Erzeugung des anderen Abschnitts (B) durch das andere Werkzeug (2B) gedreht wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Erzeugen von mindestens zwei ersten Abschnitten (A, B) die Relativstellung in Hubrichtung zwischen dem Werkstück (3) und den Werkzeugen (2, 2A, 2B) verändert und sodann mindestens ein weiterer Abschnitt (C) erzeugt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen aufeinanderfolgenden Hubbewegungen zur Erzeugung eines Abschnitts (A) der Abstand zwischen dem Werkzeug (2) und dem Werkstück (3) vermindert wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass in der einen Bewegungsrichtung der Hubbewegung das mindestens eine Werkzeug (2) in Eingriff mit dem Werkstück (3) steht und in der anderen Bewegungsrichtung der Hubbewegung durch Abheben Werkzeug (2) und Werkstück (3) ausser Eingriff kommen.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Ein- und Auslaufbereiche (9, 10) des mindestens einen Werkzeugs (2) beieinander benachbarten Abschnitten (A, B) einander überlappen.

10. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Profil (4) abschnittsweise mit einer ersten Profiltiefe (7) und durch Vermindern des Abstands zwischen Werkzeug (2) und Werkstück (3) anschliessend abschnittsweise in einer weiteren Profiltiefe erzeugt wird und das Verfahren so lange wiederholt wird, bis die endgültige Profiltiefe (PT) erreicht ist.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkstück (3) ein rotationssymmetrisches Werkstück ist, bei dem in Umfangsrichtung Profile (4) abschnittsweise erzeugt werden und das sich um seine Rotationsachse dreht.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Werkzeug (2) ein nach dem Wälzverfahren arbeitendes und um seine Achse hin- und herdrehendes Schneidrad ist, dessen Drehbewegung von seiner Hubbewegung (HL) proportional abhängig ist.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Neigung (13) zwischen der Rotationsachse und der Hubachse des Werkzeugträgers (1) von Abschnitt (4A) zu Abschnitt (4) verändert wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Neigung (13) von Abschnitt zu Abschnitt (4B, 4C) von positiven zu negativen Winkeln verändert wird.

15. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Erzeugen benachbarter Abschnitte (A, B) die axiale Stellung des Werkzeugträgers (1) verändert wird.

16. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Erzeugen benachbarter Abschnitte (A, B) die axiale Stellung des Werkzeugschlittens und/oder des Werkzeugträgers und die Drehstellung des Werkzeugs und/oder des Werkstücks in Abhängigkeit der axialen Stellungsänderung verändert wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Schnittrichtung des mindestens einen Werkzeugs (2) zwischen der Erzeugung zweier benachbarter Abschnitte (A, B) geändert wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Relativgeschwindigkeit zwischen Werkzeug (2) und Werkstück (3) beim Arbeitshub und/oder Rückhub beliebig veränderbar ist.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Werkstück- und/oder der Werkzeugträger quer zur Verbindungslinie ihrer Achsen je nach Erfordernis wahlweise in Verbindung mit der Veränderung des Abstands zwischen diesen Achsen und/oder der Werkzeug- und/oder der Werkstückrotationsachse und/oder der Neigung zwischen der Rotationsachse des Werkzeugs und der Hubachse verstellt wird.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Kurven im Ein- und Auslaufbereich (9, 10) beliebig wählbar sind.

21. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Betrag der Abhebung beliebig wählbar ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

5

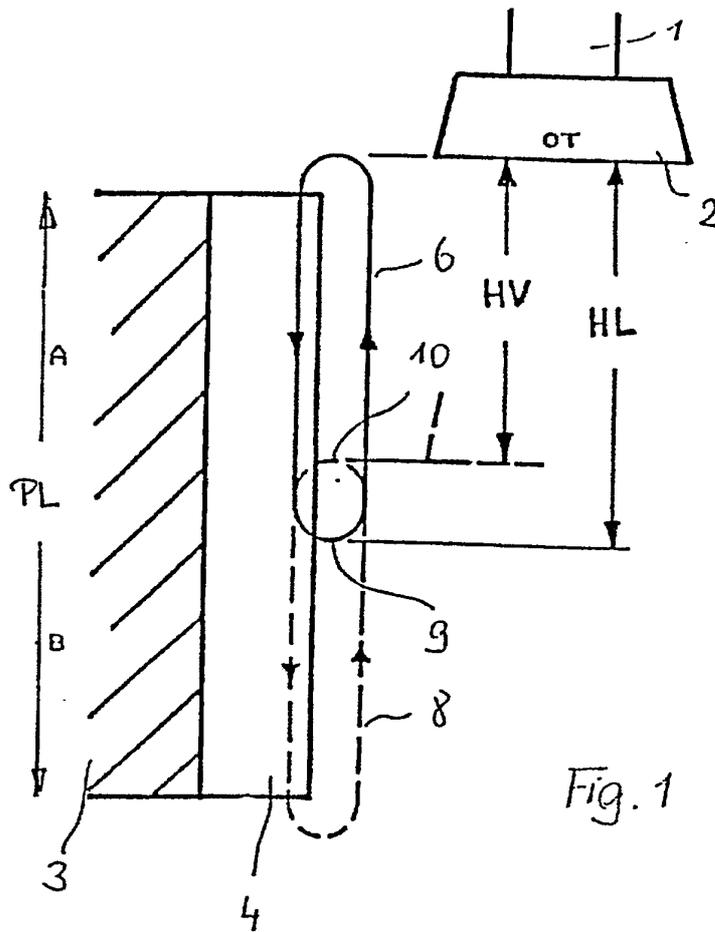
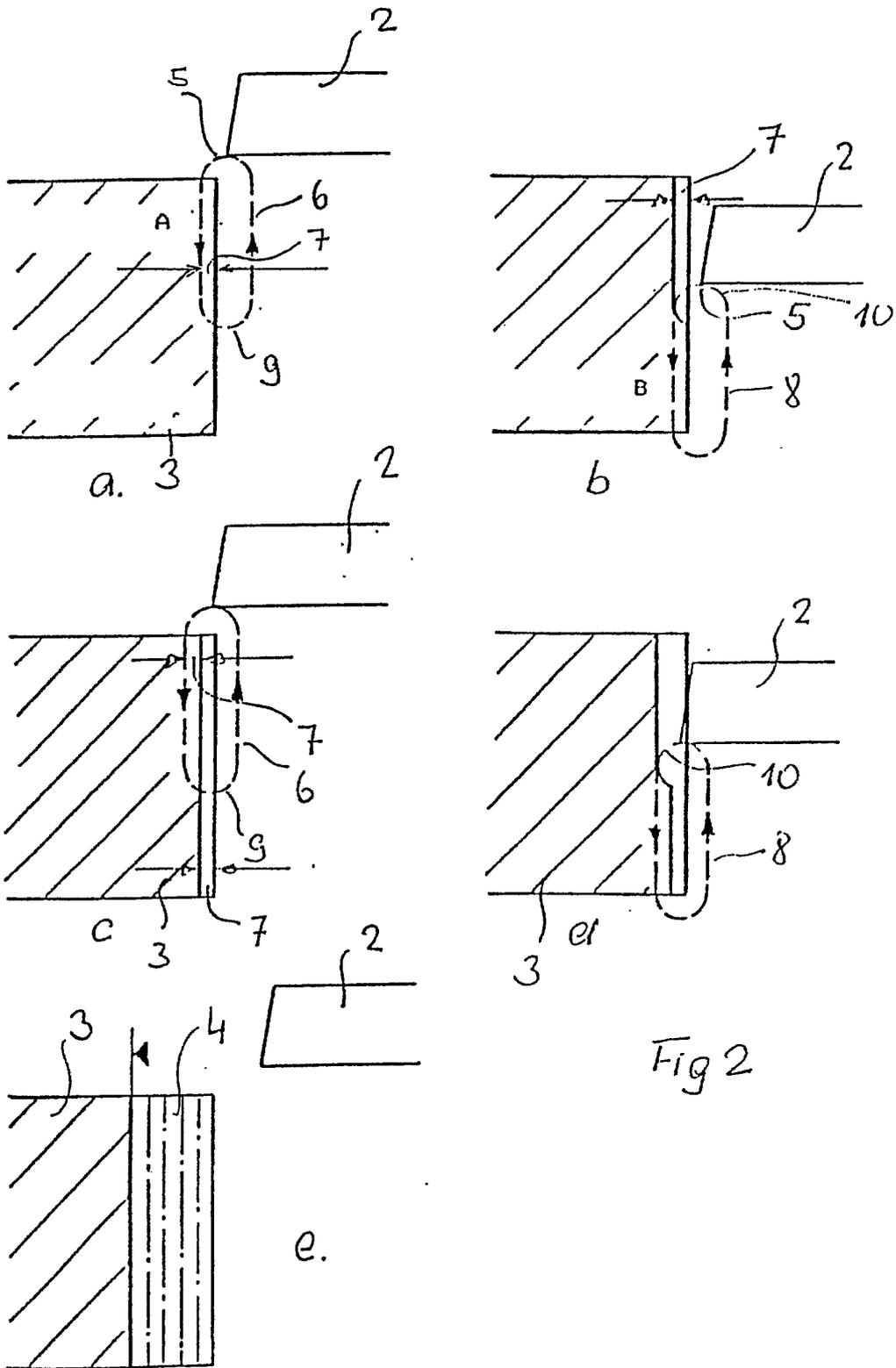


Fig. 1



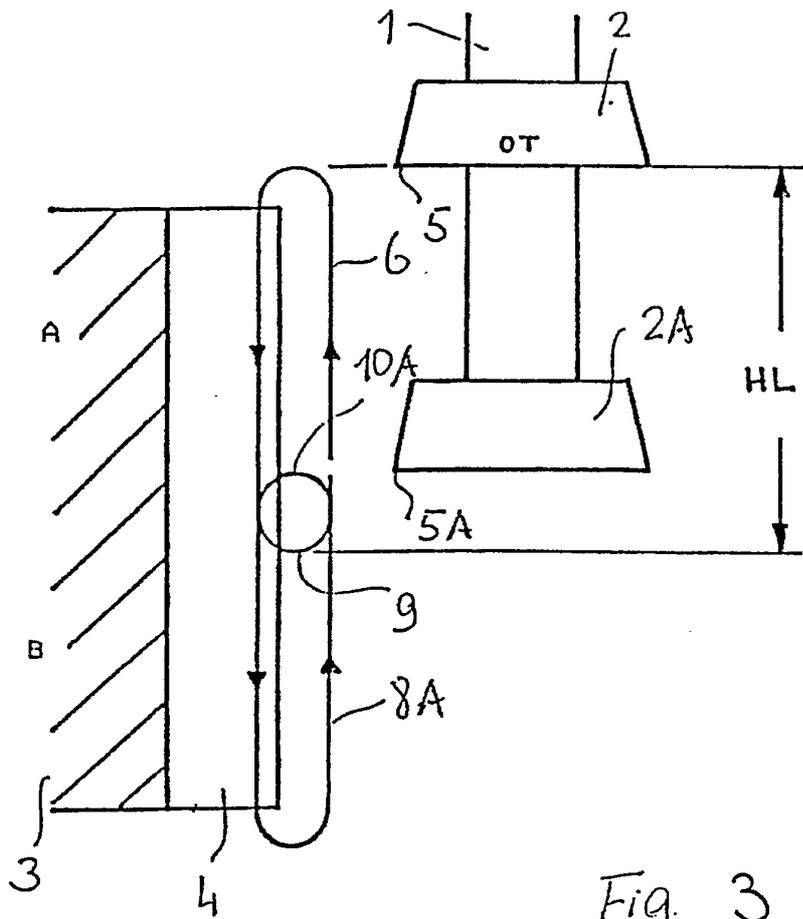


Fig. 3

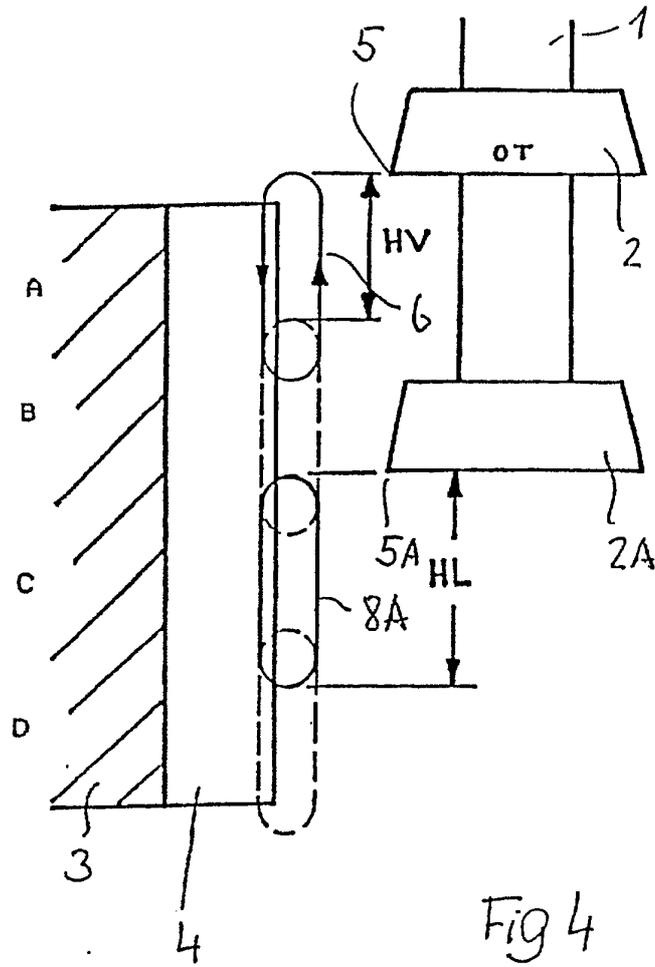


Fig 4

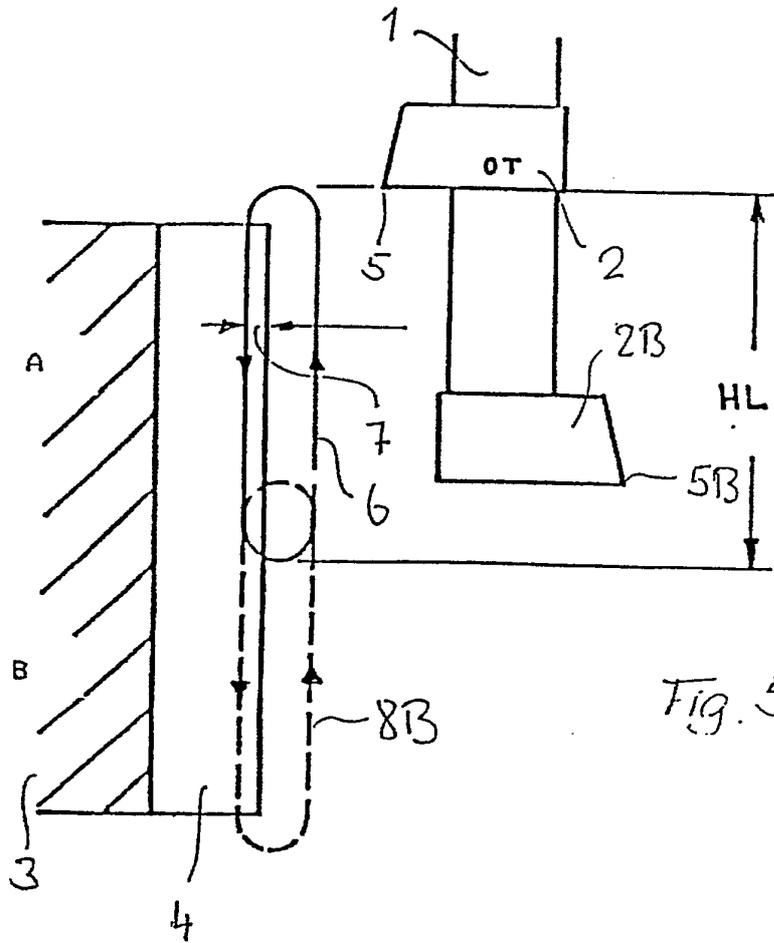


Fig. 5

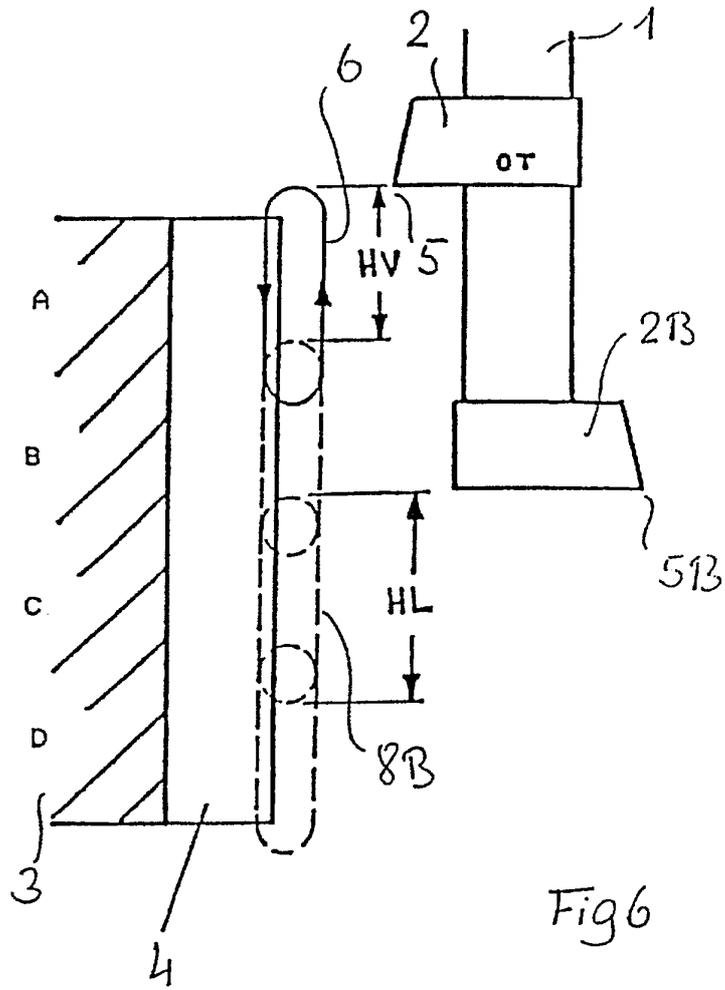


Fig 6

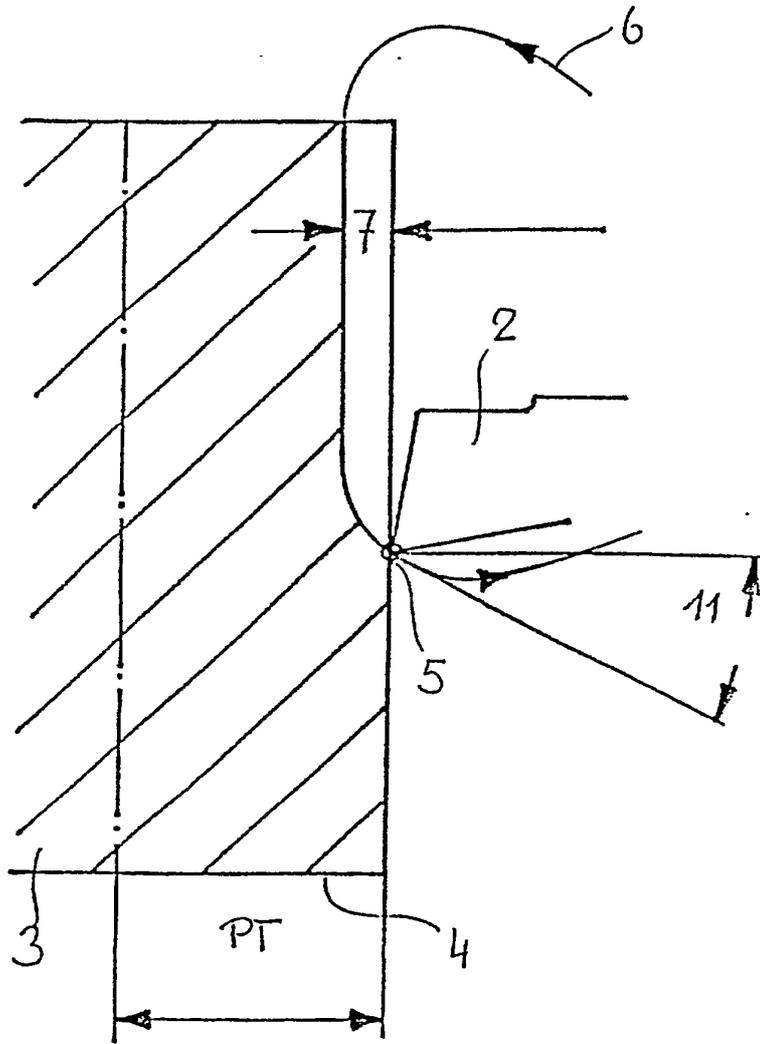


Fig 7

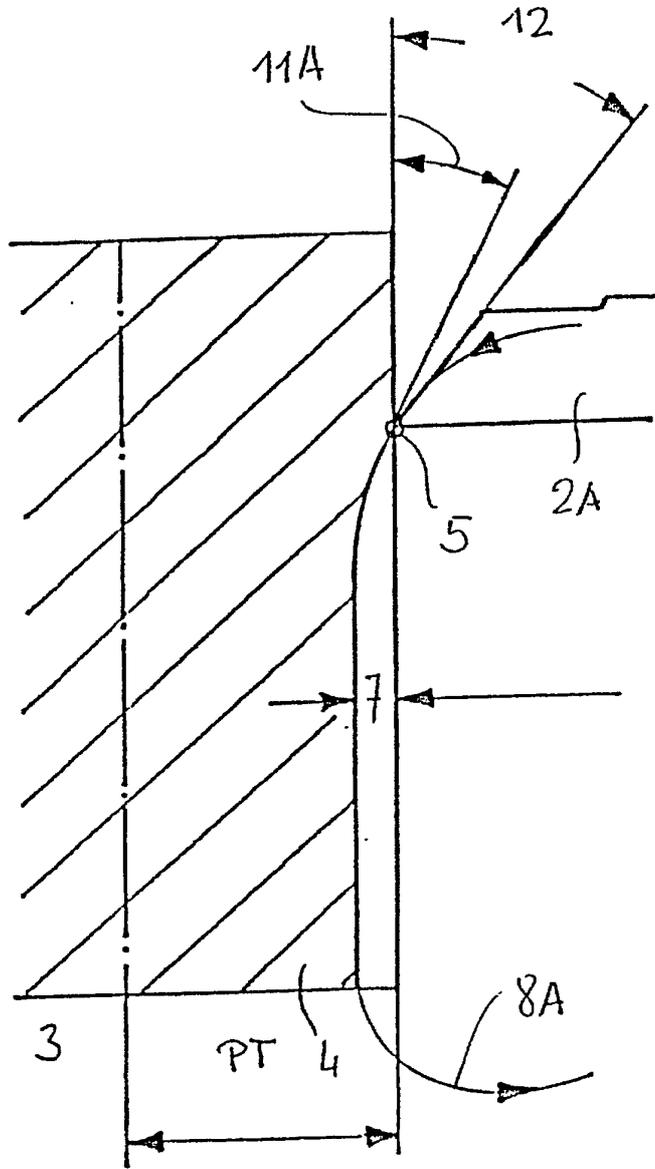
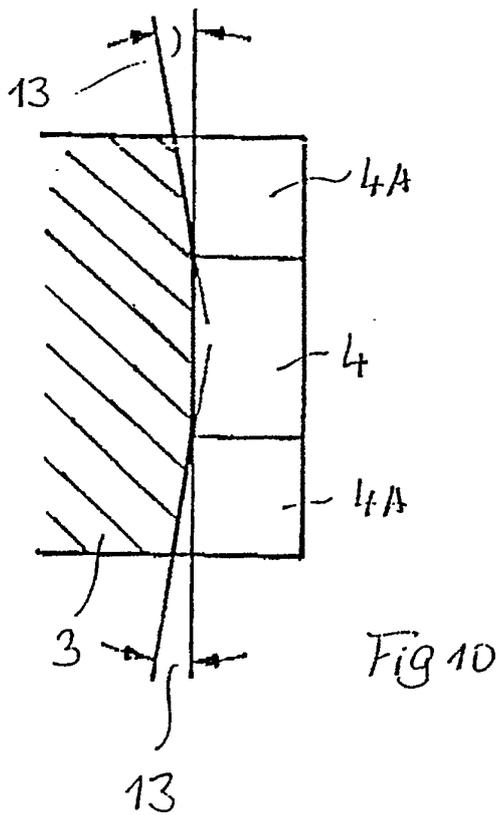
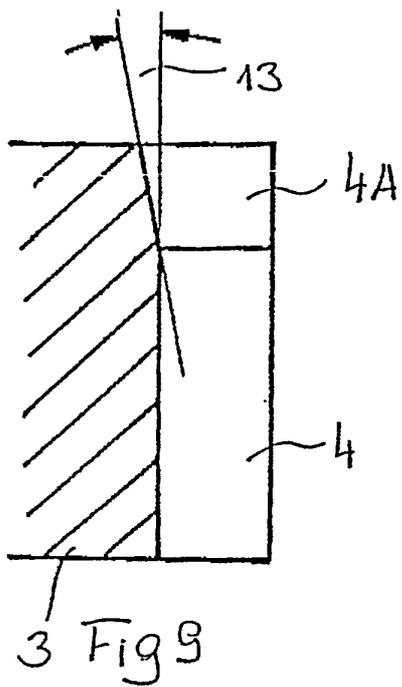


Fig 8



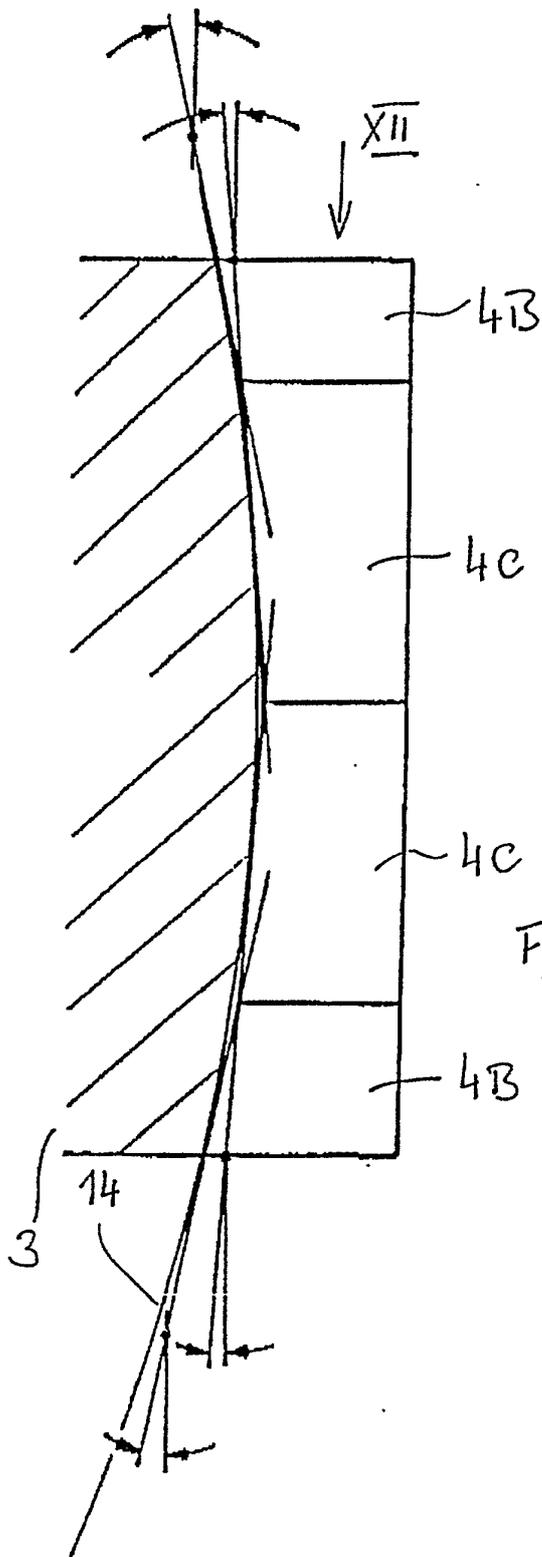


Fig 11

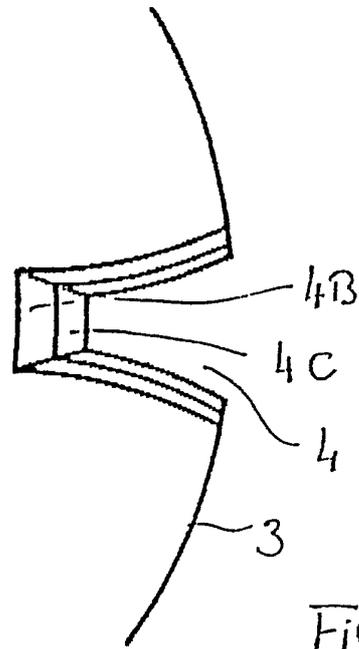


Fig 12