

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 667 175 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **95890006.0**

(51) Int. Cl.⁶: **A63C 11/04**

(22) Anmeldetag: **11.01.95**

(30) Priorität: **17.01.94 AT 80/94**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.08.95 Patentblatt 95/33

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR IT LI

(71) Anmelder: **FISCHER GESELLSCHAFT M.B.H.**
Griesgasse 10-11
A-4910 Ried im Innkreis (AT)

(72) Erfinder: **Schwankhart, Gerhard**
Tuffeltsham 68
A-4800 Attnang-Puchheim (AT)

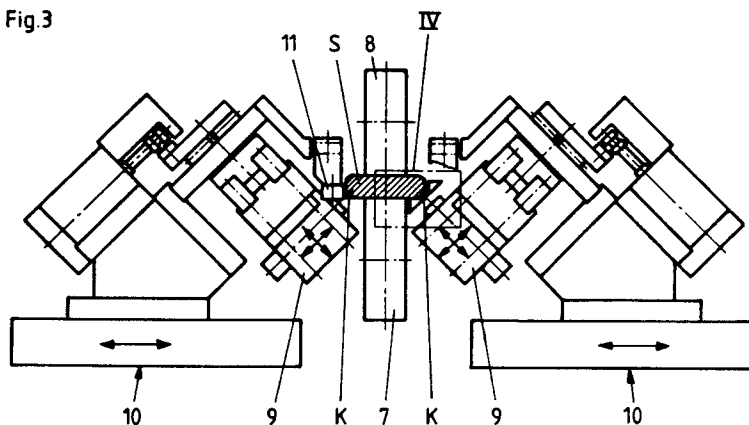
(74) Vertreter: **Köhler-Pavlik, Johann, Dipl.-Ing.**
Margaretenplatz 5
A-1050 Wien (AT)

(54) **Verfahren zur Bearbeitung von Stahlkanten für Ski od. dgl.**

(57) Verfahren zur Bearbeitung von Stahlkanten für Ski od. dgl., wobei die Stahlkante zumindest partiell, bzw. zumindest im Bereich der die Laufsohle des Ski außen begrenzenden Kante, rasch erwärmt, danach rasch wieder abgekühlt und dadurch gehärtet wird. Um ein gegenüber der Oberflächenbeschaffenheit unempfindliches Verfahren anzugeben, das in wirtschaftlicher Art und Weise die genau definierte, partielle Härtung von Stahlkanten von Skiern od. dgl. in einem beliebig langen Längsabschnitt sicher gewährleisten kann, wird zur raschen Erwärmung ein Energiestrahл E, vorzugsweise ein Plasmastrahl mit zu jedem Zeitpunkt genau definierter Energie angewendet und das Material anschließend vorzugsweise

lediglich abgekühlt. Der Plasmakopf 9 zur Härtung von Kanten bei Stahlmaterialien, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens umfaßt ein durch Isoliermaterial 15 geteiltes Gehäuse 13, 14, Einrichtungen zur Zuführung eines Gases, eine vom Gas umströmte, rundstabförmige Kathode 18 und eine ein Ende der Kathode umgebenden Anode 20, 20' mit einer Öffnung 21, 21' zum Austritt des Plasmastrahls E, wobei eine mit radialen Bohrungen 27 versehene Buchse 22, vorzugsweise aus Isoliermaterial, um die Kathode 18 zur Zuführung des Gases vorgesehen ist, welche Buchse einen Ringspalt 23 um die Kathode freiläßt.

Fig.3



EP 0 667 175 A2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bearbeitung von Stahlkanten für Ski od. dgl., wobei die Stahlkante zumindest partiell, bzw. zumindest im Bereich der die Laufsohle des Ski außen begrenzenden Kante, rasch erwärmt und danach rasch wieder abgekühlt wird.

Um die Verschleißigenschaften von Stahlkanten, insbesondere bei Skiern, zu verbessern, wäre eine möglichst hohe Härte des Materials wünschenswert. Bei einer entsprechenden Härtung des gesamten, die Stahlkante bildenden Profils wird aber gleichzeitig dessen Elastizität in unzulässigem Maß beeinträchtigt. Daher wird bereits in der AT-PS 286 152 vorgeschlagen, den Ski mit Stahlkanten zu versehen, die lediglich partiell, nämlich an der Stelle der größten Verschleißbeanspruchung, d. h. der unteren, bezüglich der Lauffläche außenliegenden Kante, zu Härten. Diese Umwandlung des Materials der Stahlkante in ein feinkörniges, extrem hartes und zähes Martensitgefüge erfolgt durch rasche Aufheizung, rasche Abschreckung und nachfolgende zusätzliche Energiezufuhr. Als Energiequelle für die rasante Aufheizung des Materials wird rein beispielhaft auch ein Plasmabrenner angegeben, wobei allerdings keinerlei Hinweise zu finden sind, wie eine gleichmäßige und/oder genau definierte Hartung in einem genau definierten Bereich der Stahlkante dabei erzielt werden können. Vielmehr sind die bisherigen Plasmabrenner nicht geeignet, Stahlkanten von Skiern in der erforderlichen, exakt definierbaren Art und Weise über die gesamte Länge zu härten, weshalb auch trotz der rasanten Entwicklungen der Skiherstellungstechnologien und des offensichtlichen Vorteils partiell gehärteter Stahlkanten diese spezielle Technologie von der Industrie nicht aufgegriffen und bislang nicht eingesetzt wurde. Gleichwohl ist zum Härten der Schneidkanten von Sägen, Messern oder Stanzwerkzeugen der Einsatz von Plasmabrennern bekannt, beispielsweise aus der AT-PS 392 483.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren anzugeben, das in wirtschaftlicher Art und Weise die genau definierte, partielle Härtung von Stahlkanten von Skiern od. dgl. in einem beliebig langen Längsabschnitt sicher gewährleisten kann.

Weitere Aufgaben sind eine exakt definiert partiell gehärtete Stahlkante, ein Ski, der mit einer solchen Stahlkante versehen ist, und ein Plasmakopf zur Herstellung einer exakt definiert partiell gehärteten Stahlkante.

Zur Lösung der ersten Aufgabe ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß zur raschen Erwärmung ein Energiestrahle mit zu jedem Zeitpunkt genau definierter Energie angewendet und das Material anschließend vorzugsweise lediglich abgekühlt wird. Dieses Merkmal gewährleistet bei exakter Führung der Einrichtung zur Erzeugung des Ener-

giestrahles relativ zur Stahlkante, was eine selbstverständliche Voraussetzung ist, einen genau definierten Energieeintrag in einen exakt vorgebbaren Bereich der Stahlkante. Damit ist einerseits die Erwärmungsrate und - abhängig vom Material, aber genau bestimmbar - der von der Härtung erfaßte Bereich genau definierbar. Dies ist auch eine wichtige Voraussetzung für die Härbarkeit von bereits am Ski montierten Stahlkanten. Bei diesen muß gewährleistet sein, daß die Erwärmung des Stahlkantenmaterials nicht zu stark ist, um das daran angrenzende Material des Ski selbst über eine bestimmte Mindesttemperatur zu erwärmen. Andernfalls würde das Material des Ski beschädigt, Verbindungen gelockert oder gelöst, Kleber, beispielsweise zur Fixierung der Stahlkanten im Ski, gelöst oder dergleichen mehr. Durch die erfindungsgemäße Behandlung mit einem zu jedem Zeitpunkt mit genau definierter Energie auftretenden Strahl kann die Materialerwärmung genau gesteuert und unzulässige Überhitzungen vermieden werden.

Vorteilhafterweise wird gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung als Energiestrahle ein Plasmastrahl eingesetzt. Plasmastrahlen weisen einerseits ein besonders günstiges Energie-Kosten-Verhältnis auf und sind gegenüber Oberflächenbeschaffenheit des zu behandelnden Materials, wie etwa Farbe, Verschmutzung, Reflexionsfähigkeit, unempfindlich. Darüberhinaus ist bei der Verwendung von Plasmabrennern kein Schutzgas erforderlich. Schließlich ist die Temperaturverteilung in einem Plasmastrahl in axialer Richtung wesentlich flacher als bei einem Laserstrahl, sodaß die exakte Positionierung nicht so aufwendige Einrichtungen erforderlich macht als dies beim Laser mit unbedingt erforderlicher genauester Einstellung des Brennpunktes der Fall ist.

Wenn der Plasmastrahl und die Stahlkante relativ zueinander in Längsrichtung der Stahlkante bewegt werden und der Plasmastrahl dabei zumindest über einen Teilbereich der Länge der Stahlkante immer genau die gleiche Energie aufweist, wobei dies vorzugsweise durch Versorgung des Plasmakopfes mit immer genau der gleichen Stromstärke erzielt wird, ist über die gesamte Länge des überstrichenen Längsbereiches der Stahlkante eine gleichmäßige, exakt definierte Härtung gewährleistet. Damit ist sichergestellt, daß bei einer allfälligen Nachbearbeitung der Stahlkante, beispielsweise beim gleichmäßigen Abschleifen, entlang der gesamten gehärteten Länge der Stahlkante die gleichen Materialeigenschaften vorliegen und nicht etwa unerwünschterweise gehärtete und ungehärtete Abschnitte in nicht vorherbestimmbarer Abfolge auftreten. Mit dem Merkmal, daß der Plasmastrahl immer genau die gleiche Energie aufweist, ist verbunden, daß an jeder Stelle des Plas-

mastrahls zu jedem Zeitpunkt immer genau die gleiche Temperatur herrscht, d. h. die Temperaturverteilung im Plasmastrahl bleibt konstant.

Wenn jedoch eine genau definierte Verteilung von gehärteten und ungehärteten Bereichen bzw. Bereichen mit unterschiedlich ausgeprägter Härtung - sowohl was die Materialhärte als auch die Tiefe bzw. das Volumen des gehärteten Bereiches angeht - gewünscht ist, kann dies in vorteilhafter Weise dadurch erzielt werden, daß der Plasmastrahl und die Stahlkante relativ zueinander in Längsrichtung der Stahlkante bewegt werden und der Plasmastrahl dabei zumindest über einen Teilbereich der Länge der Stahlkante eine vorzugsweise regelmäßig veränderliche Energie aufweist, wobei dies vorzugsweise durch regelmäßige Änderung der dem Plasmakopf zugeführten Stromstärke erzielt wird. Veränderliche Energie bedeutet dabei, daß die Temperatur an jeder Stelle des Plasmastrahles sich gleichsinnig und in genau vorhersehbarer bzw. bestimmbarer Weise verändert.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung wird als Energiestrahle ein Laserstrahl eingesetzt und die Stahlkante sowie der Laserstrahl relativ zueinander bewegt.

Um in einfacher und zeitsparender Weise einen möglichst großen Bereich der auf Verschleiß beanspruchten Stellen zu erfassen, wird der Energiestrahle, vorzugsweise der Plasmastrahl gleichzeitig auf beide Außenseiten der Stahlkante gerichtet und die Achse des Strahles vorzugsweise schräg auf beide Außenseiten, insbesondere in einem Bereich von 25° um die Winkelsymmetrale, speziell genau in der Winkelsymmetralen, ausgerichtet. Je nach dem Winkel des Strahles und/oder seiner Parallelverschiebung nach oben oder unten hin in Bezug auf die Symmetrieachse der zu härtenden Außenkante kann eine symmetrische oder unsymmetrische Härtezone und damit eine Anpassung an spezielle Verschleißsituationen oder Einsatzzwecke erreicht werden. Eine symmetrische Härtezone der Außenkante, deren Form auch bei Nachbearbeitung möglichst lange erhalten bleibt, ist bei der vorzugsweisen genau mit der Symmetrieachse der Außenkante zusammenfallenden Ausrichtung des Energie- und vorzugsweise des Plasmastrahles herstellbar.

Eine besonders vorteilhafte Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, daß eine bereits am Ski montierte Stahlkante mittels des Energiestrahles rasch erwärmt und dabei der Bereich um den Auftreffbereich des Energiestrahles soweit gekühlt wird, daß im Übergangsbereich Stahlkante-Ski vorzugsweise die Lösetemperatur des Klebers für die Befestigung der Stahlkante am Skikörper nicht überschritten wird. Das Härten der Stahlkanten kann dabei als letzter Arbeitssgang der Skiherstellung vorgesehen werden, da keine Beeinträchtigung

anderer Skibestandteile durch die erfindungsgemäße Hartung auftritt und daher keinerlei weitere Nachbehandlungsschritte nötig sind. Damit sind auch die bereits eingebauten Stahlkanten keinen mechanischen Beanspruchungen, keiner Gefahr von Beschädigungen und keiner Funktionsbeeinträchtigung ausgesetzt, wie dies bei einer Härtung vor der Montage am Ski der Fall ist. Die Erwärmung des Materials der der Stahlkante umgebenden Bereiche des Ski trägt aufgrund der Wärmeabfuhr zur Selbstabschreckung des durch den Energiestrahle erwärmten Bereiches und damit zum Härtungsvorgang bei, sodaß weniger Wärmeenergie auf andere, aufwendigere und kostspieligere Weise abgeführt werden muß. Dabei muß nur darauf geachtet werden, daß die Temperatur nicht so hoch ansteigt, daß der zur Fixierung der Stahlkanten verwendete Kleber gelöst oder zersetzt wird.

Um mit einer gegebenen Einrichtung zur Erzeugung des Energiestrahles, vorzugsweise einem gegebenen Laser- oder Plasmakopf, einen größeren Bereich der Stahlkanten erfassen zu können, wird gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung der Auftreffbereich des Energiestrahles in Richtung der Längsrichtung der Stahlkante zumindest virtuell, vorzugsweise durch elektromagnetische Ablenkung des Plasmastrahles, aufgeweitet. Dies bedeutet, daß nicht der Durchmesser des Plasmastrahles selbst vergrößert wird, wobei möglicherweise die zur gleichmäßigen Temperatur- und Energieverteilung unbedingt erforderlichen Parameter gestört würden, sondern daß durch eine Art schlangenförmige Führung des Auftreffpunktes mit hoher Frequenz bzw. eine "Zitterbewegung" des Auftreffpunktes um eine Mittelachse während der Relativbewegung von Plasmakopf und Stahlkante ein größerer Bereich überstrichen wird als es dem Querschnitt des Plasmastrahles entspricht. Die virtuelle Aufweitung kann dabei in einer oder jeder beliebigen Richtung senkrecht auf die Achse des Plasmastrahles erfolgen. Neben der Möglichkeit, einen größeren Bereich von der unteren Außenkante der Stahlkante hin auf beiden Außenseiten durch die virtuelle Aufweitung des Plasmastrahles zu erfassen, bietet diese Variante auch den Vorteil, die sehr rasche Aufheizung des Materials durch den Plasmastrahl aufgrund der Verteilung der Energie etwas zu verlangsamen und damit erforderlichenfalls eine geringere Härte zu erzielen, als es der Energie des Plasmastrahles entsprechen würde. Da meist der für die virtuelle Aufweitung verfügbare Bereich an den Außenkanten der Stahlkante begrenzt ist bzw. nur eine Härtung in einem engen Bereich um die verschleißgefährdete Kante erwünscht ist, wird vorteilhafterweise in der Längsrichtung der Stahlkante aufgeweitet.

Die virtuelle Aufweitung kann selbstverständlich auch bei der Variante mit Laserstrahlen angewen-

det werden, wobei etwa durch ein schwenkbares Linsensystem der Auftreffpunkt in der oben für Plasmastrahlen beschriebenen Weise geführt werden kann. Eine Aufweitung kann beim Laser auch durch defokussieren erzielt werden.

Neben der virtuellen Aufweitung, die aufgrund der dafür notwendigen Apparaturen etwas aufwendiger und kostspieliger ist, kann gemäß einem weiteren Erfindungsmerkmal auch der physikalisch Querschnitt des Energiestrahles selbst, vorzugsweise in Richtung der Längsrichtung der Stahlkante, aufgeweitet werden. Damit ist eine Verteilung der eingebrachten Energie über eine größere Fläche und doch in einem sehr engen Bereich um die eigentliche Kante der zu härtenden Stahlkante möglich.

Ein besonders für die Gleichmäßigkeit der Energieabgabe des Plasmakopfes bedeutsames Merkmal ist, daß die Gasströmung um die Kathode des Plasmakopfes laminar gehalten wird. Bei einer laminaren Strömung ist die Temperaturverteilung im Plasmastrahl in der gewünschten Weise an jeder Stelle besonders genau definiert. Zusätzlich ergibt sich aber noch der Vorteil, daß die Zündung des Plasmakopfes durch einen Sinusimpuls erfolgen kann und somit bei wenig bzw. einfacher Abschirmung keine Beeinflussung umliegender Elektronikbauteile durch den Plasmakopf eintritt. Dies ist insbesondere bei der automatisierten Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens unter Verwendung von Industrierobotern oder ähnlicher, mikroprozessorgesteuerter Anlagen von Bedeutung.

Gegenstand der Erfindung ist aber auch eine Stahlkante für Ski od. dgl., die nach einem in den vorangehenden Absätzen beschriebenen Verfahren partiell gehärtet ist. Besonders durch den Einsatz des Plasmastrahles zur Härtung läßt sich sehr wirtschaftlich eine besonders tiefreichende Härtung der Stahlkante besonders in der Symmetrieebene der verschleißgefährdeten Außenkante erzielen, wodurch sich eine im Querschnitt im wesentlichen dreieckige Härtezone ergibt. Andere Härteverfahren, wie beispielsweise durch Lasereinsatz, dringen nicht so tief ein, sodaß sich eine entlang der Außenseiten der Stahlkante nur in geringe Tiefe reichende und im Querschnitt etwa L-förmige Härtezone ergibt.

Die Erfindung betrifft aber auch einen Ski, der mit zumindest partiell gehärteten Stahlkante versehen ist, die gemäß einem in einem der vorhergehenden Absätze beschriebenen Verfahren hergestellt wurde.

Die Erfindung betrifft weiters einen Plasmakopf zur Härtung von Kanten bei Stahlmaterialien, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens gemäß einem der vorhergehenden Absätze, mit einem durch Isoliermaterial geteilten Gehäuse, Einrichtungen zur Zuführung eines Gases, einer vom Gas

umströmten, rundstabförmigen Kathode und einer ein Ende der Kathode umgebenden Anode mit einer Öffnung zum Austritt des Plasmastrahls. Dieser Plasmakopf ist erfindungsgemäß gekennzeichnet durch eine mit radialen Bohrungen zur Zuführung des Gases versehene Buchse um die Kathode, vorzugsweise aus Isoliermaterial, welche Buchse einen Ringspalt um die Kathode freiläßt. Die Innenseite der Buchse begrenzt zusammen mit der Außenseite der Kathode einen ringförmigen Eintritts- und Vergleichmäßigungsbereich für das Gas des Plasmabrenners, der die Einstellung einer laminaren Strömung begünstigt, welche für die Gleichmäßigkeit des Plasmastrahles von Bedeutung ist.

Besonders günstige Ergebnisse haben sich eingestellt, wenn gemäß einem vorteilhaften Merkmal der Erfindung der zwischen Buchse und Kathode freibleibende Ringspalt ein Verhältnis Höhe zu Breite von im wesentlichen 2:1 hat.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung ist der Plasmakopf gekennzeichnet durch eine Wolfram-Zirkonium-Kathode. Dieses Material gewährleistet eine gleichmäßige Entladung zwischen Kathode und Anode und daraus resultierend eine gleichmäßige Temperatur- und Energieverteilung im austretenden Plasmastrahl.

Wieder im Hinblick auf die Laminarität der Gasströmung hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, wenn zumindest ein Ende der Kathode in einem Winkel zwischen 10 und 30°, vorzugsweise 20°, zuläuft. Dieser sehr kleine Winkel, der zwischen den einander symmetrisch gegenüberliegenden Seiten der vorzugsweise radialsymmetrischen Kathode gemessen ist, gewährleistet ein sanftes Zulaufen der Kathode zur Spitze hin, wodurch die Strömung des Gases laminar und der Plasmastrahl gleichmäßig bleibt.

Vorteilhafterweise endet jedoch die Kathode stumpf, vorzugsweise in einer normal auf die Kathodenachse stehenden, ebenen Fläche. Diese Ausführung des Kathodenendes ermöglicht ein optimales Abreißen der Gasströmung am Ende der Kathode mit der geringstmöglichen Beeinflussung der laminaren Strömungscharakteristik.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung ist die Öffnung in der Anode in Form eines Langloches ausgeführt, wobei vorzugsweise der längere Durchmesser in der Längsrichtung der Stahlkante ausgerichtet ist. Diese Form der Austrittsöffnung für den Plasmastrahl aus dem Plasmakopf bewirkt eine physikalische Aufweitung des Plasmastrahles in der Richtung des längeren Durchmessers und damit eine Verteilung der Energie über einen größeren Bereich der Stahlkante, vorzugsweise über einen Längsbereich derselben. Damit geht eine langsamere Aufheizung des Materials einher, die - wenn gewünscht - zu einer geringeren Härte des

partiell gehärteten Teils der Stahlkante führt.

Alternativ oder zusätzliche zum oben genannten Merkmal sind zur Erzielung der selben Effekte gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung Einrichtungen zur elektromagnetischen Ablenkung des Plasmastrahles im Bereich der Austrittsöffnung für den Plasmastrahl vorgesehen.

Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Härtung der Kanten von Stahlmaterialien, insbesondere zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, mit zumindest einem Laser- oder Plasmakopf, vorzugsweise zwei Laser- oder Plasmaköpfen, wie in einem der vorhergehenden Absätze beschrieben, sowie Einrichtungen zur Führung des oder jedes Laser- oder Plasmakopfes und der Stahlkante bzw. des mit einer zu härtenden Stahlkante versehenen Ski relativ zueinander in Längsrichtung der Stahlkante.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung ist die Vorrichtung vorteilhafterweise gekennzeichnet durch vorzugsweise flüssigkeitsgekühlte Kühlkörper, vorzugsweise aus Kupfer, die in einem Abstand zur Stahlkante bzw. dem Skikörper, vorzugsweise in einem Abstand von 0,2 bis 0,3 mm, geführt sind. Die Kühlkörper führen die Wärmemenge ab, die nicht mehr vom Skikörper aufgenommen werden kann, ohne daß eine vorherbestimmte Temperatur, vorzugsweise die Lösetemperatur des die Stahlkanten fixierenden Klebers, überschritten würde. Als Kühlflüssigkeit hat sich Wasser mit maximal etwa 20 °C als günstigste Lösung ergeben und als Material zur Anfertigung der Kühlkörper ist Kupfer die vorteilhafteste Wahl zur raschen Abführung großer Wärmemengen. Um eine Beeinträchtigung oder Beschädigung der Oberfläche der Stahlkanten und/oder des Ski zu vermeiden, werden die Kühlkörper nicht unmittelbar an die Stahlkante oder die Oberfläche des Ski angelegt und in Kontakt mit diesen entlanggeführt, sondern in geringem Abstand von Stahlkante und/oder Ski geführt.

In der nachfolgenden Beschreibung soll die Erfindung anhand eines nicht einschränkenden Beispiels unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert werden.

Dabei zeigt

Fig. 1 eine Seitenansicht

und Fig. 2 eine Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Härtung von bereits am Ski montierten Stahlkanten, wobei der klareren Darstellung der Führungseinrichtungen halber die Einrichtungen zur Erzeugung des Energiestrahles weggelassen wurden,

Fig. 3 ist eine Ansicht der Vorrichtung der Fig. 1 bzw. 2 in der Ebene III-III dieser Darstellungen mit je einem Plasmakopf samt Positioniereinrichtungen zu beiden Seiten des Ski,

Fig. 4 zeigt den Detailausschnitt IV der Fig. 3 in vergrößertem Maßstab,

Fig. 5 ist ein Schnitt durch eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Plasmakopfes und Fig. 6 bzw. 6b zeigt eine vorteilhafte Ausführungsform einer Anode zum Einbau in einen Plasmakopf im Schnitt und in der Vorderansicht.

Auf einem mit 1 bezeichneten Grundgestell sind drei Führungseinrichtungen 2 für den Ski (nicht dargestellt) vorgesehen, die in an sich bekannter, vorzugsweise automatisierbarer Weise die seitliche Führung des Ski in exakter Weise, d. h. auf den Zehntelmillimeter genau gewährleisten. Zu beiden Seiten des Transportweges des Ski sind zu diesem Zweck einstellbare Führungsrollen 3 angeordnet. Der zu behandelnde Ski wird mittels eines Transportbandes 4, das von einer durch einen exakt regelbaren Motor 5 angetriebenen Antriebsrolle 5a in Bewegung versetzt wird, durch die Anlage gefördert. Das Transportband 4 läuft dabei über die Umlenkrollen 6a bis 6f und ist derart beschaffen, daß durch Reibung eine kraftschlüssig Verbindung mit vorzugsweise der Lauffläche des Ski entstehen kann.

Zur exakten höhenmäßigen Führung des Ski, d. h. senkrecht auf die Ebene, innerhalb derer der Ski durch die Führungsrollen 3 geführt ist, dienen die beiden Rollen 7 und 8. Die untere Auflagerolle 7, auf welcher der Ski mit der Lauffläche aufliegt, ist auf einer ortsfest fixierten oder zumindest exakt fixierbaren Achse frei drehbar gelagert und aus sehr hartem Material, vorzugsweise Stahl angefertigt. Mittels der obenliegenden, zumindest mit einer relativ weichen, elastischen Umfangsbeschichtung 8a versehenen Andruckrolle 8 wird der Ski gegen die untere Auflagerolle 7 gepreßt, wobei insbesondere auch die Vorspannung des Ski in dessen mittlerem Bereich - welche die Aufwölbung des Ski zwischen dessen vorderer und hinterer Auflagerlinie verursacht - überwunden werden muß. Gleichzeitig mit dem Anpressen auf die Auflagerolle 7 entsteht aufgrund der Vorspannung ein Druck des Ski auf das Transportband 4, welcher Druck mit zum Entstehen der auf der Reibung zwischen Lauffläche und Transportband 4 basierenden, kraftschlüssigen Verbindung beiträgt. Die Anpreßrolle 8 ist höhenverstellbar, allenfalls senkrecht zum Ski federnd beweglich geführt, um das ungehinderte Durchlaufen der Schaufel des Ski und dessen Einlegen bzw. Entfernen aus der Vorrichtung zu gestatten.

In Fig. 3 ist mit S der Ski bezeichnet, der mit den zu härtenden Stahlkanten K bereits versehen ist und der von der Andruckrolle 8 auf die Auflagerolle 7 gepreßt wird. Zu beiden Seiten des Ski S ist je eine Einrichtung 9 zur Erzeugung des Energiestrahles zur Aufheizung der jeweiligen Stahlkante K vorgesehen, da dies eine raschere und damit wirtschaftlichere Bearbeitung sicherstellt als die gleichwohl mögliche Anordnung nur einer Einrichtung 9 auf einer Seite des Ski S. Die Einrichtungen 9 sind

auf Tragstrukturen 10, beispielsweise mikroprozessorgesteuerten Roboterarmen, getragen, wobei diese Tragstrukturen 10 vorteilhafterweise - wie durch die Pfeile im unteren Teil symbolisiert ist - parallel zur Achse der Auflagerolle 7 steuerbar beweglich gelagert sind. Diese Beweglichkeit ist notwendig, um die Einrichtung 9 in einfacher Weise, da nur eine Bewegung in einer Richtung erforderlich ist, in immer exakt dem gleichen Abstand zur Stahlkante K zu halten, ganz gleich wie der Ski S geformt ist. So kann der Laser- oder Plasmakopf 9 jeder beliebigen Taillierung oder anderen Ausformung des Ski S nachgeführt werden. Für den weiter unten näher beschriebenen Plasmakopf sind folgende vorzugsweise Werte zur Erzielung günstiger Resultate gefunden worden: Abstand der Einrichtung 9, hier speziell der Austrittsdüse des Plasmastrahles, zur Stahlkante K: 1 bis 10 mm; Relativgeschwindigkeit von Stahlkante K und Einrichtung 9 in Längsrichtung der Kante K: 2 bis 8 m/min. Sowohl für Laser- als auch Plasmastrahlen gilt dabei, daß die erzielbare Härte umso größer ist, je schneller die Relativgeschwindigkeit ist, da dann die Abschreckung schneller erfolgt. Dabei ist eine Abschreckung des Materials durch Kühlmedien nicht notwendig - dies würde vielmehr bei Stahlkanten für Skier allzugroße Härtewerte und zu spröde Kanten ergeben - sondern die Abkühlung (Selbstabschreckung) durch die Umgebungsbedingungen ist ausreichend, um die gewünschte Härtung zu erzielen. So sind für CK60-Stahl Werte von über 50 Rockwell erreichbar, wobei für Stahlkanten für Skier die Werte vorteilhafterweise zwischen 58 und 60 Rockwell durch geeignete Abstimmung aller Verfahrensparameter gewählt werden.

Die Steuerung der beschriebenen Bewegung erfolgt durch die Kontaktrollen 11, die ebenfalls an jeder Tragstruktur 10 vorgesehen sind, welche Kontaktrollen 11 durch geeignete Sensoren überwacht werden und wobei die Tragstrukturen 10 derart angesteuert werden, daß die Kontaktrollen 11 immer mit dem gleichen Druck an der Stahlkante K anliegen. Der deutlicheren Darstellung halber wurde in Fig. 3 nur eine Kontaktrolle 11 auf der linken Seite des Ski S gezeichnet, um rechts das in Fig. 4 vergrößert dargestellte Detail IV deutlich im Zusammenhang mit der Tragstruktur 10 und der gesamten Vorrichtung zeigen zu können.

Dieses Detail IV zeigt flüssigkeitsgekühlte Kühlkörper 12, die das Material der die Kante K umgebenden Bauteile des Ski S vor zu großer Erwärmung durch den Energiestrahle E der Einrichtung 9 bewahrt. Die Kühlflüssigkeit, vorzugsweise Wasser mit einer Maximaltemperatur von ca. 20 °C, strömt dabei durch die Passagen 12a in den vorzugsweise aus Kupfer gefertigten Kühlkörpern 12. Diese Kühlkörper 12 decken einen Längsbereich von einigen Zentimetern bis etwa 30 cm vor und hinter dem

Auftreffbereich des Energiestrahles E ab. Wie in Fig. 4 deutlich dargestellt ist, liegen die ebenfalls von der Tragstruktur 10 getragenen Kühlkörper 12 nicht am Ski S oder der Kante K an, sondern sind in jedem Fall von diesen beabstandet, vorzugsweise zwischen 0,2 bis 0,3 mm, was bei vermiedener Beschädigung oder Beeinträchtigung der Materialien beispielsweise durch Zerkratzen die trotzdem ausreichender Wärmeabführung gewährleistet.

Obwohl der Einsatz von Laserstrahlen als Energiestrahle E möglich ist, ist doch die Verwendung von Plasmastrahlen bevorzugt, da diese weniger empfindlich gegenüber der Oberflächenbeschaffenheit der Kante K und auch wirtschaftlicher sind und darüberhinaus kein zusätzliches Schutzgas benötigen. In Fig. 5 ist daher ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel für einen Plasmakopf als Einrichtung 9 zur Erzeugung des Energiestrahles E dargestellt und soll nachfolgend näher beschrieben werden.

Der dargestellte Plasmakopf 9 umfaßt ein zweigeteiltes Gehäuse aus einem oberen Teil 13 und einem unteren Teil 14, welche Teile 13 und 14 durch ein Isoliermaterial 15 voneinander elektrisch isoliert getrennt sind. Je ein Anschlußelement 16 bzw. 17 am oberen Teil 13 bzw. unteren Teil 14 ist zum Zuführen bzw. Ableiten von Kühlmedium für den Plasmakopf 9 in die Passage 17 vorgesehen. Im oberen Teil 13 ist eine Kathode 18 in an sich bekannter Weise austauschbar in einer herkömmlichen Halterung 19 fixierbar. Im unteren Teil 14 ist eine das freie Ende der Kathode 18 in einem Abstand umgebende Anode 20 mit einer Austrittsöffnung 21 für das ionisierte Gas, d. h. den Plasmastrahl, vorgesehen. Zwischen der Halterung 19 der Kathode 18 und der Anode 20 ist, im wesentlichen in der selben Höhe wie das Isoliermaterial 15, eine die Kathode 18 im Abstand umgebende Buchse 22, ebenfalls aus Isoliermaterial, vorzugsweise aus Keramikwerkstoff, vorgesehen, sodaß zwischen der Innenwandung dieser Buchse 22 und der Kathode 18 ein ringförmiger Raum 23 begrenzt ist. Auf einer Seite wird dieser Raum 23 von der Halterung 19 der Kathode 18 abgeschlossen, während er sich gegenüberliegend in den Ringspalt 24 zwischen Kathode 18 und Anode 20 sowie weiter die Austrittsöffnung 21 fortsetzt. Durch eine - vor oder hinter der Schnittebene in den Plasmakopf 9 mündende - Leitung 25 wird das zu ionisierende Gas durch in einen Ringspalt 26 um die Buchse 22 und weiter durch radiale Bohrungen 27 in den Eintritts- und Vergleichmäßigungsraum 23 geleitet.

Als zu ionisierendes Gas wird beispielsweise Helium oder Stickstoff, vorzugsweise jedoch Argon in einer Menge von 0,5 bis 5 l/min verwendet, wobei mit Argon ein besonders stabiles Plasma mit gleichzeitiger Schutzgaswirkung erzielt wird.

Für die gleichmäßige Energie des Plasmastrahles ist eine laminare Strömung des Gases entlang

der Kathode 18 von besonderer Bedeutung. So wird durch die Vergleichmäßigung der Strömung des zugeführten Gases im Raum 23 und dessen vorzugsweises Verhältnis von axialer Höhe zu Breite des Ringspaltes von etwa 2:1 eine zur Spitze der Kathode 18 hin laminare Gasströmung erzeugt. Die Spitze der Kathode 18 läuft unter einem sehr kleinen Winkel α zwischen 10 und 30°, vorzugsweise 20°, zusammen, um die Strömung so weit als möglich laminar zu halten. Ein weiteres Merkmal, um die Gasströmung laminar weiterzuleiten, besteht in einer ebenen, normal auf die Achse der Kathode 18 orientierten Endfläche 28 mit vorzugsweise 0,3 mm Durchmesser, die als eine Art Abrißkante zum gesteuerten Abreißen der Gasströmung von der Kathode 18 wirkt.

Die laminare Strömung des Gases hat neben der gleichmäßigen Energie des Plasmastrahles und in Verbindung mit der speziellen Materialwahl für die Kathode 18 noch den zusätzlichen Vorteil, daß die ionisierende Entladung zwischen Kathode 18 und Anode 20 keinen harten Rechteckimpuls erfordert, sondern mit einem weichen Sinusimpuls gezündet werden kann. Damit entfallen alle Abschirmprobleme des Plasmakopfes 9 und er kann ohne Störungen der umliegenden Elektronikbauteile, beispielsweise in der Steuerung der Tragstrukturen 10, in Meßvorrichtungen, usw., verwendet werden. Die Stromstärke beträgt während der stabilen Betriebsphase des Plasmabrenners 9 zwischen 20 und 180 A. Die Leistung des Energiestrahles beträgt vorzugsweise zwischen 1 und 5 kW, insbesondere 2 kW pro Einheit 9.

Um die Härte der gehärteten Stahlkante nicht zu hoch werden zu lassen, wodurch sie zu spröde würde, kann der Energieeintrag durch den Energiestrahle E über einen größeren Bereich der Stahlkante K verteilt werden. Neben der virtuellen Aufweitung durch die Ablenkung des Energiestrahles E während der Relativbewegung zur Stahlkante K, beispielsweise beim Plasmastrahl durch einen die Austrittsöffnung 21 umgebenden Elektromagneten 29 oder beim Laserstrahl durch schwenkbare Linsensysteme, kann auch der physische Querschnitt des Strahls selbst aufgeweitet werden.

So kann statt der Anode 20 des Plasmakopfes 9 mit einer kreisförmigen Austrittsöffnung 21, vorzugsweise mit einem Durchmesser von 0,5 bis 3 mm, eine entsprechend dem in den Fig. 6a und 6b ausgebildete Anode 20' mit einer langlochförmigen bzw. ovalen Austrittsöffnung 21' zwischen Werten von 0,6 x 2 mm bis 2,5 x 5 mm, vorzugsweise mit 1 x 3 mm, vorgesehen sein. Dabei wird die Austrittsöffnung 21' zur Vermeidung zu rascher Auskühlung des Materials der Stahlkante derart orientiert, daß der längere Durchmesser parallel zur Längsachse der Stahlkante K liegt. Die Aufheizung und Abschreckung erfolgt dadurch langsamer und

die Härte bleibt im für die spezielle Anwendung erwünschten Bereich von 57 bis 60 Rockwell. Runde Austrittsöffnungen in den Anoden ergeben in jedem Fall aufgrund der schnelleren Abkühlung höhere Härten.

Obwohl in der Beschreibung die Härtung von bereits am Ski montierten Kanten beispielhaft näher erläutert wurde, ist selbstverständlich bei geeigneter Ausführung der Einrichtungen zum Hervorrufen der Relativbewegung zwischen der zu härtenden Stahlkante - speziell durch auf die geringere Dimension und Steifigkeit der Stahlkante abgestimmte Führungs- bzw. Transportvorrichtungen - und der Einheit zur Erzeugung des Energiestrahles auch die Härtung der Stahlkante vor dem Zusammenbau mit den restlichen Bestandteilen des Ski in der erfindungsgemäßen Weise und wie in der Beschreibungseinleitung angegeben möglich.

Bei allen der bisher beschriebenen Vorgangsweisen ist es vorteilhafterweise möglich, daß der Energiestrahle E bezüglich beider außenliegenden Flächen der zu härtenden Stahlkanten K schräg auf diese gerichtet wird. Vorzugsweise wird der Strahl E in der in Fig. 3 bzw. deutlicher in Fig. 4 dargestellten Weise in einem Bereich von etwa 25° um die Symmetrieebene, vorteilhafterweise genau in der Ebene der Winkelsymmetrale, der zu härtenden Außenkante der Stahlkante K auf diese gerichtet. Damit läßt sich die Form des gehärteten Bereiches innerhalb der Stahlkante beeinflussen, wobei direkt in Verlängerung des Energiestrahles E die größte Härtungstiefe erzielt wird. Die Härtungstiefe wird umso geringer, je größer der radiale Abstand zur Achse des Energiestrahles E ist. Besonders deutlich treten die eben genannten Effekte beim Plasmastrahl auf, wohingegen sie durch die geringe Tiefenwirkung des Laserstrahles nur in geringerem Ausmaß zu erzielen sind. Beim Laserstrahl ist in etwas aufwendigerer Weise ein Überstreichen beider Seitenflächen erforderlich, um einen ähnlich großen Flächenbereich wie beim Plasmastrahl abdecken zu können, wobei aber trotzdem, besonders im eigentlichen Kantenbereich, die Tiefe der Härtung diejenige des Plasmastrahles nicht erreicht.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Härten von Stahl-Laufkanten für Ski od. dgl., wobei die Stahl-Laufkante zumindest partiell, vorzugsweise zumindest im Bereich der die Laufsohle des Ski außen begrenzenden Stahl-Laufkante, rasch erwärmt, danach rasch wieder abgekühlt und dadurch gehärtet wird, dadurch gekennzeichnet, daß zur raschen Erwärmung des zu härtenden Bereiches der Stahl-Laufkante ein Plasmastrahl mit zu jedem Zeitpunkt genau definierter Energie

angewendet und das vom Plasmastrahl erwärmte Material anschließend vorzugsweise lediglich abgekühlt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Plasmastrahl und die Stahl-Laufkante relativ zueinander in Längsrichtung der Stahl-Laufkante bewegt werden und der Plasmastrahl dabei zumindest über einen Teilbereich der Länge der Stahl-Laufkante immer genau die gleiche Energie aufweist, wobei dies vorzugsweise durch Versorgung des Plasmakopfes mit immer genau der gleichen Stromstärke erzielt wird. 5
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Plasmastrahl und die Stahl-Laufkante relativ zueinander in Längsrichtung der Stahl-Laufkante bewegt werden und der Plasmastrahl dabei zumindest über einen Teilbereich der Länge der Stahl-Laufkante eine vorzugsweise regelmäßig veränderliche Energie aufweist, wobei dies vorzugsweise durch regelmäßige Änderung der dem Plasmakopf zugeführten Stromstärke erzielt wird. 10 15 20 25
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Plasmastrahl gleichzeitig auf beide Außenseiten der Stahl-Laufkante gerichtet wird und die Achse des Plasmastrahles vorzugsweise schräg auf beide Außenseiten, insbesondere in einem Bereich von 25° um die Winkelsymmetrale, speziell genau in der Winkelsymmetralen, ausgerichtet wird. 30 35
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine bereits am Ski montierte Stahl-Laufkante mittels des Plasmastrahles rasch erwärmt und dabei der Bereich um den Auftreffbereich des Energiestrahles soweit gekühlt wird, daß im Übergangsbereich Stahl-Laufkante-Ski vorzugsweise die Lösetemperatur des Klebers für die Befestigung der Stahl-Laufkante am Skikörper nicht überschritten wird. 40 45
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Auftreffbereich des Plasmastrahles in Richtung der Längsrichtung der Stahl-Laufkante zumindest virtuell, vorzugsweise durch elektromagnetische Ablenkung des Plasmastrahles, aufgeweitet wird. 50 55
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt des Plasmastrahles vorzugsweise in Richtung der Längs-

richtung der Stahl-Laufkante aufgeweitet wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Gasströmung für den Plasmastrahl um die Kathode des Plasmakopfes laminar gehalten wird.
9. Stahl-Laufkante für Ski od. dgl., die nach einem Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche zumindest partiell gehärtet ist.
10. Ski mit zumindest einer gemäß einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 zumindest partiell gehärteten Stahl-Laufkante.
11. Plasmakopf zur Härtung von Kanten bei Stahlmaterialien, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, mit einem durch Isoliermaterial (15) geteilten Gehäuse (13, 14), Einrichtungen zur Zuführung eines Gases, einer vom Gas umströmten, rundstabförmigen Kathode (18) und einer ein Ende der Kathode (18) umgebenden Anode (20, 20') mit einer Öffnung (21, 21') zum Austritt des Plasmastrahls (E), gekennzeichnet durch eine mit radialen Bohrungen (27) versehene Buchse (22), vorzugsweise aus Isoliermaterial, um die Kathode (23) zur Zuführung des Gases, welche Buchse (22) einen Ringspalt (23) um die Kathode (18) freiläßt.
12. Plasmakopf nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der zwischen Buchse (22) und Kathode (18) freibleibende Ringspalt (23) ein Verhältnis Höhe zu Breite von etwa 2:1 hat.
13. Plasmakopf nach einem der Ansprüche 11 oder 12, gekennzeichnet durch eine Wolfram-Zirkonium-Kathode (18).
14. Plasmakopf nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Ende der Kathode (18) in einem Winkel zwischen 10 und 30°, vorzugsweise 20°, zuläuft.
15. Plasmakopf nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Kathode (18) stumpf, vorzugsweise in einer normal auf die Kathodenachse stehenden, ebenen Fläche (28), endet.
16. Plasmakopf nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnung (21') in der Anode (20') in Form eines Langloches ausgeführt ist, wobei vorzugsweise der längere Durchmesser in der Längsrichtung der Stahl-Laufkante (K) ausgerichtet ist.

17. Plasmakopf nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß Einrichtungen (29) zur elektromagnetischen Ablenkung des Plasmastrahles (E) im Bereich der Austrittsöffnung (21, 21') für den Plasmastrahl vorgesehen sind. 5
18. Vorrichtung zur Härtung von Kanten bei Stahlmaterialien, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, mit zumindest einem Plasma- oder Laserkopf (9), vorzugsweise zwei Plasma- oder Laserköpfen, gemäß einem der Ansprüche 11 bis 17, sowie Einrichtungen (2 bis 8, 10) zur Führung des oder jedes Plasma- bzw. Laserkopfes (9) und der Stahl-Laufkante (K) bzw. des mit einer zu härtenden Stahl-Laufkante versehenen Ski (S) relativ zueinander in Längsrichtung der Stahl-Laufkante (K). 10 15 20
19. Vorrichtung nach Anspruch 18, gekennzeichnet durch vorzugsweise flüssigkeitsgekühlte Kühlkörper (12), vorzugsweise aus Kupfer, die in einem Abstand zur Stahl-Laufkante (K) bzw. dem Skikörper, vorzugsweise in einem Abstand von 0,2 bis 0,3 mm, geführt sind. 25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

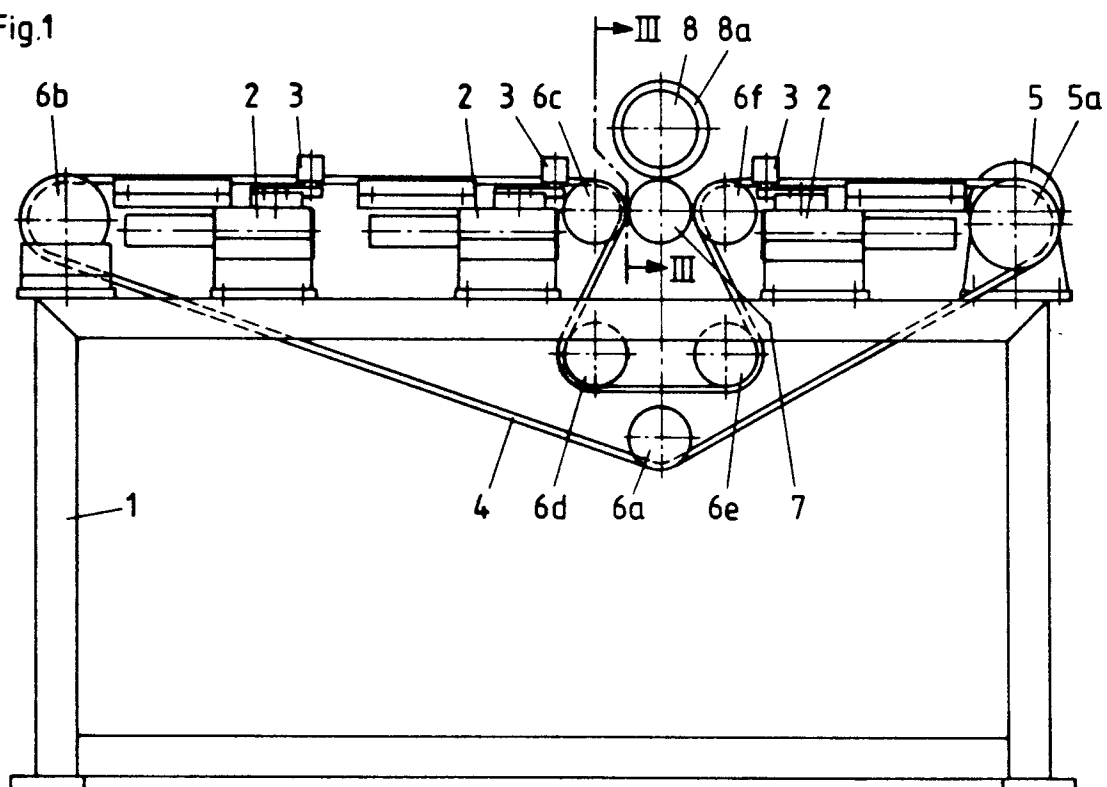


Fig.2

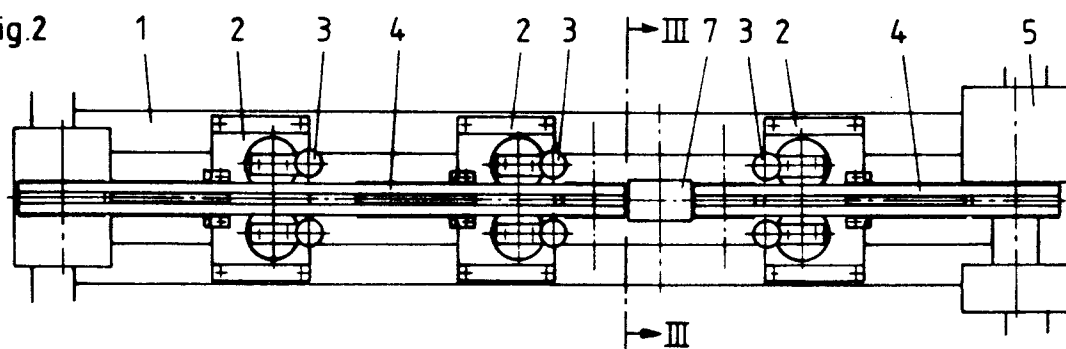


Fig.6a

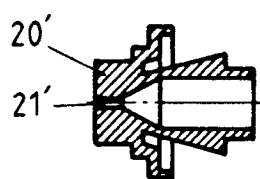


Fig.6b

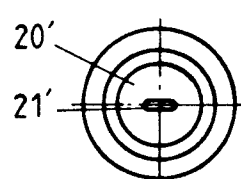


Fig.3

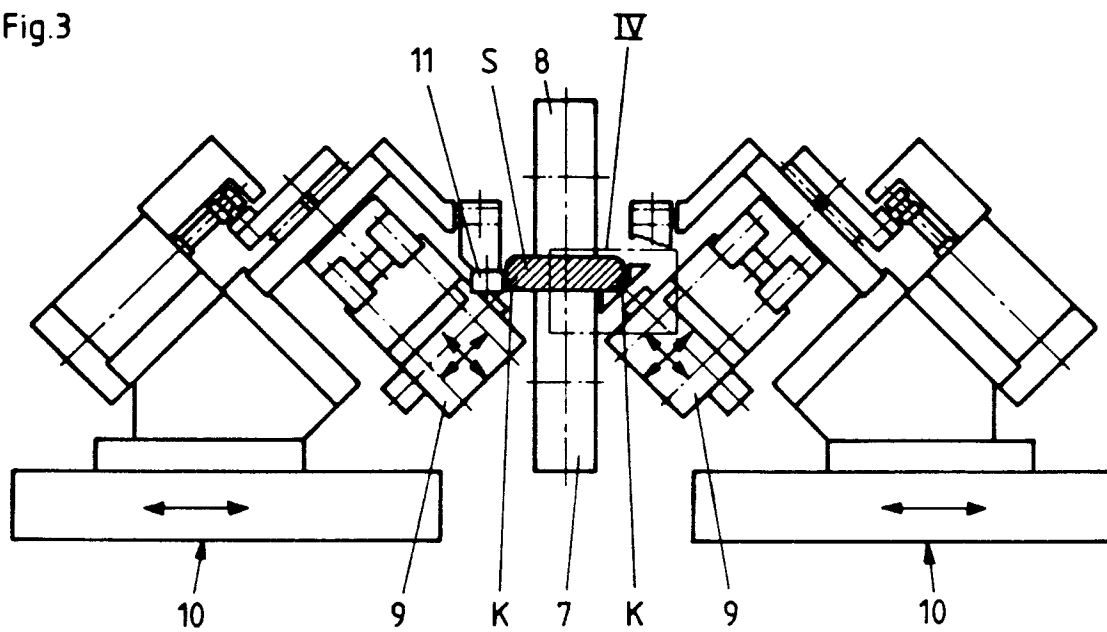
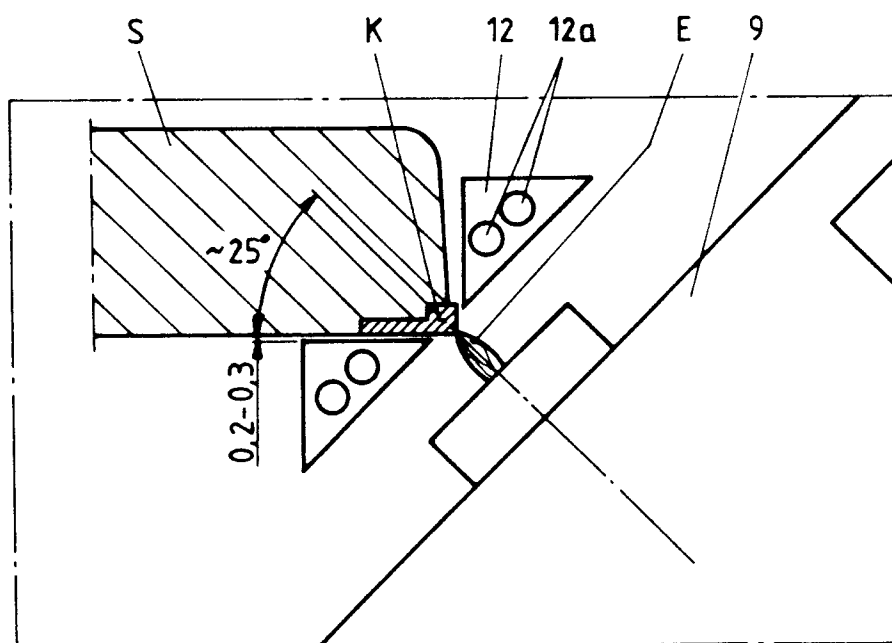


Fig.4



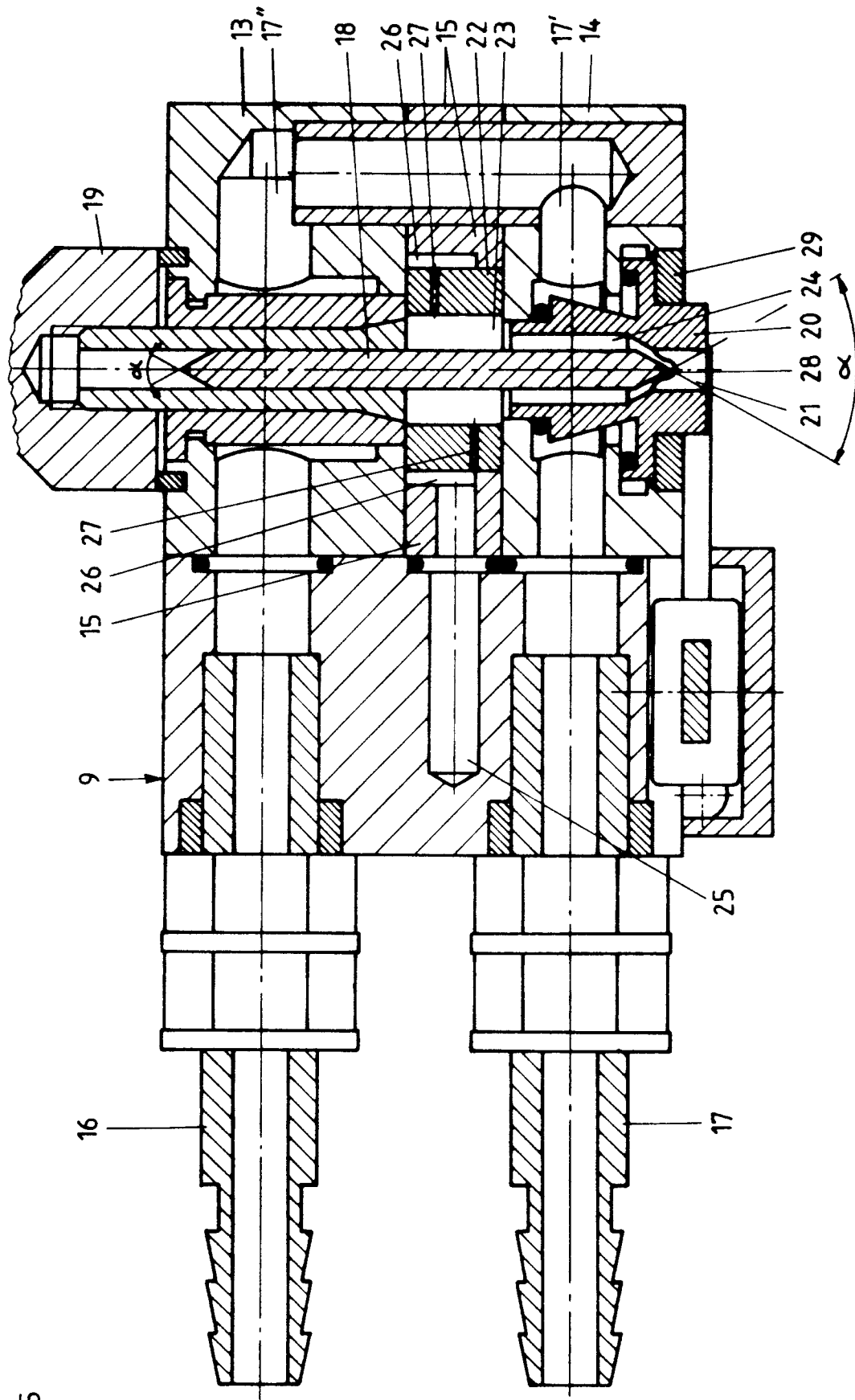


Fig.5