

(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 80/94

(51) Int.Cl.⁶ : **A63C 5/048**

(22) Anmeldetag: 17. 1.1994

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 9.1997

(45) Ausgabetag: 25. 2.1999

(56) Entgegenhaltungen:

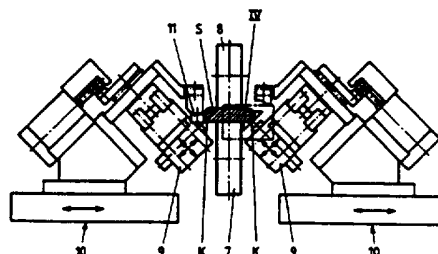
DE 4000744A1 DE 4042349A1 DE 4218903A1 US 4595817A
US 4317984A AT 286152B AT 392483B

(73) Patentinhaber:

FISCHER GESELLSCHAFT M.B.H.
A-4910 RIED IM INNKREIS, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) VERFAHREN ZUM HÄRTEN VON STAHL-LAUFKANTEN FÜR SKI SOWIE PLASMAKOPF ZUR HÄRTUNG VON KANTEN BEI STAHLMATERIALIEN UND VORRICHTUNG ZUR HÄRTUNG VON KANTEN BEI STAHLMATERIALIEN

- (57) 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. Für eine wirtschaftliche, genau definierte, partielle Härtung in einem beliebig langen Längsabschnitt der Stahl-Laufkante gewährleisten zu können, wird zur raschen Erwärmung des zu härtenden Bereichs der Stahl-Laufkante ein Plasmastrahl mit zu jedem Zeitpunkt genau definierter Energie in einem beliebig langen Längsabschnitt angewendet und das vom Plasmastrahl erwärmte Material anschließend vorzugsweise lediglich abgekühlt. Der Plasmakopf 9 zur Erzeugung des Plasmastrahles E umfaßt ein durch Isoliermaterial 15 geteiltes Gehäuse 13, 14, eine gasumströmte, rundstabförmige Kathode 18 und eine die Kathode umgebende Anode 20, 20' mit einer Öffnung 21, 21' zum Austritt des Plasmastrahls E, wobei um die Kathode 18 zur Gaszuführung eine Buchse 22 vorgesehen ist, die einen Ringspalt 23 um die Kathode 18 freiläßt.



Die Erfindung betrifft ein 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.

Um die Verschleißigenschaften von Stahl-Laufkanten, insbesondere bei Skiern, zu verbessern, wäre eine möglichst hohe Härte des Materials wünschenswert. Die Umwandlung des Materials der Stahl-Laufkante in ein feinkörniges, extrem hartes und zähes Martensitgefüge erfolgt durch rasche Aufheizung, rasche Abschreckung und nachfolgende zusätzliche Energiezufuhr. Die Hartung mit Hilfe eines Laserstrahls ist aus der DE-42 18 903 A1 sowie insbesondere für Stahl-Laufkanten von Skiern aus der DE-40 00 744 A1 bekannt. Laserhärtung von Stahl ist aufgrund ihrer hauptsächlich auf Absorption basierenden Energieübertragung abhängig von der Oberflächenbeschaffenheit (z.B. Farbe, Verschmutzung, Reflexionsgrad) des zu härtenden Materials. Geringe Unterschiede in der Oberflächenbeschaffenheit können zu unterschiedlichen Härtungsergebnissen führen.

Bei einer entsprechenden Härtung des gesamten, die Stahl-Laufkante bildenden Profils wird aber gleichzeitig dessen Elastizität in unzulässigem Maß beeinträchtigt. Daher wurde in der AT 286 152 B vorgeschlagen, den Ski mit Stahl-Laufkanten zu versehen, die lediglich partiell, nämlich an der Stelle der größten Verschleißbeanspruchung, d.h. der unteren, bezüglich der Laufläche außenliegenden Kante, zu härten. Als Energiequelle für die rasante Aufheizung des Materials wird rein beispielhaft auch ein Plasmabrenner angegeben, wobei allerdings keinerlei Hinweise zu finden sind, wie dabei eine gleichmäßige und/oder genau definierte Härtung in einem genau definierten Bereich der Stahl-Laufkante erzielt werden kann.

Die US-4 317 984 A sowie US-4 595 817 A beschreiben die Härtung von Stahl mit Hilfe eines Plasmastrahls zur Vorbereitung von anderen Behandlungsschritten, vorzugsweise zur Vorbereitung des Materials vor Schneidvorgängen. In der AT 392 483 B ist der Einsatz von Plasmabrennern zum Härten der Schneidkanten von Sägen, Messern oder Stanzwerkzeugen offenbart. Diese Dokumente behandeln andere Gebiete mit Aufgabenstellungen, welche von der vorliegenden abweichen.

Vielmehr sind die bisherigen Plasmabrenner nicht geeignet, Stahl-Laufkanten von Skiern in der erforderlichen, exakt definierten Art und Weise über die gesamte Länge zu härten, weshalb auch trotz der rasanten Entwicklungen der Skiherstellungstechnologien und des offensichtlichen Vorteils partiell gehärteter Stahl-Laufkanten diese spezielle Technologie von der Industrie nicht aufgegriffen und bislang nicht eingesetzt wurde.

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

Weitere Aufgaben sind die Schaffung einer exakt definiert partiell gehärteten Stahl-Laufkante, eines Skis, der mit einer solchen Stahl-Laufkante versehen ist, sowie eines Plasmakopfs zur Herstellung einer exakt definiert partiell gehärteten Stahl-Laufkante.

Zur Lösung der ersten Aufgabe ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß zur raschen Erwärmung des zu härtenden Bereichs der Stahl-Laufkante ein Plasmastrahl mit zu jedem Zeitpunkt genau definierter Energie in einem beliebig langen Längsabschnitt angewendet und daß das vom Plasmastrahl erwärmte Material anschließend vorzugsweise lediglich abgekühlt wird. Wie bereits oben erwähnt, weisen Plasmastrahlen einerseits ein besonders günstiges Energie-Kosten-Verhältnis auf und sind andererseits unempfindlich gegenüber der Oberflächenbeschaffenheit des zu behandelnden Materials, wie zum Beispiel Farbe, Verschmutzung oder Reflexionsgrad. 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. Das erfindungsgemäße Verfahren gewährleistet bei exakter Führung der Einrichtung zur Erzeugung des Plasmastrahls relativ zur Stahl-Laufkante, was eine selbstverständliche Voraussetzung ist, einen genau definierten Energieeintrag in einen exakt vorbestimmbaren Bereich der Stahl-Laufkante. Damit ist die Erwärmungsrate und - abhängig vom Material, aber genau bestimmbar - der von der Härtung erfaßte Bereich genau definierbar. Dies ist auch eine wichtige Voraussetzung für das Härten von bereits am Ski montierten Stahl-Laufkanten. Dabei muß gewährleistet sein, daß die Erwärmung des Stahl-Laufkantenmaterials nicht zu stark ist, um das daran angrenzende Material des Skis selbst über eine bestimmte Mindesttemperatur zu erwärmen. Andernfalls würde das Material des Skis beschädigt, Verbindungen gelockert oder gelöst, Kleber, beispielsweise zur Fixierung der Stahl-Laufkanten am Ski, gelöst oder dergleichen mehr. Durch die erfindungsgemäße Härtung mit einem zu jedem Zeitpunkt mit genau definierter Energie auftreffenden Plasmastrahl kann die Materialerwärmung genau gesteuert und unzulässige Überhitzungen vermieden werden.

Die Härtung erfolgt in möglichst wirtschaftlicher Weise und ist einfacher in der Handhabung, wenn 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 Plasmakopfs mit
 5 immer genau der gleichen Stromstärke erzielt wird. Somit wird über die gesamte Länge des überstrichenen Längsabschnitts der Stahl-Laufkante eine gleichmäßige, exakt definierte Härtung gewährleistet. Damit ist sichergestellt, daß bei einer allfälligen Nachbearbeitung der Stahl-Laufkante, beispielsweise beim gleichmäßigen Abschleifen, entlang der gesamten gehärteten Länge der Stahl-Laufkante die gleichen Materialeigenschaften vorliegen und nicht etwa unerwünschterweise gehärtete und ungehärtete Abschnitte in nicht
 10 vorherbestimmbare Abfolge auftreten. Mit dem Merkmal, daß der Plasmastrahl immer genau die gleiche Energie aufweist, ist verbunden, daß an jeder Stelle des Plasmastrahls 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 Abschnitten bzw. Abschnitten mit unterschiedlich ausgeprägter Härtung - sowohl die Materialhärte als auch die Tiefe bzw.
 15 das Volumen des gehärteten Bereiches betreffend - gewünscht ist, kann dies in vorteilhafter Weise dadurch erzielt werden, 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. Veränderliche
 20 Energie bedeutet dabei, daß die Temperatur an jeder Stelle des Plasmastrahls sich gleichsinnig und in genau vorhersehbarer bzw. bestimmbarer Weise verändert. Mit Hilfe dieses Verfahrens können unterschiedlich gehärtete Längsabschnitte der Stahl-Laufkante des Skis od. dgl. für verschiedene Einsatzzwecke erzielt werden, wodurch das Eigenschaftsbild des Skis od. dgl. optimiert werden kann.

Um in einfacher und zeitsparender Weise einen möglichst großen Bereich der auf Verschleiß beanspruchten Stellen zu erfassen, wird der Plasmastrahl gleichzeitig auf beide Außenseiten der Stahl-Laufkante gerichtet und die Achse des Plasmastrahls 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 Plasmastrahls und/oder seiner Parallelverschiebung nach oben oder unten 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
 30 werden. Eine symmetrische Härtezone der Außenkante, deren Form auch bei Nachbearbeitung möglichst lange erhalten bleibt, ist bei der vorzugsweise genau mit der Symmetrieachse der Außenkante zusammenfallenden Ausrichtung des Plasmastrahls herstellbar.

Eine besonders vorteilhafte Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, daß eine bereits am
 35 Ski montierte Stahl-Laufkante mittels des Plasmastrahls rasch erwärmt und dabei der Bereich um den Auftreffbereich des Plasmastrahls soweit gekühlt wird, daß im Übergangsbereich Stahl-Laufkante-Ski vorzugsweise die Lösetemperatur des Klebers für die Befestigung der Stahl-Laufkante am Skikörper gewahrt bleibt. Das Härten der Stahl-Laufkanten kann dabei als letzter Arbeitsschritt der Skierstellung vorgesehen werden, da keine Beeinträchtigung anderer Skibestandteile durch die erfindungsgemäße Härtung auftritt und daher keinerlei weitere Nachbehandlungsschritte nötig sind. Damit sind auch die bereits eingebauten
 40 Stahl-Laufkanten 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 die Stahl-Laufkante umgebenden Bereiche des Ski trägt aufgrund der Wärmeabfuhr zur Selbstabschreckung des durch den Plasmastrahl erwärmten Bereiches und damit zum
 45 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 Stahl-Laufkanten verwendete Kleber gelöst oder zersetzt wird.

Um mit einer gegebenen Einrichtung zur Erzeugung des Plasmastrahls, vorzugsweise einem Plasmakopf, einen größeren Bereich der Stahl-Laufkante erfassen zu können, wird gemäß einem weiteren Merkmal
 50 der Erfindung der Auftreffbereich des Plasmastrahls in Richtung der Längsrichtung der Stahl-Laufkante zumindest virtuell, vorzugsweise durch elektromagnetische Ablenkung des Plasmastrahls, aufgeweitet. Dies bedeutet, daß nicht der Durchmesser des Plasmastrahls 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
 55 "Zitterbewegung" des Auftreffpunktes um eine Mittelachse während der Relativbewegung von Plasmakopf und Stahl-Laufkante ein größerer Bereich überstrichen wird als es dem Querschnitt des Plasmastrahls entspricht. Die virtuelle Aufweitung kann dabei in einer oder jeder beliebigen Richtung senkrecht auf die Achse des Plasmastrahls erfolgen. Neben der Möglichkeit einen größeren Bereich von der unteren

Außenkante der Stahl-Laufkante hin auf beiden Außenseiten durch die virtuelle Aufweitung des Plasmastrahls 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 Plasmastrahls entsprechen würde. Da meist der für die virtuelle Aufweitung des Plasmastrahls verfügbare Bereich an den Außenkanten der Stahl-Laufkante begrenzt ist bzw. nur eine Härtung in einem engen Bereich um die verschleißgefährdete Kante erwünscht ist, wird der Auftreffbereich des Plasmastrahls vorzugsweise in Richtung der Längsachse der Stahl-Laufkante aufgeweitet.

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 Plasmastrahls selbst, vorzugsweise in Richtung der Längsachse der Stahl-Laufkante, 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 Stahl-Laufkante möglich.

Ein besonders für die Gleichmäßigkeit der Energieabgabe des Plasmakopfs bedeutsames Merkmal besteht darin, daß die Gasströmung für den Plasmastrahl um die Kathode des Plasmakopfs 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 Plasmakopfs durch einen Sinusimpuls erfolgen kann und somit bei geringer 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.

Durch den Einsatz des Plasmastrahls zur Härtung läßt sich in sehr wirtschaftlicher Weise eine besonders tiefreichende Härtung der Stahl-Laufkante 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 Stahl-Laufkante nur in geringe Tiefe reichende und im Querschnitt etwa L-förmige Härtezone ergibt.

Dadurch kann das Eigenschaftsbild eines Ski, der mit zumindest einer gemäß einem in den vorhergehenden Absätze beschriebenen Verfahren zumindest partiell gehärteten Stahl-Laufkante versehen ist, für verschiedene Einsatzzwecke optimiert werden.

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 versehene Buchse, vorzugsweise aus Isoliermaterial, um die Kathode zur Zuführung des Gases, 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 Plasmastrahls von Bedeutung ist.

Besonders günstige Ergebnisse stellen sich ein, wenn der zwischen Buchse und Kathode freibleibende Ringspalt ein Verhältnis Höhe zu Breite von 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 keiskegelförmig in einem Winkel zwischen 10° und 30°, vorzugsweise 20°, zulauft. Dieser sehr kleine Winkel, der zwischen den einander symmetrisch gegenüberliegenden Seiten der vorzugsweise radialsymmetrischen Kathode gemessen wird, 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 Langlochs ausgeführt, wobei vorzugsweise der längere Durchmesser in der Längsrichtung der Stahl-Laufkante ausge-

richtet ist. Diese Form der Austrittsöffnung für den Plasmastrahl aus dem Plasmakopf bewirkt eine physikalische Aufweitung des Plasmastrahls in Richtung des längeren Durchmessers und damit eine Verteilung der Energie über einen größeren Bereich der Stahl-Laufkante, 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 Stahl-Laufkante 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 Plasmastrahls im Bereich der Austrittsöffnung für den Plasmastrahl vorgesehen.

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

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung ist die Vorrichtung vorteilhafterweise gekennzeichnet durch vorzugsweise flüssigkeitsgekühlte Kühlkörper, vorzugsweise aus Kupfer, die in einem Abstand zur Stahl-Laufkante bzw. dem Skikörper, vorzugsweise in einem Abstand von 0,2 mm 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 Stahl-Laufkanten fixierenden Klebers, überschritten würde. Als Kühlfüssigkeit 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 Stahl-Laufkanten und/oder des Ski zu vermeiden, werden die Kühlkörper nicht unmittelbar an die Stahl-Laufkante oder die Oberfläche des Ski angelegt und in Kontakt mit diesen entlanggeführt, sondern in geringem Abstand von Stahl-Laufkante und/oder Ski geführt.

In der nachfolgenden Beschreibung wird die Erfindung anhand eines nicht einschränkenden Beispiels unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungsfiguren näher erläutert.

Dabei zeigt Fig. 1 eine Seitenansicht und Fig. 2 eine Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Härtung von bereits am Ski montierten Stahl-Laufkanten, wobei der klareren Darstellung der Führungseinrichtungen halber die Einrichtungen zur Erzeugung des Plasmastrahls 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 Skis, Fig. 4 zeigt den Detailausschnitt IV der Fig. 3 in vergrößertem Maßstab, Fig. 5 ist ein Schnitt durch eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Plasmakopfs und Fig. 6a bzw. 6b zeigt eine vorteilhafte Ausführungsform einer Anode zum Einbau in einen Plasmakopf im Schnitt und in der Vorderansicht.

Auf einem Grundgestell 1 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 Zehntelmillimeter genau gewährleisten. Zu beiden Seiten des Transportweges des Ski sind zu diesem Zweck einstellbare Führungsrollen 3 angeordnet. Der zu bearbeitende Ski wird mittels eines Transportbands 4, das von einer durch einen exakt regelbaren Motor 5 angetriebenen Antriebsrolle 5a in Bewegung versetzt wird, durch die Anlage befördert. Das Transportband 4 läuft dabei über die Umlenkrollen 6a bis 6f und ist derart beschaffen, daß durch Reibung eine kraftschlüssig Verbindung vorzugsweise mit 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 Auflagelinie 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 bereits mit den zu härtenden Stahl-Laufkanten K versehen ist und der von der Andruckrolle 8 auf die Auflagerolle 7 gepreßt wird. Zu beiden Seiten des Skis S ist je eine Einrichtung 9 zur Erzeugung des Plasmastrahls (Plasmakopf) zur Aufheizung der jeweiligen Stahl-Laufkante

K vorgesehen, da dies eine raschere und damit wirtschaftlichere Bearbeitung sicherstellt als die gleichwohl mögliche Anordnung nur einer Einrichtung 9 auf einer Seite des Skis S. Die Einrichtungen 9 werden von Tragestrukturen 10, beispielsweise mikroprozessorgesteuerten Roboterarmen, getragen, wobei diese Tragestrukturen 10 vorteilhafterweise - wie durch die Pfeile im unteren Teil symbolisiert ist - parallel zur Achse der Auflagerrolle 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 Stahl-Laufkante K zu halten, ganz gleich wie der Ski S geformt ist. So kann der Plasmakopf 9 jeder beliebigen Taillierung oder anderen Ausformung des Ski S nachgeführt werden. Für den weiter unten näher beschriebenen Plasmakopf 9 sind vorzugsweise folgende Werte zur Erzielung günstiger Resultate gefunden worden: Abstand des Plasmakopfs 9, insbesondere der Austrittsdüse des Plasmastrahls, zur Stahl-Laufkante K: 1 bis 10 mm; Relativgeschwindigkeit von Stahl-Laufkante K und Plasmakopf 9 in Richtung der Längsachse der Stahl-Laufkante K: 2 bis 8 m/min. Die erzielbare Härte ist umso größer, 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 Stahl-Laufkanten für Ski allzugroße Härtewerte und zu spröde Kanten ergeben - sondern die Abkühlung (Selbstabschreckung) durch die Umgebungsbedingungen ist ausreichend, um die gewünschte Härtung zu erzielen. Für CK60-Stahl sind Werte von über 50 Rockwell erreichbar, wobei für Stahl-Laufkanten für Skier die Werte vorteilhafterweise zwischen 58 und 60 Rockwell durch geeignete Abstimmung aller Verfahrensparameter gewählt werden.

Die Steuerung der beschriebenen Bewegung erfolgt durch Kontaktrollen 11, die ebenfalls an jeder Tragestruktur 10 vorgesehen sind. Die Kontaktrollen 11 werden durch geeignete Sensoren überwacht und die Tragestrukturen 10 derart angesteuert, daß die Kontaktrollen 11 immer mit gleichem Druck an der Stahl-Laufkante K anliegen. Der deutlicheren Darstellung halber wurde in Fig. 3 nur eine Kontaktrolle 11 auf der linken Seite des Skis 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 Stahl-Laufkante K umgebenden Bauteile des Skis S vor zu großer Erwärmung durch den Plasmastrahl E bewahrt. Die Kühlflüssigkeit, vorzugsweise Wasser mit einer Maximaltemperatur von ca. 20°C, strömt 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 Plasmastrahls 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 mm und 0,3 mm, wodurch unter Vermeidung von Beschädigung oder Beeinträchtigung der Materialien beispielsweise durch Zerkratzen, trotzdem ausreichende Wärmeabfuhr gewährleistet wird.

Im Gegensatz zu Laserstrahlen sind Plasmastrahlen E weniger empfindlich gegenüber der Oberflächenbeschaffenheit der Kante K und auch wirtschaftlicher einsetzbar und benötigen darüberhinaus kein zusätzliches Schutzgas. Nachfolgend wird ein in Fig. 5 dargestelltes bevorzugtes Ausführungsbeispiel für einen Plasmakopf 9 zur Erzeugung des Plasmastrahls E näher beschrieben.

Der Plasmakopf 9 umfaßt ein zweigeteiltes Gehäuse, bestehend aus einem oberen Teil 13 und einem unteren Teil 14, welche 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 zum Austritt des Plasmastrahls 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 l/min bis 5 l/min verwendet, wobei mit Argon ein besonders stabiles Plasma mit gleichzeitiger Schutzgaswirkung erzielt wird.

Für die gleichmäßige Energie des Plasmastrahls 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 kreiskegelförmig unter einem sehr kleinen Winkel α zwischen 10° und 30° , vorzugsweise 20° , zusammen, um die Strömung so weit wie möglich laminar zu halten. Ein weiteres Merkmal, um die Gasströmung laminar weiterzuleiten, ist die Spitze des kegelförmigen Endes der Kathode 18 normal auf die Achse der Kathode 18 abgeflacht, sodaß eine kreisförmige Endfläche 28 mit vorzugsweise 0,3 mm Durchmesser, gebildet wird die als Art Abrißkante zum gesteuerten Abreißen der Gasströmung von der Kathode 18 wirkt.

Die laminare Strömung des Gases hat neben der gleichmäßigen Energie des Plasmastrahls 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 Plasmakopfs 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 A und 180 A. Die Leistung des Plasmastrahls beträgt vorzugsweise zwischen 1 kW und 5 kW, insbesondere 2 kW pro Einheit 9.

Damit die Härte der gehärteten Stahl-Laufkante K nicht zu groß wird, wodurch sie zu spröde würde, kann der Energieeintrag durch den Plasmastrahl E über einen größeren Bereich der Stahl-Laufkante K verteilt werden. Neben der virtuellen Aufweitung durch die Ablenkung des Plasmastrahls E während der Relativbewegung zur Stahl-Laufkante K, beispielsweise durch einen die Austrittsöffnung 21 umgebenden Elektromagneten 29, kann auch der physikalische Querschnitt des Strahls aufgeweitet werden.

Statt der Anode 20 des Plasmakopfs 9 mit einer kreisförmigen Austrittsöffnung 21, vorzugsweise mit einem Durchmesser von 0,5 bis 3 mm, kann eine entsprechend dem in Fig. 6a und 6b ausgebildete Anode 20' mit einer langlochförmigen bzw. ovalen Austrittsöffnung 21' mit einer Breite zwischen 0,6 und 2,5 mm, vorzugsweise 1 mm, und einer Länge zwischen 2 und 5 mm, vorzugsweise 3 mm, vorgesehen sein. Dabei wird die Austrittsöffnung 21' zur Vermeidung zu rascher Auskühlung des Materials der Stahl-Laufkante derart orientiert, daß der längere Durchmesser parallel zur Längsachse der Stahl-Laufkante 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 Stahl-Laufkante - speziell durch auf die geringere Dimension und Steifigkeit der Stahl-Laufkante abgestimmte Führungs- bzw. Transportvorrichtungen - und der Einheit zur Erzeugung des Plasmastrahls auch die Härtung der Stahl-Laufkante vor dem Zusammenbau mit den restlichen Bestandteilen des Ski in der erfindungsgemäßen Weise und wie in der Beschreibungseinleitung angegeben möglich.

Bei allen bisher beschriebenen Vorgangsweisen ist es vorteilhafterweise möglich, daß der Plasmastrahl E bezüglich beider außenliegenden Flächen der zu härtenden Stahl-Laufkanten K schräg auf diese gerichtet wird. Vorzugsweise wird der Plasmastrahl 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 Stahl-Laufkante K auf diese gerichtet. Damit läßt sich die Wirkung des gehärteten Bereiches innerhalb der Stahl-Laufkante beeinflussen, wobei direkt in Verlängerung des Plasmastrahls E die größte Härtungstiefe erzielt wird. Die Härtungstiefe wird umso geringer, je größer der radiale Abstand zur Achse des Plasmastrahls E ist.

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 in einem beliebig langen Längsabschnitt angewendet und daß 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 Plasmakopfs mit immer genau der gleichen Stromstärke erzielt wird.
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.
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 Plasmastrahls vorzugsweise schräg auf beide Außenseiten, insbesondere in einem Bereich von 25° um die Winkelsymmetrale, speziell genau in der Winkelsymmetralen, ausgerichtet wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine bereits am Ski montierte Stahl-Laufkante mittels des Plasmastrahls rasch erwärmt und dabei der Bereich um den Auftreffbereich des Plasmastrahls soweit gekühlt wird, daß im Übergangsbereich Stahl-Laufkante-Ski vorzugsweise die Lösetemperatur des Klebers für die Befestigung der Stahl-Laufkante am Skikörper gewahrt bleibt.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Auftreffbereich des Plasmastrahls in Richtung der Längsachse der Stahl-Laufkante zumindest virtuell, vorzugsweise durch elektromagnetische Ablenkung des Plasmastrahls, aufgeweitet wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Querschnitt des Plasmastrahls vorzugsweise in Richtung der Längsachse der Stahl-Laufkante aufgeweitet wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gasströmung für den Plasmastrahl um die Kathode des Plasmakopfs laminar gehalten wird.
9. 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 (18) zur Zuführung des Gases welche Buchse (22) einen Ringspalt (23) um die Kathode (18) freiläßt.
10. Plasmakopf nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß der zwischen Buchse (22) und Kathode (18) freibleibende Ringspalt (23) ein Verhältnis Höhe zu Breite von 2:1 hat.
11. Plasmakopf nach einem der Ansprüche 9 oder 10, gekennzeichnet durch eine Wolfram-Zirkonium-Kathode (18).
12. Plasmakopf nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest ein Ende der Kathode (18) kreiskegelförmig in einem Winkel (α) zwischen 10° und 30° , vorzugsweise 20° , zuläuft.
13. Plasmakopf nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kathode (18) stumpf, vorzugsweise in einer normal auf die Kathodenachse stehenden, ebenen Fläche (28), endet.
14. Plasmakopf nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **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.

15. Plasmakopf nach einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß Einrichtungen (29) zur elektromagnetischen Ablenkung des Plasmastrahls (E) im Bereich der Austrittsöffnung (21, 21') für den Plasmastrahl vorgesehen sind.

5 16. Vorrichtung zur Härtung von Kanten bei Stahlmaterialien, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, mit zumindest einem Plasmakopf (9), vorzugsweise zwei Plasmaköpfen, gemäß einem der Ansprüche 11 bis 17, sowie Einrichtungen (2 bis 8, 10) zur Führung des oder jedes Plasmakopfs (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

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, 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 mm bis 0,3 mm, geführt sind.

15

Hiezu 3 Blatt Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

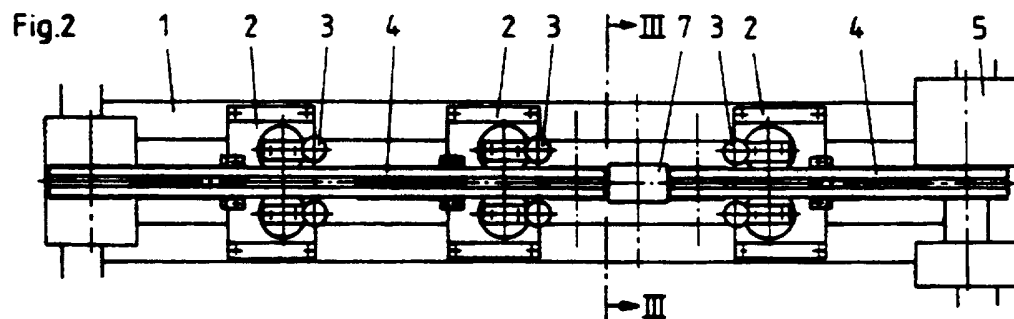
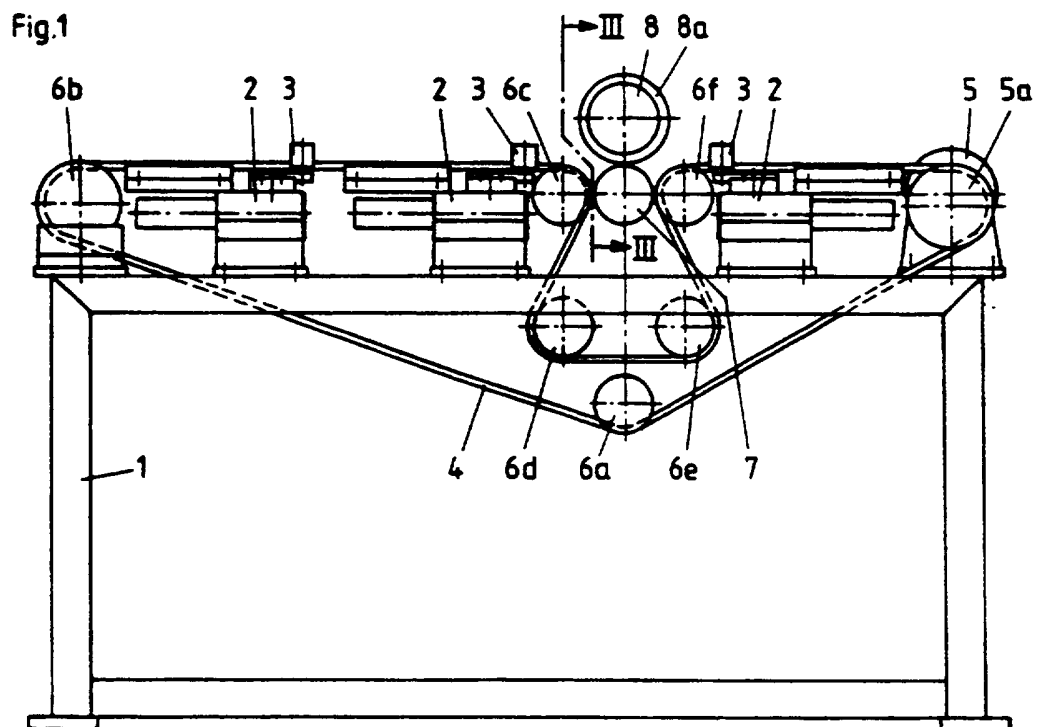


Fig.6a

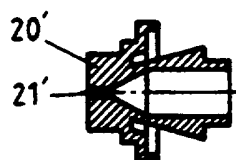


Fig.6b

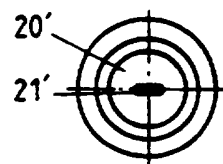


Fig.3

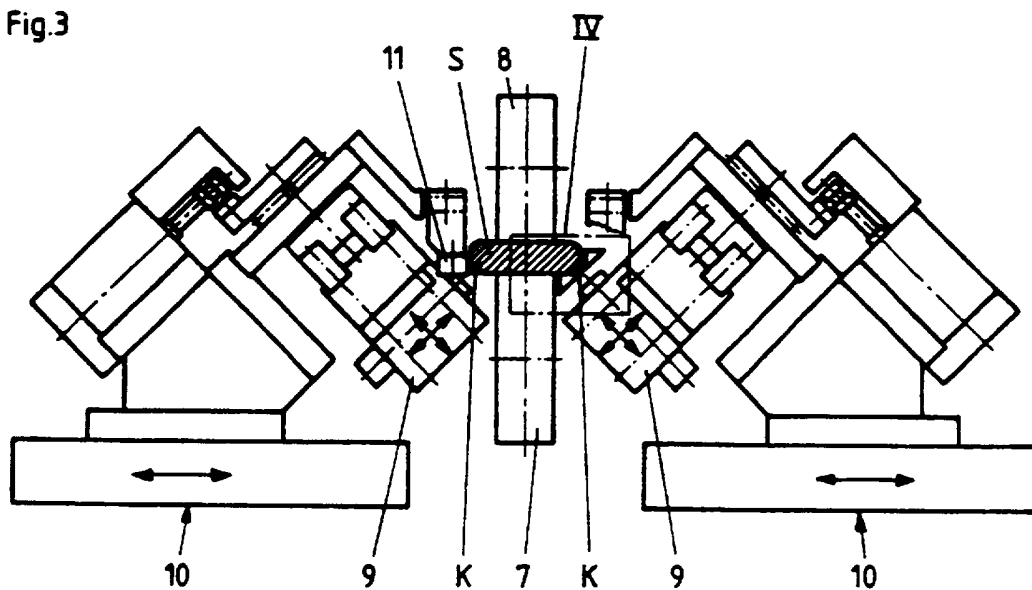
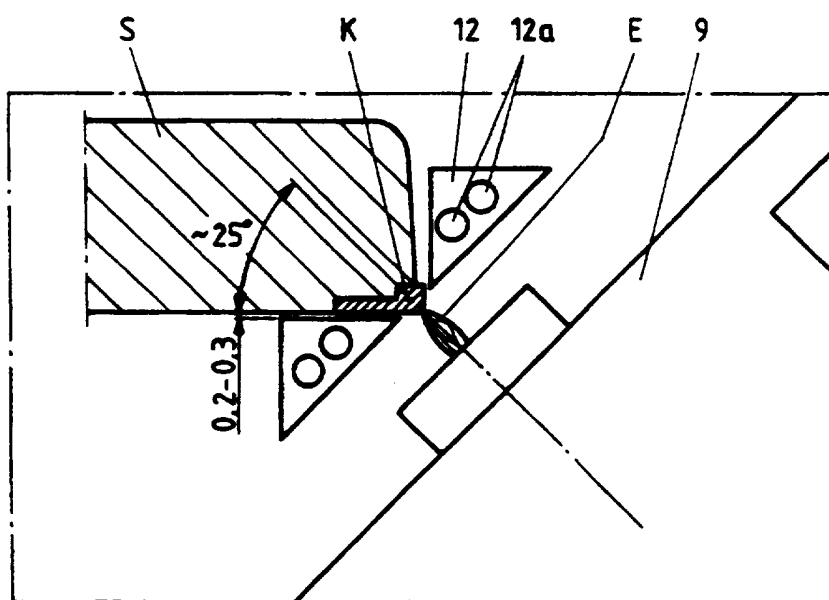


Fig.4



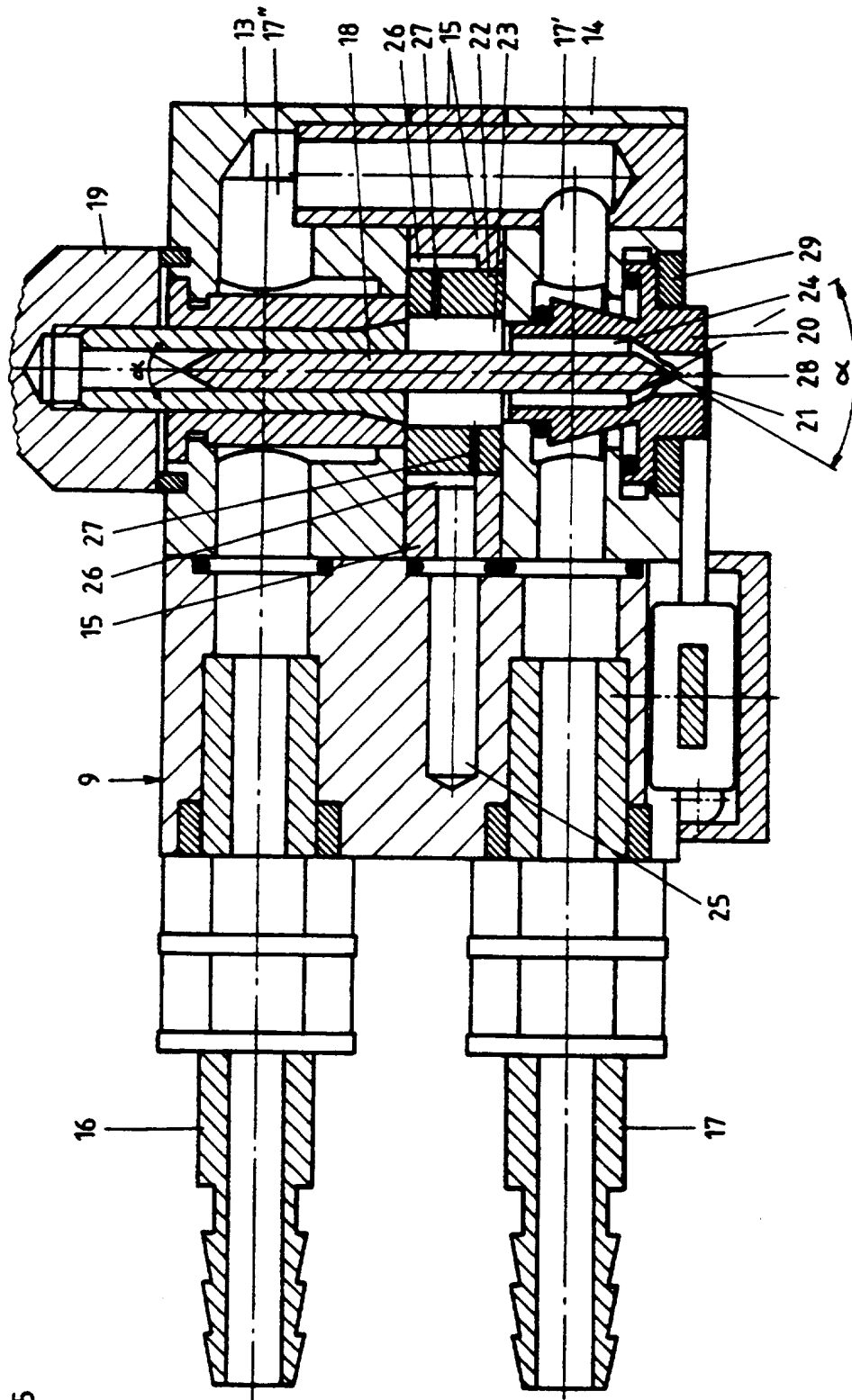


Fig. 5