

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 718 013 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
26.06.1996 Patentblatt 1996/26

(51) Int Cl.⁶: A63C 11/06

(21) Anmeldenummer: 95890206.6

(22) Anmeldetag: 15.11.1995

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE FR IT

(72) Erfinder: Pieber, Alois, Dipl.-Ing.
A-4910 Ried im Innkreis (AT)

(30) Priorität: 23.12.1994 AT 2405/94

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

(71) Anmelder: FISCHER GESELLSCHAFT M.B.H.
A-4910 Ried im Innkreis (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 mit Hilfe eines Plasmastrahles rasch erwärmt, danach rasch wieder abgekühlt und dadurch gehärtet wird. Um ein Verfahren anzugeben, das in wirtschaftlicher Art und Weise die gleichmäßige bzw. genau definierte Härtung von Stahlkanten von Skiern od. dgl. in einem beliebig langen Längsabschnitt sicher gewährleisten kann, wobei gleichzeitig die Energie sanfter und gezielter aufgebracht werden kann und eine weniger aufwendige Führung des Plasmastrahles ermöglicht wird, ist vorgesehen, daß ein elektrischer Lichtbogen zwischen der Kathode und der Anode des Plasmakopfes erzeugt und eine Gasströmung durch diesen Lichtbogen und die Anode des Plasmakopfes unter Erzeugung eines Plasmastrahles hindurchgeführt wird und die zu härtende Stahlkante elektrisch der Anode des Plasmakopfes als Anode gleichgeschaltet, d. h. ebenfalls als Anode polarisiert, wird oder alternativ daß lediglich die Stahlkante als Anode polarisiert, ein elektrischer Lichtbogen zwischen Stahlkante und der Kathode eines Plasmakopfes erzeugt und ein Gas durch diesen Lichtbogen unter Erzeugung eines auf die Stahlkante gerichteten Plasmastrahles hindurchgeleitet wird.

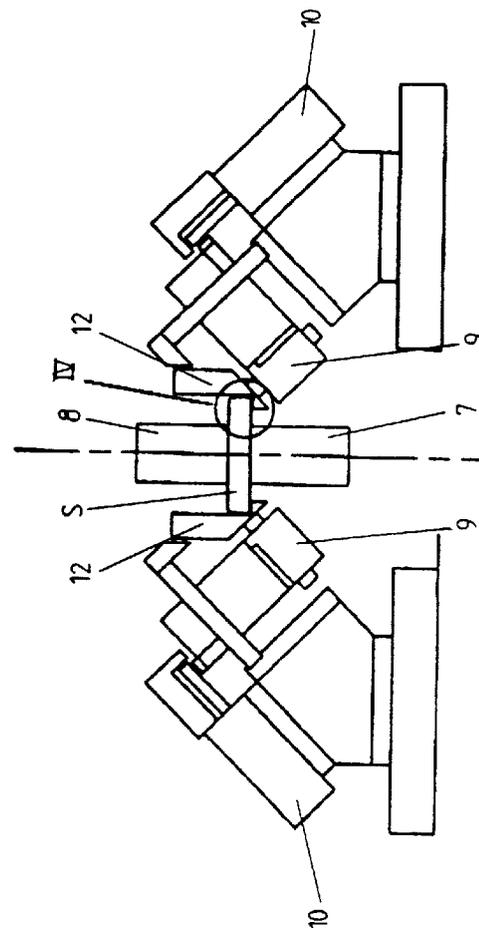


FIG. 3

EP 0 718 013 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bearbeitung von Stahlkanten für Ski od. dgl., wobei die Stahlkante zumindest partiell, vorzugsweise zumindest im Bereich der die Laufsole des Ski außen begrenzenden Kante, d. h. des außenliegenden unteren Ecks der Stahlkante, oder zur Gänze mit Hilfe eines Plasmastrahles rasch erwärmt, danach rasch wieder abgekühlt und dadurch gehärtet wird.

Um die Verschleißigenschaften, dabei insbesondere die Schneidhaltigkeit, 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 auch ein Plasmabrenner angegeben, wobei allerdings keinerlei Hinweise zu finden sind, auf welche Weise dieser Plasmastrahl erzeugt werden soll oder wie eine gleichmäßige und/oder genau definierte Härtung in einem genau definierten Bereich der Stahlkante dabei erzielt werden können. Natürlich ist eine derartige Härtung auch für die Kanten von Rodeln, Bobs, Schlittschuhen und dergleichen vorteilhaft anwendbar.

Auch die bekannte Anwendung von herkömmlichen Plasmabrennern zum Härten der Schneidkanten von Sägen, Messern oder Stanzwerkzeugen, wie sie beispielsweise in der AT-PS 392 483 beschrieben ist und wobei ein großer Aufwand für die Erzielung eines möglichst gleichmäßigen Plasmastrahles ab dem Plasmakopf austretenden Strahles entlang des zu härtenden Bereiches der Schneidkante notwendig ist, gibt keinerlei Hinweis auf eine Anwendung bei Sportgeräten. Bei der Anwendung eines Plasmastrahles zur Härtung von Sägeblättern od. dgl. sind aufgrund der sehr großen Stahlmassen dieser Gegenstände keine Versprödungserscheinungen zu befürchten, da bei diesen großen Massen eine sehr gute Wärmeableitung von der zu härtenden Stelle hin zum Restkörper gegeben ist. Diese Anwendungen geben keinerlei Hinweise auf die Möglichkeit der Härtung beispielsweise von Stahlkanten für Ski, bei denen es aufgrund der geringen Stahlmassen bei den herkömmlichen Plasmastrahlverfahren und -vorrichtungen durch die harte Energieeinbringung zur Versprödung als auch zur Beeinträchtigung der die Kante umgebenden Bauteile durch Hitzeeinwirkung kom-

men würde. Auch die zuvor genannte AT-PS 286 152 gibt keinerlei Hinweise auf die diesbezügliche Problemstellung und allfällige Lösungen.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren anzugeben, das in wirtschaftlicher Art und Weise die gleichmäßige bzw. genau definierte, partielle Härtung von Stahlkanten von Skiern od. dgl. in einem beliebig langen Längsabschnitt mittels eines Plasmastrahles sicher gewährleisten kann, wobei vor allem gewährleistet sein muß, daß die Energieeinbringung sanft und gezielt erfolgt, damit sowohl Probleme aufgrund unzulässiger Versprödung als auch Beeinträchtigungen der die Stahlkanten umgebender Materialien bei Härtung allenfalls bereits am Ski montierter Kanten aufgrund zu hoher und harter Energieeinbringung vermieden werden. Darüberhinaus soll gleichzeitig eine einfachere und weniger aufwendige Führung des Plasmastrahles ermöglicht werden.

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

Zur Lösung der ersten Aufgabe ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß ein elektrischer Lichtbogen zwischen der Kathode und der Anode des Plasmakopfes erzeugt und eine Gasströmung durch diesen Lichtbogen und die Anode des Plasmakopfes unter Erzeugung eines Plasmastrahles hindurchgeführt wird und die zu härtende Stahlkante elektrisch der Anode des Plasmakopfes als Anode gleichgeschaltet, d. h. ebenfalls als Anode polarisiert, wird. Dieses Merkmal erleichtert wesentlich die exakte Führung des Plasmastrahles entlang der Stahlkante, da der Plasmastrahl zwischen der Kathode im Plasmakopf und der Stahlkante als Anode automatisch an die Stahlkante angezogen wird. Dies ist wiederum eine selbstverständliche Voraussetzung für 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. Weiters kann die Stromstärke, die im wesentlichen den Energieinhalt des Plasmastrahles und damit die qualitative Ausbildung des Härtvorganges bestimmt, deutlich herabgesetzt und somit die Energie auf sanftere Art und Weise in die Stahlkante eingebracht werden. 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 auftreffenden Strahl kann die Mate-

rialerwärmung genau gesteuert und unzulässige Überhitzungen oder örtliche Verbrennungen durch Überhitzung vermieden werden.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung kann alternativ dazu lediglich die Stahlkante als Anode polarisiert, ein elektrischer Lichtbogen zwischen Stahlkante und der Kathode eines Plasmakopfes erzeugt und ein Gas durch diesen Lichtbogen unter Erzeugung eines auf die Stahlkante gerichteten Plasmastrahles hindurchgeleitet werden. Dadurch vereinfacht sich unter Beibehaltung der Vorteile der sanfteren und gezielteren Energieeinbringung wesentlich der Aufbau des Plasmakopfes.

Wenn der Plasmakopf 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 Systems Stahlkante-Plasmakopf 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 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 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 Plasmakopf 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 System Stahlkante-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.

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 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 Plasmastrahles herstellbar.

Eine besonders vorteilhafte Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, daß die Stahlkante zuerst am Ski montiert wird, anschließend ein elektrischer Lichtbogen zwischen der Kathode und der Anode des Plasmakopfes erzeugt und eine Gasströmung durch diesen Lichtbogen und die Anode des Plasmakopfes unter Erzeugung eines Plasmastrahles hindurchgeführt wird und die zu härtende Stahlkante elektrisch der Anode des Plasmakopfes als Anode gleichgeschaltet, d. h. ebenfalls als Anode polarisiert, wird, wobei der Bereich um den Auftreffbereich des Plasmastrahles 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 Arbeitsgang der Skiherstellung vorgesehen werden, da keine Beeinträchtigung anderer Skibestandteile durch das erfindungsgemäße Härungsverfahren 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 der Kanten 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 Plasmastrahles einen größeren Bereich der Stahlkanten erfassen zu können, wird gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung der Auftreffbereich des Plasmastrahles 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 unbedingten erforderlichen Parameter ge-

stört 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. Dies bietet die Möglichkeit, einen größeren Bereich von der unteren Außenkante der Stahlkante hin auf beiden Außenseiten durch die virtuelle Aufweitung des Plasmastrahles zu erfassen und zu härten und somit beispielsweise die Nachbearbeitung durch die Ermöglichung einer gleichmäßigen Abtragung des Materials der Kante zu erleichtern. Darüberhinaus 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 und wenn nur eine Härtung in einem engen Bereich um die verschleißgefährdete Kante erwünscht ist, wird in der Längsrichtung der Stahlkante 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 Plasmastrahles 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. Durch den Einsatz des Plasmastrahles gemäß der Erfindung zur Härtung läßt sich sehr einfach, wirtschaftlich und sicher eine besonders tiefreichende Härtung der Stahlkante besonders in der Symmetrie-

ebene 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 eine Stahlkante für Ski od. dgl., die durch ein Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Absätze zumindest partiell, allenfalls auch zur Gänze, gehärtet wurde.

Weiters betrifft die Erfindung auch einen Ski, der mit zumindest einer zumindest partiell, allenfalls auch zur Gänze, gehärteten Stahlkante versehen ist, die gemäß einem in einem der vorhergehenden Absätze beschriebenen Verfahren hergestellt wurde.

Natürlich können die erfindungsgemäß gehärteten Kanten auch für Rodeln, Bobs, Schlittschuhe und dergleichen mehr verwendet oder Stahl-Laufkanten an diesen Gegenständen mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens gehärtet 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 Gehäuse, Einrichtungen zur Zuführung eines Gases und einer vom Gas umströmten, vorzugsweise rundstabförmigen Kathode. Dieser Plasmakopf ist erfindungsgemäß gekennzeichnet durch ein Ende der Kathode umgebendes, wahlweise als Anode schaltbares Führungsstück für die Gasströmung bzw. den Plasmastrahl mit einer Öffnung zum Austritt des Plasmastrahls. Damit kann ein wesentlich einfacherer Aufbau des Plasmakopfes erreicht werden, da alle Hochspannungs-Isoliereinrichtung herkömmlicher Konstruktionen zwischen Kathode und Anode aufgrund der zur Härtung notwendigen niedrigeren Stromstärke kleiner ausgelegt werden können.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung ist eine mit radialen Bohrungen versehene Buchse, vorzugsweise aus Isoliermaterial, um die Kathode zur Zuführung des Gases vorhanden, 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 20 und 90°, vorzugsweise 60°, zuläuft. Dieser Winkel, der zwischen den einander symmetrisch gegenüberliegenden Seiten der Kathode gemessen ist, gewährleistet ein sanftes Zulaufen der Kathode zur Spitze hin, wodurch die Strömung des Gases laminar und der Plasmastrahl gleichmäßig bleibt.

Gemäß einem weiteren Erfindungsmerkmal ist vorgesehen, daß zumindest ein Ende der Kathode rundkegelförmig mit einem Kegelöffnungswinkel zwischen 45 und 90°, vorzugsweise 60°, zuläuft. Diese Form der Kathode ergibt einen laminaren und möglichst gleichmäßigen und konzentrierten Plasmastrahl.

Vorteilhafterweise endet die Kathode spitz, wobei damit ein optimales Emissionsverhalten für die Ladungsträger und die größtmögliche Energiedichte unter geringer Beeinflussung der laminaren Strömungscharakteristik - kein Abreißen der Strömung - gewährleistet ist.

Gemäß einer anderen Ausführungsform endet 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 bei noch immer ausreichend gutem Emissionsverhalten für die Ladungsträger.

Vorteilhafterweise ist die Öffnung im Führungsstück in Form eines Rundloches, vorzugsweise exakt kreisförmig, ausgeführt. Damit ist die bestmögliche Fokussierung auf einen möglichst kleinen Bereich der zu härtenden Kante gewährleistet.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung ist die Öffnung im Führungsstück 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 zusätzlich 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 Plasmakopf, vorzugsweise zwei Plasmaköpfen, wie in einem der vorhergehenden Absätze beschrieben, sowie Einrichtungen zur Führung des oder jedes Plasmakopfes und der Stahlkante bzw. des mit einer zu härtenden Stahlkante versehenen Ski relativ zueinander in Längsrichtung der Stahlkante, sowie mit Einrichtungen zur Stromeinleitung in die 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.

Einen Schutz des neben dem zu härtenden Bereich der Stahlkante liegenden Bereich des Gegenstandes durch nochmalige Fokussierung bzw. Abdeckung gegenüber dem Plasmastrahl kann dadurch erzielt werden, wenn die Kühlkörper einen vorzugsweise in Richtung der Längsachse der zu härtenden Stahlkante ausgerichteten Durchtrittsschlitz für die Gasströmung bzw. den Plasmastrahl aufweisen.

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

Dabei zeigen

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 Plasmastrahles 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 Positio-

- niereinrichtungen zu beiden Seiten des Ski,
- Fig. 4 zeigt den Detailausschnitt IV der Fig. 3 in vergrößertem Maßstab,
- Fig. 5a bis 5c sind schematische Ansichten einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Plasmakopfes,
- Fig. 6a bis 6c zeigen den Oberteil des Plasmakopfes von Fig. 5a bis 5c in zwei Seitenansichten und einer Draufsicht,
- Fig. 7a bis 7c zeigen den Mittelteil des Plasmakopfes von Fig. 5a bis 5c in zwei Seitenansichten und einer Draufsicht,
- Fig. 8a bis 8c zeigen den Unterteil des Plasmakopfes von Fig. 5a bis 5c in zwei Seitenansichten und einer Draufsicht,
- Fig. 9 ist eine Ansicht der Kathode des Plasmakopfes in einer vorteilhaften Ausführungsform,
- Fig. 10a und 10b sind eine Seitenansicht und ein Schnitt durch ein Ausführungsbeispiel eines Führungsstückes für den Plasmastrahl,
- Fig. 11a bis 11c zeigen einen Führungs- und Kühlschuh gemäß einer bevorzugten Ausführungsform und
- Fig. 12a bis 12c zeigen eine Einrichtung zur Stromeinbringung in die Stahlkante, wobei
- Fig. 12c die Einrichtung in Arbeitsstellung am Ski zeigt.

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 Um-

lenkrollen 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 Auflagerrolle 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 Auflagerrolle 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 Auflagerrolle 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. Dies ist besonders vorteilhaft, da beim Anbringen der Stahlkanten K am Ski S eine bereits erfolgte Härtung zu einer erschwerten Handhabung der Kanten K führen würde und die Gefahr von Beschädigungen (Bruch) der Kanten K gegeben ist. Der Ski S wird von der Andruckrolle 8 auf die Auflagerrolle 7 gepreßt. Zu beiden Seiten des Ski S ist je eine Einrichtung 9 zur Erzeugung des Plasmastrahles zur Aufheizung der jeweiligen Stahlkante K vorgesehen, da dies eine raschere - weil gleichzeitig auf beiden Seiten erfolgende - 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 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 Stahlkante 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 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 15, vorzugsweise 9, m/min. Mit diesen Parametern sind etwa für CK60-Stahl Werte von über 50 Rockwell erreichbar, wobei für Stahlkanten für Skier die Werte vorteilhafterweise zwischen 55 und 70, vorzugsweise zwischen 60 und 65, Rockwell durch geeignete Abstimmung aller Verfahrensparameter gewählt werden.

Die Steuerung der beschriebenen Bewegung erfolgt durch Kontaktrollen (nicht dargestellt), die ebenfalls an jeder Tragestruktur 10 vorgesehen sind, welche Kontaktrollen durch geeignete Sensoren überwacht werden und wobei die Tragestrukturen 10 derart angesteuert werden, daß die Kontaktrollen immer mit dem gleichen Druck an der Stahlkante K anliegen.

Rechts ist das in Fig. 4 vergrößert dargestellte Detail IV deutlich im Zusammenhang mit der Tragstruktur 10 und der gesamten Vorrichtung gezeigt.

Zusätzlich sind Einrichtungen 30 (siehe Fig. 12a bis 12c) vorgesehen, die die Stromeinleitung in die Stahlkante K und deren Schaltung als Anode gegenüber der im Plasmakopf befindlichen Kathode gestatten. Diese Einrichtungen sind vorzugsweise als Kupferfeder ausgeführt, die mittels beispielsweise zweier Schrauben 31 an einem Teil der Tragestruktur 10 befestigt sein können und wobei eine der Schrauben 31 auch gleichzeitig zur Anbringung der Stromleitung 32 an der Feder 30 dient.

Das Detail IV (Fig. 4) zeigt zwei getrennte 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.

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 in Fig. 5a bis 5c schematisch dargestellte Plasmakopf 9 umfaßt ein Gehäuse aus einem oberen Teil 13 und einem unteren Teil 14, welche Teile 13 und 14 allenfalls durch einen Teil 15 aus Isoliermaterial voneinander elektrisch isoliert getrennt sind. Je ein Anschlußelement (nicht dargestellt) am oberen Teil 13 bzw. unteren Teil 14 ist zum Zuführen bzw. Ableiten von Kühlmedium für den Plasmakopf 9 in die Kühlkanäle 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 ein das freie Ende der Kathode 18 in einem Abstand umgebendes Führungsstück 20 für die Gasströmung mit einer Austrittsöffnung 21 für das anschließend zu ionisierende Gas vorgesehen.

Dieses Führungsstück 20 kann gemäß einer herkömmlichen Ausführungsform des Plasmakopfes 9 als Anode ausgebildet und entsprechend geschaltet sein. Durch die aufgrund des beschriebenen Verfahrens nötigen geringeren Stromstärken sind der Plasmakopf 9 und dessen Isoliereinrichtungen geringer dimensionierbar. Andererseits kann vorgesehen sein, daß das Führungsstück 20 aber lediglich wahlweise als Anode schaltbar ist, sodaß - allenfalls nach Zünden des elektrischen Lichtbogens und des Plasmastrahls E mit Hilfe des anodisch geschalteten Führungsstückes 20 und anschließendes Depolarisieren dieses Führungsstückes - ein Plasma-Härteverfahren mit Kathode 18 im Plasmakopf 9, neutralem und nur strömungstechnisch führend wirkendem Führungsstück 20 und als Anode geschalteter Stahlkante K ausführbar ist. Schließlich könnte das Führungsstück 20 aber auch gänzlich neutral und ohne Stromanschluß ausgeführt sein, sodaß selbst das Zünden des Plasmakopfes 9 in Verbindung mit der Stahlkante K als Anode erfolgt.

Zwischen der Halterung 19 der Kathode 18 und dem Führungsstück 20 ist, gegebenenfalls im wesentlichen in der selben Höhe wie das Isoliermaterial 15, eine die Kathode 18 im Abstand umgebende Buchse 22 vorzugsweise 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 Führungsstück 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 in einen Ringspalt 26 um die Buchse 22 und weiter durch radiale Bohrungen (nicht dargestellt) in der Buchse 22 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 Ringspaltens von etwa 2:1 eine zur Spitze der Kathode 18 hin laminare Gasströmung erzeugt. Die Spitze der Kathode 18 läuft (siehe Fig. 9) unter einem Winkel α zwischen 20 und 90°, vor-

zugsweise 60°, zusammen, um die Strömung so weit als möglich laminar zu halten und endet zur Sicherung eines möglichst optimalen Emissionsverhaltens (Spitzeneffekt) für die Ladungsträger spitz.

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 der als Anode wirksamen Stahlkante K des Ski 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 - zusätzlich zu den bereits zuvor beschriebenen Maßnahmen zur Herabsetzung der Stromstärke und damit des Energieinhalts des Plasmastrahls - der Energieeintrag durch den Plasmastrahl 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 (nicht dargestellt), kann auch der physische Querschnitt des Strahls selbst aufgeweitet werden.

Vorteilhafterweise wird zwecks der Fokussierung des Plasmastrahles das Führungsstück 20 (siehe Fig. 10a und 10b) des Plasmakopfes 9 mit einer vorzugsweise kreisrunden Austrittsöffnung 21, vorzugsweise mit einem Durchmesser von 0,5 bis 3 mm, versehen sein. Die Härte, grundsätzlich abhängig von der Energiedichte und beeinflussbar über die Relativgeschwindigkeit von Plasmastrahl und Stahlkante, bleibt im für die spezielle Anwendung erwünschten Bereich von 55 bis 70 Rockwell. In jedem Fall kann eine Optimierung zwischen der Energieeinbringung und der Abkühlung bzw. Abschreckung nach dem Weiterwandern des Auftreffpunktes des Plasmastrahles erreicht werden.

Obwohl in der Beschreibung die Härtung von bereits am Ski montierten Kanten beispielhaft näher erläutert wurde, ist selbsterklärend 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 Hartungstiefe erzielt wird. Die Hartungstiefe 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.

In Fig. 11a bis 11c ist schließlich noch eine besonders vorteilhafte Ausführungsform für einen Kühlschuh 12 dargestellt. Dieser deckt einstückig ausgeführt beide dem Plasmakopf zugewandten Seiten des Ski S ab. Er hat zur Durchführung des Plasmastrahls eine langlochförmige Öffnung 12b, deren längerer Durchmesser in Richtung der Längsachse der Stahlkante K ausgerichtet ist. Der Kühlschuh 12 der Fig. 11a bis 11c deckt somit den Ski S ab und verhindert derart ein Auftreffen des Plasmastrahls auf nicht zu härtenden Bereiche der Stahlkante K bzw. auf den Ski S.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bearbeitung von Stahlkanten für Ski od. dgl., wobei die Stahlkante zumindest partiell, vorzugsweise zumindest im Bereich der die Laufsohle des Ski außen begrenzenden Kante, d. h. des außenliegenden unteren Ecks der Stahlkante, oder zur Gänze mit Hilfe eines Plasmastrahles rasch erwärmt, danach rasch wieder abgekühlt und dadurch gehärtet wird, dadurch gekennzeichnet, daß ein elektrischer Lichtbogen zwischen der Kathode und der Anode des Plasmakopfes erzeugt und eine Gasströmung durch diesen Lichtbogen und die Anode des Plasmakopfes unter Erzeugung eines Plasmastrahles hindurchgeführt wird und die zu härtende Stahlkante elektrisch der Anode des Plasmakopfes als Anode gleichgeschaltet, d. h. ebenfalls als Anode polarisiert, wird.
2. Verfahren zur Bearbeitung von Stahlkanten für Ski od. dgl., wobei die Stahlkante zumindest partiell, vorzugsweise zumindest im Bereich der die Laufsohle des Ski außen begrenzenden Kante, d. h. des außenliegenden unteren Ecks der Stahlkante, oder zur Gänze mit Hilfe eines Plasmastrahles rasch erwärmt, danach rasch wieder abgekühlt und dadurch gehärtet wird, dadurch gekennzeichnet, daß ledig-

- lich die Stahlkante als Anode polarisiert, ein elektrischer Lichtbogen zwischen Stahlkante und der Kathode eines Plasmakopfes erzeugt und ein Gas durch diesen Lichtbogen unter Erzeugung eines auf die Stahlkante gerichteten Plasmastrahles hindurchgeleitet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Plasmakopf 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 Systems Stahlkante-Plasmakopf mit immer genau der gleichen Stromstärke erzielt wird. 5
 4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Plasmakopf 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 System Stahlkante-Plasmakopf zugeführten Stromstärke erzielt wird. 10
 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Gasstrom und damit der Plasmastrahl gleichzeitig auf beide Außenseiten der Stahlkante gerichtet wird 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 wird. 15
 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Stahlkante zuerst am Ski montiert wird, anschließend ein elektrischer Lichtbogen zwischen der Kathode und der Anode des Plasmakopfes erzeugt und eine Gasströmung durch diesen Lichtbogen und die Anode des Plasmakopfes unter Erzeugung eines Plasmastrahles hindurchgeführt wird und die zu härtende Stahlkante elektrisch der Anode des Plasmakopfes als Anode gleichgeschaltet, d. h. ebenfalls als Anode polarisiert, wird, wobei der Bereich um den Auftreffbereich des Plasmastrahles soweit gekühlt wird, daß im Übergangsbereich Stahlkante-Ski vorzugsweise die Lösetemperatur des Klebers für die Befestigung der Stahlkante am Skikörper nicht überschritten wird. 20
 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Auftreffbereich des Plasmastrahles in Richtung der Längsrichtung der Stahlkante zumindest virtuell, vorzugsweise durch elektromagnetische Ablenkung des Plasmastrahles, aufgeweitet wird. 25
 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt des Plasmastrahles vorzugsweise in Richtung der Längsrichtung der Stahlkante aufgeweitet wird. 30
 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Gasströmung um die Kathode des Plasmakopfes laminar gehalten wird. 35
 10. Stahlkante für Ski od. dgl., die nach einem Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche zumindest partiell, allenfalls auch zur Gänze, gehärtet ist. 40
 11. Ski mit zumindest einer gemäß einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9 zumindest partiell, allenfalls auch zur Gänze, gehärteten Stahlkante. 45
 12. Plasmakopf zur Härtung von Kanten bei Stahlmaterialien, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, mit einem Gehäuse (13, 14), Einrichtungen zur Zuführung eines Gases und einer vom Gas umströmten, vorzugsweise rundstabförmigen Kathode (18), gekennzeichnet durch ein ein Ende der Kathode (18) umgebendes, wahlweise als Anode schaltbares Führungsstück (20) für die Gasströmung bzw. den Plasmastrahl mit einer Öffnung (21) zum Austritt des Plasmastrahls. 50
 13. Plasmakopf nach Anspruch 12, gekennzeichnet durch eine mit radialen Bohrungen 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. 55
 14. Plasmakopf nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der zwischen Buchse (22) und Kathode (18) freibleibende Ringspalt (23) ein Verhältnis Höhe zu Breite von etwa 2:1 hat.
 15. Plasmakopf nach einem der Ansprüche 13 oder 14, gekennzeichnet durch eine Wolfram-Zirkonium-Kathode (18).
 16. Plasmakopf nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Ende der Kathode (18) in einem Winkel (α) zwischen 20 und 90°, vorzugsweise 60°, zuläuft.
 17. Plasmakopf nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ende der Kathode (18) rundke-

gelförmig mit einem Kegelöffnungswinkel (α) zwischen 45 und 90°, vorzugsweise 60°, zuläuft.

- 18.** Plasmakopf nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Kathode (18) spitz endet. 5
- 19.** Plasmakopf nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Kathode (18) stumpf, vorzugsweise in einer normal auf die Kathodenachse stehenden, ebenen Fläche, endet. 10
- 20.** Plasmakopf nach einem der Ansprüche 13 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnung (21) im Führungsstück (20) in Form eines Rundloches, vorzugsweise exakt kreisförmig, ausgeführt ist. 15
- 21.** Plasmakopf nach einem der Ansprüche 13 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnung (21) im Führungsstück (20) in Form eines Langloches ausgeführt ist, wobei vorzugsweise der längere Durchmesser in der Längsrichtung der Stahlkante (K) ausgerichtet ist. 20
- 22.** Plasmakopf nach einem der Ansprüche 13 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß Einrichtungen zur elektromagnetischen Ablenkung des Plasmastrahles (E) im Bereich der Austrittsöffnung (21) für den Plasmastrahl vorgesehen sind. 25
- 23.** 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 10 bis 18, sowie Einrichtungen (2 bis 8, 10) zur Führung des oder jedes Plasmakopfes (9) und der Stahlkante (K) bzw. des mit einer zu härtenden Stahlkante versehenen Ski (S) relativ zueinander in Längsrichtung der Stahlkante (K), sowie mit Einrichtungen (30) zur Stromeinleitung in die Stahlkante (K). 30
35
40
- 24.** Vorrichtung nach Anspruch 23, gekennzeichnet durch vorzugsweise flüssigkeitsgekühlte Kühlkörper (12), vorzugsweise aus Kupfer, die in einem Abstand zur Stahlkante (K) bzw. dem Skikörper, vorzugsweise in einem Abstand von 0,2 bis 0,3 mm, geführt sind. 45
- 25.** Vorrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlkörper (12) einstückig und im wesentlichen L-förmig ausgeführt sind einen vorzugsweise in Richtung der Längsachse der zu härtenden Stahlkante (K) ausgerichteten Durchtrittsschlitz (12b) für die Gasströmung bzw. den Plasmastrahl aufweisen. 50
55

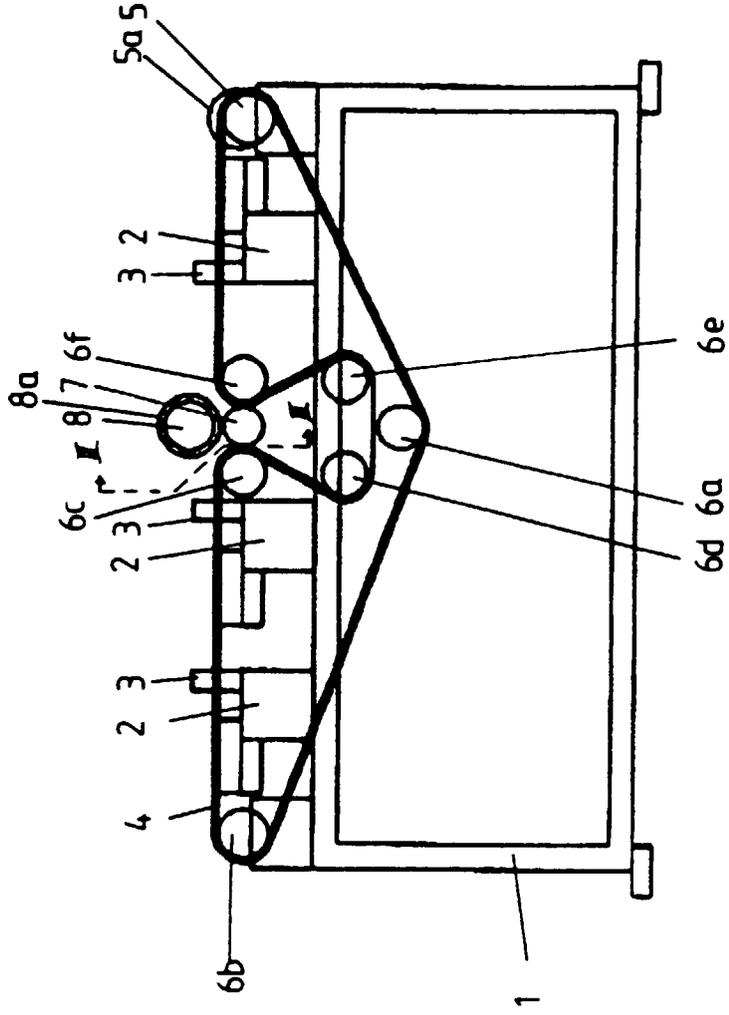


FIG. 1

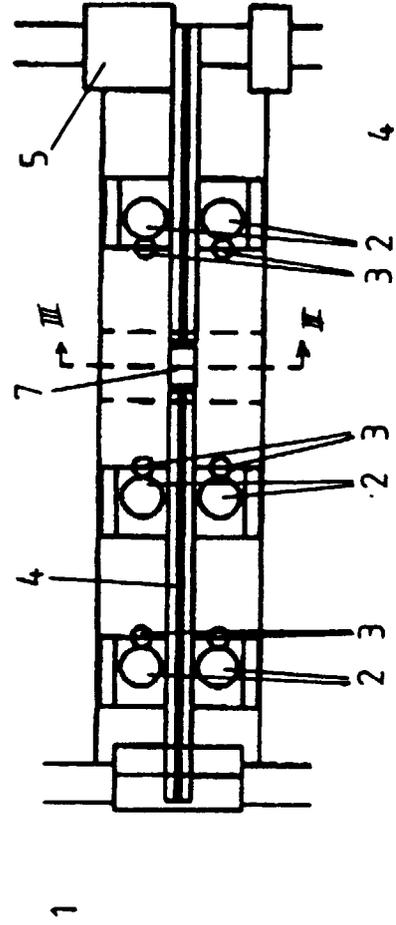


FIG. 2

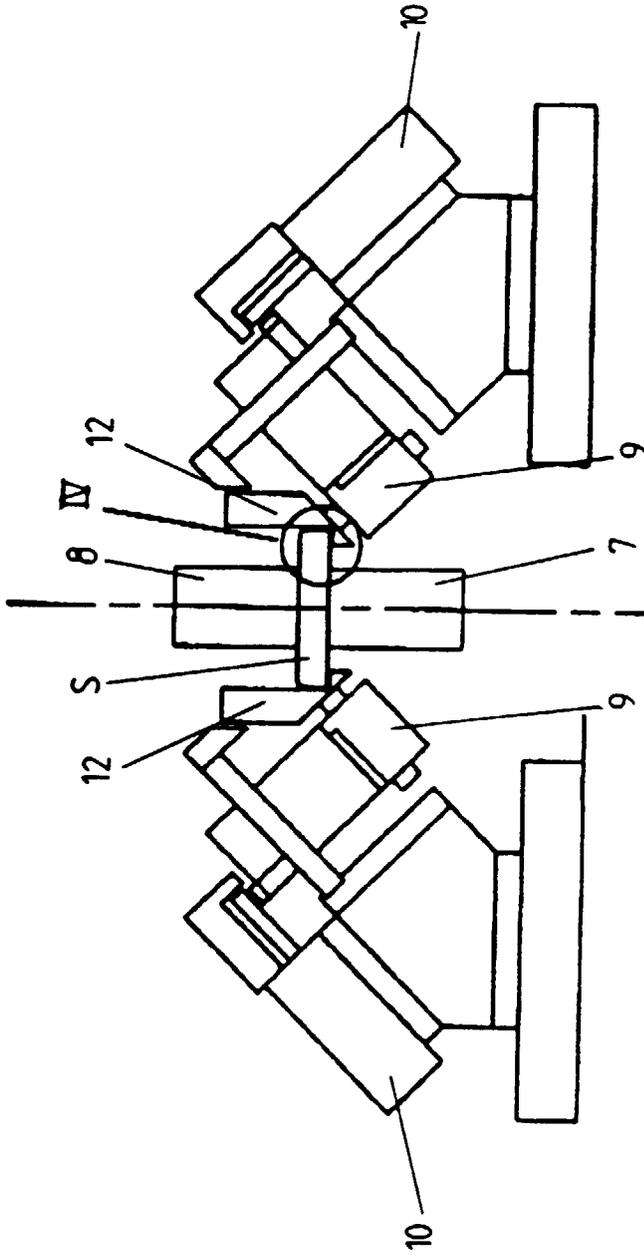


FIG. 3

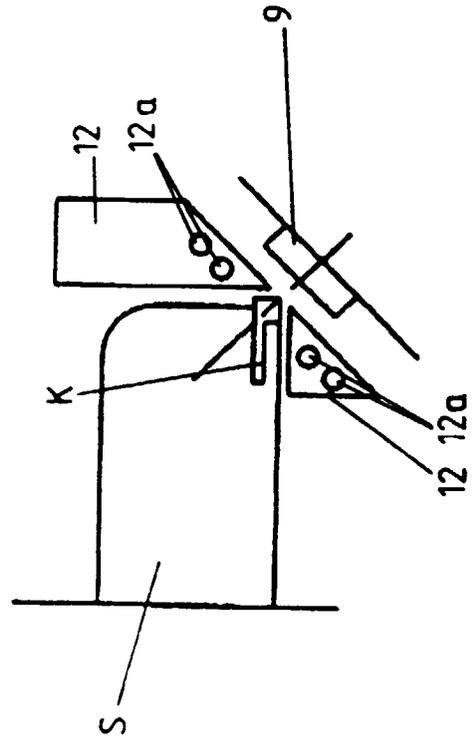


FIG. 4

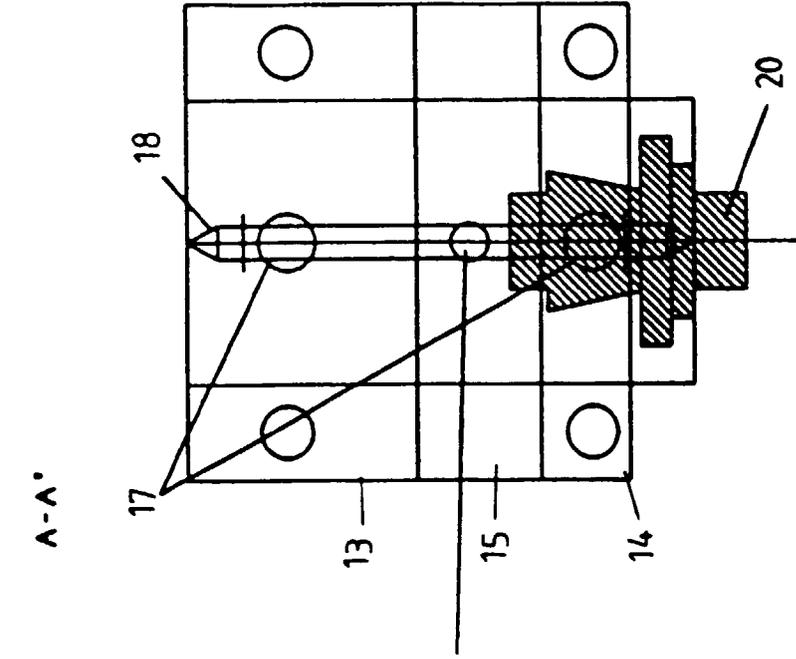


FIG. 5a

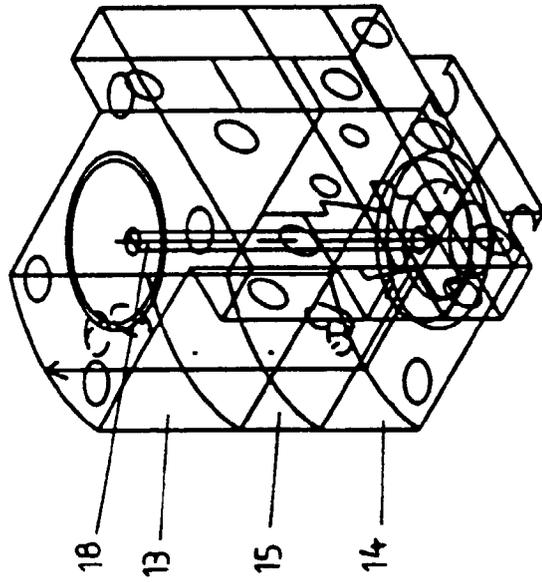
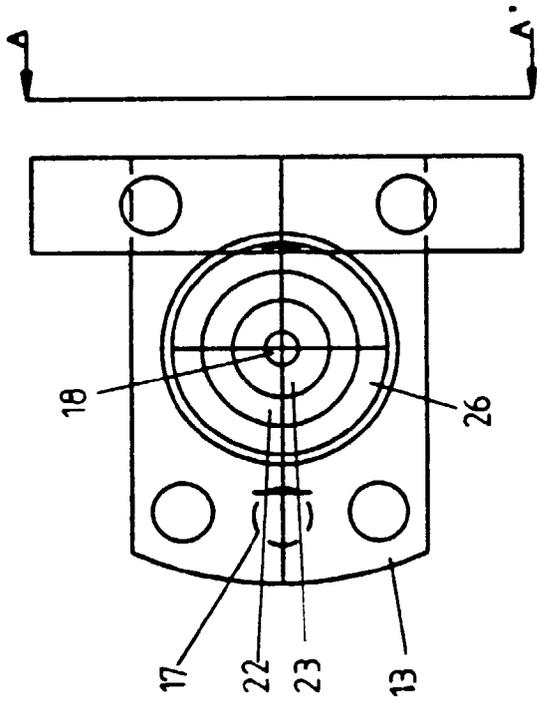


FIG. 5c

FIG. 5b

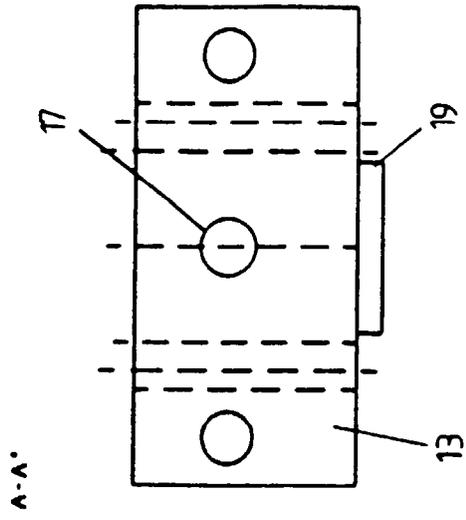


FIG. 6a

B-B'

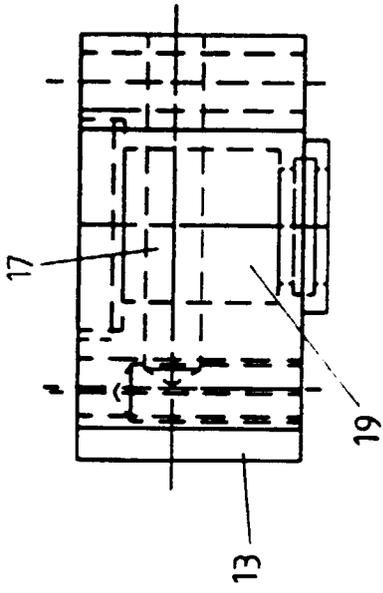


FIG. 6b

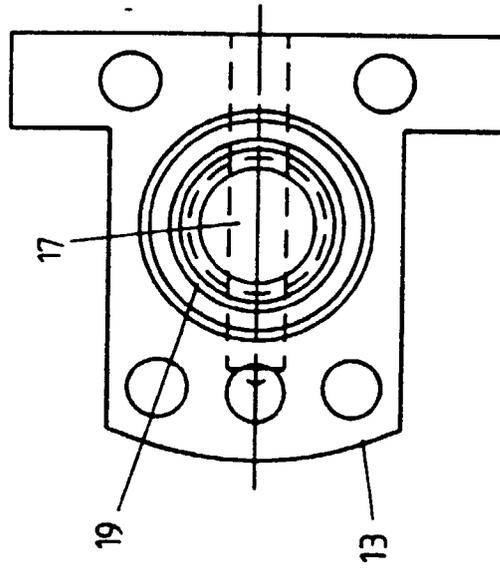


FIG. 6c



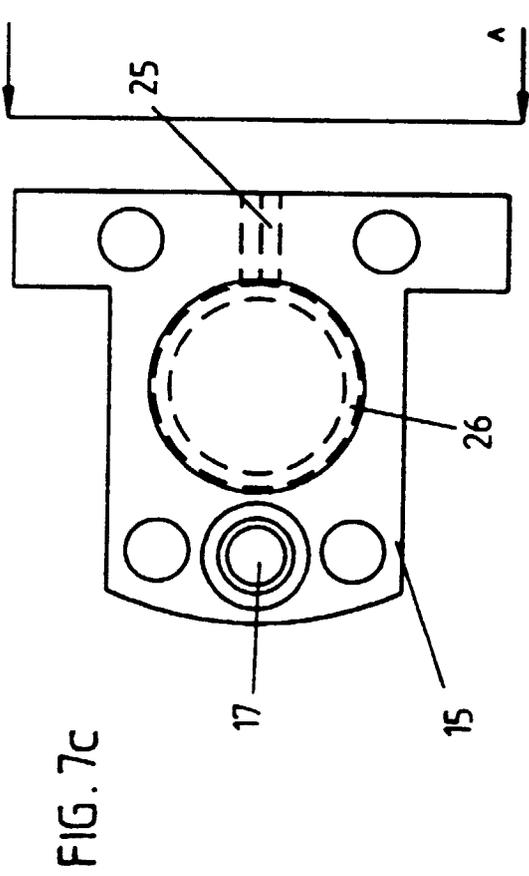
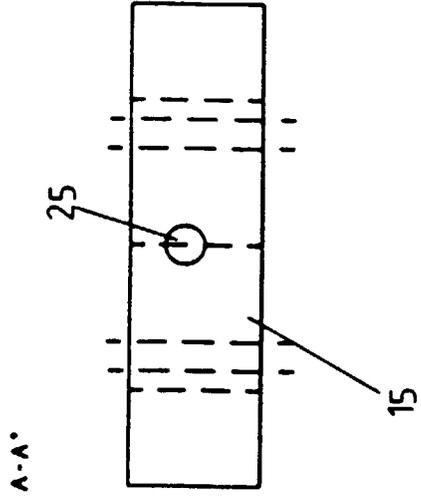
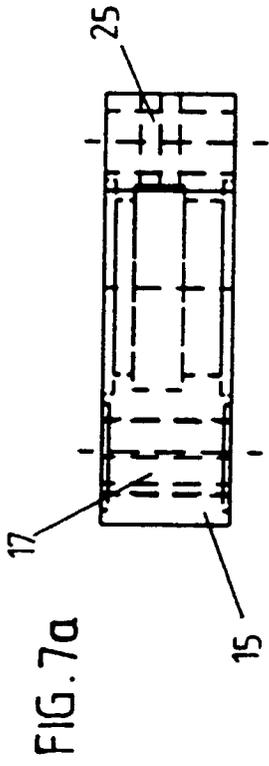


FIG. 7b



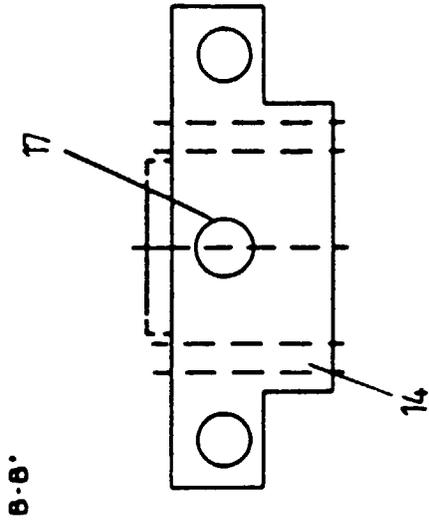


FIG. 8b

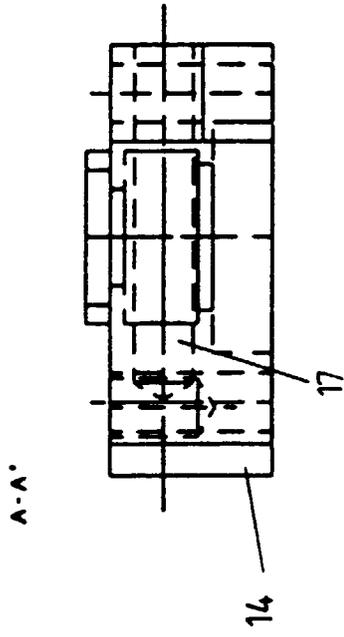


FIG. 8a

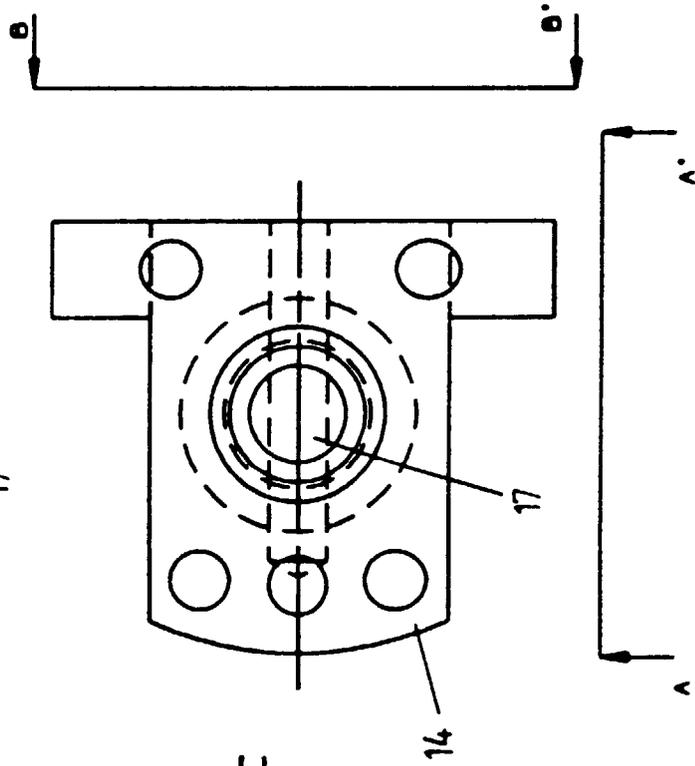


FIG. 8c

FIG. 9

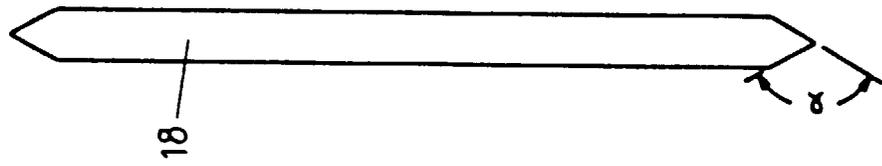


FIG. 10a

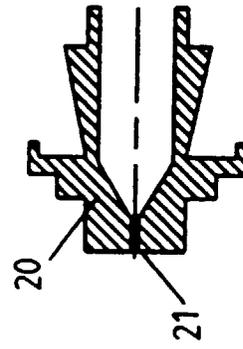
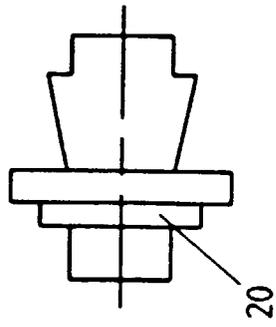


FIG. 10b

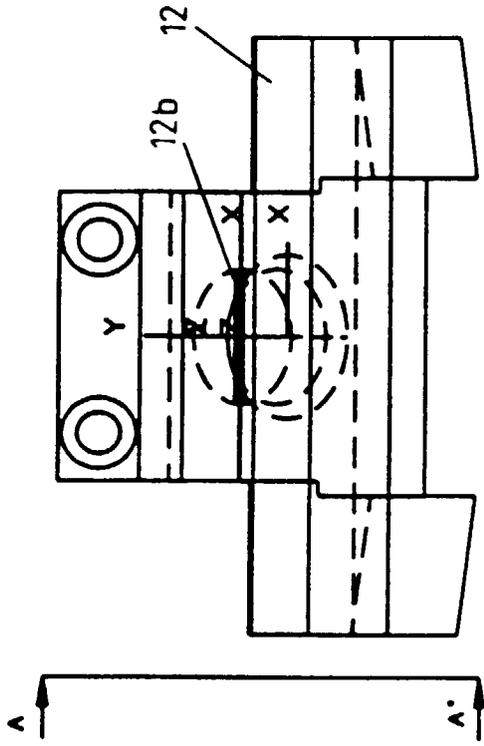


FIG. 11a

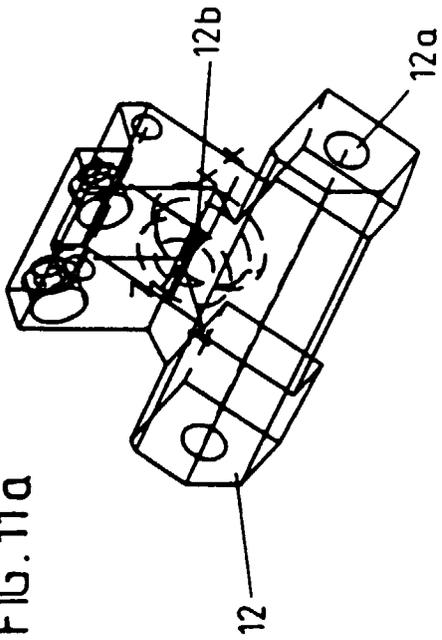


FIG. 11b

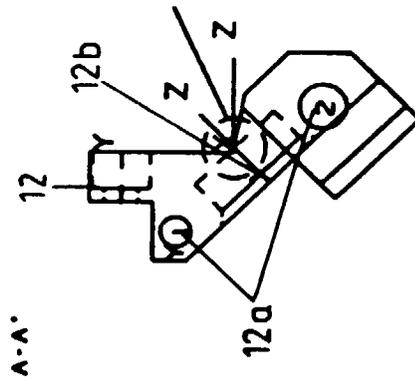


FIG. 11c

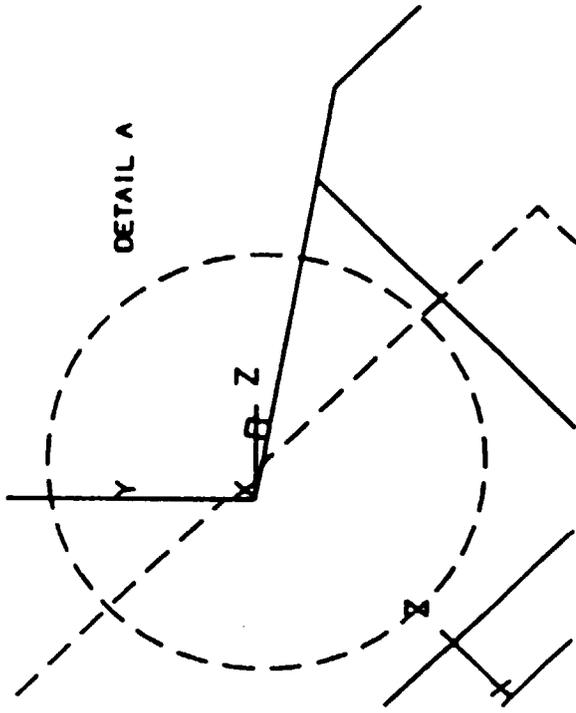


FIG. 12a

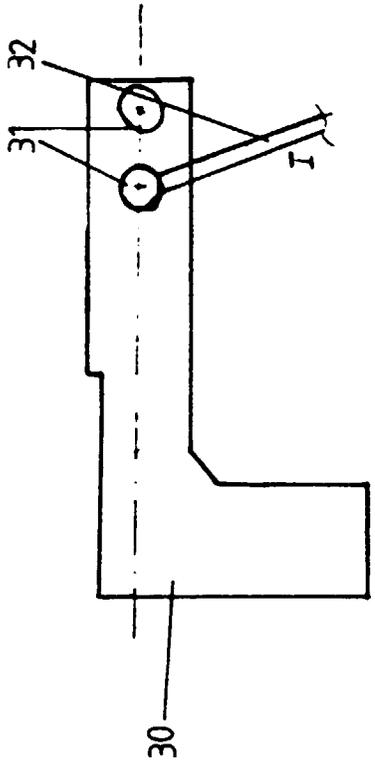


FIG. 12b

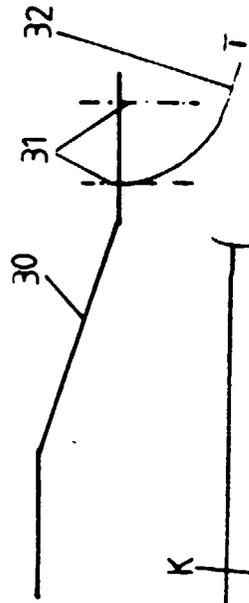


FIG. 12c

