

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 901 150 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
10.03.1999 Patentblatt 1999/10

(51) Int. Cl.⁶: **H01J 61/073**, H01J 9/02

(21) Anmeldenummer: **98113037.0**

(22) Anmeldetag: **14.07.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **04.09.1997 DE 19738574**

(71) Anmelder:
**Patent-Treuhand-Gesellschaft
für elektrische Glühlampen mbH
81543 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **Altmann, Bernhard, Dr.**
 85863 Langeringen (DE)
• **Richter, Rudolf**
 86830 Schwabmünchen (DE)
• **Stedele, Klaus**
 86911 Obermühlhausen (DE)

(54) **Elektrode und Verfahren sowie Vorrichtung zur Herstellung derselben**

(57) Eine Elektrode (4) aus Wolframmaterial für eine Hochdruckentladungslampe besitzt einen zylindrischen Schaft (5) und eine konisch zulaufende Spitze (9). Die Spitze ist im wesentlichen durch radiales Umformen (radiales Hämmern oder Querwalzen) hergestellt.

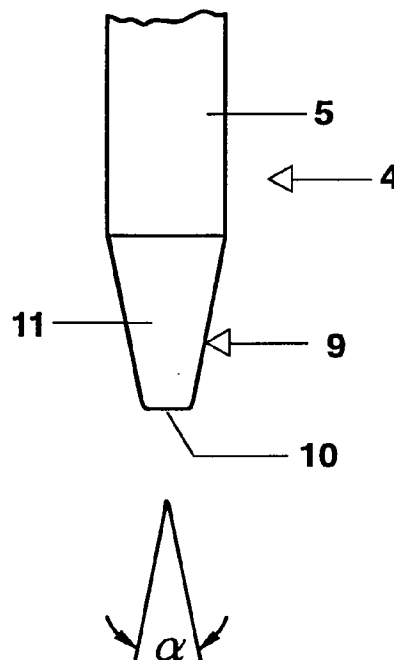


FIG. 6

EP 0 901 150 A2

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung geht aus von einer Elektrode gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Es handelt sich dabei insbesondere um eine Elektrode für Hochdruck-Entladungslampen wie Xenon- oder Quecksilberlampen.

Stand der Technik

[0002] Das Verfahren zur Herstellung von Elektroden aus Wolfram basiert, wie an sich bekannt, auf dem Pressen und anschließenden Sintern des WolframPulvers. Üblicherweise erfährt der so erzeugte Rohling dann zunächst Umform- und Verdichtungsprozesse, beispielsweise durch Hämmern und/oder Walzen. Es handelt sich dabei um ein radial gerichtetes Hämmern des zylindrischen Rohlings. Diese Grundlagen sind beispielsweise in der DE-OS 25 19 014 und US-A 4 859 239 beschrieben.

[0003] Beim radial gerichteten Hämmern eines zylindrischen Rohlings wird das Material verformt, während es durch ebene Hämmerbacken hindurchläuft. Das Ziel dieses Verfahrens ist eine gleichmäßige Reduktion des Durchmessers des Rohlings unter gleichzeitiger Längung des Materials. Ähnliches gilt auch für die Verfahrensschritte des Walzens und Ziehens. Typische Reduktionen beim Hämmern liegen pro Verfahrensschritt bei 20% des ursprünglichen Durchmessers.

[0004] Ab einem Durchmesser von etwa 4 mm kann das Material dann durch einen Ziehprozeß weiter verformt werden, falls ein noch kleinerer endgültiger Durchmesser gewünscht wird.

[0005] Aus der US-A 5 422 539 ist bereits eine Elektrode für HochdruckEntladungslampen und ein Herstellverfahren dafür bekannt. Die Herstellung einer Spitze an einer Elektrode wird danach üblicherweise durch spanabhebende Formgebung, also durch Drehen oder Schleifen, erzielt. Dies kann gemäß der Lehre dieser Schrift durch zusätzliches axiales Hämmern (Stauchern) noch verbessert werden, da dabei eine zusätzliche Verdichtung der Spitze stattfindet.

[0006] Gemäß diesem Stand der Technik endete bisher die Beeinflußbarkeit der Stabilität des Gefüges beim Elektroden-Rohling. Die Korngrenzenstrukturen verlaufen parallel zur Drahtachse, und zwar nicht nur im Bereich des Schaftes, sondern auch im Bereich der Spitze der Elektrode. Wenn die Geometrie der Elektroden spitze durch die bekannte spanabhebende Formgebung, wie z.B. durch Drehen und Schleifen, erzeugt wird, mündet die Korngrenzenstruktur also gleichmäßig verteilt an der schrägen Fläche der Spitze und bricht dort ab, wie in Figur 1 dargestellt.

[0007] Ein Umlenken oder eine Zentrierung der Korngrenzenstruktur im Bereich der Spitze zur Achse hin oder in Richtung auf ein Plateau an der Elektroden-

spitze war somit bisher nicht möglich. Nachteilig an der bisherigen Technik ist außerdem die große Menge an Abfall, die mit der spanabhebenden Technik in Kauf genommen werden muß. Der Abfall ergibt sich aus der Differenz zwischen der Form der fertigen Elektroden spitze und dem entsprechenden zylindrischen Rohling.

Darstellung der Erfindung

[0008] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Elektrode gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bereitzustellen, die wenig Abfall bei der Herstellung produziert und ein verbessertes Brennverhalten im Betrieb zeigt.

[0009] Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnen den Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Besonders vorteilhafte Ausgestaltungen finden sich in den abhängigen Ansprüchen.

[0010] Die Technik des radialen Hämmerns zum Erzeugen einer Spitze wird bisher nur für sehr kleine Öffnungswinkel (unter 10° bei Nähnadeln) bei duktilen Metallen (Eisen) angewendet. Wolfram galt für die Anwendung dieser Technik bisher als zu spröde. Öffnungswinkel über 10° galten als nicht machbar.

[0011] Beim erfindungsgemäßen radialen Hämmern zum Erzeugen einer Spitze einer Elektrode werden statt ebener Backen, wie sie für das bekannte zylindrische Hämmern eines Sinter-Rohlings benötigt werden, entsprechend der gewünschten Spitze geformte profilierte Hämmerbacken verwendet. Der Verfahrensschritt findet erst statt, nachdem der Sinter-Rohling auf seinen endgültigen Durchmesser transformiert wurde und nachdem dann davon der einzelne Elektroden-Rohling abgelängt wurde.

[0012] Das Material der erfindungsgemäßen Elektrode besteht aus hochschmelzendem Material, insbesondere Wolframmaterial. Prinzipiell ist beispielsweise auch Rhenium, Osmium, Tantal(-carbide) o.ä. geeignet. Ihm kann als Aktivierungsmaterial ein Dotierstoff wie beispielsweise ThO₂ zugesetzt sein. Häufig werden auch Dotierstoffe wie Oxide des Aluminium, Kalium oder Silizium zugesetzt. Aber auch Legierungen, vor allem des Wolfram, kommen in Frage.

[0013] Erfindungsgemäß besteht die Elektrode aus einem zylindrischen Grundkörper, oft auch Schaft genannt, und einer konisch zulaufenden Spitze, wobei die Spitze im wesentlichen durch radiales Umformen hergestellt ist.

[0014] Die vorliegende Erfindung bietet eine Reihe von Vorteilen:

a) Erhöhung der Stabilität des Gefüges im Spitzenbereich von Elektroden;

b) Orientierung der Korngrenzenstrukturen an der Spitze zur Achse der Elektrode hin, insbesondere zu einem Plateau an der Elektroden spitze;

c) direkte gezielte Formgebung von Elektroden-
spitzen;

d) Verringerung des Abfalls an Elektrodenmaterial;

e) gezielte Einstellung des Gefüges im Bereich der
Elektroden spitze;

f) Verringerung des Materialverschleißes bei den
Werkzeugen für die Formgebung (z.B. bei Dreh-
stählen, Schleifscheiben etc.).

[0015] Ein entscheidender Vorteil ist, daß durch das
schonende radiale Umformen die als Kanäle für das
Dotiermaterial wirkenden Korngrenzen eher zur Achse
hin ausgerichtet werden und praktisch ausschließlich in
einem Bereich nahe an der Spitze enden, so daß das
Brennverhalten sehr ruhig ist. Im Bereich der Korngren-
zen kann die die Emission fördernde Dotierung bevor-
zugt diffundieren.

[0016] Vorteilhaft ist die Spitze ein Kegelstumpf mit
einem Kegelmantel und einem Plateau, wobei die Korn-
grenzen in diesem Fall überwiegend im Bereich des
Plateaus enden. In diesem Fall werden die Dotiersub-
stanzen überwiegend zum Plateaubereich transportiert.
Umgekehrt werden Verluste durch Abdampfen der
Dotiersubstanzen vom Kegelmantel aus dadurch mini-
miert. Dies wirkt sich positiv auf die Lebensdauer der
Lampe aus.

[0017] Durch radiales Umformen können Elektroden-
spitzen mit einfachen Geometrien hergestellt werden.
Das Umformen kann vorteilhaft entweder durch radiales
Hämmern oder durch Querwalzen erfolgen. Durch
diese Verformungsarbeit mit freier Wahl der Verfor-
mungsparameter (beispielsweise Temperatur, Öff-
nungswinkel, Verformungsgrad) wird eine gezielte
zusätzliche Bearbeitungsmöglichkeit für das Gefüge
geschaffen, die sich positiv auf das Brennverhalten und
die Lebensdauer der Elektrode auswirkt.

[0018] Das allgemeine Prinzip des Querwalzens ist
beispielsweise bereits aus VDI-Nachrichten Nr. 20,
17.5.96, S. 11, bekannt. Dort wird es allerdings für Bau-
teile (Schmiedewerkstücke aus Titanlegierungen) mit
großen abrupten Sprüngen im Durchmesser verwen-
det. Des weiteren ist die Querwalze mit Rundbacken
ausgestattet, die keilförmig profiliert sind. Das Profil ist
symmetrisch. Für die erfindungsgemäße Anwendung
werden Rundbacken eingesetzt, deren Profil unsymme-
trisch ist. Das Profil bildet die Spitze der Elektrode aus,
ohne daß abrupte Sprünge auftreten.

[0019] Durch das radiale Hämmern entsteht u.U.,
abhängig vom Durchmesser der Elektrode und den Ver-
formungsparametern, ein sehr feines Gefüge (deutliche
Abnahme der Korngröße), das durch die zusätzliche
Verformungsarbeit stärker verfestigt ist (deutliche
Zunahme der Härte, u.U. auch der Dichte). Korngröße
und Dichte an der Spitze können sich im Vergleich zum
Schaft um typisch einen Faktor zwei oder mehr ändern,

evtl. sogar um einen Faktor 3 bis 10.

[0020] Vorteilhaft ist die Elektrode zusätzlich dotiert,
insbesondere mit Thoriumoxid. Es hat sich nun gezeigt,
daß auch diese zusätzlichen Dotierstoffe durch das
radiale Umformen stärker zerkleinert werden. Somit
erfolgt eine feinere und homogenere Dispersion der
Dotiersubstanzen.

[0021] Durch die Verformung an der Spitze kann die
Gefügebildung gezielt beeinflußt werden, so daß die
Stabilität des Gefüges im thermisch hochbelasteten
Spitzenbereich der Elektrode verbessert werden kann.
So kann gegenüber dem Schaft durch die zusätzliche
Verformung das gewünschte Gefüge eingestellt wer-
den.

[0022] Durch die endformnahe Formgebung entfallen
spanabhebende Verarbeitungsschritte, abgesehen von
etwaigen geringfügigen Endkorrekturen. Somit wird
auch der Materialmeherverbrauch deutlich (um 5 bis
25%) reduziert. Die Reduzierung, die vom Öffnungswin-
kel abhängt, wirkt sich vor allem auch bei thorierten
Werkstoffen günstig aus, weil der als radioaktiver Son-
dermüll zu behandelnde Abfall reduziert wird.

[0023] Gleichzeitig wird der Bedarf und Verschleiß von
Diamant-Schleifscheiben, die sehr teuer sind, drastisch
reduziert.

[0024] Je kleiner der Durchmesser der Elektrode,
desto leichter kann der radiale Umformprozeß, ins-
besondere der Hämmersprozeß, durchgeführt werden.
Prinzipiell ist jedoch diese Methode auch noch bei rela-
tiv großen Durchmessern bis etwa 50 mm anwendbar.
Besonders gute Ergebnisse lassen sich bei der Anwen-
dung auf gleichstrombetriebene Kathoden erzielen.
Aber auch Kathoden und Anoden für wechselstrombe-
triebene Lampen lassen sich damit herstellen.

[0025] Das radiale Umformen (Hämmern) beinhaltet
immer eine tangentielle Komponente. Deshalb lassen
sich damit Spitzen mit einem gesamten Öffnungswinkel
 α von maximal 90° herstellen, bevorzugt ist α unter 60°.
Bei einem größeren Öffnungswinkel wirken die Verfor-
mungskräfte nur noch in der Nähe der Oberfläche. Der
Kernbereich bleibt davon unberührt. Dabei kommt es zu
einem Abgleiten der oberflächennahen Schichten am
tieferliegenden Kernbereich. Bei diesem Vorgang kön-
nen sich unerwünschte Hohlräume bilden.

[0026] Bevorzugt ist die Spitze kegelförmig oder
kegelstumpfförmig. Letzteres ist besonders bevorzugt,
weil hier die Korngrenzen, an denen entlang das Dotier-
material transportiert wird, an einem entladungsseitigen
Plateau enden können.

Figuren

[0027] Im folgenden soll die Erfindung anhand mehrerer
Ausführungsbeispiele näher erläutert werden. Es
zeigen:

Figur 1 eine Elektrode aus Wolfram, im Schnitt,
deren Spitze geschliffen ist (Stand der Tech-

nik);

- Figur 2 eine Elektrode aus Wolfram, im Schnitt, deren Spitze radial gehämmert ist;
- Figur 3 eine Prinzipdarstellung (Figur 3a) einer Elektrode gemäß Figur 2, wobei jeweils ein Bereiche an der Spitze (Figur 3b) und am Schaft (Figur 3c) vergrößert dargestellt ist;
- Figur 4 ein Hämmerbackenpaar für das radiale Hämmern in Seitenansicht (Figur 4a), Frontalansicht (Figur 4b) und Perspektive (Figur 4c);
- Figur 5 eine Hochdruckentladungslampe mit einer radial umgeformten Kathode gemäß Figur 2;
- Figur 6 die Kathode aus Figur 5, vergrößert dargestellt.

Beschreibung der Zeichnungen

[0028] In Figur 1 ist eine Elektrode aus Wolframmaterial, mit einem Zusatz von Kalium, Silizium und Aluminium, mit einem Durchmesser von 1,5 mm im Detail gezeigt, deren Spitze geschliffen wurde. Sie ist in konventioneller Weise mit einer Diamant-Schleifscheibe geformt worden.

[0029] Im Vergleich dazu ist in Figur 2 eine Elektrode aus dem gleichen dotierten Wolframmaterial mit einem Durchmesser von 1,5 mm im Detail gezeigt, deren Spitze rundgehämmert ist. Sie ist in erfindungsgemäßer Weise durch Radialhämmern umgeformt worden.

[0030] Am Beispiel von thoriertem Wolframmaterial zeigt Figur 3 eine Möglichkeit der gezielten Gefügebeeinflussung durch das radiale Hämmern im Bereich der konischen Spitze. Die Elektrode 4 hat einen Durchmesser von 3 mm und einen Öffnungswinkel an der Spitze von 40°. Figur 3a zeigt die Lage zweier Bildausschnitte im Bereich der Spitze 9 (Verformungszone) und des Schaftes 5. An der Spitze (Figur 3b) bildet sich durch das Umformen ein Rundknetgefüge, das im Betrieb rekristallisiert ist. Dieses Gefüge ist wesentlich feiner als das im Bereich des Schafts (Figur 3c), das das übliche vorbekannte Ziehgefüge ausbildet. Dies gilt auch noch nach einer rekristallisierenden Glühbehandlung.

[0031] Die Herstellung der erfindungsgemäßen Elektrode erfolgt, indem das Wolframpulver wie üblich zunächst gepreßt und dann gesintert wird. Anschließend wird der Sinterstab-Rohling gewalzt, gehämmert und ggf. gezogen, bis der gewünschte Enddurchmesser erreicht ist. An dem dadurch erzeugten Elektroden-Rohling wird nun durch radiales Hämmern die Spitze der Elektrode erzeugt, wobei in den Hämmerbacken die gewünschte Geometrie der Spitze als Profil eingearbeitet ist.

[0032] Figur 4 zeigt ein Paar von Hämmerbacken 15 in drei Ansichten. Sie bestehen aus quaderförmigen Werkzeugkörpern, deren zum Elektrodenschaft gewandte Frontseite 16 mit einer halbkreisförmigen Höhlung 17, die entlang der Schmalseite 14 läuft, ausgestattet ist. Die Höhlung 17 verengt sich nach innen, und zwar im Prinzip konisch. Die Höhlung 17 besteht aus drei Abschnitten, einer Eingangsöffnung 18, die stark konisch zuläuft, einem Führungsschaft 19 (für den Elektrodenschaft), dessen Durchmesser konstant gehalten ist, und einem Spitzenformteil 20, das konisch mit dem gewünschten Öffnungswinkel der Spitze der Elektrode zuläuft. Der zylindrische Elektroden-Rohling ragt zur Bearbeitung zwischen die beiden noch beabstandeten Schmalseiten 14 der Backen 15 hinein. Vor dem radialen Hämmern muß der Elektroden-Rohling noch wie üblich auf eine zur Bearbeitung geeignete Temperatur gebracht werden. Dann wird mittels der Backen 15 die Spitze gehämmert.

[0033] In Figur 5 ist schematisch eine mit Gleichstrom betriebene Xenonkurzbogenlampe 1 mit 150 W Leistung für fotooptische Zwecke gezeigt. Das elliptische Entladungsgefäß 2 aus Quarzglas enthält eine Anode 3 und eine Kathode 4. Jede Elektrode besitzt einen Schaft 5, der mit einer Molybdänfolie 6 verbunden ist. Diese ist in die Enden des Entladungsgefäßes 2 vakuumdicht eingeschmolzen.

[0034] Die Kathode 4 ist in Figur 6 nochmals vergrößert gezeigt. Sie besteht aus Wolfram, das mit 0,4 Gew.-% ThO₂ dotiert ist. Um eine hohe Bogenstabilität zu sichern, verjüngt sich der den Schaft 5 bildende zylindrische Grundkörper der Kathode nach Art eines Kegelstumpfs zu einer Spitze 9, deren Kegelmantel 11 entladungsseitig in einem Plateau 10 mündet. Die Spitze 9 ist durch radiales Hämmern hergestellt und besitzt die in Figur 3 angegebene Struktur. Der Öffnungswinkel α beträgt hier 20°. Nur das Plateau 10 ist abschließend durch Schleifen nachbehandelt.

Patentansprüche

1. Elektrode (4) aus hochschmelzendem Material, insbesondere Wolframmaterial, für eine Hochdruckentladungslampe, mit einem zylindrischen Schaft (5) und einer konisch zulaufenden Spitze (9), dadurch gekennzeichnet, daß die Spitze (9) im wesentlichen durch radiales Umformen hergestellt ist.
2. Elektrode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Wolframmaterial dotiert ist.
3. Elektrode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Umformen durch radiales Hämmern oder durch Querwalzen erfolgt ist.
4. Elektrode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Härte und evtl. auch die Dichte im

Bereich der Spitze (9) gegenüber der im Schaft (5) erhöht ist.

5. Elektrode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Spitze (9) in einem Plateau (10) mündet. 5
6. Elektrode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die mittlere Korngröße im Bereich der Spitze kleiner als im Bereich des Schafts ist. 10
7. Hochdruckentladungslampe mit einer Elektrode nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
8. Verfahren zur Herstellung einer Elektrode aus Wolfram für Hochdruck-Entladungslampen, wobei die Elektrode einen Schaft (5) und eine konische Spitze (9) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die Spitze (9) im wesentlichen durch radiales Umformen erzeugt wird. 15
20
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das radiale Umformen durch Hämmern oder Querwalzen erfolgt. 25
10. Vorrichtung zum radialen Hämmern einer Elektrode gemäß Anspruch 1, bestehend aus einem Paar von quaderförmigen Hämmerbacken (15), mit einer Frontseite (16) und einer der Elektrode zugewandten Schmalseite (14), wobei sich eine halbkreisähnliche Höhlung (17), die sich nach innen verengt, zur Aufnahme eines Teils der Elektrode von der Frontseite (16) aus entlang der Schmalseite (14) erstreckt. 30
35

40

45

50

55

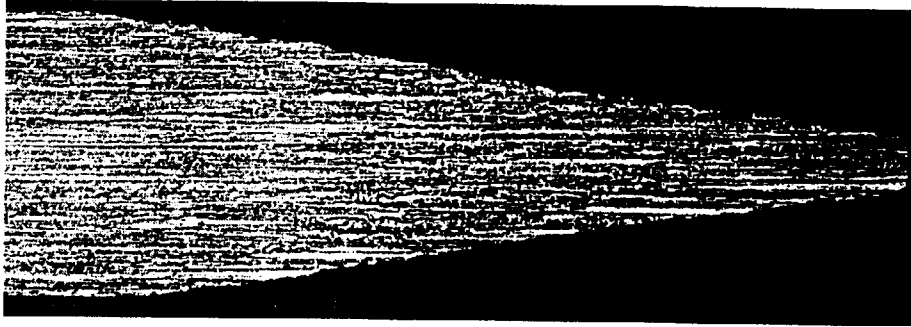


FIG. 1

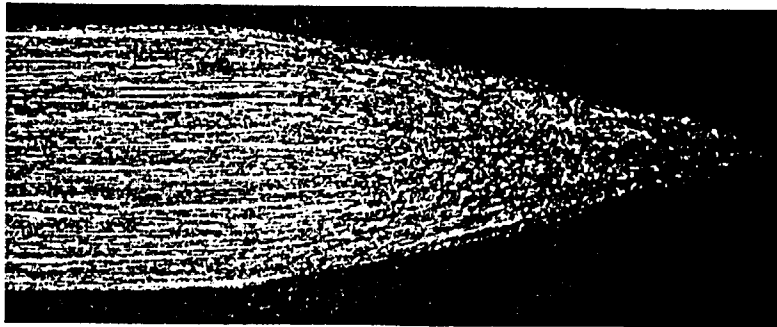


FIG. 2

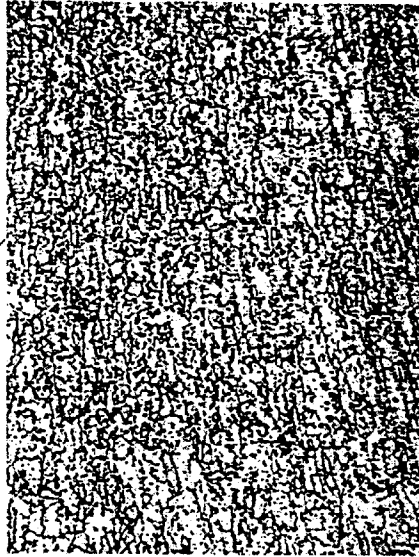
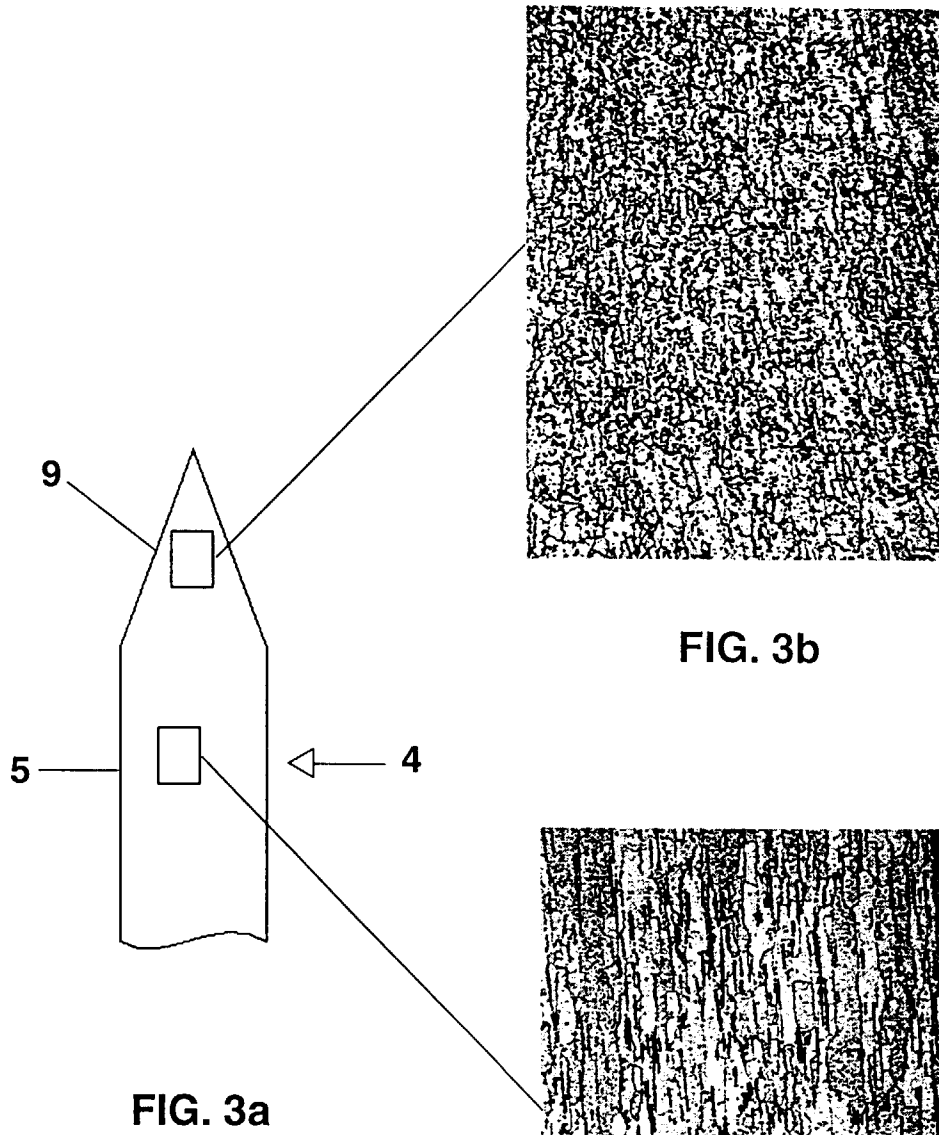
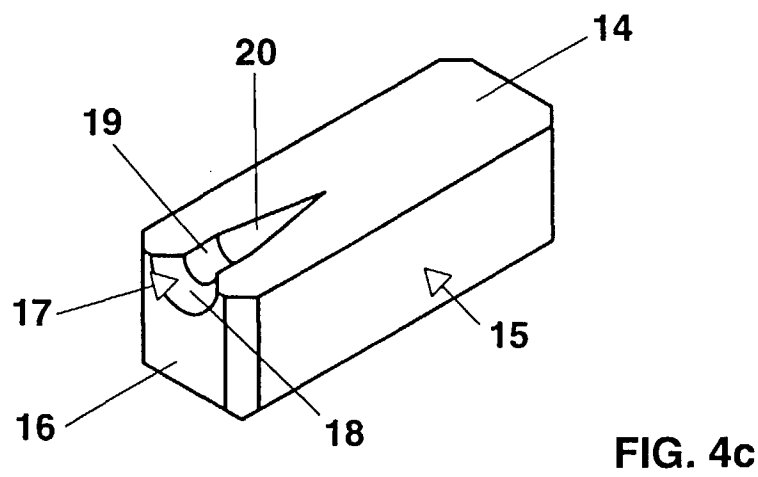
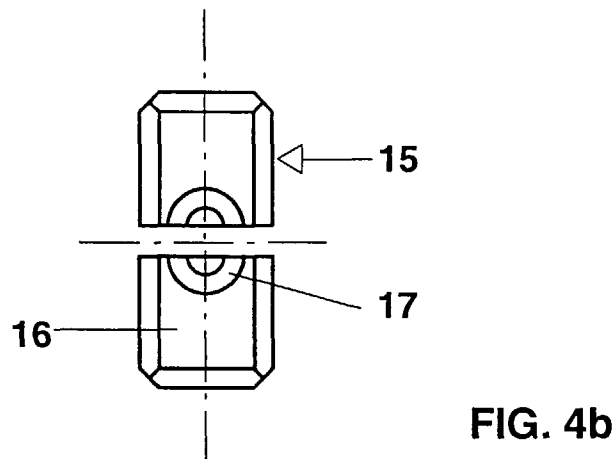
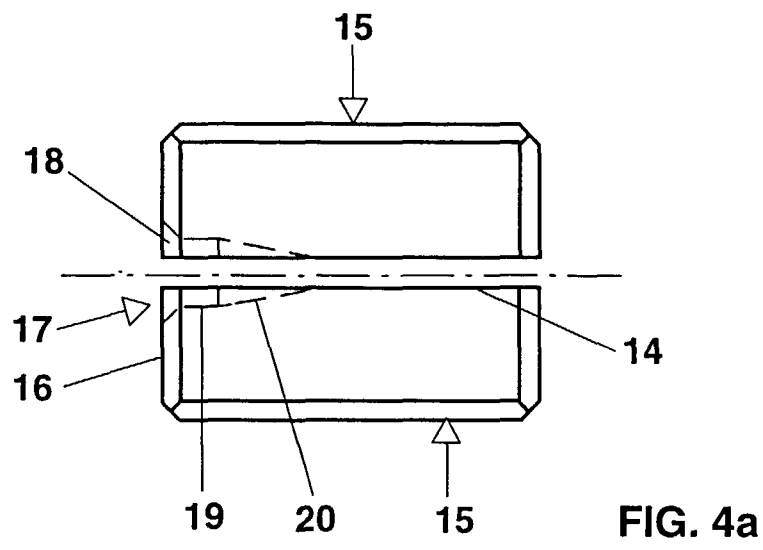


FIG. 3b



FIG. 3c



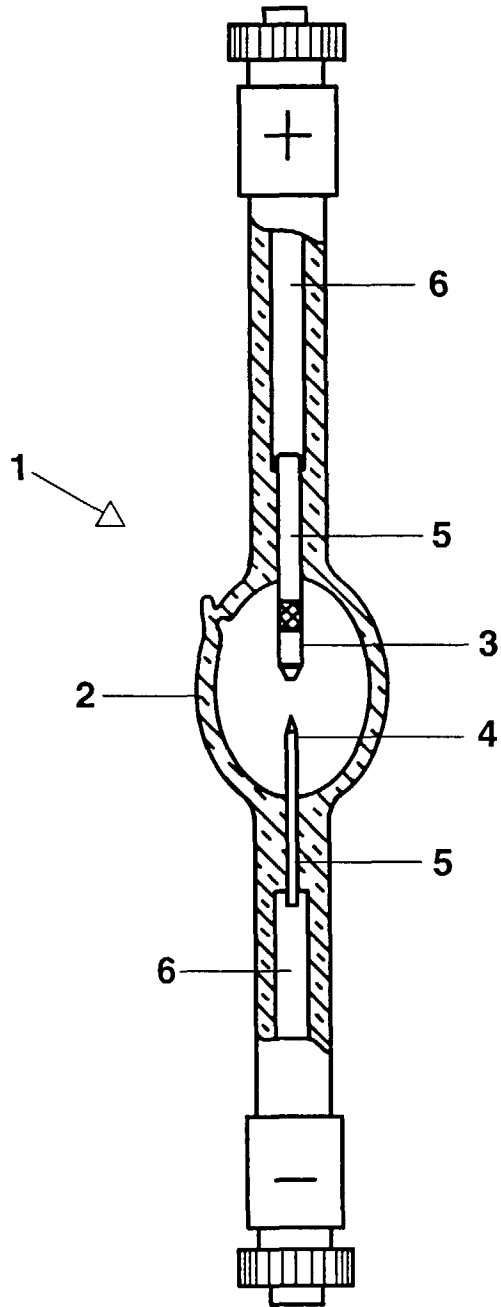


FIG. 5

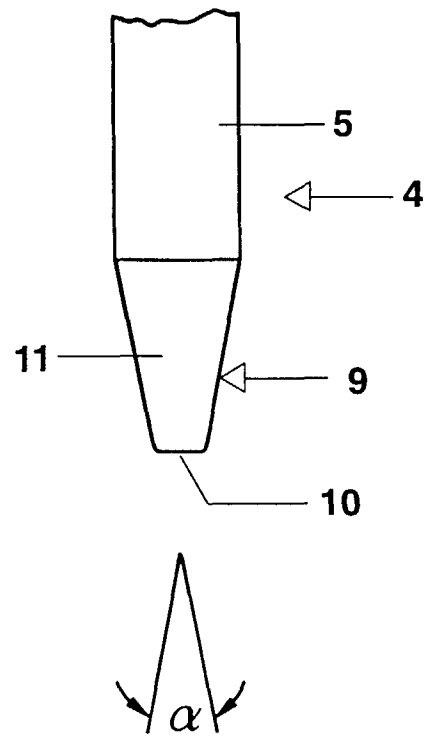


FIG. 6