



Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer:

AT 392 483 B

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1796/89

(51) Int.Cl.⁵ : C21D 1/09
C21D 9/24

(22) Anmeldetag: 25. 7.1989

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 9.1990

(45) Ausgabetag: 10. 4.1991

(56) Entgegenhaltungen:

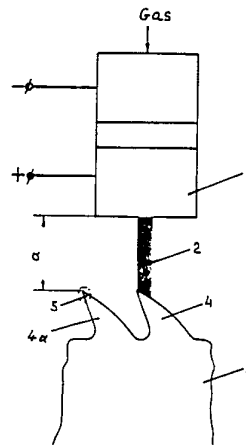
US-PS3944443 DE-OS2018793 WO 83/00051

(73) Patentinhaber:

SCHULER ALBERT DR.
A-1130 WIEN (AT).
TOKMAKOV WLADIMIR DR.
IRKUTSK (SU).

(54) VERFAHREN ZUM HÄRTEN DER SCHNEIDKANTEN VON SÄGEN

(57) Verfahren zum Härten der Schneidkanten von Sägen, insbesondere für die Holzbearbeitung, mittels eines Energiestrahls, der über die zu härtenden Bereiche der Säge geführt wird, wobei zur Erzielung von guten Härtergebnissen mit einfachen Mitteln vorgesehen ist, daß als Energiestrahls ein Plasmastrahl verwendet wird, der durch einen Plasmabrenner (1) erzeugt wird, wobei der Plasmastrahl (2) mit einer Relativgeschwindigkeit in Bezug auf das Sägeblatt (3) von 5 - 80 mm/sek. geführt wird und wobei der Abstand der Austrittsdüse des Plasmabrenners (1) von der Zahnschneidkante (5), der 0,1 bis 10fachen Breite (b) der Zahnschneidkante (5) entspricht und wobei weiters die Leistung des Plasmastrahles zwischen 1 und 10 kW liegt sowie der Durchmesser (d) bei der Austrittsdüse des Plasmabrenners (1) der 0,5 bis 3fachen Breite (b) der Zahnschneidkante (5) entspricht.



AT 392 483 B

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Härten der Schneidkanten von Sägen für die Holzbearbeitung mittels eines Energiestrahles, der über die zu härtenden Bereiche der Säge geführt wird, wobei als Energiestrahle ein Plasmastrahl verwendet wird, der mit einer vorbestimmten Relativgeschwindigkeit in Bezug auf das Sägeblatt bewegt wird. Sägeblätter oder -bänder verschleßen an den Schneidkanten. Die Standzeit einer Säge hängt ab von der Qualität der Zahnschneiden (verwendetes Material, Härteverfahren), vom Schneidgut und von der Schnittleistung. Nach dem Ende der Standzeit werden die Sägen nachgeschliffen bzw. die Zahnschneiden neu formiert. Sägeblätter für die Holzverarbeitung bestehen üblicherweise aus Kohlenstoffstahl, der durch Erwärmung mit anschließender schneller Abkühlung leicht gehärtet werden kann. Da eine solche Härtung jedoch stets mit einer Abnahme der Zähigkeit verbunden ist, ist eine große Härte lediglich im Bereich der Schneidkanten erwünscht. Die übrigen Teile eines Sägeblattes sollen eine geringere Härte, dafür jedoch eine größere Zähigkeit aufweisen. Aus der US-PS 3,944,443 ist ein Verfahren zum Härten von Sägeblättern bekannt, bei dem ein Plasmastrahl verwendet wird. Nach der Erwärmung des Werkstückes durch den Plasmastrahl wird das Sägeblatt durch ein Kühlmedium abgeschreckt.

Auf diese Weise ist es nicht möglich, lediglich kleine Bereiche der Zahnschneiden zu härten, ohne dabei in Kauf nehmen zu müssen, daß die erzielte Härte und die Härtetiefe sehr starken Schwankungen unterworfen ist. Unter diesen Umständen hängt das Härtungsergebnis in sehr kritischer Weise vom zeitlichen Abstand zwischen Erwärmung und Abschreckung, von der Art der Abschreckung und von den geometrischen Verhältnissen des Sägeblattes ab. Dieses Verfahren liefert also schwer voraussagbare Ergebnisse der Härtung und ist sehr aufwendig wegen der erforderlichen Regelung des Kühlmediums.

Weiters ist aus der DE-OS 20 18 793 ein Verfahren zum partiellen Härten von Werkstücken oder Werkzeugen bekannt, bei dem ein sehr kleiner Bereich um die Zahnschneide eines Sägeblattes mittels eines Elektronenstrahles erwärmt wird. Nachdem der Elektronenstrahl den erwärmten Bereich überstrichen hat, kühlt der nicht erwärmte Körper des Sägeblattes die Zahnschneiden sehr rasch ab und verursacht damit die Härtung.

Nachteilig bei der Härtung mit Elektronenstrahlen oder auch durch Laserstrahlen sind die aufwendigen Vorrichtungen die zur Durchführung solcher Verfahren benötigt werden. Aus diesem Grund haben sich solche Verfahren in der Praxis bisher kaum durchgesetzt.

Weiters ist es aus der WO 83/00051 bekannt, eine oberflächige Härtung flächiger Bereiche mittels eines Plasmastrahles durchzuführen. Eine Härtung von Schneidkanten mittels Plasmastrahlen wurde bisher noch nicht in Betracht gezogen, da solche Plasmastrahlen eine zu geringe Stabilität aufweisen. Es erschien bisher nicht möglich, eine Vielzahl von Schneidkanten, z. B. eines Sägeblattes mit einem Plasmastrahl so zu überstreichen, daß ein optimaler Härteverlauf gegeben ist.

Weitere bekannte Härtungsverfahren sind:

Induktive Härtung: Nach dem Schleifen der Zähne wird der Zahnschneidenbereich durch einen Wirbelstrom, erzeugt durch ein hochfrequentes magnetisches Wechselfeld, erhitzt und durch rasche Abkühlung gehärtet.

Aufschweißen von Hartlegierungen: Auf die Zahnschneiden werden Plättchen aus der Hartlegierung aufgeschweißt und diese dann zur gewünschten Zahnschneidenform geschliffen. Hartlegierungen sind hochwertige, sehr verschleißfeste, aber auch teure Werkstoffe. Diese Verfahren sind jedoch sehr aufwendig.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zum Härten der Schneidkanten von Sägen anzugeben, bei dem ein einfach herzustellender und kostengünstig zu betreibender Energiestrahle verwendet wird.

Erfindungsgemäß ist daher vorgesehen, daß der Plasmastrahl mit einer Relativgeschwindigkeit in Bezug auf das Sägeblatt von 5 - 80 mm/sek. geführt wird und wobei der Abstand der Austrittsdüse des Plasmabrenners von der Zahnschneide, der 0,1 bis 10-fachen Breite der Zahnschneide entspricht und wobei weiters die Leistung des Plasmastrahles zwischen 1 und 10 kW liegt, sowie der Durchmesser bei der Austrittsdüse des Plasmabrenners, der 0,5 bis 3-fachen Breite der Zahnschneide entspricht.

Überraschenderweise wurde festgestellt, daß es bei einer genau abgestimmten Konstellation von Parametern durchaus möglich ist, einen Plasmastrahl zum Härten der Schneidkanten von Sägeblättern einzusetzen. Die Plasmastrahlen werden durch Ionisation von Argon oder Stickstoff bzw. Mischgasen hergestellt. Die Ionisation erfolgt durch eine elektrische Bogenentladung oder durch Anregung mit einem hochfrequent elektromagnetischen Feld. Durch geeignete Formgebung der Elektroden bzw. der Düsen wird ein Strahl erzielt in dessen Achsen Temperaturen bis 15000 °C erreicht werden. Wird ein solcher Plasmastrahl mit den erfindungsgemäßen Parametern über die geschliffene Schneidkante eines Sägezahns geführt, so erhitzt sich ein lokaler Bereich der Zahnschneide mit Erwärmungsraten bis zu 5000 K/sek. Nach der Beendigung der Energiezufuhr kühlt sich die Zahnschneide durch Selbstabschreckung, d. h. Wärmeabfuhr in das Grundmaterial der Säge mit Abkühlungsgeschwindigkeiten bis zu 1000 K/sek. ab. Dabei entsteht ein feinkörniges Martensitgefüge mit Härten bis zu 1000 HV (Vickers-Härte).

Kritisch ist jedoch bei solchen Verfahren, daß die Schneidkante während der Wärmebehandlung nicht aufschmelzen darf. Trotzdem muß eine ausreichend hohe Erwärmung im Bereich der Zahnschneide gegeben sein, um die gewünschte Aushärtung sicherzustellen. Dies wird nur bei den oben angegebenen Parameterkonstellationen erreicht.

Besonders günstige Bedingungen für die Härtung ergeben sich bei folgenden Werten:

	Leistung des Plasmastrahles:	2 - 6 kW
5	Durchmesser des Strahles bei der Austrittsdüse des Plasmabrenners:	1 - 2,5 mal Breite der Zahnschneidkante
10	Abstand der Austrittsdüse des Plasmabrenners von der Zahnschneidkante:	1 - 5 mal Breite der Zahnschneidkante
	Relativgeschwindigkeit des Plasmastrahles bezüglich der Zahnschneidkante:	10 - 40 mm/sek.

Vorzugsweise wird der Plasmastrahl durch mechanische Bewegung des Plasmabrenners quer zum Sägeblatt über die Zahnrückseite im Bereich der oberen Schneidkante geführt. Auf diese Weise wird eine möglichst gleichmäßige Wärmeeinwirkung über die gesamte Länge der Schneidkante des Sägeblattes erzielt. Durch die unterschiedliche Abkühlungsgeschwindigkeit, die sich aus dem besseren Wärmeableitungsverhalten in der Mitte des Sägeblattes ergibt, ist die Härtetiefe über den Querschnitt des Sägeblattes dennoch nicht ganz gleichmäßig. In der Praxis ergibt sich eine größere Härtetiefe in den Randbereichen, was jedoch durchaus erwünscht ist, da auch die Flanken der Sägezähne eine gewisse Schneidfunktion aufweisen.

Weiters ist es möglich, daß während der Querbewegung des Plasmastrahles die Säge stillsteht und daß anschließend die Säge um eine Zahnteilung weitertransportiert wird, sodaß die nächste Querbewegung des Plasmastrahles die folgende Zahnschneidkante härtet. Auf diese Weise lassen sich die mechanischen Einrichtungen, die den Vorschub des Strahles in Bezug auf das Sägeblatt bewirken, einfach und kostengünstig herstellen.

Eine besonders einfache Möglichkeit der Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ergibt sich, wenn das Sägeblatt einen kontinuierlichen Vorschub in Richtung der Zählung durchführt, während der Plasmastrahl durch eine niederfrequente Querbewegung mit Frequenzen zwischen 3 und 15 Hz, verursacht durch eine entsprechende Bewegung des Plasmabrenners, die Zahnschneidkanten härtet. Auf diese Weise erübrigt sich eine genaue Einstellung und Justierung des Plasmastrahles auf die Zahnschneidkanten. Eine unerwünschte Aufhärtung im Bereich der Zahnflanken wird dadurch verhindert, daß der Plasmastrahl nur im Bereich der Zahnschneidkanten seinen optimalen Wirkungsbereich aufweist. Eine gewisse Beeinflussung der Zahnflanken ist natürlich gegeben, jedoch wird die Einfachheit der Durchführung des Verfahrens diesen Effekt in bestimmten Anwendungsbereichen kompensieren. Insbesondere ist ein solches Verfahren für Sägeblätter mit sehr tief eingeschnittenen Zahnflanken gut geeignet.

Bei Sägeblättern mit relativ geringer Zahnbreite ist es möglich, den Plasmastrahl auf die Mitte der Zahnschneidkante auszurichten, wobei das Sägeblatt eine kontinuierliche oder schrittweise Bewegung in Richtung der Zählung durchführt. Bei besonders schmalen Sägeblättern ist die Gefahr einer über die Breite der Zahnflanke unregelmäßigen Härtung als gering anzusehen. Es kann daher auf eine Bewegung des Plasmastrahles quer zur Ebene des Sägeblattes verzichtet werden, was die Durchführung des Verfahrens erleichtert.

Eine weitere Vereinfachung der Mechanik der Vorrichtungen zur Durchführung des Verfahrens kann dadurch erreicht werden, daß der Plasmastrahl im Impulsbetrieb arbeitet, mit einer Impulsfrequenz (f) mit $f = \text{Vorschubgeschwindigkeit des Sägeblattes} / \text{Zahnabstand}$, wobei die Impulsdauer im Bereich von 0,2 bis 0,8 Sekunden liegt. Auf diese Weise kann auch der Energiebedarf beim Härten verringert werden.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand der beigelegten Figuren näher erläutert:

Die Fig. 1 zeigt schematisch die prinzipielle Anordnung der Plasma-Anlage;

Die Fig. 2 zeigt den Bereich der Zahnschneidkante in Detail in axonometrischer Darstellung.

Der Plasmabrenner (1) erzeugt aus dem zugeführten Gas mit Hilfe einer elektrischen Bogenentladung einen Plasmastrahl (2), der an der Austrittsdüse des Plasmabrenners (1) austritt. Der Abstand zwischen der Austrittsdüse und den Zahnschneidkanten ist (a). Der Plasmastrahl (2) wird auf die Zahnschneidkante (5) eines Sägezahn (4) gerichtet und erhitzt diesen Bereich. Nach Beendigung der Energieeinwirkung kühlt der erhitzte Bereich rasch ab und härtet. Danach wird das Sägeblatt (3) weiterbewegt und der Plasmastrahl (2) auf den folgenden Zahn (4a) gerichtet.

Die Zahnschneidkante (5) besteht aus der Schneidkante (6) mit der Breite (b) und dem Zahnrück (7). Der Plasmastrahl (2) hat einen Durchmesser (d) und wird mit einer Relativgeschwindigkeit (v) entweder entlang der Schneidkante (6) oder in Richtung der Zählung bewegt.

Die folgenden Ausführungsbeispiele sollen den Einsatz des Verfahrens näher erläutern:

Beispiel 1:

Härtung einer Gattersäge.

Material Bandstahl B412, 45 Zähne, Zahnabstand 30 mm,
Breite (b) der Schneidkante: 3,5 mm,
Härte in unbehandeltem Zustand 420 HV.

5	Plasmaleistung (kW)	2,5	3,5	2,0
	Strahldurchmesser ((d) in mm)	4,0	4,0	4,0
	Abstand ((a) in mm)	5,0	6,0	4,0
	Vorschubgeschwindigkeit ((v) in mm/sek)	25	30	20
	Gasdurchfluß (l/min)	7	10	7
	maximale Härte (HV)	920	940	900

10 Praktische Schneidversuche in Sägewerken ergaben eine Erhöhung der Standzeit um den Faktor 5.

Beispiel 2:

Härtung einer Kreissäge.

15 Material Sägestahl B412, 50 Zähne, Zahnabstand 30 mm,
Breite (b) der Schneidkante: 4,0 mm,
Härte in unbehandeltem Zustand 410 HV.

20	Plasmaleistung (kW)	3,0
	Strahldurchmesser ((d) in mm)	4,0
	Abstand ((a) in mm)	5,0
	Vorschubgeschwindigkeit ((v) in mm/sek)	30
	Gasdurchfluß (l/min)	8
25	maximale Härte (HV)	900

Beispiel 3:

Härtung einer Bandsäge.

30 Material Sägestahl B412, Bandlänge 6 m, Zahnabstand 15 mm,
Breite (b) der Schneidkante: 1,5 mm,
Härte in unbehandeltem Zustand 410 HV.

35	Plasmaleistung (kW)	1,5
	Strahldurchmesser ((d) in mm)	3,0
	Abstand ((a) in mm)	5,0
	Vorschubgeschwindigkeit ((v) in mm/sek)	20
	Gasdurchfluß (l/sek)	7
40	maximale Härte (HV)	900

45

PATENTANSPRÜCHE

50

1. Verfahren zum Härten der Schneidkanten von Sägen, insbesondere für die Holzbearbeitung, mittels eines Energiestrahls, der über die zu härtenden Bereiche der Säge geführt wird, wobei als Energiestrahls ein Plasmastrahl verwendet wird, der mit einer vorbestimmten Relativgeschwindigkeit in Bezug auf das Sägeblatt bewegt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Plasmastrahl (2) mit einer Relativgeschwindigkeit (v) in Bezug auf das Sägeblatt (3) von 5 bis 80 mm/sek. geführt wird und wobei der Abstand der Austrittsdüse des Plasmabrenners (1) von der Zahnschneidkante (5), der 0,1 bis 10fachen Breite (b) der Zahnschneidkante (5) entspricht und wobei weiters die Leistung des Plasmastrahls zwischen 1 und 10 kW liegt, sowie der Durchmesser (d) bei der Austrittsdüse des Plasmabrenners (1) der 0,5 bis 3fachen Breite (b) der Zahnschneidkante (5) entspricht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Leistung des Plasmastrahls zwischen 2 und 6 kW liegt.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Durchmesser (d) des Plasmastrahls (2) bei der Austrittsdüse des Plasmabrenners (1) das ein- bis zweifache der Breite (b) der Zahnschneidkante (5) beträgt.
- 5 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Abstand (a) der Austrittsdüse des Plasmabrenners (1) von der Zahnschneidkante (5) das ein- bis fünffache der Breite (b) der Zahnschneidkante (5) beträgt.
- 10 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Relativgeschwindigkeit (v) des Plasmastrahls (2) bezüglich der Zahnschneidkante (5) zwischen 10 und 40 mm/sek. liegt.
- 15 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Plasmastrahl (2) durch mechanische Bewegung des Plasmabrenners (1) quer zum Sägeblatt (3) über den Zahnrückens (7) im Bereich der oberen Schneidkante geführt wird.
- 20 7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß während der Querbewegung des Plasmastrahls (2) das Sägeblatt (3) stillsteht und daß anschließend das Sägeblatt (3) um eine Zahnteilung weitertransportiert wird, worauf die nächste Querbewegung des Plasmastrahls (2) die folgende Zahnschneidkante (5) härtet.
- 25 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Sägeblatt (3) einen kontinuierlichen Vorschub in Richtung der Zahnung durchführt, während der Plasmastrahl (2) durch eine niedere frequente Querbewegung mit Frequenzen zwischen 3 und 15 Hz, verursacht durch eine entsprechende Bewegung des Plasmabrenners (1), die Zahnschneidkante (5) härtet.
- 30 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Plasmastrahl auf die Mitte der Zahnschneidkanten ausgerichtet wird, wobei das Sägeblatt (3) eine kontinuierliche oder schrittweise Bewegung in Richtung der Zahnung durchführt.
- 35 10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Plasmastrahl (2) im Impulsbetrieb arbeitet, wobei die Impulsfrequenz (F) der Vorschubgeschwindigkeit des Sägeblattes gebrochen durch den Zahnabstand entspricht und wobei die Impulsdauer im Bereich zwischen 0,2 und 0,8 sek. liegt.

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

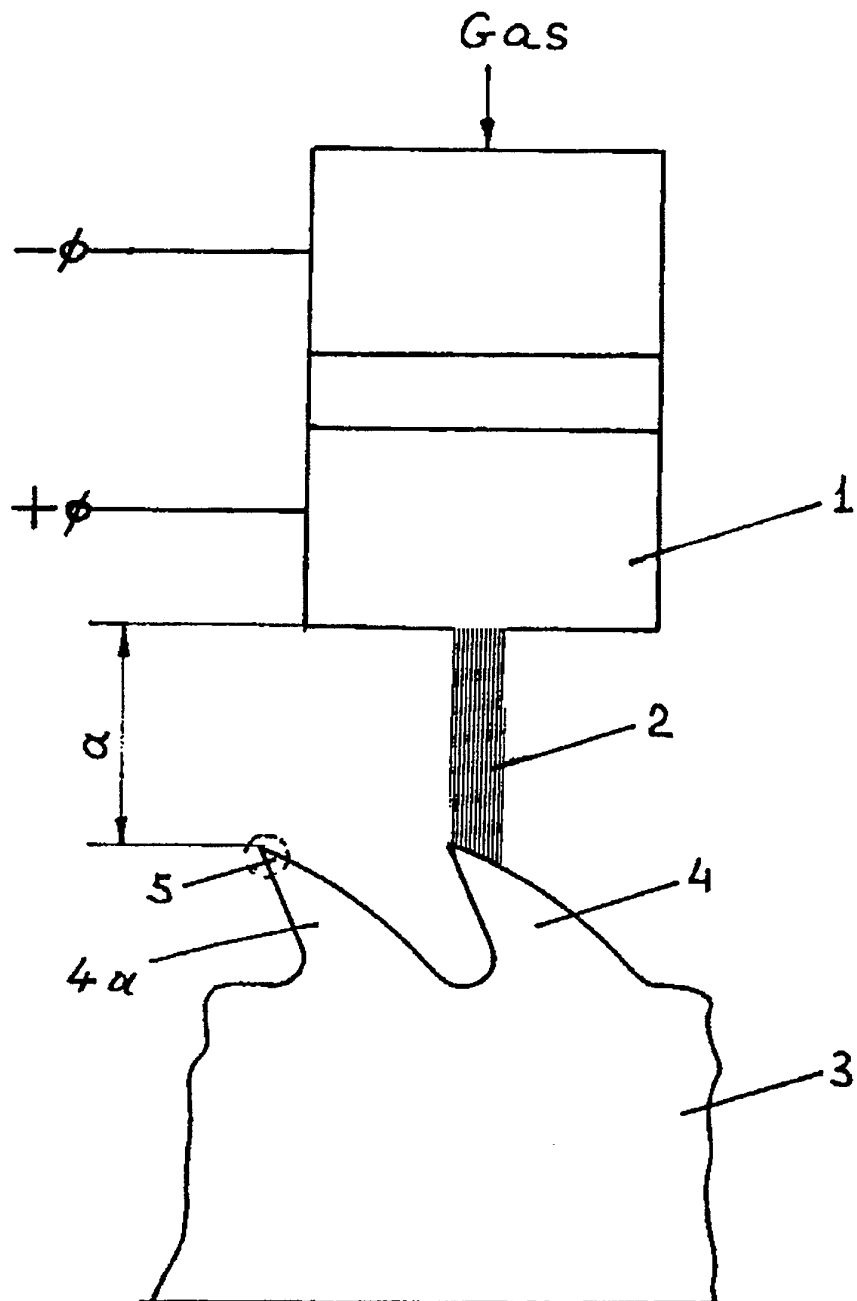


Fig. 1

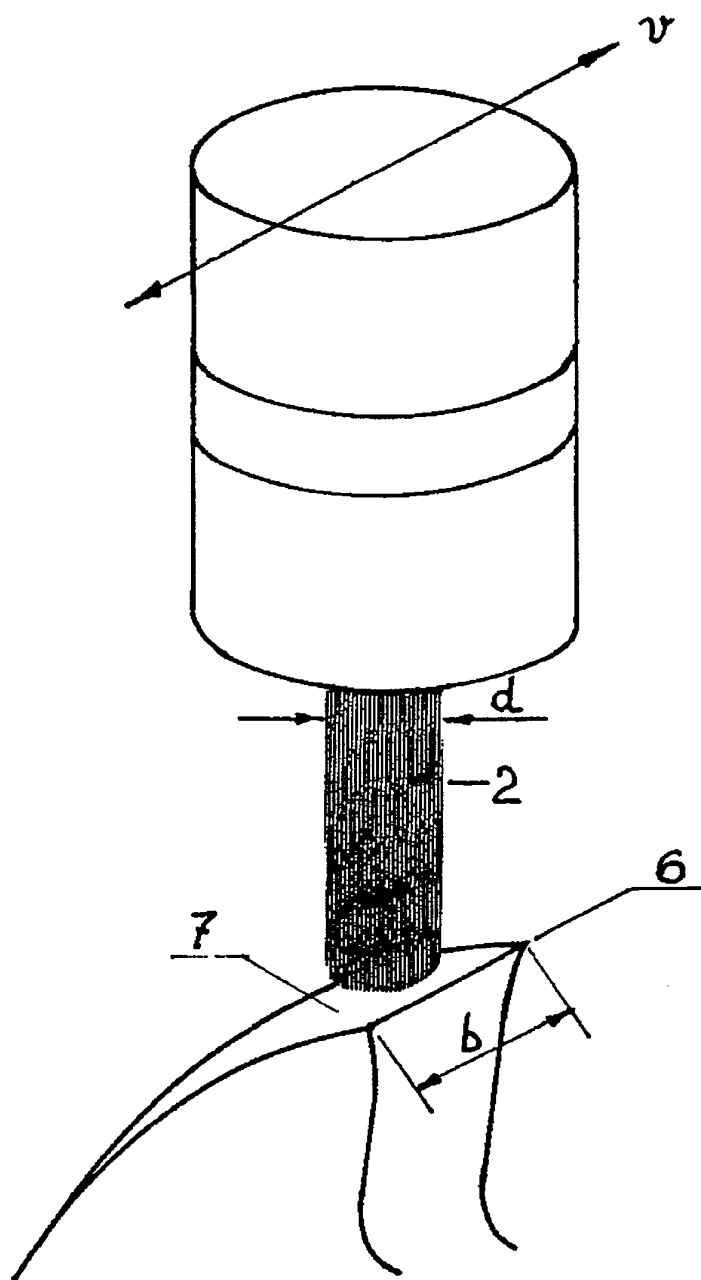


Fig. 2