



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 648 865 A5

⑤① Int. Cl.⁴: C 21 D 1/673

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

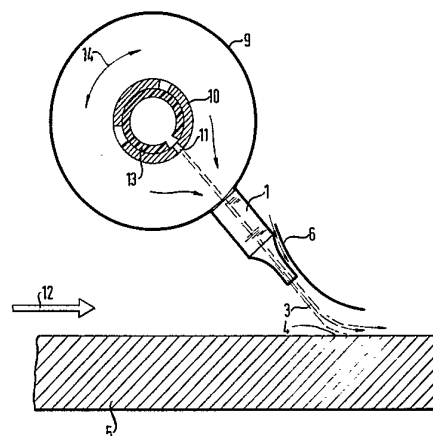
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑪ Gesuchsnummer:	4233/82	⑦③ Inhaber:	Prof. Dr.-Ing. Carl Kramer, Aachen (DE) Prof. Dr.-Ing. Günther Woelk, Aachen (DE)
⑫② Anmeldungsdatum:	12.07.1982		
⑩③ Priorität(en):	24.07.1981 DE 3129254	⑦② Erfinder:	Kramer, Carl, Prof. Dr.-Ing., Aachen (DE) Woelk, Günther, Prof. Dr.-Ing., Aachen (DE)
⑫④ Patent erteilt:	15.04.1985		
⑫⑤ Patentschrift veröffentlicht:	15.04.1985	⑦④ Vertreter:	A. Braun, Braun, Héritier, Eschmann AG, Patentanwälte, Basel

⑤④ **Vorrichtung zur Kühlung der Oberfläche eines Festkörpers.**

⑤⑦ Die Vorrichtung zur Kühlung der bewegten Oberfläche eines Festkörpers (5), beispielsweise Metall-Halbzeug, oder der Oberfläche von Walzen eines Walzgerüsts, enthält eine zur Oberfläche geneigt angeordnete Schlitzdüse (1), mittels welcher ein Freistrah aus einem Gas/Flüssigkeits-Gemisch auf die Oberfläche des Festkörpers gerichtet. Im Bereich der Auftreffzone des Freistrahls auf die Festkörperoberfläche ist über dieser eine konkav gekrümmte Coanda-Führungsfläche (6) angebracht, durch die die Gasströmung auf einer tangentialen Bahn zu einem genau definierten Bereich der zu kühlenden Oberfläche geführt wird. Die Vorrichtung bezweckt ein genau definiertes praktisch schlagartiges Einsetzen der Kühlwirkung längs einer genau definierten Linie auf der Oberfläche des Festkörpers.



PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zur Kühlung der bewegten Oberfläche eines Festkörpers, gekennzeichnet durch eine zur Oberfläche geneigt angeordnete Schlitzdüse (1), die einen Strahl (3) aus einem Gas/Flüssigkeits-Gemisch auf die Oberfläche richtet, und bei der an der von der Oberfläche des Festkörpers abgewandten Seite eine konkav gekrümmte Coanda-Führungsfläche (6) vorgesehen ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schlitzdüse (1) in einem Winkel von 30 bis 60° zur Oberfläche angeordnet ist.

3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Coanda-Führungsfläche (6) an der Schlitzdüse (1) angebracht ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Düsenlippe (7) der Schlitzdüse (1) und der Coanda-Führungsfläche (6) ein Spalt für den Durchtritt einer durch den Strahl (3) induzierten Sekundärgasströmung (8) ausgebildet ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Schlitzdüse (1) Pfeilform hat.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Schlitzdüse (1) in Bewegungsrichtung der Oberfläche (5) pfeilförmig zuläuft.

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Kühlung der Oberfläche eines Festkörpers.

Bei der Veredlung von Metall-Halbzeugen, insbesondere Blechen und Platten, werden oft hohe Abkühlungsgeschwindigkeiten benötigt. So müssen beispielsweise zur Vergütung von hochfesten Leichtmetall-Blechen und -Platten Abkühlungsgeschwindigkeiten von weit mehr als 100°/s erreicht. Die Erzielung so hoher Abkühlgeschwindigkeiten setzt sehr hohe Wärmeübergangskoeffizienten voraus, also Koeffizienten im Bereich von einigen 1000 W/(m² K°).

Bei solchen Kühlvorrichtungen reicht deshalb in aller Regel das Beblasen mit einem kalten Gasstrahl, z.B. Luft von Umgebungstemperatur, nicht aus, sondern es muss eine Kühlflüssigkeit, beispielsweise Wasser, eingesetzt werden. Dabei wird die Kühlflüssigkeit z.B. durch Sprühdüsen auf die zu kühlende Oberfläche des Festkörpers aufgespritzt.

Nachteilig ist bei solchen Vorrichtungen, dass der Beginn der Abkühlung nicht scharf abgegrenzt werden kann, so dass es bei empfindlichen Produkten zu einer nicht zulässigen Vorkühlung mit kleinerer Abkühlgeschwindigkeit kommt, weil sich die Abkühlstelle nicht genau definieren lässt.

Es ist deshalb ein Ziel der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zur Kühlung der Oberfläche eines Festkörpers der angegebenen Gattung zu schaffen, bei der der oben erwähnte Nachteil nicht auftritt.

Insbesondere soll eine Kühlvorrichtung vorgeschlagen werden, die bei hoher Abkühlgeschwindigkeit den genau definierten, praktisch «sprunghaften» Beginn der Kühlwirkung gewährleistet.

Dies wird erfindungsgemäss durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale erreicht.

Zweckmässige Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile beruhen insbesondere darauf, dass aus der Schlitzdüse das Gas/Flüssigkeits-Gemisch als scharf begrenzter ebener Strahl unter einem bestimmten Neigungswinkel auf die zu kühlende Oberfläche auftrifft, so dass unter der Einwirkung der Gasströmung die gesamte Flüssigkeitsströmung in Vorschubrichtung des zu

kühlenden Festkörpers geführt wird und beim Auftreffen der Flüssigkeits-Komponente des Strahls keine Flüssigkeit entgegen der Vorschubrichtung von der Auftrefflinie abfließt, also die oben erwähnte Vorkühlung nicht auftreten kann, wie sie sich dann ergibt, wenn die Flüssigkeit unkontrolliert nach beiden Seiten der Auftrefflinie hin abfließen kann.

Um einen intensiven Kontakt der Flüssigkeit mit der zu kühlenden Oberfläche zu erreichen, darf nämlich die Schlitzdüse nicht zu stark gegen die Normale zur Oberfläche geneigt werden, damit noch eine ausreichende Impulsstromkomponente senkrecht zur Kühlgutoberfläche verbleibt. Wenn eine solche Impulsstromkomponente vorhanden ist, teilt sich ein Freistrahls aus Gleichgewichtsgründen immer in einen grösseren Teil, der in Richtung der Neigung strömt, und in einen wesentlich kleineren Teil, der gegen die Neigung strömt. Das Abfließen entgegen der Neigung wird durch die Kombination von Gasströmung und Flüssigkeitsströmung wesentlich verringert, weil die Gasströmung eine Art «Schleppwirkung» auf die Flüssigkeitsströmung ausübt. Diese Schleppwirkung kann durch die Auswahl eines geeigneten Verhältnisses von Gasgeschwindigkeit/Flüssigkeitsgeschwindigkeit des Freistrahls je nach Bedarf variiert werden. Ausserdem kann durch die Wahl einer wesentlich höheren Geschwindigkeit für die Gasströmung im Vergleich zur Flüssigkeitsströmung eine verstärkte Konvektion der Flüssigkeit über der Kühlgutoberfläche erreicht werden. Dies führt zu kleinen Kühlmittelverweilzeiten und nur zu geringer Kühlmittelverdampfung, was insbesondere bei Verwendung von relativ kostspieligem, entionisiertem Wasser als Kühlflüssigkeit wesentlich ist, da so der Kühlwasserverbrauch gering gehalten werden kann. Ausserdem unterstützt die schnelle Gasströmung den Abtransport des Flüssigkeitsdampfes, der sich an der heissen Kühlgutoberfläche bildet und im Falle der Dampfschichtbildung zwischen Flüssigkeit und Kühlgutoberfläche zu einer wesentlichen Verringerung der Kühlwirkung führt.

Um zu vermeiden, dass der oben erwähnte, geringe Teil der Kühlflüssigkeit entgegen der Neigung der Schlitzdüse abfließt und dadurch zu einer unscharfen Auftrefflinie und damit Kühllinie führt, kann auf der von der Kühlfläche abgewandten Seite des freien Strahls aus dem Gas/Flüssigkeits-Gemisch eine gekrümmte Führungsfläche angeordnet werden, die den Coanda-Effekt ausnutzt und die Gasströmung auf einer tangentialen oder näherungsweise tangentialen Bahn zu einem genau definierten Bereich der zu kühlenden Oberfläche führt; nach dem Aufprall auf die Oberfläche werden die Flüssigkeitstropfen noch zusätzlich von dieser etwas abgelenkten Gasströmung nahezu ausschliesslich in Strömungsrichtung über die Kühlgutoberfläche geführt, d.h., es fliesst praktisch keine Kühlflüssigkeit entgegen der Neigung der Schlitzdüse, so dass es zu einem genau definierten, praktisch schlagartigen Einsetzen der Kühlwirkung an einer genau definierten Linie kommt.

Hierbei ist noch wesentlich, dass der Flüssigkeit durch die schnelle Gasströmung bereits ein Abströmimpuls, beispielsweise zu den Kanten der Kühlgutoberfläche hin, erteilt werden kann. Dadurch wird die anschliessend erforderliche Trocknung der Kühlgutoberfläche erleichtert.

Ausserdem lässt sich durch die scharf linienförmig begrenzte Kühlwirkung auch eine definierte Lage der Kühllinie in Bezug auf die Orientierung der Kühlgutfläche und deren Bewegungsrichtung realisieren. Dadurch kann das beim üblichen Abschrecken von dünnen Metallbändern und -blechen fast immer auftretende Beulen und Verwerfen vermieden oder verringert werden. Das Beulen und Verwerfen ist nämlich darauf zurückzuführen, dass wegen Fehlens einer scharf begrenzten Kühllinie verschiedene Bereiche der Bänder und Bleche unterschiedlich abgekühlt werden und deshalb jeweils unterschiedliche Abkühlkontraktion haben,

wobei diese Unterschiede vom Zufall bestimmt sind.

Durch eine Neigung des Beginns der Kühllinie gegenüber der Bewegungsrichtung des Kühlgutes, beispielsweise bei Bandanlagen der Vorschubrichtung des Bandes, lässt sich eine definierte Abkühlkontraktion des Bandes erreichen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beiliegenden, schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung einer Ausführungsform einer Kühlvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung,

Fig. 2 einen Querschnitt durch die Kühlvorrichtung nach Fig. 1, und

Fig. 3 eine Draufsicht auf eine Kühlvorrichtung mit pfeilförmiger Schlitzdüse.

Die in den Figuren 1 und 2 dargestellte Vorrichtung zum Abkühlen der oberen, planen Oberfläche eines Festkörpers, beispielsweise eines in Richtung des Pfeils 12 bewegten Metall-Bandes oder -Blechtes, weist ein äusseres Rohr 9 für die Zuführung einer Gasströmung auf. In der Mitte des äusseren Rohrs 9 ist ein inneres Rohr 10 für die Zuführung der Flüssigkeitsströmung angeordnet. Das innere Rohr 10 weist Bohrungen 11 auf, aus denen die Flüssigkeit in Richtung einer an dem äusseren Rohr 9 angebrachten Schlitzdüse austritt und sich mit dem von dem Rohr 9 kommenden Gasstrahl vermischt.

Im Zuströmbereich der Schlitzdüse 1 ist ein Leitgitter 2 eingebaut, dessen Teilung der Teilung der Bohrungen 11 entspricht, so dass jeweils durch einen Leitgitterkanal ein Flüssigkeitsstrahl hindurchtritt, ohne durch Einbauteile gestört zu werden.

Im Innern des Rohrs 10 für die Zuführung der Kühlflüssigkeit ist eingeschliztes Rohr 13 z.B. aus Kunststoff angeordnet. Durch Drehen des Rohrs 10 in Richtung des Pfeils 14 um das innere, geschlitzte Rohr 13 können verschiedene Bohrungen in dem Rohr 10 in die Arbeitslage gebracht werden; dadurch wird auf einfache Weise eine Variation der abgegebenen Flüssigkeitsmenge durch Änderung der Bohrungsgrösse im Rohr 10 für die Zuführung der Flüssigkeit möglich.

Die durch das Rohr 9 zugeführte Gasströmung und die aus den Bohrungen 11 des Rohrs 10 austretende Flüssigkeitsströmung mischen sich und strömen gemeinsam durch die Kanäle des Leitgitters 2 zu der Auslassöffnung der Schlitzdüse 1, die sie als Gas/Flüssigkeits-Freistrah 3 verlassen. Auf der von der zu kühlenden Fläche des Festkörpers 5 abgewandten Seite des Freistrahls 3 ist eine gekrümmte Führungsfläche 6 angeordnet, die mit einem Ende an der Schlitzdüse 1 angebracht ist, sich zunächst zum Strahl 3 hin durchbiegt und sich dann wieder von der Mittellinie des Strahls 3 entfernt.

Die Schlitzdüse 1 ist in einem Winkel von etwa 45° zur planen Oberfläche des Festkörpers 5 bzw. zur Senkrechten auf der Oberfläche angeordnet.

Bei der Ausführungsform nach den Figuren 1 und 2 befindet sich die Schlitzdüse 1 über der Oberfläche, so dass auch die Führungsfläche 6 über dem freien Strahl 3 angeordnet ist und zunächst in Richtung des freien Strahls 3 nach unten verläuft und dann in eine Richtung übergeht, die sich etwa tangential zur Oberfläche erstreckt.

Wird die Schlitzdüse unter der zu kühlenden Oberfläche angeordnet, was ohne Schwierigkeiten auch möglich ist, so müsste die Anordnung nur entsprechend umgekehrt werden.

Durch den Coanda-Effekt strömt das Gas an der Führungsfläche entlang, d.h., es hat die in Figur 2 durch die Pfeile angedeutete Richtung, so dass es nicht mit dem Neigungswinkel der Schlitzdüse 1 auf die zu kühlende Oberfläche auftritt, sondern etwa tangential zur Oberfläche verläuft. Dabei werden die einzelnen Flüssigkeitströpfchen von dieser tangentialen Gasströmung mitgenommen, so dass praktisch die gesamte Flüssigkeit in Strömungsrichtung weiterfliesst, sich also eine genau definierte, scharfe, linienförmige Abgrenzung 4 für den Beginn der Abkühlung ergibt. Dabei ist wesentlich, dass gemäss der Darstellung in Fig. 2 die Kühlwirkung nur rechts von der Linie 4 beginnt, also der links von der Linie 4 befindliche Teil der Oberfläche praktisch ungekühlt ist und deshalb nicht der oben erwähnten, nachteiligen, unkontrollierten Vorkühlung unterworfen wird.

Zwischen der oberen Abdeckung der Schlitzdüse 1 und der Führungsfläche 6 ist ein Spalt (siehe Fig. 2) ausgebildet, durch den von dem freien Strahl 3 Sekundärluft angesaugt werden kann, wie in Fig. 1 durch das Bezugszeichen 8 und die zugehörigen Pfeile angedeutet ist.

In Fig. 3 ist eine Ausgestaltung dieser Abkühlvorrichtung dargestellt, wie sie dann eingesetzt werden kann, wenn die bei der schnellen Abkühlung oft auftretenden Verwerfungen und Ausbeulungen des Kühlgutes vermieden oder zumindest verringert werden sollen. Zu diesem Zweck hat die Schlitzdüse 1 in Draufsicht die Form eines Pfeils, der in der Bewegungsrichtung 12 des Kühlgutes 5 spitz zuläuft. Dadurch haben auch die Begrenzungslinien 4 des Kühlbereichs die Form eines in Bewegungsrichtung weisenden Pfeils.

Selbstverständlich kann durch entsprechende Ausbildung der Schlitzdüse 1 auch eine andere Form, beispielsweise eine entgegengesetzte Pfeilung oder eine gekrümmte Korrektur der Abkühlungsabgrenzung 4, realisiert werden.

In Fig. 3 ist in dem Diagramm unterhalb der in Draufsicht dargestellten Kühlgutoberfläche schematisch der Temperaturverlauf eingetragen, der sich längs der Linie 15 parallel zur Bewegungsrichtung des Kühlgutes 5 einstellt. Da es, wie erwähnt, zu keiner merklichen Vorkühlung kommt, ändert sich die Temperatur erst sprunghaft beim Durchfahren der Begrenzungslinie 4 durch das Kühlgut 5.

FIG. 1

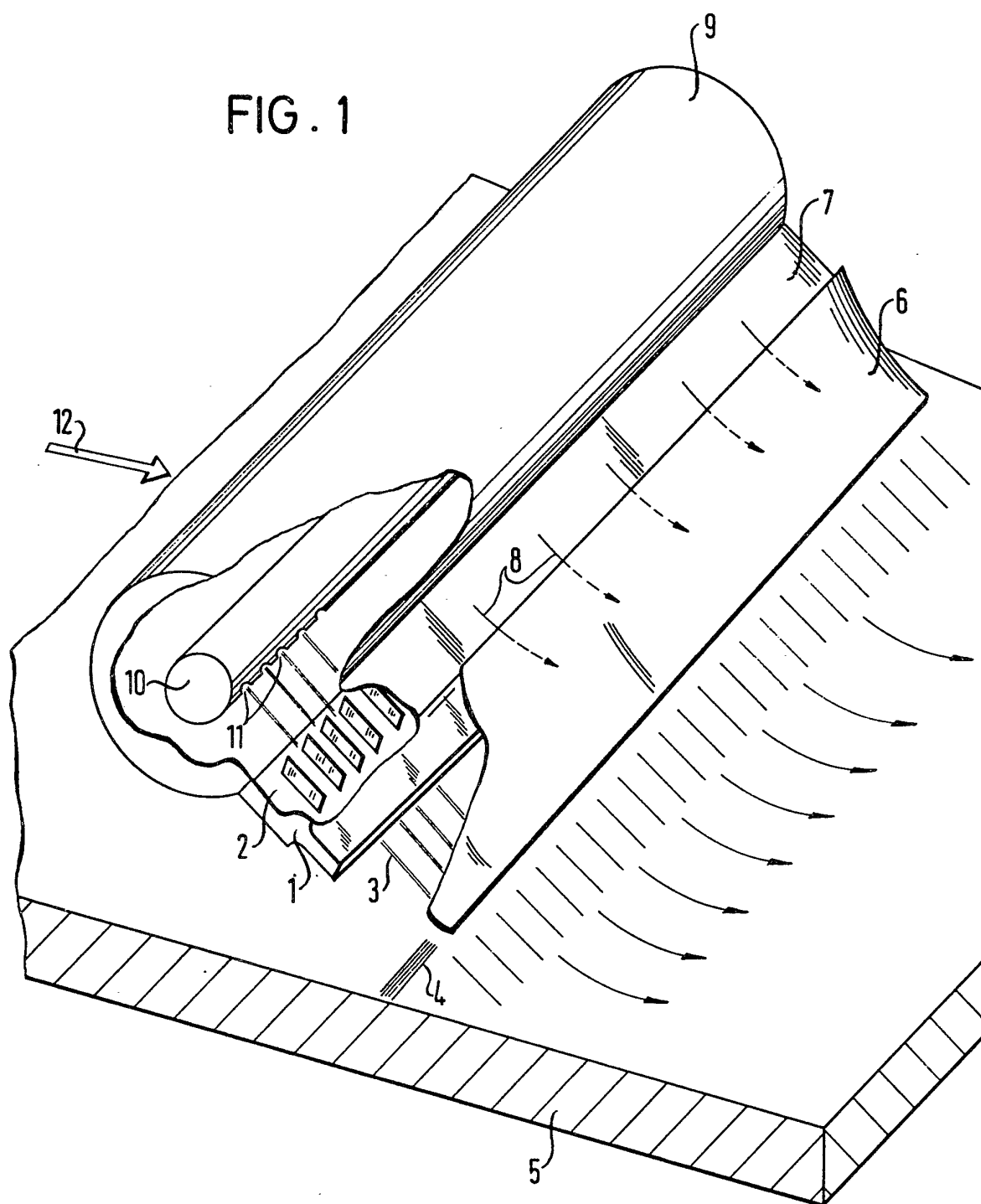


FIG. 2

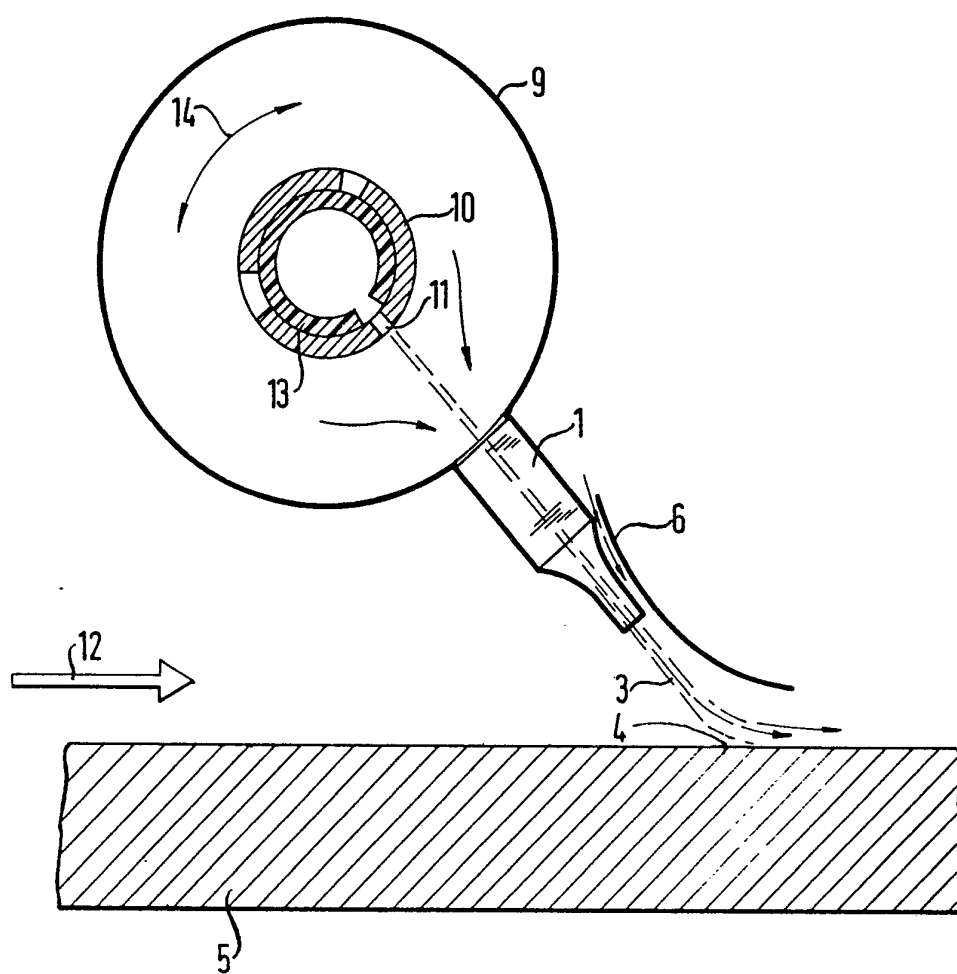


FIG. 3

