



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 434 980 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **90122347.9**

(51) Int. Cl.⁵: **B05B 17/06**

(22) Anmeldetag: **22.11.90**

(30) Priorität: **27.11.89 DE 3993178**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.07.91 Patentblatt 91/27

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE

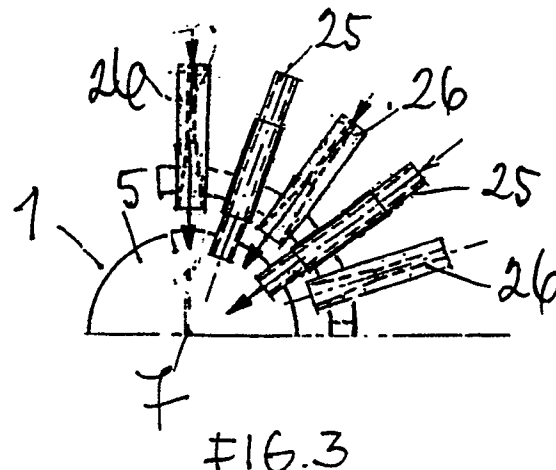
(71) Anmelder: **BRANSON ULTRASCHALL**
Niederlassung der EMERSON
TECHNOLOGIES GMBH & CO.
Waldstrasse 53-55
W-6057 Dietzenbach(DE)

(72) Erfinder: **Bauckhage, Klaus Prof. Dr.-Ing.**
Beim Kleinen Tagwerk 15
W-2800 Bremen(DE)
Erfinder: **Schreckenberger, Peter Dipl.-Ing.**
Brünyweg 10
W-2800 Bremen(DE)
Erfinder: **Vetters, Hermann Dr. Phil.**
Alter Kirchweg 21a
W-2820 Bremen(DE)

(74) Vertreter: **Dipl.-Ing. H. Hauck, Dipl.-Ing. E.**
Graalfs, Dipl.-Ing. W. Wehnert, Dr.-Ing. W.
Döring
Mozartstrasse 23
W-8000 München 2(DE)

(54) **Vorrichtung zum Zerstäuben von flüssigen und festen Stoffen, vorzugsweise geschmolzenen Metalls.**

(57) Bei einer Vorrichtung zum Zerstäuben mindestens eines Strahls eines flüssigen oder festen Stoffes, vorzugsweise geschmolzenen Metalls, erfolgt der Zerstäubungsprozeß in einem stehenden Ultraschallfeld, das zwischen mindestens einem Paar Ultraschallschwingern erzeugt wird. Zur Leistungserhöhung werden in jedem Knotenpunktsbereich der stehenden Ultraschallwelle aus Düsen mehrere Zerstäubungsfluidstrahlen und ergänzend hierzu Zusatzfluidstrahlen (z.B. Gas) eingeleitet. Auf diese Weise wird der Zerstäubungs-Fluidmassendurchsatz sehr stark erhöht und damit die Zerstäubungsleistung gesteigert. Ferner werden besondere Sonotrodenformen vorgeschlagen, um die Leistungsfähigkeit weiter zu steigern.



EP 0 434 980 A2

VORRICHTUNG ZUM ZERSTÄUBEN EINES FLÜSSIGEN STOFFES, VORZUGSWEISE GESCHMOLZENEN METALLS

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Zerstäuben mindestens eines Strahls eines flüssigen oder festen Stoffes, vorzugsweise geschmolzenen Metalls nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Die Erfindung geht von einer bekannten Vorrichtung aus (EP-A1 0 308 933), bei der die abstrahlenden Sonotrodenflächen im Verjüngungsabschnitt einer Düse angeordnet sind, durch die ein Inert- oder Reaktionsgas in das Ultraschallfeld zwischen den Sonotrodenflächen eingeleitet wird. Dieser Gasstrom fördert den Zerstäubungsprozeß und erlaubt einen gezielten Partikeltransport aus dem Zerstäubungsbereich heraus.

Bei einer bekannten Vorrichtung (DE-C2 28 42 232) zum Zerstäuben von Kohlestaub für Heizungszwecke kann die Verbrennungsluft radial durch Schlitz- oder Ringdüsen in die Druckbäuche oder Knoten der stehenden Welle eines Ultraschallfeldes eingeleitet werden, das zwischen einer Sonotrode und einem Reflektor erzeugt wird.

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, die Vorrichtung der eingangs geschilderten Art so auszubilden, daß der Zerstäubungsdurchsatz deutlich erhöht wird und der Zerstäubungsprozeß besser geregelt werden kann.

Die genannte Aufgabe ist erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Erfindungsgemäß werden nicht nur der Zerstäubungsfluidstrahl, der im Regelfall flüssig ist, sondern auch das im Regelfall gasförmige Zusatzfluid über Düsen gezielt in die Druckknotenbereiche der stehenden Ultraschallwelle eingebracht. Der Durchsatz an Zusatzfluid durch die Düsen ist getrennt zum Zerstäubungsfluid einstellbar. Vorzugsweise werden mehrere Zerstäubungs- und Zusatzfluidstrahlen eingeleitet. Der Durchsatz an Zerstäubungsfluid soll einen oberen Grenzwert nicht überschreiten, da der Strahl dann im Zerstäubungsbereich durchschlägt und die Zerstäubungsleistung verkleinert. Wenn aber Zusatzfluidströme gleichzeitig und zusätzlich zum eigentlichen Zerstäubungsfluidstrahl in die Zerstäubungsbereiche im Druckknoten eingeleitet werden, so läßt sich der Zerstäubungs-Fluidmassendurchsatz wesentlich erhöhen. Dies läßt sich auf eine lokale Erhöhung der Gasdichte (Staudruck) im Zerstäubungsbereich der Druckknoten sowie durch die Turbulenzerhöhung im Zerstäubungsbereich infolge der gezielten Zusatzfluidmassenstromeinbringung zurückführen. Durch die gezielte und lokal eingegrenzte Einbringung der Zerstäubungsfluid-/Zusatzfluidströme wird eine Zweiphasen-Zerstäubung erzielt. Im Zerstäubungsbereich erfolgt zusätzlich zur Ultraschal-

leinwirkung ein Impulsübertrag von Seiten des unterstützenden Zusatzgases und damit eine wesentliche Leistungsverbesserung des Zerstäubungsprozesses. Ferner ergibt sich eine Verschiebung des Tropfengrößenspektrums bei der Zerstäubung zu kleineren Tropfen hin. Ferner ist die Regelmöglichkeit des Zerstäubungsprozesses durch Veränderung des Zusatzgasstromes verbessert. Im Zerstäubungsbereich wird eine größere Kühlwirkung und damit höhere Abkühlgeschwindigkeit erzielt und es erfolgt ein gezielter Partikeltransport aus dem Zerstäubungsbereich heraus.

Als Zerstäubungsfluid können Flüssigkeiten (insbesondere Schmelzen) und feste Stoffe (Minerale, Pulver, Schäume) Verwendung finden. Als Zusatzfluid kann Gas, Dampf, Nebel, Flüssigkeit, Pulver oder dergleichen Verwendung finden.

Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine Seitenansicht einer Vorrichtung zum Zerstäuben einer Schmelze in wenigstens drei Tiegeldüsen in drei Druckknotenbereichen
- Fig. 2 einen Schnitt durch einen der Ultraschall schwinger,
- Fig. 3 eine Anordnung mit in einem Druckknotenbereich liegenden Einzeldüsen zum Einleiten von Zerstäubungsfluid und Zusatzfluid,
- Fig. 4 eine Anordnung mit in einem Druckknotenbereich liegenden Ringdüsen für Zerstäubungsfluid und Zusatzfluid,
- Fig. 5 eine Seitenansicht der Figur 4,
- Fig. 6 eine Seitenansicht mit einer Flachdüse in einem Druckknotenbereich
- Fig. 7 eine Stirnansicht der Anordnung in Fig. 6
- Fig. 8 eine Stirnansicht einer Düsenanordnung nach Fig. 3 oder Fig. 4 für eine rechteckige Sonotrode und
- Fig. 9 eine Seitenansicht mit konkaven Sonotroden.

Figur 1 zeigt die aus der EP-A 0 308 933 bekannte Vorrichtung, bei der zwischen zwei Sonotroden 1 und 2 ein Ultraschall-Stehfeld 3 mit Druckknoten und Druckbäuchen erzeugt wird. In die Knotenbereiche münden die Öffnungen von Schmelztiegeln 4, aus denen je ein oder mehrere Strahlen Schmelze austreten und in dem Ultraschallfeld eines zwischen den Sonotrodenflächen 5,

6 durchgeleiteten Gases zerstäubt werden.

Die Sonotrode 2 gehört zu einem Ultraschallschwinger 10, der in Fig. 2 dargestellt ist, der einen Booster 11 und einen Konverter 12 aufweist. An einer Knotenstelle 14 des Boosters 11 ist ein den Konverter 12 und den Booster 11 umschließendes Gehäuse 15 druckdicht befestigt. Das Gehäuse 15 ist über eine ebenfalls mit Dichtungen 16 versehene Hülse 17 in einem Außengehäuse 18 angeordnet, das die Durchführung durch eine Wandung 19 bildet, die den Außenraum 20 vom Druckraum 21 trennt, in dem die Zerstäubung vorgenommen wird. Über das Gehäuse 18 erfolgt die Einführung des Kabels 22 an den Konverter 12. Das Gehäuse 15 ist über eine Verstelleinrichtung 23 axial einstellbar.

In Figur 3 ist eine Stirnansicht der Sonotrodenfläche 5 der Sonotrode 1 dargestellt. Neben den Zerstäubungsfluid-Düsen 25 finden sich mehrere einzelne Zusatzfluid-Düsen 26, die an nicht dargestellte Druckmittelquellen für angeschlossen sind. Die Düsen 25 und 26 sind radial gerichtet und am Umfang versetzt angeordnet. Über die Düsen 25, 26 werden Fluidströme gezielt auf die Längsachse 7 der Schwingeranordnung geleitet. Vorzugsweise erfolgt die Einleitung in die Druckknotenbereiche des Ultraschallfeldes, wie dies auch aus Figur 5 hervorgeht. In Figur 3 sind die Düsen abwechselnd angeordnet, so daß jeweils neben einem Zerstäubungsfluidstrahl aus der Düse 25 ein Zusatzfluidstrahl aus der Düse 26 austritt. Durch die dargestellte kombinierte Düsenanordnung, die über den Umfang der Sonotrodenanordnung fortgesetzt werden kann läßt sich der Fluidmassendurchsatz wesentlich erhöhen und damit die Zerstäubungsleistung vergrößern.

In Figur 4 sind Ringdüsen 28 dargestellt, bei denen der Zerstäubungsfluidstrahl aus einer zentralen Öffnung 29 und der Zusatzfluidstrahl aus einer ringförmigen Öffnung 30 austritt, welche die mittige Düse ringförmig umschließt. Alle diese Düsen sind in jeweils einen Druckknotenbereich der Stehwelle gerichtet.

Figur 5 zeigt die Anordnung mehrerer solcher in Figur 3 oder 4 dargestellten Einzel- oder Ringdüsen 25, 26, 28 zum Einleiten von Zerstäubungs- und Zusatzfluidströmen in die einzelnen Druckknotenbereiche der Stehwelle. Für jeden Druckknotenbereich sind wiederum mehrere Düsen 25, 26, 28 vorgesehen, wie in Figur 3 oder 4 dargestellt ist.

In Figur 6 ist eine Flachdüse 35 mit Einleitungen 36 für Zerstäubungsfluid und Einleitungen 37 für Zusatzgas dargestellt. Der Zusatzgasstrahl tritt beidseitig des mittig austretenden Zerstäubungs-gasstrahls gezielt in den Zerstäubungsbereich der Ultraschallwelle ein.

Figur 7 zeigt die Stirnansicht 5 einer rechteckigen Sonotrode 1, für die die Flachdüse 35 besonders geeignet ist. Mit einer derartigen großflächigen

gen Sonotrode läßt sich ebenfalls die Zerstäubungsleistung steigern. Dies trifft auch bei der Anordnung in Figur 8 zu, bei der in das von einer großflächigen, rechteckigen Sonotrode 1 erzeugte Ultraschallfeld mehrere in Reihen nebeneinander angeordnete Düsen 25, 26 beziehungsweise Ringdüsen 28 vorgesehen sind, die jeweils in den Ebenen der Druckknotenbereiche angeordnet sind.

Alle dargestellten Anordnungen können auch in einem Druckbehälter untergebracht werden, in dem eine Verdichtung der eingeleiteten Gasströme erfolgt, so daß die Energieübertragung in dem verdichteten Medium vergrößert wird.

Figur 9 zeigt eine weitere Maßnahme zur Verbesserung der Zerstäubungsleistung. Die Sonotrodenflächen 5 beziehungsweise 6 sind konkav ausgeführt, so daß die Energie im Knoten der Ultraschall-Stehwelle fokussiert und damit der Schallwechseldruck erhöht wird. Außerdem lassen sich die Sonotroden-Abstrahlflächen beschichten, um die Benetzbarkeit zu mindern. Dies kann beispielsweise durch Aufdampfen von BorNitrit, Titan-Nitrit oder durch Verchromen oder Eloxieren etc. erfolgen.

Ansprüche

1. Vorrichtung zum Zerstäuben mindestens eines Strahls eines Zerstäubungsfluids, vorzugsweise geschmolzenen Metalls, mit mindestens einem Paar auf einer gemeinsamen Schwingerachse einander mit Abstand gegenüberliegenden Ultraschallschwingern, zwischen deren Sonotroden ein stehendes Ultraschallfeld erzeugt wird, in dessen Druckknotenbereichen das Zerstäubungsfluid mittels der Ultraschallenergie und eines unter Druck über eine Düse in das Ultraschallfeld geführten Zusatzfluids zerstäubt wird, dadurch *gekennzeichnet*, daß mindestens ein Zerstäubungsfluidstrahl und mindestens ein Zusatzfluidstrahl über getrennte Düsen in den jeweiligen Druckknotenbereich des Ultraschallfeldes eingeleitet werden.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1 dadurch *gekennzeichnet*, daß das Zerstäubungsfluid in der Regel flüssig und das Zusatzfluid in der Regel gasförmig ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch *gekennzeichnet*, daß die Fluidmassendurchsätze durch die Düsen getrennt einstellbar und regelbar sind.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch *gekennzeichnet*, daß zum Einleiten des Zerstäubungsfluidstrahls und des Zusatzfluidstrahls jeweils getrennte Düsen (25,

26) vorgesehen sind.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch *gekennzeichnet*, daß zum Einleiten des Zusatzfluidstrahls Ringdüsen (28) vorgesehen sind, bei denen der Zusatzfluidstrahl ringförmig den zentralen Zerstäubungsfluidstrahl umschließend austritt. 5
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch *gekennzeichnet*, daß zum Einleiten des Zerstäubungsfluidstrahls und des Zusatzfluidstrahls Flachdüsen (35) vorgesehen sind, bei denen der Zusatzfluidstrahl beidseits des Zerstäubungsfluidstrahls austritt. 10
15
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch *gekennzeichnet*, daß die Düsen (25, 26, 28, 35) für beide Fluidstrahlen längs des Umfangs zueinander versetzt angeordnet sind (Fig. 3,4,8). 20
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7 dadurch *gekennzeichnet*, daß die Düsen in mehreren Knotenbereichen in Reihe nebeneinander angeordnet sind, die stirnseitig gesehen hintereinander liegend sowie gegeneinander verdreht in den Knotenbereichen angeordnet sind (Fig. 3,4,5). 25
30
9. Vorrichtung zum Zerstäuben eines Strahls eines flüssigen Stoffs, vorzugsweise geschmolzenen Metalls mit mindestens einem Paar auf einer gemeinsamen Schwingerachse gegenüberliegenden Ultraschallschwingern, zwischen deren Sonotroden ein stehendes Ultraschall erzeugt wird, in dessen Druckknotenbereichen das Zerstäubungsfluid mittels der Ultraschallenergie und eines unter Druck über eine Düse in das Ultraschallfeld geführten Zusatzfluids zerstäubt wird, insbesondere nach Anspruch 1, dadurch *gekennzeichnet*, daß längs großflächiger einander zugekehrter Sonotrodenflächen mehrere Düsenanordnungen nebeneinander für jeden Knotenpunktbereich angeordnet sind, die stirnseitig gesehen hintereinander, sowie gegeneinander versetzt in den Knotenbereichen angeordnet sind (Fig. 8). 35
40
45
10. Vorrichtung, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch *gekennzeichnet*, daß die Sonotrodenabstrahlflächen konkav ausgebildet sind. 50
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch *gekennzeichnet*, daß die Sonotrodenflächen beschichtet sind. 55

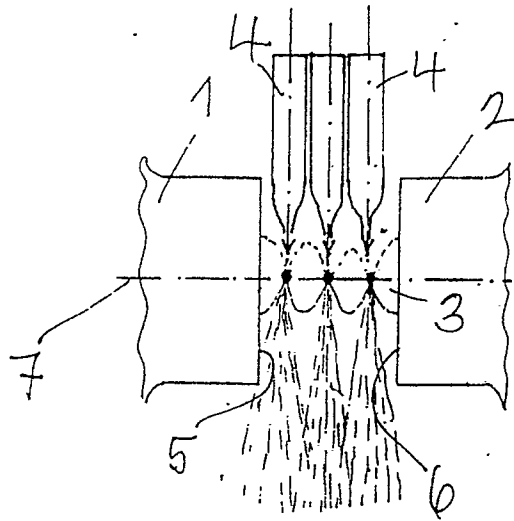


FIG. 1

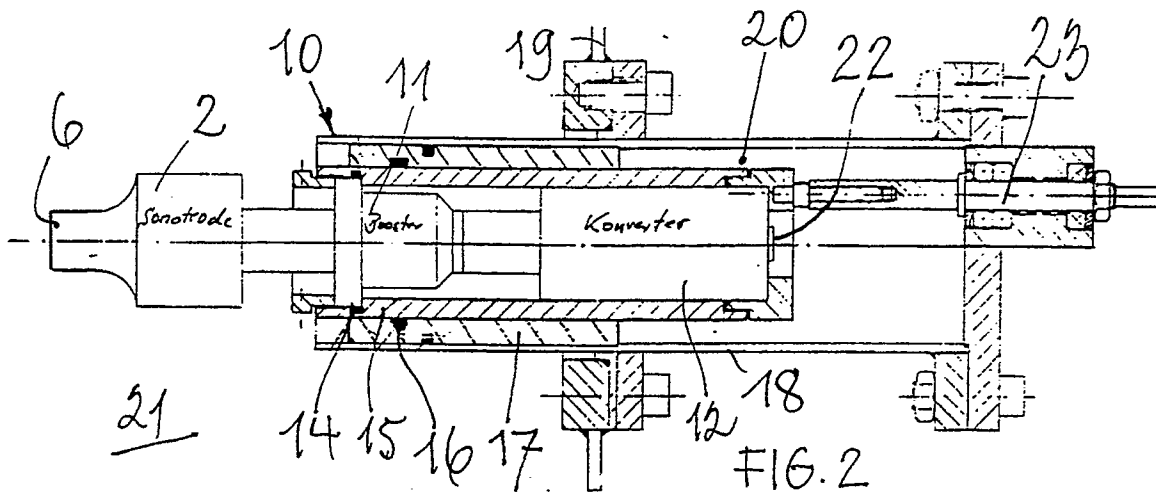


FIG. 2

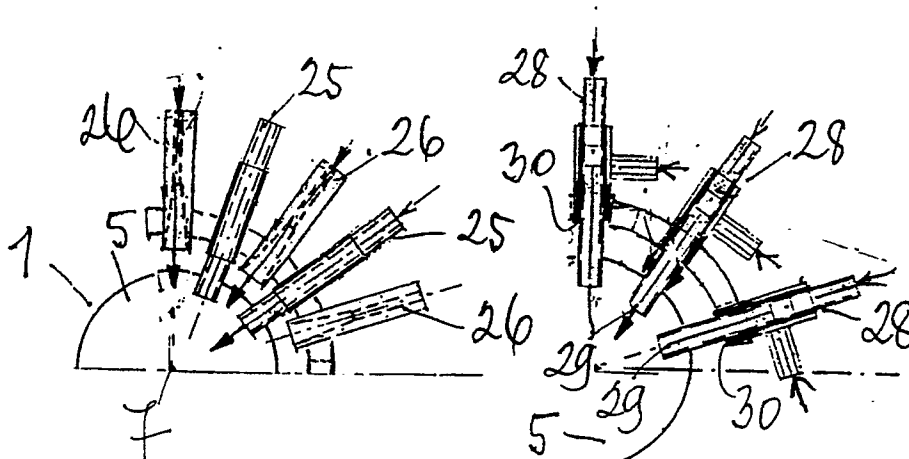


FIG. 3

FIG. 4

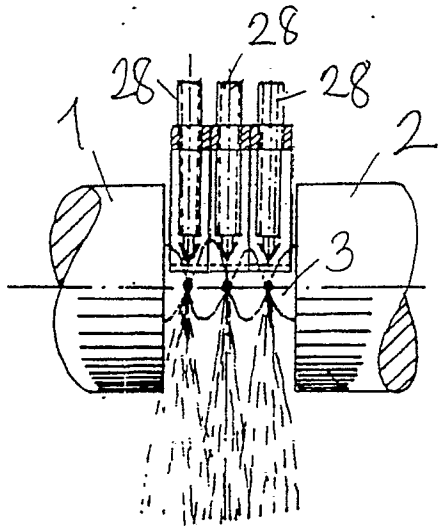


FIG. 5

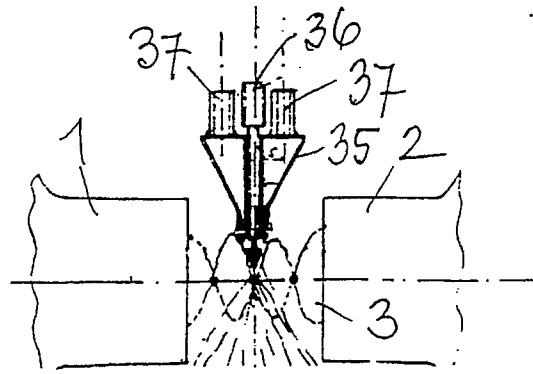


FIG. 6

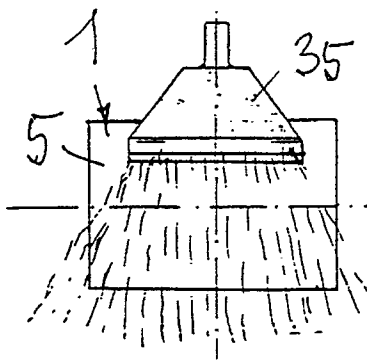


FIG. 7

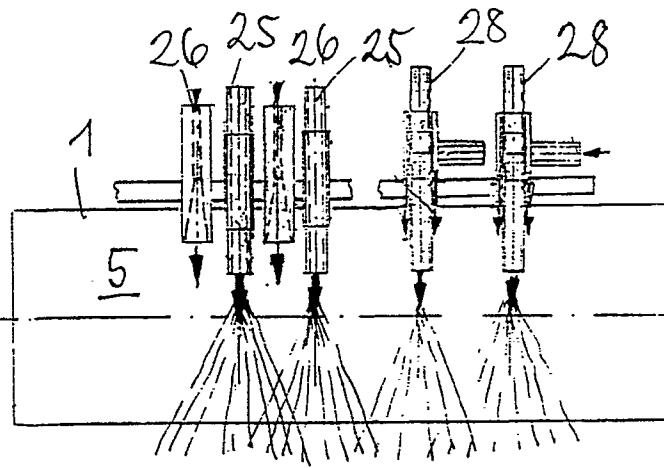


FIG. 8

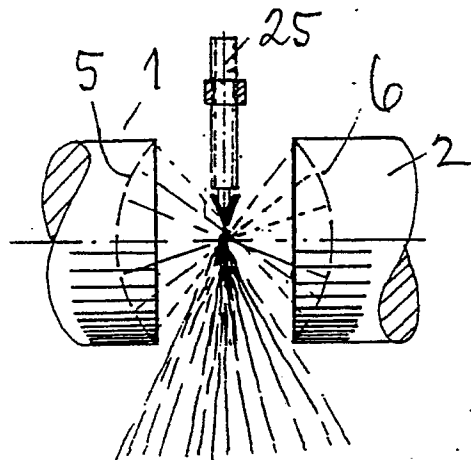


FIG. 9