



(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**26.03.2003 Patentblatt 2003/13**

(51) Int Cl.7: **F25C 3/04, B05B 7/06**

(21) Anmeldenummer: **02450213.0**

(22) Anmeldetag: **19.09.2002**

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

(71) Anmelder: **HDP Hochdruckprodukte Maschinen  
und Apparatebau Ges.m.b.H**  
**8682 Mürzzuschlag-Hönigsberg (AT)**

(72) Erfinder: **Reisenauer, Gerald, Dipl.-Ing.**  
**8680 Mürzzuschlag (AT)**

(30) Priorität: **19.09.2001 AT 14902001**

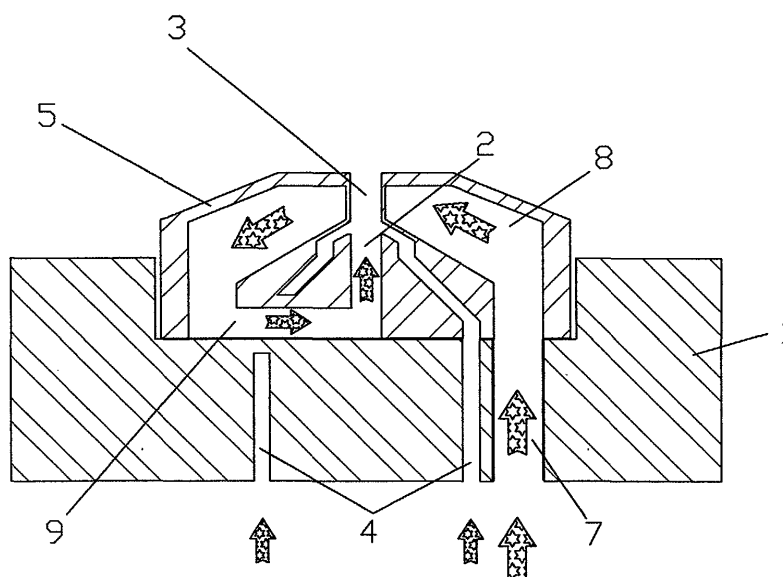
(74) Vertreter: **Kopecky, Helmut, Dipl.-Ing.**  
**Wipplingerstrasse 32**  
**1010 Wien (AT)**

(54) **Verfahren zum Einstellen einer Temperatur an einer Sprüh-Mischdüse sowie  
Sprüh-Mischdüse**

(57) Bei einem Verfahren zum Einstellen einer Temperatur an einer Sprüh-Mischdüse zur Erzeugung eines Sprühnebels aus einer Flüssigkeit und einem Druckgas wird die Flüssigkeit durch Expandieren des Druckgases in einem Mischbereich (3) außerhalb und/oder innerhalb der Sprüh-Mischdüse zerstäubt und gekühlt, wobei zumindest ein an dem Mischbereich (3) angrenzender

Außenteil (5) der Sprüh-Mischdüse von Flüssigkeit, insbesondere von Wasser, innenseitig umströmt wird.

Um ein Einfrieren der Sprüh-Mischdüse zu verhindern, wird dem Mischbereich (3) Flüssigkeit zentral zugeführt, welche zentrale Flüssigkeitszuführung außen- seitig von einer Druckgaszuführung umgeben wird, die ihrerseits wiederum außenseitig von Flüssigkeit umspült wird (Fig. 2).



**FIG. 2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einstellen einer Temperatur an einer Sprüh-Mischdüse zur Erzeugung eines Sprühnebels aus einer Flüssigkeit und einem Druckgas, insbesondere aus Wasser und Druckluft, wobei die Flüssigkeit durch Expandieren des Druckgases in einem Mischbereich außerhalb und/oder innerhalb der Sprüh-Mischdüse zerstäubt und gekühlt wird, insbesondere zum Erzeugen von Schnee, wobei zumindest ein an dem Mischbereich angrenzender Außenteil der Sprüh-Mischdüse von Flüssigkeit, insbesondere von Wasser, innenseitig umströmt wird, sowie eine Sprüh-Mischdüse zum Erzeugen eines Sprüh-Nebels.

**[0002]** Derzeit gibt es mehrere Verfahren bzw. Vorrichtungen zur Erzeugung von Schnee bei Temperaturen unter 0° C.

**[0003]** Folgende Vorrichtungen werden für die großflächige Schneeerzeugung eingesetzt:

- Niederdruckmaschinen, sogenannte Propellermaschinen
- Hochdruckkanonen mit Innenmischung von Luft und Wasser (Luft und Wasser werden in einer Kammer gemischt)
- Hochdruckkanonen mit Außenmischung von Luft bzw. Luft-Wasser-Gemisch und Wasser, sogenannte Schneelanzen

Die Erzeugung von Schnee mit kryotechnischen Hilfsmitteln und durch Zugabe von chemischen Zusatzstoffen ist ebenfalls möglich.

**[0004]** Bei den meisten Schnee-Erzeugungseinrichtungen, wie Niederdruckmaschinen und Schneelanzen, werden als Keimbildner Mischdüsensysteme mit Innen- oder Außenmischung verwendet. Hierzu verwendete Sprüh-Mischdüsen erzeugen einen Sprühnebel eines Luft-Wassergemisches. Die Vermischung von Luft und Wasser kann außerhalb der Sprüh-Mischdüse (Außenmischung) oder innerhalb der Sprüh-Mischdüse (Innenmischung) stattfinden. Luft wird in komprimierter Form (1-8 bar) der Sprüh-Mischdüse zugeführt. Beim Expandieren in/an der Sprüh-Mischdüse kühlt sich die Luft durch den Joule-Thompson-Effekt sehr stark ab.

**[0005]** Der Wasserstrahl wird in der Sprüh-Mischdüse durch einen sehr engen Kanal einer Mischkammer bzw. einem Mischbereich zugeführt, so daß beim Austritt des Wassers sehr kleine Tröpfchen (in der Regel kleiner 50 µ) entstehen. Durch den starken Druckabfall im Sprühnebel platzt der Wasserstrahl auf. Die stark unter dem Gefrierpunkt abgekühlte Luft bringt die kleinen Wassertröpfchen sofort zum Erstarren, und es bilden sich kleine feste Eiskristalle, sogenannte Nukleatoren, die als Keimbildner für die Schneeerzeugung genutzt werden.

**[0006]** Da sich bei der Expansion der Luft bzw. an der Sprüh-Mischdüse die Luft unter den Gefrierpunkt stark abkühlt und die Umgebungstemperatur beim Schneien unter 0 °C liegt, neigen die Sprüh-Mischdüsen zum Ver-

eisen. Die Vereisungsgefahr steigt mit zunehmender Luftfeuchtigkeit, niedrigen Wassertemperaturen um 0 °C und extrem niedrigen Außentemperaturen.

**[0007]** Damit ein Vereisen der Sprüh-Mischdüsen vermieden wird, ist es bekannt, im Bereich der Sprüh-Mischdüsen ein oder mehrere elektrische Heizelemente anzuordnen, d. h. es wird mittels elektrischer Energie Wärme erzeugt, um den Bereich der Sprüh-Mischdüse zu erwärmen und während des Schneibetriebes auf über 0 °C zu halten.

**[0008]** Das Vorsehen von Heizelementen ist nachteilig, da es zu einer Verteuerung der Sprüh-Mischdüsen führt und zudem die Schneeerzeugung verteuert. Weiters ist bei einem Störfall der Heizelemente nach wie vor die Gefahr einer Vereisung gegeben.

**[0009]** Eine Düse zur Schneeerzeugung der eingangs beschriebenen Art ist aus der US 3, 923, 246 A bekannt. Bei dieser Düse wird Luft über eine Bodenkammer der Düse durch Öffnungen in eine Mischkammer eingebracht, in die Wasser über einen an der Außenwand der Düse liegenden Ringkanal eingeleitet wird. In der Bodenkammer erfolgt die Verteilung der Luft zu den zur Mischkammer führenden Öffnungen. Die Bodenkammer, in der die Luft bereits expandiert, ist nach außen ungeschützt, wodurch es zu Vereisungen kommen kann.

**[0010]** Die Erfindung bezweckt die Vermeidung dieser Nachteile und Schwierigkeiten und stellt sich die Aufgabe, ein Verfahren und eine Sprüh-Mischdüse zu Verwirklichung des Verfahrens zu schaffen, welche einen Verzicht auf Heizelemente ermöglichen und die Gefahr einer Vereisung 100 %ig ausschalten.

**[0011]** Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass dem Mischbereich Flüssigkeit zentral zugeführt wird, welche zentrale Flüssigkeitszuführung außenseitig von einer Druckgaszuführung umgeben wird, die ihrerseits wiederum außenseitig von Flüssigkeit umspült wird.

**[0012]** Bei einer Sprüh-Mischdüse mit Innenmischung wird vorteilhaft der Mischbereich von Flüssigkeit, insbesondere von Wasser, zumindest teilweise umströmt.

**[0013]** Eine bevorzugte Variante ist dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine Teilmenge der zu zerstäubenden Flüssigkeit den Mischbereich und/oder den angrenzenden Außenteil der Sprüh-Mischdüse umströmt.

**[0014]** Eine Sprüh-Mischdüse zum Erzeugen eines Sprühnebels, insbesondere zum Erzeugen von Schnee, mit einem innerhalb und/oder außerhalb der Sprüh-Mischdüse liegenden Mischbereich, in den eine Flüssigkeitsleitung, insbesondere eine Wasserleitung, und eine Druckgasleitung, insbesondere eine Druckluftleitung, münden, wobei der Mischbereich zumindest zum Teil und/oder ein unmittelbar benachbarter Bereich des Außenteils der Sprüh-Mischdüse von einem flüssigkeitsführenden Raum, der an eine Flüssigkeitszutrittsleitung und eine Flüssigkeitsaustrittsleitung ange-

geschlossen ist, umgeben ist, ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass eine zentral in den Mischbereich einmündende Flüssigkeitsleitung vorgesehen ist, deren Endbereich von einer Druckgasleitung umgeben ist, welche Druckgasleitung im Endbereich von dem flüssigkeitsführenden Raum umgeben ist.

**[0015]** Vorzugsweise ist der flüssigkeitsführende Raum gegenüber dem Mischbereich und/oder dem Außenteil der Sprüh-Mischdüse mit einer dünnen wärmeleitenden Wand abgegrenzt, wobei zweckmäßig die Flüssigkeitszu- und -austrittsleitungen als Wasserzu- und -austrittsleitungen ausgebildet sind.

**[0016]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform mündet die Flüssigkeitszutrittsleitung in den Mischbereich.

**[0017]** Vorzugsweise geht von der Flüssigkeitsleitung eine Flüssigkeitszweigleitung aus, die als Flüssigkeitszutrittsleitung in den flüssigkeitsführenden Raum mündet.

**[0018]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der flüssigkeitsführende Raum unabhängig vom Mischraum mit Flüssigkeit anspeisbar.

**[0019]** Die Erfindung ist nachfolgend anhand mehrerer in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert, wobei sämtliche Figuren schematische Schnittdarstellungen durch Sprüh-Mischdüsen zeigen. Es veranschaulicht Fig. 1 eine Sprüh-Mischdüse herkömmlicher Bauart, also gemäß dem Stand der Technik. Die Fig. 2 bis 5 zeigen hingegen erfindungsgemäße Ausführungsformen.

**[0020]** Ein Düsenkörper 1 ist mit einer zentralen, als Wasserleitung 2 ausgebildeten Flüssigkeitsleitung versehen, die in einen Mischbereich 3, in den peripher zur Wasserleitung 2 angeordnete Druckgasleitungen 4, insbesondere Druckluftleitung 4, münden, übergeht. Anstelle mehrerer Druckluftleitungen 4 könnte auch die Druckluft über eine Ringdüse in den Mischbereich 3 zugeführt werden. Im Mischbereich 3, der in einer auf den Düsenkörper 1 aufgeschraubten Luftkappe 5 vorgesehen ist, kommt es zur Vermischung von Luft und Wasser und zu der eingangs beschriebenen sehr starken Abkühlung. Zur Vermeidung des Einfrierens der Sprüh-Mischdüse, das heißt Eisansetzung an der Außenwand der Luftkappe 5, sind im Düsenkörper 1 Heizelemente 6 vorgesehen.

**[0021]** Solche Heizelemente 6 können bei einer erfindungsgemäßen Mischdüse durch Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens vermieden werden, indem dafür gesorgt wird, daß zumindest ein an den Mischbereich 3 angrenzender Außenteil der Sprüh-Mischdüse von Wasser innenseitig umströmt wird. Gemäß der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform ist eine Wasserzutrittsleitung 7 dezentral im Düsenkörper 1 vorgesehen und mündet in einen flüssigkeitsführenden Raum 8, d. h. wasserführenden Raum 8, der in der Luftkappe 5 vorgesehen ist. Erst nachdem die Luftkappe 5 und der Mischbereich 3 vom Wasser umströmt wurde, gelangt das Wasser aus dem flüssigkeitsführenden

Raum 7 über eine Flüssigkeitsaustrittsleitung 9 zentral über die Wasserleitung 2 in den Mischbereich 3, in den, wie zuvor beschrieben, Druckluft zuführende Leitungen 4 münden.

**[0022]** Die Funktion der erfindungsgemäßen Sprüh-Mischdüse ist folgende:

**[0023]** Erfindungsgemäß wird der Wärmeinhalt des zu versprühenden Wassers als Heizmittel ausgenützt, so daß keine zusätzlichen Heizelemente benötigt werden. Die Erfindung geht davon aus, daß der spezifische Wärmeinhalt des Wassers relativ hoch ist und der Wärmeübergang zwischen Metall und fließendem Wasser auf der Innenseite der Sprüh-Mischdüse wesentlich intensiver ist als der Wärmeübergang an der Außenseite zwischen der Luftkappe 5 und der Außenluft. Durch die innenseitige Umspülung der Luftkappe 5 und dessen Mischbereich 5 sowie gegebenenfalls des Düsenkörpers wird Wärme vom Wasser auf die Materialien der Luftkappe 5 bzw. auf den Düsenkörper 1 übertragen.

Obwohl das Schneiwasser in der Praxis nur eine Temperatur von 0,2 bis 4 °C besitzt, reicht bei richtiger Dimensionierung der Benetzungsfläche, d.h. des wasserführenden Raumes 8, der Wärmeübergang aus, um die Außenwandtemperaturen des Düsenkörpers 1 und der Luftkappe 5 über dem Gefrierpunkt zu halten. Dies wird durch den hohen Wärmeübergangskoeffizienten des Wassers von ca. 2000 bis 3000 W/(m<sup>2</sup>K) an der Innenseite und dem niedrigen Wärmeübergangskoeffizienten der Luft von nur 50 bis 100 W/(m<sup>2</sup>K) an der Außenseite begünstigt.

**[0024]** Das erfindungsgemäße Verfahren funktioniert auch dann, wenn nur ein Teilstrom des Wassers zur innenseitigen Umspülung der Luftkappe 5, des Mischbereiches 3 und/oder des Düsenkörpers 1 verwendet wird. Eine solche Variante ist in Fig. 3 dargestellt. Hier zweigt von einer zentralen Wasserleitung 2 eine Wasserzweigleitung 10 ab, die als Flüssigkeitszutrittsleitung in den wasserführenden Raum 8 mündet. Von diesem geht eine Flüssigkeitsaustrittsleitung 9 aus, die wiederum in die zentrale Wasserleitung 2 einmündet, so daß das abgezweigte Wasser wiederum für die Schneeerzeugung zur Verfügung steht.

**[0025]** Gemäß der in Fig. 4 dargestellten Variante wird unabhängig von der zentralen Wasserleitung ein Flüssigkeitsstrom zur innenseitigen Umspülung der Luftkappe 5 bzw. des Mischbereiches 3 verwendet.

**[0026]** Eine erfindungsgemäße Variante für eine Sprüh-Mischdüse mit Außenmischung, d. h. mit außenliegendem Mischbereich 11, ist in Fig. 5 veranschaulicht. Gemäß dieser Variante wird die Luftkappe 5 durchspült.

**[0027]** Die Erfindung kann für alle Sprüh-Mischdüsen, bei denen die Gefahr einer Vereisung besteht, eingesetzt werden, also nicht nur bei allen Schneeerzeugern.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Einstellen einer Temperatur an einer Sprüh-Mischdüse zur Erzeugung eines Sprühnebels aus einer Flüssigkeit und einem Druckgas, insbesondere aus Wasser und Druckluft, wobei die Flüssigkeit durch Expandieren des Druckgases in einem Mischbereich (3, 11) außerhalb und/oder innerhalb der Sprüh-Mischdüse zerstäubt und gekühlt wird, insbesondere zum Erzeugen von Schnee, wobei zumindest ein an dem Mischbereich (3, 11) angrenzender Außenteil (5) der Sprüh-Mischdüse von Flüssigkeit, insbesondere von Wasser, innenseitig umströmt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Mischbereich (3, 11) Flüssigkeit zentral zugeführt wird, welche zentrale Flüssigkeitszuführung außenseitig von einer Druckgaszuführung umgeben wird, die ihrerseits wiederum außenseitig von Flüssigkeit umspült wird. 5 10
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Mischbereich (3) von Flüssigkeit, insbesondere von Wasser, zumindest teilweise umströmt wird. 15
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** zumindest eine Teilmenge der zu zerstäubenden Flüssigkeit den Mischbereich (3) und/oder den angrenzenden Außenteil (5) der Sprüh-Mischdüse umströmt. 20 25 30
4. Sprüh-Mischdüse zum Erzeugen eines Sprühnebels, insbesondere zum Erzeugen von Schnee, mit einem innerhalb und/oder außerhalb der Sprüh-Mischdüse liegenden Mischbereich (3, 11), in den eine Flüssigkeitsleitung (2), insbesondere eine Wasserleitung, und eine Druckgasleitung (4), insbesondere eine Druckluftleitung, münden, wobei der Mischbereich (3, 11) zumindest zum Teil und/oder ein unmittelbar benachbarter Bereich des Außenteils (5) der Sprüh-Mischdüse von einem flüssigkeitsführenden Raum (8), der an eine Flüssigkeitszutrittsleitung (7) und eine Flüssigkeitsaustrittsleitung (9) angeschlossen ist, umgeben ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine zentral in den Mischbereich (3, 11) einmündende Flüssigkeitsleitung (2) vorgesehen ist, deren Endbereich von einer Druckgasleitung (4) umgeben ist, welche Druckgasleitung (4) im Endbereich von dem flüssigkeitsführenden Raum (8) umgeben ist. 35 40 45 50
5. Sprüh-Mischdüse nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der flüssigkeitsführende Raum (8) gegenüber dem Mischbereich (3) und/oder dem Außenteil (5) der Sprüh-Mischdüse mit einer dünnen wärmeleitenden Wand abgegrenzt ist. 55
6. Sprüh-Mischdüse nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Flüssigkeitszu- und -austrittsleitungen (7, 9) als Wasserzu- und -austrittsleitungen ausgebildet sind.
7. Sprüh-Mischdüse nach Anspruch 4, 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Flüssigkeitsleitung (2) als Flüssigkeitszutrittsleitung für den flüssigkeitsführenden Raum fungiert und daß dessen Flüssigkeitsaustrittsleitung in den Mischbereich mündet.
8. Sprüh-Mischdüse nach Anspruch 4, 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** von der Flüssigkeitsleitung (2) eine Flüssigkeitszweigleitung (10) ausgeht, die als Flüssigkeitszutrittsleitung in den flüssigkeitsführenden Raum (8) mündet.
9. Sprüh-Mischdüse nach Anspruch 4, 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** der flüssigkeitsführende Raum (8) unabhängig vom Mischraum (3) mit Flüssigkeit anspeisbar ist.

FIG. 1

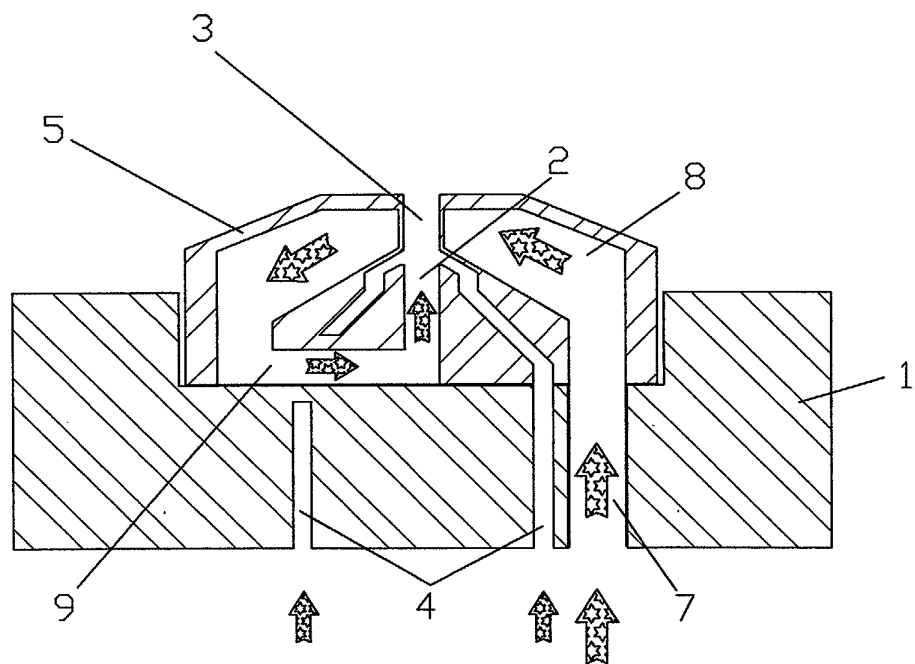
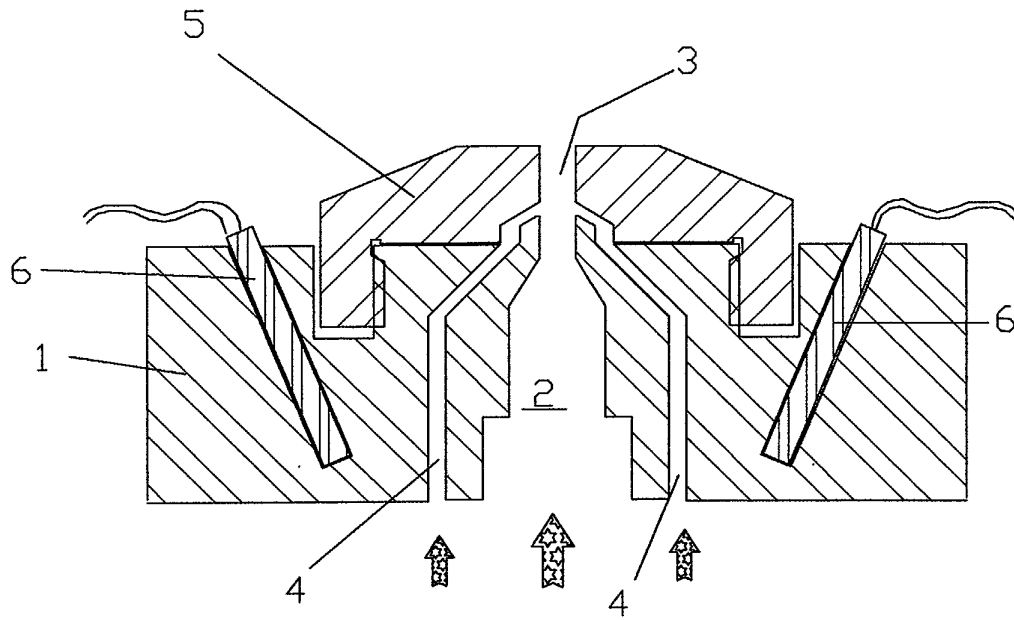


FIG. 2

FIG. 3

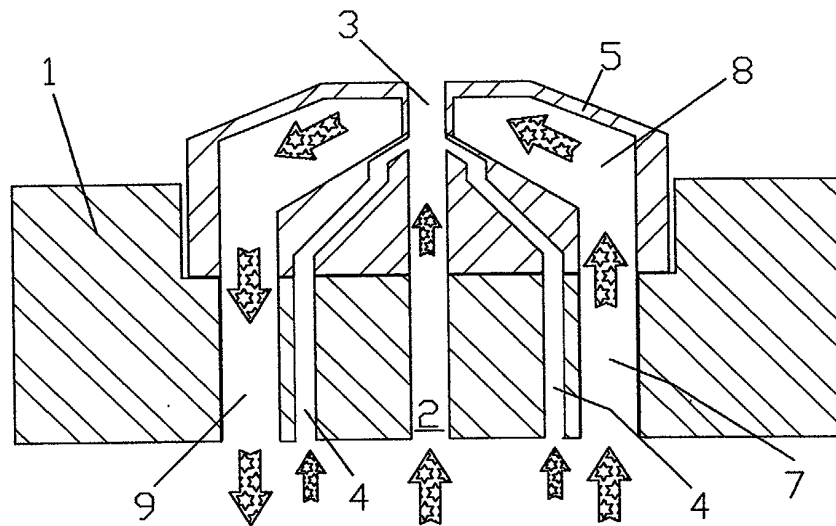
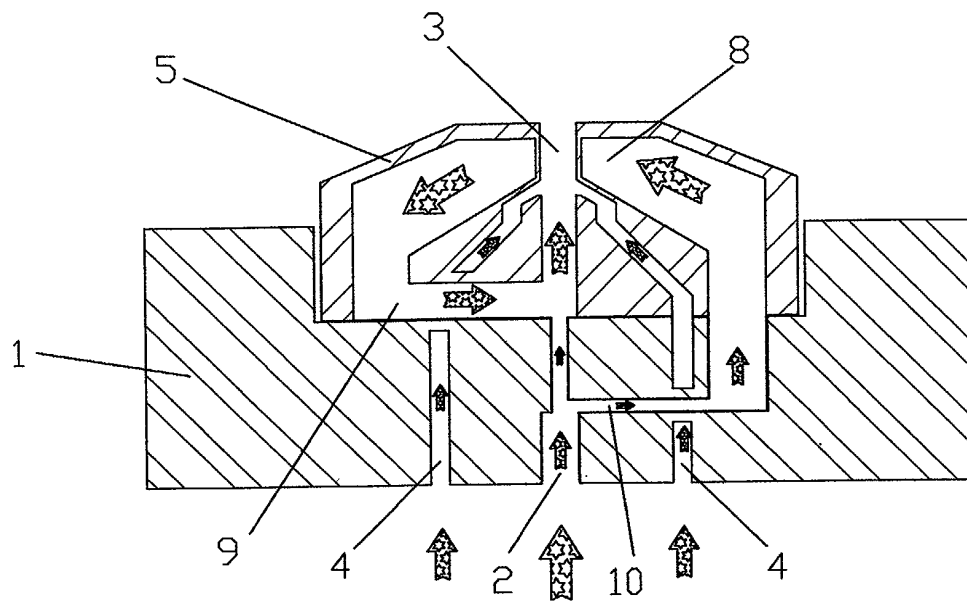


FIG. 4

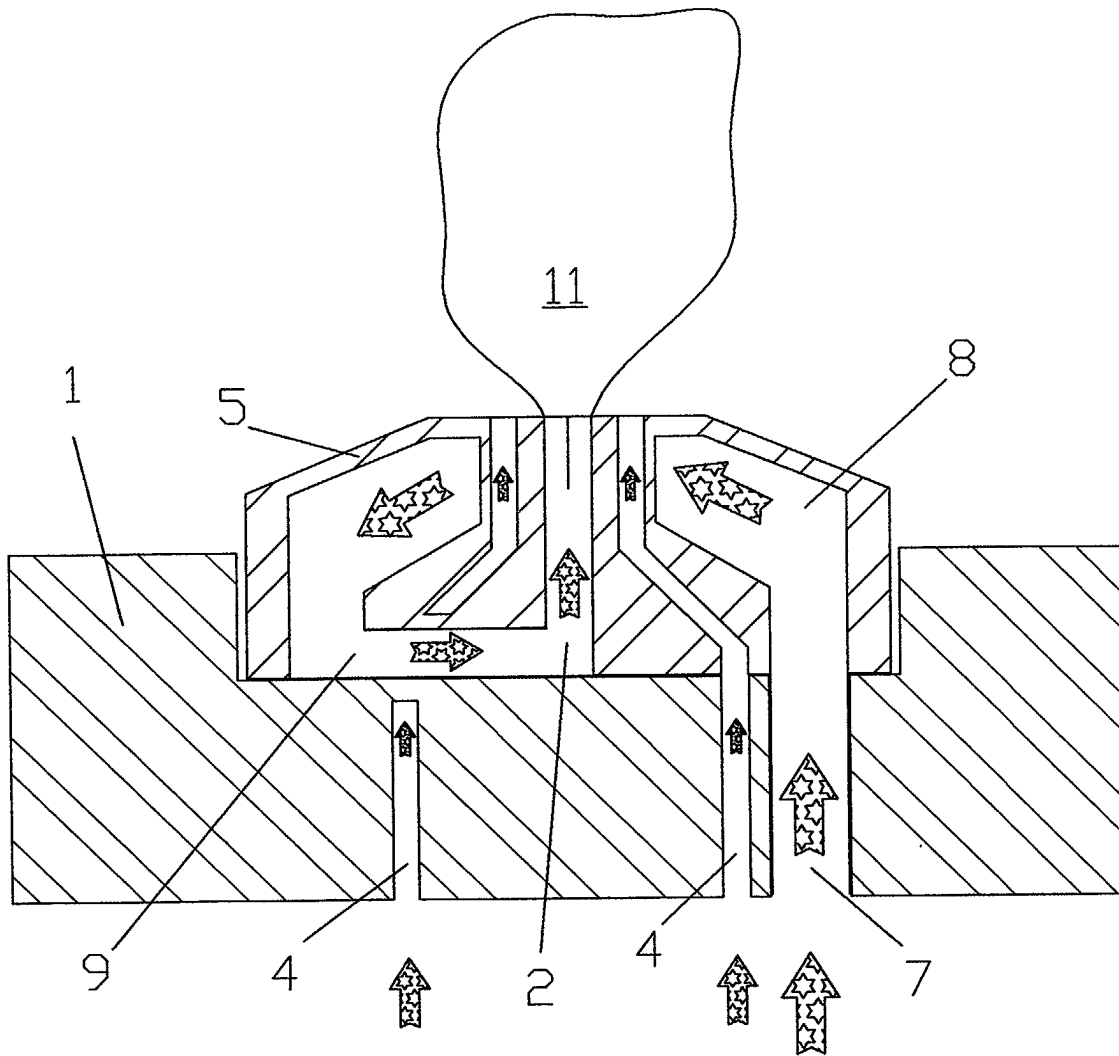


FIG. 5