

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 456 588 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
01.03.2006 Patentblatt 2006/09

(21) Anmeldenummer: **02792959.5**

(22) Anmeldetag: **10.12.2002**

(51) Int Cl.:
F25C 3/04 ^(2006.01)

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2002/014013

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2003/054460 (03.07.2003 Gazette 2003/27)

(54) **BESCHNEIUNGSVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER
BESCHNEIUNGSVORRICHTUNG**

SNOW CANON AND METHOD FOR OPERATING THE SAME

CANON A NEIGE ET PROCEDE D'UTILISATION D'UN TEL CANON

(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 SI SK TR**

(30) Priorität: **11.12.2001 EP 01129558**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.09.2004 Patentblatt 2004/38

(73) Patentinhaber: **NIVIS GmbH - Srl
39042 Brixen (BZ) (IT)**

(72) Erfinder: **STOFNER, Wilhelm
I-39040 Freienfeld (BZ) (IT)**

(74) Vertreter: **Dendorfer, Claus
Wächtershäuser & Hartz
Weinstrasse 8
80333 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**WO-A-94/19655 DE-A- 3 931 398
US-A- 3 494 559 US-A- 3 716 190
US-A- 3 945 567 US-A- 4 353 504
US-A- 4 836 446 US-A- 5 180 105
US-A- 5 379 937**

EP 1 456 588 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Beschneivungsvorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zum Betrieb einer Beschneivungsvorrichtung.

[0002] In Wintersportgebieten werden Beschneivungsvorrichtungen (sogenannte "Schneekanonen") in diversen Ausgestaltungen verwendet. DE 196 27 586 A1 gibt einen Überblick über bekannte Bauformen von Beschneivungsvorrichtungen. Insbesondere sind hierbei bodennahe Hochdruckkanonen, Hochdruckkanonen in Lanzenbauform (Mastbauform) und Niederdruckkanonen mit Propeller zu nennen.

[0003] Bodennahe Hochdruckkanonen erzeugen unter Verwendung von Druckluft einen Wasser-Luft-Nebel, der mit hoher Geschwindigkeit ausgestoßen wird, um die gewünschte Wurfweite und eine aktive Kühlung durch rasche Luftexpansion zu erzielen. Es werden beträchtliche Druckluftmengen benötigt. In der Regel ist ein zentraler Kompressor für mehrere Kanonen vorgesehen, der eine Leistung von beispielsweise 15 - 20 kW pro Kanone aufweist.

[0004] Bei Hochdruckkanonen in Lanzenform sind die Wasser-Luft-Düsen in einer Höhe von 8 - 12 m über der Piste angeordnet. Wegen des längeren Fallwegs kann mit geringeren Ausstoßgeschwindigkeiten gearbeitet werden. Demgemäß braucht der Luftkompressor nur eine für Hochdruckkanonen relativ geringe Leistung von beispielsweise 5 kW pro Lanze aufzuweisen. Eine Kanone dieser Bauart ist in DE 196 27 586 A1 gezeigt.

[0005] Bei Niederdruckkanonen wird durch einen Propeller ein Hauptluftstrom erzeugt, in den mittels Nukleatordüsen Gefrierkeime und mittels Wasserdüsen kleine Wassertröpfchen eingesprüht werden. Die Nukleatordüsen sind als Wasser-Luft-Düsen ausgebildet. Sie werden mit Druckluft und unter Druck stehendem Wasser betrieben und zerstäuben ein Wasser-Luft-Gemisch. Die Druckluft entspannt sich beim Austritt aus den Nukleatordüsen und kühlt dadurch Wassertröpfchen des Wasser-Luft-Gemischs auf weit unter den Gefrierpunkt ab, so daß sich kleine Eiskristalle bilden. An diesen Gefrierkeimen lagern sich die von den Wasserdüsen abgegebenen Tröpfchen ab und bilden so den Schneekristall. Bei Kanonen dieser Bauart wird nur für die Nukleatordüsen Druckluft benötigt, die typischerweise, wie auch bei den anderen genannten Bauarten, einen Druck von ungefähr 4 - 10 bar aufweisen muß. Typischerweise ist eine Druckluftleistung von etwa 4 - 5,5 kW erforderlich. DE 41 31 857 A1 zeigt eine solche Schneekanone mit einem an den Hauptmotor angeflanschten Schraubenkompressor.

[0006] Bei allen bisher beschriebenen Bauarten benötigt die Beschneivungsvorrichtung Druckluft, die von einem lokalen oder zentralen Kompressor bereitgestellt werden muß. Dies verursacht einen zusätzlichen, erheblichen Energieaufwand. Der Kompressor erhöht die Herstellungskosten, benötigt Wartung und verursacht Lärm.

Überdies ist die Funktionsfähigkeit insbesondere bei tiefen Temperaturen nicht immer gewährleistet. Ein an die Schneekanone angebaute Kompressor erhöht deren Gewicht um etwa 120 kg, während ein zentraler Kompressor die Verlegung von Druckluftleitungen erfordert.

[0007] Aus DE 44 23 124 A1 ist eine Schneekanone in Propellerbauform bekannt, die keine zusätzliche Druckluftquelle benötigt. Die Gefrierkeime werden hier von einer Hilfsdüse gebildet, die im Hauptluftstrom angeordnet ist. Bei dieser Vorrichtung, die die Propellerbauform zwingend voraussetzt, muß ein entsprechend stärker dimensionierter Propellerantrieb vorgesehen sein.

[0008] US-Patent 5,180,105 offenbart eine Vorrichtung zum Erzeugen von Schnee. Eine über ein Nadelventil einstellbare Wasserdüse zerstäubt Wasser. Die aus der Wasserdüse austretenden Wassertröpfchen werden von einem Luftstrom mitgerissen, der eine erheblich höhere Geschwindigkeit als die Wassertröpfchen hat. Die vom Luftstrom mitgerissenen Wassertröpfchen gelangen von einer Mischkammer in ein Mischrohr mit konstantem Querschnitt. In dem Mischrohr werden die Wassertröpfchen durch den kalten Luftstrom abgekühlt, so daß sich Schneekristalle bilden. Am Ende des Mischrohrs werden die Schneekristalle ausgestoßen.

[0009] DE 39 31 398 A1 offenbart eine zweistufige Vorrichtung zur Herstellung von Schnee. In der ersten Stufe wird Wasser zerstäubt und in einen Druckluftstrom eingesprüht, so daß die Wassertröpfchen von dem Druckluftstrom mitgerissen werden. Das Wasser-Luft-Gemisch wird durch ein zylindrisches Mischrohr mit konstantem Querschnitt zu einem Mischraum geführt, der zur zweiten Stufe der Vorrichtung gehört. Hier wird Umgebungsluft oder Niederdruckluft angesaugt. Das sich ergebende Wasser-Luft-Gemisch wird über ein weiteres zylindrisches Mischrohr mit konstantem Querschnitt ausgestoßen.

[0010] Es ist Aufgabe der Erfindung, die Nachteile des Standes der Technik ganz oder zum Teil zu vermeiden. Vorzugsweise soll durch die Erfindung eine Beschneivungsvorrichtung geschaffen werden, die keinen Luftkompressor oder nur einen Luftkompressor mit relativ geringer Leistung benötigt. Die Beschneivungsvorrichtung soll insbesondere Energie, die bei Beschneivungsanlagen nach dem Stand der Technik ungenutzt in Wärme umgesetzt wird, besonders gut nutzen. Ferner ist es wünschenswert, eine Beschneivungsvorrichtung bereitzustellen, die in der Herstellung kostengünstig ist, ein geringes Gewicht aufweist und bei hoher Zuverlässigkeit nur geringe Wartung benötigt.

[0011] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe ganz oder zum Teil durch eine Beschneivungsvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch ein Verfahren zum Betrieb einer Beschneivungsvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 11 gelöst. Die abhängigen Ansprüche definieren bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung.

[0012] Die Erfindung geht von der Grundidee aus, min-

destens eine Strahlpumpe (Flüssigkeitsstrahl-Gasverdichter) zur Erzeugung des von mindestens einer Wasser-Luft-Düse ausgestoßenen Wasser-Luft-Gemischs einzusetzen. Die Strahlpumpe arbeitet ohne bewegliche Teile und ist billig, leicht und zuverlässig. Je nach dem wirksamen Arbeitsdruck des für die Strahlpumpe zur Verfügung stehenden Wassers kann der Strahlpumpe Umgebungsluft oder von einem Kompressor vorverdichtete Luft zugeführt werden. Im erstgenannten Fall entfällt der im Stand der Technik meist benötigte Luftkompressor ganz; im zweitgenannten Fall kann der Kompressor entsprechend kleiner und sparsamer dimensioniert werden.

[0013] Die zum Betrieb der Strahlpumpe benötigte Energie wird der erfindungsgemäßen Beschneivungsvorrichtung über den Betriebsdruck des zugeführten Wassers bereitgestellt. Ein überraschender Synergieeffekt der erfindungsgemäßen Lösung ist, daß in typischen Anwendungsfällen, nämlich bei der Beschneivung von Skipisten, an den meisten Beschneivungsvorrichtungen Energie genutzt werden kann, die bei Anlagen nach dem Stand der Technik verlorengehen würde. Die Wasserversorgung der an einem Berghang angeordneten Beschneivungsvorrichtungen erfolgt nämlich üblicherweise durch eine im Tal befindliche Pumpanlage. Die Pumpanlage speist eine auf den Berg führende Druckleitung, an die die Beschneivungsvorrichtungen angeschlossen sind. Hierbei muß selbst am höchsten Punkt der Druckleitung noch der für der Beschneivungsvorrichtung erforderliche Leitungsdruck bereitstehen, z.B. 15 - 20 bar. Je nach dem Höhenunterschied, den die Druckleitung überwindet, ist dann der Leitungsdruck im unteren und mittleren Pistenbereich deutlich höher und beträgt z.B. 40 - 80 bar oder mehr.

[0014] Bei Anlagen nach dem Stand der Technik weisen die Anschlußstellen der Druckleitung sogenannte Hydranten auf, die wie ein Drosselventil den Betriebsdruck für die angeschlossenen Beschneivungsvorrichtungen entsprechend begrenzen. Die Hydranten wandeln erhebliche Energiemengen in Wärme um. Beispielsweise beträgt bei einem Leitungsdruck von 40 bar, einem Betriebsdruck der Beschneivungsvorrichtung von 10 bar und einem Wasserverbrauch von 20 m³/h die Drosselleistung ungefähr 16 kW. Diese Energie, die bei Anlagen nach dem Stand der Technik ungenutzt bleibt, kann durch die Erfindung verwertet werden.

[0015] Wie bereits erwähnt, kann jeder Strahlpumpe Umgebungsluft oder bereits vorverdichtete Luft zugeführt werden. In manchen Ausgestaltungen der Erfindung wird auch mindestens eine mehrstufige Strahlpumpe eingesetzt, um eine besonders hohe Luftverdichtung zu erhalten. Die Strahlpumpe (bzw. mindestens eine Stufe der mehrstufigen Strahlpumpe) weist vorzugsweise eine Treibdüse für das Wasser, eine Saugdüse für die Luft, einen Mischraum zum Mischen des aus der Treibdüse austretenden Wassers mit der durch die Saugdüse strömenden Luft und einen Diffusor zur Verdichtung des Wasser-Luft-Gemischs auf. In manchen Ausgestaltungen ist in der Saugdüse ein Drallkörper vorgesehen.

[0016] Besonders bevorzugt sind Ausführungsformen, bei denen mehr als 50 % oder mehr als 75 % oder mehr als 90 % oder im wesentlichen der gesamte Wasserdurchsatz der Beschneivungsvorrichtung die Strahlpumpe bzw. Strahlpumpen durchläuft und als Wasser-Luft-Gemisch durch die Wasser-Luft-Düse bzw. die Wasser-Luft-Düsen ausgestoßen wird. In diesen Ausgestaltungen wird die durch das Wasser bereitgestellte Energie besonders gut genutzt. Vorzugsweise sind mehr als 50 % oder mehr als 75 % oder mehr als 90 % oder im wesentlichen alle Düsen der Beschneivungsvorrichtung als Wasser-Luft-Düsen (im Gegensatz zu reinen Wasser-Düsen wie bei Niederdruckkanonen nach dem Stand der Technik) ausgestaltet. Es wird dann eine besonders große Menge von Gefrierkeimen erzeugt.

[0017] Um eine besonders gute Verdichtung des Wasser-Luft-Gemischs zu erreichen, beträgt der wirksame Arbeitsdruck jeder Strahlpumpe (also die der Strahlpumpe zur Verfügung stehende Druckdifferenz, die oft auch als wirksamer Treibflüssigkeitsdruck bezeichnet wird) vorzugsweise mindestens 10 bar oder mindestens 20 bar oder mindestens 30 bar. Die Beschneivungsvorrichtung ist in bevorzugten Ausgestaltungen vorzugsweise zum ungedrosselten oder direkten Anschluß an eine Wasser-Druckleitung mit einem Leitungsdruck von mehr als 20 bar oder mehr als 30 bar oder mehr als 40 bar vorgesehen.

[0018] Die mindestens eine Strahlpumpe weist in bevorzugten Ausgestaltungen eine Düsennadel auf, durch die sich der Wasserdurchsatz und/oder das Mischungsverhältnis des ausgestoßenen Wasser-Luft-Gemischs (und damit die Beschaffenheit des erzeugten Schnees) verändern lassen. Die Einstellung der Düsennadel kann motorgetrieben oder manuell erfolgen, wobei insbesondere Umgebungsparameter wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit etc. ausgewertet werden können. In manchen Weiterentwicklungen ist die Düsennadel axial durchbohrt, um den Luftdurchsatz der Strahlpumpe zu erhöhen.

[0019] In weiteren vorteilhaften Ausgestaltungen der Erfindung kann vorgesehen sein, während des Betriebs der Beschneivungsvorrichtung unterschiedliche Wasser-Luft-Düsen bzw. Gruppen von Wasser-Luft-Düsen gleichzeitig mit Wasser-Luft-Gemischen unterschiedlicher Mischungsverhältnisse zu versorgen. Durch diese Maßnahme können besonders gute Schneequalitäten erzielt werden. Die Wasser-Luft-Gemische können von unterschiedlich aufgebauten oder eingestellten Strahlpumpen erzeugt werden, oder sie können von einer einzigen Strahlpumpe (z.B. an unterschiedlichen Stellen des Mischraums oder des Diffusors) abgeleitet werden.

[0020] Um den Wasserdurchsatz stufenweise an die Beschneivungserfordernisse und Umgebungsbedingungen anpassen zu können, sind in bevorzugten Ausgestaltungen mehrere einzeln zuschaltbare Wasser-Luft-Düsen und/oder mehrere einzeln zuschaltbare Gruppen von Wasser-Luft-Düsen vorgesehen. Diese Düsen bzw. Düsengruppen können über einen Verteiler an eine ein-

zige Strahlpumpe oder eine Strahlpumpengruppe anschließbar sein. Bevorzugt ist jedoch für jede zuschaltbare Düse bzw. Düsengruppe je mindestens eine eigene Strahlpumpe vorgesehen.

[0021] Die erfindungsgemäße Beschneivungsvorrichtung kann in allen bekannten Bauformen ausgestaltet sein. Insbesondere sind Ausführungsvarianten in Lanzenbauweise und als Propellermaschine vorgesehen. Bei der Propellerbauform weist die Beschneivungsvorrichtung vorzugsweise einen motorgetriebenen Propeller zur Erzeugung eines Hauptluftstroms auf, und die Wasser-Luft-Düsen sind in einem oder mehreren Düsenringen angeordnet, so daß sie das Wasser-Luft-Gemisch in den Hauptluftstrom abgeben. Bei der Lanzenbauform ist in bevorzugten Ausgestaltungen ein senkrecht oder schräg stehender Lanzenstab vorgesehen, dessen bodenfernes Ende einen Düsenkopf mit einer oder mehreren Wasser-Luft-Düsen aufweist. Die mindestens eine Strahlpumpe kann beim Düsenkopf oder am bodennahen Ende des Lanzenstabes angeordnet sein. Der Lanzenstab ist vorzugsweise als Rohr ausgebildet, durch das im erstgenannten Fall das zugeführte Wasser und im zweitgenannten Fall das Wasser-Luft-Gemisch transportiert wird.

[0022] In bevorzugten Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dieses mit Merkmalen weitergebildet, die den oben erwähnten und/oder den in den abhängigen Vorrichtungsansprüchen genannten entsprechen.

[0023] Weitere Merkmale, Vorteile und Aufgaben der Erfindung gehen aus der folgenden Beschreibung mehrerer Ausführungsbeispiele und Ausführungsalternativen hervor. Es wird auf die schematischen Zeichnungen verwiesen, in denen zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipskizze einer erfindungsgemäßen Ausführungsform,

Fig. 2 eine Seitenansicht eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung in Form einer Propellermaschine,

Fig. 3 eine Vorderansicht der Propellermaschine von Fig. 2 in Richtung des Pfeils III,

Fig. 4 eine vergrößerte Unteransicht der in Fig. 2 von der Seite gezeigten Pumpengruppe in Richtung des Pfeils IV,

Fig. 5 eine vergrößerte Schnittansicht des Bereichs V von Fig. 2 entlang der Linie V - V in Fig. 4,

Fig. 6 eine nochmals vergrößerte Schnittansicht des in Fig. 5 gezeigten Pumpenrohrs,

Fig. 7 eine Seitenansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung in Lanzenbauform,

Fig. 8 eine vergrößerte, entlang der Längsachse geschnittene Seitenansicht des Bereichs VIII von Fig. 7,

Fig. 9 eine vergrößerte, entlang der Längsachse geschnittene Seitenansicht des Bereichs XI von Fig. 7,

Fig. 10 einen Querschnitt durch den in Fig. 9 gezeigten Düsenkopf entlang der Linie X - X,

Fig. 11 eine perspektivische Ansicht schräg von oben auf einen Düsenkopf und Strahlpumpen nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 12 eine Vorderansicht des Düsenkopfes nach Fig. 11,

Fig. 13 eine Ansicht von oben auf den Düsenkopf nach Fig. 11,

Fig. 14 eine längs geschnittene Ansicht entlang der Linie XIV - XIV in Fig. 12,

Fig. 15 eine quer geschnittene Ansicht entlang der Linie XV - XV in Fig. 13, und

Fig. 16 eine quer geschnittene Ansicht entlang der Linie XVI - XVI in Fig. 13.

[0024] In der Prinzipskizze von Fig. 1 sind wesentliche Elemente einer Beschneivungsvorrichtung gezeigt, die eine Strahlpumpe 10 und mehrere Wasser-Luft-Düsen 12 aufweist. Die Strahlpumpe 10 ist auf an sich bekannte Art mit einer Treibdüse 14 und einem Pumpenrohr 16 ausgebildet, wobei das Pumpenrohr 16 Saugdüsen 18, einen Mischraum 20 und einen Diffusor 22 aufweist. Die Treibdüse 14 weist im hier beschriebenen Ausführungsbeispiel eine kreisrunde Düsenöffnung mit einem Durchmesser von beispielsweise 4 mm oder 5 mm auf. Die Saugdüsen 18 sind im vorliegenden Beispiel als Bohrungen mit einem Durchmesser von 12 mm im Pumpenrohr 16 ausgestaltet, und der Mischraum 20 ist hier ein Mischrohr mit konstantem Querschnitt. In manchen Ausführungsformen der Strahlpumpe 10 ist in der Treibdüse 14 ein Drallkörper (nicht gezeigt) angeordnet.

[0025] Im Betrieb der Beschneivungsvorrichtung wird der Strahlpumpe 10 über eine Druckleitung (nicht gezeigt) Wasser W mit einem Druck von ungefähr 25 - 40 bar oder höher zugeführt. Das Wasser W dient hier als Treibmedium; der Verlauf des Wasser-Treibstroms ist in Fig. 1 mit einem durchgehenden Pfeil bezeichnet. Das Wasser W tritt aus der Treibdüse 14 als Strahl mit hoher Geschwindigkeit aus und reißt Luft A mit, die durch die Saugdüsen 18 in das Pumpenrohr 16 eintritt (die Einstromrichtung der Luft A ist in Fig. 1 durch gepunktete Pfeile veranschaulicht). Im Mischraum 20 gleichen sich die Geschwindigkeiten des Wassers W und der Luft A an, und die beiden Medien vermengen sich intensiv. Die

hohe Geschwindigkeit des so entstandenen Wasser-Luft-Gemischs M wird im Diffusor 22 zum Teil wieder in Druck umgesetzt.

[0026] Das Wasser-Luft-Gemisch M gelangt nun zu den Wasser-Luft-Düsen 12, durch die es ausgestoßen wird (der Strömungsverlauf des Gemischs M ist in Fig. 1 durch strichpunktierte Pfeile angedeutet). Beim Verlassen der Wasser-Luft-Düsen 12 entspannt sich die Luft schlagartig und kühlt feinste Wassertröpfchen auf deutlich unter den Gefrierpunkt ab. Bei geeignet niedrigen Umgebungstemperaturen lagern sich weitere Tröpfchen des Wasser-Luft-Gemischs M an diesen Gefrierkeimen an und bilden Schneekristalle.

[0027] Die in Fig. 2 dargestellte Beschneivungsvorrichtung weist ein Hauptrohr 24 auf, in dem ein Elektromotor 26 mit angeflanschem Propeller 28 angeordnet ist. Im Betrieb erzeugt der von dem Elektromotor 26 mit einer Leistung von ungefähr 5 - 15 kW angetriebene Propeller 28 eine Hauptströmung S, deren Richtung in Fig. 2 durch einen gestrichelten Pfeil angegeben ist. Das Hauptrohr 24 verjüngt sich in Strömungsrichtung bis auf einen Durchmesser von ungefähr 56 cm.

[0028] Eine auslaßseitig mit dem Hauptrohr 24 verbundene Düsenbaugruppe 30 enthält eine Vielzahl von Wasser-Luft-Düsen 12 (Fig. 1), die in mehreren Düsenringen 32A, 32B, 32C, 32D angeordnet sind. Ein Verteiler 34 ist einerseits mit der Düsenbaugruppe 30 und andererseits mit mehreren Strahlpumpen 10 verbunden, von denen in Fig. 2 nur eine sichtbar ist. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel weist die Beschneivungsvorrichtung ausschließlich Wasser-Luft-Düsen 12 auf, die mit dem von den Strahlpumpen 10 erzeugten Wasser-Luft-Gemisch M gespeist werden. Es sind keine reinen Wasser-Düsen vorgesehen.

[0029] Durch die Vorderansicht von Fig. 3 wird insbesondere die konzentrische Anordnung der vier Düsenringe 32A, 32B, 32C, 32D verdeutlicht. Im vorliegenden Beispiel ist jeder der Düsenringe 32A, 32B, 32C, 32D als Achteck mit 64 oder 72 Wasser-Luft-Düsen 12 ausgestaltet. Ein umlaufender Kanal jedes Düsenrings 32A, 32B, 32C, 32D ist an den Verteiler 34 angeschlossen.

[0030] Die vergrößerte Darstellung der Pumpenbaugruppe gemäß Fig. 4 zeigt den Verteiler 34 sowie drei Strahlpumpen 10, die über ein Anschlußstück 36 mit der Druckwasserversorgung verbunden sind. Jede Strahlpumpe 10 versorgt über einen zugeordneten Verbindungskanal 38A, 38B, 38C je einen der Düsenringe 32A, 32B, 32C mit dem Wasser-Luft-Gemisch M. Der Düsenring 32D ist über zwei weitere Verbindungskanäle 38D, 38E an eine weitere Strahlpumpe 10 (in Fig. 4 nicht gezeigt) angeschlossen.

[0031] Während bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 4 stets alle Strahlpumpen 10 betrieben werden, sind in Ausführungsalternativen Ventile vorgesehen, die einlaßseitig im Anschlußstück 36 oder auslaßseitig im Verteiler 34 angeordnet sein können. Durch geeignete Ansteuerung dieser Ventile können die Düsenringe 32A, 32B, 32C, 32D einzeln zu- und abgeschaltet werden, wo-

bei jeweils ein oder mehrere oder alle Düsenringe 32A, 32B, 32C, 32D aktiv sein können. In dieser Ausgestaltung ist mit geringem Aufwand eine Regulierung des Wasserdurchsatzes und damit der Beschneivungsleistung möglich.

[0032] In Fig. 5 ist beispielhaft ein Schnitt durch die Düsenbaugruppe 30 gezeigt, der durch je eine Düsenbohrung 40 der vier Düsenringe 32A, 32B, 32C, 32D verläuft. Die Düsenbohrungen 40 sind zur Aufnahme der Wasser-Luft-Düsen 12 beispielsweise in der in Fig. 1 gezeigten Bauform vorgesehen. Geeignete Wasser-Luft-Düsen 12 sind als Einsätze für die Düsenbohrungen 40 handelsüblich und als solche nicht Gegenstand der vorliegenden Erfindung.

[0033] Das Pumpenrohr 16 ist in Fig. 6 vergrößert gezeigt. Die Saugdüsen 18 sind als vier radial um je 90° versetzte Bohrungen im einlaßseitigen Abschnitt des Pumpenrohrs 16 angeordnet.

[0034] Im Ausführungsbeispiel von Fig. 7 ist die Beschneivungsvorrichtung in Lanzenbauform ausgestaltet. Eine im Erdboden befindliche Verankerung 42 fixiert einen Halter 44, der zwei gelenkig miteinander verbundene Stützstäbe 46, 48 aufweist. Die Beschneivungsvorrichtung im engeren Sinne ist an dem oberen Stützstab 48 befestigt. Sie weist einen beispielsweise 8 - 12 m langen, als Rohr ausgebildeten Lanzenstab 50 auf, an dessen oberem Ende ein Düsenkopf 52 und an dessen unterem Ende ein Pumpenelement 54 angeordnet sind.

[0035] Wie in Fig. 8 gezeigt, weist das Pumpenelement 54 eine Strahlpumpe 10' und einen einlaßseitig damit verbundenen Anschlußkrümmer 56 auf. Das zum Betrieb benötigte Druckwasser W wird der Strahlpumpe 10' über den Anschlußkrümmer 56 zugeführt. Die Strahlpumpe 10' ist ähnlich wie die Strahlpumpe 10 von Fig. 1 mit einer Treibdüse 14' und einem Pumpenrohr 16' mit Mischraum 20' und Diffusor 22' ausgestaltet. Ein Verbindungsstück 58 weist Bohrungen zum Einlaß der Umgebungsluft A auf, die als Saugdüsen 18' wirken. Das Verbindungsstück 58 verbindet den Anschlußkrümmer 56, die Treibdüse 14' und das Pumpenrohr 16' zu einer Baugruppe. Auslaßseitig ist die Strahlpumpe 10' über eine Muffe 64 mit dem rohrförmigen Lanzenstab 50 verbunden.

[0036] Die Strahlpumpe 10' weist ferner eine durchbohrte Düsennadel 60 auf, die längsverschiebbar in einer Führung 62 gelagert ist. Durch eine geeignete Einstellung der Düsennadel 60 können die Pumpeigenschaften der Strahlpumpe 10' den Erfordernissen angepaßt werden; insbesondere ist es möglich, den Wasserdurchsatz und/oder das Mischungsverhältnis von Wasser und Luft im Wasser-Luft-Gemisch M zu variieren. Die Einstellung kann manuell (z.B. bei der Installation oder Wartung der Anlage) oder automatisch (z.B. je nach der gewünschten Schneemenge oder den Witterungsverhältnissen) erfolgen. Im vorliegenden Beispiel ist die Düsennadel 60 entlang ihrer Längsachse durchbohrt, so daß weitere Umgebungsluft A in den Treibstrahl der Strahlpumpe 10' eingebracht werden kann, um die Pumpleistung zu erhöhen. Es sind jedoch auch Ausführungsvarianten mit einer

nicht-durchbohrten Düsennadel 60 vorgesehen, die immer noch den Vorteil einer verbesserten Regelbarkeit aufweisen.

[0037] Der in Fig. 9 im Detail gezeigte Düsenkopf 52 ist durch eine Verbindungs- und Dichtungsbaugruppe 66 lösbar mit dem oberen Ende des Lanzenstabs 50 (Fig. 7) verbunden. Wie aus Fig. 9 und dem Querschnitt von Fig. 10 hervorgeht, weist der Düsenkopf 52 im vorliegenden Beispiel insgesamt sechs Bohrungen 68 zur Aufnahme je einer Wasser-Luft-Düse 12 (Fig. 1) in Form eines an sich bekannten Düseneinsatzes auf.

[0038] Im Betrieb wird das durch die Strahlpumpe 10' erzeugte Wasser-Luft-Gemisch M in den Lanzenstab 50 und von dort in den Düsenkopf 52 eingespeist. Das Wasser-Luft-Gemisch M tritt als feiner Sprühnebel aus den Wasser-Luft-Düsen 12 (Fig. 1) aus. Wieder bilden sich durch die Expansion Gefrierkeime, aus denen während des relativ langen Fallwegs bis zum Erdboden durch Anlagerung weiterer Wassertropfchen Schneekristalle entstehen. Bei der hier beschriebenen Ausgestaltung dient der rohrförmige Lanzenstab 50 zum Transport des Wasser-Luft-Gemischs M von der Strahlpumpe 10' zum Düsenkopf 52. Weitere Leitungen, sei es für Druckluft oder für Wasser, werden nicht benötigt. Es muß lediglich eine Verbindung zwischen dem Anschlußkrümmer 56 und einer bei bestehenden Pisteninstallationen bereits neben der Piste verlegten Wasser-Druckleitung hergestellt werden.

[0039] In weiteren Ausführungsalternativen werden Strahlpumpen 10' wie in Fig. 8 gezeigt auch bei der Propellermaschine nach Fig. 2 eingesetzt, um die durch die Düsennadel 60 bereitgestellten Einstellungsmöglichkeiten auch dort zu erhalten. Umgekehrt kann auch vorgesehen sein, die Beschneivungsvorrichtungen in Lanzenform gemäß Fig. 7 mit den einfacheren Strahlpumpen 10 gemäß Fig. 1 auszustatten.

[0040] In Fig. 11 - Fig. 16 ist als weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung ein Düsenkopf 52' gezeigt, der zusammen mit zwei Strahlpumpen 10" eine kompakte Baugruppe bildet. Die Baugruppe ist dazu vorgesehen, an dem hochragenden Ende eines Lanzenstabs - in einer Höhe von beispielsweise 10 m - angebracht zu werden. Mit anderen Worten stellt das vorliegende Ausführungsbeispiel eine Abwandlung des Ausführungsbeispiels von Fig. 7 dahingehend dar, daß der Düsenkopf 52 von Fig. 7 vorliegend durch den Düsenkopf 52' ersetzt wurde, und daß das Pumpenelement 54 in Form der Strahlpumpen 10" unmittelbar an den Düsenkopf 52' angebaut wurde. Durch die bauliche Kombination der Strahlpumpen 10" mit dem Düsenkopf 52' wird eine Entmischung des Wasser-Luft-Gemischs M - wie sie bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 7 möglicherweise im Lanzenstab 50 eintreten könnte - vermieden.

[0041] Wie aus Fig. 11 - Fig. 16 ersichtlich ist, weisen die Strahlpumpen 10" gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel je eine Treibdüse 14" und je mehrere Saugdüsen 18" auf. Der Düsenkopf 52' ist mit insgesamt zehn eingeschraubten Wasser-Luft-Düsen 12' versehen, von

denen die vier in Fig. 11 - Fig. 14 rechts gezeigten eine erste Gruppe und die sechs in Fig. 11 - Fig. 14 in der Mitte gezeigten eine zweite Gruppe bilden. Die Treibdüsen 14" der beiden Strahlpumpen 10" weisen unterschiedliche Durchmesser - und damit unterschiedliche Wasserdurchflusssmengen - auf. Die Strahlpumpe 10" mit dem kleineren Treibdüsendurchmesser versorgt die erste Gruppe der vier Wasser-Luft-Düsen 12', und die Strahlpumpe 10" mit dem größeren Treibdüsendurchmesser versorgt die zweite Gruppe der sechs Wasser-Luft-Düsen 12'. Insgesamt wird somit eine dreistufige Wasserregelung erreicht, indem entweder nur die erste Gruppe der Treibdüsen 14" oder nur die zweite Gruppe der Treibdüsen 14" oder beide Treibdüsendgruppen aktiviert werden.

[0042] Als Wasser-Luft-Düsen 12' werden im vorliegenden Ausführungsbeispiel Flachdüsen verwendet, um eine möglichst schnelle Entspannung der Luft zu erreichen und um damit kleinste Wassertropfen abzukühlen, welche dann gefrieren und somit die Gefrierkeime für das restliche Wasser bilden.

[0043] Ein weiterer Vorteil der Ausgestaltung gemäß Fig. 11 - Fig. 16 gegenüber der von Fig. 7 liegt in der besseren Energieausnutzung. Da die Strahlpumpen 10" vorzugsweise mit einem Druckverhältnis von ungefähr 3 : 1 arbeiten, muß bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 7 der Druckabfall von ca. 1 bar in dem ungefähr 10 m nachoben ragenden Lanzenrohr 50 durch einen ca. 3 bar höheren Druck an der Treibdüse 14' der Strahlpumpe 10' ausgeglichen werden. Demgegenüber ist bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 11 - Fig. 16 nur ca. 1 bar zusätzlicher Wasserdruck erforderlich, um den gewünschten Treibdüsendruck zu erreichen.

[0044] Eine Vielzahl weiterer Abwandlungen, insbesondere hinsichtlich der Dimensionierung der einzelnen Bauteile und/oder der Anzahl oder Ausgestaltung der Strahlpumpen 10, 10', 10" oder der Wasser-Luft-Düsen 12, 12' ist für den Fachmann sofort ersichtlich.

Patentansprüche

1. Beschneivungsvorrichtung mit mindestens einer Wasser-Luft-Düse (12, 12'), die dazu eingerichtet ist, ein Wasser-Luft-Gemisch (M) auszustoßen, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Beschneivungsvorrichtung mindestens eine Strahlpumpe (10, 10', 10") aufweist, die mit Wasser (W) als Treibmedium arbeitet und die Luft (A) mit dem Wasser (W) mischt und verdichtet, um das der mindestens einen Wasser-Luft-Düse (12, 12') zugeführte Wasser-Luft-Gemisch (M) zu bilden.
2. Beschneivungsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die mindestens eine Strahlpumpe (10, 10', 10") je mindestens eine Treibdüse (14, 14', 14") für das Wasser (W), mindestens eine Saugdüse (18, 18', 18") für die Luft (A),

einen Mischraum (20, 20') zum Mischen des aus der mindestens einen Treibdüse (14, 14', 14'') austretenden Wassers (W) mit der durch die mindestens eine Saugdüse (18, 18', 18'') strömenden Luft (A) und einen Diffusor (22, 22') zur Verdichtung des Wasser-Luft-Gemischs (M) aufweist.

3. Beschneivungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, daß mehr als 50 % des gesamten Wasserdurchsatzes der Beschneivungsvorrichtung die mindestens eine Strahlpumpe (10, 10', 10'') durchläuft und von der mindestens einen Wasser-Luft-Düse (12, 12') ausgestoßen wird.
4. Beschneivungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, daß die Beschneivungsvorrichtung zum ungedrosselten Anschluß an eine Wasserleitung mit einem Leitungsdruck von mehr als 20 bar vorgesehen ist, und daß der wirksame Arbeitsdruck der mindestens einen Strahlpumpe (10, 10', 10'') mindestens 10 bar beträgt.
5. Beschneivungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine Strahlpumpe (10') eine Düsennadel (60) zur Veränderung des Wasserdurchsatzes und/oder des Mischungsverhältnisses des Wasser-Luft-Gemischs (M) aufweist.
6. Beschneivungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Wasser-Luft-Düsen (12, 12') und/oder Gruppen von Wasser-Luft-Düsen (12, 12') vorgesehen sind, und daß die Beschneivungsvorrichtung dazu eingerichtet ist, die mehreren Wasser-Luft-Düsen (12, 12') bzw. Gruppen von Wasser-Luft-Düsen (12, 12') gleichzeitig mit Wasser-Luft-Gemischen (M) unterschiedlicher Mischungsverhältnisse zu versorgen.
7. Beschneivungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, daß zur Einstellung des Wasserdurchsatzes mehrere einzeln zuschaltbare Wasser-Luft-Düsen (12, 12') und/oder mehrere einzeln zuschaltbare Gruppen von Wasser-Luft-Düsen (12, 12') vorgesehen sind, wobei vorzugsweise für jede zuschaltbare Wasser-Luft-Düse (12, 12') bzw. jede zuschaltbare Gruppe von Wasser-Luft-Düsen (12, 12') je mindestens eine eigene Strahlpumpe (10, 10', 10'') vorgesehen ist.
8. Beschneivungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, daß die Beschneivungs-

vorrichtung einen motorgetriebenen Propeller (28) zur Erzeugung eines Hauptluftstroms (S) aufweist, und daß die Wasser-Luft-Düsen (12, 12') in einem oder mehreren Düsenringen (32A, 32B, 32C, 32D) angeordnet sind, um das Wasser-Luft-Gemisch (M) in den Hauptluftstrom (S) abzugeben.

9. Beschneivungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, daß die Beschneivungsvorrichtung einen Lanzenstab (50) aufweist, an dessen einem Ende die mindestens eine Strahlpumpe (10, 10', 10'') und an dessen anderem Ende ein Düsenkopf (52, 52') mit der mindestens einen Wasser-Luft-Düse (12, 12') angeordnet sind.
10. Beschneivungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, daß die Beschneivungsvorrichtung einen Lanzenstab (50) aufweist, an dessen einem Ende eine Baugruppe mit der mindestens einen Strahlpumpe (10, 10', 10'') und einem Düsenkopf (52, 52') mit der mindestens einen Wasser-Luft-Düse (12, 12') angeordnet ist.
11. Verfahren zum Betrieb einer Beschneivungsvorrichtung, insbesondere einer Beschneivungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, mit den Schritten:
 - Erzeugen eines Wasser-Luft-Gemischs (M) durch mindestens eine Strahlpumpe (10, 10', 10''), die mit Wasser (W) als Treibflüssigkeit arbeitet und die Luft (A) komprimiert und mit dem Wasser (W) mischt, und
 - Ausstoßen des Wasser-Luft-Gemischs (M) durch mindestens eine Wasser-Luft-Düse (12, 12').

Claims

1. A snow making apparatus comprising at least one water/air nozzle (12, 12') which is adapted to eject a water/air mixture (M),
characterised in that the snow making apparatus comprises at least one jet pump (10, 10', 10'') which operates with water (W) as a driving medium and mixes the air (A) with the water (W) and compresses the air (A) in order to form the water/air mixture (M) which is supplied to the at least one water/air nozzle (12, 12').
2. The snow making apparatus according to claim 1,
characterised in that each of the at least one jet pump (10, 10', 10'') comprises at least one driving nozzle (14, 14', 14'') for the water (W), at least one suction nozzle (18, 18', 18'') for the air (A), a mixing

chamber (20, 20') for mixing the water (W) issuing from the at least one driving nozzle (14, 14', 14'') with the air (A) flowing through the at least one suction nozzle (18, 18', 18''), and a diffuser (22, 22') for compressing the water/air mixture (M).

3. The snow making apparatus according to claim 1 or claim 2,
characterised in that more than 50 % of the total water throughput of the snow making apparatus passes through the at least one jet pump (10, 10', 10'') and is ejected from the at least one water/air nozzle (12, 12').
4. The snow making apparatus according to any of claims 1 to 3,
characterised in that the snow making apparatus is adapted for an unthrottled connection to a water line with a line pressure of more than 20 bar and **in that** the effective working pressure of the at least one jet pump (10, 10', 10'') is at least 10 bar.
5. The snow making apparatus according to any one of claims 1 to 4,
characterised in that the at least one jet pump (10') has a nozzle needle (60) for changing the water throughput and/or the mixing ratio of the water/air mixture (M).
6. The snow making apparatus according to any one of claims 1 to 5,
characterised in that a plurality of water/air nozzles (12, 12') and/or groups of water/air nozzles (12, 12') are provided and that the snow making apparatus is adapted to supply the plurality of water/air nozzles (12, 12') or groups of water/air nozzles (12, 12') simultaneously with water/air mixtures (M) having different mixing ratios.
7. The snow making apparatus according to any one of claims 1 to 6,
characterised in that a plurality of water/air nozzles (12, 12') that may be turned on individually and/or a plurality of groups of water/air nozzles (12, 12') that may be turned on individually are provided for adjusting the water throughput, at least one respective jet pump (10, 10', 10'') preferably being provided for each water/air nozzle (12, 12') that may be turned on individually or each group of water/air nozzles (12, 12') that may be turned on individually.
8. The snow making apparatus according to any one of claims 1 to 7,
characterised in that the snow making apparatus comprises a motor-driven propeller (28) for producing a main air stream (S) and **in that** the water/air nozzles (12, 12') are arranged in one or more nozzle rings (32A, 32B, 32C, 32D) so as to discharge the

water/air mixture (M) into the main air stream (S).

9. The snow making apparatus according to any one of claims 1 to 7,
characterised in that the snow making apparatus comprises a lance rod (50) at one end of which there is arranged the at least one jet pump (10, 10', 10'') and at the other end of which there is arranged a nozzle head (52, 52') with the at least one water/air nozzle (12, 12').
10. The snow making apparatus according to any one of claims 1 to 7,
characterised in that the snow making apparatus comprises a lance rod (50) at one end of which there is arranged a module with the at least one jet pump (10, 10', 10'') and a nozzle head (52, 52') with the at least one water/air nozzle (12, 12').
11. A method of operating a snow making apparatus, in particular a snow making apparatus according to any one of claims 1 to 10, comprising the steps:
 - producing a water/air mixture (M) using at least one jet pump (10, 10', 10'') which operates with water (W) as a driving fluid and which compresses the air (A) and mixes it with the water (W), and
 - ejecting the water/air mixture (M) through at least one water/air nozzle (12, 12').

Revendications

1. Canon à neige comportant au moins une buse d'éjection d'eau et air (12, 12') qui est destinée à éjecter un mélange d'eau et d'air (M), **caractérisé en ce que** le canon à neige comporte au moins une pompe à éjecteur (10, 10', 10'') qui travaille avec de l'eau (W) formant le fluide moteur et par laquelle l'air (A) est mélangé avec l'eau (W) et comprimé en vue de former le mélange d'eau et d'air (M) acheminé vers ladite au moins une buse d'éjection d'eau et air (12, 12').
2. Canon à neige selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite au moins une pompe à éjecteur (10, 10', 10'') comporte au moins une buse d'injection (14, 14', 14'') pour l'eau (W), au moins une buse d'aspiration (18, 18', 18'') pour l'air (A), une chambre de mélange (20, 20') pour mélanger l'eau (W), sortant de ladite au moins une buse d'injection (14, 14', 14''), avec l'air (A), affluant à travers ladite au moins une buse d'aspiration (18, 18', 18''), et un diffuseur (22, 22') destiné à comprimer le mélange d'eau et d'air (M).
3. Canon à neige selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** plus de 50 % du débit total d'eau

du canon à neige circule à travers ladite au moins une pompe à éjecteur (10, 10', 10'') et est éjecté par ladite au moins une buse d'éjection d'eau et air (12, 12').

4. Canon à neige selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le canon à neige est prévu pour être raccordé sans étranglement à une conduite d'eau avec une pression de circulation de plus de 20 bar, et **en ce que** la pression de travail active de ladite au moins une pompe à éjecteur (10, 10', 10'') est de l'ordre de 10 bar au moins.
5. Canon à neige selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** ladite au moins une pompe à éjecteur (10') comporte un pointeau (60) destiné à faire varier le débit de l'eau et/ou le rapport du mélange d'eau et d'air (M).
6. Canon à neige selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'il** est prévu plusieurs buses d'éjection d'eau et air (12, 12') et/ou plusieurs groupes de buses d'éjection d'eau et air (12, 12'), et **en ce que** le canon à neige est conçu pour alimenter la pluralité de buses d'éjection d'eau et air (12, 12') et/ou de groupes de buses d'éjection d'eau et air (12, 12') en même temps avec des mélanges d'eau et d'air (M) ayant des rapports de mélange différents.
7. Canon à neige selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que**, pour le réglage du débit de l'eau, il est prévu plusieurs buses d'éjection d'eau et air (12, 12') pouvant être raccordées séparément et/ou plusieurs groupes de buses d'éjection d'eau et air (12, 12') pouvant être raccordés séparément, de préférence, au moins une pompe à éjecteur (10, 10', 10'') étant prévue en propre à chaque buse d'éjection d'eau et air (12, 12') à raccorder ou à chaque groupe de buses d'éjection d'eau et air (12, 12') à raccorder.
8. Canon à neige selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le canon à neige comporte une hélice (28) actionnée par un moteur et destinée à générer un flux d'air principal (S), et **en ce que** les buses d'éjection d'eau et air (12, 12') sont agencées dans une ou plusieurs couronnes directrices (32A, 32B, 32C, 32D) en vue d'éjecter le mélange d'eau et d'air (M) dans le flux d'air principal (S).
9. Canon à neige selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le canon à neige comporte une tige de lance (50), dont une extrémité reçoit ladite au moins une pompe à éjecteur (10, 10', 10'') et dont l'autre extrémité reçoit une tête

de gicleurs (52, 52') munie de ladite au moins une buse d'éjection d'eau et air (12, 12').

10. Canon à neige selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le canon à neige comporte une tige de lance (50), sur une extrémité de laquelle est agencé un groupe formé par ladite au moins une pompe à éjecteur (10, 10', 10'') et par une tête de gicleurs (52, 52') munie de ladite au moins une buse d'éjection d'eau et air (12, 12').

11. Procédé d'utilisation d'un canon à neige, en particulier un canon à neige selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, comportant les étapes suivantes :

- production d'un mélange d'eau et d'air (M) au moyen d'au moins une pompe à éjecteur (10, 10', 10''), qui travaille avec de l'eau (W) formant le fluide moteur et qui comprime l'air (A) et le mélange à l'eau (W), et
- éjection du mélange d'eau et d'air (M) par au moins une buse d'éjection d'eau et air (12, 12').

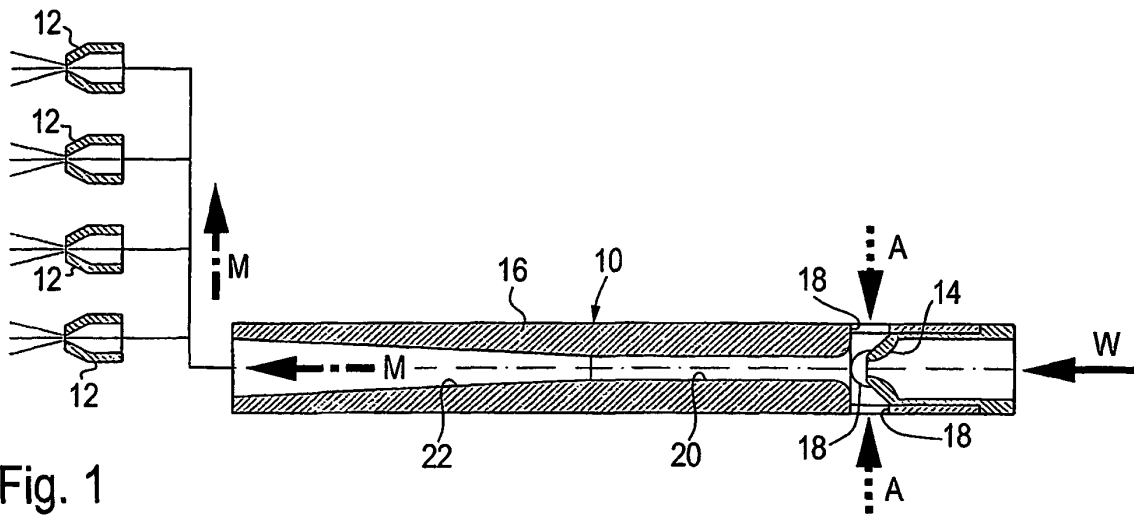


Fig. 1

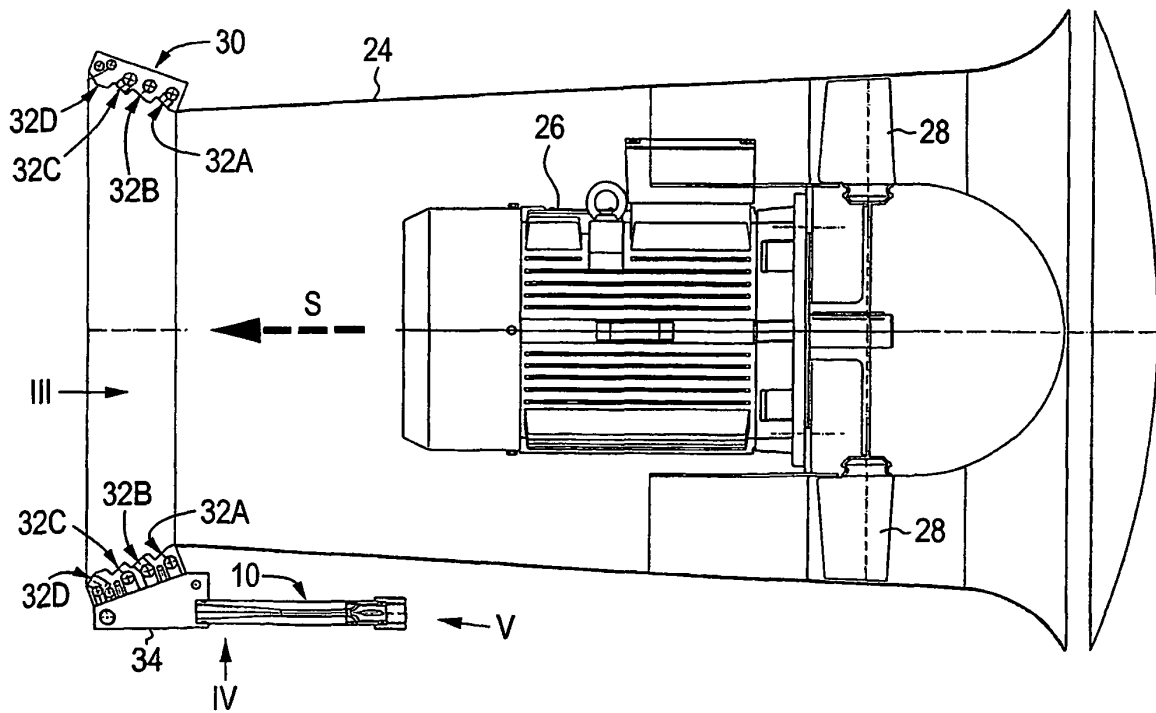
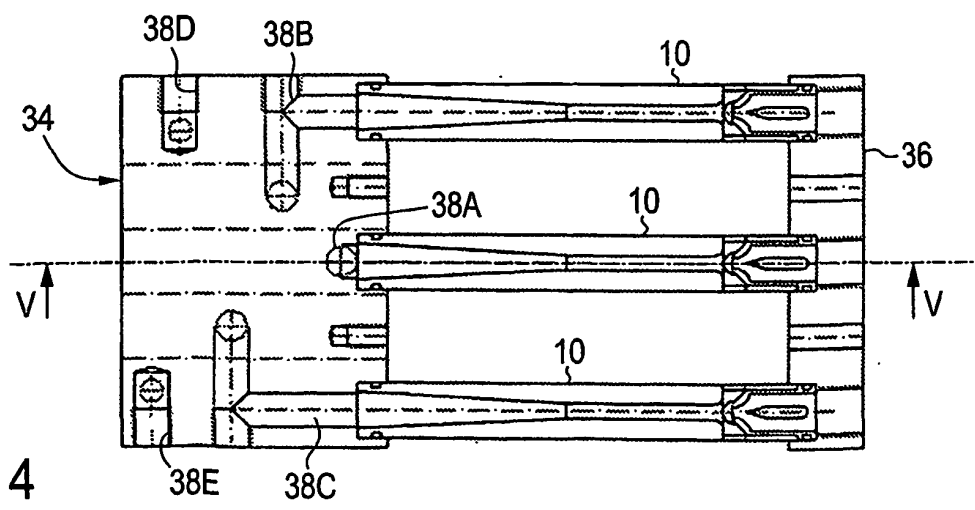
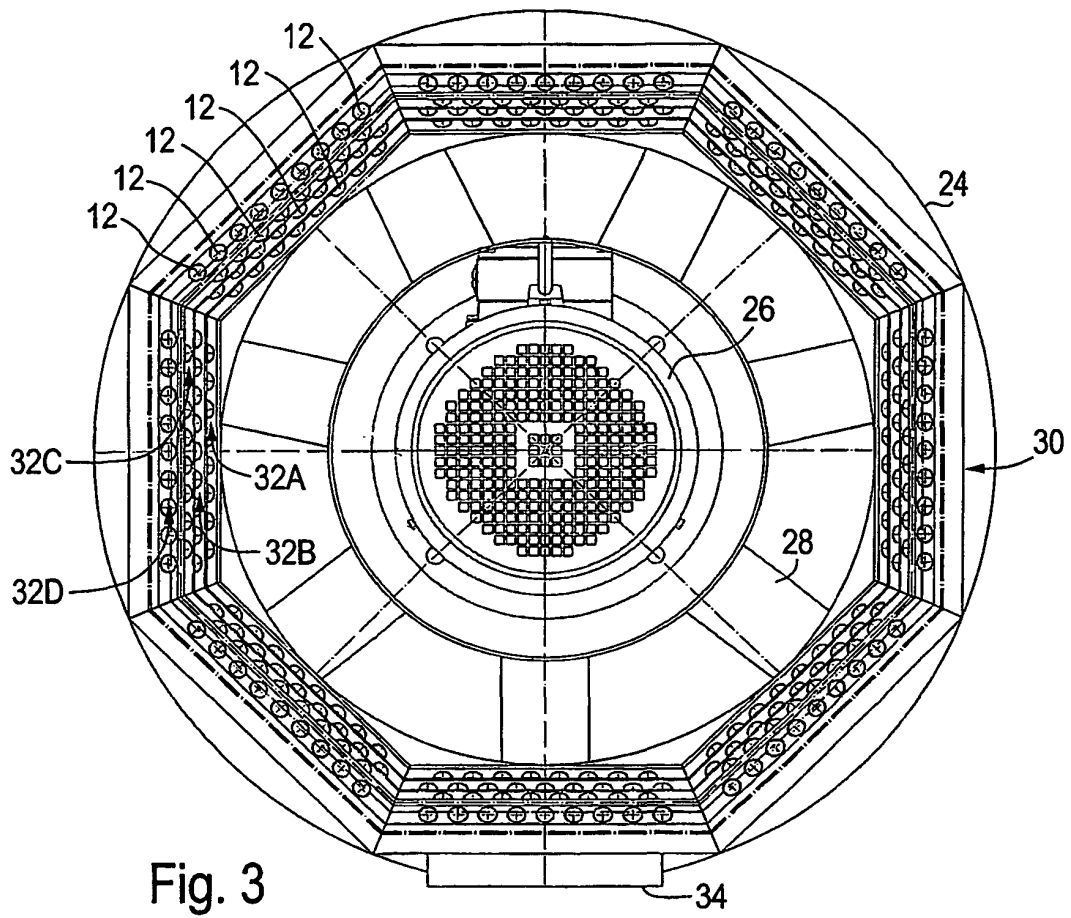


Fig. 2



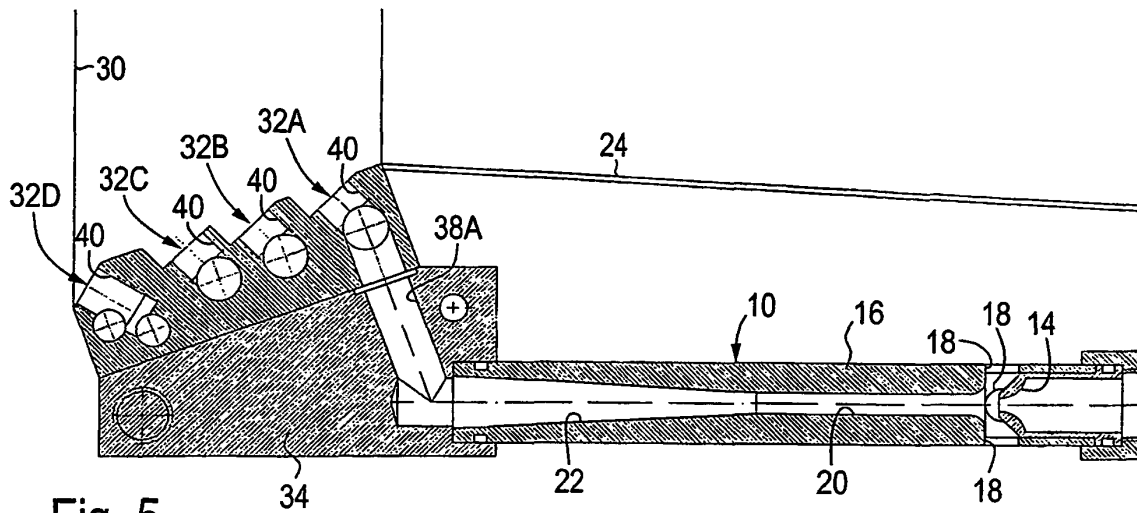


Fig. 5

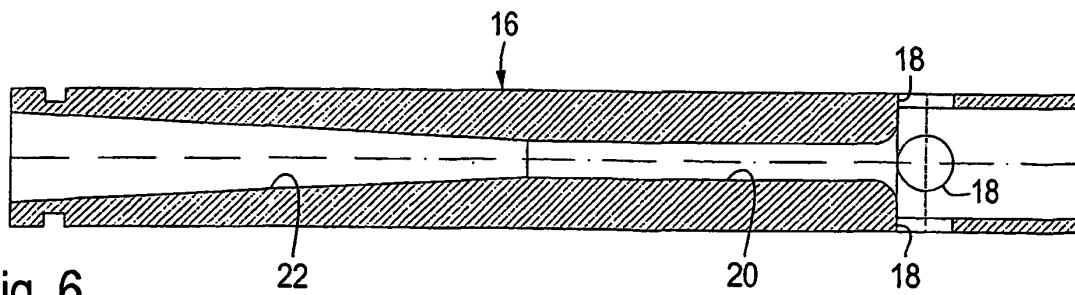


Fig. 6

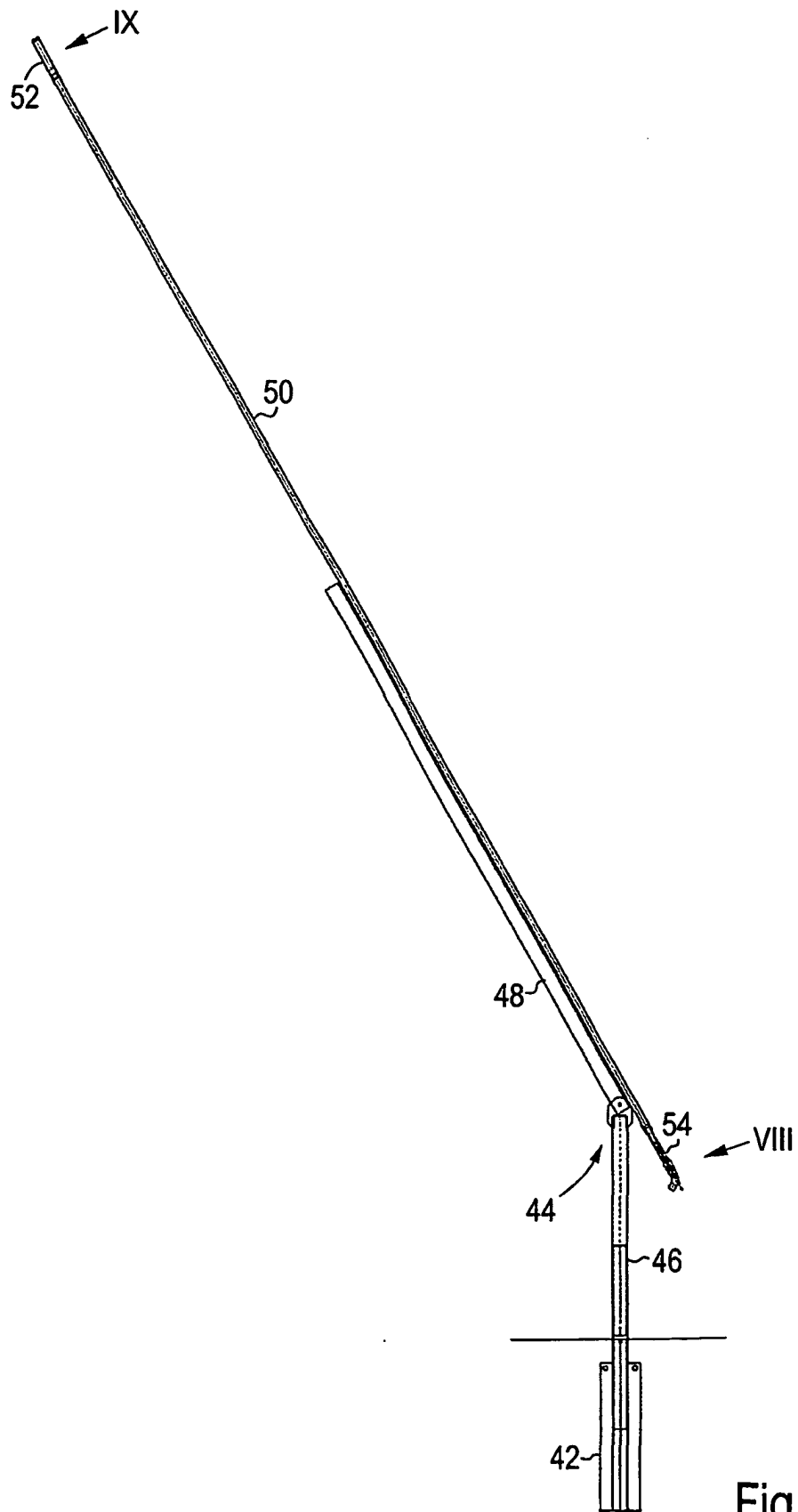


Fig. 7

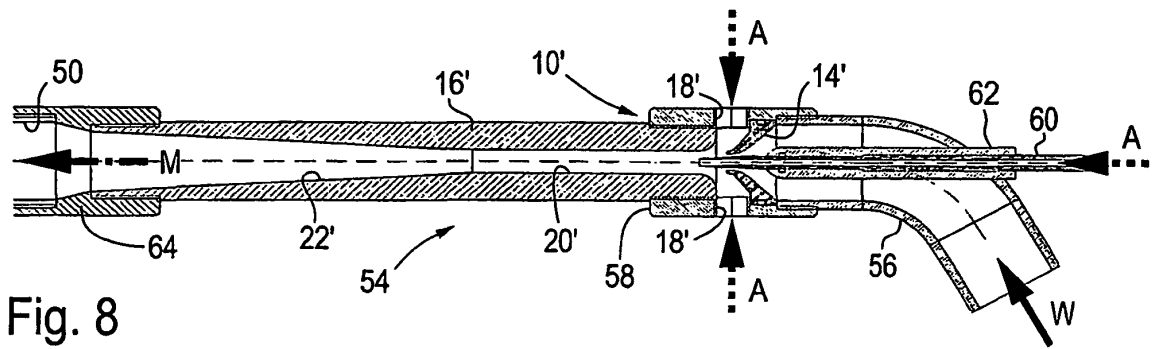


Fig. 8

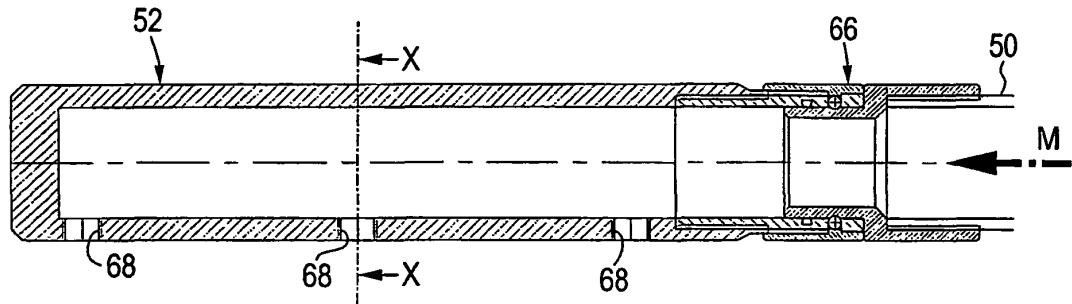


Fig. 9

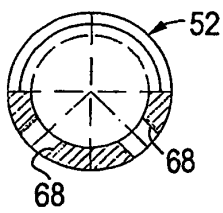


Fig. 10

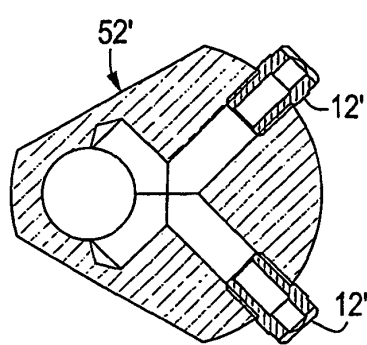


Fig. 15

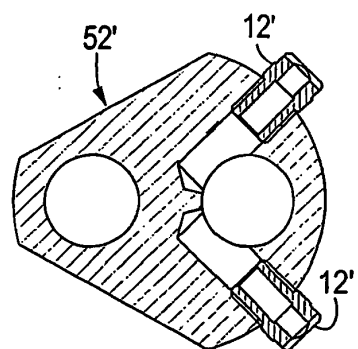


Fig. 16

