



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Numéro de publication:

0018 280
A2

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

Numéro de dépôt: 80400504.9

Int. Cl.³: F 25 C 3/04, B 05 B 7/04

Date de dépôt: 15.04.80

Priorité: 20.04.79 FR 7910437

Demandeur: LE FROID INDUSTRIEL YORK S.A., "Le Courcellor" 2, rue Curnonsky, F-75017 Paris (FR)

Date de publication de la demande: 29.10.80
Bulletin 80/22

Inventeur: Girardin, Pierre, 9, Avenue de Cheverny, F-44800 St Herblain (FR)
Inventeur: Duplan, Max, 17, rue Hector Berlioz, F-69410 Champagne au Mont D'Or (FR)

Etats contractants désignés: AT CH DE IT LI SE

Mandataire: Phélip, Bruno et al, c/o Cabinet HARLE & LECHOPIEZ 21, rue de La Rochefoucauld, F-75009 Paris (FR)

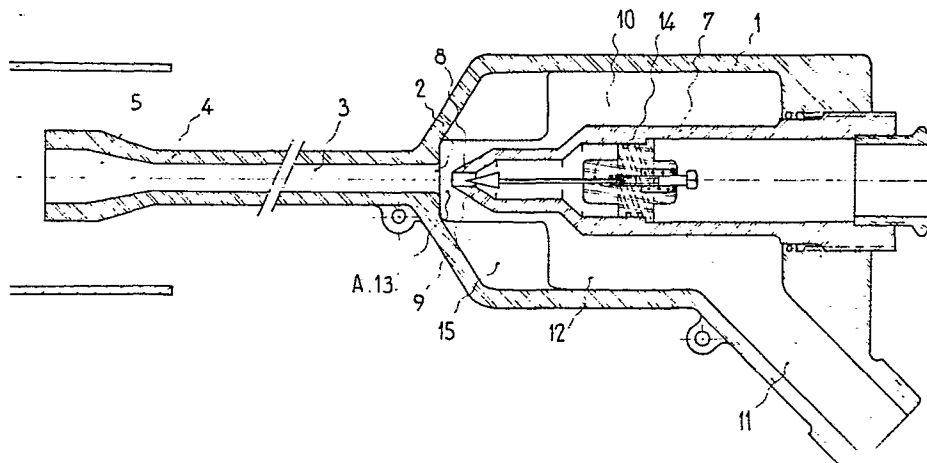
Canon à neige haute pression et batterie de tels canons à neige.

L'invention concerne un canon à neige.

Le canon comporte un corps cylindrique creux (1) logeant une tuyère d'injection d'air comprimé (8) et dans lequel débouche une tubulure d'arrivée d'eau sous pression (11), le dit corps (1) comportant un fond tronconique percé d'un orifice central (2) prolongé par l'alésage (3) d'une buse principale (4) servant de chambre de mélange, ladite chambre se termi-

nant en sortie par un divergent (5), la section de sortie (9) de la tuyère d'injection (8) d'air comprimé ainsi que la section d'écoulement de l'eau sous pression dans la chambre de mélange étant réglables.

Application notamment à la production de neige artificielle pour les pistes de stations de sports d'hiver.



TITRE MODIFIÉ
voir page de garde

Canon à neige haute pression.

La présente invention concerne un appareil dénommé "canon à neige" et une installation comportant plusieurs de ces appareils disposés en batterie.

5 L'invention s'applique plus particulièrement aux appareils haute pression destinés à la production de neige artificielle par pulvérisation d'un mélange d'air et d'eau.

10 Les appareils haute pression fonctionnent par pulvérisation d'un mélange comprimé d'air et d'eau sous forme d'un brouillard dans de l'air ambiant à basse température, de telle manière que les gouttelettes d'eau projetées à grande vitesse se transforment en cristaux de glace au contact de l'air froid et retombent en neige sur le sol.

15 Des appareils de ce type sont notamment décrits dans le brevet français 1.337.141 et dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 2.676.471. Les appareils décrits dans ces brevets comportent des alimentations séparées en eau sous pression et en air comprimé, ainsi qu'une tuyère de sortie ou de décharge assurant
20 une distribution correcte des flocons de neige en fonction des conditions atmosphériques ambiantes, le réglage s'effectuant par remplacement de ladite tuyère ou par variation des pressions d'air et d'eau injectés.

Or, pour des températures humides comprises entre -3 et 0° C, la quantité d'air nécessaire pour transformer en neige un certain volume d'eau est très importante et, compte tenu des variations de température humide de l'air et de la rapidité de celle-ci, il n'est pas possible avec les appareils décrits dans les brevets précités d'assurer manuellement un réglage correct du mélange air/eau dans cette zone de température, et ceci d'autant plus que les variations de température ne sont en général pas connues des opérateurs chargés de la surveillance des canons à neige.

Par ailleurs, à la suite d'études réalisées par le déposant, il résulte que la température de l'eau utilisée n'intervient que très peu dans la quantité d'air totale nécessaire pour transformer 1 kg d'eau en neige, seule intervenant la température humide de l'air ambiant, laquelle se détermine en fonction de la température sèche de l'air et de son degré hygrométrique. Par conséquent, pour chaque valeur de cette température humide de l'air ambiant, on peut calculer la valeur théorique du nombre total de m^3 d'air minimum nécessaires pour transformer en neige 1 m^3 d'eau, c'est-à-dire la valeur théorique du rapport limite air/eau. A noter que la quantité d'air minimum nécessaire pour assurer cette transformation est en fait le volume global d'air intéressé par le phénomène, c'est-à-dire non seulement la quantité d'air primaire comprimé puis injecté et détendu dans le canon mais également la quantité d'air secondaire induit à la sortie de celui-ci, laquelle dépend essentiellement de la forme, de la dimension et de la vitesse du jet dans l'atmosphère.

Le but de la présente invention est donc de proposer un canon à neige qui ne présente pas les

inconvenients des appareils décrits dans les brevets cités précédemment et qui permette à la fois de produire un volume maximum de neige pour un volume minimum d'air injecté et de régler automatiquement les proportions du mélange air/eau en fonction de la température humide de l'air ambiant, l'invention ayant également pour objet de réduire le niveau du bruit de fonctionnement de l'appareil.

Selon l'invention, le canon à neige pour la production de la neige artificielle par pulvérisation d'un mélange d'air et d'eau comprend un corps creux, une tubulure d'arrivée d'air comprimé terminée par une tuyère d'injection logée et débouchant en bout à l'intérieur du corps, une tubulure d'admission d'eau sous pression débouchant dans l'espace compris entre la paroi du corps et la tubulure d'air, et une chambre de mélange de l'air et de l'eau communiquant avec l'intérieur du corps par un orifice d'entrée situé face à l'orifice de sortie de la tuyère d'injection d'air, le canon à neige selon l'invention comportant en outre des moyens de réglage des sections de passage de l'air et de l'eau dans la chambre de mélange, ladite chambre étant constituée par l'alésage d'une buse s'étendant dans le prolongement de la tuyère d'injection, ledit alésage étant prolongé en sortie par un divergent débouchant à l'air libre.

De préférence, la tuyère d'injection est prévue déplaçable longitudinalement par rapport à l'orifice d'entrée de la chambre de mélange, ladite tuyère comportant des moyens de réglage de la section de son orifice de sortie d'air. Ces moyens de réglage de sortie d'air peuvent être constitués par un robinet à aiguille incorporé à l'intérieur de la tubulure d'arrivée d'air et l'orifice de sortie d'air de la

tuyère d'injection est prévu de préférence convergent-divergent.

Le canon à neige selon l'invention est conçu de telle sorte que les jets d'air et d'eau soient animés d'un mouvement de rotation sur eux-mêmes à l'entrée de la chambre de mélange dont l'alésage comporte de préférence des rayures ou rampes de brassage du mélange.

Enfin, les canons à neige selon l'invention sont groupés en batterie alimentée en air à pression sensiblement constante par une centrale d'air comprimé, ladite batterie étant équipée d'un dispositif automatique de régulation réglant le débit d'eau de chaque canon en fonction de la température humide de l'air ambiant.

L'invention va maintenant être décrite plus en détail en se référant à des modes de réalisation particuliers cités à titre d'exemples non limitatifs et représentés sur les dessins annexés dans lesquels:

Fig. 1 représente la courbe limite pratique mesurée de formation de neige avec un canon selon l'invention,

Fig. 2 représente une coupe longitudinale dudit canon selon l'invention, et

Fig. 3 représente une coupe longitudinale d'une bonnette de sortie pouvant équiper le canon de la figure 2.

Telle que représentée sur la figure 1, la courbe limite pratique mesurée de formation de neige sur un canon selon l'invention correspond à un coefficient d'induction égal à 1250. Les températures humides de l'air sont portées en abscisse tandis que les rapports minimum mesurés des volumes d'air aux volumes d'eau sont portés en ordonnée, les zones hachurées a et b correspondant respectivement aux zones de neige

sèche et de neige mouillée.

Entre -3 et -10°C , c'est-à-dire pour une variation de la température d'air humide de 7° , le rapport air/eau passe d'environ 40 à 15, c'est-à-dire qu'il varie approximativement de 3 à 1. Le coefficient d'induction caractérisant ces performances ne dépend que de la forme géométrique des éléments constitutifs du canon pour des pressions d'air et d'eau déterminées, ledit coefficient restant pratiquement indépendant des conditions de température de l'air ambiant. En particulier, la buse de pulvérisation du canon selon l'invention doit assurer à la fois une pulvérisation suffisamment fine et régulière sur toute la surface de projection et une forme de jet assurant un brassage intense de l'air ambiant de manière à atteindre une capacité d'induction élevée.

C'est ainsi que la tuyère d'éjection d'air prévue est une tuyère supersonique à orifice convergent-divergent adaptée aux conditions de fonctionnement de façon à obtenir une pression d'air à la sortie sensiblement équivalente à la pression de l'eau à l'entrée de la chambre de mélange.

L'appareil doit notamment satisfaire à l'équation de quantité de mouvement suivante :

$$M_a v_a + M_e v_e = (M_a + M_e) v_m$$

 M_a , M_e , v_a , v_e et v_m étant respectivement les masses d'air et d'eau et les vitesses de l'air, de l'eau et du mélange air/eau. L'appareil selon l'invention doit en outre comporter une chambre de mélange dont la section répond à la formule suivante :

$$S = V_m \cdot M_m / v_m$$

 V_m , M_m et v_m étant respectivement le volume spécifique, la masse et la vitesse du mélange.

La longueur de la chambre de mélange doit être suffisante pour que l'air comprimé puisse céder

toute son énergie à l'eau et la section de sortie de ladite chambre doit être telle que la pression statique du jet soit sensiblement équivalente à la pression atmosphérique, ceci afin d'éviter l'éclatement du jet.

5 Toutes ces dispositions concourent à l'obtention d'un jet à vitesse maximum et à pulvérisation fine et homogène.

Les figures 2 et 3 représentent un canon à neige selon un mode de réalisation comportant les

10 dispositions énumérées ci-dessus.

Tel que représenté sur la figure 2, le canon à neige comporte un corps creux (1) dont la cavité interne est de forme générale cylindrique muni à une extrémité d'un fond tronconique percé en son centre

15 de l'orifice d'entrée (2) d'une chambre de mélange (3) de forme allongée essentiellement constituée par l'alésage d'une buse principale (4) prolongée en sortie par un divergent (5). Ce divergent (5) peut être éventuellement équipé d'une bonnette ou bec (6) (voir figure 3),

20 ce bec ayant une section constante de forme variable passant d'une forme circulaire d'entrée à une forme aplatie à la sortie, de telle sorte que la forme du jet soit modifiée et passe également d'une forme cylindrique à une forme plate.

25 Une tubulure d'admission d'air comprimé (7) est montée coaxialement au corps (1) du canon et traverse le fond de celui-ci opposé au fond tronconique, ladite tubulure (7) comportant à son extrémité une tuyère d'injection (8) dont l'orifice de sortie (9) est

30 convergent-divergent. Un robinet à aiguille (10) logé à l'intérieur de la tubulure d'admission d'air comprimé (7) permet de régler avec précision la section de sortie de l'orifice (9) de la tuyère d'injection (8), le réglage s'effectuant au moment du montage de l'appareil.

Une tubulure d'admission d'eau sous pression (11) débouche obliquement dans l'espace annulaire (12) compris entre la paroi du corps (1) et la tubulure centrale d'arrivée d'air comprimé (7).

5 La tubulure d'admission d'air comprimé (7) terminée par la tuyère d'injection (8) est vissée dans le fond du corps (1) qu'elle traverse, de telle sorte que la position longitudinale de l'extrémité conique de la tuyère (8) par rapport à l'orifice d'entrée (2)
10 de la chambre de mélange puisse être réglée au montage de façon à déterminer la section d'écoulement de l'eau sous pression dans la chambre de mélange.

Les ajustements des débits d'air et d'eau sont adaptés aux conditions nominales de fonctionnement.

15 Des dispositifs d'amorce de rotation du flux peuvent être incorporés dans le corps du canon ou exécutés directement dans celui-ci. C'est ainsi qu'il peut être prévu dans la surface cylindrique de contact du robinet à aiguilles avec l'alésage de la tubulure (7) des
20 rainures hélicoïdales (14) pour le passage de l'air comprimé, lesdites rainures imprimant un mouvement de rotation aux courants d'air. De même, l'alésage du corps du canon peut comporter des ailettes hélicoïdales (15) débouchant à proximité de l'orifice d'entrée (2) de la
25 chambre de mélange (3) dont l'alésage peut également comporter des rayures ou rampes modifiant la configuration du jet et assurant un mélange homogène de l'air et de l'eau.

La tuyère (8) est agencée de telle sorte
30 que la pression d'air à la sortie soit sensiblement équivalente à la pression de l'eau dans la zone annulaire ou col (13) situé à l'entrée de la chambre de mélange, et les dimensions de ladite tuyère et de ladite
35 chambre de mélange sont prévues de manière à obtenir un écoulement stable, ce qui réduit le niveau du bruit

au minimum.

Le réglage automatique du mélange air/eau en fonction de la température humide de l'air ambiant est lié au type de technique d'enneigement. Selon l'in-
5 vention, cette technique vise à l'enneigement uniforme des pistes avec le minimum d'intervention manuelle en plaçant à poste fixe, à intervalle régulier et sur toute la longueur de la piste, des canons orientables de faible capacité, à réglage automatique. Ceci supprime
10 l'inconvénient que présente la formule d'utilisation de canons mobiles de capacité plus importante à réglage manuel. Le nombre de canons nécessaires et, par conséquent, le débit d'eau, doivent être définis en fonction des fonctions des surfaces à enneiger. Ce qui détermine,
15 en fonction de la température moyenne de l'air choisie, la quantité d'air et la puissance de la centrale d'air comprimé à installer.

A débit d'eau constant pour chaque canon, ce débit étant réglé pour chaque prise d'eau, il suffit de faire varier automatiquement la pression d'air
20 délivrée sur chaque canon, donc le volume d'air, pour régler à tout instant le rapport air/eau en fonction de la température humide mesurée de l'air ambiant. Ce résultat peut être obtenu au moyen d'un appareillage
25 de régulation automatique permettant de régler la qualité de neige désirée, soit neige sèche, soit neige humide. Le réglage s'effectue par déplacement du point de consigne du régulateur, faisant évoluer le rapport air/eau par simple action sur un bouton placé à proximité
30 des compresseurs d'air, la seule intervention manuelle se limitant à l'orientation périodique du jet après contrôle régulier de la densité de l'enneigement dans la zone d'action de celui-ci.

On obtient ainsi un débit de neige sensi-

blement constant quelle que soit la température, une telle disposition permettant de limiter la consommation d'air, et par conséquent d'énergie, par canon, cette disposition permettant également d'adapter le nombre de canons à la puissance de la centrale.

5 Le réglage du rapport air/eau peut également être obtenu par variation du débit d'eau, la pression d'air restant constante. On peut ainsi faire varier le débit de neige par canon et maintenir pour
10 chacun d'eux le débit maximum de neige possible en fonction de la température d'air humide.

Enfin, une solution mixte comportant ces deux possibilités de réglage peut également être envisagée, le choix étant fait en fonction de l'implantation de l'installation et de son exploitation.

15 ~~Si l'invention s'applique plus particulièrement à l'enneigement artificiel des pistes des stations de sports d'hiver, ceci n'exclut pas d'autres applications possibles, notamment pour combattre les incendies, ou pour l'arrosage de cultures, ou encore~~
20 leur protection antigel et leur traitement insecticide.

Bien entendu, la portée de l'invention n'est pas limitée au seul mode de réalisation décrit ci-dessus à titre d'exemple non limitatif, mais elle couvre
25 également toute variante qui ne différerait que par des détails.

REVENDEICATIONS

1. Canon à neige pour la production de neige artificielle par pulvérisation d'un mélange d'air et d'eau, ledit canon comprenant un corps creux, une tubulure d'arrivée d'air comprimé terminée par une tuyère d'injection logée et débouchant en bout à l'intérieur du corps, une tubulure d'admission d'eau sous pression débouchant dans l'espace compris entre la paroi du corps et la tubulure d'air et une chambre de mélange de l'air et de l'eau communiquant avec l'intérieur du corps par un orifice d'entrée situé face à l'orifice de sortie de la tuyère d'injection d'air, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de réglage des sections de passage de l'air et de l'eau dans la chambre de mélange (3), en ce que ladite chambre est constituée par l'alésage d'une buse (4) s'étendant dans le prolongement de la tuyère d'injection (8) et en ce que ledit alésage est prolongé en sortie par un divergent (5) débouchant à l'air libre.

2. Canon selon la revendication 1, caractérisé en ce que la tuyère d'injection (8) est déplaçable longitudinalement par rapport à l'orifice d'entrée (2) de la chambre de mélange.

3. Canon selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la tuyère d'injection (8) comporte des moyens de réglage de la section de son orifice (9) de sortie d'air.

4. Canon selon la revendication 3, caractérisé en ce que les moyens de réglage de la section de sortie d'air de la tuyère (8) sont essentiellement constitués par un robinet à aiguille (10) incorporé à l'intérieur de la tubulure d'arrivée d'air (7).

5. Canon selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'orifice (9) de sortie d'air de la tuyère d'injection (8) est convergent-

divergent.

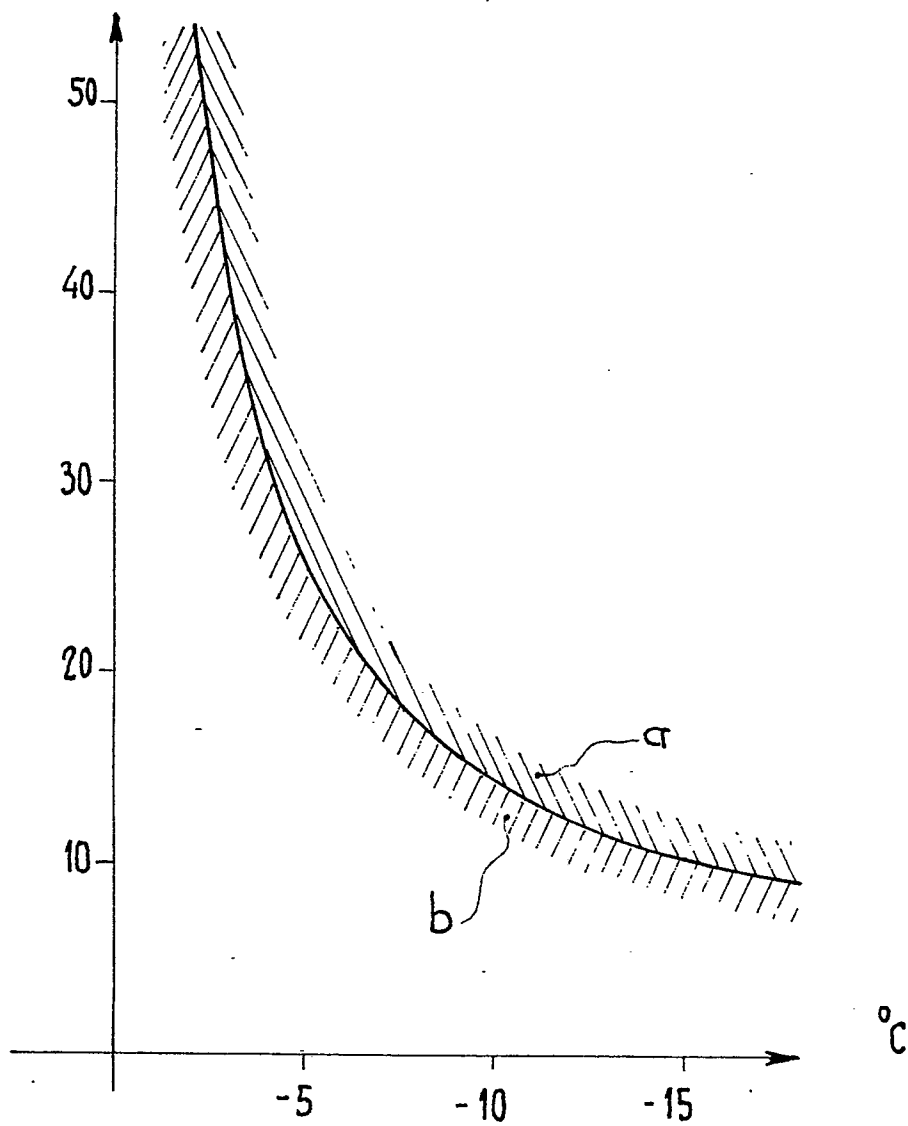
6. Canon selon la revendication 4, caractérisé en ce que le robinet à aiguille (10) comporte des rainures hélicoïdales (14) pour le passage de l'air.

5 7. Canon selon la revendication 1, caractérisé en ce que le corps comporte intérieurement des ailettes hélicoïdales (15) débouchant à proximité de l'orifice d'entrée (2) de la chambre de mélange (3) pour amorcer une rotation du flux d'eau sous pression.

10 8. Canon selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'alésage de la chambre de mélange (3) comporte des rayures ou des rampes de brassage du mélange d'air et d'eau.

15 9. Canon selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'extrémité de la buse (4) est prolongée par une bonnette ou bec de diffusion (6) de section constante égale à la section terminale du divergent (5) de la chambre du mélange (3).

20 10. Batterie de canons à neige selon la revendication 1 alimentée en air à pression sensiblement constante par une centrale d'air comprimé, ladite batterie étant caractérisée en ce qu'elle comprend un dispositif automatique de régulation assurant le réglage du débit d'eau de chaque canon en fonction de la
25 température humide de l'air.

Fig.1

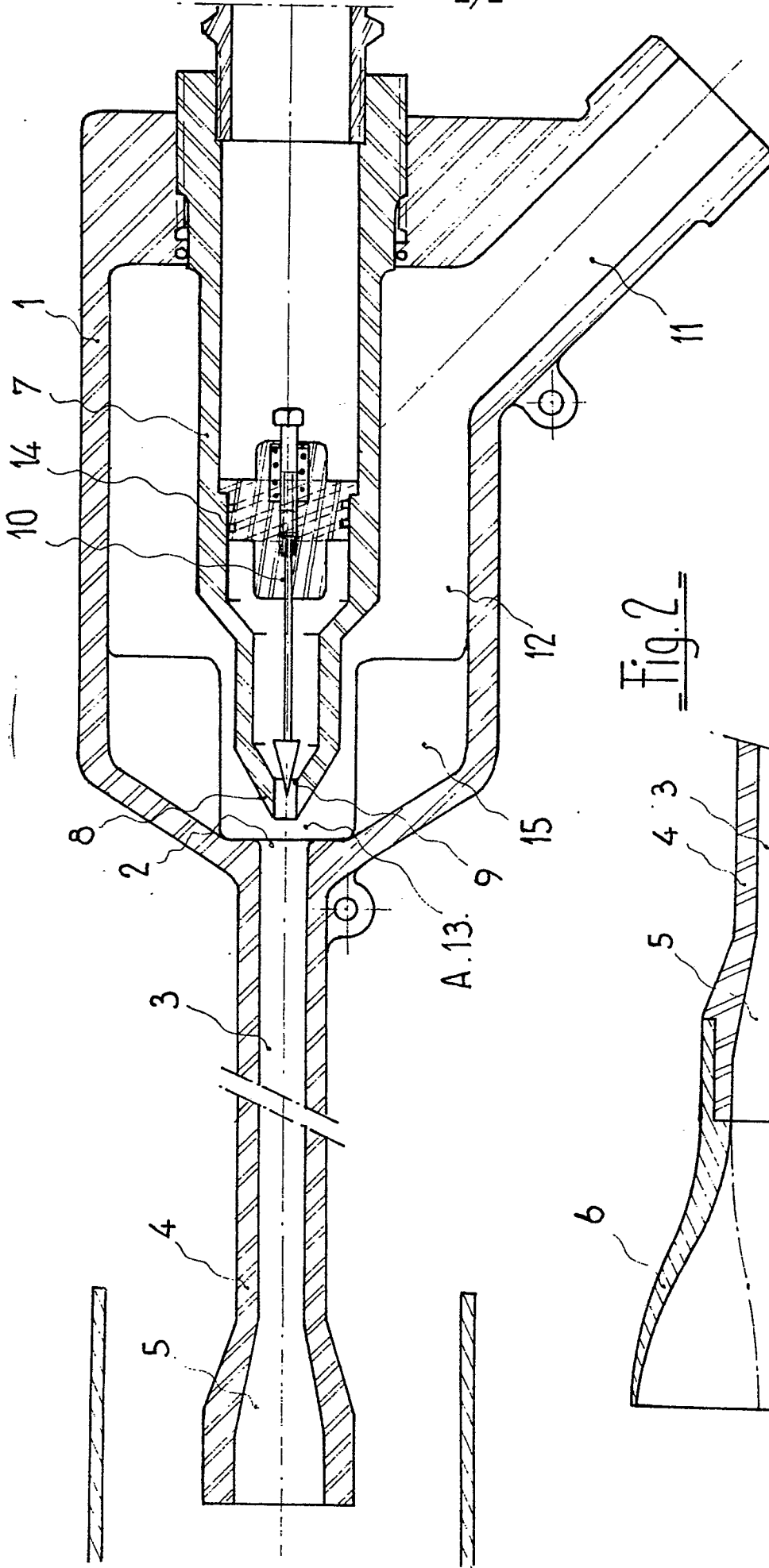


Fig. 2

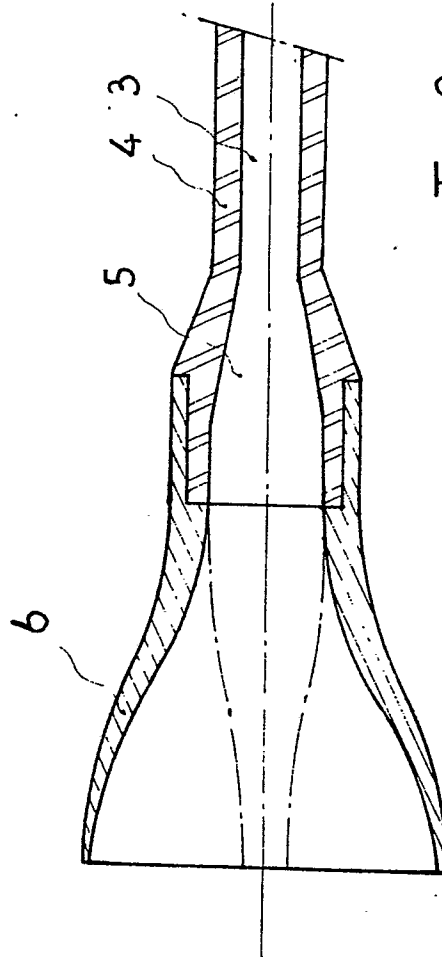


Fig. 3