



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102010901824301
Data Deposito	29/03/2010
Data Pubblicazione	29/09/2011

Classifiche IPC

Titolo

METODO E APPARATO PER RICAVARE UNA FRAZIONE LIQUIDA DA UN GAS IN PRESSIONE MEDIANTE EFFETTO JOULE-THOMSON, IN PARTICOLARE PER RECUPERARE ALLO STATO LIQUIDO IDROCARBURI CON DUE O PIU ATOMI DI CARBONIO DA UN GAS NATURALE O DA UN GAS DI RAFFINERIA, E VALVOLA PER ATTUARE L EFFETTO JOULE-THOMSON.

Descrizione dell'invenzione industriale dal titolo "METODO E APPARATO PER RICAVERE UNA FRAZIONE LIQUIDA DA UN GAS IN PRESSIONE MEDIANTE EFFETTO JOULE-THOMSON, IN PARTICOLARE PER RECUPERARE ALLO STATO LIQUIDO IDROCARBURI CON DUE O PIÙ
5 ATOMI DI CARBONIO DA UN GAS NATURALE O DA UN GAS DI RAFFINERIA, E VALVOLA PER ATTUARE L'EFFETTO JOULE-THOMSON" a nome di SIME S.r.l., ditta italiana con sede a ROSIGNANO MARITTIMO (LI).

DESCRIZIONE

10 Ambito dell'invenzione

La presente invenzione si riferisce ad un metodo e ad un apparato per compiere una liquefazione parziale di un gas in pressione mediante espansione secondo Joule-Thomson.

In particolare, il metodo e l'apparato sono adatti per
15 recuperare idrocarburi con due o più atomi di carbonio da un gas combustibile contenente metano, ad esempio per separare NGL (Natural Gas Liquids) da un gas naturale in pressione, o per ottenere GPL (Gas di Petrolio Liquefatto) da gas di raffinaria.

20 L'invenzione riguarda inoltre una valvola di laminazione atta a compiere l'espansione in modo tendenzialmente isoentropico, adatta per attuare il metodo e realizzare l'apparato.

Brevi cenni alla tecnica nota - Problemi tecnici

25 Numerosi sono i casi in cui, per separare una frazione condensabile da un gas in pressione, si ricorre all'effetto Joule-Thomson. In altre parole, il gas in pressione viene sottoposto ad un'espansione adiabatica durante la quale si verifica un raffreddamento tale da causare una liquefazione
30 parziale del gas. Ciò è utile per recuperare almeno in parte i componenti meno volatili di gas in pressione.

Ad esempio, il gas naturale, come estratto dai pozzi o prelevato da un gasdotto, oltre al metano contiene di norma idrocarburi con due o più atomi di carbonio, di seguito indicati come C2+, in particolare etano, propano e butano, 5 che vengono comunemente separati dal gas naturale ricorrendo all'effetto Joule-Thomson. I C2+ hanno infatti un valore molto superiore rispetto al metano, poiché costituiscono una materia prima idonea per alimentare numerosi processi chimici industriali, ad esempio la sintesi di olefine: non 10 risulta quindi conveniente bruciare tali idrocarburi assieme al metano per produrre energia.

Considerazioni analoghe valgono per la frazione più leggera della distillazione atmosferica del petrolio, così come per varie altre correnti gassose di raffinaria.

15 Il gas, tipicamente il gas naturale, è normalmente disponibile da una testa pozzo o da un gasdotto ad una pressione di decine di atmosfere, superando anche il centinaio di atmosfere. Con riferimento alla figura 1 allegata, un metodo noto e diffuso per separare i C2+ 20 prevede di effettuare un'espansione del gas in una valvola di laminazione 15, provocando un raffreddamento al di sotto del punto di rugiada degli idrocarburi da separare; i C2+ separati 5 vengono raccolti in un separatore 16 disposto a valle della valvola di laminazione 15, e destinati ad uno 25 stoccaggio, non rappresentato, attraverso mezzi di movimentazione 17.

Tale processo sopra descritto, come qualunque processo reale basato sull'effetto Joule-Thomson, è intrinsecamente irreversibile; in particolare, utilizzando valvole di 30 laminazione di tipo noto, le irreversibilità sono tali da limitare sensibilmente l'effetto di raffreddamento e l'efficienza di recupero di C2+ rispetto a quanto teoricamente ottenibile in una trasformazione isoentropica ideale, reversibile. Ad esempio nella valvola di laminazione

descritta in WO2006070020, è previsto un otturatore di forma tale da conferire ai filetti fluidi della miscela bifase formata per effetto dell'espansione un andamento a spirale, con cui la miscela lascia la valvola. Ciò permette di
5 migliorare la separazione tra le due fasi, in quanto la fase liquida tende a coalescere sulle pareti della sezione di uscita della valvola, formando gocce di liquido più facilmente separabili dal gas residuo, ma non permette di ridurre sensibilmente gli attriti che si generano lungo il
10 percorso del gas.

Sintesi dell'invenzione

È quindi scopo della presente invenzione fornire un metodo per compiere una liquefazione parziale di un gas disponibile ad una pressione predeterminata mediante
15 espansione secondo l'effetto Joule-Thomson, che abbia un'efficienza superiore rispetto ai metodi di tecnica nota.

È uno scopo particolare della presente invenzione fornire un metodo per recuperare idrocarburi con due o più atomi di carbonio a partire da un gas combustibile mediante
20 raffreddamento conseguente ad espansione secondo l'effetto Joule-Thomson, che abbia un'efficienza di recupero superiore rispetto ai metodi di tecnica nota che si basano sullo stesso effetto.

È un altro scopo particolare della presente invenzione
25 fornire un siffatto metodo, in cui il livello di irreversibilità dell'espansione sia inferiore rispetto a quello della tecnica nota.

È un altro scopo della presente invenzione fornire una valvola di laminazione atta a ricevere una portata di gas in
30 pressione, in particolare di gas comprendente metano e idrocarburi con un due o più di atomi di carbonio e a realizzarne una parziale liquefazione mediante espansione secondo Joule-Thomson, che permetta di ottenere una quantità

di liquido maggiore di quella ottenibile con le valvole di laminazione di tipo noto, in particolare una maggiore quantità di idrocarburi con due o più atomi di carbonio liquefatti.

5 È inoltre scopo della presente invenzione fornire un apparato per attuare il metodo sopra indicato.

Questi e altri scopi sono raggiunti da una valvola di laminazione per un fluido almeno parzialmente allo stato gassoso comprendente:

10 — una porzione tubolare di ingresso atta a ricevere un fluido almeno parzialmente allo stato gassoso ad una pressione predeterminata, la porzione tubolare di ingresso avendo una luce di ingresso, una superficie di ingresso costituita dalla superficie interna della porzione tubolare
15 di ingresso, un asse longitudinale ed una sezione trasversale generalmente decrescente a partire dalla luce di ingresso;

— una porzione tubolare di espansione ed uscita per il fluido almeno parzialmente allo stato gassoso;

20 — una porzione tubolare di gola tra la porzione tubolare di ingresso e la porzione tubolare di espansione ed uscita, in modo che le porzioni tubolari formino una via di passaggio per il fluido almeno parzialmente allo stato gassoso;

25 — un elemento otturatore, disposto nella porzione di gola, atto a causare una laminazione e una conseguente riduzione della pressione, forte raffreddamento e liquefazione parziale del fluido almeno parzialmente allo stato gassoso;

la caratteristica principale della valvola è che nella
30 porzione di ingresso sono previsti mezzi per orientare il fluido almeno parzialmente allo stato gassoso secondo una direzione di flusso generalmente inclinata rispetto all'asse longitudinale, in modo da ridurre gli attriti tra il fluido almeno parzialmente allo stato gassoso al passaggio nella

porzione di gola in corrispondenza di detto elemento
otturatore, in particolare detti mezzi per orientare essendo
atti a far assumere al fluido un moto elicoidale in modo che
su detto fluido almeno parzialmente allo stato gassoso
5 agisca una forza centrifuga e si verifichi una
trasformazione di un'energia di pressione in energia
cinetica associata al moto elicoidale.

In questo modo, alimentando la valvola con un gas in
pressione, è possibile realizzare all'interno del corpo
10 valvola una trasformazione che differisce da una
trasformazione isoentropica reversibile meno di quanto
accade nelle valvole di laminazione di tipo noto.

Vantaggiosamente, i mezzi per orientare il fluido almeno
parzialmente allo stato gassoso comprendono canali disposti
15 lungo tale superficie interna della porzione di ingresso.

In particolare, la porzione di ingresso comprende una
porzione centrale avente una superficie centrale in modo da
definire un passaggio anulare, detti canali essendo definiti
da una pluralità di setti disposti orientati secondo la
20 direzione di flusso lungo la camera anulare.

In particolare, ciascuno dei setti è solidale ad una
rispettiva superficie di collegamento scelta tra la
superficie centrale e la superficie periferica della camera
anulare.

25 Preferibilmente, tutti i setti sono solidali ad una
medesima superficie di collegamento, scelta tra la
superficie centrale e la superficie periferica della camera
anulare.

Preferibilmente, i canali hanno un andamento elicoidale,
30 ossia sono disposti secondo rispettive spirali contigue
sulla superficie di collegamento dei setti. In questo modo,
il fluido almeno parzialmente allo stato gassoso assume un
moto elicoidale con i vantaggi sopra descritti.

In particolare, ciascuno dei setti è alloggiato in una rispettiva sede realizzata su una superficie della camera opposta alla rispettiva superficie di collegamento, in modo da garantire una tenuta tra canali contigui della pluralità
5 di canali.

Vantaggiosamente, la superficie centrale comprende una superficie di un elemento centrale avente forma di un solido di rotazione, in particolare di un elemento a ogiva disposto fisso all'interno della porzione di ingresso, l'elemento a
10 ogiva avendo un asse preferibilmente coincidente con l'asse longitudinale della porzione di ingresso.

In particolare, l'elemento otturatore è un corpo sostanzialmente cilindrico cavo unito coassialmente ad una estremità dell'elemento centrale opposta alla luce di
15 ingresso della porzione d'ingresso, il corpo cilindrico cavo avendo una pluralità di fori tra una superficie cilindrica esterna ed una superficie cilindrica interna, almeno una parte dei fori essendo disposta in corrispondenza di canali della porzione di ingresso, in modo che una
20 porzione del fluido almeno parzialmente allo stato gassoso che lascia uno dei canali entri e percorra un rispettivo foro dell'elemento otturatore assumendo gradualmente una direzione sostanzialmente elicoidale che viene mantenuta in una cavità interna dell'elemento otturatore e/o nella
25 porzione di uscita della valvola.

Vantaggiosamente, l'elemento otturatore sostanzialmente cilindrico è disposto scorrevole all'interno di una cavità dell'elemento centrale, in modo che per effetto di uno scorrimento relativo dell'elemento otturatore e
30 dell'elemento centrale vari l'ampiezza della porzione di gola definita tra l'elemento otturatore e la superficie periferica, e vari la riduzione della pressione del fluido almeno parzialmente allo stato gassoso.

Gli scopi sopra indicati sono altresì raggiunti da un metodo per compiere una liquefazione parziale/ulteriore di un fluido almeno parzialmente allo stato gassoso disponibile ad una pressione predeterminata mediante espansione secondo
5 Joule-Thomson, il metodo comprendendo le fasi di:

— predisposizione di una valvola di laminazione avente una luce di ingresso, una luce di uscita ed una via di passaggio tra la luce di ingresso e la luce di uscita;

la valvola di laminazione comprendendo:

10 — una porzione tubolare di ingresso atta a ricevere un fluido almeno parzialmente allo stato gassoso ad una pressione predeterminata, la porzione tubolare di ingresso avendo detta luce di ingresso, una superficie di ingresso costituita dalla superficie interna della
15 porzione tubolare di ingresso, un asse longitudinale ed una sezione trasversale generalmente decrescente a partire dalla luce di ingresso;

— una porzione tubolare di espansione ed uscita per il fluido almeno parzialmente allo stato gassoso;

20 — una porzione tubolare di gola tra la porzione tubolare di ingresso e la porzione tubolare di espansione ed uscita, in modo che le porzioni tubolari formino una via di passaggio per il fluido almeno parzialmente allo stato gassoso;

25 — un elemento otturatore, disposto nella porzione di gola, atto a causare una laminazione e una conseguente riduzione della pressione, forte raffreddamento e liquefazione parziale del fluido almeno parzialmente allo stato gassoso;

30 la cui caratteristica è che nella porzione di ingresso della valvola sono previsti mezzi per orientare il fluido almeno parzialmente allo stato gassoso secondo una direzione di flusso generalmente inclinata rispetto all'asse longitudinale, in modo da ridurre gli attriti

tra il fluido almeno parzialmente allo stato gassoso al passaggio in detta porzione di gola in corrispondenza di detto otturatore, in particolare detti mezzi per orientare essendo atti a far assumere al fluido un moto elicoidale in modo che su detto fluido almeno parzialmente allo stato gassoso agisca una forza centrifuga e si verifichi una trasformazione di un'energia di pressione in energia cinetica associata al moto elicoidale,

— alimentazione di detto fluido almeno parzialmente allo stato gassoso alla pressione predeterminata nella valvola di laminazione attraverso la luce di ingresso;

in cui nella via di passaggio ha luogo un'espansione ed un raffreddamento del fluido almeno parzialmente allo stato gassoso, in modo tale che il fluido almeno parzialmente allo stato gassoso formi una frazione gassosa ed una frazione liquida secondo rapporti reciproci dipendenti dal raffreddamento, a parità di condizioni iniziali del fluido almeno parzialmente allo stato gassoso.

Poiché la valvola sopra descritta permette di realizzare espansioni con irreversibilità minori rispetto a quanto si verifica nelle valvole di laminazione di tipo noto,, a parità di condizioni in ingresso e di salto di pressione tra ingresso ed uscita della valvola si ottiene un maggior decremento di temperatura e, di conseguenza, viene ottenuta ossia recuperata una maggiore quantità di liquido rispetto a quanto possibile con le valvole della tecnica nota.

In particolare, è prevista una fase di predisposizione di una camera di separazione a valle della luce di uscita, ed una fase di separazione delle frazioni liquida e gassosa in rispettive correnti.

Il fluido disponibile ad una pressione predeterminata può essere un gas contenente metano ed almeno un idrocarburo con due o più atomi di carbonio, e la frazione liquida

contiene l'almeno un idrocarburo con due o più atomi di carbonio. In questo caso, la trasformazione decorre con una migliore efficienza di separazione di fase tra fase gassosa e fase liquida di tale almeno un idrocarburo con due o più
5 atomi di carbonio; in particolare, nel caso di un gas naturale prelevato da un pozzo o da un gasdotto, o di un gas di raffineria in pressione, è possibile ottenere una migliore efficienza di separazione di idrocarburi come etano e, in particolare, butano e propano.

10 Vantaggiosamente, la pressione predeterminata è compresa tra 15 e 300 bar, in particolare tra 35 e 130 bar. In quest'ultimo caso, la pressione di uscita può essere compresa, tra 3 e 30 bar e la temperatura alla quale viene resa la miscela bifase gas-liquido può essere compresa tra
15 +5°C e -80°C. L'uso della valvola secondo l'invenzione risulta vantaggioso anche in caso di temperature di uscita relativamente alte, in particolare superiori a -45°C; per pressioni in ingresso relativamente basse e/o salti di pressione limitatamente bassi è comunque svantaggioso
20 utilizzare macchine costose come i turboespansori convenzionali, mentre l'uso di questi ultimi è praticamente impossibile in presenza di quantità rilevanti di umidità, ovvero con punto di rugiada riferito all'acqua relativamente elevato, in particolare superiore a -45°C.

25 Detto gas può contenere una quantità predeterminata di un componente atto a causare la formazione di un solido nel fluido almeno parzialmente allo stato gassoso quando questa viene raffreddata ad una temperatura inferiore ad una temperatura di formazione del solido, e il raffreddamento
30 decorre fino alla temperatura di formazione.

Il componente atto a causare la formazione di un solido può essere acqua e il solido può essere ghiaccio e/o un composto derivante da una combinazione dell'acqua con un componente del gas, ad esempio un idrato. In particolare,

l'acqua presente nel gas può raggiungere la saturazione oppure concentrazioni fino a 105÷145 ppm volume, che sono i valori di specifica di vendita tipici per gas in aree calde come i paesi del Sud-Est asiatico, oppure di 20÷60 ppm volume, che sono i valori di specifica di vendita tipici per gas in aree più fredde come i paesi dell'Europa settentrionale, oppure essere praticamente assente, cioè avere una concentrazione inferiore a 1 ppm in volume, nel casi di gas essiccati con setacci molecolari.

Il tempo di residenza del gas all'interno della via di passaggio della valvola è abbastanza breve da non permettere l'accrescimento dei nuclei di ghiaccio o di idrati solidi che si formano con l'abbassamento di temperatura; pertanto la valvola secondo l'invenzione permette di trattare gas naturale umido, ossia con acqua anche fino al valore di saturazione nelle condizioni di alimentazione, senza che sia necessaria una deumidificazione preliminare spinta, come avviene ad esempio nel caso dei turboespansori.

La via di passaggio, inoltre, prevede luci di passaggio che permettono il transito delle particelle solide, in particolare di ghiaccio e idrati formati per combinazione di acqua ed idrocarburi, senza sostanziali rischi di ostruzione e danni alla valvola, priva di parti in movimento.

Vantaggiosamente, prima della fase di alimentazione è prevista una fase di preraffreddamento del fluido almeno parzialmente allo stato gassoso. Preferibilmente, la fase di preraffreddamento del fluido almeno parzialmente allo stato gassoso avviene per scambio termico con almeno una delle frazioni che sono state già separate dal fluido almeno parzialmente allo stato gassoso mediante uno scambiatore, ad esempio uno scambiatore controcorrente.

Vantaggiosamente, prima della fase di alimentazione è prevista una fase di separazione di eventuale liquido

formato dopo lo scambio termico dovuto al parziale preraffreddamento.

Il fluido almeno parzialmente allo stato gassoso disponibile ad una pressione predeterminata può anche essere
5 una miscela gassosa contenente metano ed idrogeno. Tale miscela gassosa può provenire da impianti di raffineria, di petrolchimica e/o di sintesi dell'Idrogeno da steam-reforming di idrocarburi e miscele come metano, GPL, nafte leggere, da impianti di produzione di etilene per steam-
10 cracking, in genere come gas di coda, in cui si può recuperare idrogeno in quantità e qualità vantaggiosamente accettabili. Per ottenere una qualità minima dell'idrogeno ottenuto per separazione criogenica delle frazioni più pesanti, si aumenta normalmente il cosiddetto riciclo Linde,
15 formato essenzialmente da metano liquido che viene espanso attraverso una valvola Joule-Thomson da 30 a 4÷5 bar relativi, unendo a tale riciclo una parte dell'idrogeno gassoso, che si espande quindi anch'esso tra tali pressioni. La valvola secondo l'invenzione, ossia una parzialmente
20 isoentropica, limita sensibilmente tale riciclo Linde, in particolare la corrente di idrogeno espanso.

In tal modo è possibile recuperare idrogeno, che ha un potere calorifico 2,5÷3 volte superiore a quello del gas combustibile, e che può in ogni caso avere impieghi più
25 redditizi che non la produzione di energia per via termica. Ad esempio, limitandosi ad un contesto di raffineria, l'idrogeno può essere utilizzato per desolforare combustibili liquidi come benzine o gasoli.

Gli scopi sopra indicati sono altresì raggiunti da un
30 apparato per compiere una liquefazione parziale/ulteriore di un fluido almeno parzialmente allo stato gassoso disponibile ad una pressione predeterminata mediante espansione secondo Joule-Thomson, l'apparato essendo provvisto di:

— una valvola di laminazione avente una luce di ingresso,

una luce di uscita ed una via di passaggio tra la luce di ingresso e la luce di uscita,

la valvola di laminazione comprendendo:

- 5 — una porzione tubolare di ingresso atta a ricevere un fluido almeno parzialmente allo stato gassoso ad una pressione predeterminata, la porzione tubolare di ingresso avendo detta luce di ingresso, una superficie di ingresso costituita dalla superficie interna della porzione tubolare di ingresso, un asse longitudinale ed
- 10 una sezione trasversale generalmente decrescente a partire dalla luce di ingresso;
- una porzione tubolare di espansione ed uscita per il fluido almeno parzialmente allo stato gassoso;
- 15 — una porzione tubolare di gola tra la porzione tubolare di ingresso e la porzione tubolare di espansione ed uscita, in modo che le porzioni tubolari formino una via di passaggio per il fluido almeno parzialmente allo stato gassoso;
- 20 — un elemento otturatore, disposto nella porzione di gola, atto a causare una laminazione e una conseguente riduzione della pressione, forte raffreddamento e liquefazione parziale della miscela almeno parzialmente allo stato gassoso;
- 25 la cui caratteristica è che nella porzione di ingresso della valvola sono previsti mezzi per orientare il fluido almeno parzialmente allo stato gassoso secondo una direzione di flusso generalmente inclinata rispetto all'asse longitudinale, in modo da ridurre gli attriti tra il fluido almeno parzialmente allo stato gassoso al
- 30 passaggio in detta porzione di gola in corrispondenza di detto otturatore, in particolare detti mezzi per orientare essendo atti a far assumere al fluido un moto elicoidale in modo che su detto fluido almeno parzialmente allo stato gassoso agisca una forza

centrifuga e si verifichi una trasformazione di un'energia di pressione in energia cinetica associata al moto elicoidale,

— mezzi per alimentare detto fluido almeno parzialmente
5 allo stato gassoso alla pressione predeterminata nella valvola di laminazione attraverso la luce di ingresso; in modo che alimentando detto fluido almeno parzialmente allo stato gassoso nella valvola di laminazione nella via di passaggio abbia luogo un'espansione ed un raffreddamento del
10 fluido almeno parzialmente allo stato gassoso, e che il fluido almeno parzialmente allo stato gassoso formi una frazione gassosa ed una frazione liquida secondo rapporti reciproci dipendenti dal raffreddamento.

In particolare, l'apparato è atto a ricevere un gas
15 idrocarburico contenente metano ed almeno un idrocarburo a due o più atomi di carbonio ad una pressione predeterminata, in modo che alimentando l'apparato con il gas idrocarburico, l'almeno un idrocarburo a due o più atomi di carbonio venga separato almeno parzialmente dal gas idrocarburico.

20 Vantaggiosamente, l'apparato comprende mezzi di separazione, in particolare una camera di separazione, a valle della luce di uscita della valvola di laminazione, in modo che la frazione liquida e la frazione gassosa si separino in rispettive correnti.

25 Vantaggiosamente, l'apparato prevede mezzi di preraffreddamento del fluido almeno parzialmente allo stato gassoso, disposti a monte della luce di ingresso della valvola di alimentazione.

Preferibilmente, i mezzi di preraffreddamento
30 comprendono uno scambiatore atto a convogliare, ad esempio in controcorrente, almeno una delle frazioni separate. In particolare, sono previsti due scambiatori in controcorrente, in uno dei quale fluisce una parte della miscela in controcorrente con la frazione liquida separata,

e nell'altro dei quali fluisce l'altra parte della miscela in controcorrente con la frazione liquida separata.

Breve descrizione dei disegni

L'invenzione verrà di seguito illustrata con la
5 descrizione di una sua forma realizzativa, fatta a titolo
esemplificativo e non limitativo, con riferimento ai disegni
annessi, in cui:

- la figura 1 è uno schema di un processo per recuperare
10 idrocarburi a due o più atomi di carbonio da un gas
combustibile umido contenente metano;
- la figura 2 è una vista in sezione di una valvola di
laminazione per effettuare un'espansione del gas, secondo
una forma realizzativa dell'invenzione;
- la figura 3 è una vista in sezione di una valvola di
15 laminazione per effettuare un'espansione del gas, secondo
un'altra forma realizzativa dell'invenzione
- la figura 4 è una vista assonometrica di un elemento
centrale della via di passaggio della valvola di laminazione
di figura 3;
- 20 - la figura 5 è una vista assonometrica di un elemento
otturatore della valvola di laminazione di figura 3;
- la figura 6 mostra un assieme in cui l'elemento centrale
di figura 4 e l'elemento otturatore di figura 5 sono
disposti scorrevoli l'uno rispetto all'altro;
- 25 - la figura 7 mostra schematicamente l'andamento dei
filetti fluidi del gas durante un'espansione attraverso la
valvola di laminazione di figura 4;
- le figure 8', 8'' sono viste esplosa di varianti
realizzative della valvola di laminazione secondo
30 l'invenzione, in particolare la figura 8' si riferisce alla
variante di figura 3;
- la figura 9 è una vista assonometrica del corpo valvola
della valvola di figura 8;

- la figura 10 è una vista assonometrica di un elemento centrale a ogiva della via di passaggio della valvola di laminazione secondo la variante realizzativa di figura 8";
- la figura 11 è una vista assonometrica di un elemento di
5 bloccaggio dell'elemento centrale a ogiva di figura 10.

Descrizione di una forma realizzativa preferita

Con riferimento alla figura 2, viene descritta una prima forma realizzativa della valvola di laminazione 30 per gas, o più in generale per un fluido almeno parzialmente allo
10 stato gassoso, secondo l'invenzione. La valvola di laminazione 30 comprende un corpo-valvola 30' all'interno del quale è ricavata una via di passaggio 33. La via di passaggio 33 comprende una porzione tubolare di ingresso 31 atta a ricevere una corrente 3 di un fluido almeno
15 parzialmente allo stato gassoso, disponibile ad una pressione predeterminata P_1 . La porzione tubolare di ingresso 31 ha una luce di ingresso 31', un asse longitudinale 32 ed una sezione trasversale non crescente a partire dalla luce di ingresso 31'; nella porzione di
20 ingresso 31 sono inoltre previsti mezzi 34 per orientare la corrente 3 conferendole una direzione di flusso, in specie una pluralità di direzioni di flusso 35, che sono inclinate rispetto all'asse longitudinale 32; nell'esempio in figura le direzioni 35 sono variabili lungo la porzione di ingresso
25 31, cioè variano al progredire della corrente 3 nella porzione di ingresso 31 in modo tale da ridurre gli attriti tra la corrente 3 e la via di passaggio 33. Nella rappresentazione di figura 2 la porzione tubolare di ingresso ha una forma tronco-conica, ma può avere una
30 qualsiasi forma in cui la sezione trasversale diminuisce o comunque non aumenta a partire dalla luce di ingresso 31', ossia nella direzione di avanzamento della corrente 3. La superficie di ingresso, costituita dalla superficie interna

della porzione tubolare di ingresso 31, definisce lo sviluppo delle porzioni di canali secondo cui la corrente 3 è indotta a orientarsi dai mezzi deviatori 34. A valle della porzione di ingresso 31 della valvola di laminazione 30 vi è
5 una porzione tubolare di gola 65, in cui è disposto un elemento otturatore 60 mobile all'interno di detta porzione di gola 65, in modo da variare la sezione di una gola 65'; attraversando la porzione di gola 65, la corrente 3 subisce una perdita di pressione, trasformandosi in una corrente 3'
10 di fluido almeno parzialmente allo stato gassoso ad una pressione P_2 inferiore alla pressione P_1 alla quale viene alimentata la corrente 3.

La forma dei deviatori 34, collaborando con la riduzione della sezione di passaggio 33, in particolare nella porzione
15 di gola 65, e quindi con la riduzione della pressione, tende a conferire al flusso una componente centrifuga, ed un moto di avanzamento sostanzialmente elicoidale del flusso attraverso la gola 65' lasciata libera dall'otturatore 60.

La pressione P_1 , alla quale viene alimentata la corrente
20 3, è superiore alla pressione alla quale la corrente 3' lascia la porzione di gola 65, essendovi un parziale recupero di pressione a scapito dell'energia cinetica nella zona di uscita 66. La caduta di pressione $\Delta P = P_2 - P_1$ dipende in generale dalla pressione P_1 , alla quale è disponibile la
25 corrente 3, e dalla portata della corrente 3. Nel caso di una corrente di un gas, in cui è assente la fase liquida, tale depressione può causare una parziale liquefazione del gas, pertanto la corrente 3 può dare luogo ad una miscela almeno bifase in cui è presente una fase liquida. Più
30 precisamente, è possibile che la caduta di pressione ΔP e la conseguente caduta di temperatura ΔT , secondo l'effetto Joule-Thomson, portino il gas in una condizione di pressione e temperatura in cui è termodinamicamente stabile un sistema liquido-vapore, per cui la corrente 3' a valle della

porzione di gola 65, cioè a valle dell'elemento otturatore 60, è una corrente multifase in cui almeno una delle fasi è una fase liquida, anche se la fase liquida è assente nella corrente 3. A valle dell'elemento otturatore 60 e della
5 porzione di gola 65 è prevista una porzione tubolare di espansione e di uscita 66 per la corrente 3' che si trasforma nella corrente 4.

Sempre con riferimento alla figura 2, i mezzi deviatori comprendono una pluralità di setti 34 solidali alla
10 superficie periferica 36 della porzione di ingresso 31, che costituisce una superficie di collegamento dei setti 34 di collegamento 36. Tali setti 34 definiscono una pluralità di canali disposti lungo la superficie interna periferica 36. I canali hanno un andamento elicoidale, ossia sono disposti
15 secondo rispettive spirali contigue sulla superficie periferica 36.

Vantaggiosamente, la sezione della gola 65' è comunque non nulla, in modo tale da permettere comunque il passaggio di eventuali corpi solidi.

20 In un'altra forma realizzativa, rappresentata in figura 3, la porzione di ingresso 31 della via di passaggio 33 è una camera anulare, a sezione trasversale variabile, definita tra una superficie centrale 42 ed una superficie periferica 92. Anche in questo caso i mezzi per orientare la
25 corrente 3 sono forniti da setti 41 solidali ad una superficie di collegamento, che in questo caso non è la superficie periferica 92 della porzione di ingresso 31, come in figura 2, ma la superficie centrale 42 della porzione di ingresso 31. La superficie 42 è fornita da un elemento a
30 ogiva 40, mostrato più in dettaglio in figura 4, avente un asse 50 coincidente con l'asse 32, in altre parole l'elemento a ogiva 40 occupa una porzione centrale del corpo valvola 30' definendo una parte della via di passaggio 33 della valvola 30. L'elemento a ogiva 40 è mantenuto fisso

all'interno del corpo valvola 30' da un perno 38 che impegna i fori passanti 38', 38" del corpo valvola 30', nonché un foro passante attraverso l'elemento centrale a ogiva 40. L'elemento centrale a ogiva 40 presenta, in corrispondenza
5 della estremità 44 opposta all'estremità disposta verso la luce di ingresso 31', una cavità 43 che fornisce una sede di scorrimento per un elemento otturatore 60, sostanzialmente cilindrico, mostrato nelle figure 5 e 6.

In particolare, la figura 5 mostra l'elemento otturatore
10 montato coassialmente con l'elemento a ogiva 40. L'elemento otturatore 60 ha una pluralità di fori 61 tra la propria superficie cilindrica esterna 62 e la superficie cilindrica interna 63, che hanno preferibilmente una direzione che si discosta da quella radiale, in particolare si tratta di una
15 direzione sostanzialmente tangente alla superficie 62/63 del corpo otturatore. Tali fori 61 sono disposti, preferibilmente tutti, con la luce di ingresso sulla superficie 62 in corrispondenza, ossia sulla stessa generatrice su cui cadono i canali 46 della porzione di
20 ingresso 31, definiti sull'ogiva 40 dai setti 41. Come mostra la figura 7, in questo modo, una porzione della corrente che lascia ciascuno dei canali 46 percorre un rispettivo foro 61 dell'elemento otturatore assumendo gradualmente una nuova direzione sostanzialmente elicoidale
25 47 che viene mantenuta in una cavità 64 interna all'elemento otturatore e/o nella porzione di uscita 66 della valvola (vedi anche figura 3).

Per effetto di uno scorrimento relativo dell'elemento otturatore 60 e dell'elemento centrale 40 varia l'ampiezza
30 della porzione di gola 65 definita tra l'elemento otturatore 60 e la superficie periferica 92, in particolare varia la sezione della gola multipla definita nei fori 61, che hanno rispettive luci di uscita che vengono tagliate dall'elemento otturatore 60, In tal modo è possibile regolare la caduta di

pressione $\Delta P = P_2 - P_1$ e/o la portata della corrente 3-3'. La figura 8' è una vista esplosa della valvola 30 secondo la forma realizzativa di figura 3; oltre ai componenti e particolari sopra descritti, è visibile una ghiera 70, la cui superficie interna 72 forma una superficie periferica della porzione di ingresso 31 della via di passaggio 33 della valvola 30 (figura 3).

La figura 8'' è una vista esplosa analoga alla vista di figura 8', in cui è mostrata un'altra variante realizzativa della valvola 30, in cui i setti 91,71 che definiscono i canali elicoidali della porzione di ingresso 31 sono solidali alla superficie periferica formata dalla superficie interna 92 del corpo valvola 30' e dalla superficie interna 72 della ghiera 70. Per il dettaglio delle varianti realizzative del corpo valvola 30', dell'elemento a ogiva 80 e della ghiera 70, corrispondenti alla variante realizzativa della valvola di figura 8'', si vedano, nell'ordine, le figure 9, 10 e 11.

In particolare, in figura 10 l'elemento a ogiva 80 presenta delle scanalature 81 che formano delle sedi in cui, al montaggio, vengono alloggiati i setti 71 e 91 in modo da garantire una sostanziale tenuta tra canali contigui definiti da tali setti nella camera anulare definita tra la superficie periferica 72,92 e la superficie centrale 82.

In figura 9 sono visibili, e indicati con il medesimo numero, i particolari citati descrivendo la variante realizzativa di figura 8''. È inoltre visibile uno spallamento ossia una superficie trasversale 97 con cui, al montaggio, viene ad impegnarsi a battuta la superficie trasversale 77 corrispondente della ghiera 70, mostrata in figura 11. Sono altresì visibili le flange di estremità 95' e 95'' del corpo valvola 30', provviste di fori filettati ciechi 95 per l'accoppiamento con rispettive flange di tubazioni collegate.

Nelle forme realizzative rappresentate, tutti i setti 41,71,91 sono solidali ad una medesima superficie di collegamento 42,72,92, centrale o periferica, tuttavia è possibile realizzare una variante in cui alcuni setti sono
5 solidali con la superficie centrale 42 ed altri con una superficie periferica 72,92.

Con riferimento alla figura 1, in parte già descritta assieme alla tecnica nota, viene descritto un metodo ed un
apparato 100 per compiere una liquefazione
10 parziale/ulteriore di una corrente 2 di un fluido almeno parzialmente allo stato gassoso disponibile alla pressione predeterminata P_1 , in particolare per causare una liquefazione parziale di una corrente 2 di un fluido che non
contiene fasi liquide. La corrente 2 può essere un gas
15 contenente prevalentemente metano come un gas naturale proveniente da un gasdotto o da un giacimento di gas naturale o di gas naturale e petrolio, o un gas di raffineria. La pressione P_1 può variare tra le decine e le
centinaia di atmosfere, in particolare tra 15 e 300 bar, più
20 in particolare tra 35 e 130 bar. La corrente 2 subisce una grossolana separazione per gravità di impurezze 8, tipicamente particolato solido e/o liquido, in un separatore a ciclone o equivalente 13, quindi viene suddivisa in due
correnti 2' e 2'' le quali subiscono rispettivi
25 preraffreddamenti in rispettivi scambiatori di calore a superficie 14' e 14'' prima di essere riunite per formare la corrente 3 sostanzialmente alla stessa pressione P_1 della corrente 2 ma ad una inferiore T_1' inferiore alla
temperatura T_1 della corrente 2.

30 La corrente 3 viene alimentata alla valvola di laminazione 30 secondo l'invenzione, sopra descritta nelle sue possibili varianti realizzative, dove subisce le trasformazioni pure sopra descritte, restituendo una corrente almeno parzialmente allo stato gassoso 4 alla

pressione P_2 ed alla temperatura T_2 , rispettivamente inferiori ai valori P_1 e T_1' riferiti alla corrente 3 in ingresso alla valvola 30.

La corrente 4 passa in una camera di espansione o di
5 separazione 16 in cui si separa una frazione liquida 5, preferibilmente raccolta in un battente H soggetto ad un loop di regolazione, non rappresentato, ed una frazione gassosa 6, secondo rapporti reciproci dipendenti dalla caduta di pressione e di temperatura, ossia dei valori P_2 , T_2
10 di pressione e temperatura realizzati in uscita alla valvola di laminazione 30. Per valori di pressione compresi tra 3 e 130 bar., la pressione di uscita P_2 può essere compresa, tra 3 e 30 bar e la temperatura T_2 può essere compresa tra $+5^\circ\text{C}$ e -80°C .

15 Nel caso di un gas naturale, o più in generale dei tipi di gas assimilabili, sopra indicati, comprendenti prevalentemente metano ed almeno un idrocarburo con un numero superiore di atomi di carbonio o C_{2+} , la frazione liquida 5 è sostanzialmente formata da tale o tali C_{2+} con
20 una composizione, rispetto al contenuto di C_{2+} della corrente 3, anch'essa dipendente dalle condizioni di pressione e temperatura P_2 , T_2 realizzate all'uscita della valvola 30. La frazione liquida 5 viene prelevata attraverso una pompa 17, e destinata ad uno stoccaggio o ad un
25 dispositivo utilizzatore, non rappresentato. La frazione liquida 5, disponibile alla temperatura T_2 in uscita dalla valvola Joule-Thomson 30, viene inoltre utilizzata come fluido refrigerante nello scambiatore 14" in cui viene avviene il preraffreddamento della porzione 2" della
30 corrente 2.

Sempre nel caso di un gas naturale o dei gas assimilabili, la frazione gassosa 6 comprende in massima parte metano e residui di idrocarburi superiori C_{2+} . Le quantità residue di C_{2+} sono abbastanza piccole da poter

essere convenientemente avviate alla combustione assieme al metano; il recupero anche dei residui di C2+ nella fase liquida 5 richiederebbe infatti una separazione più spinta di quella realizzata via effetto Joule-Thomson nella valvola 30, e sarebbe realizzabile con delicati e costosi dispositivi di espansione, come turboespansori, il cui uso presuppone onerose operazioni di disidratazione del gas, nella maggior parte dei casi non giustificabili alla luce degli effettivi benefici che possono derivare dal recupero dei residui di C2+.

La valvola 30 secondo l'invenzione può operare infatti anche se nella corrente 2, e poi nella corrente 3, è presente una quantità significativa di un componente atto a causare la formazione di un solido nella corrente quando questa viene raffreddata ad una certa temperatura. Ad esempio, la valvola 30 può trattare una corrente di idrocarburi prevalentemente allo stato gassoso come gas naturale ed affini, in cui è presente acqua in quantità superiori a 2÷3 ppm, che è un valore di riferimento massimo ammissibile di gas alimentabile in turboespansori, ed anche fino ai valori di saturazione, compresi tra 50 e 200 ppm a seconda della temperatura alla quale il gas è disponibile, per espansioni/raffreddamenti fino a oltre -80°C. In tali condizioni si formano apprezzabili quantità di ghiaccio e idrati degli idrocarburi, che possono transitare attraverso la via di passaggio 33 della valvola 30 grazie all'ampiezza delle luci di passaggio garantita dai mezzi 34 per orientare il flusso e dagli altri componenti della valvola.

La frazione liquida 6, disponibile alla temperatura T₂ ottenuta per effetto Joule-Thomson nella valvola 30, viene utilizzata come fluido refrigerante nello scambiatore 14' in cui viene preraffreddata la porzione 2' della corrente 2. Successivamente, la frazione gassosa 6 subisce in un compressore 28 una compressione ad una pressione P₃, per

realizzare un trasporto vantaggioso della frazione gassosa 7 dall'apparato 100 ad un sito di stoccaggio e/o utilizzo, non rappresentato.

In figura 12 è mostrata schematicamente un'applicazione
5 del metodo secondo l'invenzione al caso di espansione di una corrente 51, proveniente da un'unità di demetanazione. La corrente 51 è una miscela bifase comprendente idrogeno e metano, alla pressione P_4 di 30÷35 bar relativi, e ad un temperatura T_4 di circa 160°C. La corrente 51 viene separata
10 inviata in un separatore 58 che restituisce una corrente liquida 52 sostanzialmente di metano ed una corrente gassosa 53 sostanzialmente di idrogeno. Il metano 52 viene espanso e parzialmente vaporizzato nella valvola di laminazione 56 secondo l'invenzione, formando una corrente di metano 54
15 alla pressione P_5 della rete di gas combustibile cui il metano 52 è destinato. L'idrogeno 53 viene suddiviso in una prima quota 53' destinata ad uno stoccaggio o a un utilizzo, non rappresentato, e in una seconda quota 53'' che viene espansa e raffreddata per effetto Joule-Thomson in
20 un'ulteriore valvola di laminazione 55 secondo l'invenzione, e poi unita al metano 54 per formare una corrente di gas combustibile 54'. L'uso delle valvole 55,56 secondo l'invenzione consente espansioni che approssimano sensibilmente espansioni isoentropiche reversibili tra le
25 medesime pressioni di inizio e fine espansione, permettendo di raggiungere temperature di fine espansione particolarmente basse. Ciò permette, in particolare, di espandere una portata di idrogeno 53'' inferiore, e di adottare quindi una valvola di regolazione della pressione
30 55, e linee collegate, di dimensione nominale inferiore. Da un altro punto di vista, grazie alle minori irreversibilità consentite dalle valvole di laminazione 55,56, secondo l'invenzione, rispetto alle valvole di tipo noto, le correnti 53', 54' hanno temperature inferiori; la corrente

51 in alimentazione al separatore 50 potrà quindi essere raffreddata in modo più efficace in uno scambiatore 59, con una maggiore efficienza globale del processo.

La descrizione di cui sopra di una forma realizzativa
5 del metodo e dell'apparato secondo l'invenzione, e delle
modalità di utilizzo dell'apparato, è in grado di mostrare
l'invenzione dal punto di vista concettuale in modo che
altri, utilizzando la tecnica nota, potranno modificare e/o
adattare in varie applicazioni tale forma realizzativa
10 specifica senza ulteriori ricerche e senza allontanarsi dal
concetto inventivo, e, quindi, si intende che tali
adattamenti e modifiche saranno considerabili come
equivalenti della forma realizzativa specifica. I mezzi e i
materiali per realizzare le varie funzioni descritte
15 potranno essere di varia natura senza per questo uscire
dall'ambito dell'invenzione. Si intende che le espressioni o
la terminologia utilizzate hanno scopo puramente descrittivo
e per questo non limitativo.

p.p. SIME S.r.l.

RIVENDICAZIONI

1. Una valvola di laminazione (30) per un fluido almeno parzialmente allo stato gassoso (3) comprendente:
- 5 — una porzione tubolare di ingresso (31) atta a ricevere una detto fluido almeno parzialmente allo stato gassoso (3) ad una pressione predeterminata (P_1), detta porzione tubolare di ingresso (31) avendo una luce di ingresso (31'), una superficie di ingresso costituita dalla superficie interna di detta porzione tubolare di
- 10 ingresso (31), un asse longitudinale (32) ed una sezione trasversale generalmente decrescente a partire da detta luce di ingresso (31');
- una porzione tubolare di espansione ed uscita (66) per detto fluido almeno parzialmente allo stato gassoso;
- 15 — una porzione tubolare di gola (65) tra detta porzione tubolare di ingresso (31) e detta porzione tubolare di espansione ed uscita (66), in modo che dette porzioni tubolari (31,65,66) formino una via di passaggio (33) per detto fluido almeno parzialmente allo
- 20 stato gassoso (2,3);
- un elemento otturatore (60) disposto in detta porzione di gola (65) atto a causare una laminazione e una conseguente riduzione di pressione, un forte raffreddamento e una liquefazione parziale di detta
- 25 miscela almeno parzialmente allo stato gassoso (2,3);
- caratterizzata dal fatto che** in detta porzione di ingresso (31) sono previsti mezzi (34) per orientare detto fluido almeno parzialmente allo stato gassoso (3) secondo una direzione di flusso (35) generalmente
- 30 inclinata rispetto a detto asse longitudinale (32), in modo da ridurre gli attriti tra detto fluido almeno parzialmente allo stato gassoso (3) al passaggio in detta porzione di gola (65) in corrispondenza di detto

elemento otturatore (60), in particolare detti mezzi per orientare (34) essendo atti a far assumere a detto fluido almeno parzialmente allo stato gassoso (3) un moto elicoidale in modo che su detto fluido almeno parzialmente allo stato gassoso agisca una forza centrifuga e si verifichi una trasformazione di un'energia di pressione in energia cinetica associata a detto moto elicoidale.

2. Una valvola di laminazione (30) come da rivendicazione 1, in cui detti mezzi per orientare detto fluido almeno parzialmente allo stato gassoso (3) comprendono canali (34) disposti lungo detta superficie interna (42,72,92) di detta porzione di ingresso (31).

3. Una valvola di laminazione (30) come da rivendicazione 2, in cui detta porzione di ingresso (31) comprende una porzione centrale avente una superficie centrale (42,82) in modo da definire un passaggio anulare, detti canali essendo definiti da una pluralità di setti (34,41,71,91) disposti orientati secondo detta direzione di flusso lungo detta camera anulare, in particolare ciascuno di detti setti (41,71,91) essendo solidale ad una rispettiva superficie di collegamento scelta tra detta superficie centrale (42) e una superficie periferica (72,92) di detta camera anulare, in particolare, detta rispettiva superficie di collegamento (42,73,92) essendo la medesima per tutti detti setti (41,71,91), in cui, in particolare, detti canali hanno un andamento elicoidale, ossia sono disposti secondo rispettive spirali contigue su detta superficie di collegamento (42,72,92).

4. Una valvola di laminazione (30) come da rivendicazione 3, in cui ciascuno di detti setti (41,71,91) è

alloggiato in uso in una rispettiva sede (81) realizzata su una superficie (82) di detta camera opposta a detta rispettiva superficie di collegamento (72,92), in modo da garantire una tenuta tra canali contigui (34) di detta pluralità di canali (34).

5
10
15
20
25
30

5. Una valvola di laminazione (30) come da rivendicazione 3, in cui detta superficie centrale (42,82) comprende una superficie di un elemento centrale avente forma di un solido di rotazione, in particolare di un elemento a ogiva (40,80) disposto fisso all'interno di detta porzione di ingresso (31), detto elemento a ogiva avendo un asse (48,88) preferibilmente disposto coincidente con detto asse longitudinale (32) di detta porzione di ingresso (31).

15
20
25
30

6. Una valvola di laminazione (30) come da rivendicazione 5, in cui detto elemento otturatore (60) è un corpo sostanzialmente cilindrico cavo unito coassialmente ad una estremità (44,84) di detto elemento centrale (40,80) opposta a detta luce di ingresso (31') di detta porzione d'ingresso, detto corpo cilindrico cavo avendo una pluralità di fori (61) tra una superficie cilindrica esterna (62) ed una superficie cilindrica interna (63), almeno una parte di detti fori (61) essendo disposta in corrispondenza di canali (34) scelti tra detti canali di detta porzione di ingresso (31), in modo che una porzione di detto fluido almeno parzialmente allo stato gassoso (3) che lascia uno di detti canali (34) entri e percorra un rispettivo foro (61) di detto elemento otturatore (60) assumendo gradualmente una direzione sostanzialmente elicoidale che viene mantenuta in una cavità interna (64) di detto elemento otturatore (60) e/o in detta porzione di uscita (66) di detta valvola.

7. Un metodo per compiere una liquefazione parziale di un

fluido almeno parzialmente allo stato gassoso disponibile ad una pressione predeterminata (P_1) mediante espansione secondo Joule-Thomson, detto metodo comprendendo le fasi di:

5 — predisposizione di una valvola di laminazione (30) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 1 alla 6;

— alimentazione di detto fluido almeno parzialmente allo stato gassoso (3) a detta pressione predeterminata
10 in detta valvola di laminazione (30) attraverso detta luce di ingresso (31');
in cui in detta via di passaggio (33) di detta valvola di laminazione (30) ha luogo un'espansione ed un raffreddamento di detto fluido almeno parzialmente allo

15 stato gassoso (3), in modo tale che detto fluido almeno parzialmente allo stato gassoso (3) formi una frazione gassosa (6) ed una frazione liquida (5) secondo rapporti reciproci dipendenti da detto raffreddamento.

8. Un metodo come da rivendicazione 7, in cui detto fluido
20 almeno parzialmente allo stato gassoso (3) è un gas contenente metano ed almeno un idrocarburo con due o più atomi di carbonio, e detta frazione liquida (5) contiene detto almeno un idrocarburo con due o più atomi di carbonio.

25 9. Un metodo come da rivendicazione 7, in cui detto fluido almeno parzialmente allo stato gassoso (3) è un gas (51) contenente metano ed idrogeno.

10. Un apparato (100) per compiere una liquefazione parziale di un fluido almeno parzialmente allo stato gassoso (2)
30 disponibile ad una pressione predeterminata mediante espansione secondo Joule-Thomson, detto apparato comprendendo:

— una valvola di laminazione (30) secondo una

qualsiasi delle rivendicazioni dalla 1 alla 6;

— mezzi per alimentare detto fluido almeno parzialmente allo stato gassoso a detta pressione predeterminata in detta valvola di laminazione (30) attraverso detta luce di ingresso (31');
5

in modo che alimentando detto fluido almeno parzialmente allo stato gassoso (3) in detta valvola di laminazione (30), in detta via di passaggio (33) abbia luogo un'espansione ed un raffreddamento di detto fluido almeno parzialmente allo stato gassoso (3), e che detto fluido almeno parzialmente allo stato gassoso formi una frazione gassosa ed una frazione liquida secondo rapporti reciproci dipendenti dal raffreddamento,
10

in particolare, detto apparato (100) essendo atto a ricevere ad una pressione predeterminata P_1 un gas (3) contenente metano ed almeno un idrocarburo a due o più atomi di carbonio, in modo che alimentando detto apparato (100) con detto gas (3), detto almeno un idrocarburo a due o più atomi di carbonio venga separato almeno parzialmente in una frazione liquida (6) da detto gas idrocarburico (2).
20

p.p.SIME S.r.l.

Fig. 1

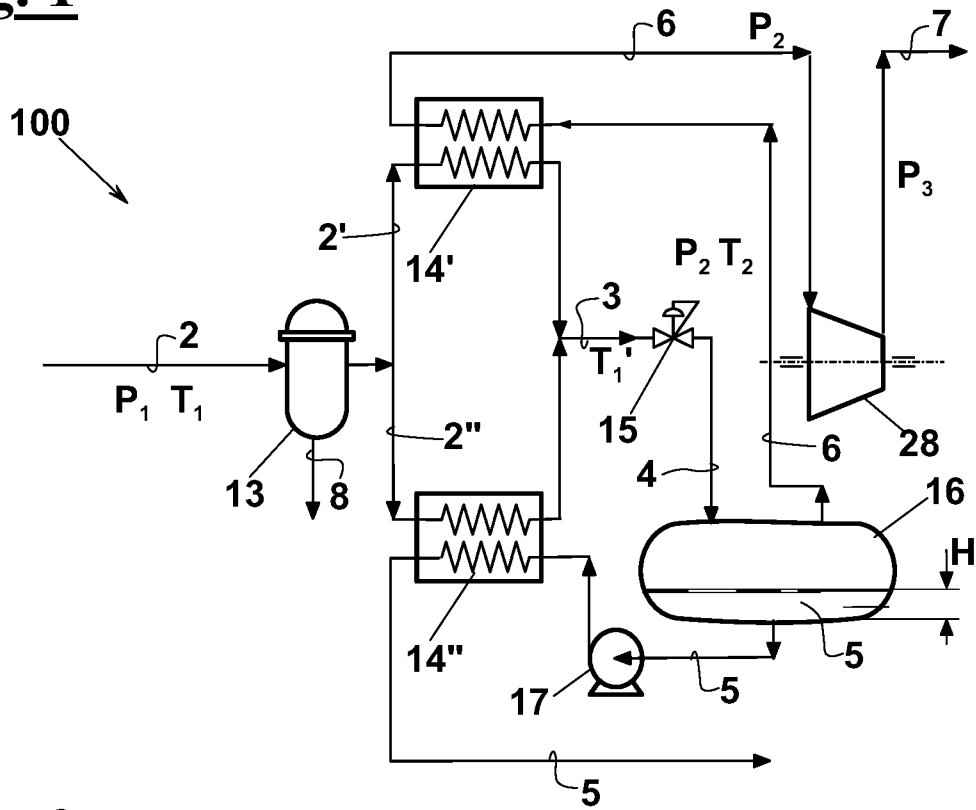


Fig. 2

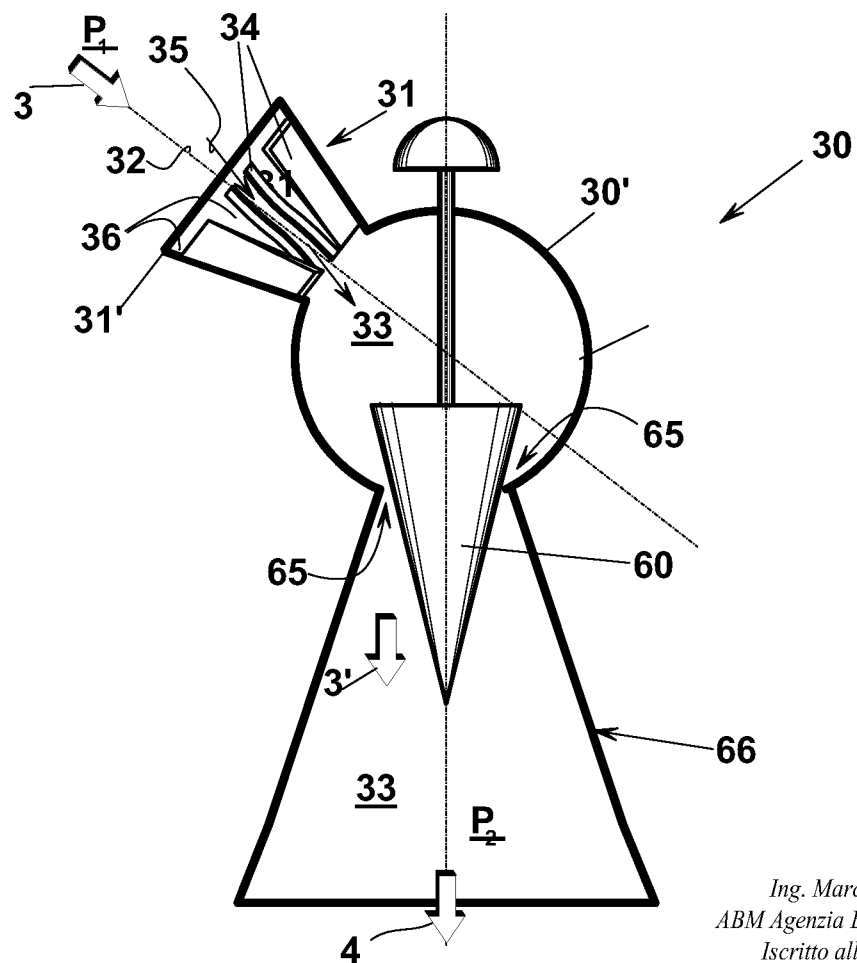


Fig. 3

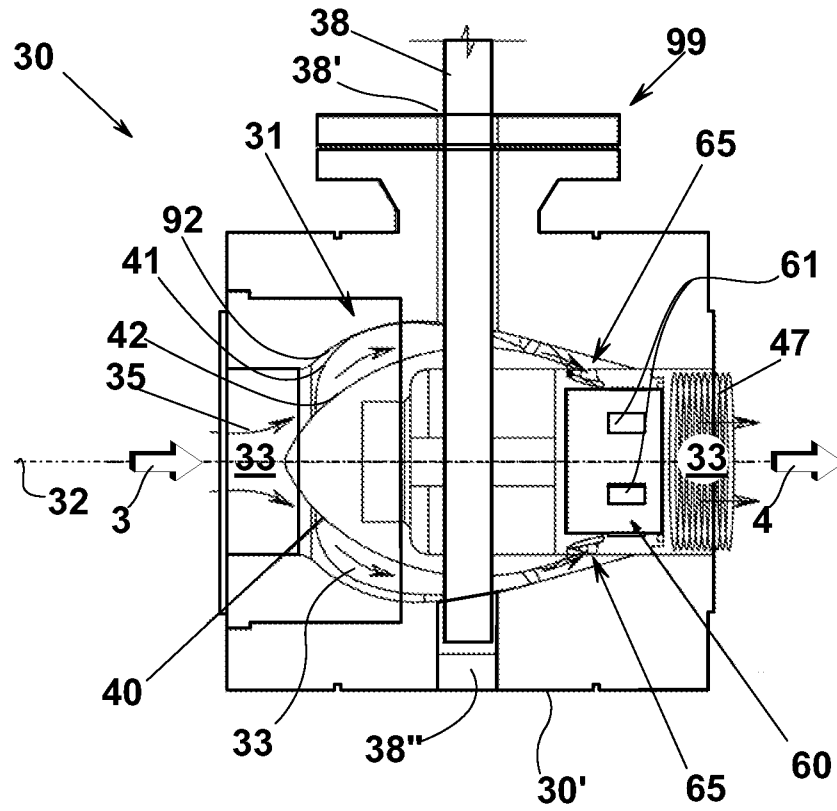


Fig. 4

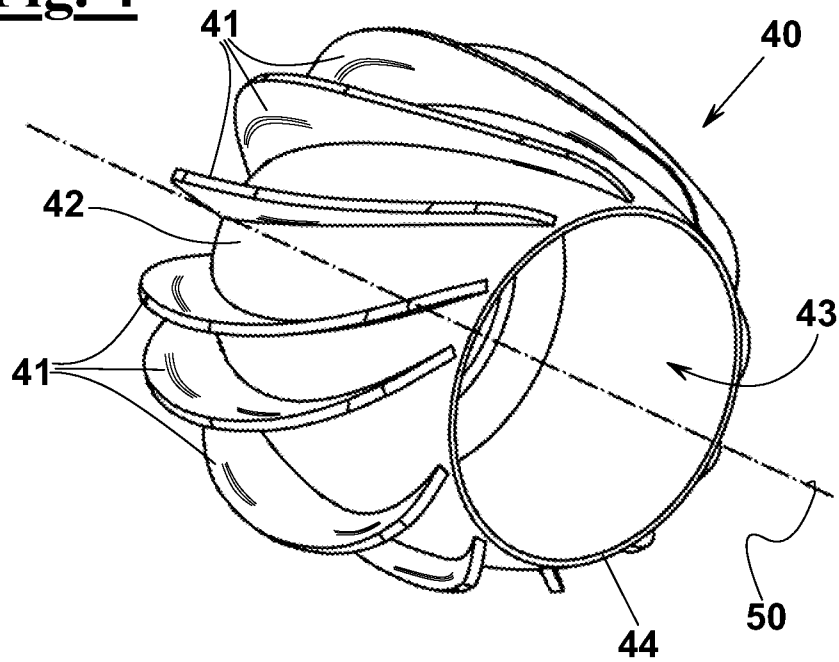


Fig. 5

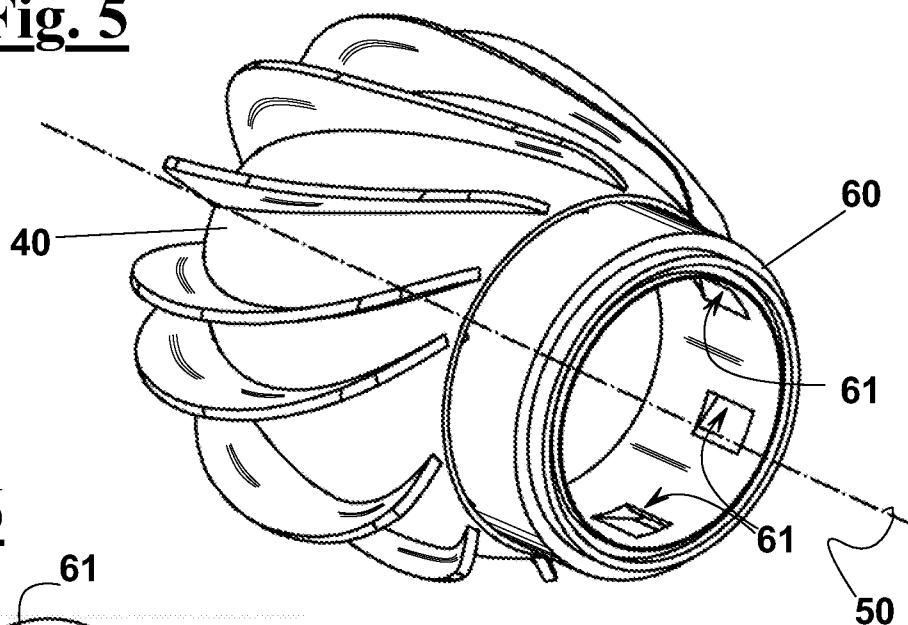


Fig. 6

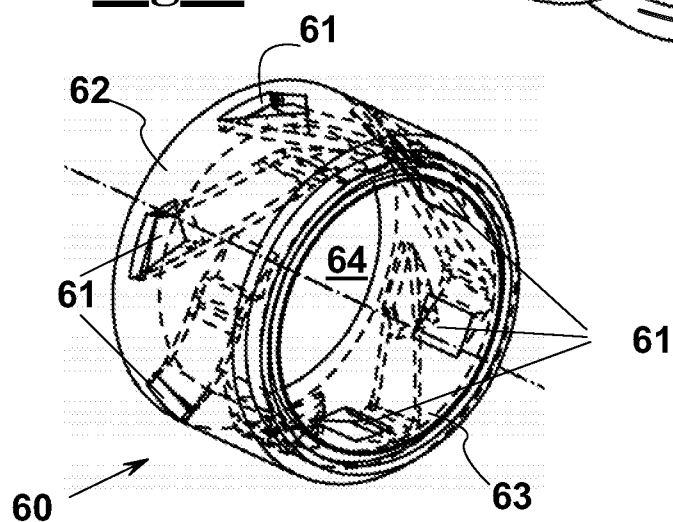


Fig. 7

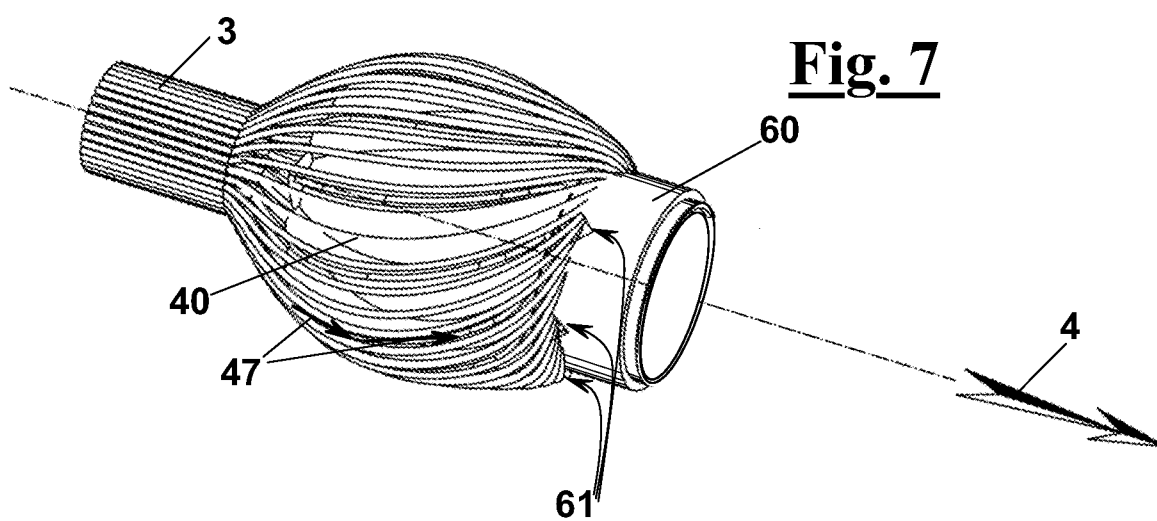


Fig. 8'

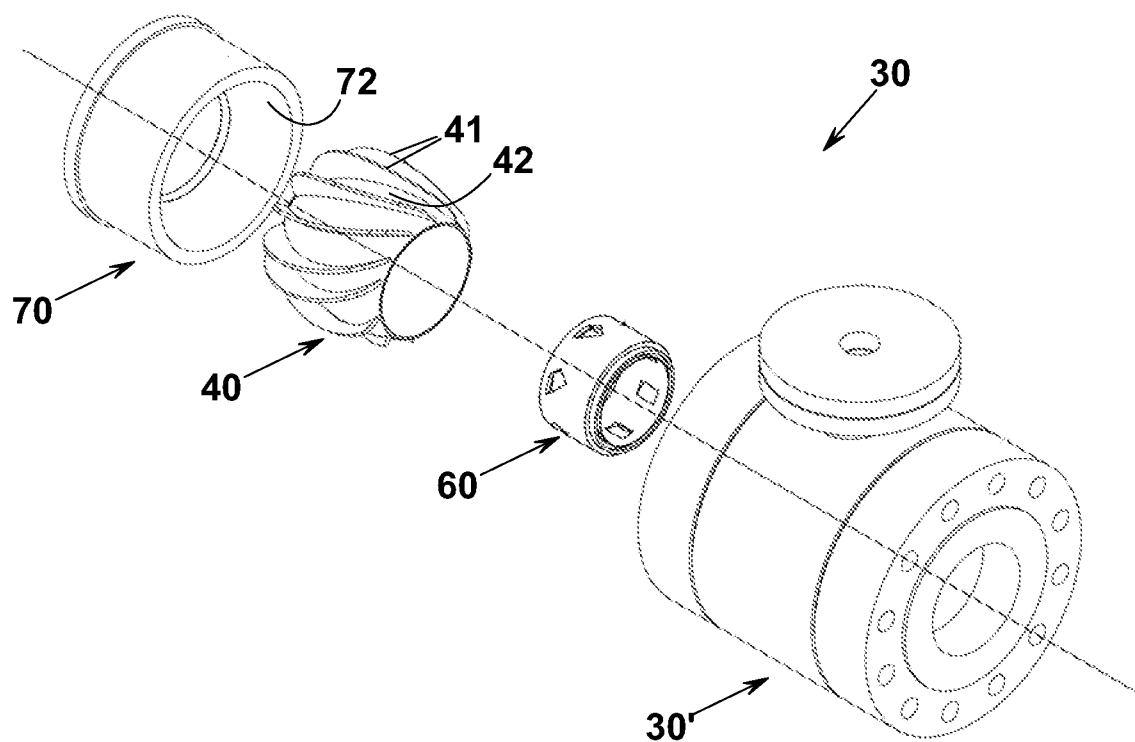


Fig. 8''

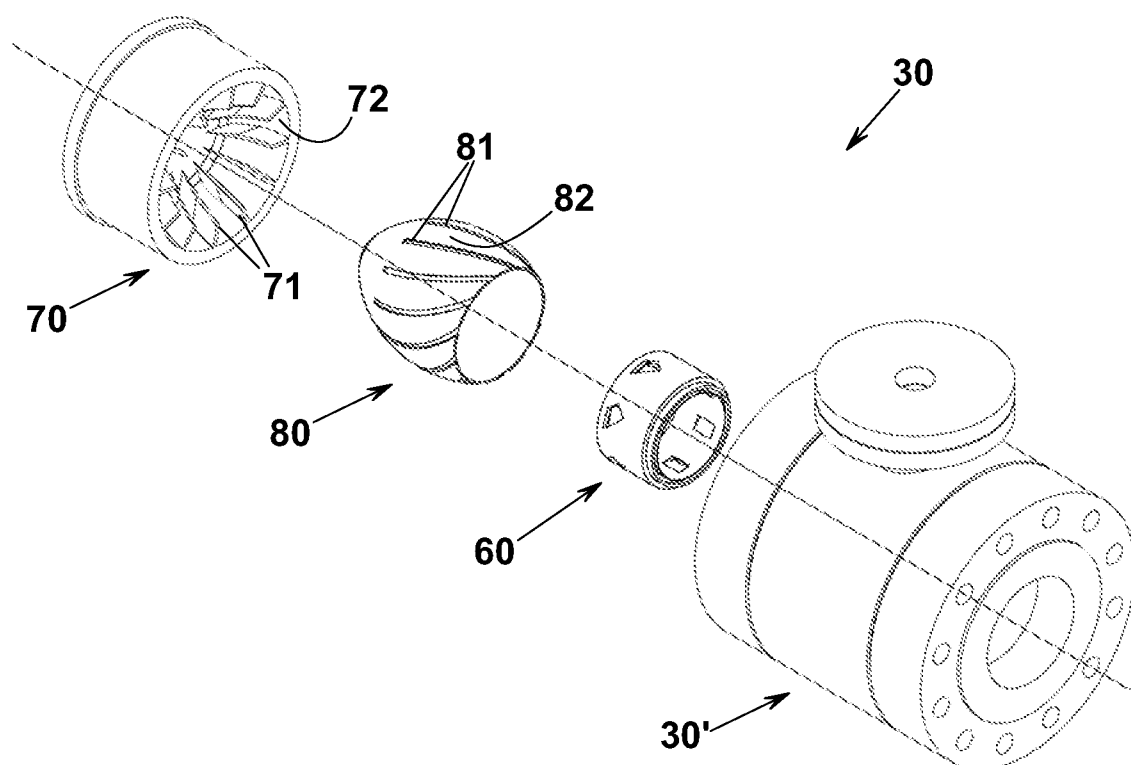


Fig. 9

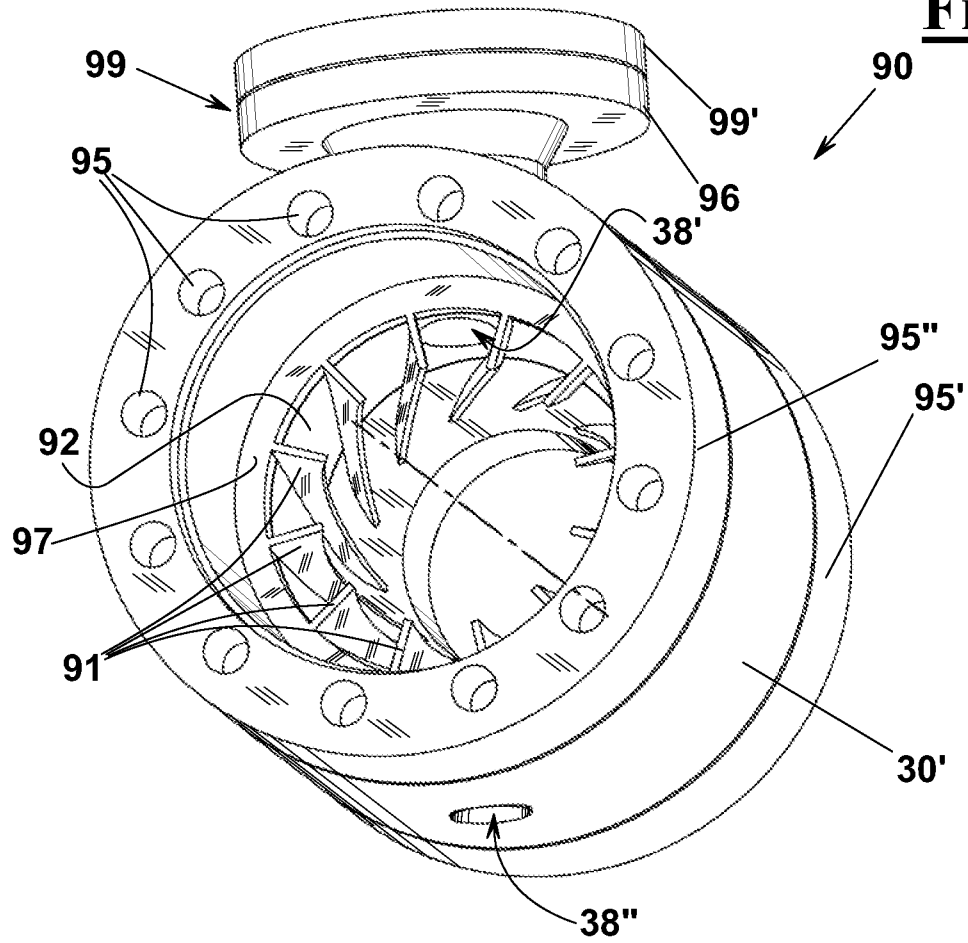


Fig. 10

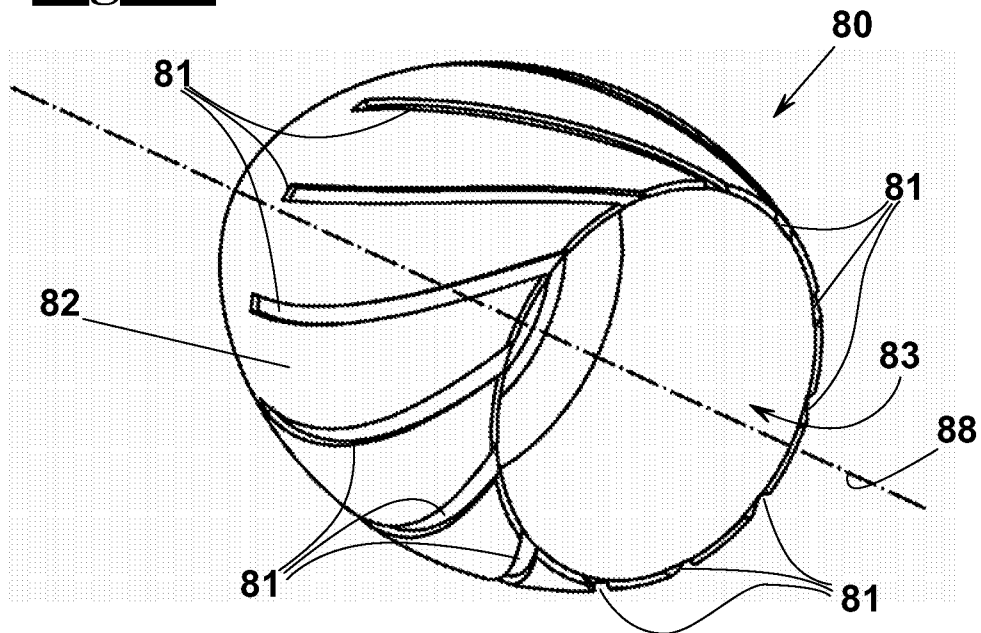


Fig. 11

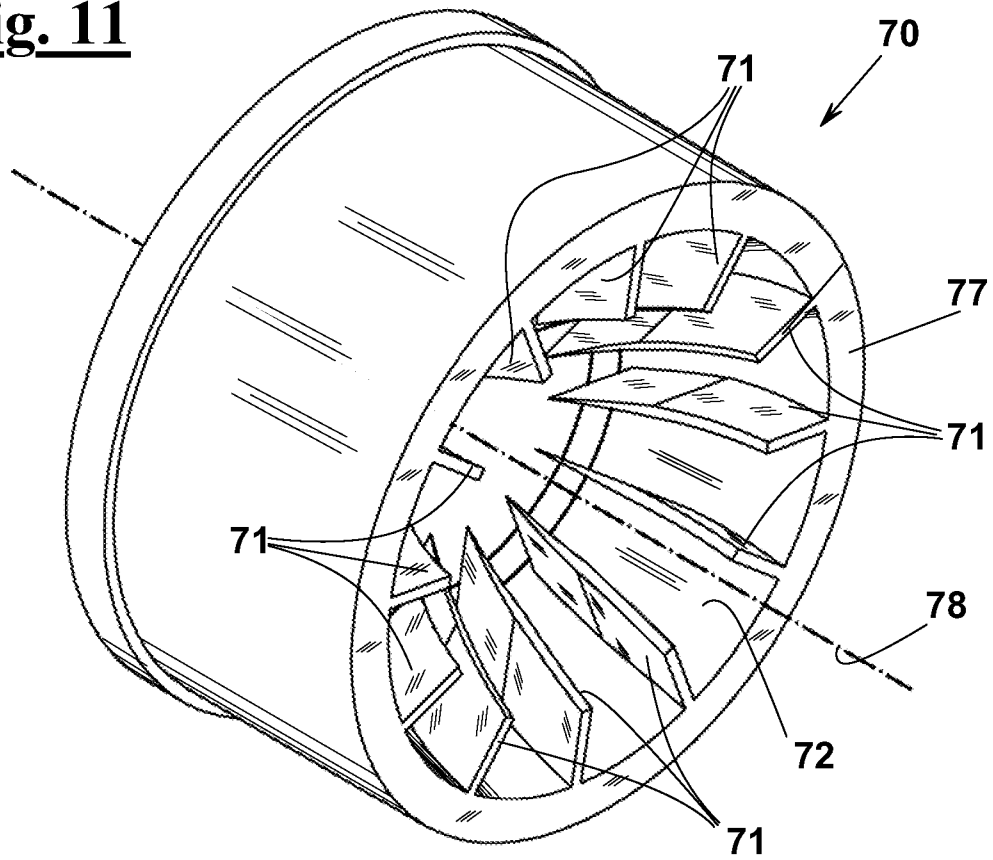


Fig. 12

