



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

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102012902059325
Data Deposito	12/06/2012
Data Pubblicazione	12/12/2013

Classifiche IPC

Titolo

PISTONE PER UN ATTUATORE FLUIDICO

## DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale dal titolo:

“PISTONE PER UN ATTUATORE FLUIDICO”

di VALLACQUA GIULIO DITTA INDIVIDUALE

di nazionalità italiana

con sede: VIA MONTE PASUBIO 10

AOSTA (AO)

Inventore: VALLACQUA Giulio

\* \* \*

La presente invenzione è relativa ad un pistone per un attuatore fluidico.

Com'è noto, nelle macchine volumetriche alternative (motori endotermici, pompe e compressori volumetrici), un pistone, avente un corpo generalmente cilindrico, viene movimentato lungo un proprio asse all'interno di un cilindro cavo associato. Tale movimento può derivare da un'espansione di un fluido operativo oppure può determinare la compressione del fluido operativo.

In particolare, nel caso dei motori endotermici, la movimentazione del pistone deriva da una reazione di combustione con espansione del fluido operativo (gas) all'interno di una camera (la camera di combustione) compresa tra il cilindro e la testa del pistone.

Nel caso invece dei compressori o delle pompe volumetriche alternative, il fluido operativo, ad esempio

aria o olio, viene compresso in una camera (la camera di compressione) tra il cilindro e la testa del pistone per effetto di un movimento assiale impresso al pistone stesso.

Al fine di assicurare il corretto funzionamento degli attuatori descritti, le superfici di scorrimento di pistone e cilindro devono essere opportunamente lubrificate con un fluido lubrificante, ad esempio olio.

Risulta quindi necessario evitare che il fluido operativo (ad esempio i gas della combustione o il fluido sottoposto a compressione) possa fuoriuscire dagli spazi ad esso assegnati e, nel contempo, occorre limitare la quantità di fluido lubrificante che passa nella zona in cui è presente il fluido operativo.

Per raggiungere questi obiettivi, i pistoni noti sono provvisti di scanalature anulari periferiche, all'interno delle quali sono alloggiati degli elementi di tenuta anch'essi sostanzialmente anulari, atti a realizzare la tenuta fluidica.

Nel caso in cui la tenuta sia realizzata nei confronti del fluido operativo, tali elementi di tenuta sono comunemente denominati "anelli di tenuta" o "fasce elastiche"; nel caso in cui la funzione realizzata sia quella di limitare il passaggio di fluido lubrificante nella zona del fluido operativo, si parla di "anelli raschiaolio".

Un esempio di un pistone noto per un motore endotermico è indicato nel suo complesso con 1 nelle figure 1, 3, 4 e 5 ed include un corpo 2 generalmente cilindrico di asse A ed una pluralità di elementi di tenuta 3 sostanzialmente anulari, alloggiati in rispettive scanalature 4 anulari periferiche del corpo 2.

Uno degli elementi di tenuta 3 di tipo noto è visibile in dettaglio in figura 2; tale elemento di tenuta presenta una conformazione piana ed è provvisto di un intaglio 5 passante trasversale, in modo da potersi allargare al montaggio all'interno della relativa scanalatura 4.

Gli elementi di tenuta 3 di tipo noto hanno tipicamente un diametro esterno maggiore del diametro interno della parete 6 del cilindro 7 su cui sono destinati a scorrere.

Pertanto, quando si introduce il pistone 1 nel cilindro 7, gli elementi di tenuta 3 si restringono ed esercitano sulla parete 6 del cilindro 7 stesso una forza elastica radiale; la loro forma viene studiata in modo che la distribuzione di questa forza sia il più possibile uniforme lungo il contorno.

Negli anelli di tenuta, la forza radiale costituisce il precarico necessario per mantenerli premuti contro la parete 6 del cilindro 7, qualunque sia il valore della pressione, anche negativa, del fluido operativo agente nel

cilindro 7 stesso.

Negli anelli raschiaolio, la pressione contro la parete 6 del cilindro 7 può essere incrementata, per rompere il velo di lubrificante aderente alla parete 6 stessa, da molle espanditrici interne, che possono avversi in varie forme: si usano mollette di flessione, molle a spirale anulari, ecc.

In generale, gli elementi di tenuta 3 oggi in uso si possono pensare come costituiti da due semianelli 8 e 9 (figura 2), incastrati a sbalzo nella sezione intermedia 10, diametralmente opposta all'intaglio 5, e inflessi dalle forze reattive della parete 6 del cilindro 7.

Dovendo i semianelli 8 e 9 resistere ai relativi momenti flettenti, la dimensione radiale e il momento d'inerzia delle loro sezioni trasversali non possono ridursi oltre certi limiti, rendendo così gli elementi di tenuta 3 relativamente rigidi nel loro piano.

Questa rigidezza può pregiudicare la continuità del contatto di un elemento di tenuta 3 col cilindro 7, quando questo si ovalizza o comunque si deforma; allora, come si usa dire, l'elemento di tenuta 3 non copia perfettamente la parete 6 del cilindro 7 e la tenuta si riduce.

Ulteriori trafilamenti di fluido operativo o di lubrificante si verificano anche attraverso i giochi assiali e radiali, che tra gli elementi di tenuta 3 e le

relative scanalature 4 devono peraltro mantenersi abbastanza ampi, per assicurare agli elementi di tenuta 3 stessi la necessaria libertà di movimento.

Per limitare questi trafileamenti è stato anche proposto di inserire degli elementi di spinta o contro-anelli nello spazio posteriore tra ciascun elemento di tenuta 3 e la superficie di fondo 11, generalmente cilindrica, della relativa scanalatura 4.

Le forze radiali, che tali elementi di spinta eventualmente esercitano, o verso l'esterno o anche verso l'interno del pistone 1, sono ancora ottenute dall'inflessione nel loro piano di due semianelli come i semianelli 8 e 9 degli elementi di tenuta 3 di figura 2.

Il precarico elastico degli elementi di tenuta 3 contro la parete 6 del cilindro 7 deve mantenersi entro valori il più possibile piccoli, per ridurre le perdite di attrito, e non è di regola sufficiente per realizzare la tenuta alla pressione del fluido operativo, cioè per impedire che esso possa infiltrarsi tra la parete 6 e l'elemento di tenuta 3.

E' noto invece che la tenuta lungo il perimetro dell'elemento di tenuta 3 è prodotta dalla stessa pressione del fluido operativo, il quale, come indicato dalle frecce a tratto continuo di figura 3 (nell'ipotesi che il cilindro 7 abbia l'asse A verticale e che il fluido operativo stia

sopra il pistone 1), si insinua sopra e dietro l'elemento di tenuta 3 nello spazio compreso tra il bordo radialmente più interno di quest'ultimo e la superficie di fondo 11 della relativa scanalatura 4.

Così la pressione stessa del fluido operativo spinge fortemente l'elemento di tenuta 3 a fare tenuta contro il fianco inferiore 12 della scanalatura 4 e contro la parete 6 del cilindro 7, che reagiscono con adeguate forze di reazione.

Tuttavia questa tenuta non si mantiene in tutte le fasi di funzionamento delle macchine alternative.

Per esempio, nei motori endotermici a quattro tempi ciascun elemento di tenuta 3 resta premuto contro il fianco inferiore 12 della relativa scanalatura 4 soltanto per circa metà del ciclo, nelle fasi di compressione, combustione ed espansione comprese tra due punti morti inferiori.

Alla fine della fase di scarico, attorno al successivo punto morto superiore, l'azione inerziale e la decompressione dei gas combusti fanno salire ciascun elemento di tenuta 3 verso il fianco superiore 13 della relativa scanalatura 4 (figura 4).

Allora alcune particelle di fluido lubrificante (freccia tratteggiata) possono essere aspirate nei giochi tra gli elementi di tenuta 3 e le relative scanalature 4 e

possono miscelarsi con il fluido operativo mentre altre particelle di fluido lubrificante, aspirate in un ciclo precedente, possono essere spinte da sopra gli elementi di tenuta 3 verso la camera di combustione.

Analogamente attorno al successivo punto morto inferiore, alla fine dell'aspirazione e all'inizio della compressione, gli elementi di tenuta 3 si portano di nuovo contro i fianchi inferiori 12 delle relative scanalature 4.

Così le particelle di fluido lubrificante possono essere spinte a mescolarsi con il fluido operativo nei giochi tra gli elementi di tenuta 3 e le relative scanalature 4 mentre altre frazioni di fluido operativo introdottesi sotto gli elementi di tenuta 3 nella fase precedente di fine scarico possono essere spinte in basso nel carter, producendo il trafiletto detto blowby (figura 5).

Simili considerazioni si potrebbero svolgere per i motori a due tempi, i compressori e le pompe alternativi.

Perciò gli elementi di tenuta 3 oggi in uso non possono impedire i trafiletti di fluidi prima descritti, che sono diffusi lungo l'intero contorno delle scanalature 4 nei giochi attorno agli elementi di tenuta 3 stessi.

Giochi che peraltro, come già detto, è indispensabile mantenere, sia per evitare incollaggi e incrostazioni sia per disporre che il fluido operativo in pressione entri

nella cosiddetta camera posteriore tra gli elementi di tenuta 3 e le relative scanalature 4 e prema sugli elementi di tenuta 3 stessi per realizzare la tenuta, come nella figura 3.

Ulteriori sensibili trafilamenti avvengono attraverso gli intagli 5 degli elementi di tenuta 3, i cui bordi di estremità non devono mai toccarsi, in qualsiasi condizione di funzionamento, per effetto delle deformazioni elastiche e termiche.

Perciò neppure questi trafilamenti concentrati, che in ordine di grandezza sono paragonabili ai trafilamenti diffusi sul contorno, possono essere eliminati negli elementi di tenuta 3 oggi in uso.

Scopo della presente invenzione è pertanto quello di realizzare un pistone per un attuatore fluidico, il quale consenta di ovviare agli inconvenienti connessi con i pistoni di tipo noto ed in particolare sia in grado di limitare i trafilamenti sopra descritti.

Il suddetto scopo è raggiunto dalla presente invenzione, in quanto essa è relativa ad un pistone per un attuatore fluidico, come definito nella rivendicazione 1.

Per una migliore comprensione della presente invenzione, ne vengono descritte nel seguito due preferite forme di attuazione, a puro titolo di esempi non limitativi e con riferimento ai disegni allegati, nei quali:

- la figura 1 è una vista prospettica, con parti asportate per chiarezza, di un pistone realizzato secondo la tecnica nota;
- la figura 2 è una vista prospettica di un elemento di tenuta del pistone di figura 1;
- le figure da 3 a 5 sono sezioni in scala ingrandita secondo la linea III-III di figura 1, illustranti il pistone noto in differenti condizioni operative all'interno di un relativo cilindro;
- la figura 6 è una sezione analoga a quella delle figure da 3 a 5 illustrante un pistone secondo la presente invenzione in fase di assemblaggio;
- le figure da 7 a 10 sono sezioni analoghe a quella di figura 6 illustranti il pistone secondo l'invenzione in differenti condizioni operative all'interno di un relativo cilindro;
- la figura 11 illustra, in vista prospettica ed in scala ingrandita, un elemento di tenuta portato dal pistone delle figure da 6 a 10;
- la figura 12 illustra, in vista prospettica ed in scala ingrandita, un elemento di spinta portato dal pistone delle figure da 6 a 10;
- la figura 13 è una sezione analoga a quelle delle figure da 7 a 10, illustrante una possibile variante dell'elemento di tenuta portato dal pistone secondo la

presente invenzione;

- la figura 14 è una vista prospettica, con parti asportate per chiarezza, di un diverso esempio di attuazione di un pistone realizzato secondo i dettami della presente invenzione;

- la figura 15 è un'altra vista prospettica in scala ridotta del pistone di figura 14;

- la figura 16 è una vista prospettica esplosa di porzioni base ripetitive di una scanalatura, di un elemento di tenuta e di un elemento di spinta del pistone delle figure 14 e 15;

- le figure 17a, 18a, 19a e 20a sono sezioni in scala ingrandita secondo la linea XVIIa-XVIIa di figura 14, illustranti il pistone delle figure 14 e 15 in differenti condizioni operative all'interno di un relativo cilindro;

- le figure 17b, 18b, 19b e 20b sono sezioni in scala ingrandita secondo la linea XVIIb-XVIIb di figura 14, illustranti il pistone delle figure 14 e 15 in differenti condizioni operative all'interno di un relativo cilindro; e

- le figure 17c, 18c, 19c e 20c sono sezioni in scala ingrandita secondo la linea XVIIc-XVIIc di figura 14, illustranti il pistone delle figure 14 e 15 in differenti condizioni operative all'interno di un relativo cilindro.

Con riferimento alle figure da 6 a 10, è indicato nel suo complesso con 100 un pistone secondo i dettami della

presente invenzione per un attuatore fluidico 101 (figure da 7 a 10) di asse A, del tipo azionato da un'espansione di un fluido operativo, come ad esempio nel caso dei motori endotermici, oppure agente su un fluido operativo per comprimerlo, come ad esempio nel caso di pompe o compressori volumetrici.

Il pistone 100 comprende essenzialmente:

- un corpo 102 generalmente cilindrico di asse A, adatto a scorrere coassialmente in un cilindro 103 cavo associato dell'attuatore 101;
- una pluralità di scanalature 104 (solo una visibile nelle figure da 6 a 10) ricavate perifericamente sul corpo 102, estendentisi intorno all'asse A in posizioni assialmente equispaziate tra loro e delimitate, ciascuna, da due fianchi 106, 107, rispettivamente superiore ed inferiore, ortogonali all'asse A, e da una superficie di fondo 108 collegante tra loro i bordi radialmente più interni dei fianchi 106 e 107;
- una pluralità di elementi di tenuta 110 (solo uno visibile nelle figure da 6 a 11) estendentisi intorno all'asse A, alloggiati nelle rispettive scanalature 104 ed atti ad esercitare, in uso, un'azione di tenuta fluidica contro la parete 109 del cilindro 103 associato; ed
- una pluralità di elementi di spinta 111 (solo uno visibile nelle figure da 6 a 10 e nella figura 12)

estendentisi intorno all'asse A, alloggiati nelle rispettive scanalature 104 tra il corpo 102 ed i relativi elementi di tenuta 110 ed esercitanti un'azione di spinta elastica sugli elementi di tenuta 110 stessi verso l'esterno del corpo 102.

In particolare, ciascuna scanalatura 104 ha una conformazione anulare di asse A ed è atta ad alloggiare il relativo elemento di tenuta 110 ed il relativo elemento di spinta 111 con gioco assiale lungo l'asse A.

Preferibilmente, la superficie di fondo 108 di ciascuna scanalatura 104 ha una conformazione tronco-conica di asse A con diametro crescente verso la parte dell'attuatore 101 in cui agisce il fluido operativo, nella fattispecie illustrata verso il fianco 106 superiore.

Ciascun elemento di tenuta 110 (figure da 6 a 11) presenta una configurazione piana, ossia si estende in uso ortogonalmente all'asse A, e presenta un intaglio 112 trasversale passante; in questo modo, ciascun elemento di tenuta 110 ha una conformazione anulare aperta o a C con estremità libere ravvicinate.

In maggiore dettaglio, ciascun elemento di tenuta 110 è delimitato da una superficie frontale 113 sostanzialmente cilindrica di asse A, atta a cooperare in uso con la parete 109 del cilindro 103, da opposte superfici di estremità 114, 115 sostanzialmente piane, rispettivamente superiore

ed inferiore, le quali si estendono ortogonalmente all'asse A, e da una superficie posteriore 116, opposta alla superficie frontale 113, rivolta verso la superficie di fondo 108 della relativa scanalatura 104 ed avente una conformazione anulare aperta.

Vantaggiosamente, la superficie posteriore 116 di ciascun elemento di tenuta 110 presenta un incavo 120, il quale definisce una sede di scorrimento per il relativo elemento di spinta 111 ed è delimitato da due tratti di superficie 116a, 116b formanti tra loro un angolo minore di  $180^\circ$ .

In pratica, i due tratti di superficie 116a, 116b della superficie posteriore 116 di ciascun elemento di tenuta 110 presentano conformazioni tronco-coniche con conicità convergenti verso una zona di intersezione 122, rappresentante la sezione di minimo spessore in direzione radiale dell'elemento di tenuta 110 stesso.

L'angolo tra i tratti di superficie 116a e 116b di ciascun elemento di tenuta 110 è preferibilmente compreso tra  $115^\circ$  e  $130^\circ$ , ad esempio pari a  $123^\circ - 124^\circ$ .

Nella fattispecie illustrata, con riferimento a ciascun elemento di tenuta 110, il tratto di superficie 116a è adiacente alla superficie di estremità 114 superiore, mentre il tratto di superficie 116b è adiacente alla superficie di estremità 115 inferiore.

Preferibilmente, la zona di intersezione 122 tra i tratti di superficie 116a e 116b di ciascun elemento di tenuta 110 è più prossima alla superficie di estremità 114 superiore che alla superficie di estremità 115 inferiore.

Secondo una forma di attuazione preferita della presente invenzione, il tratto di superficie 116b di ciascun elemento di tenuta 110 risulta parallelo alla superficie di fondo 108 della relativa scanalatura 104.

In generale, i tratti di superficie 116a e 116b dell'incavo 120 di ciascun elemento di tenuta 110 presentano dimensioni geometriche tali da ricoprire sempre il relativo elemento di spinta 111 ed impedirne il disimpegno dall'incavo 120 stesso.

Con riferimento alle figure 6-10 e 12, ciascun elemento di spinta 111 presenta una configurazione troncoconica ed è inserito coassialmente nella relativa scanalatura 104 in modo da cooperare con l'incavo 120 del relativo elemento di tenuta 110, in corrispondenza della propria estremità assiale 123 di maggior diametro, e con il fianco inferiore 107 della scanalatura 104 stessa, in corrispondenza della propria estremità assiale 124 di minor diametro.

Ciascun elemento di spinta 111 presenta, analogamente agli elementi di tenuta 110, un intaglio 125 trasversale passante che ne consente l'allargamento al montaggio

all'interno della relativa scanalatura 104.

Preferibilmente, ciascun elemento di spinta 111 è inserito all'interno della relativa scanalatura 104 con l'estremità assiale 123 di maggiore diametro rivolta verso la parte dell'attuatore 101 in cui agisce il fluido operativo, nella fattispecie illustrata verso il fianco 106 superiore.

Gli elementi di spinta 111 sono ricavati da sottilissime bandelle, tipicamente di acciaio per molle, aventi la sezione trasversale molto allungata.

Quando, come suggerisce la figura 6, al montaggio del pistone 100 nel cilindro 103, ciascun elemento di tenuta 110, disposto nella posizione radialmente più esterna rispetto all'asse A, rientra nella relativa scanalatura 104, le sezioni del relativo elemento di spinta 111 vengono ruotate e spinte al fondo della scanalatura 104 stessa (linea tratteggiata) e reagiscono elasticamente allo spostamento.

Infatti, ciascun elemento di spinta 111 è soggetto in uso, lungo il contorno, alla coppia di forze distribuite  $f$ , indicate nella figura 7 come reazioni del relativo elemento di tenuta 110 e della relativa scanalatura 104, e quindi si comporta come una trave ad anello soggetta ai momenti unitari  $m = f b = f a \sin(\omega + \rho)$ , uniformemente distribuiti e agenti nei piani radiali passanti per l'asse centrale del

circolo della trave.

E' noto dalla scienza delle costruzioni che le rotazioni delle sezioni di una tale trave sono proporzionali ai momenti  $m$  applicati al contorno, che le stesse sezioni sono sollecitate da momenti flettenti costanti e che il momento torcente vi è costantemente nullo, per la simmetria geometrica e di carico.

Perciò ciascun elemento di spinta 111 può agevolmente fornire una spinta radiale uniforme  $f_{cosp}$  verso il relativo elemento di tenuta 110 e quindi verso la parete 109 del cilindro 103.

Questa spinta è generata localmente, sezione per sezione, e non sollecita a flessione il relativo elemento di tenuta 110; anzi questo si può persino immaginare analogo ad una trave su suolo elastico in abbassamento uniforme.

Pertanto, ciascun elemento di tenuta 110 si può costruire con sezioni trasversali assai minori di quelle degli elementi di tenuta 3 noti, che devono invece poter resistere all'inflessione dei due semianelli 8 e 9, già mostrati nella figura 2.

La rigidezza molto minore permetterà a ciascun elemento di tenuta 110 di adattarsi alle deformazioni del cilindro 103 e di copiarne meglio la parete 109, a parità di spinta esercitata contro di essa.

La soluzione secondo la presente invenzione permette inoltre di impedire, attraverso i giochi lungo il contorno di ciascuna scanalatura 104, i trafileamenti distribuiti, che sono invece presenti negli elementi di tenuta 3 di tipo noto e sono già stati esemplificati nelle figure da 3 a 5; gli elementi di spinta 111 costituiscono un'efficace tenuta contro tali trafileamenti.

Infatti, si può riconoscere nella figura 7 che i precarichi reattivi f prevalentemente radiali, prodotti dal serraggio di ciascun elemento di spinta 111 nella relativa scanalatura 104, fanno aderire permanentemente l'elemento di spinta 111 stesso al fondo della scanalatura 104 e alla superficie posteriore 116 del relativo elemento di tenuta 110.

Questi contatti sono continui e non vengono mai meno in qualsiasi condizione di funzionamento, benché lascino ciascun elemento di tenuta 110 libero di muoversi comunque entro gli opportuni giochi assiali e radiali.

Perciò, nella soluzione secondo l'invenzione, ogni possibile comunicazione all'interno di ciascuna scanalatura 104 tra il meato 126 superiore, disposto dal lato del fluido operativo, ed il meato 127 inferiore, disposto dal lato del fluido lubrificante, è chiusa dal relativo elemento di spinta 111, anche quando il corrispondente elemento di tenuta 110 si trova ad essere staccato da

ambedue i fianchi 106, 107 della scanalatura 104 stessa, come nella figura 7, o quando i suddetti elementi di tenuta e di spinta 110, 111 sono spinti insieme dall'azione di inerzia contro il fianco superiore 106 della scanalatura 104, come mostrato dalla figura 8, in assenza di una pressione significativa del fluido operativo.

Ciò avviene, per esempio, nei motori a quattro tempi attorno al punto morto superiore di fine scarico e di inizio aspirazione.

La figura 9 rappresenta la situazione opposta, nella quale le forze d'inerzia agiscono su ciascun elemento di spinta 111 e sul relativo elemento di tenuta 110 per spostarli contro il fianco 107 inferiore della relativa scanalatura 104.

Ciò avviene, ancora nell'esempio dei motori a quattro tempi, attorno ai due punti morti inferiori del ciclo, alla fine dell'aspirazione e all'inizio dello scarico.

Di nuovo in queste fasi, ciascun elemento di spinta 111 è in grado di separare i meati 126 e 127 della relativa scanalatura 104 e di impedire i trafiletti perimetrali.

Quando poi, come esemplificato nella figura 10, nelle fasi di compressione, combustione ed espansione, la forte pressione dei gas in ciascun meato 126 spinge i relativi elementi di tenuta 110 e di spinta 111 contro il fianco 107 inferiore della relativa scanalatura 104 e contro la parete

109 del cilindro 103, la tenuta perimetrale si stabilisce con le stesse modalità rappresentate nella figura 3 per gli elementi di tenuta 3 di tipo noto.

Si osserva tuttavia, confrontando le figure 9 e 10, che in prossimità del primo punto morto inferiore del ciclo, all'inizio della compressione, l'estremità assiale 124 di ciascun elemento di spinta 111, quando aumenta la pressione dei gas, lascia il contatto con la superficie di fondo 108 della relativa scanalatura 104 e viene spinto contro il relativo elemento di tenuta 110, per toccarlo in corrispondenza del bordo tra il tratto di superficie 116b e la superficie di estremità 115 inferiore; durante questo spostamento il contatto col fianco 107 inferiore della scanalatura 104 resta continuo.

Al contrario, all'inizio dello scarico, in prossimità del secondo punto morto inferiore di un ciclo a quattro tempi, caduta la pressione dei gas, la stessa estremità assiale 124 inferiore di ciascun elemento di spinta 111 ritorna elasticamente dai contatti illustrati nella figura 10 ai contatti illustrati nella figura 9.

La variante di figura 13 si riferisce ad un elemento di tenuta 110' utilizzato per fluidi lubrificanti, indicato anche come anello raschiaolio. Tale elemento di tenuta 110' verrà descritto nel seguito solo per quanto differisce dagli elementi di tenuta 110, indicando con gli stessi

numeri di riferimento parti uguali o equivalenti a parti già descritte.

In particolare, l'elemento di tenuta 110' differisce dall'elemento di tenuta 110 essenzialmente per il fatto di presentare una cavità 118 anulare aperta verso la parete 109 del cilindro 103 e comunicante con un canale 119 del corpo 102 del pistone 100 per l'evacuazione del fluido lubrificante verso la zona di provenienza.

Come illustrato in figura 13, la presenza sull'elemento di tenuta 110' dell'incavo 120 e la cooperazione di quest'ultimo con l'elemento di spinta 111 tronco-conico consente anche in questo caso di impedire trafilamenti secondari tra i meati 126 e 127; peraltro in questo caso le differenze di pressione sono molto minori che negli elementi di tenuta 110 impiegati per fluidi operativi.

Conviene poi osservare che l'elemento di tenuta 110, del quale non è richiesta una particolare resistenza alla flessione, oltre che con sezione ridotta, può costruirsi con materiali diversi da quelli oggi in uso (tipicamente la ghisa).

Nella scelta di tali materiali si possono vantaggiosamente privilegiare proprietà differenti, come il basso attrito, la resistenza all'usura, la conducibilità termica o altre.

Le soluzioni proposte non possono tuttavia impedire i trafileamenti concentrati negli intagli 112 e 125, ancora presenti sia negli elementi di tenuta 110 che negli elementi di spinta 111, ma possono soltanto ridurli.

Infatti, poiché la dimensione radiale complessiva dei due elementi di tenuta e di spinta 110, 111 accoppiati è assai minore di quella delle soluzioni note, grazie alla generazione locale del precarico, e poiché gli intagli 112 e 125 si possono disporre in posizioni tra loro angolarmente sfalsate intorno all'asse A, il loro meato complessivo potrà risultare più ristretto e frazionato e quindi meno permeabile.

Al fine di eliminare completamente anche i trafileamenti in corrispondenza degli intagli 112, 125 si propone un altro esempio di attuazione di un pistone (figure 14-15 e 17a-20c) secondo i dettami della presente invenzione, il quale verrà indicato nel suo complesso con il riferimento 100''.

Si precisa che il pistone 100'' verrà descritto nel seguito soltanto per quanto differisce dal pistone 100, indicando con gli stessi numeri di riferimento parti uguali o corrispondenti a parti già descritte.

In particolare, in questo caso, il pistone 100'' differisce dal pistone 100 essenzialmente per il fatto di comprendere elementi di tenuta 110'', elementi di spinta

111'' e scanalature 104'' aventi configurazioni a doppia onda o a sella.

Più precisamente, ciascuna configurazione a doppia onda presenta:

- due prime porzioni S- diametralmente opposte tra loro rispetto all'asse A e definiti rispettivi colmi inferiori C- posti a contatto di un primo piano assiale P- ortogonale all'asse A stesso;

- due seconde porzioni S+ diametralmente opposte tra loro rispetto all'asse A, angolarmente spaziate di 90° dalle porzioni S- intorno all'asse A stesso e definiti rispettivi colmi superiori C+ posti a contatto di un secondo piano assiale P+ parallelo al, e spaziato di una quantità diversa da zero dal, piano assiale P-; ed

- un andamento curvilineo oscillante tra i colmi superiori C+ ed inferiori C- nelle porzioni Sm comprese tra le porzioni S- ed S+.

In altre parole, gli elementi di tenuta 110'', gli elementi di spinta 111'' e le scanalature 104'' hanno un andamento sostanzialmente sinusoidale, periodicamente oscillante fra un colmo inferiore C-, un flesso F e un colmo superiore C+.

Vantaggiosamente, in questo caso, gli elementi di tenuta 110'' e gli elementi di spinta 111'' hanno estensioni continue intorno all'asse A, senza intagli o

interruzioni.

Introducendo un elemento di spinta 111'' tra ciascun elemento di tenuta 110'' e la relativa scanalatura 104'', la tenuta si può realizzare con modalità del tutto analoghe a quelle viste prima relativamente al pistone 100.

Come si vuole esemplificare nella figura 16 (dove si considera rappresentativa di un'intera configurazione a doppia onda la semionda indicata come C- - F - C+, che si ripete in ogni anello, due volte in posizione identica e due volte in posizione simmetrica), le sezioni trasversali delle scanalature 104'' possono mantenersi parallele al raggio del corpo 102 cilindrico soltanto in corrispondenza dei flessi F.

Infatti, essendo privi di intagli, gli elementi di tenuta 110'' e gli elementi di spinta 111'' devono mantenere inalterata la propria lunghezza quando si spostano trasversalmente dentro le relative scanalature 104'', in particolare quando vi entrano all'atto del montaggio.

Perciò ciascuna scanalatura 104'' deve avere la medesima lunghezza degli elementi di tenuta 110'' e di spinta 111'' lungo una ipotetica curva di riferimento esterna a doppia onda di contatto con la parete 109 del cilindro 103 e lungo ciascuna altra linea parallela all'interno.

Indicando con  $\beta$  (figure 17a, 17b e 17c) l'inclinazione trasversale di ciascuna scanalatura 104'' sul raggio del corpo 102 cilindrico, questo angolo deve allora variare da zero nei flessi F a valori positivi e negativi rispettivamente negli archi dei colmi C+ e C-, con andamenti tali da ottenere la costanza delle lunghezze nella scanalatura 104''; compensando cioè, al procedere verso l'interno della scanalatura 104'', la diminuzione dei raggi con l'ampliamento delle onde attorno ai colmi inferiori e superiori C-, C+.

Affinché, lungo l'intero sviluppo di un elemento di tenuta 110'' sagomato a doppia onda, il contatto con la parete 109 del cilindro 103 risulti continuo, ogni sezione trasversale dell'elemento di tenuta 110'' stesso, che sia perpendicolare al suo bordo di tenuta sul cilindro 103, deve giacere su un piano ortogonale alla curva di riferimento a doppia onda precedentemente citata; questa condizione è soddisfatta se su ogni piano delle sezioni trasversali dell'elemento di tenuta 110'' giace un raggio del corpo 102 cilindrico.

Evidentemente, ciascun elemento di spinta 111'' deve seguire l'andamento dell'angolo  $\beta$  della relativa scanalatura 104'' e del relativo elemento di tenuta 110''.

Da tutto ciò deriva il fatto che le scanalature 104'', gli elementi di tenuta 110'' e gli elementi di spinta 111''

hanno tutti forme ritorte.

Anche in questo caso, ciascuna scanalatura 104'' è delimitata da due fianchi 106'', 107'', rispettivamente superiore ed inferiore, i quali sono trasversali all'asse A, e da una superficie di fondo 108'' collegante tra loro i bordi radialmente più interni dei relativi fianchi 106'', 107''.

Preferibilmente, ciascun elemento di tenuta 110'' presenta, dal lato rivolto verso la superficie di fondo 108'' della relativa scanalatura 104'', un incavo 120'', il quale definisce una sede di scorrimento per il relativo elemento di spinta 111'' ed è delimitato da due tratti di superficie 116a'', 116b'' formanti tra loro un angolo minore di 180°.

Al fine di ottenere il montaggio sul pistone 100'' di ciascun elemento di tenuta 110'' e di ciascun elemento di spinta 111'', questi elementi vengono allargati tirando in fuori le opposte onde così da poter essere calzati sul corpo 102 del pistone 100'' stesso e lasciati poi liberi di riprendere elasticamente la loro configurazione iniziale una volta inseriti nella relativa scanalatura 104''.

Nelle figure 17a, 17b e 17c, è mostrato come, in questa fase, il rientro di ciascun elemento di tenuta 110'' nella relativa scanalatura 104'' deforma il relativo elemento di spinta 111'' e ne produce la reazione elastica,

come nella soluzione illustrata in figura 6.

Le figure 18a-c indicano, analogamente alla figura 7, come ciascun elemento di spinta 111'', premendo sia contro la relativa scanalatura 104'' sia contro il relativo elemento di spinta 111'', realizza la tenuta posteriore anche quando l'elemento di tenuta 110'' stesso non tocca i fianchi 106'', 107'' della scanalatura 104''.

Per le figure 19a-c e 20a-c, si possono infine ripetere considerazioni identiche a quelle svolte prima relativamente alle figure 8-10.

Da un esame delle caratteristiche dei pistoni 100, 100'' realizzati secondo la presente invenzione sono evidenti i vantaggi che essa consente di ottenere.

In particolare, in tutte le soluzioni descritte ed illustrate, gli elementi di spinta 111, 111'':

- si mantengono costantemente in contatto sia con i relativi elementi di tenuta 110, 110'' sia con le superfici di fondo 108, 108'' delle relative scanalature 104, 104'', fungendo così da guarnizioni di tenuta posteriore; e

- svolgono anche la funzione di molle espanditrici, esercitando una spinta uniforme lungo il perimetro dei rispettivi elementi di tenuta 110, 110'', i quali perciò possono essere più sottili e flessibili degli elementi di tenuta 3 di tipo noto e possono copiare meglio la parete laterale 109 del cilindro 103 associato.

Inoltre, la soluzione impiegante scanalature 104'' ed elementi di tenuta 110'' e di spinta 111'' configurati a doppia onda o a sella consente di eliminare anche i residui ridotti tra filamenti eventualmente presenti attraverso gli intagli 112, 125 degli elementi di tenuta e di spinta 110, 111.

La migliore tenuta ottenibile nelle soluzioni secondo l'invenzione può facilitare l'impiego di un minor numero di elementi di tenuta 110, 110', 110'' e di spinta 111, 111'' sui pistoni 100, 100'' e rendere questi più leggeri.

Va anche considerato che il cielo dei pistoni delle macchine volumetriche alternative con valvole in testa deve spesso essere rialzato, perché i comuni elementi di tenuta 3 piani possano passare sopra lo spinotto, e che per evitare interferenze con le valvole vi si devono spesso creare degli incavi (si vedano gli incavi indicati con Z in figura 1); con gli elementi di tenuta 110'' a doppia onda o a sella disposti come in figura 15, lo stesso cielo può invece ripiegarsi in basso per dare spazio alle valvole, essendo lo spinotto scavalcato dall'onda superiore degli elementi di tenuta 110'' stessi: in tale modo il pistone può risultare più corto e più leggero.

Con pistoni più corti si possono abbassare le teste dei cilindri e con ciò ridurre l'ingombro e il peso dell'intera macchina; oppure si possono allungare le bielle

e ridurre il rapporto tra raggio di manovella e lunghezza di biella del manovellismo e quindi le vibrazioni della macchina.

Risulta, infine, chiaro che ai pistoni 100, 100'' qui descritti ed illustrati possono essere apportate modifiche e varianti che non escono dall'ambito di protezione definito dalle rivendicazioni.

## RIVENDICAZIONI

- 1) Pistone (100, 100'') per un attuatore (101) fluidico, presentante un asse (A) e comprendente:
- un corpo (102) adatto a scorrere assialmente in un cilindro (103) cavo associato;
  - almeno una scanalatura (104, 104'') ricavata perifericamente sul detto corpo (102), estendentesi intorno al detto asse (A) e delimitata da due fianchi (106, 107; 106'', 107'') trasversali al detto asse (A) e da una superficie di fondo (108, 108'') collegante tra loro i bordi radialmente più interni dei detti fianchi (106, 107; 106''; 107'');
  - almeno un elemento di tenuta (110, 110', 110'') estendentesi intorno al detto asse (A), alloggiato nella detta scanalatura (104, 104'') ed atto ad esercitare, in uso, un'azione di tenuta fluidica contro la parete (109) del detto cilindro (103) associato; ed
  - almeno un elemento di spinta (111, 111'') estendentesi intorno al detto asse (A), alloggiato nella detta scanalatura (104, 104'') tra il detto corpo (102) ed il detto elemento di tenuta (110, 110', 110'') ed esercitante un'azione di spinta elastica sull'elemento di tenuta (110, 110', 110'') stesso verso l'esterno del detto corpo (102);
- caratterizzato dal fatto che il detto elemento di

tenuta (110, 110', 110'') presenta, dal lato rivolto verso la superficie di fondo (108, 108'') della detta scanalatura (104, 104''), un incavo (120, 120''), il quale definisce una sede di scorrimento per il detto elemento di spinta (111, 111'') ed è delimitato da due tratti di superficie (116a, 116b; 116a'', 116b'') formanti tra loro un angolo minore di 180°.

2) Pistone secondo la rivendicazione 1, in cui i detti tratti di superficie (116a, 116b; 116a'', 116b'') del detto incavo (120, 120'') presentano dimensioni geometriche tali da ricoprire sempre il detto elemento di spinta (111, 111'') ed impedirne il disimpegno dall'incavo (120, 120'') stesso.

3) Pistone secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui i detti tratti di superficie (116a, 116b; 116a'', 116b'') del detto incavo (120, 120'') si intersecano in una zona (122) più prossima ad una (114, 114'') delle opposte estremità assiali (114, 114''; 115, 115'') del detto elemento di tenuta (110, 110', 110'').

4) Pistone secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui la detta superficie di fondo (108, 108'') della detta scanalatura (104, 104'') si estende parallelamente ad uno (116b, 116b'') di detti tratti di superficie (116a, 116b; 116a'', 116b'') di detto incavo (120, 120'').

5) Pistone secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui il detto elemento di tenuta (110, 110') è piano e presenta conformazione anulare con un intaglio (112) trasversale passante, ed in cui il detto elemento di spinta (111) è tronco-conico e presenta anch'esso un intaglio (125) trasversale passante.

6) Pistone secondo la rivendicazione 5, in cui la superficie di fondo (108) della detta scanalatura (104) ha una conformazione tronco-conica.

7) Pistone secondo la rivendicazione 5 o 6, in cui il detto elemento di tenuta (110, 110') presenta una sezione di minimo spessore radiale in corrispondenza della detta zona (122) di intersezione dei detti tratti di superficie (116a, 116b) del detto incavo (120).

8) Pistone secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 4, in cui il detto elemento di tenuta (110''), il detto elemento di spinta (111'') e la detta scanalatura (104'') presentano configurazioni a doppia onda, ciascuna configurazione a doppia onda presentando:

- due prime porzioni (S-) diametralmente opposte tra loro rispetto al detto asse (A) e definienti rispettivi colmi inferiori (C-) posti a contatto di un primo piano assiale (P-) ortogonale all'asse (A) stesso;

- due seconde porzioni (S+) diametralmente opposte tra loro rispetto al detto asse (A), angolarmente spaziate di 90° dalle dette prime porzioni (S-) intorno all'asse (A)

stesso e definiti rispettivi colmi superiori (C+) posti a contatto di un secondo piano assiale (P+) parallelo a, e spaziato di una quantità diversa da zero da, detto primo piano assiale (P-); ed

- un andamento curvilineo oscillante tra i detti colmi superiori ed inferiori (C+, C-) nelle porzioni (Sm) comprese tra le dette prime e seconde porzioni (S-, S+).

9) Pistone secondo la rivendicazione 8, in cui il detto elemento di tenuta (110'') ed il detto elemento di spinta (111'') hanno estensioni continue intorno al detto asse (A).

10) Pistone (100'') per un attuatore (101) fluidico, presentante un asse (A) e comprendente:

- un corpo (102) adatto a scorrere assialmente in un cilindro (103) cavo associato;

- almeno una scanalatura (104'') ricavata perifericamente sul detto corpo (102), estendentesi intorno al detto asse (A) e delimitata da due fianchi (106'', 107'') trasversali al detto asse (A) e da una superficie di fondo (108'') collegante tra loro i bordi radialmente più interni dei detti fianchi (106''; 107'');

- almeno un elemento di tenuta (110'') estendentesi intorno al detto asse (A), alloggiato nella detta scanalatura (104'') ed atto ad esercitare, in uso, un'azione di tenuta fluidica contro la parete (109) del detto cilindro (103) associato; ed

- almeno un elemento di spinta (111'') estendentesi

intorno al detto asse (A), alloggiato nella detta scanalatura (104'') tra il detto corpo (102) ed il detto elemento di tenuta (110'') ed esercitante un'azione di spinta elastica sull'elemento di tenuta (110'') stesso verso l'esterno del detto corpo (102);

caratterizzato dal fatto che il detto elemento di tenuta (110''), il detto elemento di spinta (111'') e la detta scanalatura (104'') presentano configurazioni a doppia onda, ciascuna configurazione a doppia onda presentando:

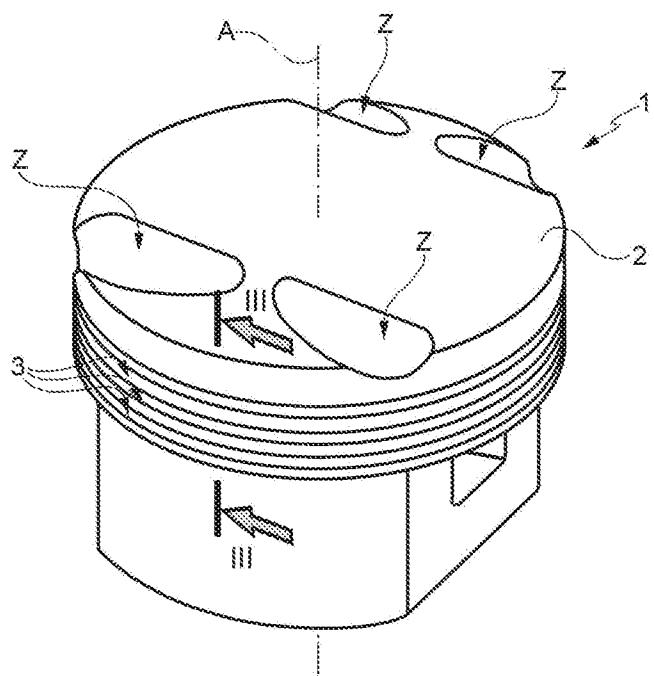
- due prime porzioni (S-) diametralmente opposte tra loro rispetto al detto asse (A) e definienti rispettivi colmi inferiori (C-) posti a contatto di un primo piano assiale (P-) ortogonale all'asse (A) stesso;

- due seconde porzioni (S+) diametralmente opposte tra loro rispetto al detto asse (A), angolarmente spaziate di 90° dalle dette prime porzioni (S-) intorno all'asse (A) stesso e definienti rispettivi colmi superiori (C+) posti a contatto di un secondo piano assiale (P+) parallelo a, e spaziato di una quantità diversa da zero da, detto primo piano assiale (P-); ed

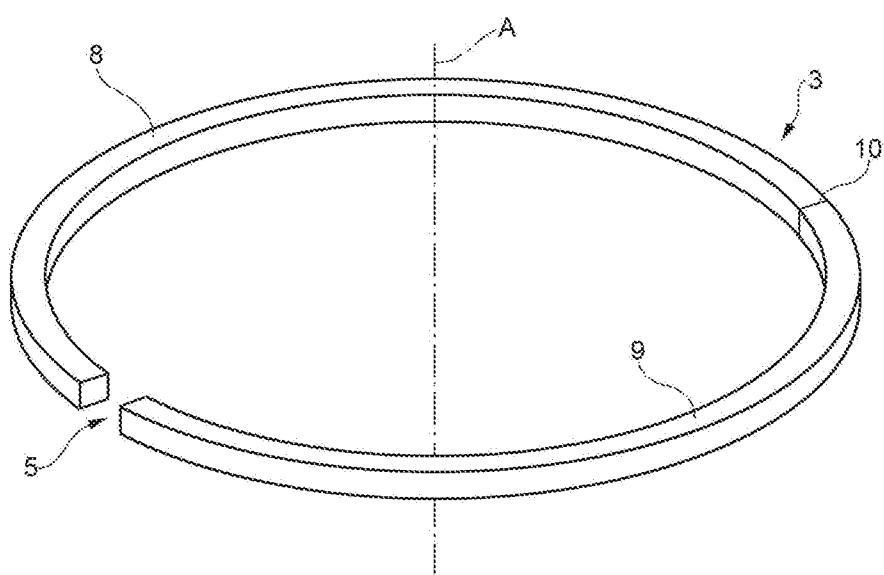
- un andamento curvilineo oscillante tra i detti colmi superiori ed inferiori (C+, C-) nelle porzioni (Sm) comprese tra le dette prime e seconde porzioni (S-, S+).

p.i.: VALLACQUA GIULIO DITTA INDIVIDUALE  
**Fabio D'ANGELO**

**FIG. 1**  
PRIOR ART



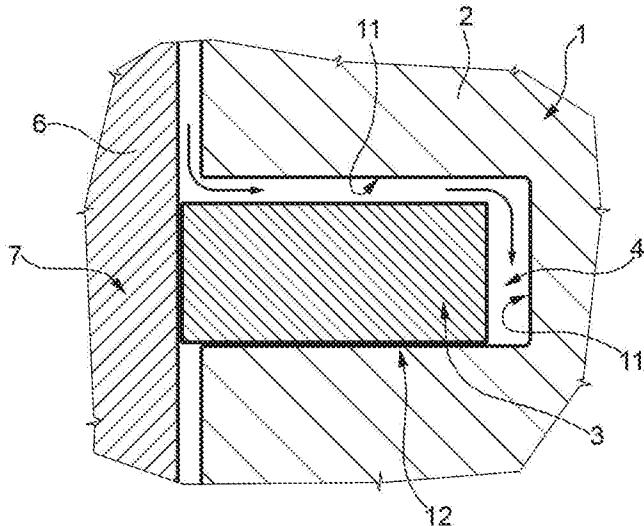
**FIG. 2**  
PRIOR ART



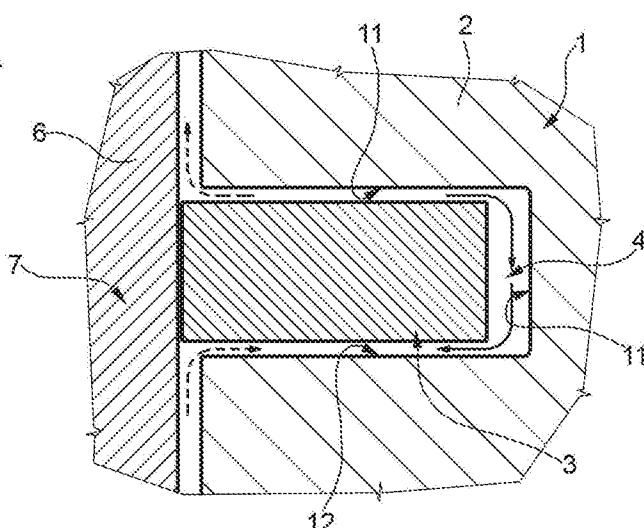
p.i.: VALLACQUA GIULIO DITTA INDIVIDUALE

Fabio D'ANGELO  
(Iscrizione Albo nr. 846/B)

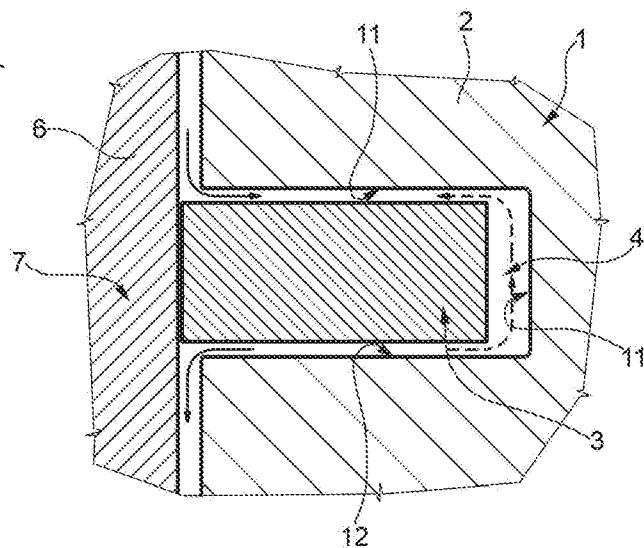
**FIG. 3**  
PRIOR ART



**FIG. 4**  
PRIOR ART



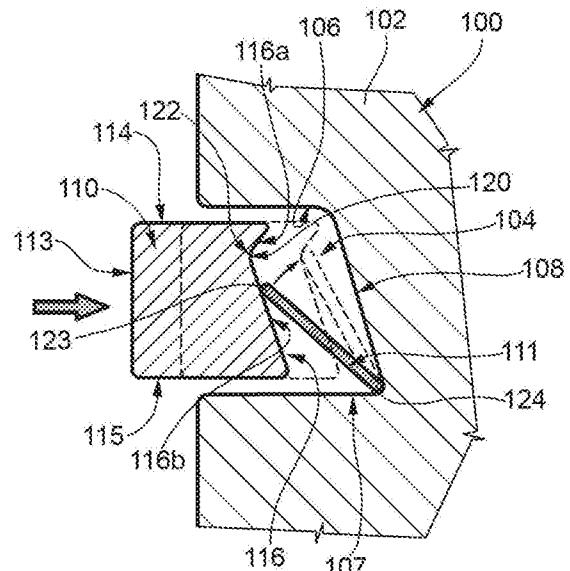
**FIG. 5**  
PRIOR ART



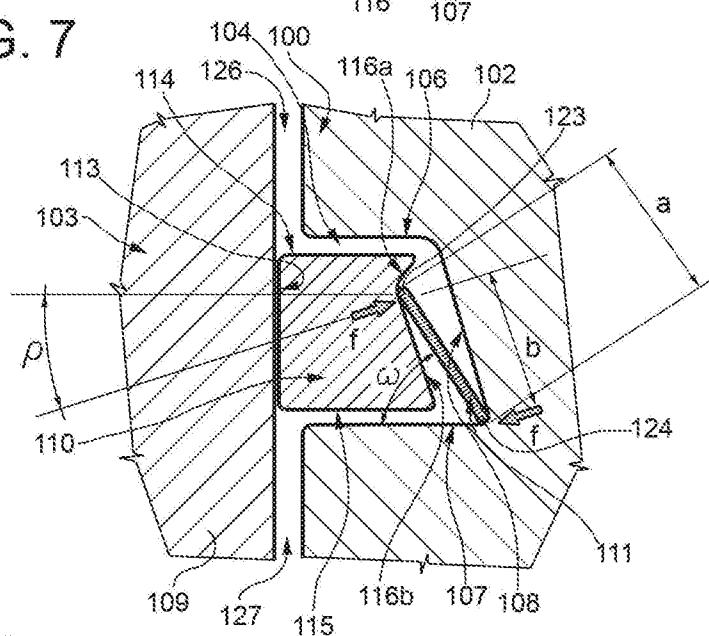
p.i.: VALLACQUA GIULIO DITTA INDIVIDUALE

Fabio D'ANGELO  
(Iscrizione Albo nr. 846/B)

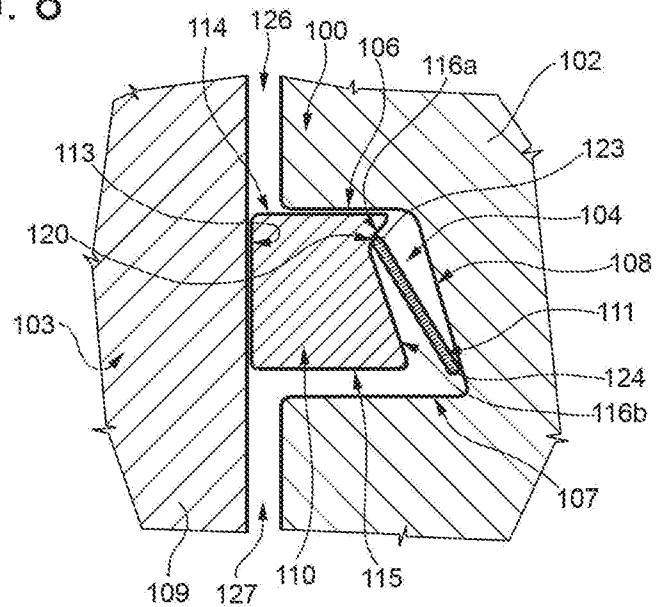
**FIG. 6**



**FIG. 7**



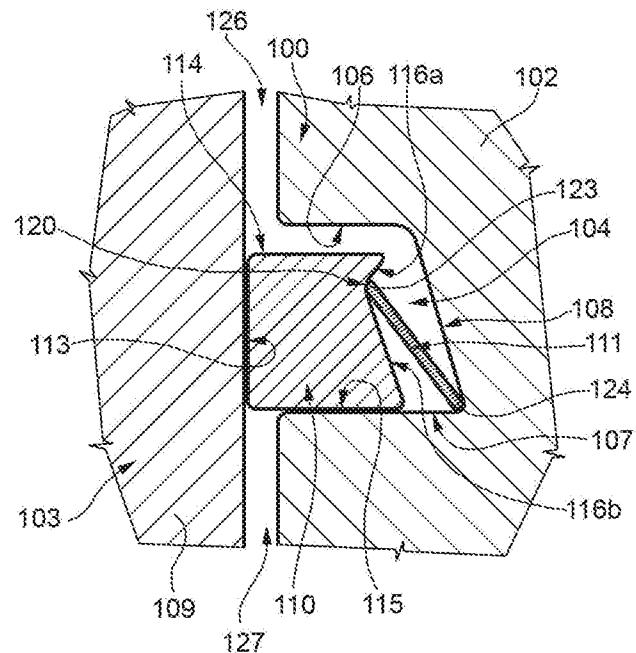
**FIG. 8**



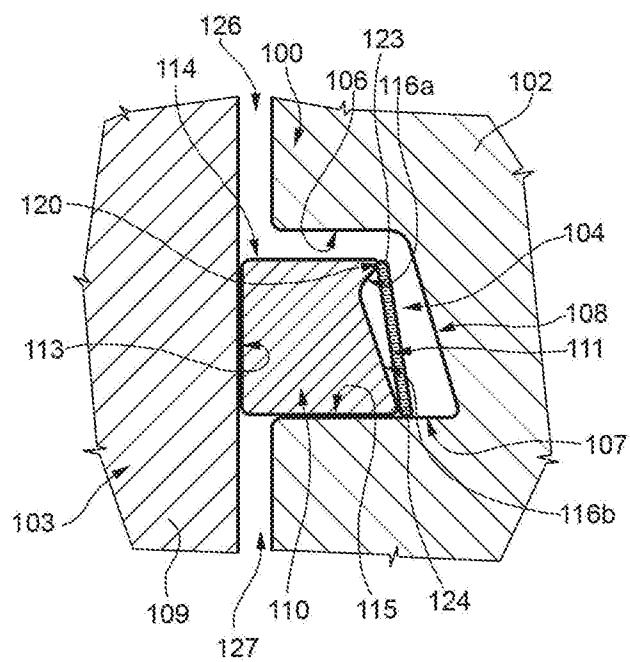
p.i.: VALLACQUA GIULIO DITTA INDIVIDUALE

Fabio D'ANGELO  
(Iscrizione Albo nr. 846/B)

**FIG. 9**



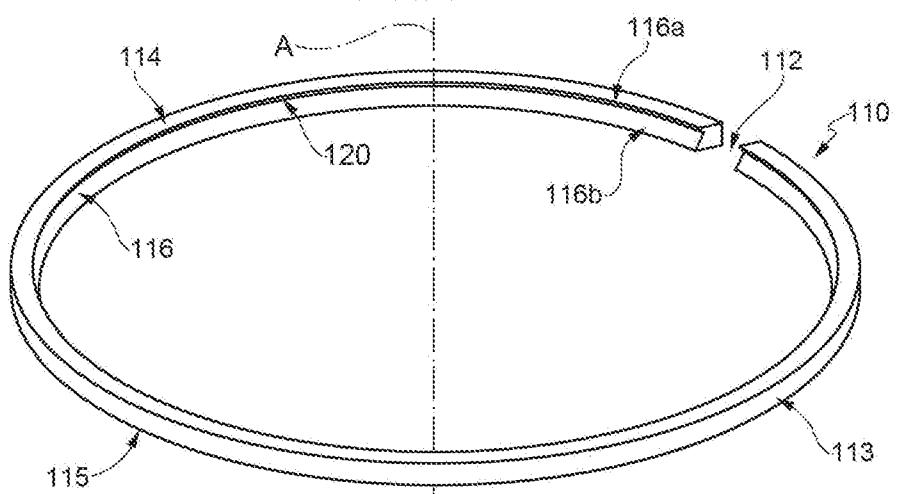
**FIG. 10**



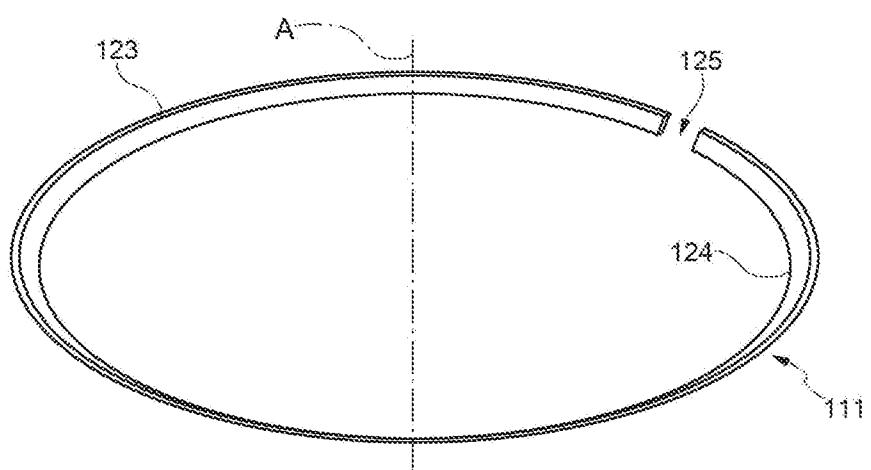
p.i.: VALLACQUA GIULIO DITTA INDIVIDUALE

Fabio D'ANGELO  
(Iscrizione Albo nr. 846/B)

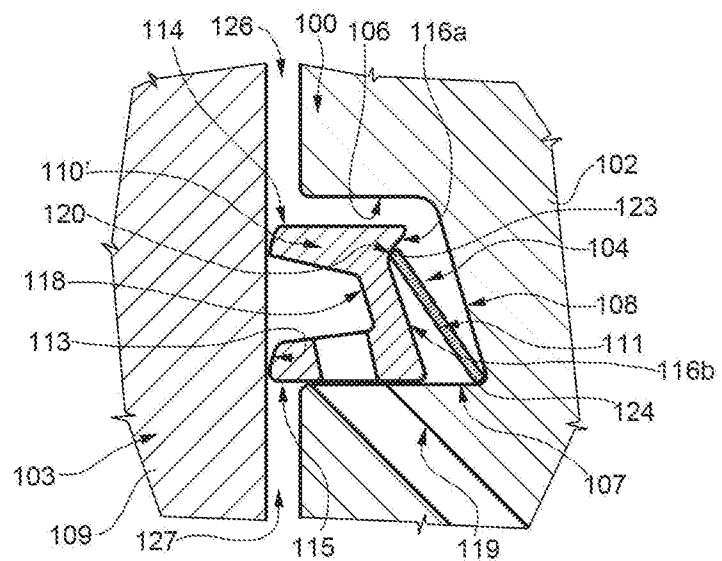
**FIG. 11**



**FIG. 12**



**FIG. 13**



p.i.: VALLACQUA GIULIO DITTA INDIVIDUALE

Fabio D'ANGELO  
(Iscrizione Albo nr. 846/B)

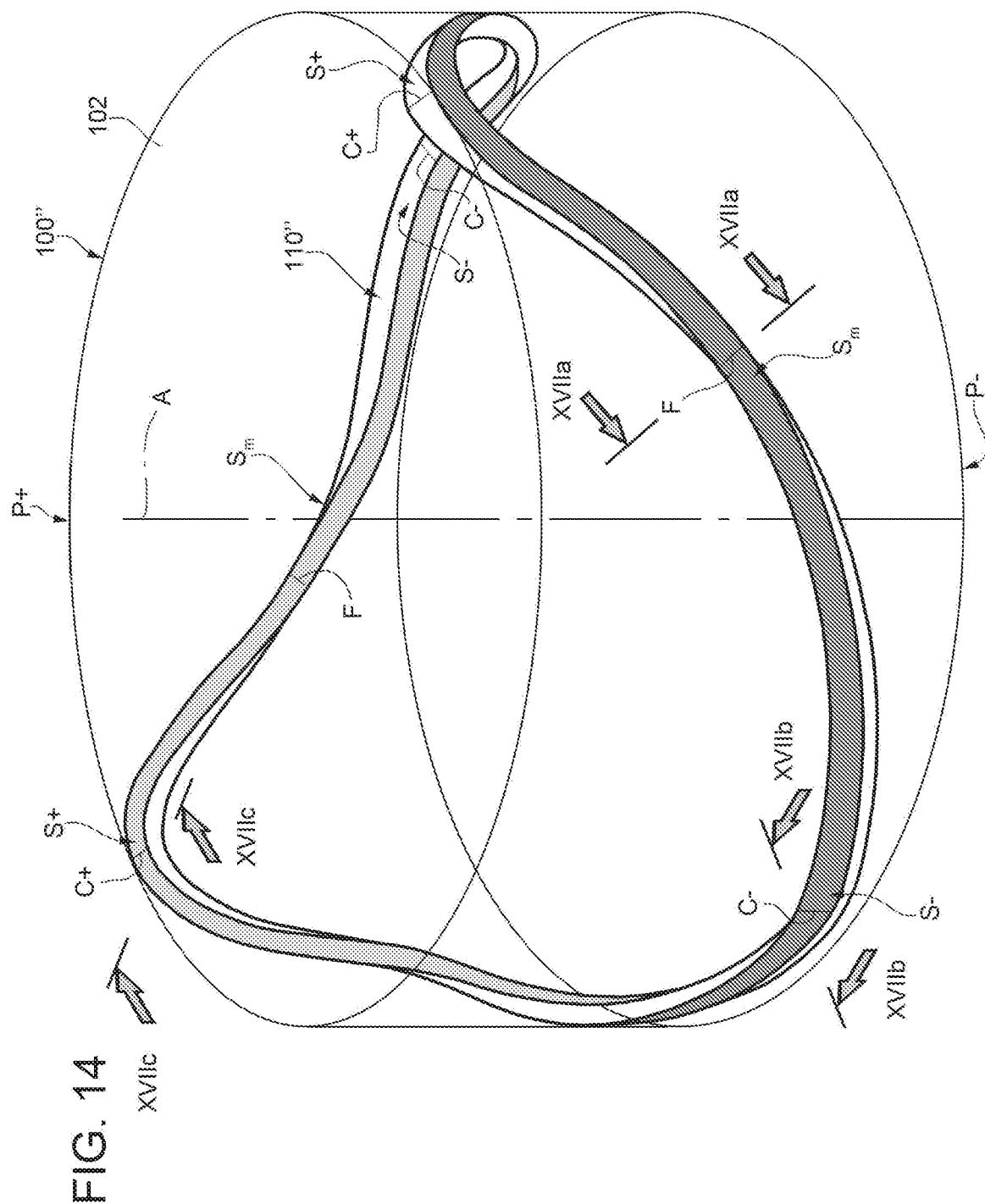


FIG. 14

p.i.: VALLACQUA GIULIO DITTA INDIVIDUALE

Fabio D'ANGELO  
(Iscrizione Albo nr. 846/B)

FIG. 15

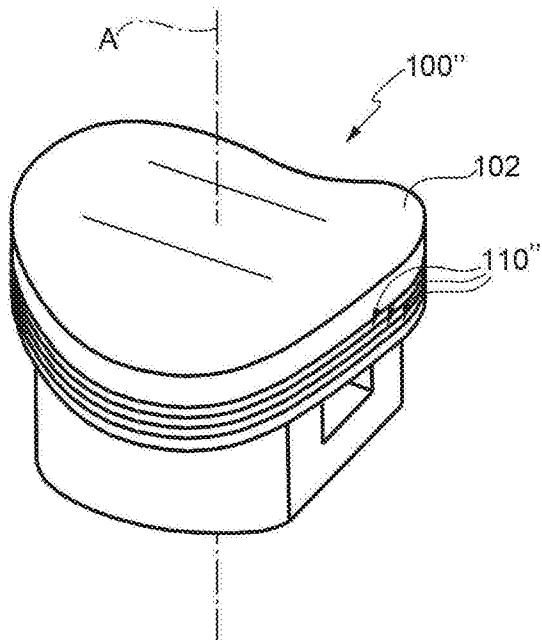
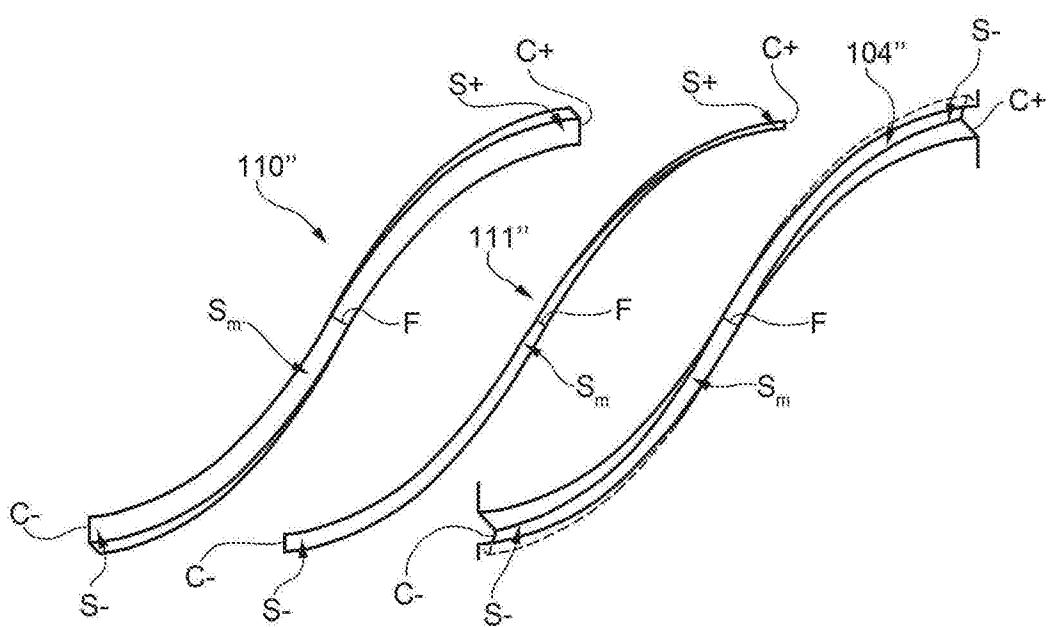


FIG. 16



p.i.: VALLACQUA GIULIO DITTA INDIVIDUALE

Fabio D'ANGELO  
(Iscrizione Albo nr. 846/B)

FIG. 17a

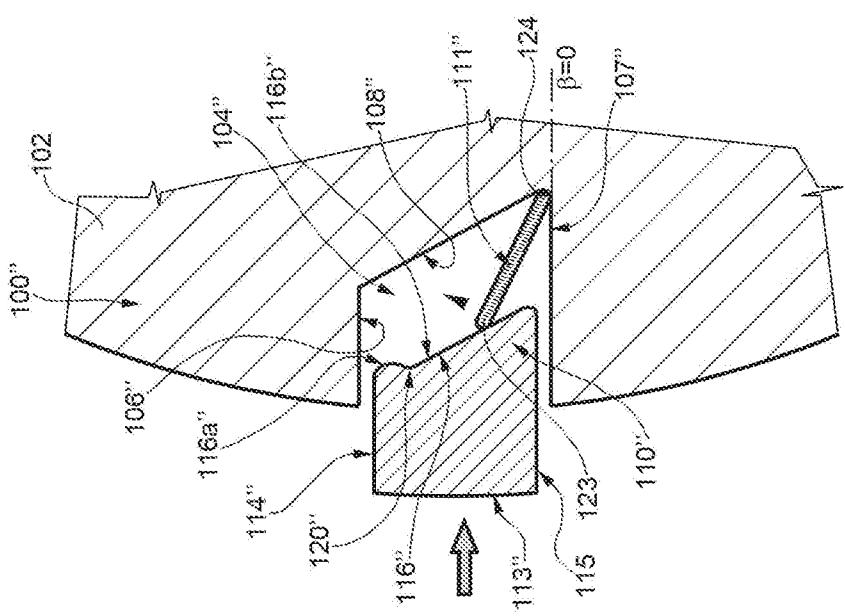


FIG. 17b

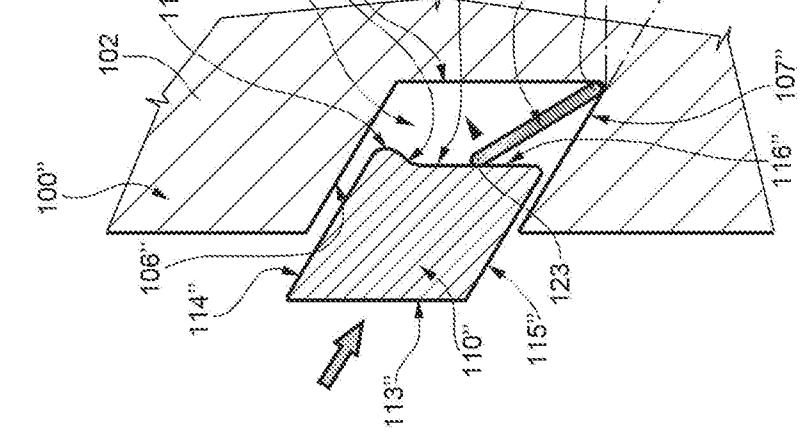
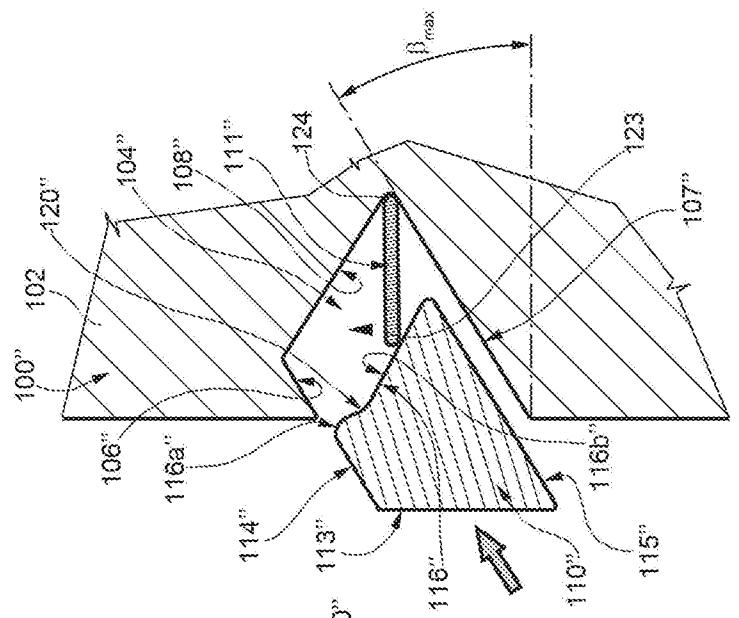


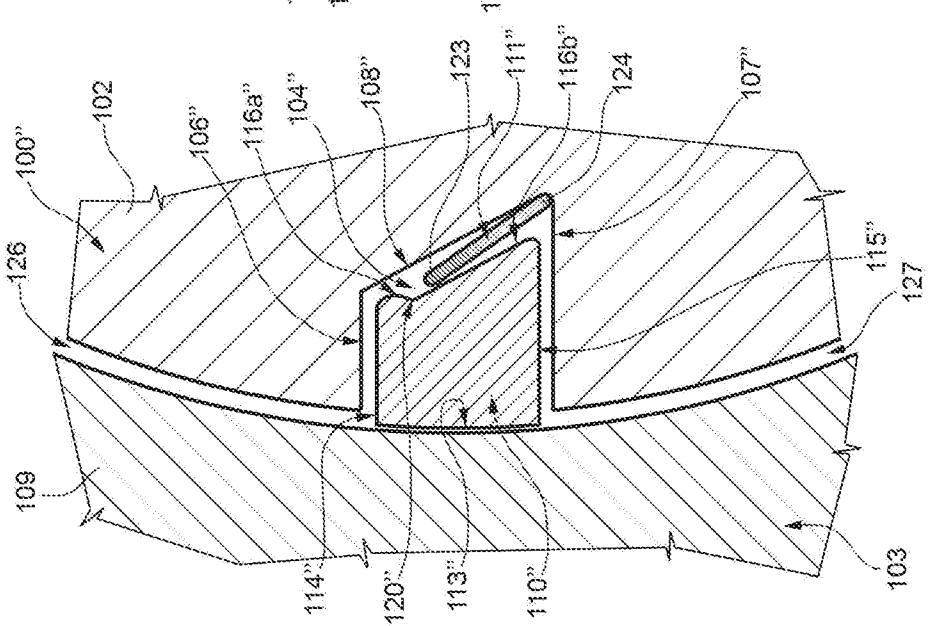
FIG. 17c



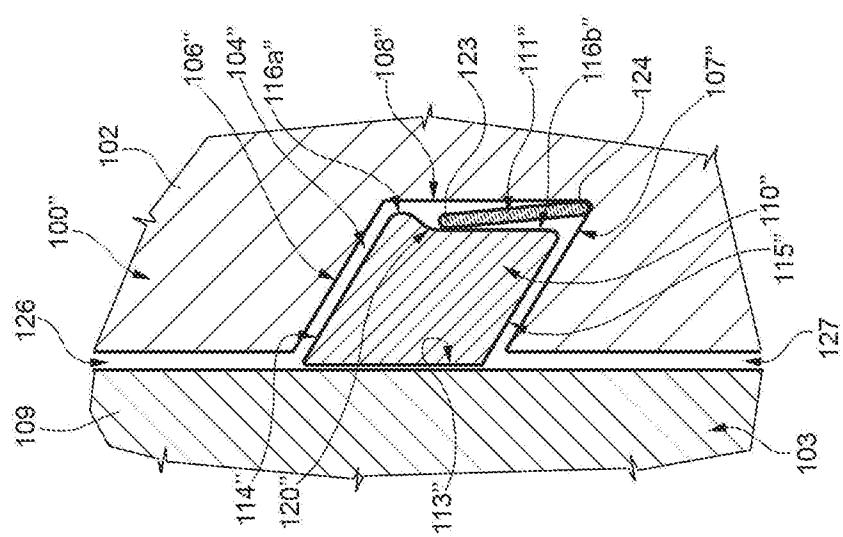
p.i.: VALLACQUA GIULIO DITTA INDIVIDUALE

Fabio D'ANGELO  
(Iscrizione Albo nr. 846/B)

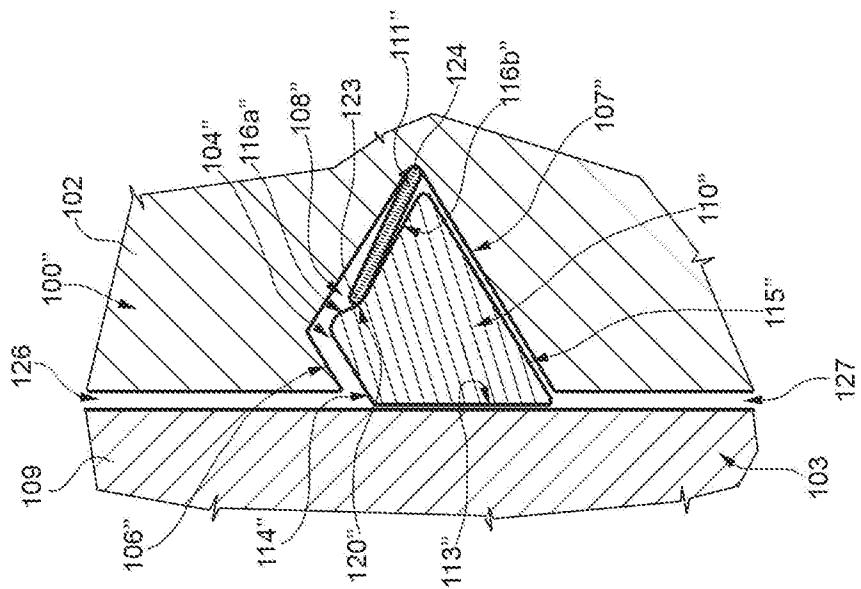
四  
上



180  
181  
G.  
II



180  
G.



p.i.: VALLACQUA GIULIO DITTA INDIVIDUALE

Fabio D'ANGELO  
(Iscrizione Albo nr. 846/B)

FIG. 19a

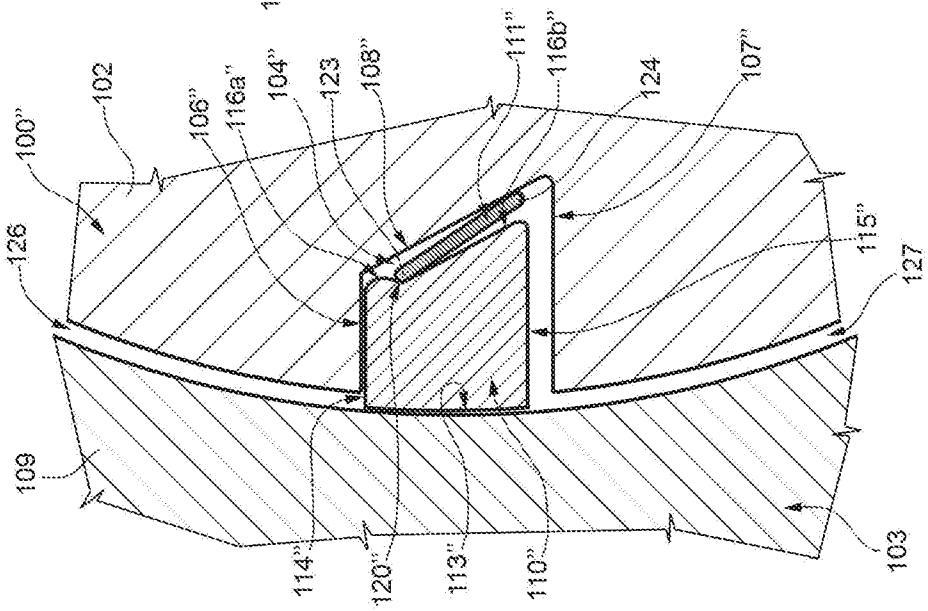


FIG. 19b

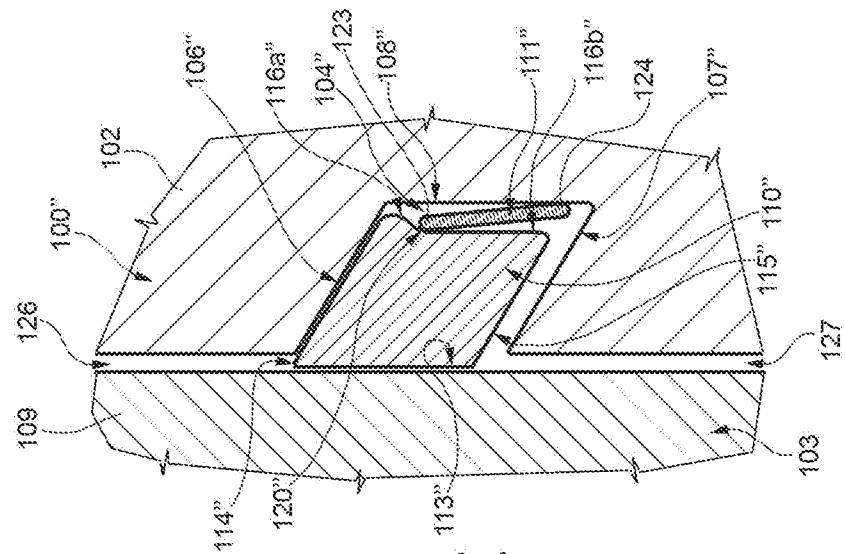
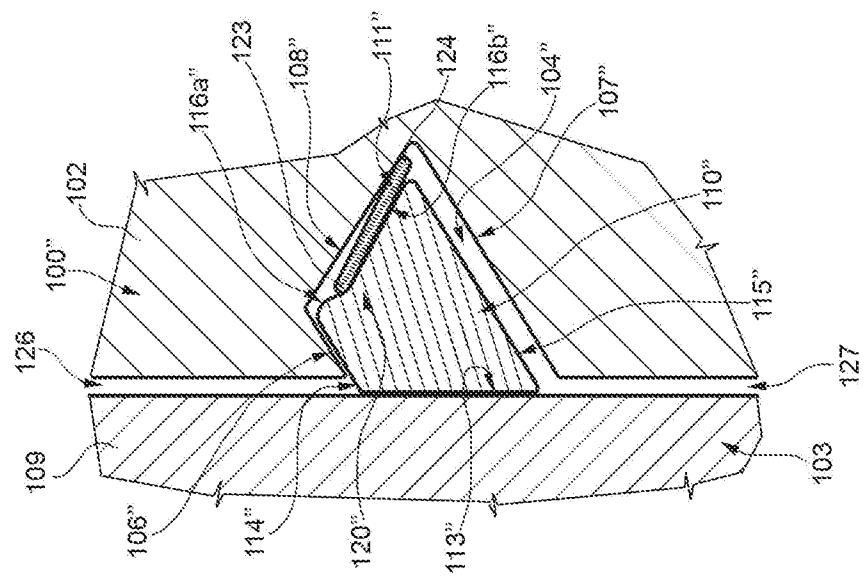


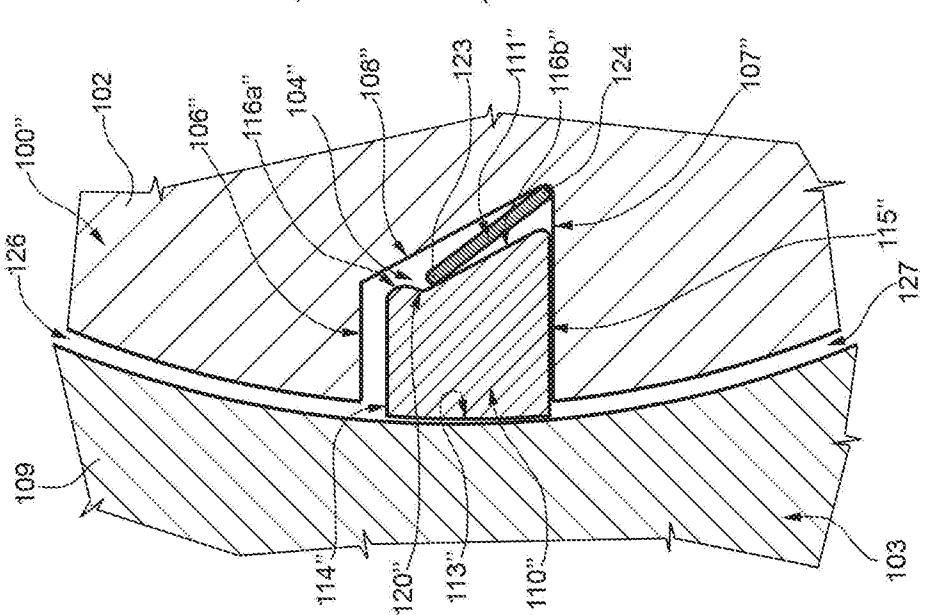
FIG. 19c



p.i.: VALLACQUA GIULIO DITTA INDIVIDUALE

Fabio D'ANGELO  
(Iscrizione Albo nr. 846/B)

EIG 208



EIG 206

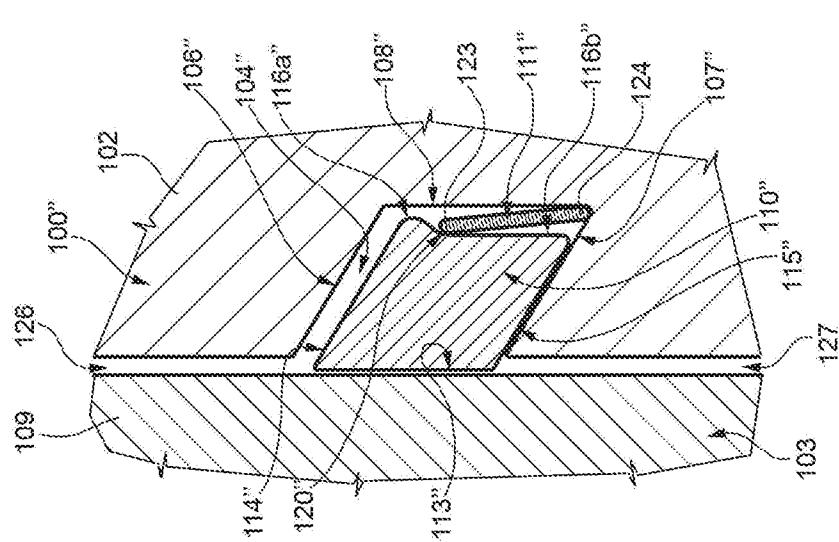
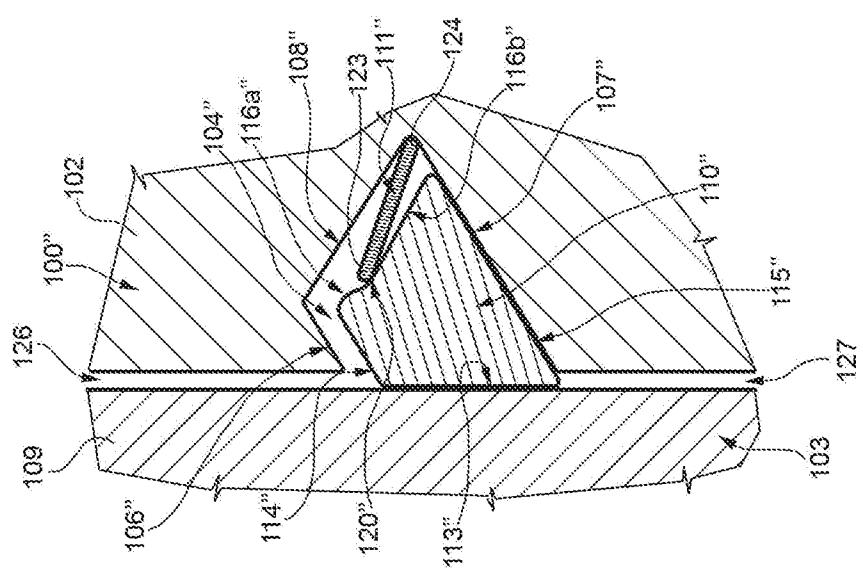


FIG. 20C



p.i.: VALLACQUA GIULIO DITTA INDIVIDUALE

Fabio D'ANGELO  
(Iscrizione Albo nr. 846/B)