



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

DOMANDA NUMERO	101998900696964
Data Deposito	05/08/1998
Data Pubblicazione	05/02/2000

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	25	J		

Titolo

DISPOSITIVO DI ATTUAZIONE A SOFFIETTO, SPECIALMENTE PER MANIPOLATORE
ROBOTICO, E METODO DI AZIONAMENTO DI DETTO DISPOSITIVO.

Descrizione dell'invenzione avente per titolo:

" Dispositivo di attuazione a soffietto, specialmente per manipolatore robotico, e metodo di azionamento di detto dispositivo."

a nome: Vincenzo Arrichiello, di nazionalità italiana

residente in: Via S. Antonio 7, 19121 La Spezia, Italia

Depositata il N.

DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce ad un dispositivo di attuazione a soffietto, specialmente per manipolatore robotico, e ad un metodo di azionamento di detto dispositivo.

I manipolatori robotici industriali noti nella tecnica sono prevalentemente dedicati alla manipolazione di oggetti di struttura rigida e generalmente di buona robustezza, risultando generalmente adeguati per gli impieghi di tipo industriale che richiedono una salda presa su oggetti rigidi e robusti (ad es. i tubi metallici molto utilizzati nelle strutture off-shore).

Nascono però nuove necessità di mezzi robotici da impiegare ad esempio per attività di ricerca scientifica (in biologia, archeologia, geologia, etc.), ad esempio in campo subacqueo. Questo tipo di impiego richiede invece la capacità di manipolazione e raccolta di oggetti fragili, delicati e spesso con struttura cedevole che rischiano di essere danneggiati se manipolati con dispositivi di tipo convenzionale.

Per superare l'inconveniente del potenziale danneggiamento di oggetti fragili sarebbe possibile dotare i manipolatori di sensori tattili in grado di misurare la forza realmente applicata sull'oggetto, al fine di poterla controllare in modo fine, ma questa soluzione risulta di elevata complessità e comporta notevoli problematiche tecniche per la implementazione in dispositivi destinati a certi particolari impieghi, come ad esempio quello subacqueo.



Ad esempio è noto nella tecnica un manipolatore robotico del tipo con pinza a ganascia articolata, descritto nel brevetto US-A-4.607.998. Il sistema di attuazione elettroidraulico oggetto di tale brevetto consiste in un sistema idraulico a doppio cilindro a volume costante azionato da un motore elettrico mediante una vite. Gli attriti dovuti alle guarnizioni dei cilindri ed al giunto reggispira della vite sono strumentali al funzionamento del sistema e dimensionati in modo da impedire moti della ganascia dovuti all'applicazione di forze esterne. Questa caratteristica risulta utile nel caso di oggetti manipolati di struttura rigida e resistente, ma è svantaggiosa per la manipolazione di oggetti fragili e di struttura cedevole quali campioni biologici, reperti archeologici, etc.

Pertanto scopo della presente invenzione è quello di superare tutti gli inconvenienti suddetti e di indicare un dispositivo di attuazione che utilizza, come elemento attivo, un soffiello flessibile azionato da un fluido in pressione .

Il dispositivo oggetto della presente invenzione risolve anche un ulteriore inconveniente nel caso si utilizzino, secondo forme di attuazione preferite della presente invenzione, soffielli lunghi e cedevoli con pressioni del fluido di azionamento abbastanza elevate: soffielli con tali caratteristiche, che generalmente presentano un alto rapporto tra lunghezza e diametro, sono soggetti, già a pressioni di attuazione molto basse, ad un fenomeno di instabilità strutturale, detto "buckling", che comporta un'incontrollata deformazione laterale e che, riducendo drasticamente l'ampiezza della forza ottenibile ed il campo di movimento utile, li potrebbe rendere di fatto inutilizzabili per la realizzazione di dispositivi di manipolazione.

Il dispositivo oggetto della presente invenzione comprende infatti, nella sua implementazione di base, un soffiello contenuto, per la maggior parte della sua lunghezza, in una cavità generalmente di forma cilindrica, avente un diametro interno leggermente



superiore a quello esterno del soffiutto, in modo che il soffiutto può liberamente accorciarsi ed allungarsi, ma e' impedito ad assumere deformazioni laterali e può pertanto essere attuato con una pressione molto superiore a quella che provocherebbe il manifestarsi del fenomeno di instabilità laterale su menzionato nel soffiutto libero.

Un'applicazione particolarmente indicata per questo tipo di attuatore si ha nei dispositivi di presa robotici, nei quali risulta piu' vantaggiosa rispetto a soluzioni basate sull'impiego di altri dispositivi, quali cilindri pneumatici o idraulici.

Per conseguire tali scopi la presente invenzione ha per oggetto un dispositivo di attuazione a soffiutto, specialmente per manipolatore robotico, e sue varianti realizzative, come meglio descritto nelle rivendicazioni da 1 a 15 che formano parte integrante della presente descrizione.

E' ulteriore oggetto della presente invenzione un metodo di azionamento di detto dispositivo, e sue varianti, come meglio descritto nelle rivendicazioni da 16 a 24 che formano parte integrante della presente descrizione.

Il dispositivo di attuazione di manipolatore robotico a soffiutto oggetto dell'invenzione elimina virtualmente gli attriti e quindi permette di ottenere una relazione tra la pressione di attuazione e la forza di contatto applicata all'oggetto manipolato rappresentata da una funzione matematica priva di punti di discontinuità. Questa caratteristica rende possibile e agevole l'implementazione di un controllo preciso della forza di contatto e quindi permette di realizzare manipolatori robotici capaci di trattare oggetti fragili o delicati senza danneggiarli.

Il principale vantaggio dell'attuatore a soffiutto rispetto ai cilindri, deriva dall'assenza di guarnizioni di tenuta a scorrimento e quindi dall'assenza di fenomeni di attrito ed usura da ciò derivati.



Questa caratteristica risulta di grande utilità in dispositivi per la manipolazione di oggetti fragili o delicati in quanto consente di avere una misura indiretta della forza applicata all'oggetto mediante la misura della pressione.

I manipolatori realizzabili utilizzando il metodo di azionamento oggetto della presente invenzione, caratterizzato dalla assenza di attriti, superano le limitazioni sopra indicate e, quando siano associati ad un idoneo servocontrollo, ottengono, senza richiedere l'impiego di sofisticati sensori tattili, una regolazione accurata [fine] della forza di contatto esercitata sull'oggetto e quindi una presa sicura senza pericolo di danneggiamento dell'oggetto stesso.

I manipolatori oggetto della presente invenzione sono inoltre caratterizzati da notevole semplicità realizzativa e possono essere costruiti con materiali capaci di ben sopportare le condizioni di impiego tipiche della robotica subacquea.

Le caratteristiche più significative che si ottengono sono le seguenti.

Assenza di attriti: l'attrito, come noto, ha una caratteristica non solo non lineare ma anche discontinua a causa della transizione tra attrito dinamico e statico (quando la velocità passa per lo zero). La presenza di attriti nel dispositivo che trasmette il moto e la forza tra l'organo di comando e l'organo comandato di un manipolatore, impedisce l'esistenza di una relazione continua tra la forza applicata dal manipolatore sull'oggetto e quella erogata dall'organo di comando, quindi impedisce di valutare la forza di contatto applicata all'oggetto sulla base della misura della forza erogata dall'organo di comando.

Controllo di forza: la possibilità di implementare facilmente (senza sensori speciali) il controllo di forza (invece del controllo di posizione) permette al manipolatore di avere una certa "cedevolezza" ossia di potersi adattare alla forma ed a piccoli spostamenti dell'oggetto manipolato senza che la forza di contatto subisca significative variazioni.

Un ulteriore vantaggio offerto dall'utilizzo di soffietti, è la possibilità di collegare direttamente le estremità di questi a parti del dispositivo di manipolazione soggette a moto

relativo senza richiedere l'uso di giunti e snodi, in quanto la flessibilità del soffietto è generalmente sufficiente a permettere la flessione necessaria.

Ulteriori scopi e vantaggi della presente invenzione risulteranno chiari dalla descrizione particolareggiata che segue di un esempio di realizzazione della stessa e dai disegni annessi dati a puro titolo esplicativo e non limitativo, in cui:

- nella figura 1 è evidenziata una sezione longitudinale di un primo esempio di realizzazione del dispositivo di attuazione a soffietto oggetto dell'invenzione;
- nella figura 2 è evidenziata una sezione longitudinale di un secondo esempio di realizzazione del dispositivo di attuazione comprendente un prolungamento della parte fissa;
- nella figura 3 è evidenziata una sezione longitudinale di un terzo esempio di realizzazione del dispositivo di attuazione comprendente due dita;
- nella figura 4 è evidenziata una sezione longitudinale di un quarto esempio di realizzazione del dispositivo di attuazione comprendente un dito con possibilità di movimento in due direzioni tramite un giunto;
- nelle figure 4a, 4d sono evidenziate sezioni trasversali di diverse varianti implementative della parte mobile di figura 4;
- nella figura 5 è evidenziata una ulteriore variante realizzativa del dito costituente la parte mobile composta di due falangi;
- nella figura 6 è evidenziato un possibile esempio di realizzazione di un sistema di attuazione costituito da un sistema idraulico a volume costante.

I soffietti flessibili sono elementi tubolari, generalmente ma non esclusivamente, a simmetria cilindrica, la cui parete è ondulata, costituita da una serie di convoluzioni; questa particolare conformazione conferisce ai soffietti flessibili elevate caratteristiche di flessibilità'

laterale e deformabilità longitudinale e , nel contempo, buone caratteristiche di resistenza alla pressione.

Questo rende i soffietti idonei all'impiego come attuatori con caratteristiche simili a quelle dei cilindri a pistone idraulici o pneumatici. Infatti essi sono in grado di trasformare la pressione del fluido in essi contenuto in una forza meccanica, diretta secondo l'asse longitudinale, e le variazioni di volume del fluido contenuto in movimento meccanico relativo delle due estremità'.

Se le estremità del soffietto sono collegate a due elementi di un dispositivo capaci di moto relativo, e' possibile, applicando una pressione al fluido contenuto nel soffietto, ottenere sia il movimento relativo di tali elementi sia la applicazione di una forza su tali elementi e quindi anche su altre parti che siano in contatto con questi.

Il soffietto flessibile, inserito in un idoneo dispositivo meccanico, permette quindi di attuare le principali funzioni di un dispositivo di manipolazione: la effettuazione del movimento di presa e la applicazione di una forza di contatto per il mantenimento della presa.

Le principali differenze tra i soffietti utilizzati come attuatori ed i cilindri a pistone convenzionali sono: assenza dei fenomeni di attrito derivanti dalla presenza di guarnizioni a strisciamento, capacità di assumere deformazioni mediante flessione laterale, presenza di una resistenza alla deformazione longitudinale di tipo elastico.

La resistenza alla deformazione longitudinale e' funzione della costante elastica longitudinale ed ha l'effetto di richiedere la applicazione di una pressione del fluido contenuto per ottenere una deformazione longitudinale del soffietto rispetto alla condizione di riposo.

Le migliori prestazioni nell'impiego come attuatori sono realizzate da soffietti che presentano un alto rapporto tra lunghezza e diametro, e quindi una ridotta costante elastica longitudinale ed elevato campo di deformazione longitudinale, in quanto consentono un ampio campo di movimento con pressioni di attuazione limitate.

In figura 1 è evidenziata una sezione longitudinale di una particolare implementazione idonea a realizzare un elemento di manipolatore in grado di effettuare un movimento di rotazione attorno ad un asse.

Una parte mobile 1, nella quale è ricavata una cavità cilindrica 2 che alloggia un soffietto 3, è incernierata ad una parte fissa 4 tramite un perno 5. Le due estremità del soffietto 3 si impegnano rispettivamente al fondo della cavità della parte mobile 1 ed alla parte fissa 4 in fronte alla cavità. Le variazioni di lunghezza del soffietto 3, indotte dalla pressione applicata da un fluido introdotto attraverso un ingresso 6, provocano una rotazione della parte mobile perpendicolare all'asse di rotazione intorno al perno 5, come evidenziato dalla parte tratteggiata che schematizza il movimento della parte mobile.

Le due estremità del soffietto sono fissate ad esempio con elementi di fissaggio 7 e 8 che garantiscono la tenuta stagna di queste rispetto alla cavità ed alla parte fissa, a meno dell'ingresso 6 del fluido, realizzato ad esempio con un incavo nell'elemento di fissaggio 8. Gli elementi di fissaggio sono di un qualsiasi tipo noto adatto allo scopo, ad esempio avvitati alle due parti mobile e fissa.

Se la parte mobile 1 è in contatto con un corpo esterno, aumentando la pressione del fluido contenuto nel soffietto è possibile applicare una forza a tale corpo.

Come mostrato in fig.2, dove con gli stessi numeri sono indicati gli stessi elementi di fig. 1, se tale corpo esterno è compreso tra la parte mobile 1 ed un elemento 9 solidale con la parte fissa 4, e costituente un prolungamento di quest'ultima giustapposto alla parte

mobile, mediante il controllo della pressione del fluido e' possibile effettuare una azione di presa del corpo, serrandolo tra la parte mobile 1 e l'elemento 9 solidale con la parte fissa ed applicando una forza di contatto desiderata, come evidenziato dalla parte tratteggiata che schematizza il movimento della parte mobile.

Il dispositivo può essere utilmente impiegato per realizzare un dito di un manipolatore a piu' dita con particolari caratteristiche di semplicità costruttiva.

Un manipolatore a due dita realizzabile utilizzando due dispositivi del tipo illustrato in fig.1 con gli elementi mobili 1a e 1b contrapposti e la parte fissa 4 comune è rappresentato, a titolo di esempio, in fig. 3, dove gli stessi elementi di fig.1 sono indicati con gli stessi numeri, con il pedice a per il primo dito ed il pedice b per il secondo dito.

Un manipolatore in grado di raccogliere oggetti delicati può essere realizzato con più dita, tipicamente da tre a sei disposte rispetto ad un asse centrale in modo da poter muovere in modo convergente per effettuare la azione di presa: è infatti sufficiente orientare nella direzione opportuna gli assi di rotazione intorno ai perni 5 per ottenere i voluti movimenti delle singole dita.

Come mostrato in fig. 4, dove con gli stessi numeri sono indicati gli stessi elementi di fig. 1, il dispositivo oggetto della invenzione permette di realizzare facilmente anche un dito con possibilità' di movimento in due direzioni. In questo tipo di realizzazione, la parte mobile 1' e' collegata a quella fissa 4 tramite un giunto G che consente un movimento bidimensionale attorno al suo punto di perno, ed e' dotata di piu' soffietti 3, tipicamente da due a quattro, azionati in modo indipendente. Il dito può quindi spostarsi non solo nel piano radiale ma anche lateralmente per posizionare il punto di contatto con l'oggetto in modo ottimale.

In questo caso la parte mobile 1' è modificata in modo da consentire l'alloggiamento di più soffietti, ad esempio ricavando in essa una cavità per ogni soffietto.

Tali soffietti, e le corrispondenti cavità di alloggiamento, sono disposti rispetto all'asse centrale del dito, che passa per il giunto G, in modo che la forza risultante dalle loro singole azioni (tenendo anche conto della reazione vincolare del giunto) possa assumere, in funzione delle diverse combinazioni di ampiezze di queste, una qualsiasi direzione nel piano ortogonale all'asse del dito.

Le figure 4a, 4d mostrano sezioni ortogonali della parte mobile 1' di fig. 4 in alcuni esempi di realizzazione di possibili configurazioni di dita connesse a giunto.

Tipiche configurazioni simmetriche possono prevedere o tre soffietti (con corrispondenti cavità 2) equispaziati a 120° , rispetto all'asse centrale del dito che passa per il giunto G, o quattro soffietti equispaziati a 90° , come mostrato in una sezione ortogonale all'asse del dito, nelle fig. 4a e 4b rispettivamente.

Nel caso si desideri privilegiare la capacità di azione in un particolare settore angolare, in cui è maggiormente importante il movimento in avvicinamento reciproco delle dita necessario per la presa di oggetti, i soffietti possono essere disposti in modo non simmetrico; ad esempio, nel caso di tre soffietti, due possono essere spaziati a 90° tra loro ed a 135° rispetto al terzo come illustrato in fig. 4d.

Oppure possono essere utilmente impiegati anche solo due soli soffietti, spaziati tra loro di un angolo minore di 180° , come illustrato in fig. 4c.

Una ulteriore possibile configurazione di un dito per manipolatore robotico realizzabile con il dispositivo oggetto della invenzione è quella a più "falangi", formata da più dispositivi collegati in serie; a titolo di esempio non limitativo la configurazione a due falangi è illustrata in fig. 5, dove gli elementi della prima falange sono indicati con numeri uguali a quelli di fig. 1, e la seconda falange comprende una parte mobile 1", con cavità cilindrica 2",

incernierata alla parte mobile 1 della prima falange mediante un perno 5", ed un soffietto 3" collegato al soffietto della prima falange 3 mediante un elemento di fissaggio e collegamento 11 dotato di un condotto 10 attraverso il quale il fluido puo' fluire da una parte all'altra, e terminato all'altra estremita' con un elemento di fissaggio 7".

Con questa configurazione, le caratteristiche di capacita' di presa del manipolatore risultano migliorate in quanto le singole dita hanno la capacita' di avvolgere l'oggetto, come evidenziato dalla parte tratteggiata che schematizza il movimento della parte mobile.

Inoltre, dimensionando opportunamente le sezioni dei due soffietti, e' possibile ottimizzare la distribuzione della forza di contatto lungo la lunghezza del dito.

Per quanto concerne i possibili sistemi di attuazione utilizzabili, si puo' prevedere di usare un sistema pneumatico: il soffietto viene alimentato attraverso l'ingresso 6 con aria compressa la cui pressione e' regolata da una valvola [od analogo dispositivo]; questo metodo e' indicato per impieghi terrestri.

Si puo' altresì utilizzare un sistema idraulico a controllo di pressione: il soffietto viene alimentato attraverso l'ingresso 6 con olio la cui pressione e' regolata da una valvola [od analogo dispositivo]

Il dispositivo oggetto della invenzione si presta ottimamente ad essere attuato mediante un sistema idraulico a volume costante, come descritto nel seguito con riferimento alla figura 6, potendosi in tal modo ottenere manipolatori di dimensioni contenute, con elevata destrezza di movimento, idonei all'impiego subacqueo e che richiedono solo una alimentazione elettrica per il loro funzionamento.

In tale sistema idraulico, ognuno dei soffietti S1 utilizzati per l'azionamento del manipolatore (slave), in una qualsiasi delle varianti sopra descritte, e' collegato ad un secondo soffietto (master) S2 mediante un circuito chiuso a volume costante riempito di

fluido incompressibile (ad es. olio idraulico). I due soffietti S1 e S2 sono ad esempio collegati tramite un tubicino T che veicola il fluido tra di essi.

Questo sistema e' in grado di trasmettere uno spostamento meccanico imposto al soffietto master S2 in uno spostamento del soffietto slave S1 (il rapporto delle ampiezze di tali spostamenti essendo uguale all'inverso del rapporto delle sezioni equivalenti dei due soffietti) e di trasmettere una forza meccanica applicata ad uno dei soffietti all'altro con un rapporto di trasmissione pari al rapporto delle sezioni equivalenti dei due soffietti.

Per il movimento del soffietto master S2 possono essere utilizzati come dispositivi di attuazione AT sia motori elettrici rotanti accoppiati a dispositivi per la trasformazione del moto rotatorio in lineare (ad esempio viti terminanti con un pistoncino ST), che motori elettrici lineari, ad esempio del tipo detto "Voice coil" in cui il pistoncino ST è mosso da energia magnetica prodotta dal motore.

Questi ultimi, presentando attriti virtualmente nulli, si prestano particolarmente bene alla realizzazione di manipolatori robotici che sfruttino la caratteristica di assenza di attriti del dispositivo di azionamento per realizzare una regolazione accurata della forza di contatto esercitata sull'oggetto.

I soffietti master S2 e slave S1 sono collegati da un tubo T generalmente flessibile e resistente alla pressione, e formano il circuito idraulico a volume costante che e' riempito con un fluido incompressibile.

Il dispositivo di attuazione AT, ad esempio del tipo voice-coil, è collegato alla estremita' libera del soffietto master S2 in modo che la sua direzione di azione sia sostanzialmente allineata con l'asse longitudinale di tale soffietto.

Il motore elettrico lineare applicando una forza alla estremita' libera del soffietto master, e' in grado di provocare la deformazione longitudinale. Questa corrisponde ad una variazione del volume del soffietto master la quale comporta il trasferimento di una

corrispondente quantità di fluido da o verso il soffietto slave, con conseguente deformazione longitudinale di questo e trasmissione del movimento al dispositivo.

Una ulteriore vantaggiosa caratteristica del sistema di attuazione a volume costante deriva dalla relazione di diretta proporzionalità esistente tra le deformazioni longitudinali dei due soffietti; questo permette di valutare con buona approssimazione la lunghezza del soffietto slave sulla base della misura di quella del soffietto master. In tal modo è possibile evitare l'installazione di sensori di posizione nel manipolatore, posizionandoli invece nella sezione di attuazione, quindi in luogo protetto e con minori vincoli di ingombro. Così altrettanto vantaggioso è il posizionamento remoto di tutta la sezione di attuazione.

Sono possibili varianti agli esempi non limitativi di realizzazione della presente invenzione su descritti, senza uscire dall'ambito dell'idea inventiva.

Per ottimizzare il campo di deformazione longitudinale del soffietto, la connessione della parte mobile 1 alla parte fissa 4 può comprendere, oltre al perno 5, un elemento elastico, tipo molla, idoneo ad imporre un precarico di compressione al soffietto.

Il perno 5 può essere sostituito con un elemento flessibile, tipo lamina in acciaio armonico, idoneo anche ad imporre un precarico di compressione al soffietto.

Il dito può essere conformato nella sua parte esterna in modo opportuno, eventualmente rivestito di materiale protettivo che favorisca inoltre la presa degli oggetti, tipo ad esempio schiuma poliuretana.

Le parti mobili possono essere azionate sia in spinta che in trazione, ruotando nella direzione opportuna gli assi di rotazione intorno ai relativi perni (5).

Handwritten signature

RIVENDICAZIONI

1. Dispositivo di attuazione comprendente:
 - una parte fissa (4);
 - almeno una parte mobile (1), connessa a detta parte fissa in modo da avere almeno un grado di libertà di movimento rispetto alla parte fissa;
 - almeno un soffietto flessibile (3), azionato da un fluido in pressione, che si impegna alle due estremità rispettivamente a dette parti fissa e mobile, in modo da determinare un movimento di detta parte mobile dipendente da detto azionamento.
2. Dispositivo come nella rivendicazione 1, caratterizzato da ciò che detta parte mobile (1) comprende almeno una cavità che alloggia detto soffietto flessibile (3) per la maggior parte della sua lunghezza, detta cavità essendo di dimensioni leggermente superiori a detto soffietto, in modo che il soffietto possa liberamente variare la propria lunghezza in seguito a detto azionamento, ma sia impedito ad assumere deformazioni laterali.
3. Dispositivo come nella rivendicazione 1 o 2, caratterizzato da ciò che detta connessione della parte mobile (1) a detta parte fissa (4) è realizzata tramite incernieramento in un punto (5) di perno sulla parte fissa, in modo che le variazioni di lunghezza del soffietto (3), indotte da detto azionamento, provochino una rotazione della parte mobile nella direzione perpendicolare all'asse di rotazione intorno a detto perno (5).
4. Dispositivo come in una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 3, caratterizzato da ciò che detto fluido è introdotto in detto soffietto attraverso un ingresso (6) ricavato nell'elemento di fissaggio (8) del soffietto alla parte fissa (4).
5. Dispositivo come in una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 4, caratterizzato da ciò che detta parte fissa comprende un prolungamento (9) giustapposto a detta parte mobile

(1), quest'ultima potendosi muovere contro detto prolungamento in modo da effettuare un'azione di presa di oggetti.

6. Dispositivo come in una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 4, caratterizzato da ciò che comprende una o più ulteriori parti mobili azionate da un proprio soffietto in direzione contrapposta alla prima parte mobile, in modo da effettuare un'azione di presa di oggetti.

7. Dispositivo come nella rivendicazione 1 o 2, caratterizzato da ciò che detta connessione della parte mobile (1) a detta parte fissa (4) è realizzata tramite un giunto (G) che consente un movimento bidimensionale attorno al suo punto di perno.

8. Dispositivo come nella rivendicazione 7, caratterizzato da ciò che detta parte mobile (1') è azionata da più soffietti flessibili posti in altrettante cavità ricavate in detta parte mobile.

9. Dispositivo come nella rivendicazione 8, caratterizzato da ciò che detti soffietti e le corrispondenti cavità sono in posizioni simmetricamente contrapposte rispetto a detto giunto (G), angolarmente equispaziate.

10. Dispositivo come nella rivendicazione 8, caratterizzato da ciò che detti soffietti e le corrispondenti cavità sono in posizioni non simmetriche rispetto a detto giunto (G), angolarmente non equispaziate.

11. Dispositivo come in una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato da ciò che detta parte mobile (1) comprende due o più parti collegate in serie, in cui il fluido di attuazione può fluire da una parte all'altra attraverso un condotto (10).

12. Dispositivo come in una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato da ciò che dette parti mobili possono essere azionate sia in spinta che in trazione, ruotando nella direzione opportuna gli assi di rotazione intorno ai relativi perni (5) o giunti (G).

13. Dispositivo come in una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato da ciò che dette parti mobili sono rivestite di materiale protettivo che favorisca la presa degli oggetti, tipo ad esempio schiuma poliuretanica.
14. Dispositivo come in una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato da ciò che detta connessione della parte mobile (1) alla parte fissa (4) comprende, oltre all'incernieramento in un punto (5) di perno, un elemento elastico, tipo molla, idoneo ad imporre un precarico di compressione al soffiETTO.
15. Dispositivo come in una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 13, caratterizzato da ciò che detta connessione della parte mobile (1) alla parte fissa (4) è realizzata con un elemento flessibile, tipo lamina in acciaio armonico, idoneo anche ad imporre un precarico di compressione al soffiETTO.
16. Metodo di azionamento del dispositivo di attuazione secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato da ciò che detti soffiETTI sono attuati da un sistema di introduzione di un fluido a pressione in essi.
17. Metodo come nella rivendicazione 16, caratterizzato da ciò che detto sistema è a volume costante.
18. Metodo come nella rivendicazione 17, caratterizzato da ciò che ognuno dei soffiETTI del dispositivo di attuazione e' collegato ad un secondo soffiETTO remoto (S2) mediante un circuito chiuso a volume costante riempito di fluido incompressibile, e che si trasforma un azionamento del soffiETTO remoto in un corrispondente azionamento del soffiETTO del dispositivo di attuazione.
19. Metodo come nella rivendicazione 18, caratterizzato da ciò che detto azionamento del soffiETTO remoto provoca una sua deformazione longitudinale che corrisponde ad una variazione del suo volume e che comporta il trasferimento di una corrispondente quantità di

Fin
Alto

fluido da o verso il soffietto del dispositivo di attuazione, con conseguente deformazione longitudinale di questo e trasmissione del movimento al dispositivo di attuazione.

20. Metodo come nella rivendicazione 19, caratterizzato da ciò che l'azionamento del soffietto remoto è effettuato tramite un motore elettrico rotante accoppiato a un dispositivo per la trasformazione del moto rotatorio in lineare che aziona detto soffietto remoto.

21. Metodo come nella rivendicazione 19, caratterizzato da ciò che l'azionamento del soffietto remoto è effettuato tramite un motore elettrico lineare (AT), in cui un pistoncino (ST) mosso dal motore aziona detto soffietto remoto.

22. Metodo come nella rivendicazione 21, caratterizzato da ciò che detto motore è del tipo Voice Coil che muove detto pistoncino tramite energia magnetica.

23. Metodo come nella rivendicazione 16, caratterizzato da ciò che detto fluido è gassoso la cui pressione è regolata da una valvola.

24. Metodo come nella rivendicazione 16, caratterizzato da ciò che detto fluido è liquido la cui pressione è regolata da una valvola.

Handwritten signature

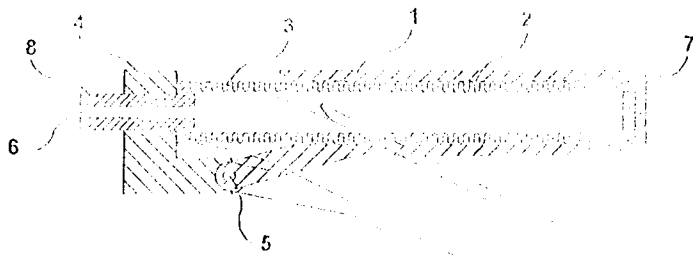


Fig. 1

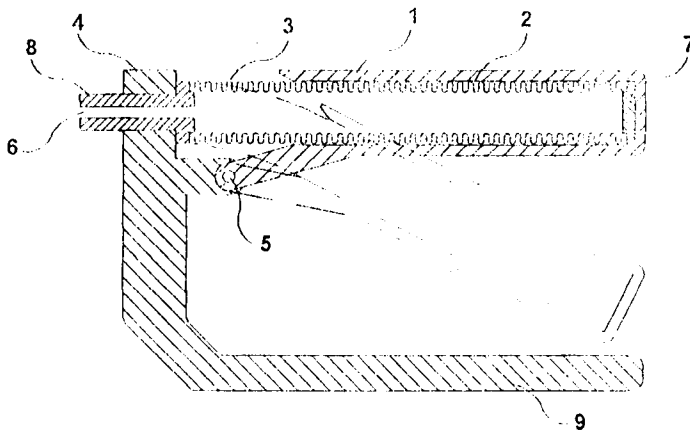


Fig. 2

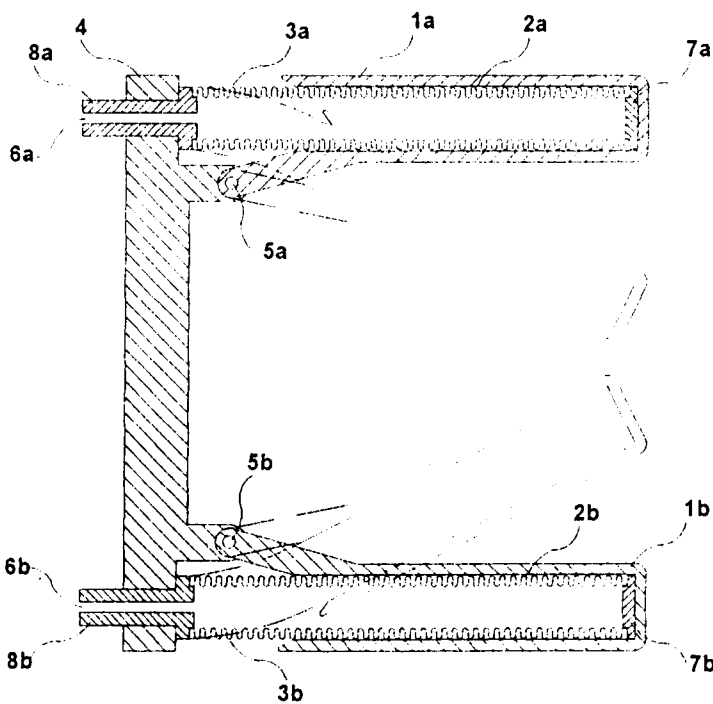


Fig. 3

Handwritten signature or mark on the right margin.

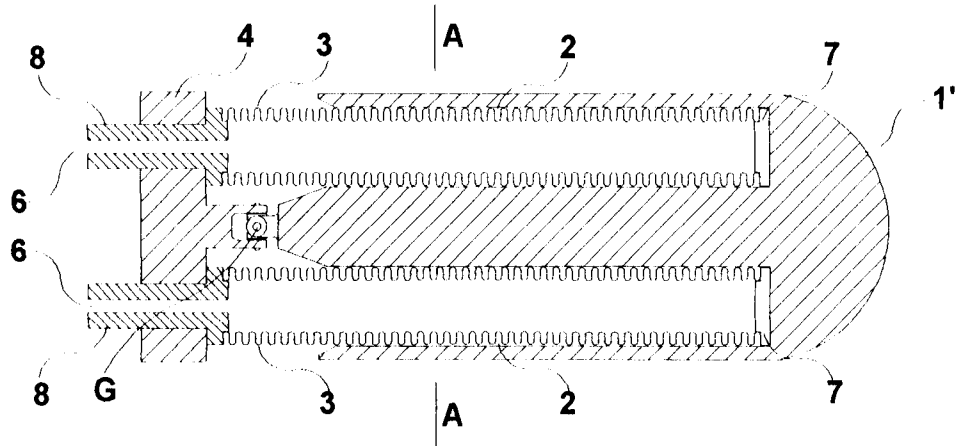


Fig. 4

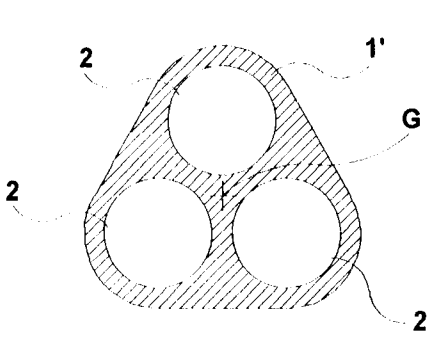


Fig. 4a

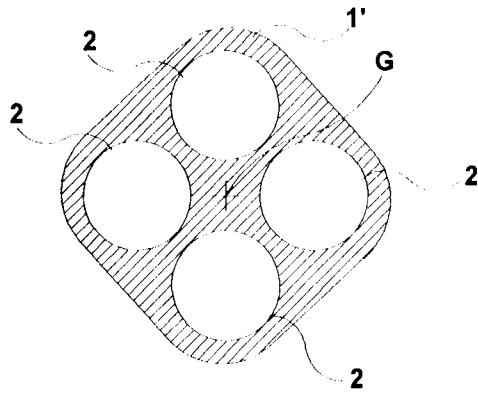


Fig. 4b

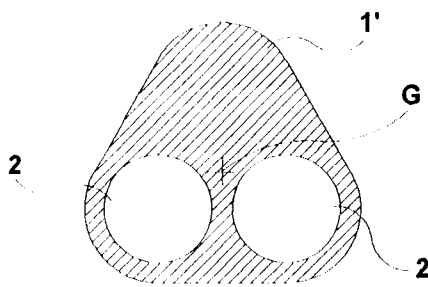


Fig. 4c

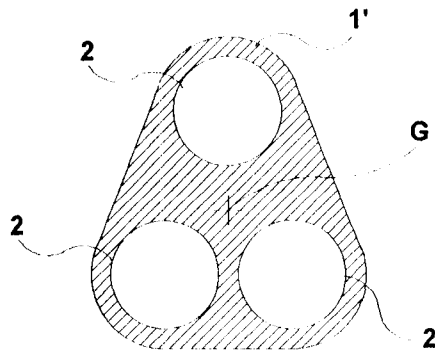


Fig. 4d

Handwritten signature

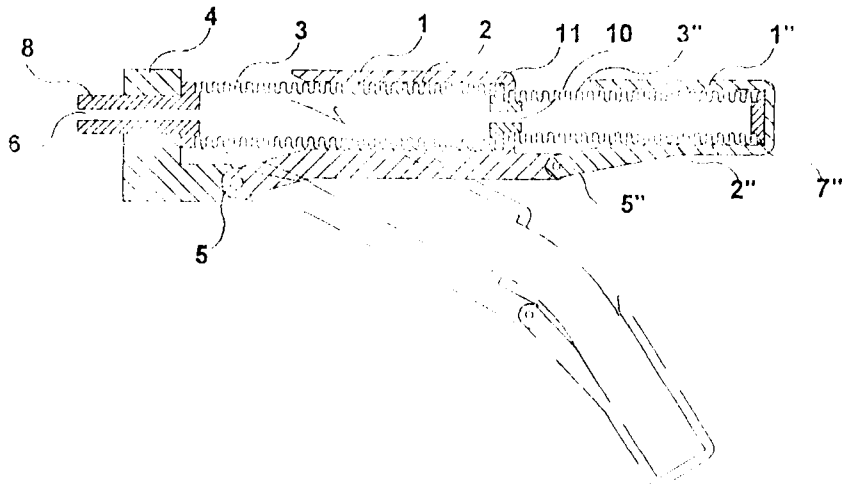


Fig. 5

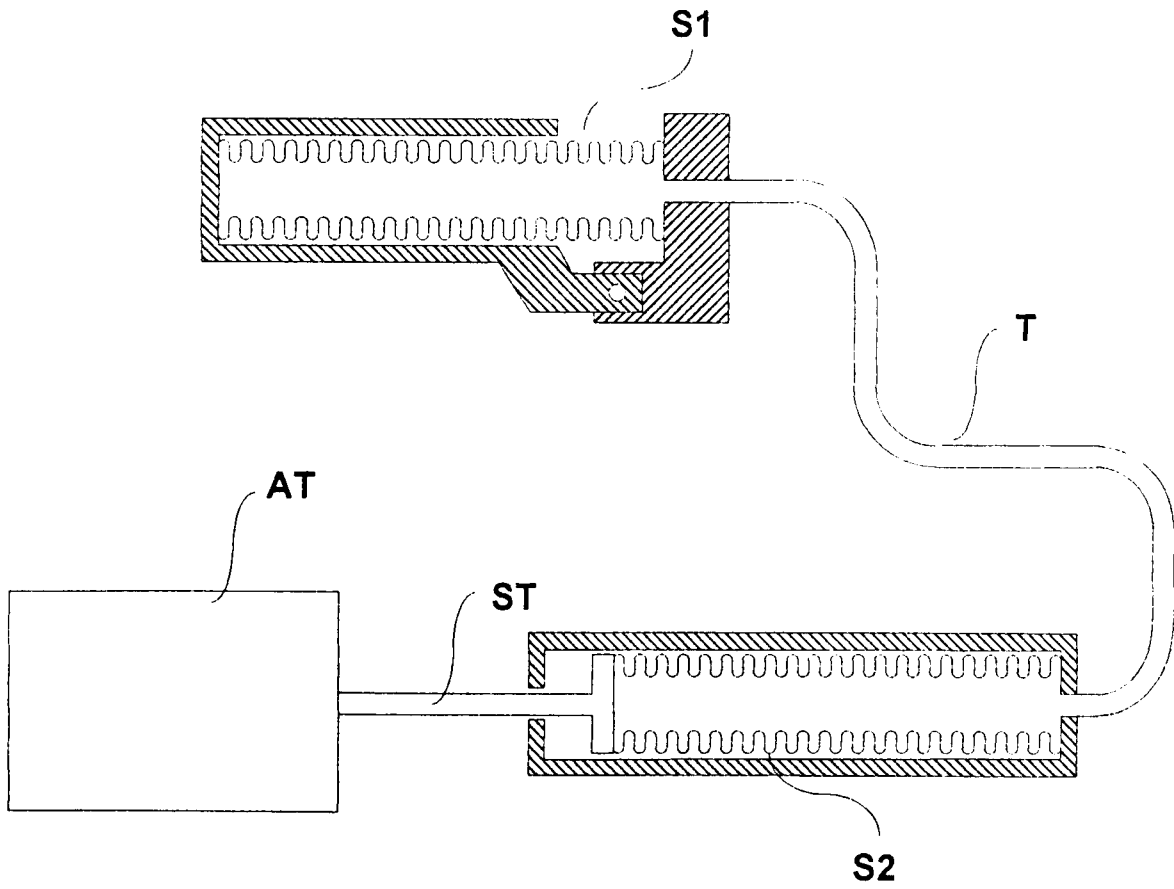


Fig. 6

Pro A. H. A.