



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA NUMERO	101996900550486
Data Deposito	22/10/1996
Data Pubblicazione	22/04/1998

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
A	61	B		

Titolo

ROBOT ENDOSCOPICO

Titolare : Scuola Superiore di Studi Universitari e di
Perfezionamento S. Anna - Pisa

DESCRIZIONE

22 OTT. 1996

- 5 La presente invenzione si riferisce ad un robot endoscopico del tipo destinato ad essere inserito, nell'ambito di endoscopie diagnostiche o chirurgiche, all'interno di cavità corporali quali, ad esempio, il colon, e ad essere posto in locomozione secondo una direzione prefissata con un moto del tipo cosiddetto a bruco.
- 10 Come è noto, l'endoscopia è stata sviluppata in medicina allo scopo di ridurre, per quanto possibile, di operare mediante interventi chirurgici convenzionali durante procedure di tipo diagnostico, nel contempo limitando le sofferenze del paziente, la sua permanenza ospedaliera ed eventuali effetti collaterali.
- 15 A tale proposito sono noti strumenti per endoscopia che vengono attuati grazie all'intervento del chirurgo che impartisce direttamente allo strumento il moto di avanzamento all'interno del corpo del paziente.
- 20 Frequentemente le cavità corporali, che costituiscono il percorso di tali strumenti, sono estremamente tortuose e, nel contempo, fragili cosicché, da una parte, viene richiesta una grande perizia del chirurgo che manovra lo strumento mentre, dall'altra, operazioni diagnostiche o chirurgiche in endoscopia sono spesso impossibili per l'estrema difficoltà dell'intervento.
- 25 Per ovviare a questo inconveniente è stato proposto di

impiegare, nell'ambito delle operazioni di endoscopia, un robot che possiede un'autonoma capacità di muoversi all'interno delle cavità corporali di un paziente, adattandosi, fin dove possibile, alla conformazione dell'ambiente circostante.

5 A tale robot viene associata la necessaria strumentazione chirurgica e/o diagnostica come microbracci, microcamere ed emettitori laser.

Sono noti robot endoscopici del tipo specificato i quali, una volta inseriti nella cavità corporale del paziente, si muovono in essa
10 con una locomozione a serpente, a tentacolo, a proboscide o ancora a bruco.

Tali robot endoscopici presentano un limitato numero di gradi di libertà, ovvero auto-piegatura in più di una direzione rispetto alla direzione di marcia, eventualmente in combinazione con una
15 rotazione intorno al proprio asse.

Per avanzare in una cavità corporale di un paziente, i robot sopra specificati devono insufflare grandi quantità di aria nelle cavità per provocarne un allargamento sufficiente da permettere il passaggio del robot.

20 Tale procedura di avanzamento provoca una sofferenza nel paziente perché la cavità ispezionata può essere sottoposta ad estensioni innaturali.

Inoltre i mezzi attivi per impartire al robot una piegatura sono solitamente fragili, costosi ed aumentano le dimensioni del robot,
25 limitandone le possibilità di impiego.

Nel Brevetto U.S.A. No. 5,337,732 (Grundfest et al.) viene descritto un robot endoscopico che presenta un numero ridondante di gradi di libertà, essendo costituito da una serie di segmenti rigidi, articolati tra loro e destinati ad essere piegati passivamente, uno
5 rispetto all'altro, per effetto della locomozione del robot nella cavità.

A tale proposito il robot presenta una locomozione del tipo a bruco e mezzi di prevenzione dello slittamento, tra robot e cavità, che sono costituiti, in alternativa o in combinazione, da palloni gonfiabili, da elementi sostanzialmente a remo e da archi sporgenti e rientranti
10 dal corpo del robot.

I sopra citati mezzi di prevenzione dello slittamento comportano un'interferenza diretta, ad effetto spingente verso l'esterno, con le pareti della cavità interessata; tale interferenza può provocare un'intensa sofferenza nel paziente, nonché danni ai
15 tessuti.

Inoltre i mezzi di prevenzione dello slittamento non assicurano un vero e proprio fissaggio durevole sulle pareti della cavità ma solo un attrito aumentato per la forza esercitata su dette pareti. Per questo motivo tale robot endoscopico presenta una pluralità di mezzi
20 di ancoraggio che inevitabilmente allungano la sua lunghezza, aumentando così il disagio del paziente.

Il problema tecnico che è alla base della presente invenzione consiste nell'escogitare un robot endoscopico che consenta il superamento degli inconvenienti citati con riferimento alla tecnica
25 nota.

Tale problema viene risolto da un robot endoscopico del tipo specificato, comprendente almeno un tratto a lunghezza variabile esteso tra un'estremità anteriore ed un'estremità posteriore secondo detta direzione prefissata, che si caratterizza per il fatto di
5 comprendere, in corrispondenza di ciascuna estremità, mezzi aspiranti, rispettivamente anteriori e posteriori, per realizzare selettivamente una depressione pneumatica, tra robot endoscopico e cavità corporale, tale da consentire un sostanziale ancoraggio sulla corrispondente estremità che permette detto moto a bruco.

10 Il principale vantaggio del robot endoscopico secondo l'invenzione consiste nel fatto che permette un sicuro ancoraggio, tale da consentire un effettivo moto a bruco eliminando sostanzialmente gli effetti di spinta sulle pareti delle cavità corporali che provocano disagi e dolore nel paziente, nonché danni nei suoi
15 tessuti biologici.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi del robot endoscopico secondo l'invenzione appariranno dalla descrizione di un suo esempio di realizzazione, data a titolo indicativo e non limitativo con riferimento ai disegni allegati nei quali:

- 20 - la figura 1 rappresenta una vista prospettica, in parziale sezione, di un robot endoscopico secondo l'invenzione destinato alla colonscopia;
- le figure 2A, 2B, 2C, 2D, 2E, 2F, 2G e 2H
rappresentano un ciclo di avanzamento del robot
25 endoscopico di figura 1; e

- la figura 3 rappresenta una vista schematica del sistema che controlla il robot endoscopico di figura 1 nel suo funzionamento all'interno del colon di un paziente.

In figura 1 un robot endoscopico è indicato globalmente con
5 1 ed è del tipo adatto ad essere impiegato per operazioni diagnostiche e/o chirurgiche in endoscopia, in combinazione con un'apposita strumentazione, non rappresentata, specifica per tali operazioni come microbracci servomotorizzati, microcamere, emettitori laser e simili.

10 A tale proposito il robot 1 è destinato ad essere inserito in una cavità corporale C del paziente, nel presente esempio il colon, ed essere posto in locomozione con moto, come apparirà più chiaramente in seguito, del tipo a bruco.

Il robot 1 presenta una forma sostanzialmente cilindrica
15 allungata e comprende centralmente un tratto a lunghezza variabile 2, unico nel presente esempio realizzativo, esteso tra una prima ed una seconda estremità terminale, rispettivamente indicate con 3 e 4, ciascuna smussata per consentire un'agevole introduzione nel colon C del paziente (figura 3).

20 Per moto a bruco si intende un ripetersi sostanziale di successive estensioni e contrazioni del tratto a lunghezza variabile 2.

Dette estremità terminali 3, 4 vengono ad assumere la denominazione di estremità anteriore ed estremità posteriore in accordo con una prefissata direzione di avanzamento A nella
25 locomozione, a seconda se il robot 1 si muove in entrata oppure in

uscita rispetta alla cavità corporale che, nel presente esempio, è il colon.

In ciò che segue si indicherà con 3 l'estremità anteriore e con 4 l'estremità posteriore ma, salvo diversa denotazione, quanto descritto sarà funzionalmente adattabile a ciascuna estremità terminale 3, 4 in relazione alla direzione prescelta.

Il tratto a lunghezza variabile 2 presenta pareti 5 che definiscono internamente un vano 6 che contiene un fluido che, nel presente esempio realizzativo, è aria.

10 Le pareti 5 sono realizzate in un materiale elastico e flessibile ed hanno una struttura a soffietto. Per questo motivo il tratto 2 è deformabile elasticamente ed è flessibile, potendo anche essere ripiegato su se stesso.

Il tratto 5 comprende mezzi 7 per l'immissione e l'aspirazione 15 forzata dell'aria contenuta nel vano 6.

I mezzi 7 per l'immissione e l'aspirazione forzata comprendono un condotto flessibile 8 che attraversa la seconda estremità terminale 3, che nella presente descrizione è l'estremità posteriore, e presenta un'estremità aperta 9 all'interno del vano 6.

20 Il condotto flessibile 8 è esteso tra il robot endoscopico 1 ed un apparato di controllo 10, esterno al paziente (figura 3) che incorpora un sistema di regolazione che provvede all'immissione ed all'aspirazione forzata nel vano 6.

Tali immissione ed aspirazione forzata vengono così 25 selezionate in una successione alternativa per, rispettivamente,

estendere e contrarre il tratto a lunghezza variabile 2, come prevede il moto del tipo cosiddetto a bruco.

Il tratto a lunghezza variabile 2 comprende inoltre, esternamente alle pareti deformabili elasticamente conformate a soffiutto, una guaina 11 anch'essa elastica e flessibile.

Tale guaina 11 aderisce alle pareti 5 del tratto 2, per rendere la loro superficie liscia nei confronti delle pareti del colon C.

In corrispondenza di ciascuna estremità 3, 4 il robot endoscopico 1 secondo l'invenzione comprende mezzi aspiranti, rispettivamente anteriori 12 e posteriori 13, per realizzare selettivamente una depressione pneumatica V (figg. 2B-2H), tra robot endoscopico 1 e colon C, tale da consentire un sostanziale ancoraggio sulla corrispondente estremità anteriore 3 e/o posteriore 4.

Tale ancoraggio, indotto per aspirazione, è tale da consentire un effettivo moto a bruco perché l'estremità non soggetta ad ancoraggio è libera di muoversi nella direzione prefissata A, trascinata dall'estendersi e dal contrarsi del tratto 2.

I mezzi aspiranti anteriori 12 comprendono una camera anteriore 14 ricavata nella corrispondente estremità anteriore 3, che presenta pareti rigide 15.

Le pareti 15 della camera anteriore 14 sono associate, ad esempio per mezzo di un'incollatura permanente, a detto tratto a lunghezza variabile 2 in corrispondenza delle pareti deformabili 5, cosicché il tratto 2 resta anteriormente sigillato dalla camera anteriore

14.

I mezzi aspiranti anteriori 12 comprendono inoltre una pluralità di fori passanti 16, attraverso le pareti rigide 15, dalla camera 14 alle pareti del colon C su quattro distinte file 17 disposte a 90° una dall'altra intorno all'estremità anteriore 3. In questo modo i fori 16 sono sempre ravvicinati, su almeno una fila 17 alle pareti del colon C.

I mezzi aspiranti anteriori 12 comprendono poi un primo tubo flessibile aspirante 18, aperto in detta camera anteriore, connesso ad un sistema aspirante, esterno al paziente, che è parte integrante dell'apparato di controllo 10.

Analogamente ai mezzi aspiranti anteriori 12, i mezzi aspiranti posteriori 13 comprendono una camera posteriore 19, ricavata nella corrispondente estremità posteriore 4 e simmetricamente uguale alla camera anteriore 14, che presenta pareti rigide 20 associate a detto tratto a lunghezza variabile 2. Il tratto 2 resta posteriormente sigillato dalla camera posteriore 19.

I mezzi aspiranti posteriori 13 comprendono poi una pluralità di fori passanti, indicati anch'essi con 16 e disposti come nell'estremità anteriore 3, ed un secondo tubo flessibile aspirante 21 aperto in detta camera posteriore 19, connesso al sopra menzionato sistema aspirante dell'apparato di controllo 10.

Il sistema aspirante è tarato per indurre selettivamente per aspirazione una depressione pneumatica V, di modesta entità per non creare un doloroso disturbo nel paziente, tale da consentire il

suddetto ancoraggio ed il conseguente avanzamento con moto a bruco.

I fori 16 presentano un diametro prefissato per limitare l'ingresso, nelle camere 14, 19, di fluidi corporei che comunque
5 possono essere eliminati attraverso i tubi 18, 21.

Con riferimento all'estremità posteriore in quanto seconda estremità terminale 4, essa presenta una prima apertura 22 nelle pareti 20 in una posizione centrata, per consentire l'ingresso dei tubi e del condotto flessibile 8, 18, 21 nella camera posteriore 19.

10 Il primo tubo flessibile 18 ed il condotto flessibile 8 attraversano longitudinalmente la seconda camera 19 fino al vano 6 in corrispondenza, rispettivamente, di una seconda ed una terza apertura 23, 24 nelle pareti 20.

Il vano 6 del tratto a lunghezza variabile 2 è attraversato
15 longitudinalmente da una porzione 25 del primo tubo flessibile 18. Tale porzione 25 è conformata a spirale elicoidale per risultare deformabile elasticamente in modo da accompagnare le estensioni e le contrazioni del tratto 2.

Le pareti rigide 15 della camera anteriore 14 presentano, in
20 corrispondenza del vano 6, una quarta apertura 27 che permette il passaggio del primo tubo flessibile 18.

In corrispondenza invece della sommità dell'estremità 3, le pareti rigide 15 presentano un'ulteriore quinta apertura 28 che consente il passaggio di cavi, di alimentazione e/o controllo, connessi
25 alla strumentazione chirurgica e/o diagnostica non rappresentata ed

eventualmente associata a detta estremità 3.

In corrispondenza della seconda estremità terminale 4 i tubi flessibili aspiranti 18, 21 ed il condotto flessibile 8 formano una coda 26, connessa al robot endoscopico 1, che viene trascinata da esso
5 nella locomozione attraverso il colon.

Con riferimento ad un metodo per realizzare la locomozione in cavità corporali di un robot endoscopico, verrà di seguito descritto il funzionamento del robot endoscopico 1 secondo la presente versione realizzativa.

10. Tale metodo prevede una serie di cicli di avanzamento, uno dei quali è rappresentato nelle figure da 2A a 2H, da ripetersi controllando con precisione lo stato di avanzamento e la disposizione del robot 1 mediante sistemi noti.

Nella figura 2A è rappresentato il robot 1 in una posizione
15 sostanzialmente contratta, conseguente all'inserimento nel colon C del paziente.

Il metodo secondo l'invenzione, a questo punto comprende una fase nella quale viene indotta, per aspirazione, una depressione pneumatica V in corrispondenza dell'estremità posteriore 4 del tratto
20 5. Tale aspirazione viene indotta, mediante il sistema di regolazione dell'apparato di controllo 10, nella camera posteriore 19 (figura 2B) ed è tale da ancorare l'estremità 4 alle pareti del colon C.

A questo punto, se necessario, la cavità corporale C viene divaricata invertendo il flusso di aspirazione nel primo condotto
25 flessibile 21. Ne risulta un soffiaggio di aria dai fori 16 dell'estremità

anteriore 3 (figura 2C).

Il metodo comprende in sequenza una fase nella quale viene esteso il tratto 2 dalla precedente posizione contratta ad una posizione estesa, provocando così l'avanzamento dell'estremità
5 anteriore 3 contrapposta del robot 1 nel colon C (figura 2D).

Tale estensione, realizzata in contrasto con la naturale elasticità del tratto 2 a soffiutto, è attuata con l'immissione forzata di aria nel vano 6 del tratto 2.

Successivamente, in modo identico a quanto fatto prima per
10 l'estremità posteriore 4, viene indotta per aspirazione una depressione pneumatica V in corrispondenza dell'estremità anteriore 3, in modo da ancorarla alle pareti del colon C (figura 2E).

A questo punto viene interrotta l'aspirazione in corrispondenza dell'estremità posteriore 4, annullando la corrispondente depressione
15 pneumatica ed il relativo ancoraggio, rendendo l'estremità posteriore 4 libera di muoversi nella direzione prefissata A (figura 2F).

Il metodo comprende quindi una fase che consiste nel contrarre il tratto a lunghezza variabile 2, da detta posizione estesa alla posizione contratta, così realizzando effettivamente il moto a
20 bruco (figura 2G).

Tale contrazione viene realizzata mediante l'aspirazione forzata di aria dal vano 6 del tratto 2. L'elasticità del tratto 2 a soffiutto può concorrere in questa fase al realizzarsi della contrazione.

A questo punto non resta che indurre nuovamente una
25 depressione V per aspirazione in corrispondenza dell'estremità

posteriore 4 (figura 2H) per poter ripartire con il moto a bruco oppure invertire la direzione di marcia.

Quando la cavità corporale C da percorrere presenta una curvatura P (figura 3), il robot 1 è in grado di piegarsi passivamente
5 spinto in avanzamento dal moto a bruco, grazie alla flessibilità del tratto 2. Il percorso migliore viene invece scelto dal robot in virtù della smussatura delle estremità 3, 4.

Tale peculiarità consente al robot di essere attuato in modo semiautomatico a anche in automatico, potendo raggiungere una
10 zona prestabilita del corpo del paziente attraverso una cavità corporale quale il colon, l'intestino tenue, l'esofago, le vie urinarie e l'apparato biliare.

Il robot endoscopico sopra descritto può essere soggetto a numerose varianti.

15 Le camere anteriore e posteriore possono essere associate rimovibilmente al tratto a lunghezza variabile. In tal modo esse possono essere sostituite se deteriorate, ad esempio perché intasate di elementi inquinanti, oppure manutenzionate.

Il tratto a lunghezza variabile può essere costituito da un
20 cilindro liscio che presenta pareti allungabili elasticamente, senza l'impiego di un soffiETTO e della relativa guaina.

Alla luce di particolari esigenze relative alla strumentazione chirurgica o diagnostica, il robot secondo l'invenzione potrà comprendere più di un tratto a lunghezza variabile, eventualmente
25 ciascuno attuabile in maniera indipendente dagli altri.

Anche la distribuzione dell'aria potrà esser attuata diversamente, ad esempio collocando all'interno del robot una o più microvalvole, eventualmente con attuatori di una lega a memoria di forma, che provvedono alla regolazione dei mezzi aspiranti e dei
5 mezzi per l'immissione e l'aspirazione forzata dalle camere e dai tratti del robot.

Compatibilmente con il buon funzionamento del robot, esso potrà essere costruito con materiali plastici mono uso, purché sempre adatti all'inserimento in cavità corporali.

10 I sopra citati tubi di aspirazione ed i fori possono essere utilizzati non solo per attuare detta depressione pneumatica, ma anche per aspirare liquidi o gas interni alle cavità, oppure per somministrare sostanze medicinali e/o diagnostiche, come ad esempio liquidi di contrasto.

15 Al robot sopra descritto potranno essere associati mezzi per la rilevazione puntuale della sua posizione e della sua forma, in grado di funzionare associati a detto apparato di controllo in modo completamente o parzialmente autonomo.

Oltre al sopra citato vantaggio il robot endoscopico secondo
20 l'invenzione può essere di lunghezza estremamente ridotta, richiedendo di soli due punti di ancoraggio.

Inoltre esso può ripiegarsi passivamente, anche con rotazioni di 180°, grazie al solo avanzamento attraverso percorsi tortuosi con la perfetta esecuzione del moto a bruco.

25 In questo modo viene eliminato il rischio di deformare

dall'interno le cavità corporali in modo innaturale, causando al paziente disagi e sofferenze.

Proprio per il fatto che il moto a bruco procede speditamente, grazie al sicuro ancoraggio tra robot e pareti della cavità corporale
5 attraversata, il robot stesso può divaricare dette pareti nel proprio avanzamento senza che, a tale proposito, vengano soffiate nella cavità grosse quantità di aria.

Il robot può comunque aprirsi la strada soffiando aria (figura 2C) della quale saranno comunque necessarie ridotte quantità ad una
10 modesta pressione relativa, in modo tale da ridurre il disagio al paziente.

Il robot endoscopico secondo l'invenzione è estremamente versatile e può essere impiegato nelle più svariate operazioni di endoscopia. Esso può ulteriormente utilizzato come elemento
15 propulsore di dispositivi da inserire nel corpo di un paziente, come ad esempio un catetere.

Grazie alle sue peculiarità esso può essere fabbricato a costi ridotti, sia in una versione riutilizzabile che in versione completamente o parzialmente monouso.

20 Tale robot può concorrere a rendere più diffusa la chirurgia cosiddetta minimamente invasiva, contribuendo a diminuire in modo sensibile i disagi e le sofferenze dei pazienti, i costi delle operazioni chirurgiche e/o diagnostiche e le ore di ospedalizzazione dei pazienti.

Al robot endoscopico sopra descritto, un tecnico del ramo, allo
25 scopo di soddisfare ulteriori e contingenti esigenze, potrà apportare

numerose ulteriori modifiche e varianti, tutte peraltro comprese nell'ambito di protezione della presente invenzione, quale definito dalle rivendicazioni allegate.

Ing. Fabio ~~SIMSCALCO~~
N. Iscriz. ALBO 347
(in proprio e per gli altri)

RIVENDICAZIONI

1. Robot endoscopico (1) destinato ad essere inserito in una cavità corporale (C) di un paziente e ad essere posto in locomozione secondo una direzione prefissata (A) con moto del tipo
5 cosiddetto a bruco, comprendente almeno un tratto a lunghezza variabile (2) esteso tra un'estremità anteriore (3) ed un'estremità posteriore (4) secondo detta direzione prefissata (A), caratterizzato dal fatto di comprendere, in corrispondenza di ciascuna estremità (3, 4), mezzi aspiranti, rispettivamente anteriori (12) e posteriori (13),
10. per realizzare selettivamente una depressione pneumatica (V), tra robot endoscopico (1) e cavità corporale (C), tale da consentire un sostanziale ancoraggio sulla corrispondente estremità (3, 4) che permette detto moto a bruco.
2. Robot endoscopico (1) secondo la rivendicazione 1, in
15 cui il tratto a lunghezza variabile (2) presenta pareti deformabili elasticamente (5), che definiscono internamente un vano (6), e mezzi per l'immissione e l'aspirazione forzata (7) in successione alternativa di un fluido contenuto in detto vano (6).
3. Robot endoscopico (1) secondo la rivendicazione 2, in
20 cui detto fluido è aria.
4. Robot endoscopico (1) secondo la rivendicazione 2, in cui i mezzi per l'immissione e l'aspirazione forzata (7) comprendono almeno un condotto flessibile (8) che presenta un'estremità aperta (9) all'interno di detto vano ed è esteso tra il robot endoscopico (1)
25 ed un sistema di regolazione (10) esterno al paziente.

5. Robot endoscopico (1) secondo la rivendicazione 2, in cui dette pareti deformabili elasticamente (6) hanno una struttura a soffietto.

6. Robot endoscopico (1) secondo la rivendicazione 2, in cui dette pareti deformabili elasticamente (6) sono in materiale flessibile, detto tratto a lunghezza variabile (2) essendo in grado di essere piegato passivamente per effetto di una curvatura (P) nella cavità corporale (C) attraversata dal robot endoscopico (1) in avanzamento.

7. Robot endoscopico (1) secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui dette estremità anteriore e posteriore sono le estremità terminali (3, 4) del robot endoscopico (1) che comprende un unico tratto a lunghezza variabile (2) e flessibile esteso tra dette estremità terminali (3, 4).

8. Robot endoscopico (1) secondo la rivendicazione 1, in cui detti mezzi aspiranti anteriori (12) comprendono una camera anteriore (14) ricavata nella corrispondente estremità anteriore (3), che presenta pareti rigide (15) associate a detto tratto a lunghezza variabile (2), una pluralità di fori passanti (16), attraverso le pareti rigide (15), dalla camera anteriore (14) alla cavità corporale (C) ed un primo tubo flessibile aspirante (18), aperto in detta camera anteriore (14), connesso ad un sistema aspirante (10) esterno al paziente.

9. Robot endoscopico (1) secondo la rivendicazione 1, in cui detti mezzi aspiranti posteriori (13) comprendono una camera posteriore (19) ricavata nella corrispondente estremità posteriore (4),

che presenta pareti rigide (20) associate a detto tratto a lunghezza variabile (2), una pluralità di fori passanti (16), attraverso le pareti rigide (20), dalla camera posteriore (19) alla cavità corporale (C) ed un secondo tubo flessibile aspirante (21) aperto in detta camera
5 posteriore (19), connesso ad un sistema aspirante (10) esterno al paziente.

10. Robot endoscopico (1) secondo le rivendicazioni 4, 8 e 9, in cui detti tubi flessibili aspiranti (18, 21) e detto condotto flessibile (8) formano una coda (26) connessa al robot endoscopico
10 (1) su una di dette estremità (4) e da esso trascinata attraverso la cavità corporale (C) nella locomozione.

11. Robot endoscopico (1) secondo la rivendicazione 10, in cui detto vano (6) è attraversato longitudinalmente da una porzione (26) di un tubo flessibile aspirante (18), detta porzione (26) essendo
15 conformata a spirale elicoidale risultando deformabile elasticamente.

12. Robot endoscopico (1) secondo la rivendicazione 5, in cui detto tratto a lunghezza variabile (2) comprende, esternamente alle pareti deformabili elasticamente, una guaina (11) elastica e flessibile.

20 13. Metodo per realizzare la locomozione in cavità corporali di un robot endoscopico (1), mediante successive estensioni e contrazioni di almeno un suo tratto a lunghezza variabile (2) secondo una direzione prefissata (A) che definisce un'estremità anteriore (3) ed un'estremità posteriore (2) del tratto a lunghezza variabile (2),
25 caratterizzato dal fatto di indurre per aspirazione una depressione

pneumatica (V) tra robot endoscopico (1) e la cavità corporea (C) in corrispondenza di una di dette estremità (3, 4), detta depressione pneumatica (V) essendo tale da provocare un sostanziale ancoraggio tra robot endoscopico (1) e cavità corporea (C) per permettere il
5 libero movimento, nella direzione prefissata (A), della contrapposta estremità (3, 4).

14. Metodo secondo la rivendicazione 13, che comprende una serie di cicli di avanzamento ciascuno dei quali presenta le seguenti fasi:

- 10 - indurre per aspirazione detta depressione pneumatica (V) in corrispondenza dell'estremità posteriore (4) del tratto a lunghezza variabile (2);
- estendere detto tratto a lunghezza variabile (2) da una posizione contratta ad una posizione estesa;
- 15 - indurre per aspirazione detta depressione pneumatica (V) in corrispondenza dell'estremità anteriore (3) del tratto a lunghezza variabile (2);
- interrompere detta aspirazione in corrispondenza dell'estremità posteriore (4) annullando la
20 corrispondente depressione pneumatica (V);
- contrarre detto tratto a lunghezza variabile (2) da detta posizione estesa a detta posizione contratta.

15. Metodo secondo la rivendicazione 13, in cui l'aspirazione viene indotta in una camera (14, 19), ricavata nel robot
25 endoscopico (1) in corrispondenza di ciascuna di dette estremità (3,

4), comunicante con la cavità corporale (C) mediante una pluralità di fori (16) che presentano un diametro prefissato.

16. Metodo secondo la rivendicazione 15, che comprende una fase in cui la cavità corporale (C) viene divaricata mediante soffiaggio di aria da detta pluralità di fori (16) in corrispondenza dell'estremità anteriore (3).

17. Metodo secondo la rivendicazione 14, in cui l'estensione e la contrazione del tratto a lunghezza variabile (2) vengono rispettivamente realizzate mediante immissione ed aspirazione forzata di un fluido in un vano (6) definito internamente al tratto a lunghezza variabile (2), detto tratto essendo realizzato in materiale sostanzialmente deformabile.

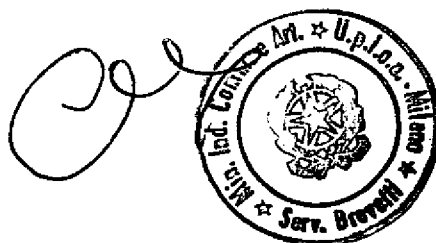
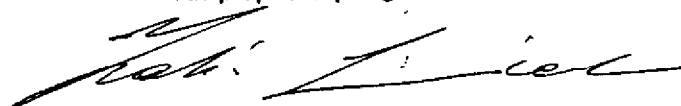
18. Metodo secondo la rivendicazione 17, in cui detto fluido è aria.

19. Metodo secondo la rivendicazione 13, che comprende una fase di piegatura passiva del tratto a lunghezza variabile (2) mediante l'avanzamento del robot endoscopico (1) attraverso una curvatura (P) nella cavità corporale (C), detto tratto a lunghezza variabile (2) essendo flessibile.

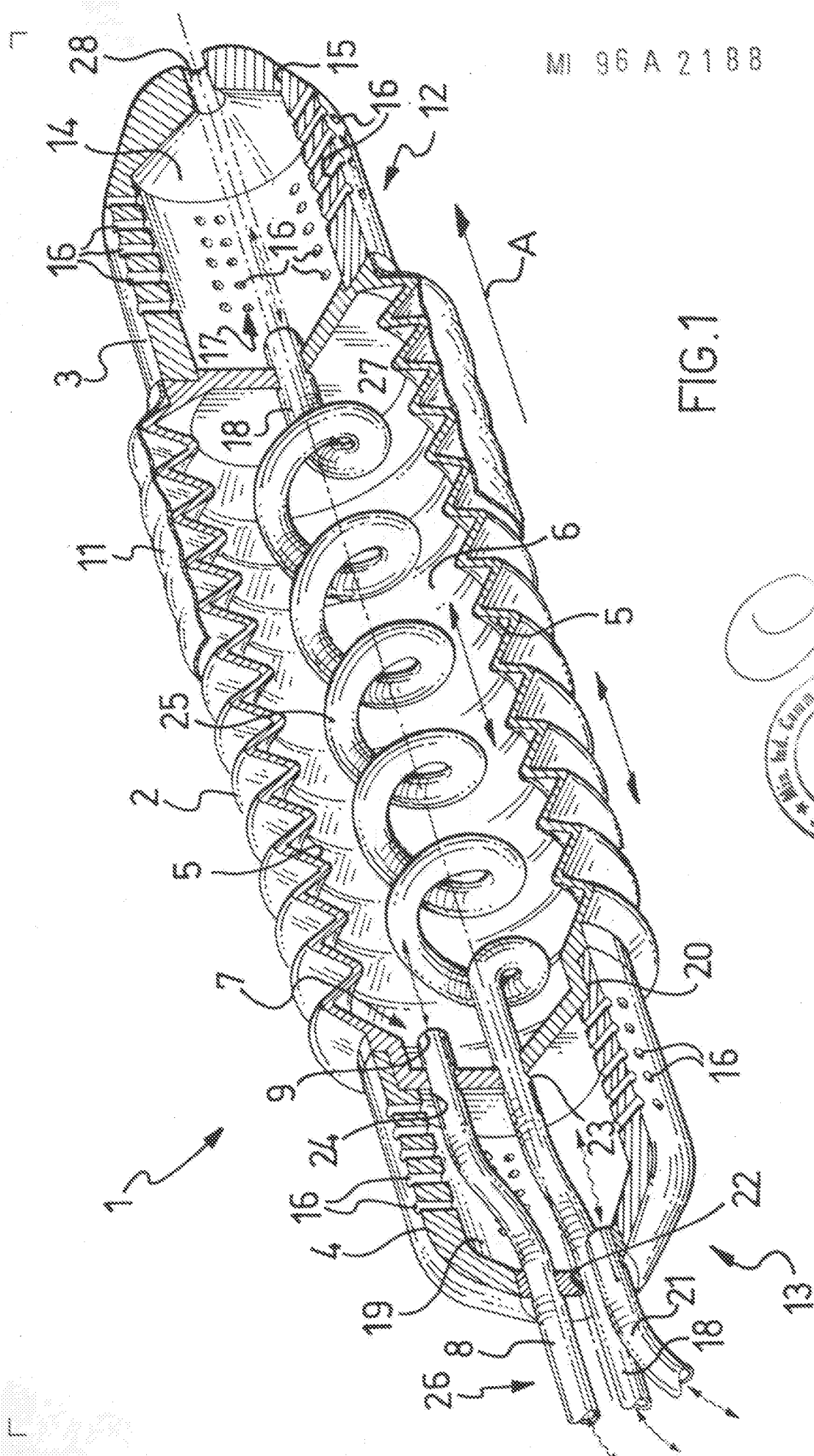
Ing. Fabio SINISCALCO

N. Iscriz. ALBO 347

(In proprio e per gli altri)



MI 96 A 2188

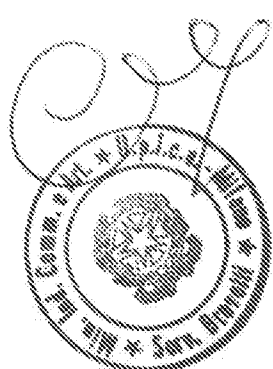
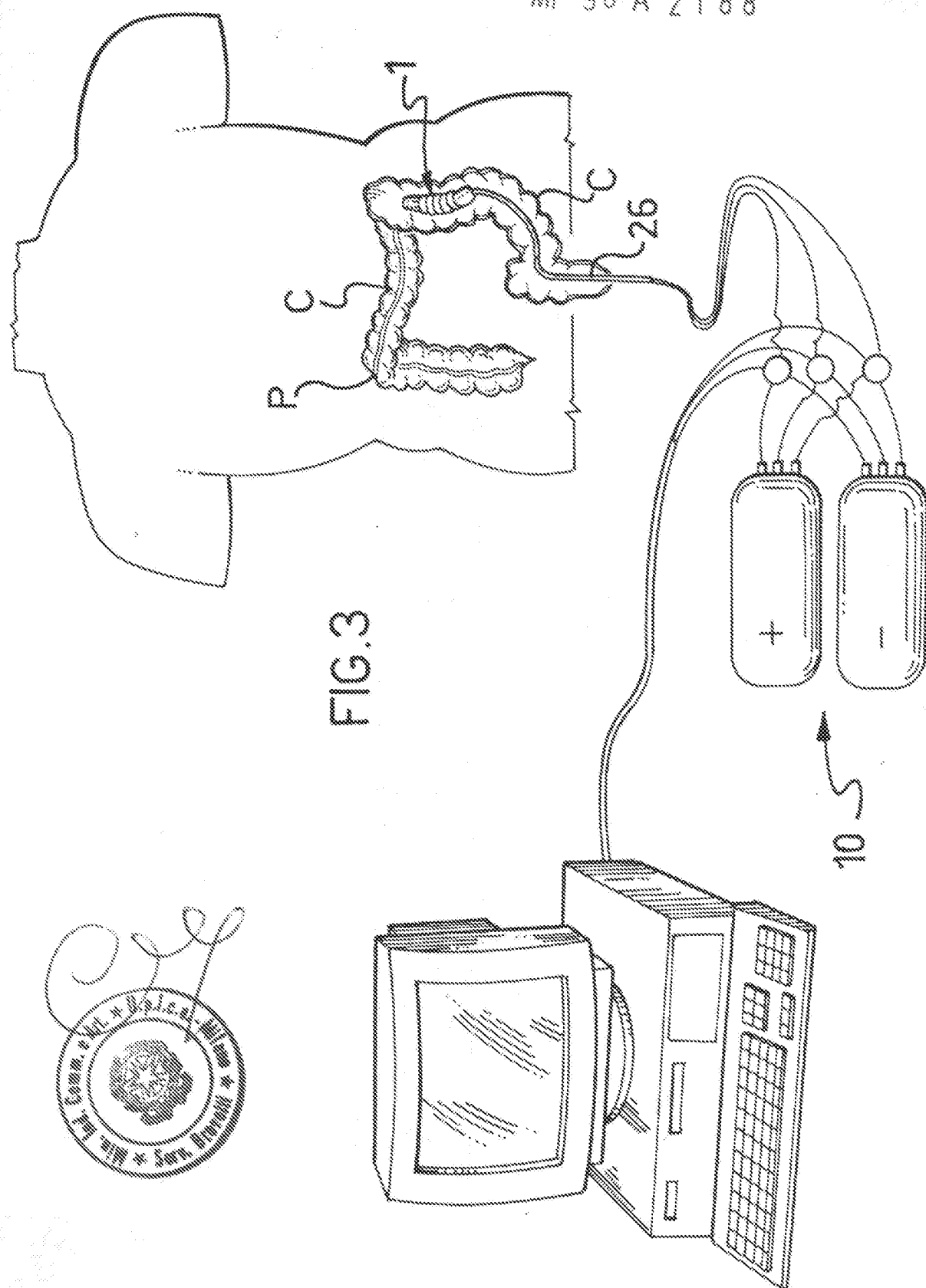


Ing. Fabio SIMISCALCO

N. Iscriz. ALBO 347

(in proprio e per gli altri)

MI 96 A 2188



ing. Fabio SINISCALCO
N. iscriz. ALBO 247
(in proprio e per gli altri)

FIG.2A

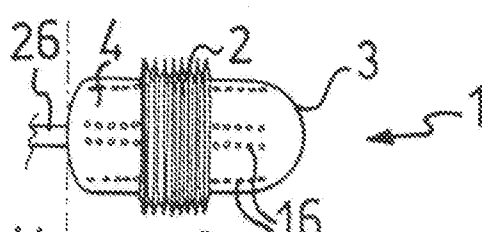


FIG.2B

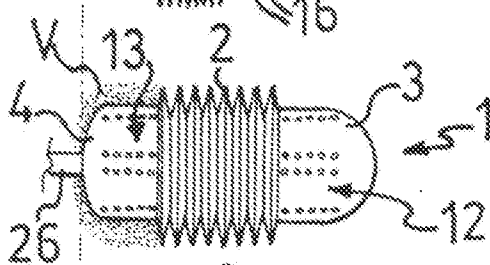


FIG.2C

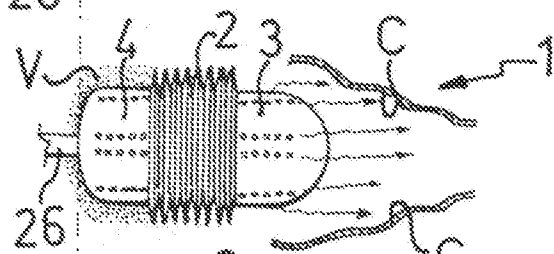


FIG.2D

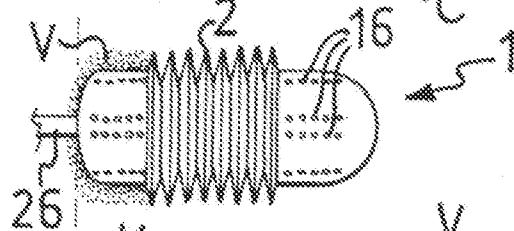


FIG.2E

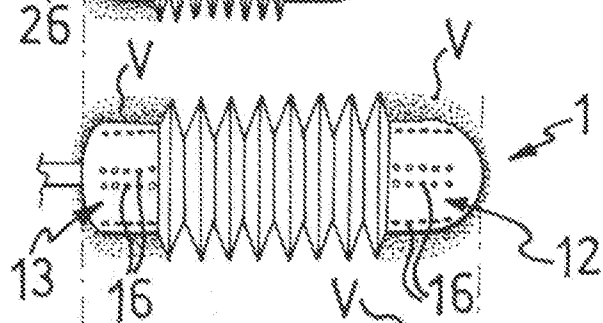


FIG.2F

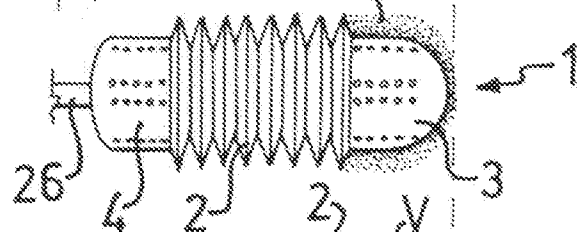


FIG.2G

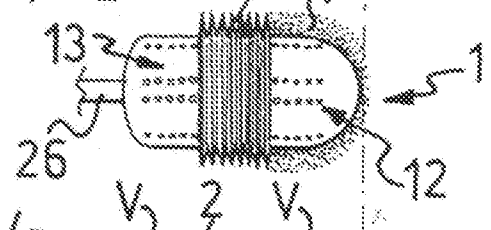
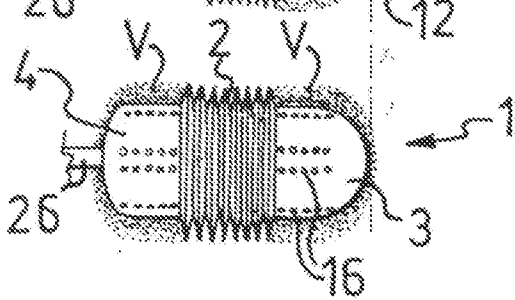
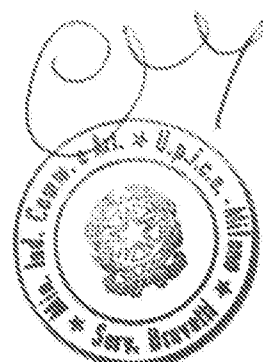


FIG.2H



MI 95 A 2188



Ing. Fabio SINISCALCO
N. iscriz. ALBO 347
(in proprio e per gli altri)