



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

DOMANDA NUMERO	102007901552036
Data Deposito	29/08/2007
Data Pubblicazione	01/03/2009

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	16	K		

Titolo

VALVOLA UNIDIREZIONALE A GRAVITA' PER L'ESPULSIONE AUTOMATICA DELLE BOLLE
GASSOSE DA UN LIQUIDO CIRCOLANTE IN TUBI CAPILLARI

DESCRIZIONE

Descrizione dell' INVENZIONE INDUSTRIALE dal titolo:

"VALVOLA UNIDIREZIONALE A GRAVITA' PER L'ESPULSIONE AUTOMATICA
DELLE BOLLE GASSOSE DA UN LIQUIDO CIRCOLANTE IN TUBI CAPILLARI"

5 A nome della ditta

STEL s.n.c. dell'Ing. Ermete Riva & C.

di nazionalità italiana con sede a MERATE (Lecco)

Via Lunga, 36

a mezzo mandatario Dott. Ing. ATTILIO LO MAGRO dell'Ufficio

C.C.I.A.A. BREVETTI
29. AGO 2007
MILANO

MI 2007A 001700

10 BREVETTI DOTT. ING. DIGIOVANNI SCHMIEDT S.r.l.

Via Aldrovandi 7 - M I L A N O

Depositata il

Con N.

Campo di applicazione dell'invenzione

15 La presente invenzione si riferisce ai sistemi per la circolazione di liquidi di varia natura in tubi di piccolo diametro, e più precisamente ad una valvola unidirezionale a gravità per l'espulsione automatica di bolle gassose da un liquido circolante in tubi capillari.

Rassegna dell'arte nota

20 Le applicazioni più comuni nel settore della tecnica sopra indicato sono quelle di tipo medicale, ove vengono utilizzate piccole pompe generalmente volumetriche (siringhe, pompe peristaltiche, ecc.) connesse a cannule flessibili di piccolo diametro terminate da un ago d'infusione. Come è noto, le pompe volumetriche sono caratterizzate dal trasporto di quantità di liquido predeterminate e costanti a prescindere dalla pressione esercitata sul liquido stesso, consentendo con ciò il dosaggio

25



preciso di un farmaco utilizzato in soluzione acquosa. Le principali problematiche incontrate nei sistemi d'infusione del corpo umano per via endovenosa sono illustrate in dettaglio nel brevetto **US 6932114-B2**, intitolato: "Fluid delivery system and method". In particolare, viene evidenziata la necessità di rivelare prontamente la presenza di bolle gassose nei fluidi circolanti, molto pericolose se veicolate nel sangue del paziente sottoposto a perfusione, e la necessità di rivelare le sovrappressioni causate da possibili ostruzioni delle cannule. Il brevetto citato, così come tutte le notorietà ivi menzionate, ricorrono a mezzi atti a rivelare la presenza di bolle nei fluidi al preciso scopo di comandare una valvola posta in serie ai condotti per il blocco della circolazione. Sono inoltre previsti sensori di pressione per rivelare le ostruzioni dei condotti e sensori di flusso per confermare la normale circolazione. L'insegnamento che ne deriva rende molto sicuro il trattamento medico che interessa la circolazione sanguigna, ma le soluzioni proposte comportano apparecchiature assai complesse e costose per via dei sofisticati sensori e della difficoltà di taratura delle relative soglie. A causa di ciò i suddetti insegnamenti non troverebbero conveniente applicazione fuori dalla specifica applicazione indicata.

La domanda di brevetto internazionale **WO 2007/052317**, pubblicata il 23 Maggio 2007 a nome della stessa Richiedente (con priorità italiana No. MI2005A002076 del 31/10/2005), descrive un'apparecchiatura per il trattamento endodontico comprendente pompe peristaltiche connesse a tubicini in gomma silicatica di diametro capillare per la circolazione di una soluzione enzimatica entro la camera pulpare ed i canali radicolari di un dente da devitalizzare a temperatura controllata ed a pressione pressoché ambientale. Diversamente dall'arte nota prima citata, non è previsto un rivelatore di bolle gassose ma solo un sensore di pressione idraulica per bloccare la circolazione in caso di sovrappressione in modo



da non danneggiare i tessuti esterni al dente: gengiva, alveolo.

Problema tecnico evidenziato

Le bolle di gas intrappolate nei liquidi ostacolano la regolare circolazione degli stessi nei tubi capillari, richiedendo alla pompa un surplus di pressione rispetto all'ambiente onde mantenere la portata richiesta dall'utilizzatore. Per comprendere come le bolle inducano sovrappressioni nei condotti capillari occorre rifarsi alla legge fisica di capillarità, la quale afferma che all'interfaccia tra un liquido contenuto in un tubo capillare e l'aria soprastante il liquido si crea sul contorno della superficie libera del liquido a contatto del capillare una tensione superficiale τ (forza per unità di lunghezza) avente una componente lungo la parete del condotto in direzione tale da equilibrare il peso del liquido innalzato/abbassato entro il capillare rispetto al livello a pressione ambiente in assenza di capillarità. Per mettere il liquido in movimento occorre vincere questa componente. La tensione superficiale τ è direttamente proporzionale ad una costante tipica di ciascun liquido ed inversamente proporzionale al diametro del capillare. La pressione superficiale p_s , esercitata dalla tensione superficiale τ è: $p_s = 4\tau / D$, dove D è il diametro del capillare. La costante τ per l'acqua a 20 °C è uguale a $73 \cdot 10^{-3}$ N/m, da cui discende che la pressione p_s da vincere per una singola bolla è di valore molto basso. E' stato tuttavia sperimentalmente accertato che in un metro di capillare del diametro interno di 1,2 mm possono essere simultaneamente presenti numerose bollicine (anche fino a 300), e che le singole pressioni p_s si sommano tra loro determinando una pressione complessiva che può raggiungere valori ragguardevoli, anche di diverse decine di kPa!

Le sovrappressioni richieste alla pompa per le cause sopra evidenziate possono rivelarsi dannose anche in applicazioni diverse da quelle medicali, come ad esem-



prio nell'analisi chimica o chimico-fisica e biologica. Nel seguito per via della particolare esperienza maturata dalla Richiedente verranno analizzati gli inconvenienti che sorgono in campo medico-dentistico, senza con ciò voler limitare l'invenzione in tal senso.

- 5 Per quanto l'apparecchiatura descritta in WO 2007/052317 abbia introdotto notevoli miglioramenti nel trattamento endodontico, il requisito sulla devitalizzazione a pressione ambiente non è ancora perfettamente conseguibile a causa della possibile formazione di bolle gassose entro la soluzione circolante, le quali bolle sono generate durante la reazione degli enzimi e dei chelanti che reagiscono con i tessuti. Nell'apparecchiatura in questione la presenza di bolle viene intercettata indirettamente misurando la sovrappressione. Il sensore di sovrappressione interviene solo quando la pressione raggiunge una soglia predeterminata comportando con ciò alcuni inconvenienti. La maggior pressione rispetto all'ambiente può causare la fuoriuscita delle sostanze chimiche e farmacologiche dalla camera pulpare lesa (per esempio da carie) o da apici radicolari pervi. Inoltre, la presenza di bollicine di gas nel liquido circolante ostacola il contatto tra la soluzione enzimatica ed i tessuti da disgregare. A causa dei possibili inconvenienti evidenziati si è riscontrato che in una piccola percentuale di casi la devitalizzazione deve essere ripetuta.
- 10
- 15

Scopo e sommario dell'invenzione

- 20 La presente invenzione si prefigge lo scopo di evitare gli inconvenienti derivanti dalla presenza di bolle di gas intrappolate nei liquidi circolanti in condotti capillari. Per conseguire tali scopi la presente invenzione ha per oggetto un sistema per il trasporto di fluidi in condotti capillari connessi ad un utilizzatore e ad almeno una pompa di circolazione di un liquido al cui interno possono formarsi bolle di gas, comprendente una valvola d'intercettazione del gas espanso dalle bolle includen-
- 25



te:

- una cavità conformata in una camera inferiore contigua ad una camera superiore più larga, la camera inferiore avendo una prima ed una seconda bocca rispettivamente per l'ingresso e l'uscita del detto liquido;
- 5 – mezzi di occlusione del passaggio tra la detta camera inferiore e superiore, posti a contatto di una parete che delimita detto passaggio, liberi di traslare verticalmente sotto la spinta del gas espanso dalle bolle, detti mezzi di occlusione essendo conformati in maniera tale da non occludere una terza bocca della detta camera superiore comunicante con l'ambiente, come descritto nella rivendicazione 1.
- 10 cazione 1.

Ulteriori caratteristiche della presente invenzione ritenute innovative sono descritte nelle rivendicazioni dipendenti.

- Secondo un aspetto dell'invenzione, il sistema include un'unica pompa volumetrica, ad esempio peristaltica, azionata assieme ad una valvola di apertura/chiusura di un passaggio verso un serbatoio del liquido dapprima per il riempimento iniziale del circuito e quindi per la successiva circolazione.
- 15 di un passaggio verso un serbatoio del liquido dapprima per il riempimento iniziale del circuito e quindi per la successiva circolazione.

Secondo un altro aspetto dell'invenzione, il sistema include una seconda pompa volumetrica azionata esclusivamente per il riempimento iniziale del circuito e poi fermata in modo da occludere il passaggio verso il serbatoio del liquido.

- 20 Secondo un altro aspetto dell'invenzione, particolarmente utile quando la stessa viene utilizzata nel trattamento endodontico, il sistema include mezzi di azionamento della detta pompa di circolazione, controllati in modo da alternare brevi periodi di arresto a periodi di funzionamento, consentendo con ciò l'espulsione attraverso la valvola a gravità del gas contenuto nelle bolle durante il periodo di arresto della pompa ed il contemporaneo raggiungimento dell'equilibrio barico con
- 25 della pompa ed il contemporaneo raggiungimento dell'equilibrio barico con



l'ambiente in un punto lungo il circuito idraulico, preferibilmente coincidente con la posizione della camera pulpare del dente da devitalizzare. Alternativamente, è possibile raggiungere una determinata differenza di pressione ai due capi dell'utilizzatore opportunamente posizionato lungo il circuito.

- 5 Per le applicazioni dell'invenzione in ambiti diversi da quello dentistico, dove è meno stringente la necessità dell'equilibrio barico con l'ambiente, è possibile evitare lo spegnimento della pompa di circolazione accettando un certo grado di sovrappressione dipendente dal rapporto tra la velocità di formazione delle bolle e la velocità di espulsione delle stesse attraverso la valvola d'intercettazione a gravità.

10 **Vantaggi dell'invenzione**

- Il dispositivo indicato intercetta ed elimina le bolle di gas presenti nei liquidi in maniera affidabile senza la necessità di costose sofisticazioni, come ad esempio i sensori della presenza di bolle. L'eliminazione delle bolle di gas avviene automaticamente consentendo un funzionamento continuativo o semi-continuativo (se sussiste il requisito aggiuntivo dell'equilibrio barico ai capi dell'utilizzatore). Siffatti vantaggi non sembrano raggiungibili utilizzando i sistemi noti.

- In applicazioni di tipo endodontico il funzionamento alternato consente di fugare attraverso la valvola d'intercettazione a gravità le sovrappressioni rispetto all'ambiente dovute all'aria inizialmente contenuta nei tubetti capillari, ed
- 20 all'eventuale formazione di gas durante la reazione chimica nella camera pulpare e nei canali radicolari. E' in tal modo possibile effettuare un trattamento endodontico a pressione ambientale pressoché costante con una percentuale di successi vicina al 100%.

Breve descrizione delle figure

- 25 Ulteriori scopi e vantaggi della presente invenzione risulteranno chiari dalla descri-

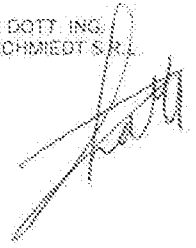
zione particolareggiata che segue di un esempio di realizzazione della stessa e dai disegni annessi dati a puro titolo esplicativo e non limitativo, in cui:

- in **figura 1** è visibile una versione semplificata dell'apparecchiatura descritta in WO 2007/052317 con l'indicazione di un blocco funzionale 13 rappresentativo di una valvola unidirezionale a gravità (VUG) realizzata secondo la presente invenzione;
- in **figura 2** è indicata la sezione longitudinale di un dente da devitalizzare ove sono evidenziati i terminali di connessione al sistema di circolazione oggetto della presente invenzione;
- 10 — in **figura 3** è indicata una sezione longitudinale lungo un piano mediale della VUG 13 in posizione chiusa;
- in **figura 4** è indicata la sezione di figura 3 con la VUG 13 in posizione aperta per il degasaggio del fluido;
- in **figura 5** è indicata una sezione simile a quella di figura 3 ma riferita ad una variante realizzativa della VUG.

Descrizione dettagliata di una forma preferita di realizzazione dell'invenzione

Come perfezionamento dell'apparecchiatura per il trattamento endodontico descritta in WO 2007/052317, incorporato mediante riferimento nell'attuale descrizione, è stato introdotto un dispositivo che verrà chiamato nel seguito: "Valvola Unidirezionale a Gravità", abbreviata con l'acronimo VUG. Come verrà spiegato, la VUG consente di condurre il trattamento endodontico con pressione del liquido di cura nella camera pulpare pressoché uguale alla pressione atmosferica ($1 \text{ atm (760 torr)} = 101.325 \text{ Pascal (Pa)}$).

Ai soli fini della descrizione della VUG applicata in ambito dentistico, potrebbe bastare un'apparecchiatura meno complessa di quella per la devitalizzazione denta-



ria indicata nella precedente domanda di brevetto; al limite sarebbe sufficiente una sola pompa volumetrica ed una valvola di apertura/chiusura. In tal caso la pompa con la valvola aperta riempie dapprima il circuito idraulico, dopodiché con la valvola chiusa fa circolare la soluzione di cura attraverso la camera pulpare del dente.

5 Facendo riferimento alla **figura 1** sono visibili due pompe volumetriche (peristaltiche) 2 e 17, la prima per il riempimento iniziale del circuito idraulico, e la seconda per il mantenimento della circolazione della soluzione devitalizzante. Per semplicità non sono stati indicati i mezzi di controllo dei periodi di attivazione/disattivazione delle pompe 2 e 17. La pompa 2 è connessa tramite un condotto 4 ad un fiasco
10 3 contenente una soluzione enzimatica di cura tenuta a pressione ambiente, e tramite un condotto 5 ad un punto di diramazione in un condotto 6 del circuito idraulico e in un condotto 19 connesso ad un sensore di pressione 20 del liquido nei condotti. Il condotto 6 raggiunge un secondo punto di diramazione da cui si dipartono due condotti 7 e 18, rispettivamente connessi al dente DT ed alla seconda
15 pompa 17. Quest'ultima, tramite un condotto 16, è inoltre connessa ad una valvola VUG 13 d'intercezione ed espulsione dei gas intrappolati nel liquido circolante in un condotto d'ingresso 12 proveniente dal dente DT. La valvola VUG 13 è inoltre connessa ad un condotto 14 connesso ad un fiasco 15 di raccolta dei liquidi di scarto comunicante con l'ambiente tramite un tubetto attraverso il tappo. La termi-
20 nazione del condotto 7 è inserita in un raccordo 9 con un tubicino inserito nella camera pulpare. Similmente, la terminazione del condotto 12 è inserita in un raccordo 11 con un secondo tubicino inserito nella camera pulpare. Ad eccezione degli aghi d'infusione 8 e 10 (di diametro inferiore) e del condotto di scarico 14 (di diametro superiore), tutti gli altri condotti sono dei tubicini capillari in gomma silico-
25 nica aventi il diametro interno di 1,2 mm.



Facendo riferimento alla **figura 2**, si può notare che la corona (cariata) DT4 del dente DT è forata per il raggiungimento della camera pulpare DT1 e dei canali radicolari DT2 e DT3. Nel foro è stata inserita una testina comprendente i due tubicini d'acciaio inossidabile 8 e 10, di cui, il primo è utilizzato per l'introduzione del fluido (liquido o aria) nella camera pulpare DT1 e nei canali radicolari DT2 e DT3, mentre il secondo è utilizzato per convogliare il fluido in uscita.

Il funzionamento prevede per grandi linee una fase di riempimento dei condotti 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 16, 18, e 19 mediante azionamento della pompa 2 pescante la soluzione di cura dal flacone 3 per un tempo prestabilito, durante il quale la soluzione viene portata a temperatura corporea; dopodiché la pompa 2 viene arrestata ostruendo il condotto 5 e viene azionata la pompa 17 per il tempo necessario alla circolazione della soluzione di cura secondo le modalità che verranno illustrate dopo la descrizione della VUG 13.

La **figura 3** rappresenta una sezione longitudinale della VUG 13 lungo un piano passante per i condotti 12, 14, e 16. Con riferimento alla figura, si può notare che la VUG 13, posta in serie al percorso del fluido, è costituita da un corpo 21 con una cavità al proprio interno opportunamente sagomata in corrispondenza di rispettive parti contigue indicate con 22, 23, e 24. La cavità nel corpo 21 ha preferibilmente simmetria circolare rispetto ad un asse longitudinale. La parte inferiore 22 della cavità ha una sezione longitudinale di forma rettangolare e la parete laterale che la delimita presenta un foro (bocca) d'ingresso 25 ed un foro (bocca) d'uscita 27 per il fluido, praticati in corrispondenza di due raccordi 26 e 28 in posizioni contrapposte per l'inserzione dei capillari 12 e 16, rispettivamente d'ingresso e d'uscita del fluido. La parte 23 della cavità ha una sezione longitudinale che partendo dall'alto della camera inferiore 22 si allarga ad imbuto man mano che sale



verso la camera superiore 24. Quest'ultima ha una sezione longitudinale di forma rettangolare e la parete che la delimita superiormente presenta un foro (bocca) 29 in corrispondenza di un raccordo 30 per il condotto di scarico 14 verso il flacone 15.

5 All'interno della cavità del corpo 21 è visibile un dispositivo di chiusura/apertura del passaggio 23 che mette in comunicazione le camere 22 e 24. Detto dispositivo è un otturatore mobile costituito da un corpo cilindrico 31 sormontato da un disco 32 che si estende fino a quasi la parete che delimita la camera 24 senza però entrarne in contatto. Il corpo 31 è inserito in una guarnizione morbida di tenuta 33 a forma di anello (o-ring), bloccato superiormente dal cappello 32. L'anello 33 poggia
10 sulla parete obliqua che delimita il passaggio 23. Costruttivamente, l'otturatore mobile costituito dagli elementi 31, 32, e 33 viene posto in sede introducendolo dal foro 29 (così non sembrerebbe dal disegno che però non rappresenta una riproduzione in scala della VUG).

15 Il funzionamento del sistema di **figura 1**, già brevemente illustrato, viene ora maggiormente dettagliato con riferimento alle rimanenti figure per mettere in risalto il ruolo fondamentale della VUG 13, dapprima in corrispondenza del riempimento del circuito idraulico con la soluzione di cura, e poi in corrispondenza del ricircolo della stessa.

20 Durante l'introduzione del liquido l'aria contenuta nei tubetti tende a frazionario, richiedendo per il mantenimento della circolazione un pressione proporzionale al numero di frazionamenti. Occorrerà quindi espellere l'aria contenuta nei tubetti capillari per il raggiungimento della minima pressione necessaria alla circolazione dei reagenti. Il liquido con l'aria intrappolata presente nel condotto capillare 12 (uscen-
25 te dal dente) raggiunge la cavità 22 della VUG 13. Essendo ostruita dall'otturatore



31, 32, e 33 l'unica strada percorribile verso l'ambiente, l'aria liberata solleverà l'otturatore per trasferirsi nella camera superiore 24, dove attraverso il condotto 14 raggiungerà lo scarico. L'operazione di espulsione dell'aria, e più in generale di degasaggio, è favorita da due fattori: A) il brusco allargamento della sezione trasversale dei condotti all'interfaccia tra il capillare 12 e la cavità 22, che determina una riduzione della pressione superficiale p , esercitata dalla tensione superficiale τ . B) La libertà di traslazione verso l'alto dell'otturatore mobile 31, 32, e 33 sotto la spinta del gas liberato dalle bolle che si portano in superficie per via del gradiente negativo di pressione. Per quanto riguarda il fattore A), la sezione attraversata dal fluido passa da un diametro di 1,2 mm del condotto 12 ad un diametro di circa 12 mm della camera 22, con una diminuzione di p , di 10 volte. Per quanto riguarda il fattore B), l'otturatore mobile è realizzato in teflon e pesa solo 6 grammi; di conseguenza è sufficiente una spinta ascensionale che al massimo può raggiungere 800 Pa sopra la pressione atmosferica per ottenere l'apertura della VUG.

L'operazione di degasaggio della soluzione di cura è illustrata in **figura 4**, ove si notano le bolle di aria/gas intrappolate nel liquido proveniente dal condotto 12, e l'espulsione in atmosfera del gas che si libera da esse. Nella figura si può notare il frazionamento 36 del liquido presente nel tubo capillare 12 ad opera di due bolle d'aria 34 e 35. Un frazionamento è pure presente nel tubo capillare 16 causato da una bolla 37. Il menisco liquido è concavo perché l'acqua bagna le pareti. La posizione ottimale della VUG è quella tale per cui la base poggia sul piano orizzontale, la cui traccia corrisponde all'asse di simmetria H. In tal caso l'asse di simmetria longitudinale dell'otturatore mobile 31, 32, e 33 è allineato con l'asse verticale V, di modo che in assenza di bolle il corpo cilindrico 31 possa penetrare parzialmente nella cavità 22 e l'anello di tenuta 33 possa poggiare completamente sulla parete.



obliqua della transizione 23, garantendo la chiusura. Vantaggiosamente, l'obliquità della parete 23 consente di mantenere chiusa la VUG recuperando piccole inclinazioni della stessa. L'allineamento dell'otturatore all'asse verticale V determina inoltre uniformità di sezione della via di fuga del gas liberato dalle bolle, favorendo in
5 tal modo il degasaggio.

La variante 13b della VUG rappresentata in **figura 5** differisce dalla precedente VUG 13 per la sola assenza della parte rastremata 23. In questo caso le due camere 22 e 24 sono contigue e l'anello di tenuta 33 poggia direttamente sullo scalino all'interfaccia tra le due. Le due forme realizzative sono sostanzialmente equi-
10 valenti, con una preferenza per la prima la quale fornisce un cammino più idoneo al passaggio del gas contenuto nelle bolle ed è meno sensibile alle piccole inclinazioni sul piano orizzontale.

Ritornando al funzionamento del sistema di figura 1, la pompa 2 e la pompa 17 rimangono attive per un tempo di circa 20 secondi, sufficiente al riempimento del
15 circuito di ricircolo, con il prelievo aggiuntivo di una piccola dose necessaria a creare un carico idrostatico nella camera 24 sopra il piatto 32, stabilizzando la chiusura della VUG 13 (carico idrostatico compreso tra 400 e 800 Pa). Durante questa fase di riempimento avviene l'espulsione dell'aria inizialmente presente nei tubetti capillari, come dianzi detto.

20 Dopo l'arresto della pompa 2, rimane in funzione la pompa di ricircolo 17 per circa 10 secondi, durante i quali tutto il liquido in circolazione attraversando la camera 22 della VUG 13 abbandona la quasi totalità dell'aria contenuta. Alla massima velocità di rotazione della pompa 17, durante i primi 10 secondi, le pressioni differenziali ΔP rispetto alla pressione atmosferica P_0 del liquido in alcuni punti significativi
25 del circuito idraulico sono le seguenti:



Punto a) - Posto in corrispondenza della camera 22: $\Delta P_s \approx 600 \text{ Pa}$.

Punto b) - Posto in corrispondenza del trasduttore di pressione 20 sul condotto
19: $\Delta P_s \approx 50 \text{ kPa}$.

5 Punto c) - Posto in corrispondenza del raccordo 9 al circuito esterno entrante nel
dente DT: $\Delta P_c \approx 40 \text{ kPa}$.

Punto d) - Posto in corrispondenza del raccordo 11 al circuito esterno uscente
dal dente DT: $\Delta P_d \approx 20 \text{ kPa}$.

Se ne deduce che alla massima velocità di rotazione della pompa 17 la perdita di
carico nel circuito esterno, costituito dai condotti 8 e 10 (ciascuno lungo 1 metro) e
10 dal dente DT è di circa 20 kPa. Tuttavia i valori di pressione indicati non sono an-
cora i minimi possibili a causa della presenza di bolle d'aria residue in corso di eli-
minazione.

Trascorsi questi primi 10 secondi la pompa 17 viene arrestata per i successivi 10
secondi, dando tempo al liquido circolante di arrestarsi azzerando le perdite di ca-
15 rico. Nella sopraggiunta condizione di quiete le pressioni in ogni punto del circuito
si attestano attorno al valore di circa 600 Pa, dettato dalla pressione di apertura
della valvola VUG 13. Durante la prima fase di quiete una piccola quantità di liqui-
do viene espulsa per elasticità dai condotti entrando nella cavità 24, e contribuendo
con ciò al mantenimento della posizione di chiusura della VUG 13.

20 Dopo la fase di quiete la pompa 17 viene avviata di nuovo per circa 50 secondi,
facendo circolare la soluzione devitalizzante per un tempo non troppo corto da es-
sere privo di effetti curativi e non troppo lungo da causare la formazione di un nu-
mero eccessivo di bolle gassose. Al termine dei 50 secondi di ricircolo, la pompa
17 viene arrestata di nuovo per altri 10 secondi per consentire il degasaggio come
25 detto dianzi, e per consentire il raggiungimento dell'equilibrio barico all'interno del-



la camera pulpare, come verrà illustrato tra breve. Le fasi di quiete (10 s) e di ricircolo (50 s) vengono alternate fino alla fine del trattamento endodontico.

Costruttivamente l'apparecchiatura di **figura 1** colloca il dente DT a metà circa del percorso idraulico di mandata e di aspirazione della pompa 17, esiste perciò simmetria nelle perdite di carico di andata e di ritorno. Ad ogni nuovo avviamento della pompa 17 la valvola VUG 13 è nello stato di chiusura, essendo stato completato il degasaggio nella precedente fase di quiete, ed il liquido espulso per elasticità non rientrerà in circolo. I punti significativi del circuito idraulico assumeranno di conseguenza i seguenti valori differenziali di pressioni rispetto alla pressione atmosferica

maggiorata di circa 800 Pa:

Punto a') - $\Delta P'_a = -30 \text{ kPa}$.

Punto b') - $\Delta P'_b = 20 \text{ kPa}$.

Punto c') - $\Delta P'_c = 10 \text{ kPa}$.

Punto d') - $\Delta P'_d = -10 \text{ kPa}$.

Come già accennato, essendo i tubi capillari 8 e 10 della medesima lunghezza, la camera pulpare DT1 del dente DT si trova a metà percorso tra i due raccordi 9 e 11. Supponendo ragionevolmente uniformi le perdite di carico tra il raccordo 9 e 11, risulteranno uniformemente decrescenti anche le pressioni lungo il percorso tra gli stessi punti. In tal caso entro la camera pulpare DT1 si avrà la metà esatta della somma algebrica dei valori di pressione ΔP , cioè: $(\Delta P'_c + \Delta P'_d) / 2 = 0$, che significa la sussistenza della pressione atmosferica P_0 . Tale condizione di "equilibrio barico" si protrarrà per tutto il trattamento endodontico poiché il principio di funzionamento del sistema non muta al cambiare del prelievo dei liquidi contenuti negli altri flaconi (non descritti nello schema semplificato di figura 1). La ripetizione della fase di equilibrio barico è necessaria per fugare attraverso la VUG 13 le sovrappres-



sioni dovute all'eventuale formazione di gas durante la reazione chimica nella camera pulpare, così da mantenere il requisito del trattamento endodontico di devitalizzazione il più possibile vicino al valore della pressione ambiente.

Sulla base della descrizione fornita per un esempio di realizzazione preferito, è ovvio che alcuni cambiamenti possono essere introdotti dal tecnico del ramo senza con ciò uscire dall'ambito dell'invenzione come risulta dalle seguenti rivendicazioni.

10

15

20

25

RIVENDICAZIONI

C.C.I.A.A. BREVETTI
29. AGO 2007
MILANO

BREVETTI DOTT. ING.
DIOIOVANNI SCHMIEDT S.R.L.


1. Sistema per il trasporto di fluidi in condotti capillari (6, 19, 7, 8, 10, 12, 16, 18) connessi ad un utilizzatore (DT) e ad almeno una pompa di circolazione (17) di un liquido al cui interno possono formarsi bolle di gas (34, 35, 37), caratterizzato dal fatto che comprende una valvola d'intercettazione (13) del gas espanso dalle bolle, includente:

MI 2007 A 0 0 1 7 0 0

- una cavità conformata in una camera inferiore (22) contigua ad una camera superiore (24) più larga, la camera inferiore (22) avendo una prima ed una seconda bocca (25, 27) rispettivamente per l'ingresso e l'uscita del detto liquido;
- mezzi di occlusione (31, 32, 33) del passaggio (23) tra la detta camera inferiore (22) e superiore (24), posti a contatto di una parete che delimita detto passaggio, liberi di traslare verticalmente (V) sotto la spinta del gas espanso dalle bolle (34, 35), detti mezzi di occlusione essendo conformati in maniera tale da non occludere una terza bocca (29) della detta camera superiore (24) comunicante con l'ambiente.

2. Il sistema della rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto passaggio (23) si allarga uniformemente dalla detta camera inferiore (22) a quella superiore (24).

3. Il sistema della rivendicazione 1 o 2, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di occlusione (31, 32, 33) includono un corpo cilindrico (31) sormontato da un disco (32) ed una anello di tenuta (33) entro cui è inserito detto corpo cilindrico (31).

4. Il sistema di una qualunque rivendicazione da 1 a 3, caratterizzato dal fatto che detta pompa (17) è di tipo volumetrico, preferibilmente peristaltico.

5. Il sistema di una qualunque rivendicazione da 1 a 4, caratterizzato dal fatto che include mezzi (2) di riempimento del circuito idraulico.

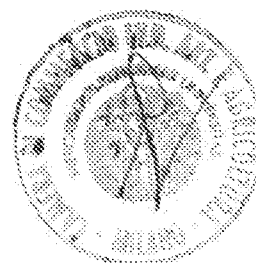
6. Il sistema della rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di riempimento includono detta pompa (17) ed una valvola di apertura/chiusura del passaggio verso un serbatoio (3) in comunicazione con l'ambiente.

7. Il sistema della rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di riempimento includono una seconda pompa volumetrica (2) connessa ad un serbatoio (3) in comunicazione con l'ambiente.

8. Il sistema di una qualunque rivendicazione da 1 a 7, caratterizzato dal fatto che include mezzi di azionamento della detta pompa di circolazione (17) controllati in modo da alternare brevi periodi di arresto a periodi di funzionamento.

9. Il sistema di una qualunque rivendicazione da 1 a 8, caratterizzato dal fatto che detto utilizzatore (DT) è posto a metà lunghezza del circuito idraulico.

10. Il sistema di una qualunque rivendicazione da 1 a 9, caratterizzato dal fatto che è utilizzato per il trattamento endodontico.



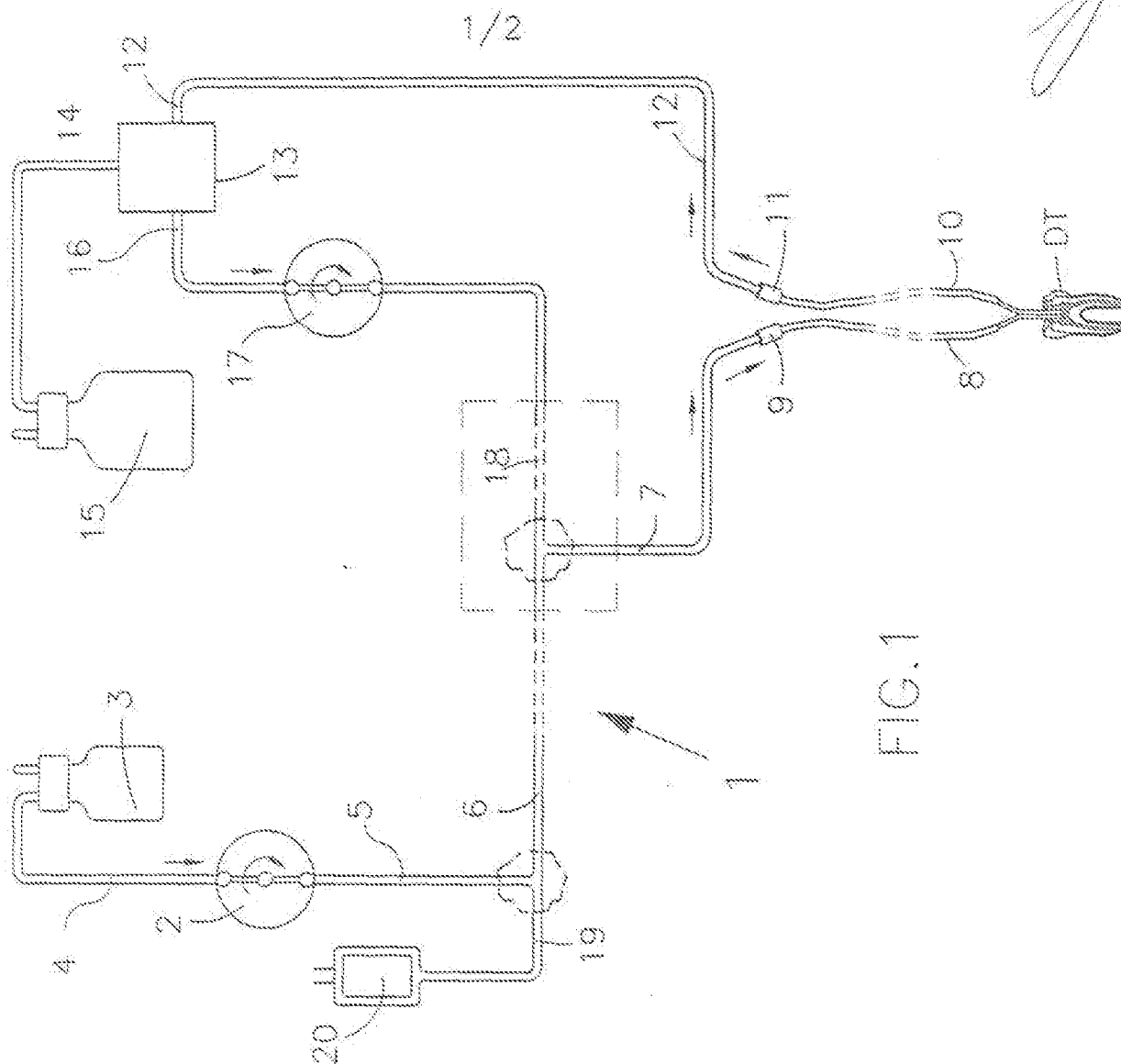


FIG. 1

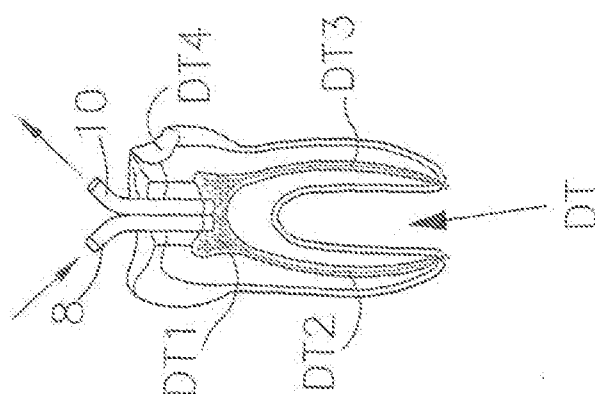


FIG. 2



MI2007A 00 17 00

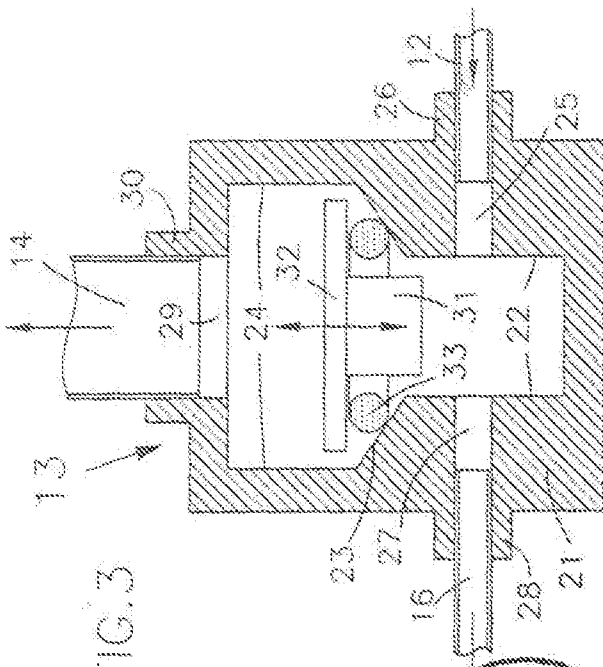


FIG. 3

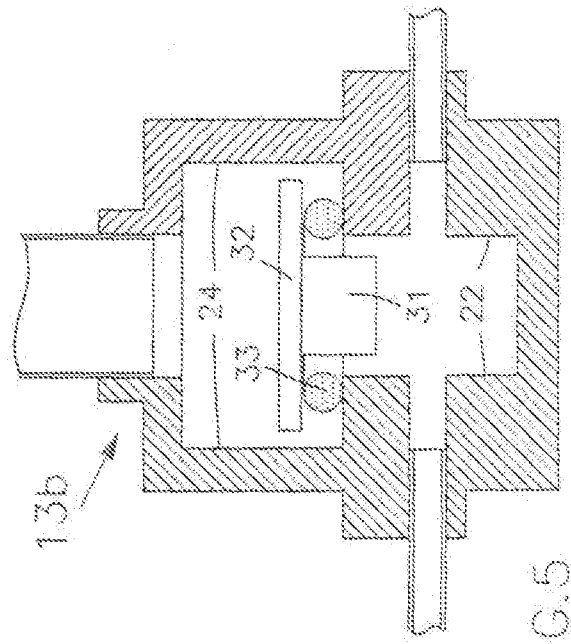


FIG. 5

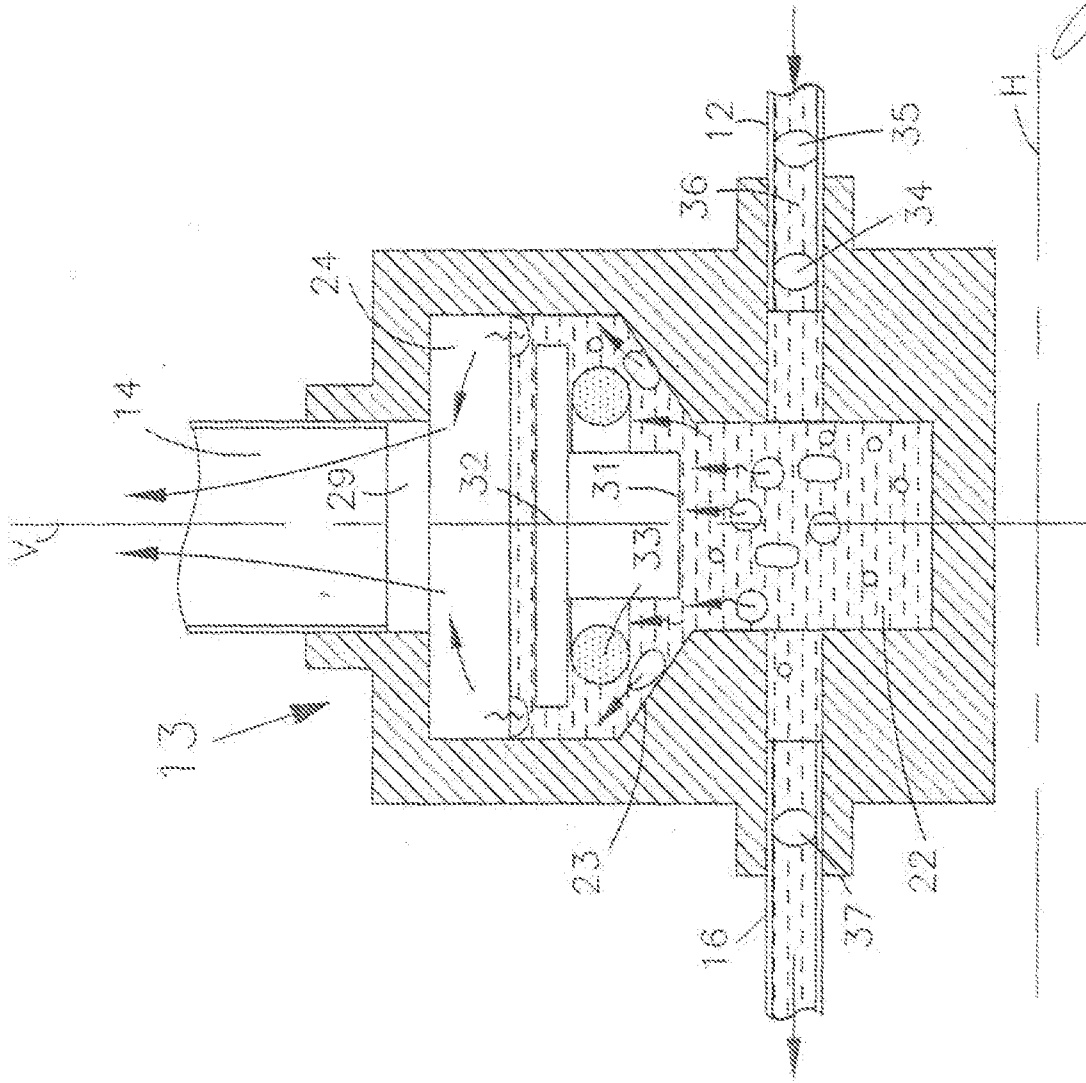


FIG. 4



MI2007A 001700