

# ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902039839A1

Publication Date

20131006

Applicant

GEA PROCOMAC S.P.A.

Title

DISPOSITIVO E METODO PER IL RISCALDAMENTO DI UNA PREFORMA IN  
MATERIALE PLASTICO.

**DESCRIZIONE**

Annessa a domanda di brevetto per INVENZIONE INDUSTRIALE  
avente per titolo

**"Dispositivo e metodo per il riscaldamento di una  
preforma in materiale plastico"**

A nome: GEA PROCOMAC S.p.A.

Via Fedolfi, 29

43038 SALA BAGANZA PR

Mandatari: Ing. Alberto MONELLI, Albo iscr. nr.1342 B,

Ing. Stefano GOTRA, Albo iscr. nr.503 BM

\*\*\*\*\*

La presente invenzione ha per oggetto un dispositivo e  
un metodo per il riscaldamento di una preforma in  
materiale plastico destinata a diventare un contenitore.  
Tale contenitore può ad esempio essere una bottiglia.

5 E' noto un apparato per il riscaldamento di una preforma  
mediante microonde descritto ad esempio nella privativa  
brevettuale EP2208597. Il riscaldamento è propedeutico  
alle operazioni di stiro-soffiaggio che permettono alla  
preforma di divenire contenitore. Tale apparato  
10 comprende:

-una camera di risonanza alloggiante la preforma;  
-un generatore di microonde, solitamente un magnetron  
che emette uno spettro relativamente largo di frequenza  
centrato su una banda permessa;

15 -una guida d'onda delle microonde che vengono quindi  
convogliate dal generatore alla camera di risonanza;  
-inserti mobili posizionabili nella camera di risonanza  
o lungo la guida d'onda per eseguire un adattamento di  
impedenza del carico.

20 L'innesto o il disinnesto dei sopraindicati inserti

mobili definisce un modo per eseguire un adattamento di impedenza e compensare le variazioni di proprietà del carico; questo consente un adattamento di impedenza in funzione della geometria della preforma di partenza.

5 Tale apparato non è esente da inconvenienti legati ad esempio a complicazioni impiantistiche e impossibilità di adattare velocemente il carico in caso di repentine variazioni di proprietà indotte dal riscaldamento (ad esempio i materiali polimerici presentano un differente  
10 assorbimento delle microonde in funzione della loro temperatura). Un ulteriore inconveniente dell'apparato sopradescritto è legato al fatto che le complicazioni impiantistiche si traducono in un maggior numero di componenti, ciò essendo dovuto sia alla presenza degli  
15 inserti mobili sia agli attuatori necessari per il loro azionamento; conseguentemente il maggior numero di componenti presuppone un maggior costo e un maggior ingombro.

Per un dato carico entro un generico emettitore di  
20 microonde il mantenimento della massima efficienza energetica, ovvero la minimizzazione del coefficiente di riflessione, richiede che si adottino sistemi per l'adattamento di impedenza in grado di compensare le variazioni di proprietà del carico.

25 In questo contesto, il compito tecnico alla base della presente invenzione è proporre un dispositivo e un metodo per il riscaldamento di preforme che superino gli inconvenienti della tecnica nota sopra citati.

E' scopo della presente invenzione mettere a  
30 disposizione un dispositivo più robusto ed efficiente e un metodo più controllabile per il riscaldamento di

preforme con una ottimale efficienza energetica.

Ulteriore scopo della presente invenzione è quello di mettere a disposizione un dispositivo il cui costo di realizzazione sia contenuto.

5 Il compito tecnico precisato e gli scopi specificati sono sostanzialmente raggiunti da un dispositivo e un metodo, comprendente le caratteristiche tecniche esposte in una o più delle unite rivendicazioni.

10 Ulteriori caratteristiche e vantaggi della presente invenzione appariranno maggiormente chiari dalla descrizione indicativa, e pertanto non limitativa, di una forma di realizzazione preferita ma non esclusiva di un dispositivo e un metodo per il riscaldamento di una preforma, come illustrato negli uniti disegni in cui:

15 -figure 1 e 2 mostrano una prima soluzione costruttiva di un dispositivo secondo la presente invenzione;

-figure 3 e 4 mostrano una seconda soluzione costruttiva di un dispositivo secondo la presente invenzione;

20 -figure 5 e 6 mostrano una terza soluzione costruttiva di un dispositivo secondo la presente invenzione;

-figure 7 e 7a mostrano una quarta soluzione costruttiva di un dispositivo secondo la presente invenzione;

-figura 8 mostra una variante del dispositivo di figura 7;

25 - figura 9 mostra una quinta soluzione costruttiva di un dispositivo secondo la presente invenzione.

Nelle unite figure con il numero di riferimento 1 si è indicato un dispositivo per il riscaldamento di una preforma in materiale plastico destinata a divenire un  
30 contenitore. Ad esempio tale contenitore può essere una bottiglia, ma anche una provetta o altro. Opportunamente

la preforma è in PET (polietilene tereftalato). Tale PET può essere trasparente o colorato eventualmente anche multicolore. In ogni caso la preforma potrebbe anche essere in altri materiali termoplastici o in materiali di origine naturale, ad esempio PEF, PLA, PHA, ecc.

5 Il dispositivo 1 di riscaldamento comprende mezzi 2 di generazione di microonde. L'impiego di mezzi 2 di generazione di microonde per generare radiazioni in grado di riscaldare la preforma è vantaggioso rispetto  
10 all'impiego di raggi infrarossi. Infatti le microonde consentono una maggiore penetrazione e una maggiore efficienza di applicazione cioè una maggiore percentuale di energia che dalle microonde è trasferita alla preforma. Vista l'elevata profondità di penetrazione  
15 delle microonde risulta possibile trattare classi di materiali polimerici e non polimerici estremamente ampie (vedasi ad esempio quanto indicato in precedenza; in particolare l'impiego di microonde rende possibile il trattamento di PET multicolore, materiale il cui  
20 trattamento con le radiazioni infrarosse sarebbe estremamente difficoltoso).

Opportunamente il dispositivo 1 comprende un applicatore 6 di microonde comprendente un involucro 44 che individua una camera 3 di alloggiamento di almeno una  
25 parte della preforma. L'involucro 44 può essere realizzato in materiale conduttore o in dielettrico superficialmente rivestito da un conduttore. Preferibilmente la camera 3 di alloggiamento della preforma è a simmetria centrale. Il dispositivo 1  
30 comprende un emettitore 4 (o introduttore) di microonde nella camera 3 per riscaldare la preforma. Nella camera

3 vengono infatti immesse microonde attraverso un emettitore 4, di geometria differente e specifica per ottenere un elevato valore di intensità del campo elettrico in corrispondenza della zona di posizionamento della preforma 7. Tale involucro 44 permette anche il  
5 contenimento delle microonde. Opportunamente tale involucro 44 circonda la camera 3.

Come sarà meglio spiegato in seguito nelle soluzioni costruttive esemplificate nelle figure 1-9, detto  
10 emettitore 4 alimenta la camera 3, permettendo di esporre il carico (preforma) all'azione delle microonde. L'emettitore 4 può essere confinato entro le pareti della camera 3 che definiscono l'involucro 44 e che vantaggiosamente contribuisce a prevenire la fuoriuscita  
15 di microonde.

Il dispositivo 1 comprende inoltre mezzi 8 di trasmissione delle microonde dai mezzi 2 di generazione all'emettitore 4. I mezzi 8 di trasmissione potrebbero essere rigidi, semi-rigidi o flessibili (la scelta è  
20 dettata dalla necessità o meno di spostare l'applicatore 6 -e/o l'emettitore 4 come ad esempio in figura 8- lungo la preforma 7 durante il funzionamento). I mezzi 8 di trasmissione possono ad esempio comprendere un cavo coassiale o una guida d'onda. Nel caso di cavo  
25 coassiale, come esemplificato nelle figure 1-4, vantaggiosamente una porzione sporgente del conduttore centrale, rettilineo o ricurvo, è parte dell'emettitore 4 per l'eccitazione della camera 3. Nel caso di guida d'onda, l'eccitazione dell'applicatore 6 avviene  
30 mediante un'iride di accoppiamento ed un'opportuna transizione nella guida d'onda, che costituiscono

l'emettitore 4.

I mezzi 2 di generazione di microonde sono mezzi di generazione di microonde a frequenza variabile e regolabile (all'interno delle frequenze ISM permesse) per ottimizzare l'efficienza energetica, in particolare per ottimizzare il grado di assorbimento delle microonde da parte della preforma. I mezzi di generazione di microonde sono anche mezzi di generazione di microonde a potenza variabile e opportunamente regolabile. Il grado di assorbimento varia infatti al variare di parametri quali la geometria del carico o la temperatura del carico.

In questo modo si ottiene un adattamento di impedenza mediante la variazione controllata della frequenza emessa dai mezzi 2 di generazione. L'adattamento di impedenza prevede dunque di modificare la frequenza delle microonde emesse dai mezzi 2 di generazione in modo da ottenere condizioni di risonanza a frequenze differenti. In pratica si cerca una condizione di risonanza variando la frequenza delle microonde affinché quest'ultima sia uguale o prossima alla frequenza propria del carico (il carico comprende la preforma ed eventualmente l'applicatore).

Preferibilmente i mezzi 2 di generazione di microonde comprendono un "generatore allo stato solido" o più in generale un generatore che emette microonde ad una predeterminata frequenza impostabile dall'utente all'interno di intervalli permessi (cioè le "frequenze ISM" allocate per usi industriali, scientifici e medici). In particolare i generatori allo stato solido in una predeterminata configurazione operativa sono in

grado di emettere microonde aventi tutte un predeterminato valore di frequenza (e non uno spettro di frequenze centrato attorno ad un valore nominale). I generatori allo stato solido inoltre permettono di variare in modo estremamente rapido sia la potenza erogata sia le condizioni di on/off permettendo così di erogare la potenza solo quando effettivamente necessario. In una particolare soluzione costruttiva i mezzi 2 di generazione di microonde generano microonde aventi una precisa frequenza compresa tra 2,4 e 2,5 GHz. Esemplicativamente simulazioni condotte dalla Richiedente hanno messo in evidenza che per un incremento di temperatura della preforma da 20°C (temperatura ambiente) a 105°C è richiesta una variazione della frequenza da 2,400 a 2,4835GHz (nel caso della soluzione di figura 1).

Opportunamente il dispositivo 1 comprende mezzi di presa della preforma, ad esempio una pinza. La preforma presenta uno sviluppo allungato lungo una prima retta 71 immaginaria solidale alla preforma stessa. Ad esempio detta pinza è idonea ad afferrare una estremità della preforma in prossimità del collo della preforma. Il dispositivo 1 comprende inoltre mezzi di spostamento dei mezzi di presa della preforma relativamente all'applicatore 6. Quanto descritto nella presente trattazione con riferimento ai mezzi di spostamento dei mezzi di presa della preforma relativamente all'applicatore 6 potrebbe essere ripetuto per lo spostamento dei mezzi di presa relativamente all'emettitore 4. In particolare i mezzi di spostamento relativo consentono uno spostamento relativo

dell'applicatore 6 e dei mezzi di presa lungo detta prima retta 71 immaginaria (che come specificato in precedenza è orientata lungo la direzione di allungamento della preforma). Tipicamente tale spostamento relativo può essere una traslazione o una rototraslazione. Tale accorgimento consente di utilizzare un applicatore 6 che si sviluppa lungo la prima retta 71 per una lunghezza minore della lunghezza della preforma da sottoporre a trattamento. Lo spostamento relativo lungo la prima retta 71 consente quindi di eseguire il riscaldamento, in momenti successivi, di differenti tratti della preforma ed eventualmente con differente intensità.

L'eventuale rotazione della preforma consente di migliorare l'uniformità di riscaldamento (e permette di sopperire a situazioni in cui il campo elettromagnetico interno alla camera 3 non sia perfettamente simmetrico). Si faccia esemplificativamente, ma non limitativamente riferimento alle figure 1-4.

L'involucro 44 individua e circonda la camera 3. Vantaggiosamente tale camera 3 è a simmetria centrale. Questo consente una distribuzione del campo elettrico secondo una simmetria centrale. Opportunamente le microonde sono emesse da una superficie dell'emettitore 4 che contribuisce ad alimentare la camera 3. L'involucro 44 è un corpo sostanzialmente cilindrico con una cavità assiale, detta cavità assiale facendo parte della camera 3. Opportunamente anche l'involucro 44 è a simmetria centrale. Opportunamente l'involucro 44 comprende almeno una prima apertura 43 che pone la camera 3 in comunicazione con l'esterno e che permette

l'inserimento della preforma 7 nella camera 3 ed eventualmente il moto longitudinale relativo dell'applicatore o dell'emettitore 4 rispetto alla preforma.

5 In una soluzione non illustrata il dispositivo 1 comprende due o più distinti mezzi 8 di trasmissione (ad esempio cavi coassiali) colleganti un eguale numero di emettitori 4 distinti, a uno o più distinti mezzi 2 di generazione di microonde. Opportunamente i distinti  
10 mezzi 8 di trasmissione si collegano all'applicatore 6 mediante emettitori 4 situati in punti opposti rispetto alla camera 3 di alloggiamento della preforma, (opportunamente mantenendo la simmetria centrale). Questo consente di incrementare la potenza del campo  
15 elettromagnetico cui è soggetto il carico.

Si faccia esemplificativamente riferimento alle soluzioni costruttive di figure 3-6; il dispositivo 1 comprende un elemento 9 riflettore e/o concentratore di microonde. L'elemento 9, in combinazione con  
20 l'applicatore 6 (in particolare con l'involucro 44) e in almeno in una configurazione operativa definisce una cavità 60 anulare presentante una o più delle seguenti caratteristiche:

- è interposta tra l'applicatore 6 e l'elemento 9;
- 25 -è destinata ad alloggiare almeno parzialmente la preforma;
- fa parte della camera 3 di alloggiamento.

L'elemento 9 in combinazione con l'applicatore 6 ha lo scopo di concentrare le microonde in detta cavità 60  
30 anulare. L'intensità di campo elettromagnetico è dunque più elevata nella cavità 60 anulare in corrispondenza

della posizione della preforma. Opportunamente l'elemento 9 comprende una porzione che funge da riflettore e che è in materiale superficialmente conduttore; l'elemento 9 comprende una porzione che funge da concentratore e che è in materiale dielettrico a bassa perdita. L'elemento 9 dielettrico è utilizzato per perturbare la distribuzione del campo elettromagnetico nell'applicatore (nella camera 3) in modo da conseguire la concentrazione del campo elettromagnetico nella zona di posizionamento del carico. Opportunamente l'elemento 9 è tenuto in posizione mediante un supporto dielettrico a bassa perdita (PTFE, quarzo, ecc.)

Nella configurazione operativa sopraindicata la combinazione dell'applicatore 6 e dell'elemento 9 permette una concentrazione delle microonde nella cavità 60 anulare, cioè nella zona in cui si sviluppa in spessore la parete della preforma.

Opportunamente il dispositivo 1 comprende mezzi di spostamento relativo preforma-elemento 9 lungo la prima retta 71. Vantaggiosamente, ma non necessariamente lo spostamento dell'elemento 9 è solidale allo spostamento dell'applicatore 6 (e/o dell'emettitore 4). L'elemento 9 nella configurazione operativa si introduce in una insenatura 70 definita internamente alla preforma.

Preferibilmente l'applicatore 6 e l'elemento 9 sono coassiali. L'elemento 9 (in particolare una parete laterale fronteggiante una superficie dell'applicatore delimitante la cavità 60) presenta una curvatura positiva, negativa o nessuna curvatura.

Con particolare riferimento alle figure 3-4 si segnala

che in tal caso l'applicatore 6 circonda l'elemento 9. Opportunamente l'applicatore 6 (o comunque l'involucro 44) è in materiale conduttore o in materiale isolante rivestito di uno strato conduttivo. Come esemplificato

5 nelle figure 1-4 a due estremità opposte dell'applicatore 6 sono presenti due porte 45, 46 che permettono il passaggio di almeno una parte della preforma. Almeno una di tali porte 45, 46 è altresì

10 utile per permettere una misurazione della temperatura della preforma. La misura di tale temperatura può convenientemente essere effettuata indirettamente sulla base della frequenza emessa dal generatore di microonde

15 2 nelle condizioni di minimizzazione della potenza riflessa. Esiste infatti una corrispondenza biunivoca tra la frequenza in grado di minimizzare la potenza

20 riflessa dall'applicatore 6 e le proprietà dielettriche del carico ad una determinata temperatura, e per una determinata geometria del carico stesso. Le porte 45, 46 sono sagomate per prevenire o minimizzare fuoriuscite di

25 microonde, in particolare potrebbero comprendere guide d'onda inserite in condizioni di "cut-off" oppure potrebbero essere dotate di "chokes" ben noti nello stato dell'arte. Vantaggiosamente lo sviluppo

30 dell'emettitore 4 lungo la prima retta 71 (come definita in precedenza) è determinata dalla risoluzione spaziale che si vuole avere per la profilatura termica delle preforme. Tale risoluzione è aumentabile andando a

variare la velocità di traslazione in direzione assiale dell'emettitore rispetto alla preforma.

Nella soluzione esemplificata nelle figure 5-6, l'elemento 9 coassiale alla preforma 7 potrebbe essere

integrato nell'emettitore 4. In tal caso esso non è necessariamente utilizzato per concentrare le microonde. Nella soluzione costruttiva di figure 5-6 le porte 45, 46 che permettono il passaggio della preforma sono  
5 ricavate in due estremità opposte dell'involucro 44 di contenimento. In una configurazione alternativa l'involucro 44 può avere dimensioni anche molto maggiori della preforma, in modo da non perturbare eccessivamente con la propria presenza il campo elettromagnetico in  
10 prossimità dell'emettitore 4 e mantenere la simmetria centrale del campo elettromagnetico in prossimità della zona di inserimento della preforma 7.

Come esemplificato nelle figure 5-6 l'emettitore 4 può essere un elemento allungato e vantaggiosamente è  
15 destinato ad essere inserito nella preforma. Sempre come esemplificato nelle figure 5-6, l'emettitore 4 preferibilmente comprende/è costituito dal conduttore interno sporgente di un cavo coassiale collegato ai  
mezzi 2 di generazione. In tal caso l'emettitore 4 nel  
20 gergo tecnico è definito "antenna". L'emettitore 4 è inoltre coassiale alla preforma.

Si faccia ora riferimento alla soluzione costruttiva di figure 7-8.

L'emettitore 4 è sagomato come un elemento 49 elicoidale  
25 comprendente una o più spire 41 che circondano una zona 42 di alloggiamento della preforma. L'elemento 49 elicoidale può essere a passo variabile per eseguire un riscaldamento differenziato di distinte porzioni della preforma poste nella zona 42 di alloggiamento (vedasi  
30 figura 7). Tale soluzione costruttiva è utile soprattutto qualora la preforma giaccia completamente

all'interno della zona 42.

In una soluzione alternativa l'elemento 49 elicoidale potrebbe essere a passo sostanzialmente costante (vedasi figura 8). Anche nella soluzione costruttiva di figure  
5 7-8 l'emettitore 4 è convenzionalmente definito una antenna.

In una soluzione alternativa l'elemento 49 elicoidale potrebbe essere anche posizionato (almeno in parte, preferibilmente del tutto) all'interno della preforma.

10 Con particolare riferimento alla figura 9, la camera 3 a simmetria centrale presenta una o più zone di riduzione della sezione al fine di conseguire la concentrazione del campo elettromagnetico in corrispondenza di zone della preforma posizionate vicino a tali restringimenti.  
15 Tale sezione è valutata ortogonalmente alla direzione di sviluppo preponderante della preforma nella camera 3. In particolare la camera 3 comprende una zona a sezione trasversale ridotta interposta tra due zona a sezione trasversale maggiore. L'eccitazione dell'applicatore 6  
20 avviene mediante uno o più emettitori 4. La preforma può essere traslata o rototraslata in caso di singolo restringimento di sezione, per pervenire alla profilatura termica desiderata. In caso di restringimenti multipli, la preforma può rimanere ferma  
25 o essere semplicemente ruotata.

Oggetto della presente invenzione è inoltre un metodo di riscaldamento di una preforma 7 in materiale plastico destinata a diventare un contenitore, ad esempio una  
30 bottiglia. Vantaggiosamente tale metodo è implementato mediante un dispositivo 1 di riscaldamento mediante microonde presentante una o più delle caratteristiche

descritte in precedenza.

Opportunamente il metodo comprende le fasi di:

-posizionare almeno una parte di una preforma 7 in una camera 3 di alloggiamento;

5 -generare microonde a frequenza controllata (tipicamente mediante un generatore allo stato solido come descritto in precedenza);

-emettere, tipicamente mediante un emettitore 4, le microonde nella camera 3 per riscaldare la preforma 7.

10 In seguito a tale riscaldamento viene eseguito uno stiro-soffiaggio della preforma 7 per permettere la trasformazione nel contenitore finale.

Tra la fase di generare le microonde e la fase di emettere le microonde vi è una fase di trasferimento  
15 all'emettitore 4 delle microonde mediante mezzi 8 di trasmissione (come descritto in precedenza con riferimento al dispositivo 1). In una particolare soluzione costruttiva l'emettitore 4 potrebbe anche essere una bocca di introduzione delle microonde nella  
20 camera 3, detta bocca essendo una estremità dei mezzi 8 di trasmissione.

Il metodo comprende inoltre la fase di variare la frequenza di generazione delle microonde. Ciò consente di ottimizzare l'efficienza energetica al variare del  
25 grado di assorbimento delle microonde da parte della preforma 7. La fase di variare la frequenza delle microonde è vantaggiosamente eseguita durante il riscaldamento di una medesima preforma. Infatti il grado di assorbimento varia ad esempio con la temperatura  
30 della preforma 7. Dunque durante il riscaldamento della preforma si ha una variazione della frequenza di

generazione delle microonde. Opportunamente la frequenza di generazione delle microonde viene variata secondo un profilo preimpostato (e impostabile dall'utente).

5 Il metodo comprende inoltre una fase di eseguire una misura di temperatura della preforma 7; la fase di variare la frequenza di generazione delle microonde è controllata in funzione di un feed-back proveniente dalla fase di eseguire una misura di temperatura della preforma 7.

10 Opportunamente detta fase di posizionare almeno una parte della preforma 7 all'interno della camera 3 prevede che in un primo momento venga introdotta nella camera 3 solo un primo tratto della parte da riscaldare della preforma.

15 Il metodo comprende una fase di spostare un applicatore 6 (come definito con riferimento alla trattazione relativa al dispositivo 1) rispetto alla preforma per sottoporre in successione varie porzioni della preforma 7 alle microonde provenienti dall'emettitore 4; tale  
20 fase può prevedere lo spostamento sia dell'applicatore 6 sia della preforma 7 o lo spostamento dell'applicatore 6 mantenendo ferma la preforma 7 o viceversa. La fase di spostare l'applicatore 6 rispetto alla preforma può avvenire seguendo una legge di moto predefinita; ad  
25 esempio tale spostamento può prevedere corse alternate lungo due versi opposti, ciascuna di dette due corse potendo prevedere: una fase di accelerazione, una o più fasi a velocità costanti e una fase di decelerazione per eseguire l'inversione del moto. Vantaggiosamente la fase  
30 di spostare l'applicatore 6 rispetto alla preforma 7 può essere controllata in funzione di un feed-back

proveniente dalla fase di eseguire una misura di temperatura della preforma 7. Quando descritto con riferimento alla fase di spostare l'applicatore 6 rispetto alla preforma 7, può essere ripetuto per una fase di spostare l'emettitore 4 rispetto alla preforma 7.

In particolare con riferimento alle figure 1-4, il metodo prevede di posizionare almeno una parte della preforma 7 in una camera 3 avente una superficie laterale integrata nell'applicatore 6. Ciò prevede di introdurre la preforma 7 attraverso una prima apertura 43 della camera 3. La fase di spostare l'applicatore 6 rispetto alla preforma 7 può comprendere la fase di far fuoriuscire dalla camera 3, attraverso una seconda apertura 48, una parte della preforma 7 già sottoposta al riscaldamento. Preferibilmente, come descritto in precedenza la seconda apertura 48 e la prima apertura 43 sono allineate (preferibilmente sono coassiali) e sono ricavate in due posizioni opposte della camera 3.

Con riferimento a quanto illustrato esemplificativamente nelle figure 3-6, il metodo può prevedere di riflettere e concentrare le microonde in corrispondenza dello spessore della preforma mediante un elemento 9 concentratore e/o riflettore preferibilmente posizionato in una insenatura 70 della preforma.

Vantaggiosamente il metodo comprende inoltre la fase di posizionare un primo elemento in una insenatura 70 della preforma 7 e un secondo elemento anulare intorno alla preforma 7. Tale secondo elemento anulare individua e circonda la camera 3 descritta in precedenza. Il primo e il secondo elemento anulare sono uno l'applicatore 6 e

uno l'elemento riflettore e/o concentratore 9, che concentra le microonde nello spessore della preforma 7 interposta tra almeno una parte dell'applicatore 6 e l'elemento 9.

5 Nella soluzione di figure 3-4, il metodo comprende di posizionare l'emettitore 4 all'esterno della preforma e l'elemento 9 all'interno di una insenatura 70 definita dalla preforma. In tale soluzione costruttiva la fase di spostare l'applicatore 6 rispetto alla preforma per  
10 sottoporre in successione varie porzioni della preforma alle microonde prevede di spostare solidalmente all'applicatore 6 anche l'elemento 9.

Nella soluzione di figure 5-6, il metodo comprende la fase di posizionare l'emettitore 4 all'interno  
15 dell'insenatura 70 della preforma 7. In tal caso il metodo può prevedere di utilizzare tale emettitore 4 anche come elemento 9 riflettore e/o concentratore (le onde emesse dall'emettitore 4 vengono riflesse da un elemento anulare esterno alla preforma e delimitante la  
20 camera 3 e ritornano poi all'emettitore 4 che svolge la funzione di elemento riflettore e/o concentratore).

Il metodo può comprendere inoltre la fase di misurare la potenza riflessa dal carico (ciò è implementato in modo noto dai generatori allo stato solido).

25 Opportunamente la fase di generare le microonde può essere controllata in funzione di un feed-back proveniente dalla fase di eseguire una misura della potenza riflessa dal carico.

Nella soluzione di figure 7-8, il metodo comprende la  
30 fase di posizionare l'emettitore 4, sagomato come un elemento 49 elicoidale comprendente una pluralità di

spire, in modo che tali spire circondino la preforma. Il numero di spire variabile lungo l'asse della preforma consente di ottenere una diversa generazione di calore entro la preforma (profilatura termica). In particolare questo effetto è ottenuto senza che la preforma debba essere soggetta a moti rototraslazionali rispetto all'applicatore 6.

Nella soluzione di figura 9 la fase di posizionare almeno una parte di una preforma nella camera 3 di alloggiamento comprende la fase di posizionare tale preforma in una camera 3 avente una o più variazioni di sezione lungo la direzione di sviluppo della preforma al fine di conseguire la concentrazione del campo elettromagnetico in corrispondenza di zone della preforma posizionate vicino a tali variazioni di sezione.

L'invenzione così concepita permette di conseguire molteplici vantaggi.

Innanzitutto essa permette una maggiore semplicità dal momento che l'ottimizzazione dell'efficienza energetica (adattamento di impedenza) è ottenuto senza il posizionamento nel campo elettromagnetico di opportuni inserti, ma intervenendo sulla frequenza delle microonde (cioè su parametri elettrici di funzionamento). Ciò consente una maggiore robustezza del sistema, maggiori possibilità di controllo, ed inoltre consente anche di ottimizzare la componentistica utilizzata. L'ottimizzazione della componentistica utilizzata si traduce anche in un sistema più compatto e quindi con minori costi di realizzazione; la maggiore robustezza si traduce invece in minori costi di manutenzione.

Le maggiori possibilità di controllo consentono di variare in modo estremamente rapido il funzionamento permettendo di adattarlo alle effettive necessità e dunque permettendo un risparmio in termini di consumi elettrici e quindi in termini di costi di funzionamento.

5 La simmetria centrale del campo elettromagnetico generato entro l'applicatore 6 permetterà inoltre di non dover necessariamente ricorrere a sistemi di rotazione del carico (preforma), mantenendo comunque l'omogeneità

10 della temperatura lungo una sezione trasversale del carico. In caso di emettitore sagomato ad elica a passo variabile, non sarà necessaria neppure la traslazione verticale relativa tra applicatore e carico, con drastica semplificazione degli azionamenti e riduzione

15 del numero di componenti del sistema di preriscaldamento delle preforme.

L'invenzione così concepita è suscettibile di numerose modifiche e varianti, tutte rientranti nell'ambito del concetto inventivo che la caratterizza. Inoltre tutti i

20 dettagli sono sostituibili da altri elementi tecnicamente equivalenti. In pratica, tutti i materiali impiegati, nonché le dimensioni, potranno essere qualsiasi, a seconda delle esigenze.

IL MANDATARIO

Ing. Alberto MONELLI  
(Albo iscr. n. 1342 B)

**RIVENDICAZIONI**

1. Dispositivo per il riscaldamento di una preforma in materiale plastico destinata a divenire un contenitore ad esempio una bottiglia, comprendente:

- 5 -mezzi (2) di generazione di microonde;  
-un applicatore (6) di microonde comprendente un involucro (44) che individua una camera (3) di alloggiamento di almeno una parte della preforma, detto applicatore (6) comprendendo inoltre un emettitore (4)  
10 di microonde destinato ad emettere le microonde in detta camera (3) per riscaldare la preforma;  
-mezzi (8) di trasmissione delle microonde dai mezzi (2) di generazione all'emettitore (4);  
caratterizzato dal fatto che detti mezzi (2) di  
15 generazione di microonde sono mezzi di generazione di microonde a frequenza variabile e regolabile per ottimizzare l'assorbimento delle microonde da parte della preforma.

2. Dispositivo secondo la rivendicazione 1,  
20 caratterizzato dal fatto che detto involucro (44) comprende almeno una prima apertura (43) che pone la camera (3) in comunicazione con l'esterno e che permette l'inserimento della preforma nella camera (3).

3. Dispositivo secondo la rivendicazione 1 o 2,  
25 caratterizzato dal fatto di comprendere un elemento (9) riflettore e/o concentratore (9) di microonde che, in combinazione con l'applicatore (6) e in almeno in una configurazione operativa, definisce una cavità (60) anulare, detta cavità (60) anulare:

- 30 -essendo interposta tra l'applicatore (6) e l'elemento (9);

-essendo destinata ad alloggiare almeno parzialmente la preforma;

-facendo parte della camera (3) di alloggiamento;

in detta configurazione operativa la combinazione  
5 dell'applicatore (6) e dell' elemento (9) permettendo  
una concentrazione delle microonde nella cavità (60)  
anulare.

4. Dispositivo secondo una qualunque delle  
rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che  
10 detto emettitore (4) è sagomato come un elemento (49)  
elicoidale comprendente una o più spire (41) che  
circondano una zona (42) alloggiante la preforma o che  
sono destinate a rimanere totalmente all'interno della  
preforma da riscaldare.

15 5. Dispositivo secondo la rivendicazione 4,  
caratterizzato dal fatto che detto elemento (49)  
elicoidale è a passo variabile per eseguire un  
riscaldamento differenziato di distinte porzioni della  
preforma posta nella zona (42) di alloggiamento, senza  
20 richiedere quindi moti traslatori o rototraslatori  
relativi tra preforma (7) ed applicatore (6).

6. Dispositivo secondo una qualunque delle  
rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che  
detto generatore (2) di microonde è un generatore allo  
25 stato solido che genera microonde aventi una frequenza  
predeterminata impostabile tra 2,4 e 2,5 GHz.

7. Dispositivo secondo una qualunque delle  
rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che  
detta camera (3) di alloggiamento della preforma è a  
30 simmetria centrale.

8. Metodo di riscaldamento di una preforma in materiale

plastico (7) destinata a diventare un contenitore, ad esempio una bottiglia comprendente le fasi di:

-posizionare almeno una parte di una preforma (7) in una camera (3) di alloggiamento;

5 -generare microonde;

-emettere, mediante un emettitore (4), le microonde nella camera (3) per riscaldare la preforma (7);

caratterizzato dal fatto di variare la frequenza delle microonde per ottimizzare l'assorbimento delle microonde da parte della preforma (7).

10

9. Metodo secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che la fase di variare la frequenza delle microonde è eseguita durante il riscaldamento di una medesima preforma.

15

10. Metodo secondo la rivendicazione 8 o 9, caratterizzato dal fatto che la fase di variare la frequenza delle microonde avviene seguendo un profilo preimpostato.

20

11. Metodo secondo la rivendicazione 8 o 9 o 10, caratterizzato dal fatto di comprendere una fase di eseguire una misura di temperatura della preforma (7); la fase di variare la frequenza di generazione delle microonde essendo controllata almeno in funzione di un feed-back proveniente dalla fase di eseguire una misura di temperatura della preforma (7).

25

12. Metodo secondo una qualunque delle rivendicazioni da 8 a 11, caratterizzato dal fatto di spostare l'emettitore (4) e/o la camera (3) rispetto alla preforma per sottoporre in successione varie porzioni della preforma alle microonde provenienti dall'emettitore (4).

30

13. Metodo secondo una qualunque delle rivendicazioni da  
8 a 12, caratterizzato dal fatto di comprendere una fase  
di posizionare in una insenatura (70) della preforma un  
elemento riflettore e/o concentratore (9) per  
5 concentrare le microonde nello spessore della preforma  
(7).

IL MANDATARIO

Ing. Alberto MONELLI  
(Albo iscr. n. 1342 B)

**CLAIMS**

1. A device for heating a preform in plastic material intended to become a container such as a bottle, comprising:

- 5 - means (2) for generating microwaves;  
- an applicator (6) of microwaves comprising a shell (44) which identifies a chamber (3) housing at least one part of the preform, said applicator (6) also comprising an emitter (4) of microwaves intended to emit microwaves  
10 into said chamber (3) for heating the preform;  
- means (8) for the transmission of microwaves from the generation means (2) to the emitter (4);  
characterised in that said means (2) for the generation of microwaves are means for the generation of microwaves  
15 at variable and adjustable frequency in order to optimise the absorption of microwaves by the preform.

2. The device according to claim 1, characterised in that said shell (44) comprises at least one first opening (43) which puts the chamber (3) in communication  
20 with the outside and allows the insertion of the preform into the chamber (3).

3. The device according to claim 1 or 2, characterised in that it comprises one reflection and/or concentration element (9) for microwaves which, in combination with  
25 the applicator (6) and at least in one operating configuration, defines an annular cavity (60), said annular cavity (60):

- being interposed between the applicator (6) and the element (9);  
30 - being intended to house the preform at least partially;

- being part of the housing chamber (3);

in said operating configuration, the combination of the applicator (6) and the element (9) allowing a concentration of microwaves in the annular cavity (60).

5 4. The device according to any of the previous claims, characterised in that said emitter (4) is shaped like a helical element (49) comprising one or more turns (41) which surround an area (42) housing the preform or which are intended to remain fully inside the preform to be  
10 heated.

5. The device according to claim 4, characterised in that said helical element (49) has a variable pitch in order to perform differentiated heating in distinct portions of the preform located in the housing area  
15 (42), without the need for relative translational or roto-translational motion between the preform (7) and the applicator (6).

6. The device according to any of the previous claims, characterised in that said generator (2) of microwaves  
20 is a solid state generator generating microwaves with a predetermined frequency which can be set between 2.4 and 2.5 GHz.

7. The device according to any of the previous claims, characterised in that said housing chamber (3) of the  
25 preform is centrally symmetrical.

8. A method for heating a preform in plastic material (7) intended to become a container such as a bottle, comprising the steps of:

- positioning at least one part of a preform (7) into a  
30 housing chamber (3);  
- generating microwaves;

- emitting, through an emitter (4), the microwaves in the chamber (3) in order to heat the preform (7); characterised in that the frequency of the microwaves is varied to optimise the absorption of the microwaves by the preform (7).

5

9. The method according to claim 8, characterised in that the step of varying the microwave frequency is performed during the heating of the preform itself.

10

10. The method according to claim 8 or 9, characterised in that the step of varying the microwave frequency occurs following a preset profile.

15

11. The method according to claim 8 or 9 or 10, characterised in that it comprises a step for measuring the temperature of the preform (7); the step of varying the microwave generation frequency being controlled at least according to the feed-back from the step for measuring the temperature of the preform (7).

20

12. The method according to any of the claims from 8 to 11, characterised in that the emitter (4) and/or the chamber (3) is/are shifted with respect to the preform in order to submit in succession various portions of the preform to the microwaves coming from the emitter (4).

25

13. The method according to any of the claims from 8 to 12, characterised in that it comprises a step for positioning a reflection and/or concentration element (9) into a groove (70) in the preform so as to concentrate the microwaves into the thickness of the preform (7).

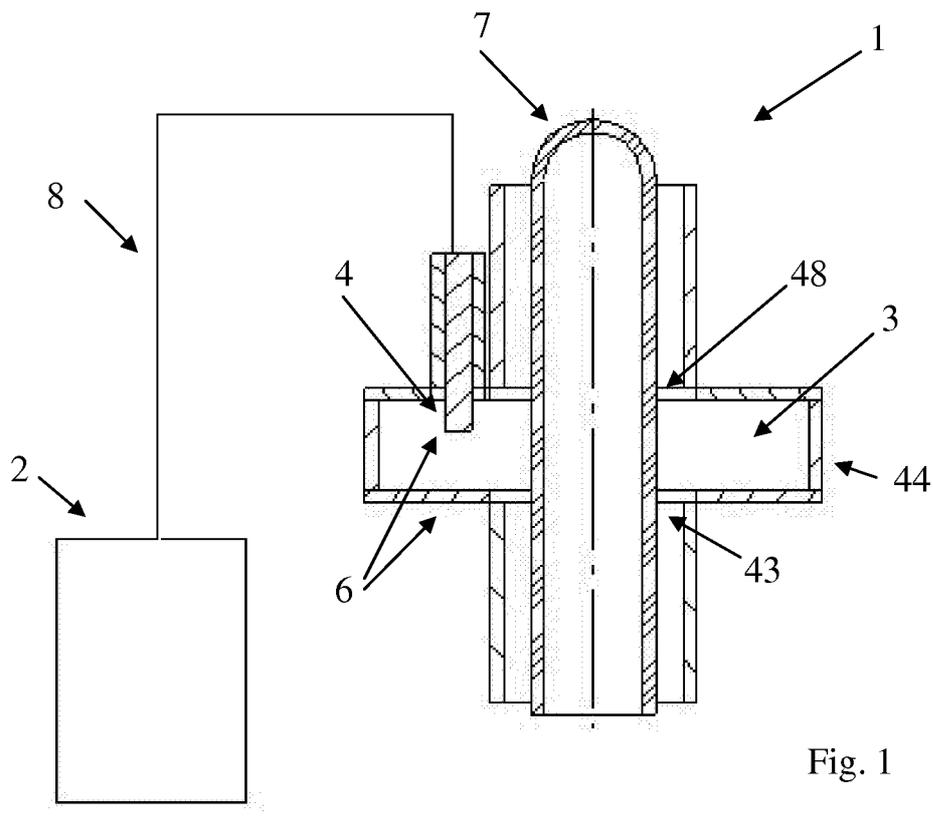


Fig. 1

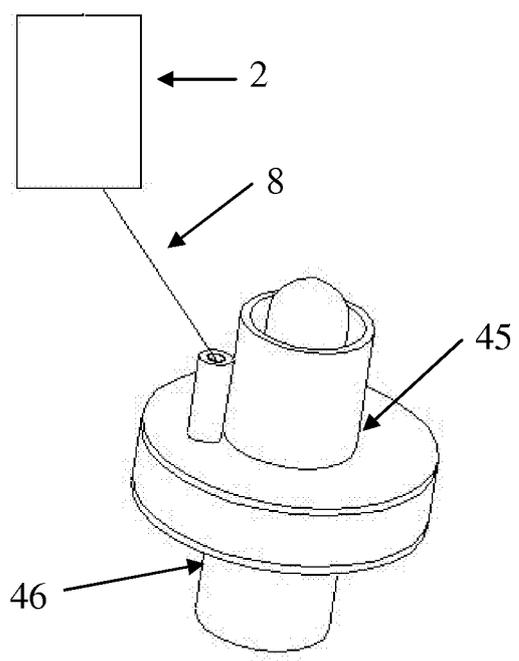


Fig. 2

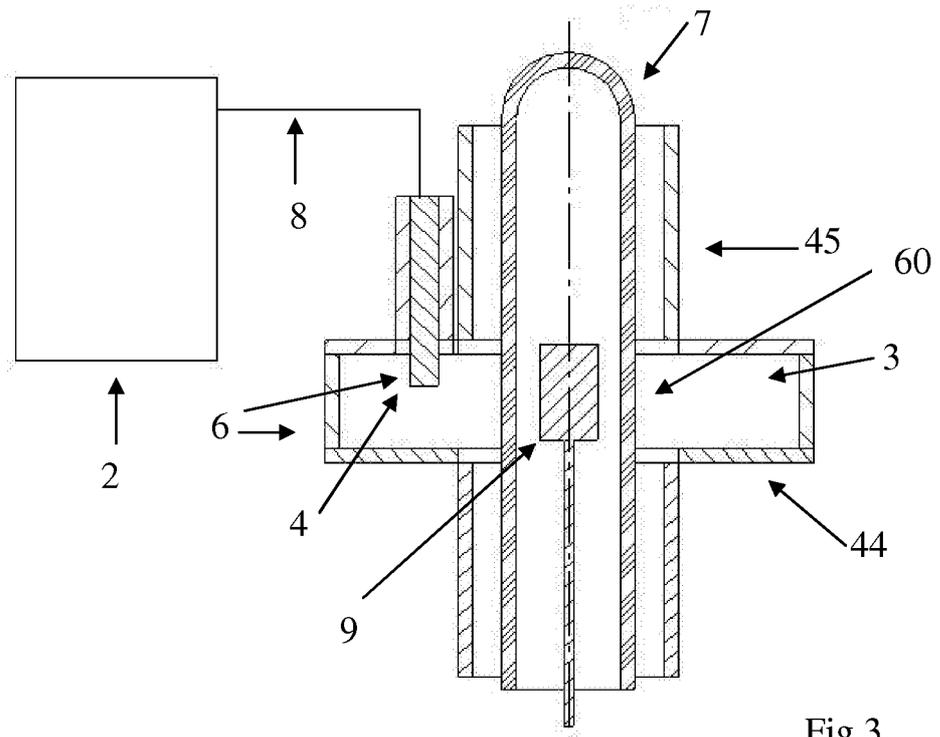


Fig.3

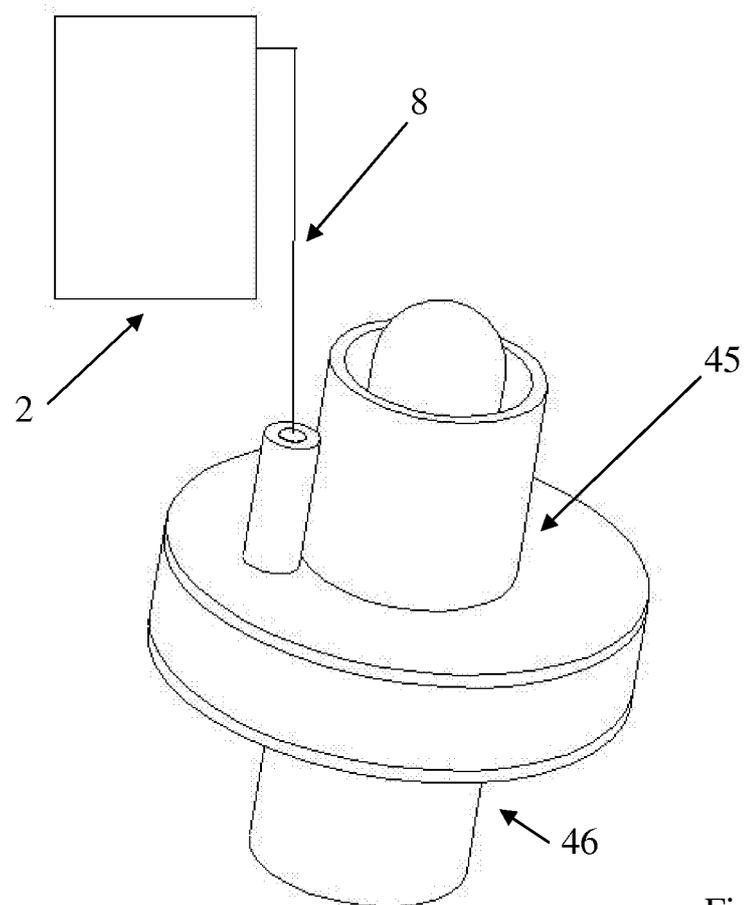
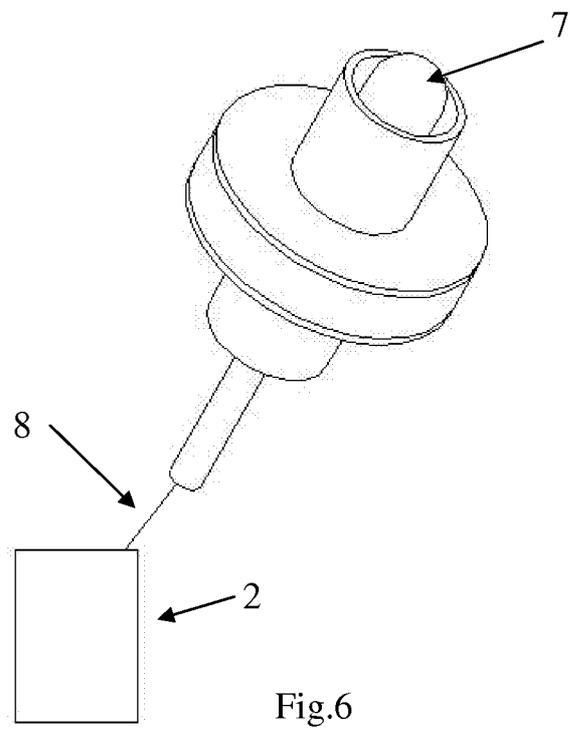
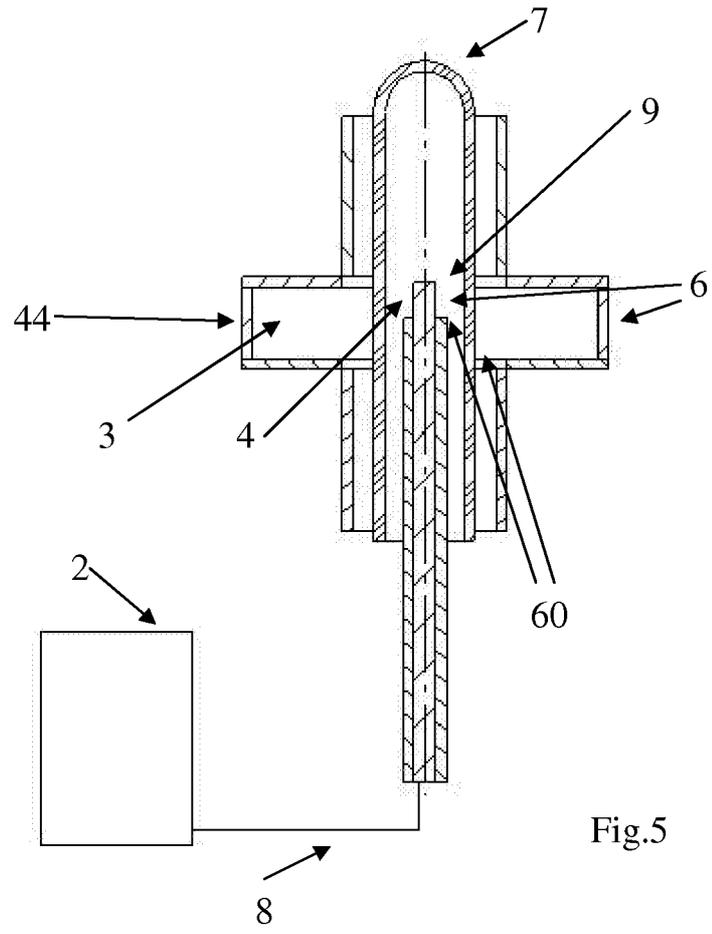
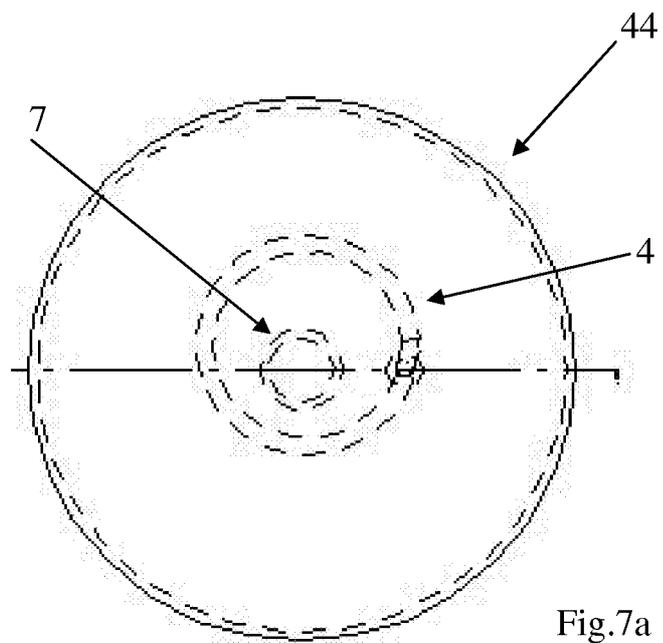
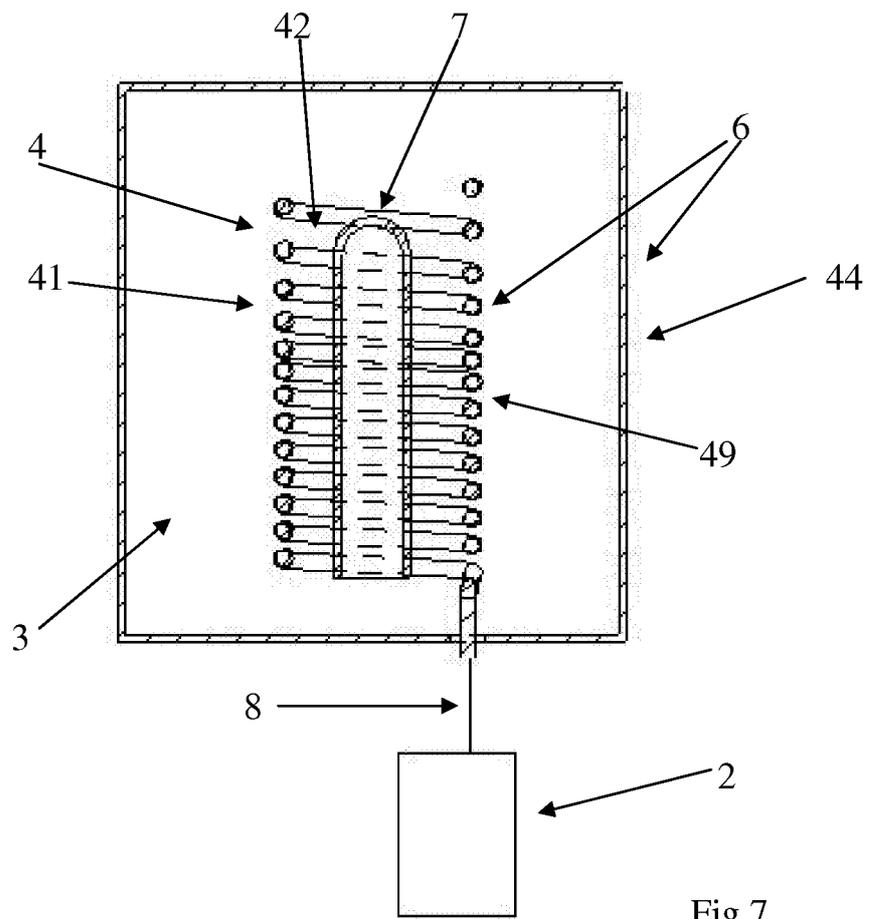


Fig.4





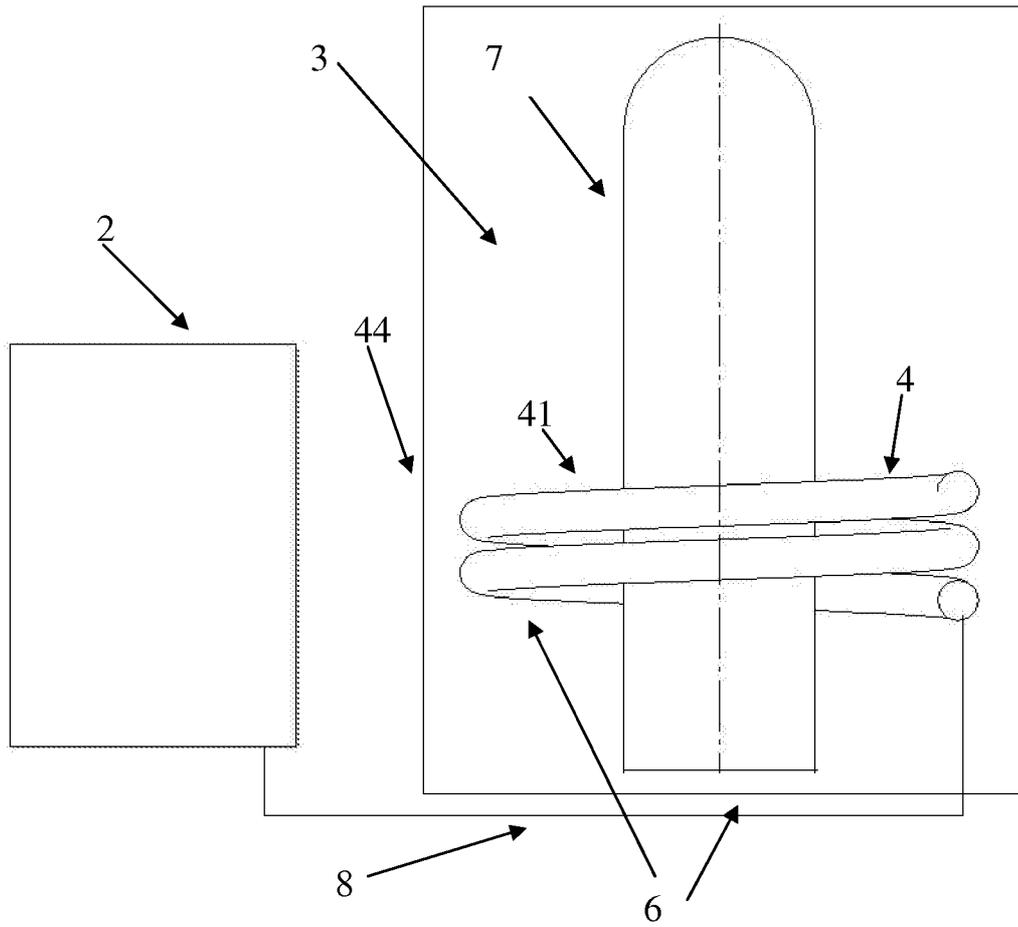


Fig.8

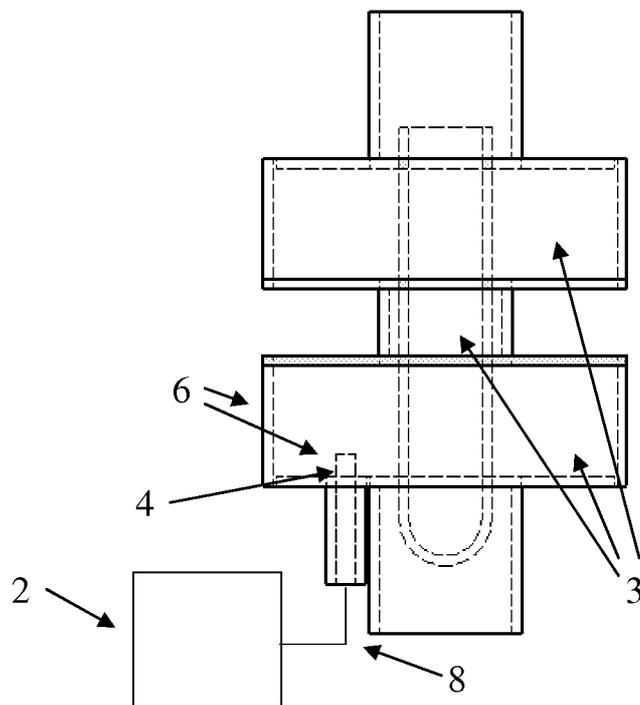


Fig.9