



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

<b>DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO</b>	<b>102018000007349</b>
<b>Data Deposito</b>	<b>19/07/2018</b>
<b>Data Pubblicazione</b>	<b>19/01/2020</b>

Classifiche IPC

<b>Sezione</b>	<b>Classe</b>	<b>Sottoclasse</b>	<b>Gruppo</b>	<b>Sottogruppo</b>
H	01	J	37	09

<b>Sezione</b>	<b>Classe</b>	<b>Sottoclasse</b>	<b>Gruppo</b>	<b>Sottogruppo</b>
H	01	J	37	301

Titolo

Apparecchio multistadio per vuoto con separazione degli stadi controllata da un attuatore in lega a memoria di forma

## **APPARECCHIO MULTISTADIO PER VUOTO CON SEPARAZIONE DEGLI STADI CONTROLLATA DA UN ATTUATORE IN LEGA A MEMORIA DI FORMA**

5        La presente invenzione riguarda un apparato da vuoto multistadio, preferibilmente un apparato a due stadi, il cui normale funzionamento richiede differenti pressioni per essere avviato, modificato e successivamente mantenuto nell'apparato da vuoto multistadio, in cui la variazione di pressione può essere conseguita da un attuatore con  
10        otturatore che controlla l'afflusso di un gas di processo negli stadi ad alta pressione.

      Tra gli apparati da vuoto più interessanti secondo la presente invenzione ci sono gli apparati a particelle cariche, come il SEM (microscopio a scansione elettronica) che produce immagini di un campione effettuando una scansione della sua superficie con un fascio di elettroni focalizzato. I campioni vengono osservati sia in uno stadio ad alta  
15        pressione che in uno stadio a bassa pressione, e dal momento che lo stadio ad alto vuoto minimizza la dispersione del fascio di elettroni prima di raggiungere il campione, il cannone elettronico e il passaggio del fascio elettronico primario vengono quindi mantenuti in condizioni di alto vuoto.

      I rivelatori possono essere utilizzati anche nella cosiddetta modalità operativa a  
20        "basso vuoto", nella quale una piccola quantità di aria viene fatta affluire nella camera, in cui essa ionizza e riduce le cariche superficiali dei materiali di isolamento. In questo caso è necessario limitare il flusso di gas dalla camera del campione verso la colonna del microscopio e questo viene compiuto riducendo l'apertura dell'obiettivo, che è solitamente nell'intervallo tra 5-10 mm, fino ad un valore molto più piccolo ad esempio  
25        di 0,5-1 mm o persino diametri più piccoli. Un metodo per ridurre l'apertura dell'obiettivo consiste nell'introdurre all'interno dell'apertura dell'obiettivo un'appendice con un foro localizzato lungo l'asse principale del fascio e avente un diametro molto più piccolo del diametro originario.

      Questa soluzione permette misurazioni a basso vuoto ma ha lo svantaggio di  
30        ridurre il campo visivo del microscopio e di limitare fortemente il rilevamento degli elettroni retrodiffusi da parte dei rilevatori situati all'interno della colonna del

microscopio. Per questa ragione, quando sono necessarie misurazioni ad alto vuoto l'appendice viene rimossa.

L'installazione e la rimozione dell'appendice implicano l'esposizione della camera del campione a contatto con l'aria, la chiusura della camera e l'attesa di un lungo ricondizionamento (pompendo aria all'esterno) della camera.

Sono state rese note diverse soluzioni allo scopo di fornire un apparato da vuoto che contiene un'apertura del canale e un meccanismo che esegue operazioni che uniscono o distaccano automaticamente un elemento di apertura per consentire il funzionamento dell'apparato da vuoto a differenti regimi di pressione, per esempio la domanda di brevetto US 20110006209 descrive un apparato a fascio di elettroni che ha una colonna ottica di elettroni avente una parte posteriore, una camera per il campione collegata con una parte anteriore della colonna e un elemento di apertura disposto nella parte anteriore della colonna all'interno della camera del campione. L'elemento di apertura è unito o distaccato ruotando l'elemento di apertura lungo un dato piano che giace lungo la direzione della traiettoria del fascio.

La domanda di brevetto europea 2950324 rivela un apparato di particelle cariche che contiene una disposizione configurata per ottenere una traiettoria di un fascio di particelle per ispezionare un oggetto. L'apparato inoltre include un modulo a pressione differenziale avente un'apertura a pressione differenziale che può essere configurata in modo tale che nella posizione operativa l'apertura a pressione differenziale separa due zone di vuoto dell'apparato ottico a particelle cariche. Più specificamente è descritto un braccio di posizionamento che si estende attraverso la camera da vuoto dell'apparato ottico di particelle e detto braccio è disposto in una posizione operativa nella quale la traiettoria del fascio di particelle passa attraverso l'apertura a pressione differenziale.

Il brevetto US 7781743 prevede un sistema con un fascio di particelle cariche provvisto di un sistema ottico di particelle cariche e mezzi di evacuazione per evacuare il sistema ottico che include: un recipiente sottovuoto, una pompa getter non evaporabile collegata al recipiente sottovuoto come pompa da vuoto sussidiaria e una valvola interposta tra il recipiente sottovuoto e la pompa getter non evaporabile. In questo caso il metodo di evacuazione richiede valvole, porte per effettuare il pre-vuoto al fine di svolgere una corretta evacuazione.

Il brevetto US 6309184 divulga un dispositivo a schermatura mobile localizzato tra due pompe, in grado di fornire una schermatura completa al trasferimento di calore radiante. La schermatura è ottenuta fornendo una serie di metalli schermanti che includono elementi in lega a memoria di forma in grado di assumere due differenti configurazioni. In questo brevetto la conduttanza è variabile, come funzione della temperatura risultante dalla radiazione della pompa getter verso la pompa turbo. Questo dispositivo non è compatibile con sistemi ottici poiché non intercetta il flusso.

La domanda di brevetto US 2013087704 descrive una sorgente di ionizzazione di un gas caratterizzata dal fatto che il diametro di apertura può essere impostato a qualsiasi di almeno due differenti valori o la distanza tra l'apice dell'emettitore e l'origine dell'elettrodo può essere impostata su qualsiasi di almeno due differenti valori. Le soluzioni sopra menzionate hanno diversi svantaggi, dal momento che l'apertura dell'obiettivo della lente deve essere controllata per mezzo di bracci automatici, o sistemi complessi che richiedono l'utilizzo di motori da vuoto, ad esempio motori elettromagnetici compatibili con il vuoto o motori piezo-elettrici. La prima tipologia di motori richiede lubrificanti che possono contaminare il campione con lunghe catene di idrocarburi, specialmente in osservazioni ad alto vuoto, mentre l'ultima tipologia di motori può produrre particelle che migrano sul campione, compromettendo fortemente la misurazione da parte del microscopio.

Entrambi i motori piezo-elettrici ed elettromagnetici sono ingombranti e riducono la possibilità di introdurre o posizionare ottimamente i diversi rivelatori che possono essere necessari per una specifica analisi. In particolare, essi possono interporsi tra il campione e altri rivelatori così da limitare una parte di particelle o fotoni che raggiungono il rivelatore.

Lo scopo della presente invenzione è quello di superare gli svantaggi dell'arte nota con particolare riferimento all'utilizzo di motori da vuoto, e in un primo aspetto di ciò consiste in un apparato da vuoto comprendente un primo stadio e un secondo stadio in cui il primo e il secondo stadio sono in comunicazione fluida attraverso un separatore di stadio avente un canale con un'apertura nella sua parte terminale, detta apertura del canale avente un'area A, in cui detta parte terminale è a tenuta con un otturatore perforato caratterizzato dal fatto che detto otturatore perforato che comprende almeno

due aperture, una avente un'area uguale o più alta di  $0,9 \cdot A$  e una avente un'area  $A_r$  compresa tra  $0,00001 \cdot A$  e  $0,01 \cdot A$ , e che almeno uno di dette aperture degli otturatori è allineata e centrata rispetto a detta apertura del canale tramite l'attuazione di un elemento in lega a memoria di forma.

5 L'invenzione sarà ulteriormente illustrata con l'aiuto delle seguenti figure, in cui:

- Le figure 1A e 1B mostrano una vista schematica in prospettiva dal basso di una prima forma realizzativa di un apparato da vuoto con separazione di stadi prodotto secondo la presente invenzione, con l'otturatore perforato in due differenti posizioni corrispondenti allo stato attuato e non attuato dell'elemento in lega a memoria di forma;

10 e

- Le figure 2A e 2B sono viste simili alle figure 1A e 1B di una seconda forma realizzativa dell'invenzione.

Nelle figure sopra menzionate sono stati illustrati solamente gli elementi essenziali per la comprensione dell'invenzione, gli elementi ausiliari non necessari per la comprensione dell'invenzione, come la sorgente della fornitura di corrente, non vengono mostrati dal momento che essi sono mezzi comuni noti nello stato della tecnica. Inoltre le dimensioni dell'elemento e i rapporti dimensionali in alcuni casi sono stati alterati per migliorare la loro leggibilità, con particolare ma non esclusivo riferimento al diametro del filo SMA.

20 Le leghe a memoria di forma sono caratterizzate da una transizione tra 2 fasi, una stabile a bassa temperatura, la cosiddetta fase martensitica, e una stabile ad alta temperatura, la cosiddetta fase austenitica. Una lega a memoria di forma è caratterizzata da quattro temperature  $M_f$ ,  $M_s$ ,  $A_s$ ,  $A_f$  :  $M_f$  è la temperatura al di sotto della quale la lega a memoria di forma è pienamente nella fase martensitica, quindi ha una struttura martensitica, mentre  $A_f$  è la temperatura al di sopra della quale la lega a memoria di forma è pienamente nella fase austenitica, quindi essa ha una struttura austenitica,  $M_s$  e  $A_s$  sono le temperature alle quali inizia la transizione rispettivamente per la fase martensitica e austenitica.

30 Fili prodotti in lega a memoria di forma, anche conosciuti come fili SMA, possono essere educati per cambiare la loro forma quando la temperatura cambia da valori inferiori a  $M_f$  a valori superiori ad  $A_f$ , e viceversa. La lavorazione e l'educazione

di fili SMA sono procedure ampiamente note nel settore, come esemplificato da “*Shape Memory Alloy Shape Training Tutorial*” risalente al 2004, *Fall 2004 training section “ME559 – Smart Materials and Structures”*.

La prima forma realizzativa secondo la presente invenzione è illustrata nelle figure 1A e 1B, che mostrano una vista prospettica dal basso dello stadio di separazione 10. In particolare, viene mostrata una cornice circolare 11, una struttura per la guida del fascio 18 avente un canale 12 per permettere il passaggio della sorgente di ioni attraverso di esso, con un’apertura nella sua parte terminale, e un otturatore perforato 14 posizionato appena sotto e a tenuta con detta parte terminale. Un supporto 17 sostiene l’otturatore perforato 14 e quest’ultimo è capace di scorrere lungo 2 binari (non mostrati) che tengono la superficie superiore dell’otturatore perforato 14 a tenuta con l’apertura del canale 12. L’otturatore perforato 14 comprende almeno 2 aperture circolari 15 e 16 e almeno una di dette aperture è allineata e centrata rispetto a detta apertura del canale per mezzo dell’attuazione di un elemento in lega a memoria di forma.

Nella forma realizzativa mostrata nelle figure 1A e 1B, l’otturatore perforato 14 è mosso attraverso 4 fili SMA 13, 13’, 13’’, 13’’’ con punti di ancoraggio situati ai quattro angoli dell’otturatore perforato 14, che ha sostanzialmente una forma rettangolare, e alle posizioni corrispondenti lungo la cornice circolare 11.

Le aperture 15, 16, possono essere fatte di un singolo pezzo di metallo come mostrato nelle figure 1A e 1B, dal momento che le superfici in prossimità del fascio e del campione dovrebbero essere preferibilmente fatte di un materiale elettricamente conduttivo in modo da evitare raccolta di carica sulla superficie che potrebbe generare campi elettrici indesiderati. Alternativamente l’otturatore perforato potrebbe essere realizzato per esempio con un materiale ceramico elettricamente non conduttivo coperto da un rivestimento metallico così che le parti centrali e laterali sono separate da strisce non rivestite.

Al fine di muovere l’otturatore perforato 14 e modificare l’apertura, i fili SMA 13, 13’, 13’’, 13’’’ vengono attuati fornendo calore tramite alimentazione di corrente elettrica, in modo tale che essi si scaldano e raggiungeranno la temperatura al di sopra della quale la lega è pienamente nella fase austenitica.

I fili SMA sono alternativamente attuati in coppie, più specificamente l’attuazione

simultanea dei fili 13 e 13' tirerà l'otturatore perforato 14 verso destra per l'allineamento dell'apertura più piccola 16 (figura 1B), mentre l'attuazione simultanea dei fili 13'' and 13''' tirerà l'otturatore perforato 14 verso sinistra per l'allineamento dell'apertura più grande 15 (figura 1A).

5 Una forma realizzativa alternativa più complessa (non mostrata), sempre inclusa nello scopo della presente invenzione, può essere prodotta con due otturatori perforati mossi indipendentemente per mezzo di quattro coppie di elementi SMA, nei quali uno dei due otturatori, comprende 2 aperture ed è mosso in modo da centrare una delle due aperture lungo l'asse del fascio, e l'altro otturatore è mosso in modo da chiudere  
10 l'apertura non centrata del primo otturatore. Questa soluzione permette uno spostamento minore degli otturatori.

Inutile dirlo, per assicurare uniformità di attuazione ed equilibrio della forza applicata, i diametri del filo in lega a memoria di forma dovranno essere essenzialmente uguali gli uni rispetto agli altri (entro una tolleranza di  $\pm 5\%$ ).

15 In un'altra variante alternativa inclusa nello scopo della presente invenzione due fili antagonisti possono essere posizionati e disposti in posizioni opposte in modo da ottenere due fili singoli con un punto di ancoraggio su ciascun lato dell'otturatore.

In una seconda forma realizzativa preferita mostrata nelle figure 2A e 2B un separatore di stadi 20 include una cornice circolare 21, una struttura di guida del fascio  
20 29 avente un canale 22 per permettere il passaggio della sorgente di ioni attraverso di esso, con un'apertura nella sua parte terminale, e un otturatore perforato 27 posizionato appena sotto e in stretto contatto con detta parte terminale. Un supporto 25 sostiene l'otturatore perforato 27 e quest'ultimo è capace di scorrere lungo 2 binari (non mostrati) che tengono la superficie superiore dell'otturatore perforato 27 in stretto  
25 contatto con l'apertura del canale 22. L'otturatore perforato 27 comprende almeno 2 aperture circolari 26 e 28 e almeno una di dette aperture è allineata e centrata rispetto a detta apertura del canale per mezzo dell'attuazione di un elemento in lega a memoria di forma.

In questo caso l'elemento SMA è una molla SMA 24 mentre l'elemento 23 è una  
30 molla standard così quando la molla SMA 24 è attuata applicando un voltaggio e raggiunge una temperatura oltre la quale la lega è pienamente nella fase austenitica, la

molla SMA 24 diventa più corta e tira l'otturatore perforato 27 verso destra estendendo la molla standard 23 in modo tale che l'apertura 28 è allineata con l'asse del fascio (figura 2B). Quando la molla 24 viene disattivata, la molla 23 richiama l'otturatore perforato 27 verso sinistra in modo che l'apertura più grande 26 è allineata con l'asse del fascio (figura 2A).

Il principio e i dettagli menzionati e descritti sopra possono essere applicati non solo a tecniche di microscopia elettronica (SEM) o fasci di particelle cariche ma anche a microscopi a scansione a ioni di elio (SHIM, HeIM or HIM).

L'invenzione non è limitata ad uno specifico materiale in lega a memoria di forma, sebbene i preferiti sono leghe a base Ni-Ti, come la lega comunemente conosciuta con il nome commerciale di Nitinol, le cui proprietà principali sono descritte nel brevetto US 4830262. Possono essere impiegate anche leghe a memoria di forma più recenti e migliorate descritte nei brevetti US 8152941 e 8430981 a nome di SAES Smart Materials.

In particolare il termine lega a memoria di forma "a base di Ni-Ti" comprende leghe a memoria di forma con un contenuto preponderante di nickel e titanio (almeno 60 in percentuale atomica, in %), mentre elementi addizionali possono impartire proprietà differenti come un isteresi inferiore nel caso di leghe di Ni-Ti-Cu, descritte ad esempio nel brevetto US 4565589, o temperature di trasformazione più elevate come nel caso di leghe di Ni-Ti-Hf, descritte ad esempio nel brevetto US 5114504.

Quando l'elemento in lega a memoria di forma è caratterizzata da un filo, il suo diametro è compreso tra 0,01 e 0,5 mm.

A questo proposito, è importante sottolineare che dal momento che i fili in lega a memoria di forma sono oggetti reali, sono possibili scostamenti a partire da una sezione circolare, quindi il termine "diametro" è da intendersi come il diametro del cerchio più piccolo che lo racchiude.

## RIVENDICAZIONI

1. Apparato da vuoto comprendente almeno un primo stadio e un secondo stadio, in cui il primo e il secondo stadio sono in comunicazione fluida attraverso un separatore di stadio (10; 20) avente un canale (12; 22) con un'apertura nella sua parte terminale, detta apertura di detto canale (12; 22) avente un'area A, in cui detta parte terminale è a tenuta con un otturatore perforato (14; 27), caratterizzato dal fatto che detto otturatore perforato (14; 27) comprende almeno due aperture, un'apertura più grande (15; 26) avente un'area uguale o più grande di  $0,9 \cdot A$  e un'apertura più piccola (16; 28) avente un'area  $A_r$  compresa tra  $0,00001 \cdot A$  e  $0,01 \cdot A$ , e che almeno una di dette aperture degli otturatori (15, 16; 26, 28) è allineata e centrata rispetto a detta apertura del canale (12; 22) tramite l'attuazione di almeno un elemento in lega a memoria di forma.

2. Apparato da vuoto secondo la rivendicazione 1, in cui almeno uno di detto elemento in lega a memoria di forma comprende uno o più fili in lega a memoria di forma (13, 13', 13'', 13''') aventi un diametro compreso tra 0,01 mm e 0,5 mm.

3. Apparato da vuoto secondo la rivendicazione 1, in cui almeno uno di detto elemento in lega a memoria di forma è una molla in lega a memoria di forma (24).

4. Apparato da vuoto secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui dette aperture (15, 16; 26, 28) sono fori eseguiti in un unico pezzo di metallo.

5. Apparato da vuoto secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 1 alla 3, in cui dette aperture (15, 16; 26, 28) sono fori eseguiti in due pezzi di metalli separati e sovrapposti che sono indipendentemente mossi tramite elementi separati in lega a memoria di forma.

6. Apparato da vuoto secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui la posizione dell'otturatore perforato (14; 27) è controllato dall'attuazione antagonista di una pluralità di elementi in lega a memoria di forma.

7. Apparato da vuoto secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 1 alla 6, in cui la posizione dell'otturatore perforato (14; 27) è controllato da almeno un elemento in lega a memoria di forma che lavora contro un elemento elastico di ritorno (23).

8. Apparato da vuoto secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui detto apparato da vuoto è un microscopio a scansione elettronica oppure un microscopio a scansione a ioni di elio.

5 9. Metodo per far funzionare un apparato da vuoto secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, caratterizzato dal fatto che l'elemento in lega a memoria di forma è controllato e guidato attraverso una retroazione operativa.

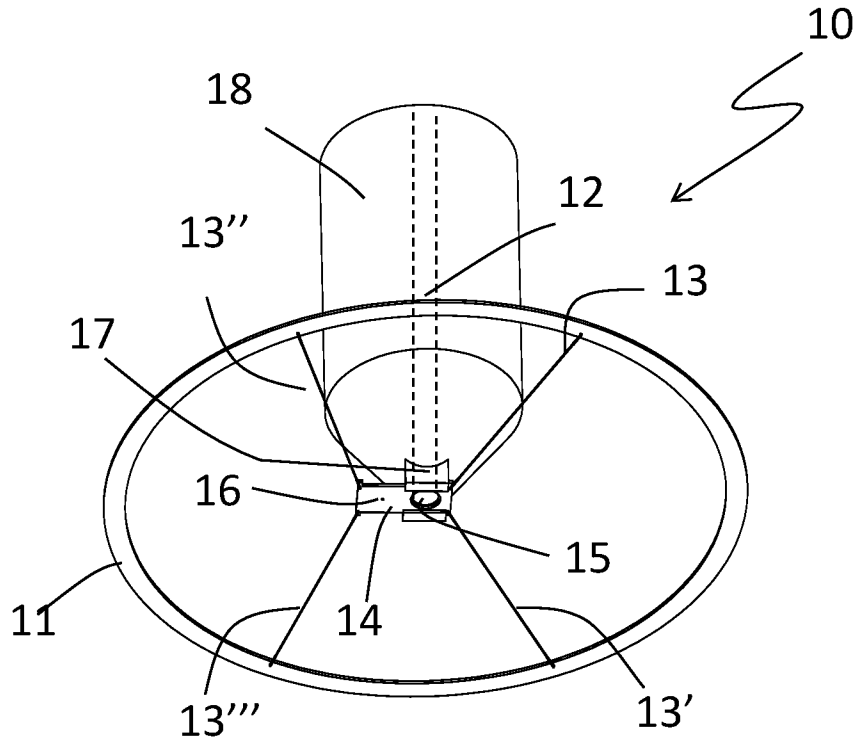


Figure 1A

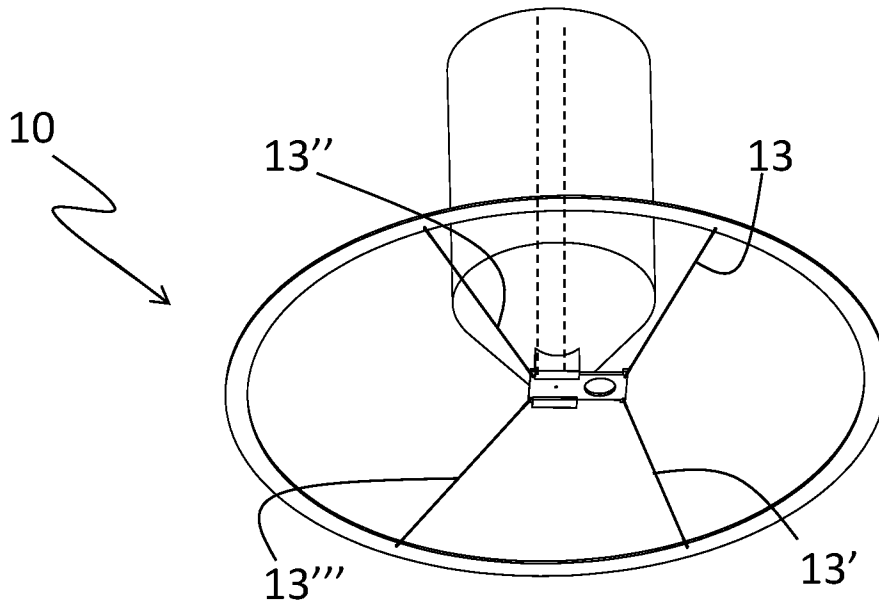


Figure 1B

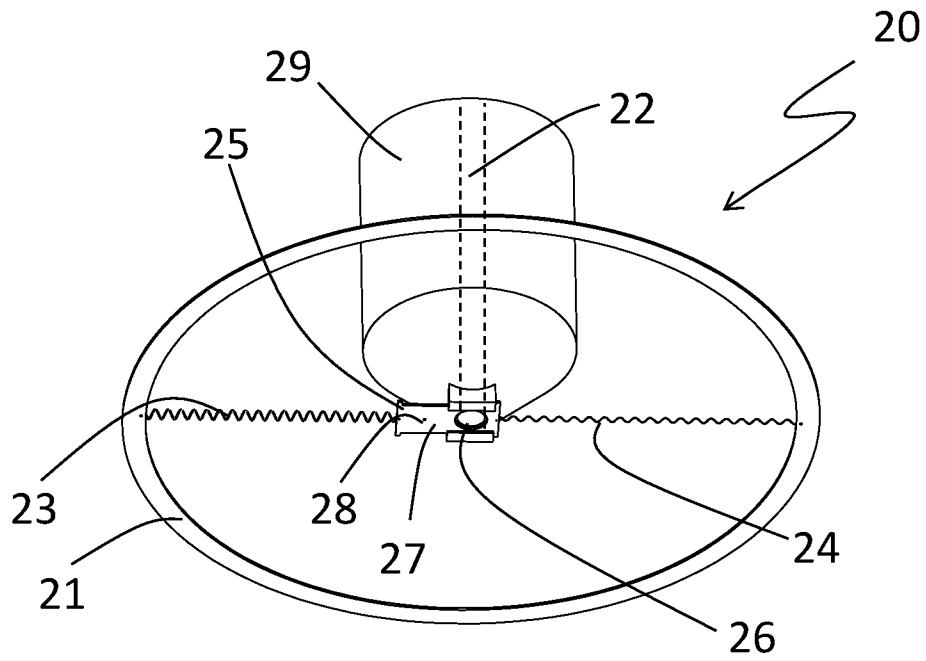


Figure 2A

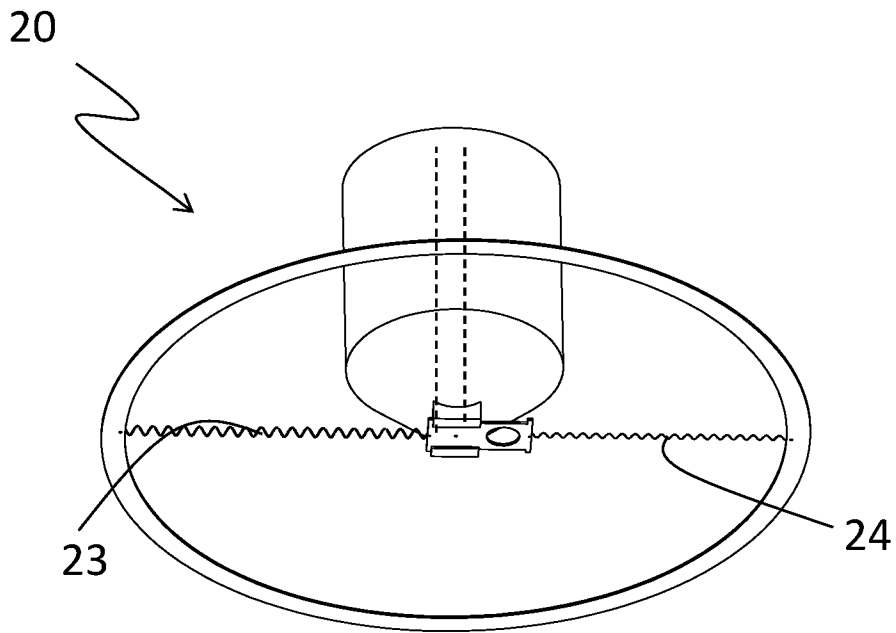


Figure 2B