



CONFEDERAZIONE SVIZZERA

UFFICIO FEDERALE DELLA PROPRIETÀ INTELLETTUALE

⑤ Int. Cl.³: G 01 J

3/20

Brevetto d'invenzione rilasciato per la Svizzera ed il Liechtenstein

Trattato sui brevetti, del 22 dicembre 1978, fra la Svizzera ed il Liechtenstein

**⑫ FASCICOLO DEL BREVETTO A5**

⑪

626 446

⑲ Numero della domanda: 10005/78

⑳ Data di deposito: 26.09.1978

③① Priorità: 19.10.1977 IT 28786/77

⑲ Brevetto rilasciato il: 13.11.1981

④⑤ Fascicolo del
brevetto pubblicato il: 13.11.1981

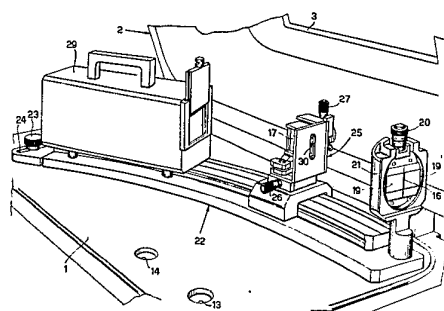
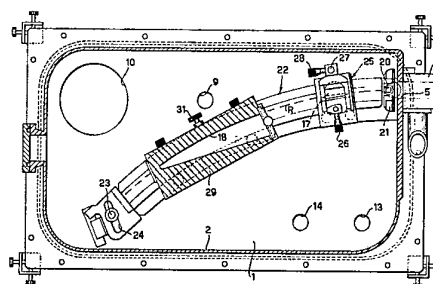
⑦③ Titolare/Titolari:
C.I.S.E. Centro Informazioni Studi e Esperienze
S.p.A., Milano (IT)
Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.),
Roma (IT)

⑦② Inventore/Inventori:
Giuseppe Tondello, Padova (IT)
Andrea Marco Malvezzi, Milano (IT)

⑦④ Mandatario:
Patentanwälte W.F. Schaad, V. Balass, E.E.
Sandmeier, Zürich

⑤④ Spettrografo-monocromatore ad incidenza radente.

⑤⑦ Lo spettrografo-monocromatore ad incidenza radente, comprende una fenditura di ingresso (16), un reticolo di diffrazione (17) a riflessione ed un rivelatore comprendente una lastra fotografica (18) di registrazione spettrografica o una fenditura di uscita di selezione di una singola componente monocromatica alternativamente posizionabili in sito. Allo scopo di allineare più facilmente i vari componenti ottici sul cerchio Rowland (R) e di variare in continuo l'angolo di incidenza con cui la radiazione collimata dalla fenditura d'ingresso (16) incide sul reticolo (17) la fenditura d'ingresso (16) è disposta in posizione fissa rispetto ad una piastra di base (1) munita di coperchio (2) apribile, mentre detto reticolo (17) e detto rivelatore (18) sono disposti in modo longitudinalmente spostabile su un'unica guida (22) ricurva, rappresentante un tratto di cerchio Rowland (R), detta guida (22) essendo imperniata su detta piastra di base (1) in modo da essere ruotabile attorno ad un asse coincidente con quello di detta fenditura di ingresso (16).



RIVENDICAZIONI

1. Spettrografo-monocromatore ad incidenza radente, comprendente una fenditura di ingresso, un reticolo di diffrazione a riflessione ed un rivelatore comprendente una lastra fotografica di registrazione spettrografica e una fenditura di uscita di selezione di una singola componente monocromatica alternativamente posizionabili in sito, caratterizzato dal fatto che detta fenditura di ingresso è disposta in posizione fissa rispetto ad una piastra di base munita di coperchio apribile mentre detto reticolo e detto rivelatore sono disposti in modo longitudinalmente spostabile su un'unica guida ricurva rappresentante un tratto di cerchio di Rowland, detta guida essendo imperniata su detta piastra di base in modo da risultare ruotabile attorno ad un asse coincidente con quello di detta fenditura di ingresso.

2. Spettrografo-monocromatore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta fenditura di ingresso e detta fenditura di uscita sono di tipo regolabile.

3. Spettrografo-monocromatore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta fenditura di uscita (32) è prevista in un elemento di parete (34) portato girevolmente da un carrello (35) spostabile lungo detta guida (22), detto elemento di parete essendo scorrevolmente attraversato da un'asta liberamente imperniata su un telaio di supporto del reticolo, in modo che il piano della fenditura di uscita risulti sempre perpendicolare alla direzione della radiazione diffratta.

4. Spettrografo-monocromatore secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto di comprendere mezzi comandabili dall'esterno per l'effettuazione di spostamenti di detto carrello di supporto della fenditura di uscita, detti mezzi comprendendo una cinghia tesa lungo detta guida ed una puleggia portata girevolmente da detto carrello ed azionata da un motore elettrico passo a passo portato da detto carrello.

La presente invenzione concerne uno spettrografo-monocromatore ad incidenza radente, che è particolarmente, anche se non esclusivamente, destinato all'esame di radiazioni ultraviolette e di raggi X molli.

È noto che l'esame di una radiazione (infrarossa, visibile, ultravioletta, X) emessa da una sorgente consiste schematicamente in due differenti operazioni:

a) misura dello spettro di radiazione: consiste nel separare, mediante dispersione, le componenti monocromatiche della radiazione emessa (ad esempio i vari colori nel caso della radiazione visibile);

b) misura dell'intensità della radiazione emessa in ciascuna componente monocromatica o in una prefissata banda spettrale: può essere effettuata sia per via fotografica, e quindi senza risoluzione temporale, che per via fotoelettrica, misurando istante per istante l'intensità emessa, in una banda spettrale fissata dalla sorgente.

Gli strumenti usati per tali operazioni di misura sono essenzialmente due: gli spettrografi ed i monocromatori, talvolta riuniti in un unico strumento capace di operare in entrambi i modi.

Gli spettrografi sono strumenti che registrano simultaneamente le intensità relative ad un'ampia banda spettrale (per esempio tutto il visibile ed una parte dell'ultravioletto). Essi usano di solito lastre fotografiche come rivelatori.

I monocromatori sono invece strumenti che selezionano una sola componente spettrale (di solito più piccola possibile) della radiazione incidente, che può successivamente essere rivelata, per esempio, con fotorivelatori di tipo elettronico.

Entrambi gli strumenti sono caratterizzati dalla presenza di tre elementi fondamentali:

a) fenditura di ingresso: serve per collimare opportunamente la radiazione proveniente dalla sorgente;

b) elemento disperdente; separa lungo direzioni note le varie componenti monocromatiche contenute nel fascio di radiazione incidente proveniente dalla fenditura. Può essere del tipo a trasmissione (per esempio un prisma) oppure del tipo a riflessione (per esempio un reticolo di diffrazione);

c) piano focale: è una superficie, per esempio di forma cilindrica, in cui le varie componenti monocromatiche vengono focalizzate separatamente in posizioni note a priori; essenzialmente sul piano focale vengono focalizzate in posizioni prestabilite tante immagini della fenditura di ingresso quante sono le componenti monocromatiche presenti nella radiazione incidente.

In generale gli spettrografi ed i monocromatori si differenziano a seconda della banda spettrale in cui possono essere impiegati (infrarosso, visibile, ultravioletto, ultravioletto da vuoto, raggi X molli, raggi X, raggi Y). Come già detto, lo spettrografo-monocromatore che forma oggetto della presente invenzione è particolarmente adatto per l'esame delle radiazioni ultraviolette e per i raggi X molli; ciò corrisponde ad un campo di lunghezze d'onda λ da 5 a 900 Å circa (lo spettro visibile si estende da 3500 a 7000 Å). In questo campo spettrale la radiazione viene assorbita non solo dai materiali comunemente trasparenti ma anche dall'aria e quindi sia lo strumento che le sorgenti devono essere svuotate di aria per permettere la trasmissione della radiazione: i vuoti che devono essere raggiunti sono dell'ordine di 10^{-4} ÷ 10^{-6} Torr (da 1/100000 a 1/100000000 di atmosfera). In questa regione spettrale, inoltre, la radiazione viene fortemente attenuata quando incide su superfici riflettenti quali specchi, a meno che l'angolo di incidenza non sia al di sopra del cosiddetto angolo critico. Poiché tali angoli sono molto vicini a 90° (tipicamente dell'ordine di 80°), l'angolo tra la direzione della radiazione e la superficie riflettente, complementare all'angolo di incidenza, deve allora essere molto piccolo (tipicamente da 5° a 0,5°), ossia deve aversi la cosiddetta «incidenza radente». Le riflettività sono comunque dell'ordine del 10 ÷ 20%.

Gli spettrografi ed i monocromatori per la regione spettrale 5 ÷ 900 Å devono quindi soddisfare le seguenti caratteristiche generali.

a) Tenuta di vuoto: ciò comporta che lo strumento sia provvisto di un contenitore rigido e stagno.

b) Elemento dispersore a riflessione.

c) Minimo numero di riflessioni per il fascio di ingresso.

In questo campo di lunghezze d'onda lo schema ottico di uno spettrografo o monocromatore è costituito dal cosiddetto «cerchio di Rowland». Secondo questo schema viene impiegato un reticolo di diffrazione a riflessione di forma sferica: in questo modo con una sola riflessione si disperdono e contemporaneamente si focalizzano sul piano focale le singole componenti monocromatiche, minimizzando così le perdite nell'intensità luminosa dovute a riflessioni multiple. Per sfruttare queste proprietà del reticolo sferico, la fenditura di ingresso, il reticolo ed il piano focale giacciono su un cilindro il cui diametro è pari al raggio di curvatura del reticolo. Sul piano focale si ottengono così immagini della fenditura corrispondenti alle diverse componenti spettrali emesse dalla sorgente. Se in corrispondenza del piano focale si posiziona una lastra fotografica curva, lo strumento funziona da spettrografo, registrando simultaneamente un ampio campo spettrale; se invece si fa scorrere una sottile fenditura lungo il piano focale in modo da selezionare una singola componente monocromatica, lo strumento funziona da monocromatore.

Tutti gli strumenti che operano nel campo dell'ultravioletto da vuoto e dei raggi X molli sono caratterizzati da questo tipo di schema ottico, il quale presenta d'altra parte alcuni importanti problemi. Uno è che questo tipo di configurazione comporta in fase di realizzazione precisioni molto stringenti: l'allineamento sul cerchio di Rowland dei vari componenti ottici deve infatti essere effettuato in generale con tolleranze inferiori a 5 μ m, pena un forte calo nelle prestazioni dello strumento. Un altro è che non è facile, se non addirittura impossibile, variare con continuità l'angolo di incidenza con cui la radiazione collimata dalla fenditura di ingresso incide sul reticolo, come invece sarebbe importante al fine di esaltare l'efficienza dello strumento in una particolare banda spettrale. Altri ancora sono poi rappresentati da ingombro, complessità meccanica, costo e così via.

Scopo della presente invenzione è quello di realizzare uno spettrografo-monocromatore ad incidenza radente, che presenti idonee soluzioni dei problemi sopra menzionati ed abbia in particolare la prerogativa di consentire variazioni continue dell'angolo di incidenza con componenti ottici correttamente mantenuti sul cerchio di Rowland.

In accordo con l'invenzione tale scopo è raggiunto per mezzo di uno spettrografo-monocromatore, comprendente una fenditura di ingresso, un reticolo di diffrazione a riflessione ed un rivelatore comprendente una lastra fotografica di registrazione spettrografica e una fenditura di uscita di selezione di una singola componente monocromatica alternativamente posizionabili in sito, caratterizzato dal fatto che detta fenditura di ingresso è disposta in posizione fissa rispetto ad una piastra di base munita di coperchio apribile, mentre detto reticolo e detto rivelatore sono disposti in modo longitudinalmente spostabile su un'unica guida ricurva rappresentante un tratto di cerchio di Rowland, detta guida essendo imperniata su detta piastra di base in modo da risultare ruotabile attorno ad un asse coincidente con quello di detta fenditura di ingresso.

Molti sono i vantaggi offerti dalla presente invenzione. Il principale è rappresentato dal fatto che, essendo il reticolo ed il rivelatore (lastra fotografica in caso di impiego dello strumento come spettrografo, fenditura di uscita in caso di impiego dello strumento come monocromatore) disposti in posizione variabile su una guida ricurva che materializza un tratto di cerchio di Rowland ed è ruotabile attorno all'asse della fenditura di ingresso, a sua volta fissa, è possibile variare con continuità l'angolo di incidenza, modificando via via la posizione del reticolo e del rivelatore lungo la guida e nello stesso tempo compensando parzialmente lo spostamento del reticolo mediante opportuna rotazione della guida attorno all'asse della fenditura di ingresso; il perfetto allineamento di fenditura di ingresso, reticolo e rivelatore è assicurato in ogni momento della posizione fissa della fenditura di ingresso e dalla costante disposizione del reticolo e del rivelatore lungo il cerchio di Rowland. In particolare alla stessa caratteristica disposizione del reticolo e del rivelatore è poi legata la possibilità così offerta di sostituire la lastra fotografica con la fenditura di uscita (magari semplicemente mandando la prima a fine corsa della guida), e viceversa, per l'uso alternato dello strumento come spettrografo o monocromatore: anche in questo caso è infatti sempre assicurato il preciso riallineamento del rivelatore con gli altri componenti ottici dello strumento. Oltre che per motivi anzidetti esiste inoltre una rilevante importanza della posizione fissa della fenditura di ingresso agli effetti della sistemazione e del collegamento della sorgente di luce rispetto allo strumento; detta posizione fissa permette infatti di rendere fissa nello spazio la direzione del fascio di radiazione incidente, il che ha il risultato di rendere possibile l'analoga disposizione fissa della sorgente di luce rispetto allo strumento e in partico-

lare l'installazione di un vantaggioso raccordo fisso fra strumento e sorgente. È inoltre importante che tutti i componenti ottici dello strumento siano vincolati (direttamente o indirettamente) alla piastra di base, senza interessare il coperchio; ciò permette infatti una facile accessibilità ai componenti ottici da tutte le parti dello strumento e, quel che più importa, permette di realizzare il coperchio in modo relativamente leggero e quindi inevitabilmente soggetto a deformazioni quando lo spazio fra piastra e coperchio è posto, come usuale, sotto vuoto, senza che tali deformazioni interferiscano con l'allineamento del sistema ottico. È infine da rilevare l'estrema semplicità meccanica dello strumento, che, come sarà meglio visto più avanti, si fa anche apprezzare per limiti di ingombro assai contenuti.

Queste caratteristiche della presente invenzione saranno rese evidenti dalla seguente descrizione dettagliata di una sua possibile forma di realizzazione pratica mostrata a titolo di esempio non limitativo negli uniti disegni, in cui:

la fig. 1 mostra in vista prospettica schematica l'insieme di uno strumento secondo l'invenzione, impiegabile come spettrografo e come monocromatore;

la fig. 2 mostra parzialmente sezionata secondo un piano verticale la parte superiore dello strumento, includente la piastra di base, il gruppo ottico ed il coperchio di chiusura, mentre lo strumento è impiegato come spettrografo;

la fig. 3 mostra la stessa parte superiore dello strumento in pianta dall'alto, sempre in fase di impiego come spettrografo;

la fig. 4 mostra in vista prospettica, a coperchio sollevato, il solo gruppo ottico per funzionamento da spettrografo;

la fig. 5 mostra la parte superiore dello strumento in pianta dall'alto, con lo strumento impiegato stavolta come monocromatore;

la fig. 6 mostra in vista prospettica a coperchio sollevato, il solo gruppo ottico per funzionamento da monocromatore;

la fig. 7 mostra un grafico rappresentativo del modo di variare l'angolo di incidenza in uno strumento come quello mostrato nelle precedenti figure.

Come può essere rilevato dai disegni e in particolare dalle figg. 1 e 2, lo strumento presentato a titolo di esempio ha il proprio sistema ottico contenuto in uno spazio, mantenuto sotto vuoto, compreso fra una piastra di base 1 ed un coperchio apribile 2 munito superiormente di oblò 3 chiuso da un portello asportabile 4. Il coperchio 2 è anche provvisto di un foro laterale 5 per l'ingresso della radiazione emessa da un'opportuna sorgente di luce otticamente e meccanicamente collegata allo strumento per mezzo di un raccordo fisso 6. Alla produzione del vuoto nello spazio sopra menzionato provvedono due pompe 7 e 8, una rotativa prevista per la creazione di un prevuoto iniziale e l'altra a diffusione prevista per il successivo raggiungimento del desiderato valore di vuoto, le quali comunicano con lo spazio suddetto attraverso rispettivi fori 9 e 10 (fig. 3) passanti attraverso la piastra di base 1. Alla misura del valore di vuoto provvedono due misuratori di vuoto 11 e 12 (a differenti campi di misura), i quali sono agganciati al di sotto della piastra 1 in corrispondenza di due ulteriori fori 13 e 14 di quest'ultima (fig. 3); il foro 14 serve pure per il passaggio di cavi elettrici di comando del sistema ottico.

Tutto il sistema di pompaggio e misurazione di vuoto ed un opportuno sistema elettrico di comando e controllo sono contenuti in un carrello spostabile 15 (fig. 1), che ha anche il compito di sostenere la piastra di base 1 e quanto è ad essa sovrapposto; è così ottenuto uno strumento spostabile di ingombro apprezzabilmente contenuto.

Il sistema ottico dello strumento dipende ovviamente, pur nelle molte analogie, dall'uso previsto per lo strumento

medesimo. Nelle figg. 2, 3 e 4, è considerato il caso dell'impiego dello strumento in qualità di spettrografo, ossia come strumento in grado di registrare simultaneamente le intensità relative ad una certa banda spettrale. In vista di tale impiego il sistema ottico dello strumento prevede quindi una fenditura di ingresso 16, un reticolo di diffrazione a riflessione 17 ed un mezzo rivelatore costituito in questo caso da una lastra fotografica 18.

Come mostrato in fig. 4, la fenditura di ingresso 16 è individuata fra due piastrine 19, le quali sono montate a distanza regolabile (per mezzo di un pannello 20) entro un telaio 21 sistemato in posizione fissa sulla piastra di base 1 davanti al foro 5 di ingresso della radiazione da esaminare (figg. 2 e 3).

In corrispondenza di un asse coincidente con quello della fenditura di ingresso 16 è imperniata sulla piastra di base 1, in posizione sovrapposta, una guida ricurva 22 bloccabile in posizione angolare variabile per mezzo di un morsetto 23 cooperante con un'asola terminale 24 della guida (figg. 3 e 4). Detta guida materializza un tratto di cerchio di Rowland (indicato schematicamente con la linea R in fig. 3), su cui, per quanto detto in precedenza, è disposta in modo fisso la fenditura di ingresso 16.

Sulla guida ricurva 22, in posizione longitudinalmente spostabile mediante scorrimento (e bloccabile mediante morsetto non mostrato), è disposto un telaio 25, in cui è montato in modo regolabile (per mezzo di pomelli 26, 27 e 28) il reticolo di diffrazione 17. Quest'ultimo è costituito da un corpo parallelepipedo avente una sua faccia disposta sostanzialmente sulla linea R del cerchio di Rowland in modo da essere in grado di ricevere con elevato angolo di incidenza e quindi riflettere con minime perdite le radiazioni fatte passare dalla fenditura di ingresso 16. Una finestrella 30 è posta davanti al reticolo 17 allo scopo di permettere una corretta incidenza della radiazione sul reticolo stesso.

In posizione avanzata rispetto al telaio porta-reticolo 25 è pure disposta sulla guida ricurva 22 in posizione assialmente spostabile (e bloccabile per mezzo di un morsetto 31) una cassetta 29 in cui trova alloggiamento la lastra fotografica rivelatrice 18, a sua volta disposta sulla linea R del cerchio di Rowland.

Nel funzionamento, prima di operare la creazione di vuoto fra piastra 1 e coperchio 2, il reticolo di diffrazione 17 e la lastra fotografica 18 vengono dislocati sulla guida ricurva 22, a sua volta predisposta in una determinata posizione angolare, in modo che la banda spettrale di radiazione fatta passare dalla fenditura di ingresso 16 colpisca il reticolo 17 con angolo di incidenza superiore al valore critico precedentemente accennato e vada poi ad impressionare la lastra fotografica 18, operando così la registrazione simultanea delle intensità di tutte le componenti monocromatiche comprese in detta banda spettrale. Per miglior comprensione si consideri a titolo di esempio la condizione illustrata schematicamente, in linea continua in fig. 7, dove R_1 indica il cerchio di Rowland con centro C_1 , H indica la radiazione in ingresso, S la posizione fissa della fenditura di ingresso 16, G_1 la posizione variabile del reticolo 17, a_1 l'angolo di incidenza con reticolo in posizione G_1 e L_1 la corrispondente posizione della lastra fotografica rivelatrice 18.

Volendo operare una variazione di angolo di incidenza, si varia la posizione del reticolo 17 e della lastra fotografica 18 lungo il cerchio di Rowland R, ossia si spostano il telaio 25 e la cassetta portalastra 29 lungo la guida ricurva 22, e nello stesso tempo si provvede a modificare la posizione angolare di quest'ultima, e quindi del cerchio di Rowland, fino a trovare il nuovo angolo di incidenza desiderato; per esempio, spostando il cerchio di Rowland da R_1 con centro C_1

a R_2 con centro C_2 , il reticolo 17 da G_1 a G_2 e la lastra 18 da L_1 a L_2 , si ottiene una variazione di angolo di incidenza da a_1 a a_2 , passando in definitiva nella condizione illustrata in tratto e punto in fig. 7. Mediante opportune combinazioni di spostamenti del reticolo 17 e della lastra fotografica 18 lungo la guida 22 e di spostamenti angolari di quest'ultima rispetto al proprio asse di imperniamento, è resa così possibile la variazione continua dell'angolo di incidenza, mentre la fenditura di ingresso resta fissa ed il corretto allineamento del reticolo 17 e della lastra 18 sul cerchio di Rowland è in ogni momento assicurato dal loro impegno con la guida 22.

Come mostrato nelle figg. 5 e 6, lo stesso strumento può essere utilizzato come monocromatore, avendo soltanto la cura di utilizzare quale mezzo rivelatore, anziché la lastra fotografica 18, una fenditura di uscita 32. Quest'ultima è prevista, con larghezza regolabile mediante un pomello 33, sulla parte verticale di un elemento a L 34, la cui parte orizzontale è destinata a fungere da piano di appoggio per un mezzo utilizzatore della radiazione monocromatica selezionata dalla fenditura di uscita 32. Detto elemento a L è sostenuto girevolmente da un carrello 35, che è spostabile lungo la guida ricurva 22 sotto il comando di un motore elettrico passo a passo 36.

Poiché ad ogni posizione della fenditura di uscita 32 sul piano focale, rispetto al reticolo 17, corrisponde un diverso valore della lunghezza d'onda della radiazione monocromatica analizzata, è necessaria una notevole precisione nel posizionamento della fenditura di uscita 32 lungo la guida 22; è inoltre necessario che la posizione di detta fenditura sia sempre conosciuta con esattezza all'esterno dello strumento. In vista di ciò, lo strumento mostrato nelle figg. 5 e 6 è provvisto di un nuovo dispositivo di posizionamento che include essenzialmente una cinghia di acciaio 37 messa in tensione da una estremità all'altra della guida 22 (all'interno dello spazio sotto vuoto) ed una puleggia 38 portata girevolmente dal carrello 35 e cooperante con detta cinghia assieme a rulli di rinvio 39 (fig. 5); un accoppiamento vite senza fine 40 — ruota dentata 41 permette alla puleggia 38 di ricevere il moto del motore 36. Le rotazioni della puleggia motrice 38 sono in tal modo lineari con le distanze misurate sullo sviluppo circolare della guida 22, per cui la posizione del carrello 35 rispetto al centro del reticolo 17 è direttamente correlabile alla lunghezza d'onda della radiazione esaminata. Poiché la posizione del carrello dipende d'altra parte dal numero dei passi comandati al motore 36, il conteggio dei passi di quest'ultimo per mezzo di un qualsiasi sistema elettronico posto all'esterno dello strumento permette quindi di determinare con assoluta esattezza la posizione del carrello 35.

Un altro requisito essenziale per il corretto funzionamento dello strumento come monocromatore è poi che il piano della fenditura di uscita 32 sia sempre perpendicolare al fascio diffratto dal reticolo 17. A tale scopo è prevista un'asta 42 che è imperniata in 43 sul portareticolo 25 e scorre liberamente entro un foro passante della parte verticale dell'elemento a L 34. Il problema è quindi risolto con un sistema molto semplice, ma nello stesso tempo pratico ed efficace.

Niente cambia nell'impiego come monocromatore per quanto riguarda le possibilità offerte dal posizionamento dell'intero sistema ottico su un'unica guida ricurva rappresentante un tratto di cerchio di Rowland. Ancora una volta, opportuni spostamenti del reticolo 17 e della fenditura di uscita 32 lungo la guida 22, combinati con altrettanto opportuni spostamenti angolari della guida 22, permettono di variare con continuità, come desiderato, l'angolo di incidenza della radiazione in ingresso. In più, modificando la posizione della fenditura di uscita 32 rispetto al reticolo 17, è possibile

effettuare la selezione variabile dell'una o dell'altra delle varie componenti monocromatiche della radiazione diffratta.

Per il passaggio da spettrografo a monocromatore, è possibile portare a fine guida il portalastra 29 rispetto alla fig. 3, oppure estrarlo attraverso l'oblò 3, e poi inserire al suo posto

il carrello 35 con relativa fenditura di uscita 32. Per il passaggio inverso si estrae invece il carrello 35 e si pone al suo posto il portalastra 29. In ogni caso il corretto allineamento del rivelatore è reso sicuramente ripristinabile dal suo reimpiego con la guida 22.

Fig. 1

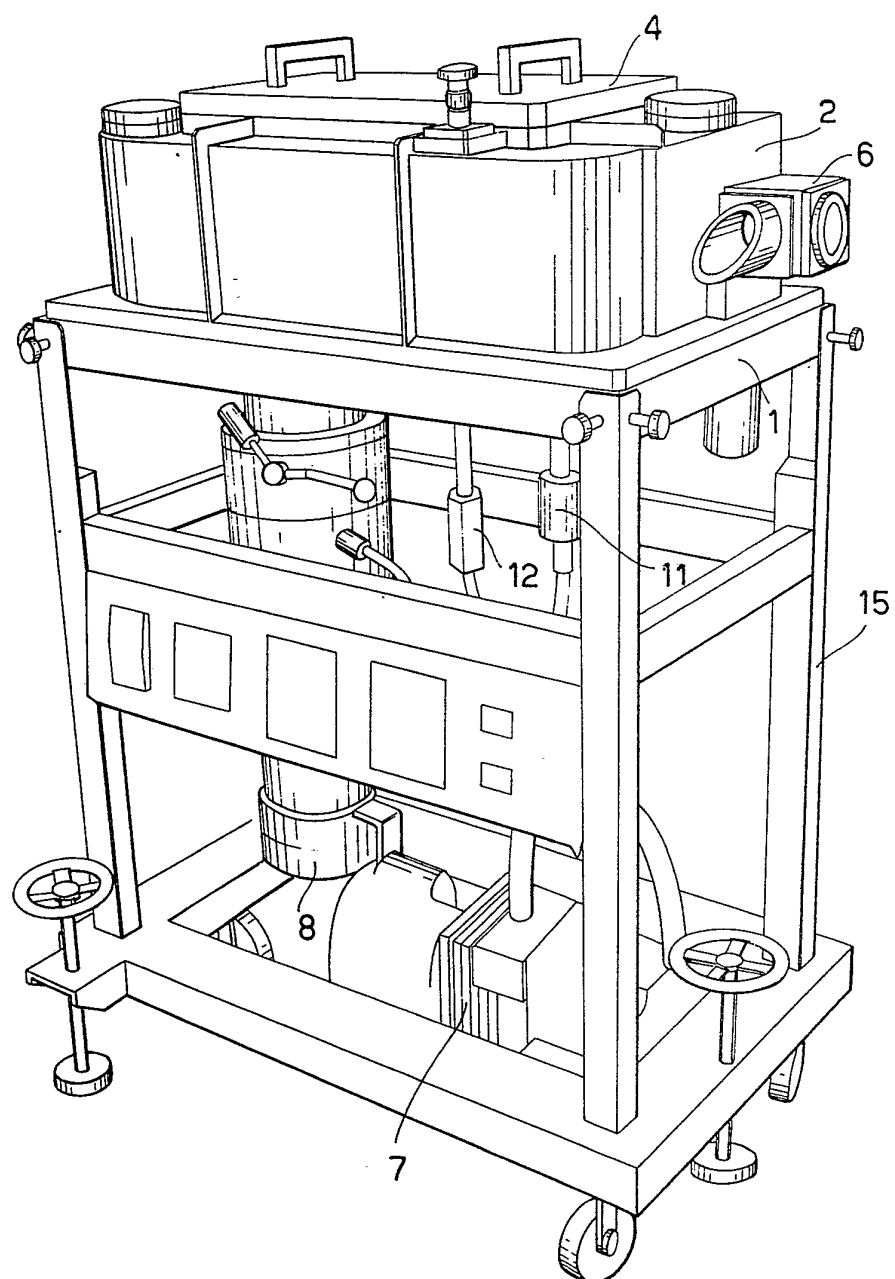


Fig. 2

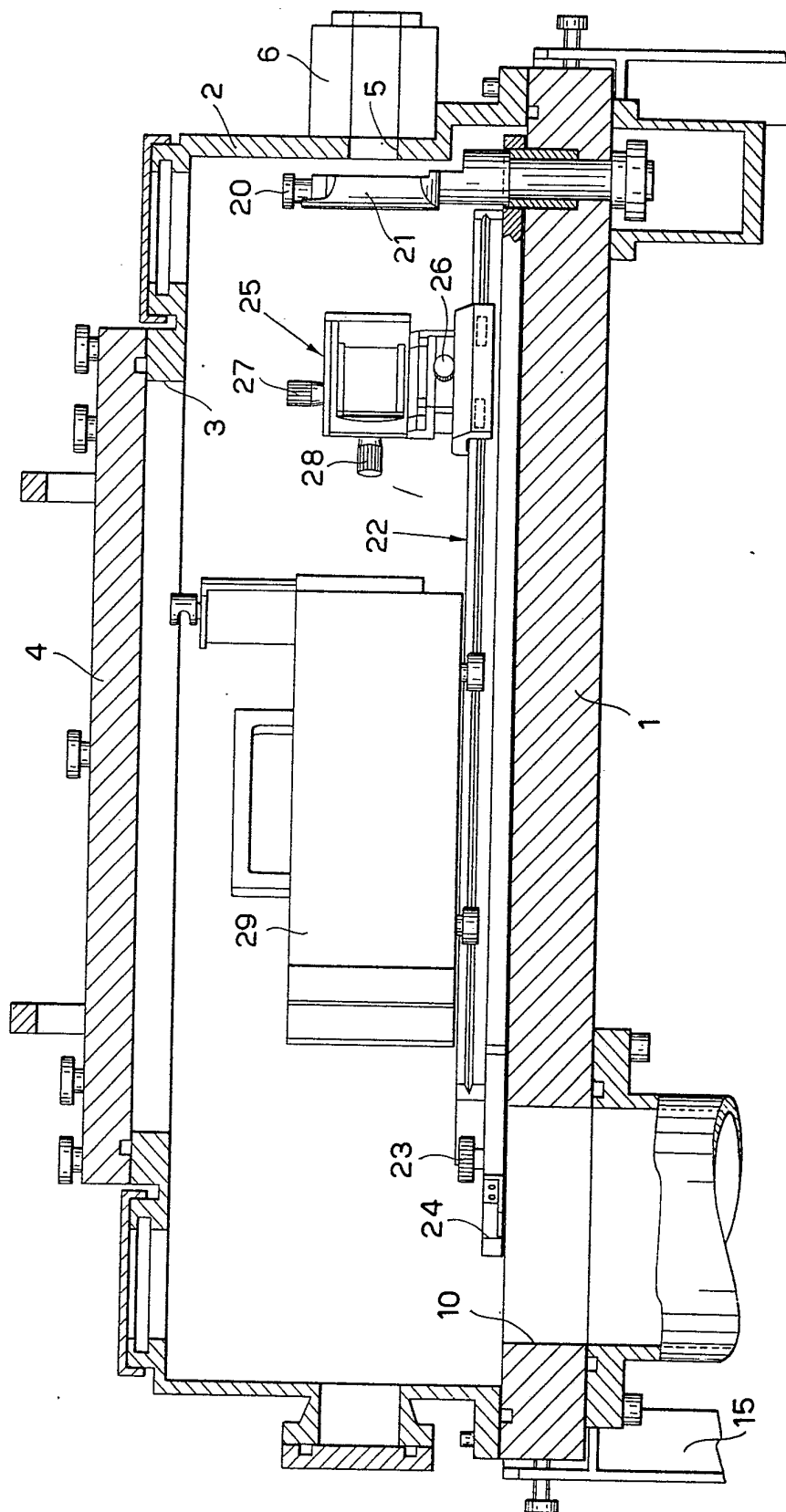
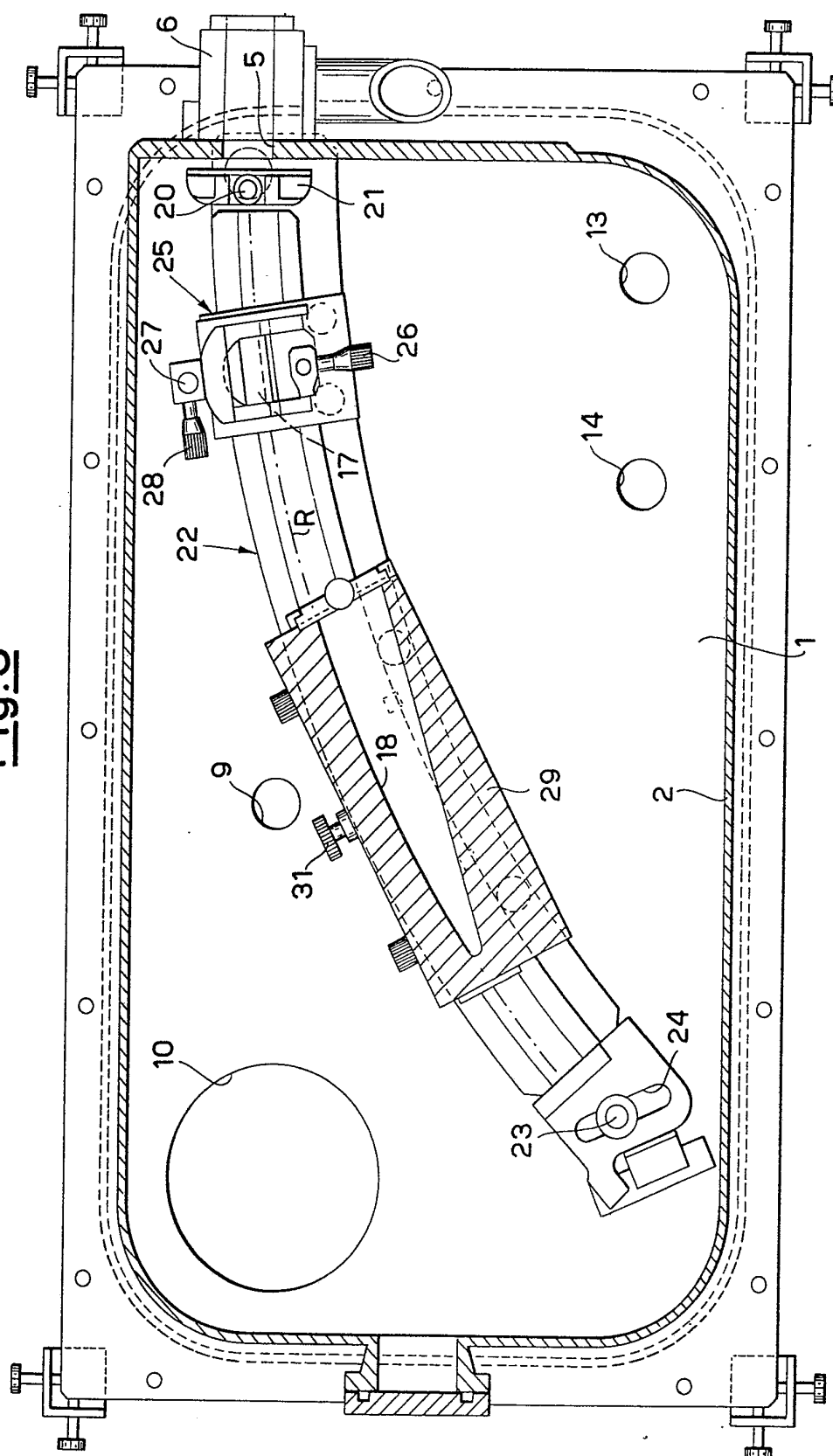


Fig. 3



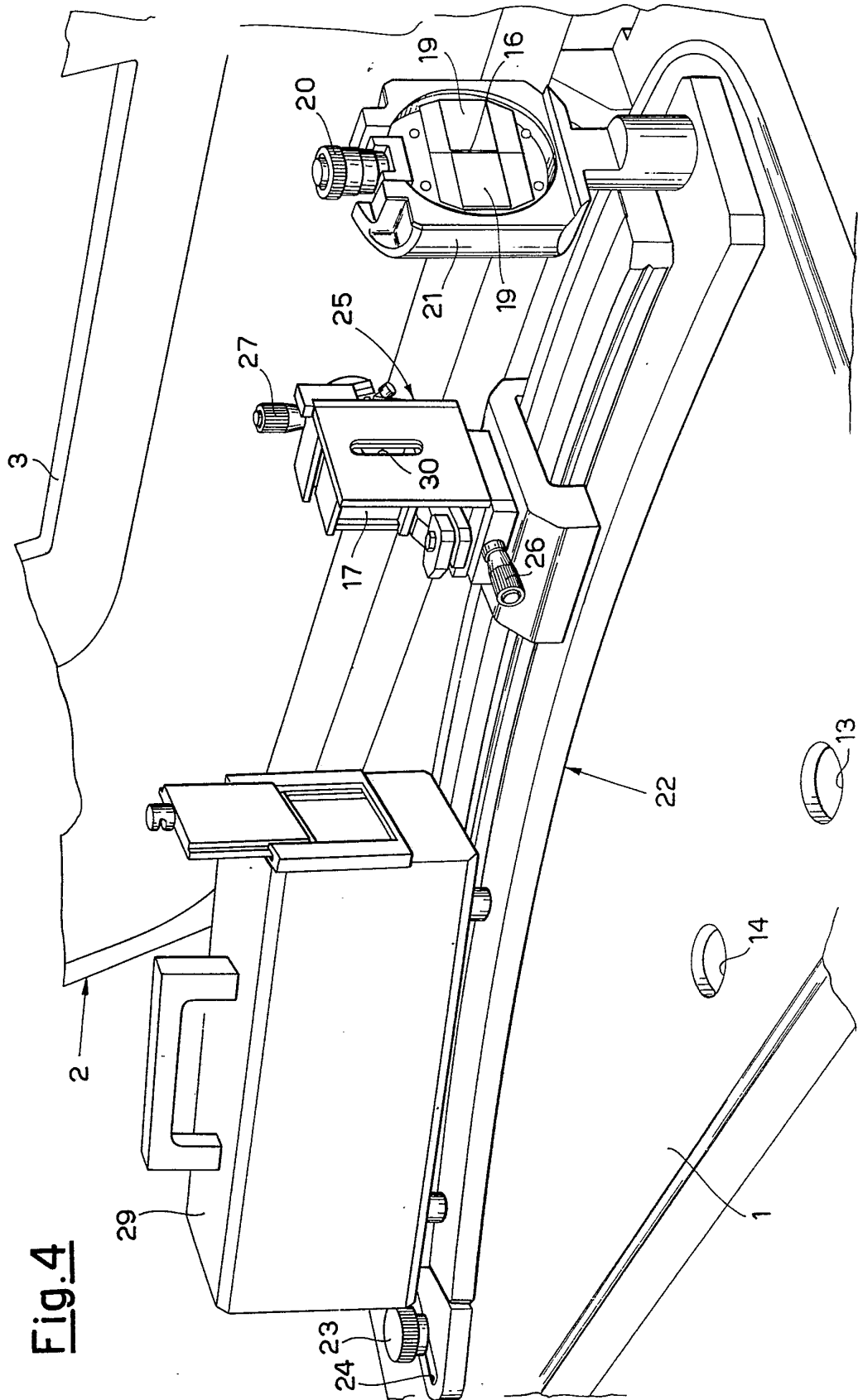


Fig. 5

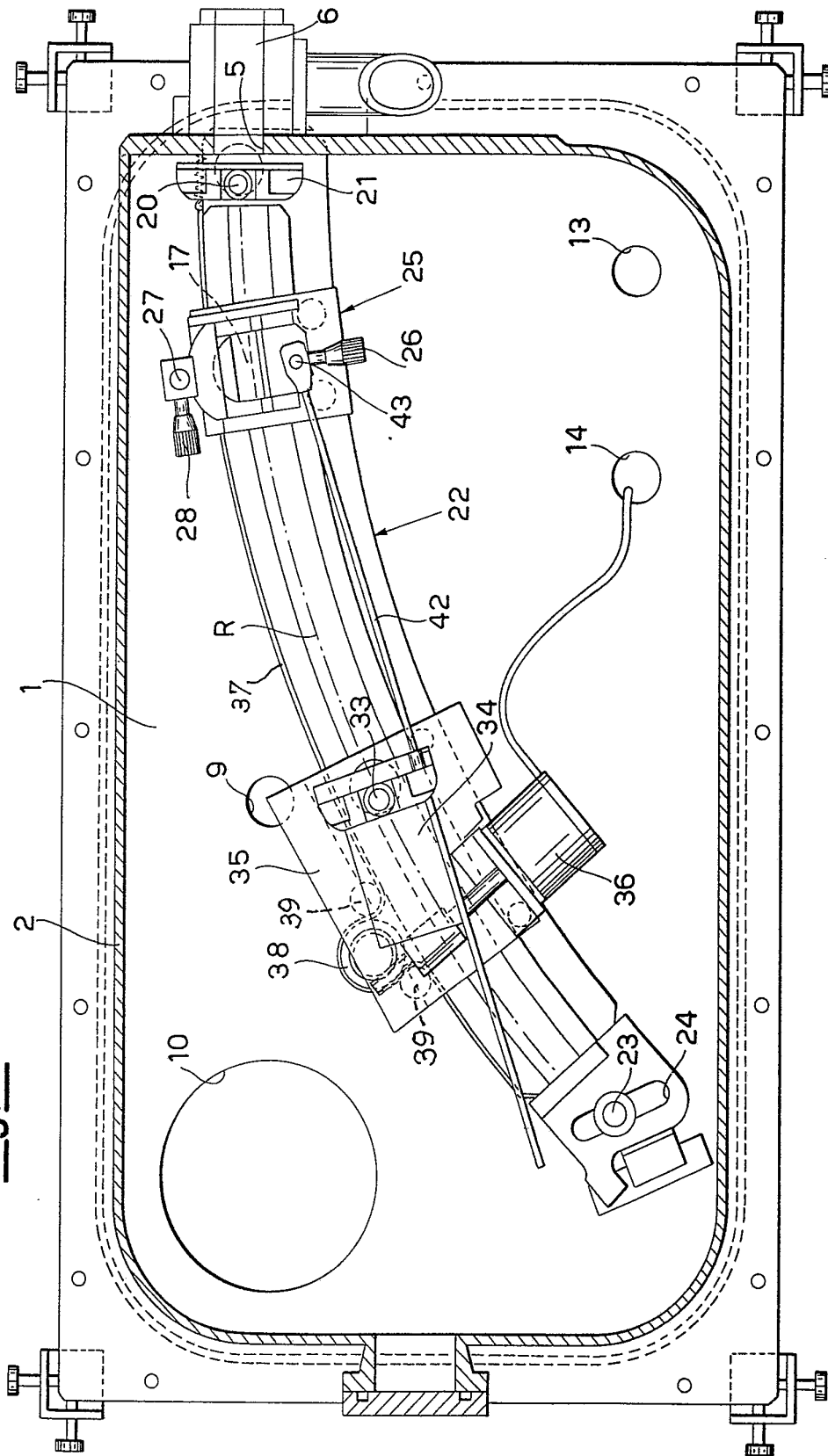


Fig. 6

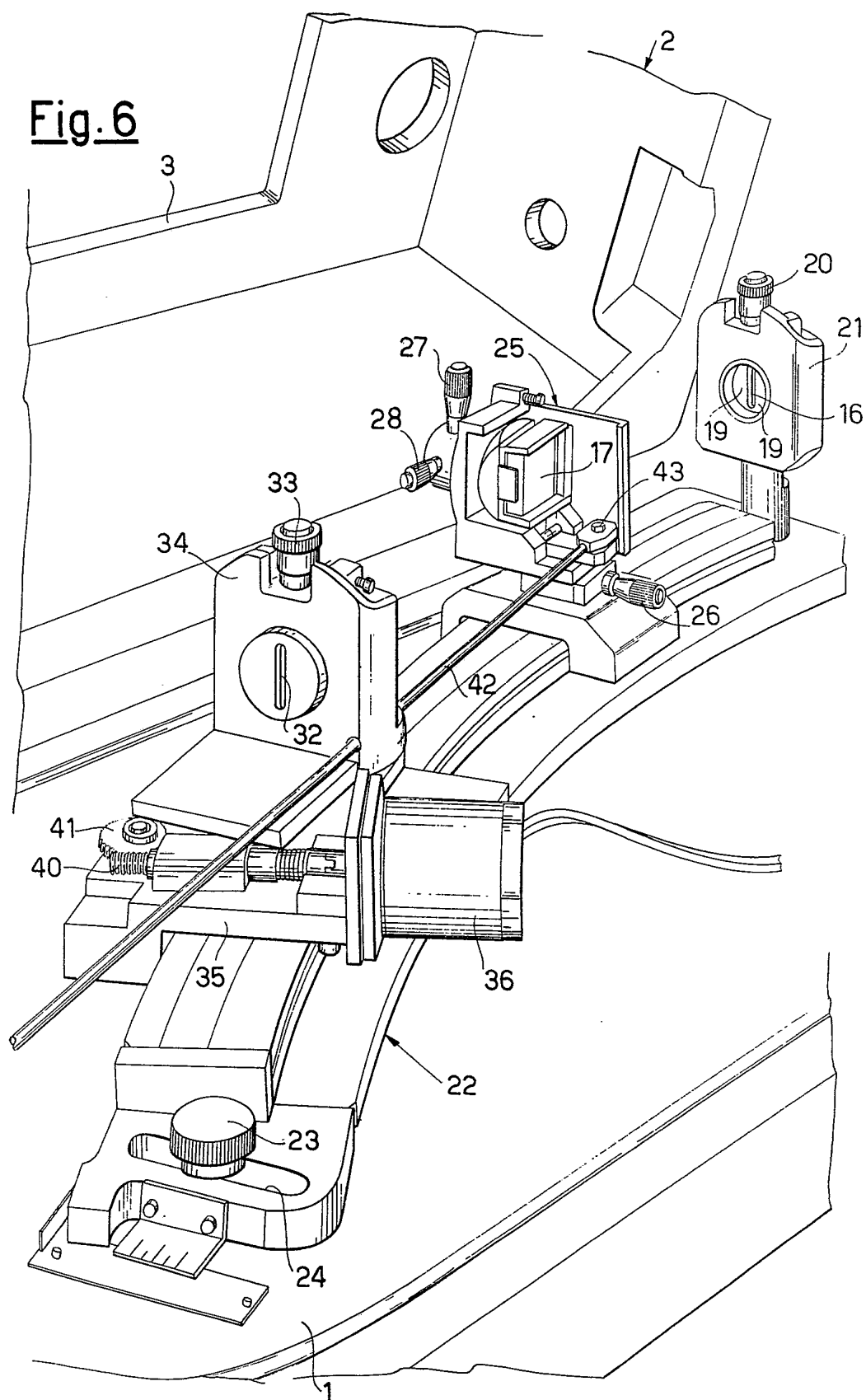


Fig.7

