

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

OPIS PATENTOWY

58568

Patent dodatkowy
do patentu

Zgłoszono: 14.VII.1967 (P 121 694)

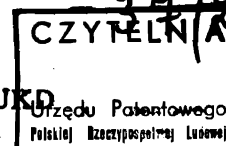
Pierwszeństwo: 21.I.1967

Wystawa
Osiągnięć
Polskiej
Myśli
Technicznej
w Warszawie

Opublikowano: 25.XI.1969

Kl. 21 g, 37/01

MKP H 01 j



Współtwórcy wynalazku: dr Edmund Igras, mgr Tadeusz Warmiński

Właściciel patentu: Polska Akademia Nauk (Instytut Fizyki), Warszawa (Polska)

Zwierciadlany mikroskop elektronowy

1

Przedmiotem wynalazku jest zwierciadlany mikroskop elektronowy z przesuwным działem elektronowym, oraz przesuwным gniazdem preparatowym, przystosowany do długotrwałych badań, w szerokim zakresie temperatur, mikrostruktury próbek ciał stałych, zwłaszcza płytek półprzewodnikowych.

W znanym zwierciadlanym mikroskopie elektronowym badania powierzchni próbek przeprowadzane być mogą tylko w temperaturze pokojowej, co uniemożliwia obserwacje procesów elektrycznych na powierzchni ciał stałych w funkcji temperatury. Uniemożliwia to za tym uchwycenie w funkcji temperatury kinetyki takich procesów powierzchniowych, jak dyfuzja domieszek, przemieszczanie się w polu elektrycznym zjonizowanych domieszek, wpływ defektów powierzchniowych na segregację domieszek.

Inną wadą znanego zwierciadlanego mikroskopu elektronowego, oraz innych znanych typów mikroskopów elektronowych jest to, że stosowane w nich działa elektronowe nie posiadają urządzeń pozwalających precyzyjnie zmieniać w warunkach próżniowych położenia włókna katody działa względem otworu w cylindrze Wehnelta oraz położenia elektrod układu przyspieszającego względem osi kolumny mikroskopu. W przyrządach tych dla uzyskania dużej jasności obrazu elektronowego doprowadza się katodę do nadmiernego przegrzewania, co powoduje szybsze jej zużycie oraz silniej-

2

szy rozrzut termicznych prędkości emitowanych elektronów, co odbija się ujemnie na zdolności rozdzielczej mikroskopu.

Ponadto w znanym zwierciadlanym mikroskopie elektronowym ruch przesuwania zwierciadła w kierunku pionowym i poziomym odbywa się na pokrytej smarem uszczelce. Nie ma za tym bezsmarowego rozdzielania układu próżni i układu przesuwu.

Celem wynalazku jest rozszerzenie możliwości praktycznego zastosowania zwierciadlanego mikroskopu elektronowego do zagadnień związanych z badaniem powierzchni ciał stałych, jak również uzyskanie dużej jasności obrazu elektronowego bez przeżarzania włókna katody, oraz precyzyjne nakierowywanie wiązki elektronową wzdłuż osi soczewek elektrostatycznych powiększających obraz powierzchni próbki. Zadaniem wynalazku jest opracowanie rozwiązania konstrukcyjnego dla osiągnięcia tego celu.

Cel ten został osiągnięty przez opracowanie zwierciadlanego mikroskopu elektronowego z przesuwным działem elektronowym i gniazdem preparatowym, tym zhamiennego, że dział elektronowe osadzone jest konsolą wahliwie w korpusie układu przesuwów próżniowych, i ma pręt regulacyjny z włóknem katody, przesuwny osiowo w tulejce prowadzącej, osadzonej wahliwie w konsoli, zaś gniazdo preparatowe zamocowane jest w przystosowanej do długotrwałych badań w zakresie od

około 70°K do około 600°K przystawce przesuwnej w płaszczyźnie poziomej oraz wzdłuż osi pionowej, przy czym elementy przesuwne i nieruchome działu elektronowego oraz przystawki preparatowej są połączone ze sobą za pomocą szczelnych elastycznych połączeń, zwłaszcza niekorodujących, sprężystych metalowych mieszków.

Przez zastosowanie urządzenia według wynalazku uzyskuje się możliwość precyzyjnego przemieszczania włókna katody w trakcie pracy działu elektronowego, przy czym przemieszczanie włókna możliwe jest we wszystkich kierunkach, a dokładność przesuwów wynosi $\pm 0,01$ mm. Układ przyspieszający elektrony, a więc cylinder Wehnelta i anoda mogą być niezależnie pochylane w próżni. Ponieważ katody wolframowe po pierwszym wygrzaniu ulegają zwykle lekkiej deformacji i skutkiem tego może spaść natężenie emitowanej z działu elektronowego wiązki elektronów, możliwość ponownego ustawienia włókna katody w optymalnym położeniu w trakcie pracy działu eliminuje skutki deformacji włókna katody i pozwala uzyskiwać duże jasności w obrazie elektronowym bez przeżarzania katody.

Dzięki temu nie doprowadza się do dużych rozrzutów prędkości termicznych elektronów, a za tym do zmniejszenia zdolności rozdzielczej przyrządu. Zastosowanie precyzyjnego przesuwu przystawki we wszystkich kierunkach pozwala na szybkie i dokładne zbadanie próbki. Zastosowanie podgrzewania i oziębiania próbki zwierciadlanej umożliwia prowadzenie badań powierzchniowych półprzewodników w skali temperatury, co dotychczas nie było stosowane.

Wynalazek zostanie objaśniony bliżej na przykładzie wykonania przedstawionym na rysunku, na którym fig. 1, przedstawia zwierciadlany mikroskop elektronowy w widoku z przodu z częściowym przekrojem stolika mikroskopu wzdłuż osi mikroskopu, fig. 2 — przystawkę preparatową w przekroju wzdłuż osi mikroskopu i fig. 3 — układ przesuwów próżniowych elementów działu elektronowego, w przekroju wzdłuż osi.

Kolumna mikroskopu zamocowana jest na stoliku 1, na płycie 2 z przepustem 3. Górną część kolumny stanowi przystawka preparatowa 4, zaś dolną, układ przesuwów próżniowych elementów działu elektronowego 5, oraz część wysokonapięciowa 6, obudowane osłoną 7.

W części środkowej 8 kolumny, zawierającej układ soczewek umieszczony jest wziernik 9.

Od dołu do płyty 2 zamocowana jest pompa dyfuzyjna 10, połączona elastycznym przewodem 11 z częścią próżniową kolumny mikroskopu. Pompa 10 chłodzona jest spiralą wodną 12.

Działu elektronowe 13 osadzone jest na rurze kwarcowej 14 umocowanej w łączniku próżniowym 15. Łącznik 15 zamocowany jest na konsoli wahliwej 16 osadzonej na kulkowym łożysku wahliwym 17, umocowanym do podstawy 18 osadzonej w korpusie 19, układu przesuwów próżniowych 5. Łącznik próżniowy 15 połączony jest za pomocą elastycznego, niekorodującego metalowego mieszka 20 z tarczą 21 osadzoną w korpusie 19.

Na korpusie 19 zamocowane są trzy śruby mikrometryczne 22, których osi są rozstawione w jednej płaszczyźnie o kąt 120°. Śruby mikrometryczne 22 opierają się o ścianki boczne łącznika próżniowego 15.

Włókno katody 23 umieszczone jest na pręcie izolacyjnym 24, zamocowanym w pręcie regulacyjnym 25. Pręt regulacyjny 25 umieszczony jest w tulejce 26, osadzonej na wahliwym łożysku kulowym 27, zamocowanym w konsoli 16.

Na tulejce 26 osadzone jest pokrętko 28 przesuwu pręta regulacyjnego 25. Tulejka 26 osadzona jest przesuwnie w bloczku 29 o przekroju kwadratowym, o dwie ścianki którego opierają się śruby mikrometryczne 30 zamocowane na korpusie 31 i rozstawione na obwodzie pod kątem 90° względem siebie. Na pozostałych dwóch ściankach bloczka 29 opierają się sprężynujące sworznie 32 osadzone w tulejkach 33. Bloczek 29 połączony jest z korpusem 31 za pomocą sprężystego metalowego mieszka 34, działającego przeciwskrętnie.

Pokrętko 28 umieszczone jest wewnątrz osłony 35 nasadzonej na korpus 31.

Pręt regulacyjny 25 połączony jest z konsolą 16 za pomocą sprężystego metalowego mieszka 36.

W części wysokonapięciowej 6 kolumny, zamocowanej do tarczy 21, zasilanie doprowadzane jest za pomocą kabla z wtykiem do gniazda 37.

W przystawce preparatowej 4, gniazdo preparatowe 38 umieszczone jest w metalowej obudowie 39, zamocowanej do podstawy 40. W gnieździe preparatowym 38 zamocowana jest elektroda polaryzująca 41 oraz termopara 42.

Drugą elektrodę polaryzującą stanowi obudowa 39. We wnęce 43 obudowy 39 zamocowany jest grzejnik elektryczny 44. Do termopary 42 doprowadzone są przewody T, do jednego końca grzejnika 44 przewód G, a do elektrody polaryzującej 41 przewód P. Do obudowy 39, stanowiącej drugą elektrodę polaryzującą do której dołączony jest drugi koniec grzejnika 44, doprowadzony jest wspólny przewód GP.

Podstawa 40 oraz pierścień 45 połączone są za pomocą cylindra szklanego 46 oraz złączy „metal-szkło” 47.

Do pierścienia 45 zamocowana jest metalowa rurka 48, przez którą wlewana jest ciecz chłodząca, na przykład ciekły azot, do cylindra 46.

Pierścień 45 połączony jest za pomocą sprężystego, niekorodującego metalowego mieszka 49 z pierścieniem wsporczym 50, osadzonym szczelnie na podstawie 51, zamocowanej na korpusie 52 obudowy. Rurka wlewowa 48 umieszczona jest w prowadnicach 53 osadzonych w tulejce wózka 54. Wózek 54 ustawiony jest na trzech kulkach 55, rozstawionych na obwodzie pod kątem 120°, opierających się na pierścieniu ślizgowym 56, zamocowanym na podstawie 51. W górnej części wózek 54 posiada rozstawione na obwodzie pod kątem 120° kulki 57, dociskane sprężyną 58 do pierścienia oporowego 59 zamocowanego do korpusu obudowy 52 przystawki.

Rurka 48 osadzona jest w łożysku kulkowym 60 zamocowanym w śrubie mikrometrycznej 61 nakręcannej na sztyjkę wózka 54, nadającej ruch osio-

wy gniazdu preparatowemu 38. O ściankę wózka 54 oparte są dwie śruby mikrometryczne 62 zamocowane w jednej płaszczyźnie pod kątem 90° względem siebie. Na osiach śrub mikrometrycznych 62 osadzone są w tulejkach 63, zamocowanych na korpusie 52, sprężynujące sworznie 64, opierające się o ściankę wózka 54.

Śruby mikrometryczne 62 sprzęgnięte są za pomocą przekładni stożkowych z trzpieniami 65, na których są osadzone pokrętła 66, dla przeniesienia ruchu pionowego na ruch posuwisty.

Z wierzchu na korpusie obudowy 52 zamocowana jest czasza osłonowa 67. Zasilanie doprowadzone jest do gniazda 68 kablem z wtyczką. Przystawka preparatowa 4 ustawiona jest na części środkowej kolumny 8 na pierścieniach izolacyjnych 69.

Działanie urządzenia jest następujące.

Przez pokręcanie pokrętłem 28 pręt regulacyjny 25 przesuwa się ruchem posuwistym w tulejce prowadzącej 26, powodując rozciąganie lub ściskanie mieszka 36. Dzięki temu uzyskuje się precyzyjny przesuw włókna katody 23 w kierunku pionowym. Śruby mikrometryczne 30, umożliwiają pochylenie włókna katody, dzięki łożysku kulkowemu 27, oraz mieszkom 36 i 34.

Śruby mikrometryczne 22 umożliwiają pochylenie całym działem elektronowym 13 (bez katody), dzięki łożysku wahlivemu kulkowemu 17, mieszkowi 20 oraz rurze kwarcowej 14, na której zamocowane jest działło.

W przystawce preparatowej 4 przez pokręcenie śrubą mikrometryczną 62 przesuwa się osadzony na trzech kulkach 55 wózek 54. Wraz z wózkiem 54 przesuwa się w próżni gniazdo 38 z preparatem. Śruby mikrometryczne 62 umożliwiają przesuw w dwóch kierunkach do siebie prostopadłych.

Przesuw w pionie gniazda 38 z preparatem osiąga się przez pokręcenie śruby mikrometrycznej 61. Ruchy te umożliwia zastosowanie sprężystego mieszka 49.

Ogrzewanie preparatu umożliwia grzejnik elektryczny 44. Oziębianie preparatu osiąga się przez wlewanie do cylindra szklanego 46 przez rurkę metalową 48 cieczy chłodzącej. Temperaturę próbki mierzy się przy pomocy termopary 42, umieszczonej w gnieździe 38.

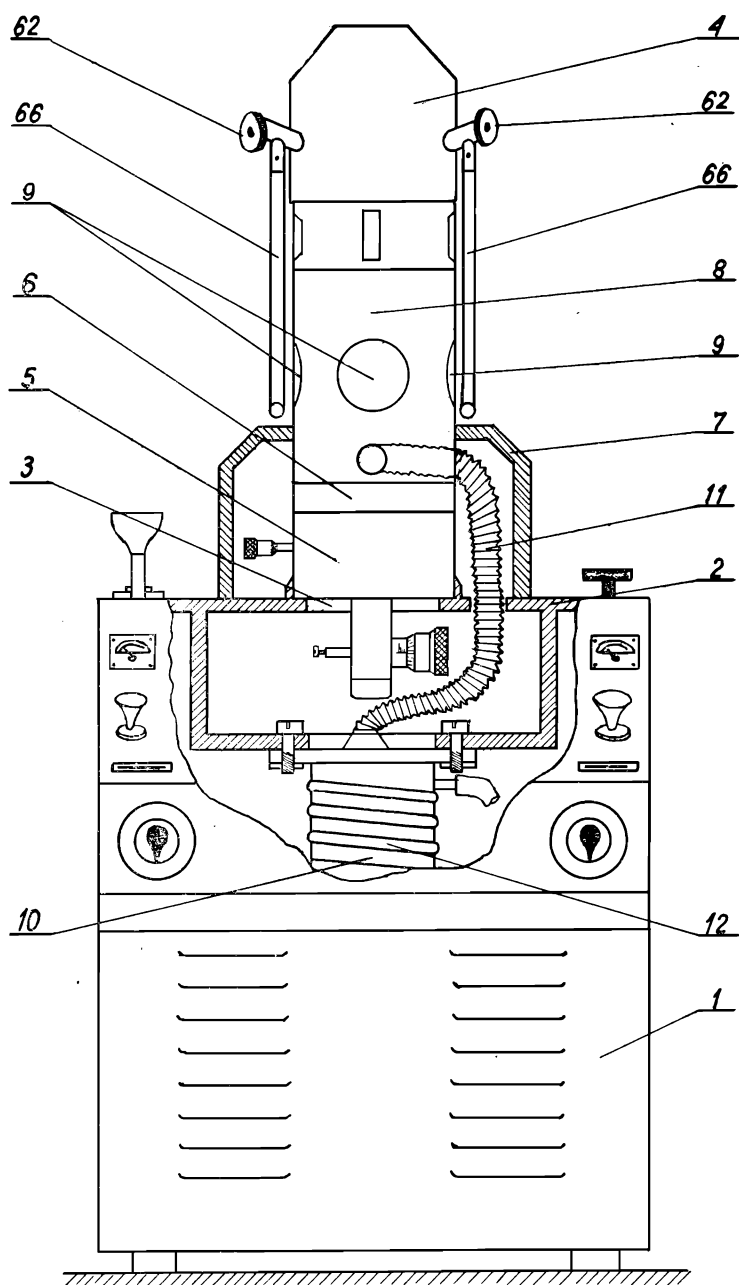
Napięcie polaryzujące doprowadza się do elektrody 41 i metalowej obudowy 39.

Zastrzeżenia patentowe

1. Zwierciadlany mikroskop elektronowy z przesuwym działem elektronowym i gniazdem preparatowym, **znamienny tym**, że działło elektronowe (13) osadzone jest konsolą (16) wahliwie w korpusie (19) układu przesuów próżniowych

(5) i ma pręt regulacyjny (25) połączony z włóknem katody (23), przesuwny osiowo w tulejce prowadzącej (26), osadzonej wahliwie w konsoli (16), zaś gniazdo preparatowe (38), zamocowane jest w przystosowanej do długotrwałych badań w zakresie od około 70°K do około 600°K przystawce (4), przesuwniej w płaszczyźnie poziomej oraz wzdłuż osi pionowej, przy czym elementy przesuwnie i nieruchome działła elektronowego (13) oraz przystawki preparatowej (4) są złączone ze sobą za pomocą szczelnych elastycznych połączeń, zwłaszcza niekorodujących, sprężystych metalowych mieszków (20, 34, 36 oraz 49).

2. Zwierciadlany mikroskop elektronowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że działło elektronowe (13) osadzone jest konsolą (16) na łożysku wahlivym (17), umocowanym do podstawy (18), osadzonej w korpusie (19), układu przesuów próżniowych (5) elementów działła elektronowego i ma odchylenie od pionu regulowane z zewnątrz za pomocą trzech śrub mikrometrycznych (22), zamocowanych na korpusie (19), w jednej płaszczyźnie z rozstawem osi o kąt 120° .
3. Zwierciadlany mikroskop elektronowy według zastrz. 1 i 2, **znamienny tym**, że pręt regulacyjny (25), z zamocowanym na nim pręciem izolacyjnym (24) włóknem katody (23), jest umieszczony w tulejce prowadzącej (26) osadzonej na łożysku wahlivym (27), zamocowanym w konsoli (16), przy czym pręt regulacyjny (25) ma przesunięcie osiowe regulowane za pomocą pokrętła (28), umieszczonego na tulejce prowadzącej (26), zaś odchylenie od osi działła (13) regulowane ma za pomocą dwóch śrub mikrometrycznych (30) osadzonych na korpusie (31) w jednej płaszczyźnie prostopadłej do siebie.
4. Zwierciadlany mikroskop elektronowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że przystawka preparatowa (4) ma gniazdo preparatowe (38) ogrzewane za pomocą grzejnika elektrycznego (44) lub chłodzone za pomocą pojemnika (46) z cieczą chłodzącą.
5. Zwierciadlany mikroskop elektronowy według zastrz. 1 i 4, **znamienny tym**, że przystawka preparatowa (4) opiera się wózkiem (54) na trzech kulkach (55) i ma ruch w pionie regulowany za pomocą śruby mikrometrycznej (61) zamocowanej na szyjce wózka (54), zaś ruch w poziomie regulowany za pomocą dwóch śrub mikrometrycznych (62), zamocowanych na korpusie (52), przystawki (4), w jednej płaszczyźnie prostopadłej do siebie i sprzęgniętych za pomocą przekładni stożkowych z trzpieniami (65), na których są osadzone pokrętła (66).

*Fig. 1*

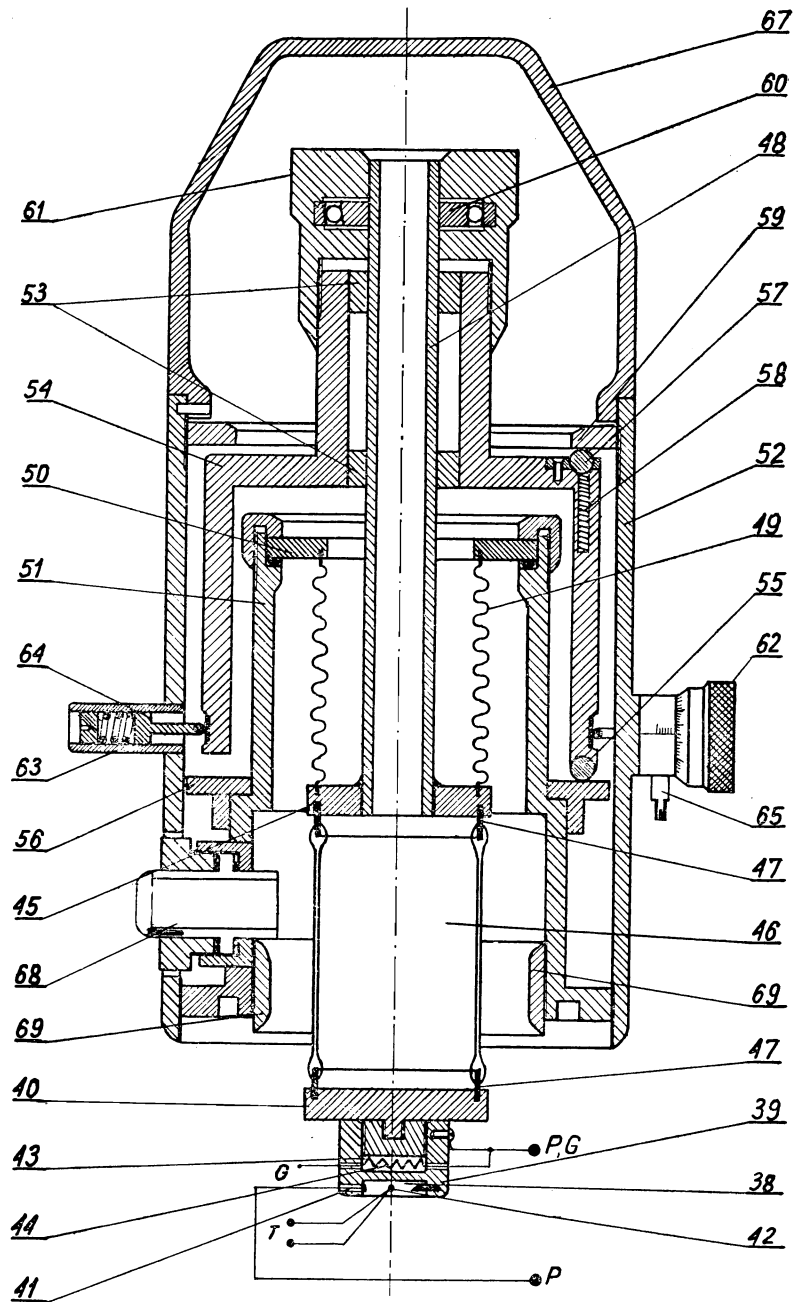


Fig. 2

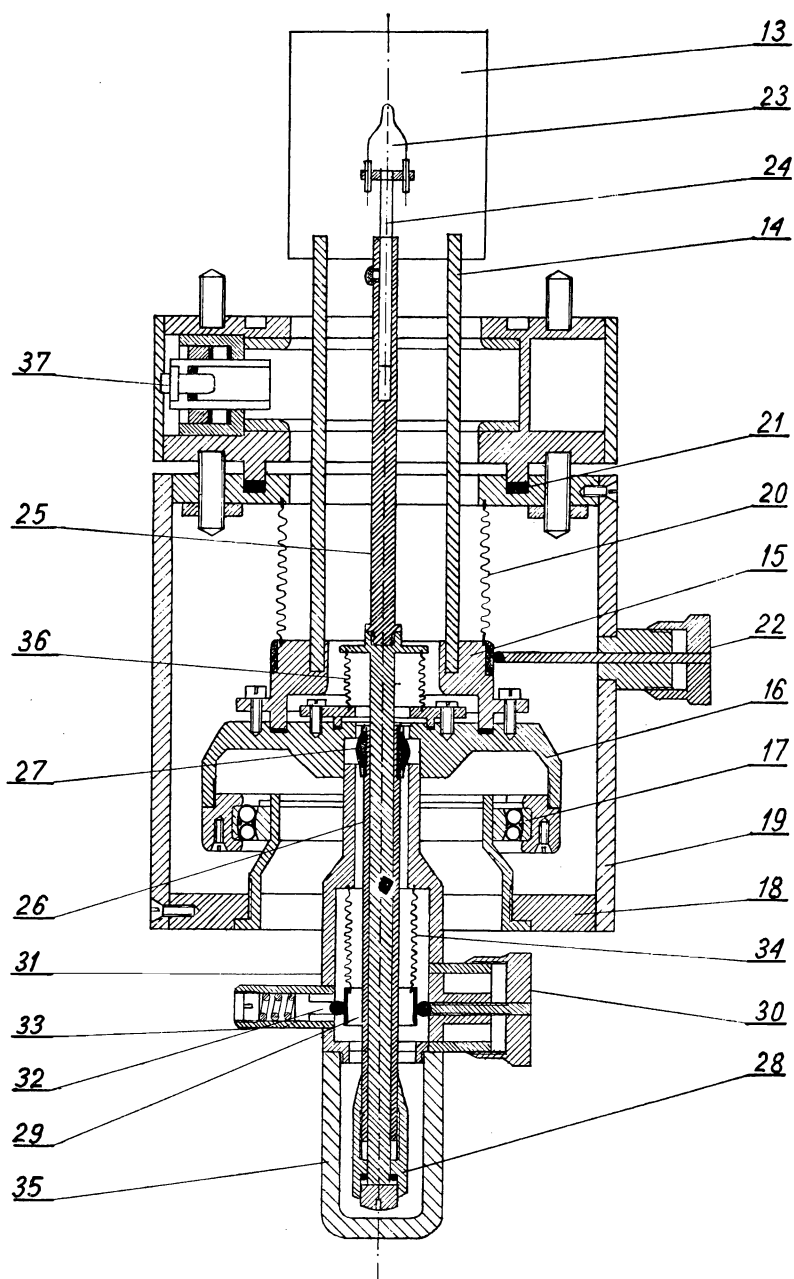


Fig. 3