

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

53465

21e 19/68
Kl. 21 c, 36/01

Patent dodatkowy
do patentu

Zgłoszono: 27.X.1965 (P 111 371)

Pierwszeństwo:

MKP G 01 r 19/68

Opublikowano: 17.V.1967

CZYTELNIA

UKD

Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej

Twórca wynalazku: doc. mgr inż. Wiesław Barwicz

Właściciel patentu: Przemysłowy Instytut Elektroniki, Warszawa (Polska)

Urządzenie do pomiaru gęstości prądu w wiązce elektronów

1

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do pomiaru gęstości prądu w poszczególnych miejscach przekroju wiązki elektronów wykorzystywanej w różnych przyrządach elektronowych na przykład w lampach elektronowych z falą bieżącą, w których podstawowym elementem jest wyrzutnia elektronów emitująca wiązkę elektronów przy pomocy odpowiednio ukształtowanych elektrod.

Jak wiadomo wiązka elektronów opuszczająca wyrzutnię elektronów powinna spełniać określone dla danego przyrządu elektronowego wymagania.

Miedzy innymi rozkład gęstości prądu w wiązce elektronów powinien być odpowiednio ukształtowany dla danego przyrządu. Na rozkład gęstości prądu w wiązce elektronów wpływa wiele czynników a głównie kształt i budowa wyrzutni elektronowej a także kształt i wartość natężenia pola magnetycznego przykładanego z zewnątrz. Dokładne teoretyczne obliczenie wszystkich czynników wpływających na rozkład elektronów w wiązce jest nie możliwe, gdyż uzyskane tą drogą dane nie pozwalają na opracowanie optymalnej konstrukcji wyrzutni elektronów i najczęściej zachodzi potrzeba eksperymentalnego analizowania zjawisk w wiązce elektronów, co ze względu na małe wymiary wiązki jak i konieczność analizowania jej w próżni, nastęrcza wiele poważnych trudności.

W technice pomiarowej istnieje szereg znanych sposobów i urządzeń pozwalających na pomiar gęstości prądu w przekroju poprzecznym wiązki elek-

2

tronów. Sposoby te ze względu na zasadę pomiaru można podzielić na dwie grupy. Do pierwszej grupy należy zaliczyć sposoby polegające na zamianie energii kinetycznej elektronów, w miejscu pomiaru wiązki elektronów, na energię świetlną. Jako przetworniki energii stosuje się w tych sposobach ekrany luminujące o długim czasie poświaty lub ekrany względnie przesłony pokryte sadzą. Zakłada się przy tym, że rozkład jaskrawości świecenia ekranu jest w przybliżeniu proporcjonalny do rozkładu gęstości prądu w wiązce. Jednakże dokładne badania wykazały, że proporcjonalność ta zachodzi jedynie przy małych gęstościach prądu a poza tym powstają poważne błędy związane z zapisywaniem i odczytywaniem wyników pomiaru. Dodatkową wadą przesłon pokrytych sadzą jest możliwość stosowania ich jedynie w przypadku badania wiązek o dużej energii. Z tych powodów sposoby te nie znajdują szerszego zastosowania do analizy wiązek elektronów.

Według innego sposobu elektroda z otworem „wycina” z wiązki elektronów „promień elektronowy” o średnicy około 25 mikronów. Prąd tego promienia mierzony jest w obwodzie sondy. Elektroda analizująca ma kształt tarczy, którą można poruszać wzdłuż średnicy wiązki oraz wzdłuż jej osi. Umożliwia to badanie rozkładu gęstości prądu i kształtu wiązki w niewielkim zakresie, gdyż średnica tarczy musi być taka duża, żeby obejmowała cały strumień emitowanych elektronów a z drugiej stro-

ny tarcza musi być umieszczona wewnątrz obudowy działu elektronowego, w tak zwanej szyjce, której średnica powinna być możliwie mała ze względu na oddziaływanie magnesów skupiających wiązki, nakładanych na obudowę.

Wymagania te powodują, że tarcza może być przesuwana wewnątrz obudowy tylko w niewielkich granicach.

Inną niedogodnością tego rozwiązania jest wpływ przesunięcia tarczy na rozkład pola wiązki elektronów, wskutek czego uzyskane wyniki pomiarów nasywają cały szereg wątpliwości zarówno ze względu na deformację pola wewnątrz lampy jak i wpływ pól zewnętrznych.

Wymienionych niedogodności nie wykazuje urządzenie według wynalazku, które pozwala na pomiar rozkładu gęstości prądu w wiązce w znacznie szerszym zakresie niż przy zastosowaniu pojedynczej tarczy a przy tym uzyskane wyniki nie są obciążone praktycznie żadnymi błędami, gdyż wpływ przesunięcia tarczy na rozkład pola został całkowicie wyeliminowany.

W urządzeniu według wynalazku, do analizowania wiązki elektronów zastosowano dwie przesłony w postaci tarcz, w których wzdłuż średnic wykonano wąskie podłużne szczeliny. Przesłony te ustawia się na drodze wiązki elektronów w płaszczyźnie prostopadłej do osi wiązki w ten sposób, że szczeliny przesłon są wzajemnie prostopadłe. Przesłona umieszczona najbliżej wyrzutni elektronów jest nieruchoma. Szczelina w tej przesłonie ułożona jest poziomo i przepuszcza jedynie wąski pasek elektronów z wiązki padającej na tą przesłonę, który z kolei jest analizowany drugą przesłoną o mniejszej średnicy, ze szczeliną ustawioną pionowo. Przesłona ta może być przesuwana prostopadłe do osi wiązki. W ten sposób z wiązki elektronów emitowanych przez wyrzutnię wybierany jest element o powierzchni równej iloczynowi szerokości obydwóch szczelin. Taki układ tarcz powoduje, że rozkład pola elektrycznego podczas pomiaru nie zmienia się a przy tym ze względu na mniejsze wymiary drugiej tarczy można ją przesuwać w znacznie szerszych granicach niż pojedynczą tarczę a tym samym analizować rozkład gęstości prądu w wiązce elektronów w znacznie szerszym zakresie, który praktycznie pozwala przeanalizować całą wiązkę.

Najkorzystniejsze warunki pomiaru uzyskuje się wówczas, gdy szerokości szczelin w obydwóch przesłonach są w granicach od około 20 mikronów do około 40 mikronów. Element wiązki elektronów, który przepływa przez otwór utworzony przez szczeliny w obydwóch przesłonach zbierany jest przez kolektor sondy umieszczony poza drugą przesłoną, która jest tak skonstruowana, że stanowi równocześnie ekran sondy pomiarowej. Umieszczenie sondy pomiarowej poza ekranem pozwala uniknąć wpływu zakłóceń zewnętrznych wywołanych błędzącymi elektronami i uzyskać bezbłędne wyniki pomiarów, gdyż ekran ma potencjał pierwszej tarczy i nie wprowadza żadnych zmian do rozkładu pola w przestrzeni znajdującej się poza pierwszą tarczą.

Miernik prądu sondy przyłączony jest bezpośrednio do próżnioszczelnego wyprowadzenia sondy. Przez przesuwanie przesłony ze szczeliną pionową wzdłuż szczeliny poziomej pierwszej przesłony można pomierzyć gęstość prądu w różnych miejscach wiązki elektronów a tym samym uzyskać dane odnośnie rozkładu gęstości prądu w wiązce.

Zasadę działania urządzenia pomiarowego według wynalazku wyjaśniono na załączonym rysunku, na którym fig. 1 przedstawia działu elektronowe, układ przesłon oraz sondę w widoku perspektywicznym, fig. 2 przedstawia te same elementy w widoku z boku, fig. 3 wyjaśnia sposób rozwiązania konstrukcji urządzenia, fig. 4 przedstawia konstrukcję przesłony w przypadku badania wiązki o większej mocy a na fig. 5 i 6 przykładowo przedstawiono krzywe rozkładu gęstości prądu w wiązce elektronów uzyskane przy pomiarach urządzeniem według wynalazku.

W próżnioszczelnej, szklanej lub ceramicznej, obudowie 1 umieszczona jest badana wyrzutnia elektronów 2, która emituje wiązkę elektronów uderzającą w nieruchomą przesłonę 3 ze szczeliną poziomą 3a. Część strumienia przepływająca przez szczelinę 3a natrafia na przesłonę 4 ze szczeliną pionową 4a, która przepuszcza tylko niewielką część strumienia docierającą do przesłony 4. Ta niewielka część strumienia elektronów w dalszym biegu natrafia na kolektor sondy 5 umieszczony poza przesłoną 4 naprzeciw szczeliny 4a i wywołuje w sondzie prąd o wartości proporcjonalnej do gęstości tej części strumienia. Prąd ten jest mierzony przy pomocy miernika prądu sondy przyłączonego na zewnątrz bezpośrednio do próżnioszczelnego wyprowadzenia sondy 11, połączonego z prętem wsporczym 9 kolektora sondy za pomocą elastycznego przewodu 12. Przesłona 4 jest przymocowana do metalowej osłony 6 kolektora sondy, która jednocześnie stanowi ekran elektrostatyczny kolektora 5. Osłona 6 przymocowana jest do rurki metalowej 7 umocowanej w przesuwniku sondy 8, pozwalającym na przesuwanie kolektora sondy 5 wraz z przesłoną 4 wzdłuż szczeliny 3a. Pręt wsporczy 9 kolektora sondy 5 odizolowany jest od rurki metalowej 7 przy pomocy ceramicznej rurki izolacyjnej 10. Przesuwnik sondy 8 zakończony jest głowicą 13, która służy do przesuwania sondy przy pomocy śruby mikrometrycznej lub przy pomocy napędu, co umożliwia dokonywanie pomiarów gęstości prądu w różnych miejscach przekroju wiązki.

W celu zapewnienia dokładnego przesunięcia kolektora sondy w płaszczyźnie prostopadłej do osi wiązki przesuwnik sondy 8 jest osadzony z jednej strony w tulei, nie pokazanej na rysunku, a z drugiej w łożysku 14.

Do dokładnego ustalenia odległości pomiędzy przesłonami 3 i 4 służy tuleja wsporcza 15 przesłony 3 którą można wkręcić w korpus 16 oraz śruby regulacyjne 17 dociskające przesłonę do tulei 15 przez sprężynki 18.

Urządzenie pozwala na regulację odległości pomiędzy wyrzutnią elektronów 2 i układem przesłon 3 i 4 co umożliwia badanie rozkładu gęstości prądu w różnych przekrojach wzdłuż osi wiązki. Do tego celu służy pierścień regulacyjny 19 połączony próż-

nioszczelnym mieszkem 20 z pierścieniem 21 osadzonym w korpusie 16. Śruby regulacyjne 22 służą do ustalania położenia pierścienia regulacyjnego. Ten układ regulacji umożliwia równocześnie osiowe ustawienie wyrzutni elektronów 2 względem kolektora sondy 5.

Ośłona 1 jest tak skonstruowana, że umożliwia nasunięcie na nią magnesu lub elektromagnesu o kształcie pierścienia tak aby wyrzutnia elektronów i przesłony znajdowały się w równomiernym polu magnetycznym co umożliwia badanie oddziaływania pola magnetycznego na rozkład strumienia elektronów.

Podczas pomiaru, wewnątrz urządzenia utrzymywana jest próżnia przez rurę szklaną 23, która połączona jest z konwencjonalną instalacją próżniową.

Opisane urządzenie pozwala na pomiar rozkładu gęstości prądu w wiązce elektronów w przypadku gdy moc tracona w przesłonie 3 nie przekracza kilkudziesięciu watów. W przypadku dokonywania pomiarów wiązek elektronowych o znacznie większej mocy traconej w przesłonie 3 wykorzystuje się to samo urządzenie jednakże usuwa się tuleję wsporczą 15 łącznie z przesłoną 3 i na miejsce przesłony 3 wprowadza się nową przesłonę chłodzoną wodą dopływającą i odpływającą przez rurki miedziane 26. Przesłona i system rurek chłodzących zmontowane są na pierścieniu 27, który ustawia się pomiędzy pierścieniem 21 i korpusem urządzenia 16.

Urządzenie pozwala na uzyskanie dużej dokładności pomiaru, gdyż przesłona ruchoma nie wprowadza praktycznie żadnych zaburzeń w rozkładzie pola elektrycznego jakie panuje w przestrzeni pomiędzy wyrzutnią elektronów 2 a przesłoną 3. Wpływają na to dwa czynniki: po pierwsze szczelina o szerokości nie większej niż 40 mikronów wnosi minimalne zaburzenia w rozkład pola elektrycznego, a po drugie te niewielkie zaburzenia są sprowadzane prawie do wartości zerowej na skutek tego, że sonda będąca na nieco innym potencjale, odekranowana jest od przestrzeni otaczającej osłoną 6 wykonaną w postaci ekranu, który jest na potencjale przesłony 3. Podczas pomiaru gęstości prądu wiązki elektronów korpus urządzenia 16 a za tym i przesłona 3 oraz przesłona 4 są na potencjale ziemi a elektrody wyrzutni mogą mieć dowolne wartości napięć w stosunku do przesłony 3 i korpusu urządzenia 16. Napięcia do elektrod wyrzutni doprowadza się przez przepusty 24 w talerzyku szklanym 25.

Przykład rozkładu gęstości prądu w wiązce elektronów o średnicy około 0,8 mm, przy różnych napięciach na anodach wyrzutni elektronów, uzyskany przez pomiar urządzeniem według wynalazku, przedstawiono na fig. 5 i fig. 6, na których krzywa

28 przedstawia rozkład gęstości prądu przy napięciu na pierwszej anodzie wyrzutni wynoszącej 30 V, krzywa 29 przy napięciu 47 V, krzywa 31 przedstawia rozkład gęstości prądu przy napięciu na drugiej anodzie wyrzutni wynoszącym około 25 V w przypadku gdy na obudowę urządzenia nałożono magnes pierścieniowy wytwarzający pole magnetyczne o wartości około 600 Gaussów wzdłuż osi wiązki, natomiast krzywa 32 przedstawia rozkład gęstości prądu w wiązce elektronów w tym samym polu magnetycznym przy napięciu na drugiej anodzie wyrzutni wynoszącym około 60 V.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do pomiaru gęstości prądu w wiązce elektronów składające się z próżnioszczelnej obudowy (1) wewnątrz której znajduje się wyrzutnia elektronów (2) emitująca wiązkę elektronów **znamiennie tym**, że na drodze wiązki elektronów umieszcza się układ dwóch przesłon (3) i (4) w postaci tarcz ze szczelinami wzajemnie prostopadłymi, w ten sposób, że przesłona pierwsza (3) na którą pada cała wiązka elektronów osadzona jest nieruchomo w tulei (15) przymocowanej do korpusu urządzenia (16) a przesłona druga (4) stanowiąca jednocześnie ekran kolektora sondy pomiarowej (5) osadzona jest wraz z osłoną kolektora sondy (6) i sondą na rurce (7) zamocowanej w przesuwniku sondy (8) przeznaczonym do przesuwania tej przesłony wraz z sondą wzdłuż szczeliny w pierwszej przesłonie, wewnątrz próżnioszczelnej obudowy urządzenia, pod wpływem siły działającej z zewnątrz urządzenia.
2. Urządzenie według zastrz. 1 **znamiennie tym**, że pomiędzy próżnioszczelną obudową (1) i korpusem urządzenia (16) znajduje się mieszek (20), którego jeden brzeg jest złączony próżnioszczelnie z obudową a drugi brzeg osadzony jest w korpusie przy czym za pomocą regulacyjnego pierścienia uszczelniającego (9) i zespołu wkrętów (22) zmienia się długość mieszka (20) przez co reguluje się odległość wyrzutni elektronów od układu przesłon w celu pomiaru rozkładu gęstości prądu w różnych przekrojach wzdłuż osi wiązki.
3. Urządzenie według zastrz. 1 i 2 **znamiennie tym**, że obudowa (1) ma kształt umożliwiający nasunięcie na nią z zewnątrz magnesu stałego lub elektromagnesu o małym otworze wewnętrznym przy czym przestrzeń między wyrzutnią elektronów (1) i układem przesłon (3) i (4) jest w polu magnetycznym natomiast mieszek (20) i pierścień regulacyjny (19) znajdują się poza zasięgiem pola magnetycznego.

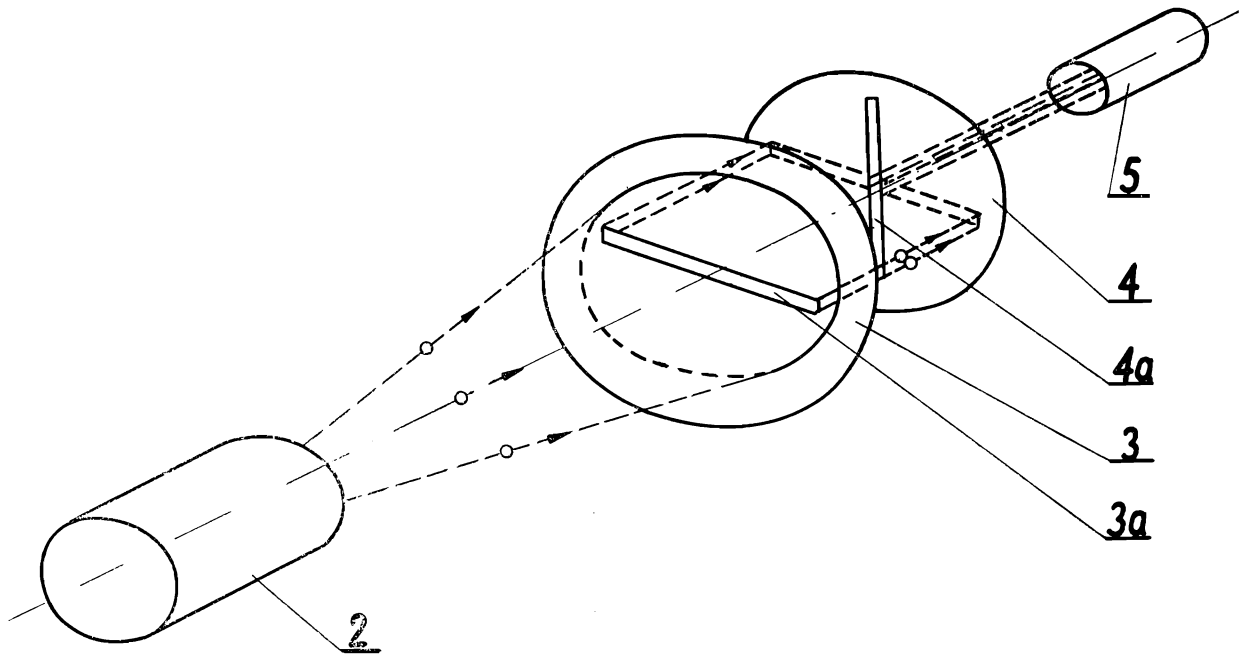


fig. 1

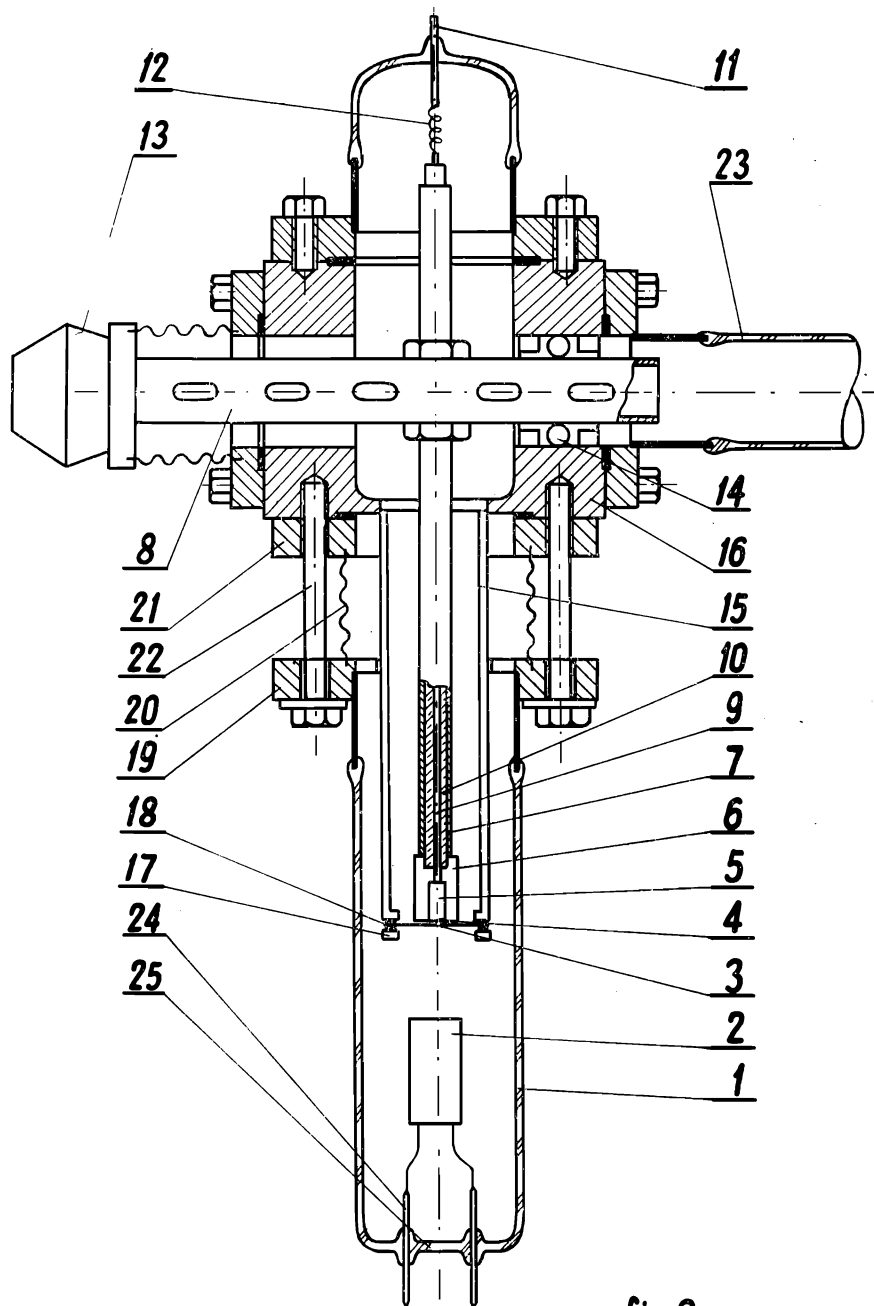


fig. 3

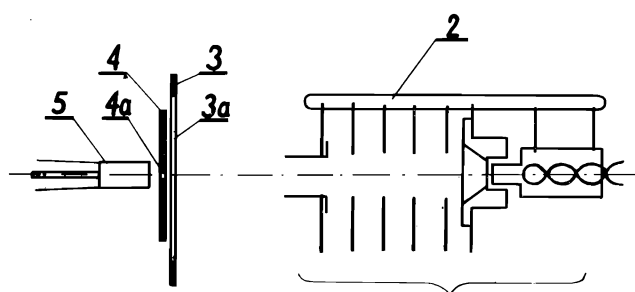


fig. 2

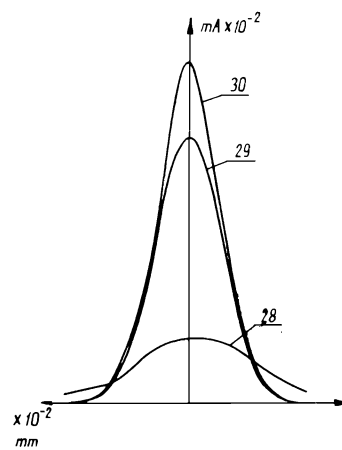


fig. 5

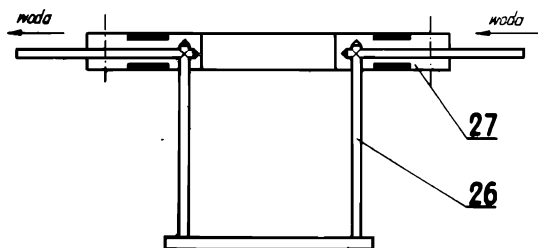


fig. 4

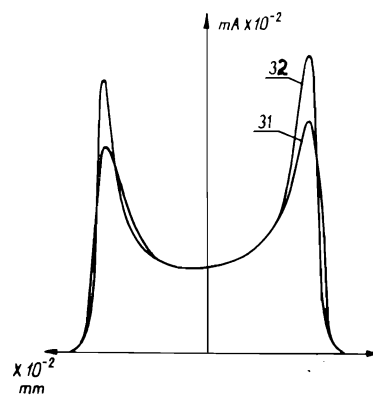


fig. 6