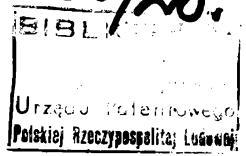
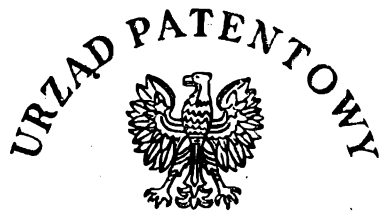


HOJ 39/28.



POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ OPIS PATENTOWY

Nr 47120

Kl. 21 g, 18/01
Kl. internat. H 05 g

VEB Vakutronik*)

Drezno, Niemiecka Republika Demokratyczna

Układ do pomiaru promieniowania z gazową komorą wzmacniającą

Patent trwa od dnia 9 maja 1961 r.

Pierwszeństwo: 11 maja 1960 r. (Niemiecka Republika Demokratyczna).

Wynalazek dotyczy układu wskazującego dawkę lub moc dawki promieniowania rentgenowskiego, promieniowania gamma i promieniowania korpuskularnego, który jest przeznaczony szczególnie do celów kontrolnych przy ochronie przed promieniowaniem za pomocą detektorów jonizacyjnych. Dla celów kontrolnych przy ochronie przed promieniowaniem wykorzystuje się prawie wyłącznie detektory jonizacyjne np. komory jonizacyjne i liczniki Geigera — Müllera.

Układy z komorą jonizacyjną mają tę wadę, że ich czułość na promieniowanie nie jest wystarczająca do wszystkich celów, szczególnie do pomiaru mocy dawki. Same komory muszą mieć duże wymiary i wagę. Poza tym nie można uniknąć wysokich kosztów na układ wska-

zuający (wielostopniowy wzmacniacz), oraz długiego czasu nastawiania wskazań. Czułość na promieniowanie jest polepszona jak wiadomo przez to, że komory są napełniane argonem lub mieszaniną argonu i azotu pod wysokim ciśnieniem. To wypełnienie komór pod wysokim ciśnieniem wymaga znaczniejszej grubości ścian szklanej, co wpływa ujemnie na jej przepuszczalność promieni i na zależność wskazań od energii, a ponadto powoduje zwiększenie wagi komór.

Gdy układ wskazujący jest wyposażony w licznik Geigera — Müllera, to nie do wszystkich celów jest układ wystarczająco niezależny od energii, a poza tym górna granica pomiarowa mocy dawki do wielu pomiarów jest za niska, przy czym zarówno jedno jak i drugie jest zjawiskiem niekorzystnym. Nie ma w tym układzie również możliwości oddzielnego pomiaru różnych rodzajów promieni z różną jonizacją pierwotną, oraz nie ma możliwości po-

*) Właściciel patentu oświadczył, że współtwórcami wynalazku są Ernst Alfred Frommhold i Helmut Pruchnik

miaru ilości promieniowania (dawki). Granice pomiaru mocy dawki można podwyższyć w ten sposób, że rurki cylindryczne liczników mają bardzo małe objętości co w połączeniu z wypełnieniem ich chlorowcami, czyni je mniej czułymi. Przy małych mocach promieniowania zwiększa się jednak przez to czas nastawiania.

Żaden z dwóch rodzajów detektorów nie może więc służyć jako część składowa takiego układu pomiarowego do ochrony przed promieniowaniem, który spełniałby jednocześnie wszystkie żądania stawiane w stosunku do idealnego detektora promieniowania.

Próbowano wytwarzać urządzenie kontrolne do ochrony przed promieniowaniem, w którym nie używano żadnego z opisanych wyżej detektorów, o znanych właściwościach, przy czym stosowano zwiększenie natężenia pola w komorze jonizacyjnej i to w takim stopniu, że w obszarze wyladowań, który zawierał specjalne napełnienie, argonem lub mieszaniną argonu i azotu zachodziła jonizacja zderzeniowa.

Dopóki pracuje się przy tym w zakresie proporcjonalnego wzmocnienia gazowego, ma się do czynienia z komorą jonizacyjną o zwiększonej sprawności. Znana taka komora do tego specjalnego celu, by obok promieniowania rentgenowskiego i promieniowania gamma, móc dokonać jeszcze pomiaru miękkiego promieniowania rentgenowskiego w tej samej komorze niezależnie od energii, wykazywała tylko zaletę zwiększonego pomiaru na skutek zastosowania regulowanego napięcia roboczego przy zastosowaniu względnie czułego woltomierza lampowego (wychylenie końcowe na podziałce ok. 1V) z liniowymi wskazaniami mocy dawki. Komora ta miała jednak istotną wadę, gdyż na skutek zastosowania ścian ze sztucznych tworzyw była ona nie szczelna, tak że przy bardzo wysokich współczynnikach temperaturowych wzmocnienia gazowego, odznaczała się krótkim okresem życia.

Przedmiotem niniejszego wynalazku jest usunięcie wad znanych układów z komorą jonizacyjną lub licznikiem Geigera-Müllera lub też z komorą jonizacyjną ze wzmocnieniem gazowym i liniowymi wskazaniami, mającą ściany ze sztucznego tworzywa, aby móc wykorzystać w pełni zalety wynikające ze wzmocnienia gazowego. Według wynalazku osiąga się to w ten sposób, że wykładniczą zależność między napięciem a wzmocnieniem gazowym istniejącą w komorze jonizacyjnej pracującej w swym zakresie propor-

cjonalnym, wykorzystuje się do logarytmicznych lub prawie logarytmicznych wskazań wartości promieniowania, przy czym stosuje się szeregowo połączenie zupełnie szczelnej komory wypełnionej gazem o temperaturze wrzenia leżącej poniżej temperatury roboczej, oraz źródła napięcia i oporności lub kondensatora, a spadek napięcia na tym ostatnim członie, powoduje wychylenie elektrostatycznego woltomierza włączonego równolegle do odbiornika promieniowania, przy czym woltomierz wykazuje wskazania zależne od wartości promieniowania, według funkcji logarytmicznej. Nowa komora jonizacyjna ze wzmocnieniem gazowym ma duży zakres pomiaru, mocy dawki, np. od 0,1 mr /godz. do 100 r/ godz., przy czym pomiaru dokonuje się jednym przyrządem bez potrzeby wymieniań lub przełączania różnych odbiorników promieniowania, co dotychczas było konieczne.

Z zastosowania jednego tylko przyrządu wynika automatycznie niezmienna zależność od energii i kierunku dla wszystkich zakresów pomiarowych.

Ponadto zastosowana tu komora mierząca prąd jonizacji ma względem przyrządów pracujących impulsowo, tę zaletę, że w wypadku przeciążenia unika się znanego niebezpieczeństwa przesterowania, a przyrząd, bez niebezpieczeństwa fałszywego wskazania, może być użyty do analizowania przepuszczających osłon przed promieniowaniem, oraz do wykazań promieniowania pulsującego (aparaty rentgenowskie w układzie półfalowym, przyspieszacze cząsteczek itd.).

Przy średnich mocach dawki (od 0,1 do 1 r/godz.), które nie dają się mierzyć zwykłymi licznikami jonizacyjnymi, a wymagają zastosowania komór jonizacyjnych o dużej pojemności i ciężarze, w przypadku zastosowania komory ze wzmocnieniem gazowym można pozostać przy bardzo małych wymiarach.

Konieczność stosowania w zwykłych komorach jonizacyjnych bardzo czułych wielostopniowych wzmacniaczy elektrometrycznych, które podwyższają koszt i ciężar, nie istnieje w komorze ze wzmocnieniem gazowym, gdyż ta ostatnia pracuje przy użyciu maksymalnych napięć wejściowych aż do wartości powyżej 100V, wobec czego można stosować przyrządy wskazujące, nie wymagające wzmocnienia, np. woltomierze elektrostatyczne.

Zmniejsza się również wskutek tego zapotrzebowanie mocy przez odbiornik dawek pro-

mieniowania ze źródła energii elektrycznej, np. względem chlorowcowego licznika jonizacyjnego o więcej niż cztery rzędy wartości. Szczególne znaczenie ma to dla urządzenia zasilanego z baterii oraz wykonanego jako aparatura przenośna.

Na skutek małego wymiaru i pojemności komory o wzmocnieniu gazowym, przy największej czułości na promieniowanie występuje mała stała czasu nastawienia wskazań. Inną zaletą jest to, że dawka i moc dawki mogą być mierzone w oparciu o definicję międzynarodowej jednostki „r”. Ponieważ wzmocnienie gazowe jest proporcjonalne do jonizacji pierwotnej, można więc łatwiej mierzyć w oddzielny sposób różne rodzaje promieniowania o bardzo różnej jonizacji pierwotnej, pomimo jednoczesnego ich występowania, jeśli tylko uczyni się komorę pomiarową czułą na dany rodzaj promieniowania (np. okna dla cząstek alfa, a dla wykrywania neutronów napełnienie trójfluorkiem boru BF_3).

Komora według wynalazku jest wykonana ze szkła lub metalu według wymagań wysokiej próżni. Jest ona zupełnie szczelna, a jej wewnętrzne powierzchnie są pozbawione gazów przez wypalanie tak, że zdolność magazynowania jest praktycznie nieograniczona. Gaz wypełniający komorę nie zawiera żadnej składowej, której punkt wrzenia leżałby wyżej niż najniższa temperatura robocza.

W połączeniu z katodą o niewielkim powierzchniowym pochłanianiu gazów, można osiągnąć niski współczynnik temperaturowy wzmocnienia gazowego.

Ściana komory pod względem materiału, grubości jest tak ukształtowana, jak tego wymagają rodzaje promieniowania, które mają być wykrywane. Znałe tego rodzaju środki polegają, np. przy pomiarze promieni Rentgena, na stosowaniu cienkich ścianek o grubości około 0,1 mm, wykonanych z tworzywa o „z” możliwie dorównyującym pod względem wartości powietrza, nie zawierającego wcale lub prawie wcale domieszek o wysokiej liczbie porządkowej „z”.

Do wykrywania promieniowania alfa lub beta środki takie polegają na zastosowaniu odpowiednich okien, które stosownie do potrzeby mogą być zamykane przez przesłony. W celu wykrycia neutronów ściana komory może być również wykonana w znany sposób lub można zastosować odpowiedni gaz wypełniający.

Szczególną cechą komory według wynalazku jest układ pierścienia ochronnego pozwalający na odprowadzenie ewentualnych prądów izolacji, o ile układ albo konstrukcja przyrządu czyni to koniecznym.

W specjalnym wykonaniu komora według wynalazku ma ścianę wykonaną ze szkła o możliwie dużej przewodności elektrycznej, przy czym jej powierzchnia wewnętrzna służy wtedy jednocześnie jako katoda. W celu odprowadzania prądu służy tu powłoka o dobrej przewodności elektrycznej, dzięki której wykonanie komory jest ułatwione. Komora ze wzmocnieniem gazowym według wynalazku, o wykładniczej zależności wzmocnienia gazowego od napięcia oraz z wykorzystaniem tej zależności do logarytmicznych lub prawie logarytmicznych wskazań wartości promieniowania, przedstawia sobą urządzenie zupełnie nowego rodzaju, które w określonym zakresie zastosowań ma specjalne zalety.

W przypadku komór ze wzmocnieniem gazowym różnica napięć powstająca w dużym zakresie przy zmianie wartości promieniowania, leży o jeden lub dwa rzędy wartości wyżej niż przy normalnych komorach jonizacyjnych w tej grupie czułości. Z tych własności urządzenia wynika, że wykonane na tej zasadzie, pomimo dużej czułości na promieniowanie może być wyposażone również w odporne na wstrząsy woltomierze mechaniczno-elektrostatyczne o małej czułości napięciowej, które w przeciwieństwie do wzmacniających układów lampowych, nie wymagają do wskazań żadnej energii napędowej i nadają się przez to szczególnie do pracy niezależnej od zasilania sieciowego.

Na rysunku fig. 1 przedstawia logarytmiczną zależność współczynnika wzmocnienia gazowego od napięcia dla promieniowania o różnych natężeniach, fig. 3 — komorę o wzmocnieniu gazowym do pomiaru mocy dawki w znanym układzie, fig. 4 — znany układ zasadniczy do liniowego pomiaru mocy dawki z szeregowym włączeniem detektora oporności roboczej, fig. 5 — układ według wynalazku do pomiaru mocy dawki, z detektorem i woltomierzem włączonym równolegle, fig. 6 — znany układ do pomiaru dawki z szeregowym połączeniem detektora i pojemności stanowiących człon całkowity, fig. 7 — układ według wynalazku do pomiaru dawki, z równoległym włączonym detektorem i woltomierzem oraz z szeregowo włączoną pojemnością całkowitą zamiast oporności roboczej stosowanej przy pomiarze mocy daw-

ki (według fig. 5), fig. 8 — znaną komorę jonizacyjną z kondensatorem jako członem magnetyzującym napięcie, będącym jednocześnie członem całkującym, która to komora służy do pomiaru dawki, przy czym ładowanie i pomiar są dokonywane przez dołączane układy, fig. 9 — ten sam znany układ do pomiaru dawki z oddzielną aparaturą ładującą, jednakże z pełnym wychyleniem woltomierza według wynalazku, przy położeniu „0” i z pojemnościową redukcją napięcia, fig. 10 — zależność według wynalazku napięcia na woltomierzu od dawki albo od dawki z układu według fig. 5 i 7, fig. 11 — zależność według wynalazku napięcia na woltomierzu od dawki albo mocy dawki odpowiednio do fig. 4, 5 i 9 o znanym układzie, fig. 12 — miernik dawki z komorą według wynalazku a fig. 13 — urządzenie ostrzegające przed promieniowaniem powodujące unuchomienie sygnału ostrzegawczego.

Komory według wynalazku bez trudu mogą być zastosowane we wszystkich znanych układach, poczynawszy od zwykłej komory jonizacyjnej. Zasadnicza różnica polega na tym, że muszą tu być postawione określone warunki odnośnie stabilności napięcia komory ze względu na charakterystykę komory o wzmocnieniu gazowym.

Na fig. 1 jest przedstawiona dokładnie zależność wzmocnienia gazowego od napięcia roboczego, podczas gdy na fig. 2 jest przedstawiona zależność współczynnika wzmocnienia od napięcia, dla promieniowania o różnym natężeniu, przez równoległe przesunięcia charakterystyk.

Znane urządzenie z gazową komorą wzmacniającą do pomiaru mocy dawki promieniowania rentgenowskiego i gamma, jest zbudowane według zasady przedstawionej na fig. 3. Źródło napięcia 1, komora 2 i opornik wysokoomowy 3 są połączone szeregowo. Pozostałe części — lampy 5, oporniki katodowe 4 i przyrząd wskazujący 6 stanowią woltomierz lampowy o wysokiej oporności wejściowej, który mierzy na oporniku 3 spadek napięcia proporcjonalny do mocy dawki.

Napięcie pracy komory nastawione tu jest każdorazowo w sposób stały dla danego współczynnika wzmocnienia gazowego a tym samym również samo wzmocnienie gazowe dla każdorazowo nastawionego zakresu pomiarowego. Maksymalny spadek napięcia na oporniku 3 wy-

biera się z tego powodu możliwie niski (ok. 1 V), a tym samym czułość napięciowa woltomierza musi być możliwie duża.

Zastosowanie zwykłych lamp wzmacniających o stosunkowo dużym prądzie siatki umożliwia włączenie kondensatorów zamiast opornika 3 do celów pomiaru dawki. Wszystkie przykłady wykonania według fig. 4—9 wykazują minimalny nakład elementów składowych, a mianowicie źródło napięcia zasilającego, komorę pomiarową 2, opornik wysokoomowy 3 zamiast niej kondensator 7 i poza tym przyrząd pomiarowy np. woltomierz elektrostatyczny 8 do pomiaru spadku napięcia.

Istnieje wiele źródeł napięcia, które bez użycia elementów galwanicznych lub baterii, są w stanie w każdej chwili dostarczyć niewielkiej mocy do obwodu pomiarowego, np. ręczne dynamo, układy ze spolaryzowanymi dielektrykami i ładunkami elektrycznymi, wywołanymi tarciem, piroelektryczność itd.

Fig. 4 przedstawia znany układ do pomiaru mocy dawki ze zwykłym równoległym układem miernika napięcia 8 i oporności roboczej 3.

Fig. 5 przedstawia zasadę układu komory 2 według wynalazku pracującej ze wzmocnieniem gazowym, przy czym komora 2 i miernik napięcia są połączone równolegle. Wzmocnienie gazowe umożliwia zastosowanie mechanicznych woltomierzy elektrostatycznych, które posiadają w przybliżeniu kwadratowy podział skali lub przynajmniej dla niskich napięć są bardzo nieczułe. Wskutek układu równoległego osiąga się to, że wskazania wartości promieniowania „0” następuje przy najwyższym napięciu a więc przy końcowym wychyleniu na podziałce woltomierza, przy którym woltomierz ma największą czułość. W ten sposób, pomimo mało czułego woltomierza osiąga się, względnie dużą czułość na dawki promieniowania. Poza tym szczególną zaletą jest również to, że wskazanie wartości promieniowania „0” (zero) pozwala jednocześnie ustalić istnienie i właściwą wysokość napięcia roboczego komory. W ten sposób pewność pracy i pomiaru względem znanych urządzeń o specjalnym nadzorze została znacznie podniesiona.

Fig. 6 przedstawia również znany układ do pomiaru dawki ze zwykłym układem równoległym miernika napięcia 8 i kondensatora całkującego 7 ładowanego w znany sposób. Znane dawkomierze kieszonkowe i kondensatorowe, w łatwy sposób można wyposażyć w komory o wzmocnieniu gazowym zamiast zwykłych komór jonizacyjnych. Może przy tym chodzić np.

o taki rodzaj urządzenie, w którym komora, kondensator, źródło energii elektrycznej i przyrząd wskazujący stanowią jedną całość, przy czym praca urządzenia może być z odczytem własnym lub obcym. Duże wzmocnienie gazowe komory stwarza możliwość zastosowania pojemności o względnie dużych wartościach pomimo dużej czułości na promieniowanie, a tym samym pozwala zmniejszyć wymagania odnośnie jakości izolacji.

Fig. 7 przedstawia ten sam według wynalazku układ równoległy miernika napięcia i komory podobnie jak na fig. 5. W ten sposób te same zalety jakie dotyczą układu na fig. 5 istnieją również przy pomiarze dawki.

Fig. 8 przedstawia układ pracujący z obcym źródłem energii do ładowania przez baterię 1 i obcym dołączanym z zewnątrz przyrządem pomiarowym. Również tu znaczne wzmocnienie gazowe pozwala zastosować większe pojemności, mimo dużej czułości na promieniowanie, i zmniejszyć w ten sposób do znośnego stopnia trudności uzyskania takiej izolacji, która powstrzymywałaby odpływ najmniejszych ładunków.

Fig. 9 przedstawia podobny układ do pomiaru dawki, w którym stosuje się wbudowany na stałe pomiarowy przyrząd całkujący. Do ładowania komory używa się źródła obcego. W tym układzie zastosowany jest dodatkowy pojemnościowy dzielnik napięcia, który za pomocą kondensatorów 9 i 10 dopuszcza do woltomierza tylko część napięcia czynnego na kondensatorze 7. Jednocześnie pełne wychylenie woltomierza odpowiada promieniowaniu „0” (zero). Dlatego też w przypadku nadejścia dawki promieniowania do urządzenia obciążenie napięciowe woltomierza i innych części jest niewielkie.

Fig. 10 przedstawia graficznie logarytmiczną zależność napięcia na woltomierzu od dawki albo mocy dawki zgodnie z układem na fig. 7 albo 5 według wynalazku, przy czym przebieg tej zależności jest prostoliniowy a jednocześnie widoczny jest wpływ równoległego układu miernika napięcia i komory z największym napięciem dla dawki „0” (zero).

Fig. 11 przedstawia w przeciwieństwie do fig. 10 odwrotny przebieg logarytmicznej charakterystyki dla układów z fig. 4, 6 lub 8, bez równoległego połączenia według wynalazku, miernika napięcia i komory jednakże ze wzmacniającą komorą gazową zamiast znanej zwykłej komory.

Fig. 12 przedstawia specjalne wykonanie układu według wynalazku, w którym woltomierz

mechaniczno-elektrostatyczny jest dobudowany bezpośrednio do komory, podobnie jak w dawkomierzach z komorami w postaci wieżowego pióra z wbudowanym elektrometrem strunowym. Podczas, gdy dotychczas do nadzorowania dużego zakresu dawek potrzeba było wielu dawkomierzy, dla tego celu według wynalazku potrzebne jest tylko jedno urządzenie wskazujące.

Urządzenie ma kształt wieżowego pióra w którym są umieszczone wszystkie potrzebne elementy. Właściwa komora 2 ma powłokę 12, cylindryczną katodę 13 i drut anodowy 14. Części składowe komory kończą się w cokołe 15, który jest połączony masą z kitu 16 z komorą 2 w jedną całość. Cyfrą 17 oznaczony jest drut podlegający skręcaniu, do którego przymocowana jest elektroda 18 mogąca się obracać tylko razem z drutem, który jest umocowany do krążków izolacyjnych 24. Elektroda 19 jest umocowana na stałe do ściany cokołu. Elektrody ładujące są oznaczone cyframi 20 i 21, przy czym podczas ładowania są one połączone z uchwytem 22 i przyłęczami 23.

Na skutek wzmocnienia gazowego napięcie pomiarowe jest bardzo wysokie co pozwala na odporną na wstrząsy budowę woltomierza tak, że według wynalazku można łatwo zrealizować urządzenie ostrzegające przed promieniowaniem, które uruchamia bezpośrednio sygnał akustyczny przy przekraczaniu z góry określonej wartości granicznej nastawianej za pomocą śruby (25) (fig. 13). Ruchoma elektroda 26 woltomierza 8 tworzy wierny zestaw przez śrubę 25 umocowaną w izolatorze 27, i w ten sposób zamyka obwód prądu dla nadajnika sygnału 28, przy przekroczeniu określonej wartości napięcia na woltomierzu. Nadajnik sygnału jest zasilany ze źródła energii elektrycznej 29.

Zamiast kondensatora 7 na fig. 13 można również zastosować opornik wysokoomowy 3 według fig. 4, 5.

Wynalazek pozwala więc na wykonanie urządzenia pomiarowego do ochrony przed promieniowaniem o znacznie rozszerzonym zakresie zastosowań przy zmniejszonym nakładzie środków technicznych.

W połączeniu z bardzo nieczułym elektrostatycznym woltomierzem wykazującym końcowe wychylenie na podziałce 1,5 KV przy zastosowaniu komory o wzmocnieniu gazowym według wynalazku, o objętości około 10 cm³, można otrzymać najmniejsze wartości mierzone wynoszące od ok. 1 do 10 mr/godz. Zakres pomia-

rowy rozciągałby się wtedy na wiele rzędów wartości wzwyż.

Tego rodzaju aparatura nadaje się więc dobrze jako dawkomierz dla nadzoru terenu.

Zastrzeżenia patentowe

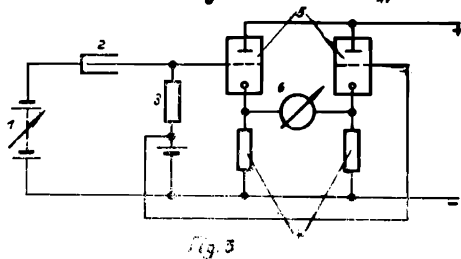
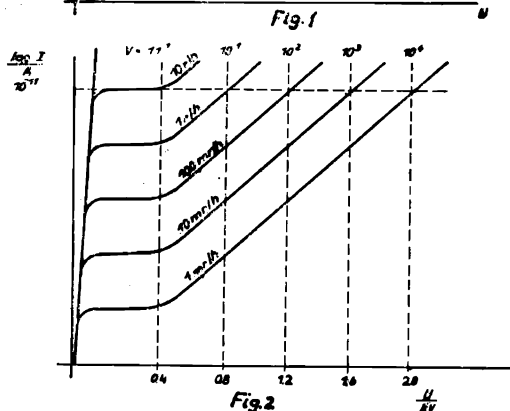
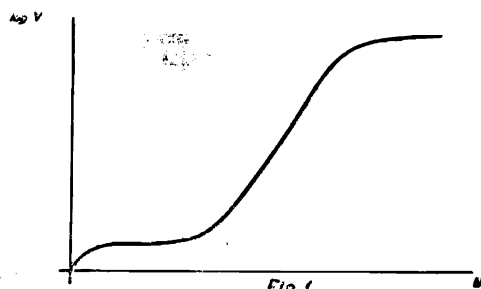
1. Układ pomiaru promieniowania o znacznej czułości i dużym zasięgu pomiaru, zwłaszcza do pomiaru promieni Rentgena i gamma, z logarytmiczną podziałką i stosunkowo nieczułym elektrostатыcznym woltomierzem w połączeniu z komorą jonizacyjną ze wzmocnieniem gazowym o długiej żywotności i małym współczynniku temperaturowym, znamieny tym, że komora, wykonana jest

ze znanego tworzywa stosowanego w technice wysokopróżniowej, np. ze szkła lub metalu, i wypełniona gazem, jest włączona równolegle z woltomierzem elektrostатыcznym.

2. Układ według zastrz. 1, znamieny tym, że końcowemu wychyleniu na skali woltomierza odpowiada dawka lub moc dawki równa zero, które równocześnie mierzy napięcie robocze.

VEB Vakutronik

Zastępca: mgr Józef Kamiński
rzecznik patentowy



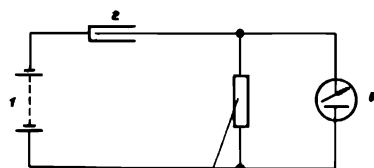


Fig. 4

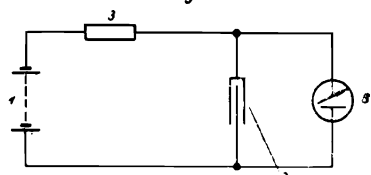


Fig. 5

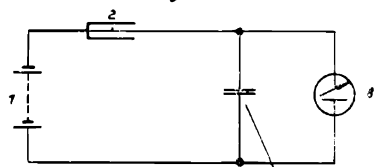


Fig. 6

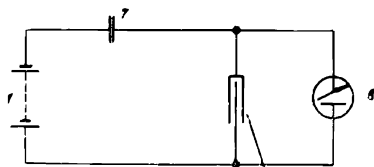


Fig. 7

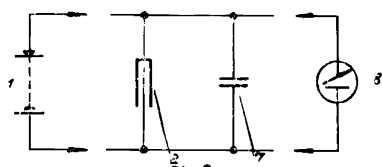


Fig. 8

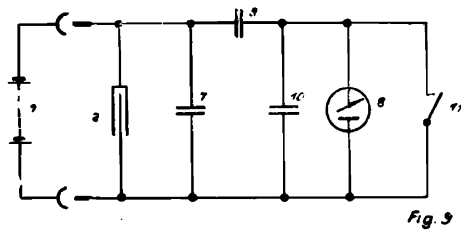


Fig. 9

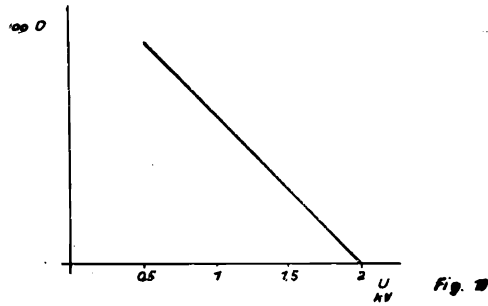


Fig. 10

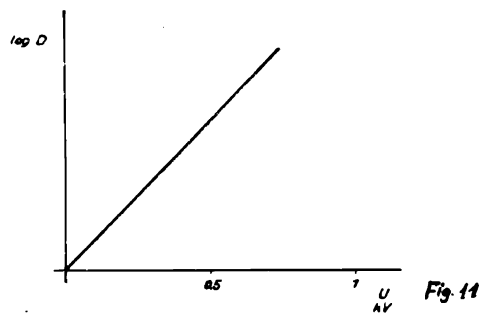


Fig. 11

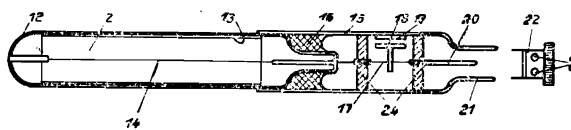


Fig. 12

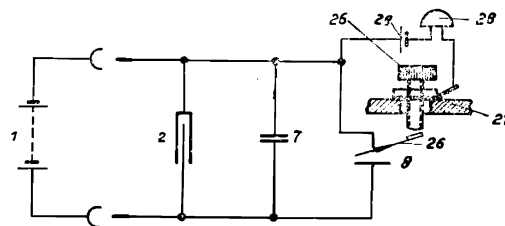


Fig. 13