

URZĄD PATENTOWY
w WARSZAWIE *10/35/00*
OPIS PATENTOWY

Nr 31715

Kl. 21 g, 17/01

Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin

**Lampa Röntgena do prześwietlania ciał wydrążonych
i urządzenie z tą lampą**

Zgłoszono 6 marca 1939

Udzielono 20 kwietnia 1943

Pierwszeństwo: 5 marca 1938 (Niemcy)

Lampy Röntgena, służące do prześwietlania ciał wydrążonych, muszą przy dużej długości posiadać małą średnicę oraz małą plamę ogniskową, gdyż odstęp między plamą ogniskową a przedmiotem przeważnie jest bardzo mały; dalej lampy te muszą być jak najbardziej uniezależnione od obcych pól.

Fig. 1 rysunku przedstawia lampę Röntgena, nadającą się do tego celu, w której na antykatodzie 1, znajdującej się w bardzo dużej odległości od katody 2 w końcu rury anodowej 3, wytwarzana jest plama ogniskowa o średnicy około 2 mm. Przy tym układzie jest jednak rzeczą bardzo trudną wystarczająco dokładnie wyśrodkować rurę anodową i katodę. Prócz tego obce

pola magnetyczne, np. pole ziemskie, odchylają promień tak, że nie zawsze plama ogniskowa znajduje się w tym samym miejscu antykatody. Próbowano przeto zmniejszyć plamę ogniskową przez dodanie współosiowych cewek magnetycznych, umieszczonych naokoło rury anodowej. Dzięki temu przy odpowiednim układzie plama ogniskowa została bardzo silnie zmniejszona. Wskutek dodania cewek po pierwsze zwiększona została w mierze niepożądaną średnicą części wprowadzanej do ciała wydrążonego, a po wtóre utrudniona została praca, gdyż zarówno lampa, jak i cewka musiały być zasilane napięciem stałym, o ile kształt i położenie plamy ogniskowej miały być zawsze te same. Zasilanie tętniącym

napięciem stałym lub napięciem zmiennym nie daje zadowalających rezultatów.

Według innego projektu wielkość plamy ogniskowej została zmniejszona przy pomocy soczewek elektrostatycznych. Soczewki te muszą być jednak umieszczone wewnątrz lampy. Wskutek tego komplikuje się nie tylko budowa, ale również układ połączeń lampy. Jeżeli stosuje się zwykłą soczewkę, wówczas napięcie między anodą a elektrodą soczewkową musi być w przybliżeniu tak duże, jak napięcie między anodą a katodą; w lampach Röntgena rząd wielkości tego napięcia wynosi w przybliżeniu 100 kV. Ma to ten skutek, że elektroda soczewkowa posiada w przybliżeniu ten sam potencjał co i katoda. Ponieważ ze względu na bezpieczeństwo pracy nie mogą być przekroczone pewne największe natężenia pola, przeto rozmiary soczewki muszą być bardzo duże. Ponieważ w celu uzyskania wystarczająco zmniejszonego obrazu soczewka musi być umieszczona w dość dużej odległości od katody, przeto uzyskuje się dość nieporęczną lampę, której średnica wynosiłaby już około 100 mm przy napięciu roboczym około 150 kV. Lampy o takiej średnicy są jednak nieodpowiednie dla badań ciał wydrążonych.

Inny sposób zmniejszenia plamy ogniskowej polega na zastosowaniu soczewki przyspieszającej (soczewki imersyjnej). Elektronów są przyspieszane nasamprzód do napięcia pośredniego, a następnie do potencjału antykatody. Tego rodzaju soczewki mają tę zaletę w porównaniu z soczewkami zwykłymi, że mogą być umieszczone bliżej katody, bez pogorszenia współczynnika odwzorowania. Posiadają jednak tę wadę, że przy stosowaniu ich przekrój wiązki promieni jest daleko większy, niż by był, gdyby elektrony były przyspieszane od razu do wartości dużego napięcia. Z tego powodu zarówno soczewki, jak i rura muszą posiadać dużą średnicę. Następną wadą soczewki imersyjnej jest to, że potencjał

pośredni bliższy jest potencjałowi katody niż antykatody, wskutek czego przyrządy, służące do regulacji wielkości plamy ogniskowej, znajdują się praktycznie rzecz biorąc na wysokim ujemnym potencjale katody.

Znaczny postęp można osiągnąć dzięki zastosowaniu środka skupiającego w postaci szeregu soczewek pojedynczych. Fig. 2 przedstawia schematycznie taką lampę, w której elektrody 4 znajdują się na potencjale antykatody, a elektrody 5 na potencjale pośrednim. Przy tym układzie napięcie soczewek i średnica soczewek mogą być utrzymane na znacznie mniejszych wartościach. Jest rzeczą korzystną stosować na przemian soczewki przyspieszające i opóźniające, aby wystarczyło jedno napięcie regulacyjne. Przy stosowaniu dziesięciu stopni skupiających wystarcza jedno regulowane ewentualnie napięcie soczewkowe o wartości około 10.000 V względem anody. Jednak wbudowanie takiego układu poszczególnych soczewek w lampę jest bardzo trudne. Prócz tego ze względu na umocowanie elektrod soczewkowych i doprowadzenie do nich napięcia zewnętrzna średnica lampy wypada stosunkowo duża. Wszystkich tych wad uniknięto w lampie Röntgena według wynalazku, a to dzięki zastosowaniu soczewek niesymetrycznych osiowo. Przy stosowaniu tych soczewek przekroje połączeń mechanicznych i elektrycznych między elektrodami o tym samym potencjale nie są większe niż w zwykłych elektrodach soczewkowych.

Fig. 3 — 9 przedstawiają częściowo schematycznie przykłady wykonania wynalazku. Katoda 2 z urządzeniem do nadawania kierunku elektronom znajduje się w dużym odstępnie od zwierciadła antykatodowego 1, umieszczonego na końcu cienkiej rury anodowej 3. Napięcie pośrednie do elektrody soczewkowej 6 jest doprowadzane przewodem 7. Elektroda 6 posiada śrubowy otwór 8, przez który pole rury anodowej 3

wchodzi do wnętrza elektrody i oddziaływa na elektrony. O sposobie działania tej elektrody soczewkowej, wykonanej w postaci zwijki, można wyrobić sobie przybliżone pojęcie zestawiając działanie większej liczby soczewek pojedynczych. Grubość soczewki zależy od przechwytu pola rury anodowej. Potencjał soczewki może być dodatni lub ujemny względem potencjału anodowego. Na ogół jest rzeczą korzystną obrać potencjał ujemny. Jeżeli elektroda soczewkowa jest ujemna, wówczas soczewka, oznaczona cyfrą 9 między końcem rury soczewkowej a rurą anodową, jest znaną soczewką przyspieszającą, leżącą na wprost rury anodowej. Ponieważ wobec zastosowania kilku soczewek o mniejszym napięciu soczewkowym można pracować przy napięciu rzędu wielkości 10 kV lub mniejszym, przeto zewnętrzna średnica rury anodowej może być bardzo mała. Przy rurze na 150 kV napięcia roboczego średnica ta może wynosić tylko około 20 — 25 mm; w pewnych okolicznościach jest nawet rzeczą możliwą stosować znacznie mniejszą średnicę. Długość rury może być nadzwyczaj duża, gdyż dzięki odpowiedniemu rozdzieleniu pojedynczych soczewek na całkowitą jej długość można uzyskać mały przekrój wiązki promieni. Przy rurach bardzo długich w stosunku do ich średnic zaleca się w miejscu, w którym wiązka wypełnia przekrój poprzeczny elektrody 6 w stosunku około 10 — 50%, promienie jej kierować w przybliżeniu równoległe przy pomocy jednej lub kilku soczewek oraz skupiać je dopiero w pobliżu plamy ogniskowej. Jeżeli chodzi o wytwarzanie bardzo małej plamy ogniskowej, jest rzeczą bardziej korzystną zaopatrzyć koniec rury w wycięcie śrubowe tylko w pobliżu plamy ogniskowej.

Opisywana elektroda soczewkowa z wycięciem śrubowym jest podana tylko jako przykład elektrod soczewkowych według wynalazku niesymetrycznych osiowo. Można również rurę kołowo-cylindryczną zao-

patrzeć w otwory kołowe lub prostokątne, przez które przechodziłoby pole anodowe. Działanie powstałych przy tym odcinków między poszczególnymi otworami może być wyrównane przez utworzenie większej liczby tego rodzaju otworów, jeżeli będą one w stosunku wzajemnym tak umieszczone, że nie wszystkie odcinki znajdują się na jednej prostej równoległej do promienia elektronów. Dzięki takiemu przedstawieniu wzajemnemu otworów można osiągnąć to, że promień pomimo działania powstałych odcinków przechodzi poprzez elektrodę soczewkową w kierunku jej osi. Aby zwiększyć przechwyt przez otwory, rura anodowa może posiadać, jak przedstawiono na fig. 4 i 5, nasadki 10, zwiększające przechwyt przez otwory 11 elektrody soczewkowej.

Elektroda soczewkowa i elektrody zewnętrzne, jak również rura anodowa, nie potrzebują posiadać kształtu kołowo-cylindrycznego. Zespół soczewkowy o dostatecznie małych uchybach może być wykonany np. z rur o przekroju prostokątnym.

Praca różnych lamp może odbywać się w różnych układach połączeń. Najprościej jest zastosować napięcie stałe dla anody i elektrody soczewkowej w układzie połączeń przedstawionym na fig. 6. Elektroda soczewkowa 6 jest przyłączona do nastawnego zaczepek źródła napięcia stałego. Stosunek napięcia elektrody soczewkowej do napięcia anodowego jest określony dla danej wielkości plamy ogniskowej. Z reguły napięcie soczewki ustala się tak, aby plama ogniskowa była jak najmniejsza. Zmieniając napięcie soczewki, zwiększa się plamę ogniskową, o ile jest to potrzebne z jakichkolwiek względów, np. w celu zastosowania dużego obciążenia.

Na ogół lampę Röntgena według wynalazku zasila się z urządzenia wysokiego napięcia, składającego się z transformatora i prostownika. Aby wielkość plamy ogniskowej można było regulować do-

wolnie, zaleca się stosować dwa oddzielne prostowniki do wytwarzania napięcia anodowego i napięcia soczewkowego, aby napięcie soczewkowe mogło być regulowane po stronie pierwotnej niezależnie od napięcia anodowego. Ponieważ różnica potencjału między elektrodą soczewkową a uziemioną anodą jest mała w stosunku do napięcia anodowego, przeto zwiększenie nakładu środków z powodu oddzielnego wytwarzania napięcia soczewkowego jest stosunkowo małe. Fig. 7 przedstawia przykład takiego układu połączeń. Urządzenie wysokiego napięcia do wytwarzania napięcia anodowego składa się z transformatora 12, regulowanego po stronie pierwotnej, lamp prostowniczych 13 i kondensatora wygładzającego 14. Urządzenie wysokiego napięcia do wytwarzania napięcia soczewkowego składa się z transformatora 15, regulowanego po stronie pierwotnej, lamp prostowniczych 16 i kondensatora wygładzającego 17.

Ponieważ skupienie promieni elektrowych nie zmienia się tak długo, jak długo stosunek napięcia soczewkowego do napięcia anodowego jest stały, przeto anoda i soczewka mogą być zasilane również pulsującym napięciem stałym, o ile tylko oba napięcia będą podobne do siebie i o tej samej fazie. W pewnych okolicznościach jest przeto rzeczą możliwą pominąć oba kondensatory 14 i 17. W rzeczywistości w tym przypadku podczas każdego okresu promienie Röntgena zmieniają swą twardość.

Fig. 8 przedstawia układ połączeń urządzenia służącego do zasilania lampy zmiennym napięciem. Oba transformatory 18 i 19 mogą być wykonane jako regulowane po stronie pierwotnej. Może być również użyty wspólny transformator z nieruchomym lub ruchomym zaczepem dla napięcia soczewkowego. Wadą tego urządzenia jest małe średnie natężenie

wiązki promieni, gdyż może być wykorzystana w nim tylko jedna połówka fali prądu zmiennego. Przy przenośnych aparatach nie bierze się na ogół w rachubę tej wady, a to ze względu na mały ciężar urządzenia.

Można również zasilać anodę pulsującym napięciem stałym (fig. 7) bez kondensatora 14, a elektrodę soczewkową przyłączyć do źródła napięcia zmiennego, jak na fig. 8. Dla działania skupiającego jest miarodajny stosunek różnicy potencjału elektrody soczewkowej i anody do różnicy potencjału katody i anody. Jeżeli do zasilania anody stosuje się pulsujące napięcie stałe, a do zasilania soczewki bardzo małe napięcie zmienne, wówczas w czasie okresu, w ciągu którego soczewka ma względem anody potencjał o takim samym znaku, jak katoda, stosunek ten ma wartość nieco tylko większą, niż w czasie następnej półfali, w ciągu której soczewka ma względem anody potencjał przeciwnego znaku, niż katoda. Gdy napięcie soczewkowe rośnie, coraz więcej różni się koncentracja w czasie pierwszej półfali od koncentracji w czasie drugiej półfali. Aby współczynnik odwzorowania uczynić ten sam w obu półfalach, stosuje się z korzyścią do zasilania elektrody soczewkowej niesymetryczne napięcie zmienne, a mianowicie podczas półfali, w której soczewka ma względem anody potencjał o tym samym znaku co katoda, potrzebne jest mniejsze zmienne napięcie soczewkowe, niż w czasie następującej po tym półfali, w której elektroda soczewkowa ma względem anody potencjał o przeciwnym znaku niż katoda. Na ogół nie jest jednak rzeczą konieczną stosować do zasilania elektrody soczewkowej napięcie o takim kształcie krzywej, aby dla każdej chwili okresu stosunek napięć, miarodajnych dla odwzorowania, był dokładnie stały. Wystarczającą dokładność osiąga się, gdy ten stosunek jest przy wartościach

maksymalnych możliwie dokładnie ten sam.

Opisany zespół soczewek nie tylko służy do skupiania promieni elektronowych, lecz jednocześnie przyczynia się do kompensacji magnetycznych pól obcych, gdyż każda z soczewek elektronowych chroni promienie przed odchyłaniem ich przez pola obce. To działanie soczewek występuje w szczególnie dużej mierze w urządzeniu według wynalazku, ponieważ elektroda soczewkowa składa się z dużej liczby pojedynczych soczewek, rozłożonych na dużej części długości rury anodowej. Na ogół napięcie soczewkowe ustala się tak, aby pierwszy punkt skupienia wiązki promieni elektronowych przypadł na zwierciadło płamy ogniskowej 1. Jeżeli przekrój wiązki promieni ma być bardzo mały, a pola obce tylko w nadzwyczaj małej mierze mają oddziaływać na położenie płamy ogniskowej, wówczas okazuje się rzeczą korzystną ogniskować wiązkę wielokrotnie, np. w punktach 20, jak to przedstawia fig. 9.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Lampa Röntgena do prześwietlania ciał wydrążonych, mająca rurę anodową długą w stosunku do jej średnicy, znamienna tym, że elektroda soczewkowa, umieszczona w rurze anodowej, posiada otwór lub otwory, przez które przechodzą pola, skupiające promienie elektronowe.

2. Lampa Röntgena według zastrz. 1, znamienna tym, że otwór (8) elektrody soczewkowej jest śrubowy.

3. Urządzenie z lampą Röntgena według zastrz. 1, 2, znamienne tym, że ma tak dobrany stosunek napięcia anodowego do napięcia soczewkowego, iż na drodze między katodą a zwierciadłem płamy ogniskowej występuje jeden lub kilka węzłów promieni.

4. Urządzenie z lampą Röntgena według zastrz. 1, 2, znamienne tym, że do zasilania anody i soczewki zawiera dwa oddzielne zespoły prostownicze wysokiego napięcia, z których przynajmniej jeden, najkorzystniej służący do zasilania soczewki, jest regulowany.

5. Urządzenie z lampą Röntgena według zastrz. 4, znamienne tym, że oba zespoły wysokiego napięcia wytwarzają pulsujące napięcie stałe.

6. Urządzenie z lampą Röntgena według zastrz. 1, 2, znamienne tym, że anoda jest zasilana pulsującym napięciem stałym, a elektroda soczewkowa — napięciem zmiennym.

7. Urządzenie według zastrz. 6, znamienne tym, że elektroda soczewkowa jest zasilana niesymetrycznym napięciem zmiennym.

Allgemeine
Elektricitäts-Gesellschaft
Zastępca: inż. J. Wyganowski
rzecznik patentowy

Fig. 1

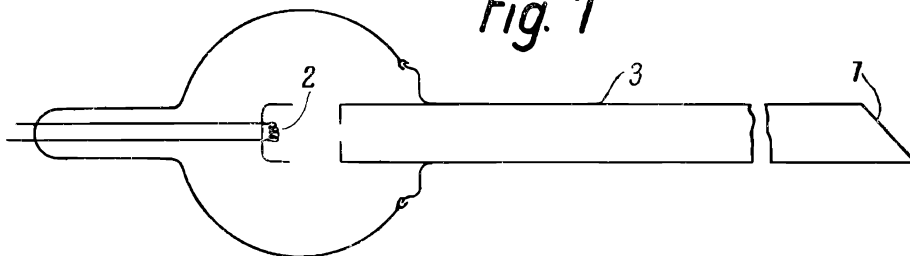


Fig. 2

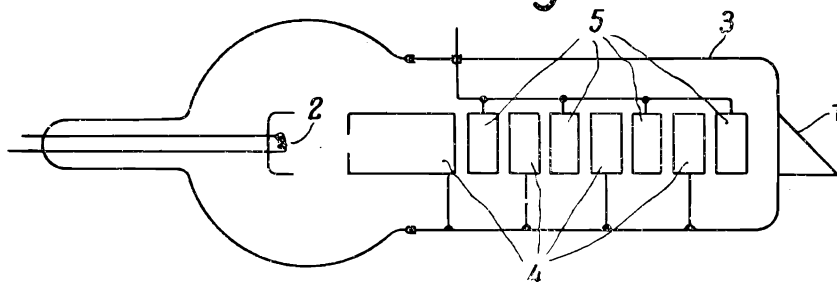


Fig. 3

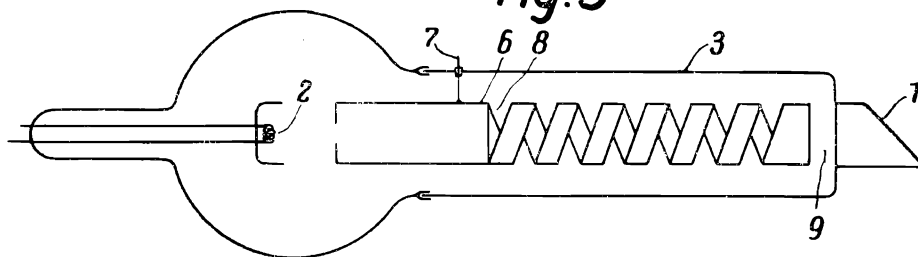


Fig. 4

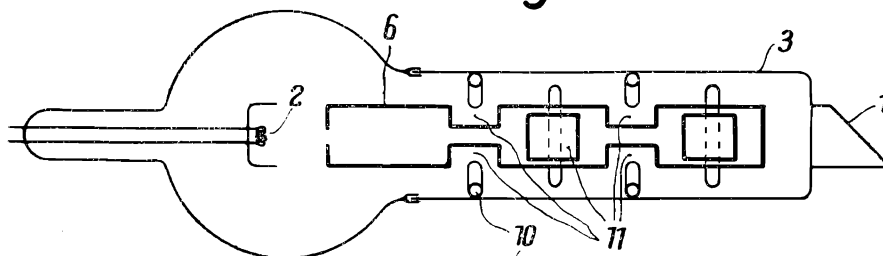


Fig. 5

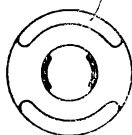


Fig. 6

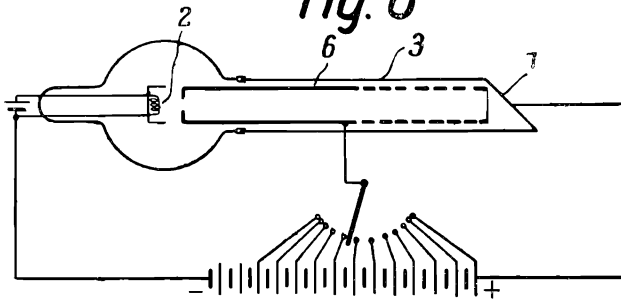


Fig. 7

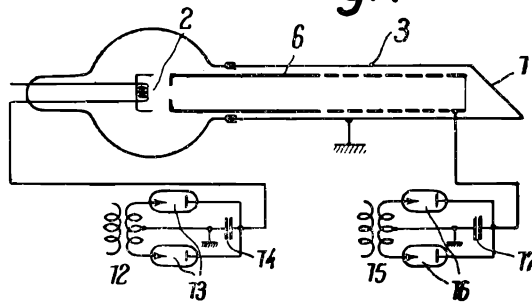


Fig. 8

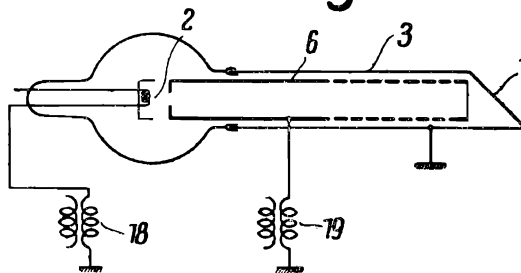


Fig. 9

