

URZĄD PATENTOWY w WARSZAWIE OPIS PATENTOWY

Nr 30563

Kl. 21 a¹, 32/54

Radioaktiengesellschaft D. S. Loewe, Berlin-Steglitz

H01j 31/00

Układ połączeń wiązkowej lampy katodowej i lampa do stosowania w tym układzie połączeń

Zgłoszono 20 czerwca 1936

Udzielono 4 maja 1942

Pierwszeństwo: 27 czerwca 1935 (Niemcy)

Zagadnienie wytwarzania jak najmniejszej i jak najjaśniejszej plamki świetlnej, występujące w technice telewizyjnej i przy budowie oscylografów, rozwiązuje się, jak wiadomo, za pomocą elektronowo-optycznego odwzorowania na ekranie fluoryzującym powierzchni katody o pewnej określonej wielkości lub też otworu w przesłonie przy zastosowaniu soczewek elektrycznych lub magnetycznych. Wiadomo, że wielkość plamki jest wyznaczona z jednej strony przez znane z optyki elementarnej prawo stosunku odległości, z drugiej zaś strony przez stosunek prędkości elektronów, względnie przez kwadratowy pierwiastek ze stosunku napięć, panujących w przestrzeni przedmiotu i przestrzeni obrazu i udzielających elektronom odpowiednich

przyśpieszeń. Dotychczas stosowane były wyłącznie takie urządzenia, w których elektrony przebiegały przez całą przestrzeń od strony przedmiotu, od przesłony aż do pierwszej soczewki odwzorowującej, z prędkością stałą. Zazwyczaj stosowane były tutaj jeszcze rury metalowe, sięgające aż do pierwszej soczewki i połączone elektrycznie z przesłoną. Przy zastosowaniu soczewki elektrostatycznej rura ta posiadała zwykle napięcie niższe, niż druga elektroda soczewki, która najczęściej jest też ostatnią anodą. W ten sposób wyzykuje się w dogodny sposób znaną zależność

$$\phi_s = \phi_{bl} \frac{l_s}{l_b} \sqrt{\frac{e_b}{e_a}}$$

ażeby otrzymać małe rozmiary $\varnothing_s$ obrazu, ponieważ napięcie przesłony i rury jest z natury rzeczy zawsze mniejsze, niż napięcie poza anodą. [Symbole, użyte we wzorze powyższym, posiadają znaczenia następujące: $\varnothing_s$ względnie $\varnothing_{bl}$ — średnice plamki (obrazu) względnie odwzorowywanego przedmiotu (np. otworu w przesłonie), l_s względnie l_b — odległości soczewki od ekranu względnie od przedmiotu, e_b względnie e_a — potencjały, panujące w miejscu przedmiotu względnie ekranu, odniesione do potencjału katody].

Na fig. 1 przedstawiona jest taka klasyczna lampa telewizyjna. Przesłona 1 stanowi dno rury 2. Rura ta posiada potencjał niższy, niż anoda 3. Odległość anody od ekranu 4 wynosi l_s , odległość od przesłony l_b . Do anody doprowadza się pełne napięcie e_a z baterii 5, podczas gdy napięcie e_b rury względnie katody 6 stanowi tylko część tego pierwszego.

Celem wynalazku jest otrzymanie jeszcze mniejszej plamki obrazowej, niż to można osiągnąć na podstawie powyższego równania, i to bez powiększania odległości l , przedstawionych na rysunku. Wynalazek opiera się na następującym rozważaniu.

Niechaj elektron, przebiegający przez otwór w przesłonie 1, porusza się z prędkością v pod pewnym kątem do osi lampy. Prędkość tę można rozłożyć na dwie składowe, a mianowicie na prędkość osiową v_x oraz prędkość poprzeczną v_y . Zasadnicza myśl wynalazku polega na tym, aby prędkość poprzeczną v_y pozostawić bez zmiany, natomiast wartość prędkości osiowej v_x utrzymać jak najmniejszą, aż do chwili osiągnięcia przez elektron soczewki, w tym celu, aby elektrony zużywały dużo czasu na przejście od przesłony do soczewki, powiększyć zaś znacznie tę prędkość w samej soczewce. Idealny stan rzeczy, którego wprowadzić nie można całkowicie osiągnąć za pomocą podanego niżej przykładu wy-

konania, ale do którego należy dążyć, jest przedstawiony na fig. 2. Figura ta przedstawia krótką soczewkę, która sama przez się wywiera na elektrony działanie jedynie w kierunku y , to jest poprzecznym, skupiając je z potrzebną siłą. Soczewka ta, opisana w brytyjskim opisie patentowym nr 442 511 (fig. 3, 4 i 5), składa się zasadniczo z dwóch płaskich płytek 7 i 8, posiadających ten sam potencjał. Pomiedzy tymi płytkami umieszczony jest cylinder 9, znajdujący się na niższym potencjale dodatnim. Elektrony wbiegające do tej soczewki nie ulegają przeto przyśpieszeniu ani opóźnieniu lecz jedynie zboczeniu. Wyobraźmy sobie teraz elektryczną warstwę podwójną 10, 11, posiadającą tę właściwość, że działa ona na elektrony jedynie w kierunku osi x , to jest przyśpieszająco, nie wywiera jednak działań bocznych. Okładzina 11 warstwy podwójnej jest połączona z płytką 7, podczas gdy okładzina 10 posiada niższe napięcie. Całość ma posiadać niewielkie rozmiary w porównaniu z rozmiarami rury i odległością od ekranu. Jeżeli teraz jakiś elektron dobiega do punktu 12 z niewielką prędkością v_x , przechodząc od przesłony 1, to warstwa podwójna 10, 11 wywołuje z początku tylko powiększenie składowej v_x i podnosi ją do wartości np. V_x . Na składową v_y warstwa ta nie wywiera żadnego wpływu.

Równoległobok prędkości 12, 13, 14 przekształca się przeto po przejściu elektronu przez warstwę podwójną 10, 11 w równoległobok 12, 15, 16. Przedłużając przekątną 12/16 w tył, można znaleźć nowy pozorny punkt 1' wyjścia elektronu, który jest położony poza soczewką w odległości większej, powiększonej w stosunku $V_x : v_x$. Prawo stosunku odległości zostaje przeto skorygowane o współczynnik prędkości, czym tłumaczy się zarazem, w jaki sposób osiąga się zmniejszenie elektro-nowo-optyczne, wykraczające poza elementarne optyczne prawo odległości.

Zgodnie z tymi wyjaśnieniami według wynalazku należy dążyć do tego, aby:

1. elektrony przebiegały przez otwór w przesłonie z jak najmniejszą prędkością, zużywały jak najwięcej czasu do osiągnięcia soczewki i miały tę małą prędkość o ile możliwości aż do chwili osiągnięcia soczewki głównej;

2. nabierały jak największego przyspieszenia z chwilą osiągnięcia soczewki głównej i przebiegały przestrzeń od soczewki do ekranu ze znacznie większą prędkością.

Poniżej opisanych jest kilka sposobów spełnienia tych warunków.

Na fig. 3 rura z fig. 1 jest narysowana jeszcze raz, jednakże z tą różnicą, że przesłona 1 jest odizolowana od rury 2. Dzięki temu do przesłony 1 można przyłożyć napięcie jeszcze niższe, niż do rury 2. W tym celu bateria anodowa 5 posiada podwójny dzielnik. Suwak dzielnika 17, mający wyższe napięcie, jest przyłączony do rury 2, przesłona zaś 1 ma napięcie niższe. Ażeby uniknąć przedwczesnego przyspieszenia elektronów i zachować jak najdłużej ich małą prędkość, krawędź rury 2 i przesłonę 1 umieszcza się według wynalazku w jak największej odległości od siebie. Aby uniknąć zakłóceń elektrostatycznych, ścianice szklanej 19 lampy, o której zakłada się zresztą, że jest ona, praktycznie biorąc, nieskończenie odległa od punktów, w których promienie padają na ekran, nadaje się pewien określony potencjał, np. potencjał przesłony 1. Ważne jest, aby średnica rury oraz szyjki bańki lampy, to znaczy wszystkie wymiary poprzeczne, były tak wielkie w stosunku do średnicy wiązki promieni, aby powierzchnie ekwipotencjalne miały w obrębie wiązki postać płaszczyzn, prostopadłych do wiązki. W tych warunkach elektrony przebiegają pierwszą część swej drogi wzdłuż linii prostych, w kierunku, który otrzymały w otworze przesłony.

Ażeby otrzymać płaski kształt powierzchni ekwipotencjalnych we wnętrzu

rury przyspieszającej 2, można zastosować jeszcze inne środki, opisane np. w patencie brytyjskim nr 421 050. Rurę według tego patentu sporządza się mianowicie nie z metalu lecz z materiału źle przewodzącego. Rurę tę włącza się jej końcami pomiędzy punkty o różnych napięciach. Potencjały ścianek wówczas wzrastają prostoliniowo. To samo dotyczy wnętrza rury. Ponieważ w tych warunkach nie ma gradientu potencjału w kierunku poprzecznym do rury, przeto także i tutaj elektrony, wbiegające do takiej rury opornikowej w kierunku ukośnym, nie doznają żadnych sił, łamiących ich tory. Jest to właśnie według wynalazku stan idealny. Wewnątrz rury elektrony przebiegają zatem po torach krzywych, odpowiadających dokładnie parabolom rzutu pochyłego. Dzięki zastosowaniu tych środków osiąga się przeto pozorne powiększenie odległości przedmiotu, a przeto też i pożądane zmniejszenie obrazu, i to tym bardziej, im niższy jest potencjał wejściowy u przesłony 1.

Rurę taką, sporządzoną z jednolitego materiału oporowego, można według wynalazku zastąpić przez śrubę opornikową o małym skoku.

Stosowanie niskiego napięcia na przesłonie 1 napotyka w praktyce na pewne przeszkody. Duży otwór w przesłonie można wprowadzić z powodzeniem odwzorować w postaci małej, ostrej plamki na ekranie 4, przy czym w równaniu, określającym to odwzorowanie, występuje potencjał przestrzeni przedmiotu niższy, niż to odpowiada lampie według fig. 1, jednakże otrzymanie dostatecznie silnego prądu elektronowego z katody napotyka na trudności przy tak niskim napięciu początkowym przesłony 1. Aby zaradzić temu, według wynalazku stosuje się dodatkowy układ siatek ochronnych pomiędzy katodą 6 a przesłoną 1. Według wynalazku pomiędzy katodę 6, przed którą zresztą można również umieścić siatkę rozrządczą 20 w

postaci przesłony z otworem, a przesłonę 1 wstawia się siatkę ochronną 21. Tej siatce ochronnej można bez obaw nadać potencjał wyższy, niż przesłonie 1. Z katody 6 można przeto w ten sposób wydobyć bardzo silny prąd elektronowy. Prąd ten doznaje pewnej koncentracji wstępnej ze strony cylindra 22. Cylinder ten musi w tym celu posiadać niższe napięcie niż 21. Napięcie to można dokładnie nastawić za pomocą suwaka 33 dzielnika; można też zamiast tego przyłączyć cylinder 22 wprost do przesłony 1, jeżeli nastawi się odległość ogniskową przez geometryczne nastawienie długości względnie stosunku średnicy do długości cylindra 22. Układ złożony z części 22 i 1 działa wówczas jako soczewka opóźniająca, która skupia i zarazem opóźnia elektrony. W ten sposób można osiągnąć to, żeby wydobyty z katody silny prąd elektronowy przechodził niemal bez strat i z małą prędkością przez otwór w przesłonie 1.

W praktyce stosowane były lampy opisanego typu z zastosowaniem następujących napięć i wymiarów: napięcie anody 3 względem katody = 2000 woltów, napięcie rury = 2800 woltów, napięcie przesłony 1 = zaledwie 100 woltów, napięcie siatki ochronnej 21 = do 250 woltów, odległość tej siatki od katody = 2 mm, średnica plamki, wyrzucającej elektrony z katody = $\frac{1}{2}$ mm, katoda dawała przy tym, przy połączeniu bezpośrednim siatki rozrządczej 20 z katodą, prąd o natężeniu około $\frac{1}{2}$ miliampera. Cylinder skupiający 22 posiadał długość 3 mm i średnicę 5 mm. Przy takich wymiarach cylinder ten mógł być nałożony wprost na przesłonę 1 i przepędzał przy podanych wyżej napięciach początkowych i przy odległości pomiędzy 21 a 1, wynoszącej około 1 cm, elektrony o energii 250 elektronowoltów przez otwór w przesłonie o napięciu 100 woltów prawie bez strat. Przesłona zaopatrzona była w otwór kwadratowy o boku 1 mm, którego

odwzorowanie na ekranie posiadało rozmiar 2 mm przy stosunku $l_a : l_b = 6 : 1$. Dzięki temu można było przekształcić 6-krotne powiększenie odległości w powiększenie dwukrotne, co jest równoznaczne z założeniem, że elektrony przebiegają przez przestrzeń pomiędzy 1 a 3 z prędkością odpowiadającą 100 voltom, ponieważ współczynnik zmniejszenia napięć w tym

przypadku wynosi $\sqrt{\frac{100}{2000}} = \text{około } \frac{1}{4,5}$.

Przez pomiary znaleziono faktycznie $\frac{1}{3}$. Wartości tej odpowiada średnia prędkość około 200 woltów. Gdyby przesłona 1 przyłączona była bezpośrednio do rury 2, jak to przedstawia fig. 1, to współczynnik zmniejszenia napięć wynosiłby $\sqrt{\frac{800}{2000}} = \frac{1}{1,6}$

i na ekranie rozmiar plamki wynosiłby około 3,5 mm, co też w istocie miało miejsce. Odległość 18 od przesłony do krawędzi rury wynosiła w lampie próbnej $\frac{1}{3}$ długości rury, wynoszącej 60 mm. Tak dobrana odległość okazała się korzystna w praktyce.

Można też nadać elektronom powyższe szybkości, przyspieszając w kierunku podłużnym i nie poddając elektronów żadnym siłom poprzecznym. Przyspieszenie należałoby wtedy udzielać elektronom dopiero na krótko przed soczewką, aby elektrony dobiegały do niej w jak największej odległości od osi.

Rura z materiału oporowego może być oczywiście zastosowana razem z opisanym wyżej zespołem siatek ochronnych w przestrzeni przed przesłoną. Zasadniczo takiej rurze równoważna jest rurka o wymiarach poprzecznych wielkich w stosunku do rozmiarów wiązki promieni, tak wielkich, aby nie potrzeba było brać pod uwagę potencjałów ścianek i aby można było przyjąć, że pole, wytwarzające przyspieszenie pomiędzy przesłoną a soczewką, nie zawiera składowych poprzecznych, lecz jest jednorodne w kierunku promieni.

Zastosowanie przesłony z otworem, posiadającej niskie napięcie, nie ogranicza się do przypadku stosowania soczewki elektrostatycznej do wytwarzania obrazu. Według schematu przedstawionego na fig. 2 osłabienie zmniejszającego działania przesłony niskiego napięcia występuje zawsze wtedy, gdy podwójna warstwa elektryczna wywołuje dodatkowe przyspieszenie elektronów przed wejściem ich do soczewki. Według wynalazku siła, załamująca tor elektronów, może być przeto wytworzona przez cewkę magnetyczną, podczas gdy przyspieszenie dodatkowe jest powodowane przez elektryczną warstwę podwójną 10, 11 w miejscu działania tej cewki. Osiągnięcie przyspieszenia czysto osiowego w przypadku blisko siebie ustawionych dużych przesłon jest rzeczą trudną, o ile przy tym nie mają występować równocześnie zakłócające działania poprzeczne, a więc działania takie, jak działanie soczewki. Ażeby osiągnąć przyspieszenie czysto podłużne, trzeba przeto umieścić warstwę 10 w znacznej odległości od warstwy 11 w porównaniu ze średnicą otworów w tych przesłonach, to znaczy zastosować do wytworzenia przyspieszenia rurę, najlepiej z materiału źle przewodzącego, której krawędzie czołowe są przyłączone do napięć granicznych.

Fig. 4 przedstawia lampę do wywołania dodatkowych przyspieszeń elektrycznych oraz do skupiania magnetycznego. Prądem emitowanym z katody 6 rozrządza siatka 20, najlepiej w postaci przesłony z otworem. Siatka ochronna 21, posiadająca najlepiej również postać przesłony z otworem, której silnie dodatnie napięcie początkowe przechwytuje poprzez ujemną siatkę 20, wyzwala elektrony z katody. Cylinder 22, działający jak kondensator, skupia te elektrony dzięki swemu ujemnemu napięciu początkowemu w otworze przesłony 1. Przesłona 1 posiada według wynalazku napięcie bardzo niskie, zbliżo-

ne do napięcia katody. Elektrony są zmuszone biec przed przesłoną ku tej przesłonie w przestrzeni o niskim potencjale. Do przesłony przyłączona jest krawędź wejściowa rury 2, która sama jest wykonana z materiału źle przewodzącego. Koniec tej rury może w tym przypadku być połączony wprost z anodą 3. Powierzchnie stałego potencjału posiadają w przedstawionym na rysunku przypadku kształt płaskich tarcz. Przyspieszenie jest skierowane tedy jedynie w kierunku osi x. Elektrony w kierunku y nie doznają żadnych zakłóceń. Przy końcu rury umieszczona jest krótka najlepiej zaopatrzona w uziemiony ekran cewka magnetyczna 23, wytwarzająca siłę, załamującą tor elektronów w kierunku poprzecznym, tak że na ekranie 4 powstaje odwzorowanie otworu. Odwzorowanie to podlega znowu prawu

$$\varnothing_4 = \varnothing_1 \frac{l_{3,4}}{l_{2,3}} \cdot \sqrt{\frac{e_1}{e_3}}$$

Napięcia, nadające się do zastosowania praktycznego, podane są na fig. 4 przy elektrodach. Wynoszą one: katoda — zero, siatka rozrządcza — słabo ujemna, lub połączona z katodą, siatka ochronna 21 — około 300 woltów, cylinder kondensorowy 22 — słabo dodatni o napięciu od zera do 100 woltów, zależnie od długości i średnicy, przesłona 1 — 100 woltów. Przy jeszcze niższych napięciach przesłony występują czasem silne zjawiska refleksji i uniemożliwiają zbyt daleko idące zmniejszenie punktu obrazowego w sposób według wynalazku. Napięcie anody 3 wynosi 2000 do 5000 woltów i więcej. Przewodność rury 2 może być np. tak wielka, żeby prąd, płynący przez tę rurę, był wielokrotnie większy od największego prądu strumienia elektronowego. Ścianka bańki może posiadać okładzinę 24, połączoną z anodą i posiadającą ten sam potencjał co anoda.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Układ połączeń wiązkowej lampy katodowej, w którym przesłona (21) z otworem, umieszczona, licząc w kierunku biegu elektronów, za katodą (6) i ewentualnie elektrodą rozrządczą (20) o nieznacznym ujemnym napięciu początkowym, jest połączona z punktem wysokiego potencjału dodatniego, znamienne tym, że następna z kolei elektroda (1) z otworem jest połączona z punktem o potencjale niższym od potencjału pierwszej elektrody z otworem, przy czym za drugą elektrodą z otworem, licząc w kierunku biegu elektronów, znajduje się soczewka elektronowa.

2. Układ połączeń według zastrz. 1, znamienne tym, że elektroda cylindryczna, umieszczona między elektrodami z otworami (1 i 21), jest połączona z punktem o potencjale dodatnim niższym od potencjałów elektrod z otworami.

3. Układ połączeń według zastrz. 1, 2, znamienne tym, że cylindryczna elektroda (2) o wielkiej średnicy, ustawiona pomiędzy przesłoną (1) a anodą (3), jest połączona z punktem, którego potencjał leży pomiędzy potencjałami obu tych elektrod.

4. Lampa do stosowania w układzie według zastrz. 1, 2, znamienne tym, że przesłona (1) jest połączona galwanicznie ze znajdującą się za nią, licząc w kierunku biegu elektronów, anodą (3) za pomocą rury (2) o dużej średnicy z jednorodnego materiału oporowego, przy czym grubość i przewodnictwo tej rury są dobrane tak, żeby przechodzący przez nią prąd był wielokrotnie silniejszy od prądu wiązki promieni katodowych.

5. Lampa według zastrz. 4, znamienne tym, że rura podzielona jest w kierunku spadku napięcia, przy czym dwie kolejne części rury są połączone ze sobą przewodząco.

6. Lampa do stosowania w układzie połączeń według zastrz. 1 — 3, znamienne tym, że jest zaopatrzona w otaczającą ją cewkę (23).

7. Lampa według zastrz. 6, znamienne tym, że cewka otacza anodę (3) lampy.

Radioaktiengesellschaft

D. S. Loewe

Zastępca: inż. Cz. Raczyński
rzecznik patentowy

