



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 29.04.77 (P. 197746)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 20.11.78

Opis patentowy opublikowano: 15.09.1983

Int. Cl.³ G01R 31/25

Twórca wynalazku: Ervin Matthew Ball

Uprawniony z patentu: RCA Corporation, Nowy Jork (Stany
Zjednoczone Ameryki)

Sposób pomiaru prądu jonowego i urządzenie do pomiaru prądu jonowego

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób pomiaru prądu jonowego i urządzenie do pomiaru prądu jonowego w lampie próżniowej, zwłaszcza w lampie elektronopromieniowej.

W większości lamp próżniowych obecność gazu jest niepożądana, ponieważ powodowana przez niego jonizacja wewnątrz lampy umożliwia nadmiarowy przepływ prądu siatki i wywiera szkodliwy wpływ na katodę jak również powoduje inne szkodliwe wpływy. Poza tym charakterystyki elektryczne lampy gazowej (posiadającej w jej wnętrzu gaz) nie są stałe i jej działanie jest nieregularne. Jest to problem w lampach elektronopromieniowych, w których konieczna jest duża czułość dla niezakłóconego od-
tworzenia obrazów na ekranie.

Stopień próżni może być dokładnie określony przez pomiar prądu jonowego (określanego również jako prąd jonizacyjny) w lampie. Ze względu na to, że prąd jonowy w zwykłych lampach próżniowych jest stosunkowo duży, nie ma potrzeby stosowania szczególnie czułego miernika w urządzeniach kontrolnych dla zwykłych lamp w celu określenia tego prądu. W wyniku tego prąd błądzący, związany z obwodami wpływowymi o dużej rezystancji, będzie miał mały wpływ na taki miernik. Jednakże w przypadku lamp elektronopromieniowych, dla których wymagane jest bardzo czułe urządzenie czujnikowe do pomiaru chwilowego prądu gazowego, prądy błądzące będą także wskazywane i o ile nie mogą być one skompensowane bez oddziaływania na czułość urządzenia

2

czujnikowego, odczyt prądu jonowego nie będzie pewny. W większości znanych lamp elektronopromieniowych o wysokim stopniu próżni, prąd wpływowy będzie praktycznie zaciemniał cały prąd jonowy.

Znany jest sposób pomiaru chwilowych prądów jonowych w lampach elektronopromieniowych, przedstawiony w opisie patentowym Stanów Zjednoczonych nr 2632134. W sposobie tym stosunkowo duży prąd wpływowy jest kompensowany przez wyzerowanie czujnika przed pomiarem prądu jonowego. Operator jest zmuszony w efekcie do pomiaru i kompensacji prądu wpływowego dla każdej indywidualnej lampy elektronopromieniowej w celu uzyskania dokładnego pomiaru prądu jonowego. Dla bardzo dużych ilości lamp elektronopromieniowych takie operacje pochłaniają bardzo dużo czasu.

Sposób według wynalazku polega na tym, że początkowo wytwarza się prąd katodowy, płynący do drugiej elektrody siatkowej oraz prąd jonowy i prąd wpływowy, płynące do trzeciej elektrody siatkowej, wytwarza się pierwsze napięcie proporcjonalne do sumy prądów jonowego i wpływowego, ponownie zasila się lampę, przy czym zapobiega się przepływowi prądu katodowego i prądu jonowego, ale wywołuje się przepływ prądu wpływowego oraz dostarcza się napięcie pierwsze i napięcie drugie w kolejności do układu różniczkującego napięcie, przy czym wytwarza się trzecie napięcie równe różnicy między pierw-

szym napięciem i drugim napięciem oraz reprezentujące prąd jonowy.

Sposób według wynalazku polega na tym, że podczas początkowego zasilania lampy dostarcza się pierwszy potencjał roboczy do drugiej elektrody siatkowej, przy czym pierwszy potencjał roboczy jest dodatni względem potencjału katody. Dostarcza się drugi potencjał roboczy do trzeciej elektrody siatkowej, przy czym drugi potencjał roboczy jest ujemny względem potencjału katody oraz dostarcza się pierwszy potencjał polaryzacji do pierwszej elektrody siatkowej, przy czym wartość pierwszego potencjału polaryzacji jest właściwa do umożliwienia określonego przepływu prądu katodowego.

Podczas ponownego zasilania lampy dostarcza się pierwszy potencjał roboczy do drugiej elektrody siatkowej. Dostarcza się drugi potencjał roboczy do trzeciej elektrody siatkowej i dostarcza się drugi potencjał polaryzacji do pierwszej elektrody siatkowej, przy czym wartość drugiego potencjału polaryzacji jest wystarczająco ujemna względem potencjału katody dla zapobiegania przepływowi prądu katody do drugiej elektrody siatkowej.

Urządzenie według wynalazku zawiera czujnik prądu włączony między katodę i uziemienie. Układ regulacji prądu stałego posiadający ujemny zacisk wyjściowy dołączony jest do elektrody siatkowej i dodatni zacisk wyjściowy dołączony jest do uziemienia.

Pierwszy układ zasilania prądem stałym posiada dodatni zacisk wyjściowy dołączony do drugiej elektrody siatkowej i ujemny zacisk wyjściowy dołączony do uziemienia oraz drugi układ zasilania prądem stałym posiadający ujemny zacisk wyjściowy dołączony do trzeciej elektrody siatkowej i dodatni zacisk wyjściowy dołączony do zacisku wejściowego przetwornika prądu w napięcie. Zacisk wyjściowy przetwornika prądu w napięcie jest dołączony do jednego zacisku kondensatora a drugi zacisk kondensatora jest dołączony do jednego zacisku przełącznika i do jednego zacisku pomiarowego czujnika napięcia. Drugi zacisk przełącznika i drugi zacisk pomiarowy czujnika napięcia są dołączone do uziemienia.

Przetwornik prądu w napięcie zawiera pierwszy wzmacniacz operacyjny połączony równolegle z rezystorem i z kondensatorem. Przełącznik jest tranzystorem unipolarnym mającym bramkę dołączoną do źródła sygnału przełączania. Czujnik napięcia zawiera drugi wzmacniacz operacyjny połączony szeregowo z woltomierzem.

Sposób i urządzenie według wynalazku umożliwiają pomiar prądu jonowego w sposób dokładny w obecności dużych prądów upływowych, które mogą być 1000 razy większe niż prąd jonowy. Te same wzmacniacze są stosowane zarówno przy pomiarach prądu upływowego jak i gazowego, przy czym zmiany napięcia lub prądów upływowych w układach pomiarowych zostają automatycznie wyeliminowane.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1a przedstawia schemat lampy elektronopromieniowej, posiadającej katodę i trzy elektrody siatkowe, które wskazują przepływ prądu elektronowego od katody do drugiej elektrody siatkowej, fig. 1b — schemat

lampy elektronopromieniowej, w której przepływ prądu elektronowego został zakończony, fig. 2 — schemat blokowy urządzenia do pomiaru prądu jonowego lampy próżniowej oraz fig. 3 — schemat układu do kontroli prądu jonowego urządzenia z fig. 2.

Na figurze 1a jest przedstawiona schematycznie lampa elektronopromieniowa 10. Lampa elektronopromieniowa 10 zawiera oddalone od siebie, w kolejności jak następuje, katodę 12, elektrodę siatkową 14, elektrodę siatkową 16 i elektrodę siatkową 18. Katoda 12 i elektrody siatkowe 14, 16 i 18 są umieszczone wewnątrz bańki 20 lampy próżniowej.

Wiadomym jest, że pomimo zastosowania najlepszych osiągalnych technik opróżniania, wewnątrz opróżnionej bańki 20 pozostają molekuly gazów resztkowych G (fig. 1a). Podczas działania lampy niektóre elektrony z katody uderzają i jonizują te molekuly gazów, powodując zwiększenie prądu jonowego. Dla przykładu w kineskopie kolorowym RCA typ 25VEDP22, posiadającym uziemioną katodę 12, elektrodę siatkową 16 ma +200 V i elektrodę siatkową 18 na około -26 V, do elektrody siatkowej 14 może być dostarczone napięcie (w przybliżeniu -15 V) regulowane dla zapewnienia prądu katodowego równego 1 mA. Przy dostarczeniu takich napięć większość elektronów e przepływa od katody 12 poprzez elektrodę siatkową 14 i uderza w elektrodę siatkową 16.

Niektóre elektrody przechodzą jednakże przez elektrodę siatkową 16, uderzając i jonizując niektóre z tych molekul G gazów, które występują w przestrzeni pomiędzy elektrodami siatkowymi 16 i 18. Zależnie od różnicy potencjałów pomiędzy elektrodami siatkowymi 16 i 18, dodatnie jony gazów przechodzą od elektrody siatkowej 18, wytwarzając prąd jonowy w obwodzie elektrody siatkowej 18. Należy zaznaczyć, że w związku z niemożliwością do uniknięcia obwodami upływowymi o dużej rezystancji, występuje również prąd upływowy w obwodzie elektrody siatkowej 18 pomiędzy elektrodą siatkową 18 i sąsiednimi elektrodami.

Figura 1b przedstawia drogi przepływu elektronów katodowych e, gdy lampa elektronopromieniowa 10 jest spolaryzowana tak, że zostaje wyłączona. Stan ten pojawia się na przykład w kineskopie kolorowym typu 25VEDP22, gdy katoda 12 jest uziemiona, elektroda siatkowa 16 ma potencjał +200 V, elektroda siatkowa 18 ma potencjał -26 V i elektroda siatkowa 14 ma potencjał w przybliżeniu -150 V. Przy zapewnieniu takich potencjałów roboczych, elektrony katodowe e nie są w stanie przechodzić przez elektrodę siatkową 14. W wyniku tego elektrony katodowe e nie będą uderzały i jonizowały molekul G gazów w przestrzeni pomiędzy elektrodami siatkowymi 16 i 18. W rezultacie w obwodzie elektrody siatkowej 18 nie będzie występował prąd jonowy. Jednakże nadal będzie występował prąd upływowy w obwodzie elektrody siatkowej 18.

Na figurze 2 jest przedstawiony schemat blokowy urządzenia 30 do pomiaru prądu jonowego, w lampie próżniowej. Urządzenie 30 zawiera pierwszy układ 32 zasilania prądem stałym, posiadający dodatni zacisk wyjściowy, który jest dołączony elektrycznie do elektrody siatkowej 16 badanej lampy elektronopromieniowej 10 za pomocą przewodu elektrycznego 34

oraz ujemny zacisk wyjściowy, który jest uziemiony.

Zastosowany jest także drugi układ 36 zasilania prądem stałym, posiadający zaciski wyjściowe dodatni i ujemny. Ujemny zacisk wyjściowy jest dołączony elektrycznie do elektrody siatkowej 18 badanej lampy 10 za pomocą przewodu 38. Katoda 12 lampy 10 jest uziemiona poprzez czujnik 40 prądu za pomocą przewodu 42. Czujnik prądu może być na przykład dostępnym na rysunku miliamperomierzem. Urządzenie 30 zawiera także pierwszy układ 44 regulacji prądu stałego, posiadający dodatni zacisk wyjściowy, który jest uziemiony i ujemny zacisk wyjściowy, który jest dołączony elektrycznie do elektrody siatkowej 14 za pomocą przewodu 46.

Dodatni zacisk wyjściowy drugiego układu 36 zasilania prądem stałym jest dołączony do zacisku wejściowego przetwornika 48 prądu w napięciu za pomocą przewodu 50. Wyjście przetwornika 48 prądu w napięciu jest dołączone do pierwszego zacisku pojemnościowego elementu magazynującego 52 za pomocą przewodu 54. Drugi zacisk pojemnościowego elementu magazynującego 52 jest dołączony za pomocą przewodu 60 odgałęzienia do jednego zacisku jednobiegunowego, jednoprzepiętnikowego przełącznika 56 i jednego zacisku pomiarowego czujnika 58 napięcia, posiadającego dwa zaciski pomiarowe. Drugi zacisk przełącznika 56 jest uziemiony za pomocą przewodu 62. Drugi zacisk pomiarowy czujnika 58 napięcia jest uziemiony za pomocą przewodu 64.

Figura 3 jest schematem ideowym układu oznaczonego linią przerywaną 66. Przetwornik 48 prądu w napięciu zawiera wzmacniacz operacyjny 68, taki jak typu LHO22 firmy National Semiconductor Corporation. Rezystor 70 i kondensator 72 są połączone równolegle i tworzą obwód sprzężenia zwrotnego od wyjścia do wejścia odwracającego wzmacniacza 68. Wartość pojemności kondensatora 72 jest na przykład 0,05 mikrofaradów i rezystor 70 — 2 megaomów, co daje wzmocnienie 2×10^6 . Przełącznik 56 jest półprzewodnikowym elementem przełączającym o dużej impedancji, takim jak tranzystor 74 typu 2N4 392, posiadający doprowadzenie bramki 76, do której jest dostarczany właściwy sygnał przełączający ze źródła 77 sygnału przełączającego. W innym wykonaniu przełącznik 56 może być zwykłym, uruchamianym ręcznie przełącznikiem przyciskowym.

Czujnik 58 napięcia zawiera wzmacniacz operacyjny 78 o dużej impedancji wejściowej rzędu 10^{12} omów, taki jak wspomniany powyżej typu LHO22. Wyjście wzmacniacza 78 jest dołączone za pomocą przewodu 82 do jednego zacisku pomiarowego woltomierza 80, posiadającego dwa zaciski pomiarowe. Drugi zacisk pomiarowy jest uziemiony za pomocą przewodu 64. Pojemnościowy element magazynujący 52 stanowi kondensator o pojemności na przykład 0,1 mikrofarada.

Urządzenie 30 jest stosowane do pomiaru prądu jonowego w następujący sposób. Pierwszy potencjał roboczy, na przykład +200 V, jest dostarczany do elektrody siatkowej 16 lampy elektropromieniowej 10 z pierwszego układu 32 zasilania prądem stałym. Drugi potencjał roboczy, na przykład -26 V, jest dostarczany do elektrody siatkowej 18 z drugiego układu 36 zasilania prądem stałym. Potencjał polaryzujący jest dostarczany do elektrody siatkowej 14 przez

pierwszy układ 44 regulacji prądu stałego. Potencjał polaryzujący jest regulowany aż do uzyskania wymaganego prądu katodowego, na przykład 1 mA, który jest wskazany przez czujnik 40 prądu.

Pierwszy okres czasu rozpoczyna się, gdy przepływa wymagany prąd katodowy. Podczas tego pierwszego okresu czasu na wejściu przetwornika 48 prądu w napięciu występuje prąd jonowy I_j plus prąd upływowy I_1 przepływający w obwodzie elektrody siatkowej 18. Typowa wartość prądów jonowego plus upływowego, stosowanych tutaj jedynie dla przykładu, jest równa 0,505 mA. W przypadku, gdy wzmocnienie przetwornika prądu w napięciu jest równe 2×10^6 , napięcie wyjściowe przetwornika prądu w napięciu jest równe przykładowo 1,01 V.

Napięcie wyjściowe jest dostarczane do pierwszego zacisku pojemnościowego elementu magazynującego 52. Przełącznik 56 zostaje natychmiast zamknięty podczas pierwszego okresu czasu w celu naładowania pojemnościowego elementu magazynującego do napięcia wyjściowego, które jest w tym przypadku równe 1,01 V. Przełącznik 56 zostaje ponownie otwarty przed końcem pierwszego okresu czasu, w celu umożliwienia utrzymania stanu naładowania pojemnościowego elementu magazynującego. Badania wykazały, że dokładność pomiarów jest szczególnie dobra, gdy przełącznik zostaje zamknięty na minimum 10 milisekund.

Pierwszy okres czasu kończy się i rozpoczyna się drugi okres czasu, gdy przepływ prądu katodowego zostaje zakończony. Uzyskuje się to poprzez regulację potencjału polaryzującego dostarczanego do elektrody siatkowej 14, aż prąd katodowy stanie się równy zasadniczo 0, jak to wskazuje czujnik 40 prądu. Wówczas, gdy nie przepływa żaden prąd katodowy, na wejściu przetwornika 48 prądu w napięciu występuje jedynie prąd upływowy I_1 . Typowa wartość prądu upływowego jest na przykład 0,5 mA. Powoduje to wystąpienie napięcia wyjściowego 1,00 V na przetworniku prądu w napięciu, które to napięcie jest dostarczane do pierwszego zacisku pojemnościowego elementu magazynującego 52.

Jeżeli pojemnościowy element magazynujący 52 był poprzednio naładowany do 1,01 V i zrealizowano to, że ten ładunek nie spływa przez obwody o dużej impedancji, reprezentowane przez otwarty przełącznik 56 i wzmacniacz operacyjny 78 czujnika 58 napięcia, napięcie równe 1 V, występujące na pierwszym zacisku pojemnościowego elementu magazynującego 52, powoduje wystąpienie napięcia równego -0,01 V na drugim zacisku. Ma to miejsce, gdyż ładunek na kondensatorze pozostaje przy napięciu równym 1,01 V. W wyniku tego, napięcie występujące na drugim zacisku pojemnościowego elementu magazynującego 52 jest proporcjonalne do prądu jonowego I_j plus prąd upływowy I_1 minus prąd upływowy I_1 , których różnica jest proporcjonalna jedynie do prądu jonowego. Napięcie występujące na drugim zacisku jest wskazywane przez woltomierz 80, który może być wzorcowany w urządzeniu do pomiaru prądu jonowego.

Urządzenie według wynalazku umożliwia pomiar prądu jonowego w sposób dokładny w obecności dużych prądów upływowych, które mogą być 1000 razy większe niż prąd jonowy. Prąd upływowy plus prąd

jonowy mogą mieć dodatnią lub ujemną wartość i, jak to uprzednio opisano szczegółowo, powoduje naładowanie kondensatora w wyniku natychmiastowego uziemienia jednego końca kondensatora, na przykład przez tranzystor unipolarny.

Kondensator, który jest ładowany, przenosi jednocześnie prąd jonowy do czujnika 58 napięcia. Jeżeli przy obu pomiarach prądów upływowego i jonowego są stosowane te same wzmacniacze, jakiegokolwiek napięcia odstrojenia czy prądy upływowe w badanych obwodach zostają automatycznie wyeliminowane.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób pomiaru prądu jonowego w obecności prądu upływowego w lampie próżniowej, w którym zasilana się lampę, **znamienny tym**, że początkowo wytwarza się prąd katodowy, płynący do drugiej elektrody siatkowej oraz prąd jonowy i prąd upływowy, płynące do trzeciej elektrody siatkowej, wytwarza się pierwsze napięcie proporcjonalne do sumy prądów jonowego i upływowego, ponownie zasilana się lampę, przy czym zapobiega się przepływowi prądu katodowego i prądu jonowego, ale wywołuje się przepływ prądu upływowego oraz dostarcza się napięcie pierwsze i napięcie drugie w kolejności do układu różnicującego napięcie, przy czym wytwarza się trzecie napięcie równe różnicy między pierwszym napięciem i drugim napięciem oraz reprezentujące prąd jonowy.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że podczas początkowego zasilania lampy dostarcza się pierwszy potencjał roboczy do drugiej elektrody siatkowej, przy czym pierwszy potencjał roboczy jest dodatni względem potencjału katody, dostarcza się drugi potencjał roboczy do trzeciej elektrody siatkowej, przy czym drugi potencjał roboczy jest ujemny względem potencjału katody oraz dostarcza się pierwszy potencjał polaryzacji do pierwszej elektrody siatkowej, przy czym wartość pierwszego potencjału polaryzacji jest właściwa do umożliwienia określonego przepływu prądu katodowego.

3. Sposób według zastrz. 2, **znamienny tym**, że podczas ponownego zasilania lampy dostarcza się

5 pierwszy potencjał roboczy do drugiej elektrody siatkowej, dostarcza się drugi potencjał roboczy do trzeciej elektrody siatkowej i dostarcza się drugi potencjał polaryzacji do pierwszej elektrody siatkowej, przy czym wartość drugiego potencjału polaryzacji jest wystarczająco ujemna względem potencjału katody dla zapobiegania przepływowi prądu katody do drugiej elektrody siatkowej.

4. Urządzenie do pomiaru prądu jonowego w obecności prądu upływowego w lampie próżniowej, zawierającej katodę, pierwszą elektrodę siatkową, drugą elektrodę siatkową i trzecią elektrodę siatkową, **znamiennie tym**, że zawiera czujnik (40) prądu włączony między katodę (12) i uziemienie, układ (44) regulacji prądu stałego, posiadający ujemny zacisk wyjściowy dołączony do elektrody siatkowej (14) i dodatni zacisk wyjściowy dołączony do uziemienia, pierwszy układ (32) zasilania prądem stałym, posiadający dodatni zacisk wyjściowy dołączony do elektrody (16) i ujemny zacisk wyjściowy dołączony do uziemienia oraz drugi układ (36) zasilania prądem stałym, posiadający ujemny zacisk wyjściowy dołączony do elektrody siatkowej (18) i dodatni zacisk wyjściowy dołączony do zacisku wejściowego przetwornika (48) prądu w napięcie, przy czym zacisk wyjściowy przetwornika (48) prądu w napięcie jest dołączony do jednego zacisku kondensatora (52) a drugi zacisk kondensatora (52) jest dołączony do jednego zacisku przełącznika (56) i do jednego zacisku pomiarowego czujnika (58) napięcia, a drugi zacisk przełącznika (56) i drugi zacisk pomiarowy czujnika (58) napięcia są dołączone do uziemienia.

5. Urządzenie według zastrz. 4, **znamiennie tym**, że przetwornik (48) prądu w napięcie zawiera pierwszy wzmacniacz operacyjny (68) połączony równolegle z rezystorem (70) i z kondensatorem (72).

6. Urządzenie według zastrz. 4, **znamiennie tym**, że przełącznik (56) jest tranzystorem unipolarnym (74) mającym bramkę dołączoną do źródła (77) sygnału przełączającego.

7. Urządzenie według zastrz. 4, **znamiennie tym**, że czujnik (58) napięcia zawiera drugi wzmacniacz operacyjny (78) połączony szeregowo z woltomierzem (80).

