

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **228237**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **416064**

(22) Data zgłoszenia: **08.02.2016**

(51) Int.Cl.

G05F 1/56 (2006.01)

G05F 5/08 (2006.01)

H01J 41/04 (2006.01)

H01J 49/26 (2006.01)

(54) **Układ automatycznej regulacji napięć katody i anody źródła elektronów i stabilizacji napięcia przyspieszającego elektrony i natężenia prądu termoemisji elektronowej**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
16.08.2017 BUP 17/17

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
28.02.2018 WUP 02/18

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA LUBELSKA, Lublin, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

JAROSŁAW SIKORA, Lublin, PL

(74) Pełnomocnik:

recz. pat. Tomasz Milczek

PL 228237 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ automatycznej regulacji napięć katody i anody źródła elektronów i stabilizacji napięcia przyspieszającego elektrony i natężenia prądu termoemisji elektronowej.

Termoemisyjne źródła elektronów charakteryzują się relatywnie niską ceną i prostą budową. Parametry uzyskiwanych wiązek termoelektronowych, między innymi, odchylenia standardowe natężenia prądu termoemisji elektronowej i napięcia przyspieszającego elektrony zależą od sposobu sterowania źródłem. W dotychczasowych układach stabilizatorów, wykorzystujących detekcję prądu termoemisji elektronowej w obwodzie anody, natężenie wiązki termoelektronowej jest stabilizowane poprzez automatyczną regulację napięcia katody, natomiast napięcie przyspieszające elektrony jest sterowane w układzie otwartym, który nie zapewnia odpowiedniej redukcji zakłóceń. W konsekwencji, napięcie przyspieszające elektrony i energię elektronów charakteryzuje relatywnie duży poziom fluktuacji, co ma negatywny wpływ na dokładność przyrządów pomiarowych implementujących powyższe rozwiązanie np. spektrometrów mas, układów pomiarowych do wyznaczania przekrojów czynnych na jonizację gazów wiązką elektronową. W celu zmniejszenia poziomu fluktuacji energii elektronów należy zapewnić automatyczną regulację napięć katody i anody i stabilizację napięcia przyspieszającego elektrony i natężenia prądu termoemisji elektronowej.

Znany jest z polskiego opisu patentowego PL 217991 układ stabilizacji natężenia prądu termoemisji elektronowej i napięcia przyspieszającego elektrony w źródłach elektronów z gorącą katodą posiadający tranzystor, którego emiter jest połączony z pierwszym zaciskiem rezystora drugiego i wejściem odwracającym wzmacniacza operacyjnego, przy czym baza tranzystora jest połączona z wyjściem wzmacniacza operacyjnego pierwszego, natomiast kolektor tranzystora jest połączony z pierwszym zaciskiem rezystora trzeciego i wejściem odwracającym wzmacniacza różnicowego, drugi zacisk rezystora trzeciego jest połączony do masy, wejście nieodwracające wzmacniacza operacyjnego pierwszego jest połączone z pierwszym zaciskiem rezystora pierwszego i anodą źródła elektronów, natomiast drugie zaciski rezystorów są połączone z wyjściem wzmacniacza napięciowego, wyjście wzmacniacza różnicowego jest połączone do katody, wejście nieodwracające wzmacniacza operacyjnego drugiego oraz drugie zaciski źródeł napięć referencyjnych pierwszego i drugiego są połączone do masy, natomiast pierwszy zacisk źródła napięcia referencyjnego drugiego jest połączony z pierwszym zaciskiem rezystora piątego a drugi zacisk rezystora piątego jest połączony z wejściem nieodwracającym wzmacniacza operacyjnego drugiego, natomiast wyjście wzmacniacza operacyjnego drugiego jest połączone do wejścia wzmacniacza napięciowego i pierwszego zacisku rezystora siódmego, drugi zacisk rezystora siódmego jest połączony do wejścia odwracającego wzmacniacza operacyjnego drugiego, charakteryzujący się tym, że katoda źródła elektronów jest połączona z pierwszym zaciskiem rezystora szóstego i pierwszy zacisk źródła referencyjnego pierwszego jest połączony z pierwszym zaciskiem rezystora czwartego a drugie zaciski rezystorów czwartego i szóstego są połączone z wejściem odwracającym wzmacniacza operacyjnego drugiego. Napięcie przyspieszające elektrony jest sterowane w układzie otwartym, co implikuje relatywnie dużą wrażliwość napięcia przyspieszającego elektrony względem sygnałów zakłócających.

Znane są z opisów patentowych polskich nr 73594, nr 174650, nr 201623 sposób i układy stabilizacji prądu termoemisji elektronowej, z dotychczasowej literatury znane są również i stosowane przedmiotowe układy- J. Sikora, Dual application of a biasing system to an electron source with a hot cathode, *Measurements Science and Technology*, **15**, 2004, N10 – N14, J. Sikora, S. Hałas, A novel circuit for independent control of electron energy and emission current of a hot cathode electron source, *Rapid. Commun. Mass Spectrom.* **25**, 2011, 689–692, E. Flaxer. Programmable Smart Electron Emission Controller for Hot Filament, *Review of Scientific Instruments*, 82, 2011, 025111 ale nie zapewniają one automatycznej regulacji napięcia katody i anody źródła elektronów i stabilizacji napięcia przyspieszającego elektrony.

Celem wynalazku jest uzyskanie wysokiej jakości parametrów wiązki termoelektronowej poprzez zastosowanie automatycznej regulacji napięć katody i anody źródła elektronów w celu stabilizacji napięcia przyspieszającego elektrony i natężenia prądu termoemisji elektronowej.

Istotą układu automatycznej regulacji napięć katody i anody źródła elektronów i stabilizacji napięcia przyspieszającego elektrony i natężenia prądu termoemisji elektronowej, posiadającego wzmacniacz operacyjny pierwszy, którego wejście nieodwracające jest połączone z pierwszym zaciskiem rezystora pierwszego i anodą, wejście odwracające jest połączone z pierwszym, zaciskiem rezystora drugiego i emiterem tranzystora pierwszego, zaś drugi zacisk rezystora pierwszego jest

połączony z drugim zaciskiem rezystora drugiego, wyjście wzmacniacza operacyjnego pierwszego jest połączone z bazą tranzystora pierwszego, zaś kolektor tranzystora pierwszego jest połączony z pierwszym zaciskiem, rezystora trzeciego i wejściem odwracającym wzmacniacza operacyjnego, drugiego, przy czym rezystancje rezystorów pierwszego, drugiego i trzeciego są jednakowe, wejście nieodwracające wzmacniacza operacyjnego drugiego jest połączone z pierwszym zaciskiem źródła napięcia wzorcowego pierwszego i pierwszym zaciskiem rezystora piątego, natomiast wyjście wzmacniacza operacyjnego drugiego jest połączone z pierwszym zaciskiem katody i pierwszym zaciskiem rezystora czwartego, drugi zacisk rezystora czwartego i drugi zacisk rezystora piątego są połączone z wejściem odwracającym wzmacniacza operacyjnego trzeciego i pierwszym zaciskiem rezystora szóstego, drugi zacisk rezystora szóstego jest połączony z wyjściem wzmacniacza operacyjnego trzeciego i pierwszym zaciskiem rezystora siódmego, drugi zacisk rezystora siódmego jest połączony z wejściem odwracającym wzmacniacza operacyjnego czwartego i pierwszym zaciskiem rezystora ósmego, zaś drugi zacisk rezystora ósmego jest połączony z wyjściem wzmacniacza operacyjnego czwartego, wejście nieodwracające wzmacniacza pomiarowego pierwszego jest połączone z pierwszym zaciskiem rezystora dziewiątego i pierwszym zaciskiem rezystora dziesiątego, przy czym drugi zacisk rezystora dziesiątego jest połączony z wyjściem wzmacniacza operacyjnego piątego i drugim zaciskiem rezystora drugiego, wejście nieodwracające wzmacniacza operacyjnego piątego jest połączone z pierwszym zaciskiem źródła napięcia wzorcowego drugiego, zaś drugi zacisk źródła napięcia wzorcowego drugiego, drugi zacisk rezystora dziewiątego, wejście nieodwracające wzmacniacza operacyjnego czwartego, wejście nieodwracające wzmacniacza operacyjnego trzeciego, drugi zacisk rezystora trzeciego, drugi zacisk źródła napięcia referencyjnego pierwszego i drugi zacisk katody są połączone z masą układu, przy czym rezystancje rezystorów czwartego, piątego i szóstego są jednakowe, według wynalazku, **jest to**, że wyjście wzmacniacza operacyjnego czwartego jest połączone z wejściem odwracającym wzmacniacza pomiarowego pierwszego zaś wartość ilorazu rezystancji rezystora ósmego i rezystancji rezystora siódmego jest równa jeden plus wartość ilorazu rezystancji rezystora dziesiątego i rezystancji rezystora dziewiątego.

Korzystnymi skutkami wynikającymi z zastosowania układu automatycznej regulacji napięć katody i anody źródła elektronów i stabilizacji napięcia przyspieszającego elektrony i natężenia prądu termoemisji elektronowej jest znacząca redukcja wrażliwości napięcia przyspieszającego elektrony i natężenia prądu termoemisji elektronowej względem sygnałów zakłócających, co umożliwi stosowanie układu w wielu przyrządach i systemach pomiarowych takich jak próżniomierze jonizacyjne, spektrometry mas, układy pomiarowe pracy wyjścia elektronu, systemy pomiarowe do wyznaczania przekrojów czynnych na jonizację gazu elektronami.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania jest uwidoczniiony na rysunku przedstawiającym schemat ideowy układu automatycznej regulacji napięć katody i anody źródła elektronów i stabilizacji napięcia przyspieszającego elektrony i natężenia prądu termoemisji elektronowej.

Układ automatycznej regulacji napięć katody i anody źródła elektronów i stabilizacji napięcia przyspieszającego elektrony i natężenia prądu termoemisji elektronowej posiada: wzmacniacze **WO**₁, **WO**₂, **WO**₃, **WO**₄, **WO**₅ operacyjne, wzmacniacz **WP**₁ pomiarowy, tranzystor **T**₁ pierwszy, katodę **K** i anodę **A** źródła elektronów, źródło **U**_{wz1} napięcia wzorcowego pierwszego, źródło **U**_{wz2} napięcia wzorcowego drugiego oraz rezystory **R**₁, **R**₂, **R**₃, **R**₄, **R**₅, **R**₆, **R**₇, **R**₈, **R**₉, **R**₁₀. Wejście nieodwracające wzmacniacza **WO**₁ operacyjnego pierwszego jest połączone z pierwszym zaciskiem rezystora **R**₁ pierwszego i anodą **A**, natomiast wejście odwracające jest połączone z pierwszym, zaciskiem rezystora **R**₂ drugiego i emiternem tranzystora **T**₁ pierwszego, drugi zacisk rezystora **R**₁ pierwszego jest połączony z drugim zaciskiem rezystora **R**₂ drugiego, natomiast wyjście wzmacniacza **WO**₁ pierwszego operacyjnego jest połączone z bazą tranzystora **T**₁ pierwszego, zaś kolektor tranzystora **T**₁ pierwszego jest połączony z pierwszym zaciskiem rezystora **R**₃ trzeciego i wejściem odwracającym wzmacniacza **WO**₂ operacyjnego drugiego, przy czym rezystancje rezystora **R**₁ pierwszego, rezystora **R**₂ drugiego i rezystora **R**₃ trzeciego są jednakowe, wejście nieodwracające wzmacniacza **WO**₂ operacyjnego drugiego jest połączone z pierwszym zaciskiem źródła **U**_{wz1} napięcia wzorcowego pierwszego i pierwszym zaciskiem rezystora **R**₅ piątego, natomiast wyjście wzmacniacza **WO**₂ operacyjnego drugiego jest połączone z pierwszym zaciskiem katody **K** i pierwszym zaciskiem rezystora **R**₄ czwartego, drugi zacisk rezystora **R**₄ czwartego i drugi zacisk rezystora **R**₅ piątego są połączone z wejściem odwracającym wzmacniacza **WO**₃ operacyjnego trzeciego i pierwszym zaciskiem rezystora **R**₆ szóstego, zaś drugi zacisk rezystora **R**₆ szóstego jest połączony z wyjściem wzmacniacza **WO**₃ operacyjnego trzeciego i pierwszym zaciskiem rezystora **R**₇ siódmego, przy czym rezystancje rezystora **R**₄ czwartego

go, rezystora R_5 piątego i rezystora R_6 szóstego są jednakowe, drugi zacisk rezystora R_7 siódmego jest połączony z wejściem odwracającym wzmacniacza WO_4 operacyjnego czwartego i pierwszym zaciskiem rezystora R_8 ósmego, zaś drugi zacisk rezystora R_8 ósmego jest połączony z wyjściem wzmacniacza WO_4 operacyjnego czwartego, wejście nieodwracające wzmacniacza WP_1 pomiarowego pierwszego jest połączone z pierwszym zaciskiem rezystora R_9 dziewiątego i pierwszym zaciskiem rezystora R_{10} dziesiątego, przy czym drugi zacisk rezystora R_{10} dziesiątego jest połączony z wyjściem wzmacniacza WO_5 operacyjnego piątego i drugim zaciskiem rezystora R_2 drugiego, wejście nieodwracające wzmacniacza WO_5 operacyjnego piątego jest połączone z pierwszym zaciskiem źródła U_{wz2} napięcia wzorcowego drugiego, zaś drugi zacisk źródła U_{wz2} napięcia wzorcowego drugiego, drugi zacisk rezystora R_9 dziewiątego, wejście nieodwracające wzmacniacza WO_4 operacyjnego czwartego, wejście nieodwracające wzmacniacza WO_3 operacyjnego trzeciego, drugi zacisk rezystora R_3 trzeciego, drugi zacisk źródła U_{wz1} napięcia referencyjnego pierwszego i drugi zacisk katody K są połączone z masą układu, przy czym rezystancja rezystora R_4 czwartego, rezystancja rezystora R_5 piątego i rezystancja rezystora R_6 szóstego są jednakowe. Wyjście wzmacniacza WO_4 operacyjnego czwartego jest połączone z wejściem odwracającym wzmacniacza WP_1 pomiarowego pierwszego, zaś wartość ilorazu rezystancji rezystora R_8 ósmego i rezystancji rezystora R_7 siódmego jest równa jeden plus wartość ilorazu, rezystancji rezystora R_{10} dziesiątego i rezystancji rezystora R_9 dziewiątego. Wzmacniacz WO_2 objęty obwodem ujemnego sprzężenia zwrotnego, który składa się z rezystora R_1 pierwszego, katody anody A , oraz zwierciadła prądowego zawierającego wzmacniacz WO_1 operacyjny, tranzystor T_1 , rezystor R_1 pierwszy, rezystor R_2 drugi, stanowi układ automatycznej regulacji napięcia katody i stabilizacji natężenia prądu termoemisji elektronowej. Natężenie prądu termoemisji elektronowej jest wprost proporcjonalne do napięcia źródła U_{wz1} napięcia wzorcowego pierwszego. Wejścia układu sumującego, zbudowanego w oparciu o wzmacniacz WO_3 operacyjny trzeci i rezystory R_4 , R_5 , R_6 , są sterowane napięciem źródła U_{wz1} napięcia wzorcowego pierwszego i napięciem katody K . Napięcie wyjściowe wzmacniacza WO_4 operacyjnego czwartego, wprost proporcjonalne do sumy napięcia źródła U_{wz1} napięcia wzorcowego pierwszego i napięcia katody K , steruje wejście odwracające wzmacniacza WP_1 pomiarowego pierwszego. Wejście nieodwracające wzmacniacza WP_1 pomiarowego pierwszego, połączone z dzielnikiem rezystancyjnym utworzonym z rezystorów R_9 , R_{10} , jest sterowane napięciem wprost proporcjonalnym do napięcia anody A . Napięcie wyjściowe wzmacniacza WP_1 pomiarowego pierwszego, wprost proporcjonalne do różnicy potencjałów anody A i katody K , steruje wejście odwracające wzmacniacza WO_5 operacyjnego piątego, natomiast wejście nieodwracające wzmacniacza WO_5 operacyjnego piątego jest sterowane napięciem źródła U_{wz2} napięcia wzorcowego drugiego. Wzmacniacz WO_5 operacyjny piąty, objęty obwodem ujemnego sprzężenia zwrotnego, regulując napięcie anody A zapewnia stabilizację napięcia przyspieszającego elektrony.

Zastrzeżenie patentowe

1. Układ automatycznej regulacji napięć katody i anody źródła elektronów i stabilizacji napięcia przyspieszającego elektrony i natężenia prądu termoemisji elektronowej, posiadający wzmacniacz operacyjny pierwszy, którego wejście nieodwracające jest połączone z pierwszym zaciskiem rezystora pierwszego i anodą wejście odwracające jest połączone z pierwszym zaciskiem rezystora drugiego i emiterem tranzystora pierwszego, zaś drugi zacisk rezystora pierwszego jest połączony z drugim zaciskiem rezystora drugiego, wyjście wzmacniacza operacyjnego pierwszego jest połączone z bazą tranzystora pierwszego, zaś kolektor tranzystora pierwszego jest połączony z pierwszym zaciskiem rezystora trzeciego i wejściem, odwracającym wzmacniacza operacyjnego drugiego, przy czym rezystancje rezystorów pierwszego, drugiego i trzeciego są jednakowe, wejście nieodwracające wzmacniacza operacyjnego drugiego jest połączone z pierwszym zaciskiem źródła napięcia wzorcowego pierwszego i pierwszym zaciskiem rezystora piątego, natomiast wyjście wzmacniacza operacyjnego drugiego jest połączone z pierwszym zaciskiem katody i pierwszym zaciskiem rezystora czwartego, drugi zacisk rezystora czwartego i drugi zacisk rezystora piątego są połączone z wejściem odwracającym wzmacniacza operacyjnego trzeciego i pierwszym zaciskiem rezystora szóstego, drugi zacisk rezystora szóstego jest połączony z wyjściem wzmacniacza operacyjnego trzeciego i pierwszym, zaciskiem rezystora siódmego, drugi, zacisk rezystora siódmego jest połączony z wejściem odwracającym wzmacniacza operacyjnego

nego czwartego i pierwszym zaciskiem rezystora ósmego, zaś drugi zacisk rezystora ósmego jest połączony z wyjściem wzmacniacza operacyjnego czwartego, wejście nieodwracające wzmacniacza pomiarowego pierwszego jest połączone z pierwszym zaciskiem rezystora dziewiątego i pierwszym zaciskiem rezystora dziesiątego, przy czym drugi zacisk rezystora dziesiątego jest połączony z wyjściem, wzmacniacza operacyjnego piątego i drugim zaciskiem rezystora drugiego, wejście nieodwracające wzmacniacza operacyjnego piątego jest połączone z pierwszym zaciskiem źródła napięcia wzorcowego drugiego, zaś drugi zacisk źródła napięcia wzorcowego drugiego, drugi zacisk rezystora dziewiątego, wejście nieodwracające wzmacniacza operacyjnego czwartego, wejście nieodwracające wzmacniacza operacyjnego trzeciego, drugi zacisk rezystora trzeciego, drugi zacisk źródła napięcia referencyjnego pierwszego i drugi zacisk katody są połączone z masą układu, przy czym rezystancje rezystorów czwartego, piątego i szóstego są jednakowe, **znamienny tym**, że wyjście wzmacniacza (WO_4) operacyjnego czwartego jest połączone z wejściem, odwracającym wzmacniacza (WP_1) pomiarowego pierwszego, zaś wartość ilorazu rezystancji rezystora (R_9) ósmego i rezystancji rezystora (R_7) siódmego jest równa jeden plus wartość ilorazu rezystancji rezystora (R_{10}) dziesiątego i rezystancji rezystora (R_9) dziewiątego.

Rysunek



