

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 245608 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **440812**

(22) Data zgłoszenia: **2022.03.31**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2022.08.22 BUP 34/2022**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.09.02 WUP 36/2024**

(51) MKP:

G05F 1/56 (2006.01)

H01J 49/26 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:
POLITECHNIKA LUBELSKA, Lublin, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:
JAROSŁAW SIKORA, Lublin, PL
BARTOSZ KANIA, Kozubszczyzna, PL
JAROSŁAW TATARCZAK, Lublin, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Paulina Pater, Lublin, PL

(54) Tytuł:

Układ cyfrowy stabilizacji natężenia prądu termoemisji elektronowej z automatyczną regulacją napięcia anody

PL 245608 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ cyfrowy stabilizacji natężenia prądu termoemisji elektronowej z automatyczną regulacją napięcia anody.

W urządzeniach technicznych wykorzystujących termoemisyjne źródła elektronów, między innymi w spektrometrach mas z gazowym źródłem jonów, próżniomierzach jonizacyjnych, wymagana jest stabilizacja prądu termoemisji elektronowej z automatyczną regulacją napięcia anody. W powyższych przyrządach stosuje się relatywnie niskie wartości napięcia zasilania anody, rzędu 100 V i dlatego pomiar natężenia prądu termoemisji elektronowej jako sygnału ujemnego sprzężenia zwrotnego, jest realizowany w obwodzie zasilania anody.

Z polskich opisów patentowych nr PL174650 B, nr PL201623 B, nr PL210947 B, nr PL219991 B, nr PL221702 B, nr PL223594 B, nr PL228237 B oraz z artykułów J. Sikora, Dual application of a biasing system to an electron source with a hot cathode, Meas. Sci. Technol. 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, znane są układy zaprojektowane w technologii analogowej, które umożliwiają jedynie stabilizację prądu termoemisji elektronowej lub stabilizację prądu termoemisji elektronowej i sterowanie napięciem przyspieszającym elektrony w układzie otwartym, bez ujemnego sprzężenia zwrotnego.

Dotychczas znane są cyfrowe kontrolery termoemisyjnych źródeł elektronów z artykułów E. Flaxer, Programmable Smart Electron Emission Controller for Hot Filament, Review of Scientific Instruments, 82, 2011, 025111, B. Kania, J. Sikora, Thermionic emission controller with PID algorithm, Proceedings of the 23rd International Conference Mixed design of Integrated Circuits and Systems, June 23–25, 2016, Lodz, 480–483, J. Sikora, B. Kania, J. Mrocza, Thermionic Electron Beam Current and Accelerating Voltage Controller for Gas Ion Sources. Sensors 2021, 21 (8) 2878. Wymienione powyżej układy umożliwiają jedynie stabilizację prądu termoemisji elektronowej lub stabilizację prądu termoemisji elektronowej i sterowanie napięciem przyspieszającym elektrony w układzie otwartym, bez ujemnego sprzężenia zwrotnego.

Z polskiego opisu patentowego nr PL225768 B znany jest układ stabilizatora prądu termoemisji elektronowej z automatyczną regulacją napięcia anody posiadający wzmacniacz operacyjny pierwszy, którego wyjście jest połączone z pierwszym zaciskiem katody, a wejście nieodwracające jest połączone z pierwszym zaciskiem źródła napięcia referencyjnego pierwszego. Wejście odwracające jest połączone z kolektorem tranzystora pierwszego i pierwszym zaciskiem rezystora trzeciego. Drugi zacisk katody i drugi zacisk rezystora trzeciego są połączone z masą układu. Wejście nieodwracające wzmacniacza operacyjnego drugiego jest połączone z anodą i pierwszym zaciskiem rezystora pierwszego, a wejście odwracające jest połączone z emiterem tranzystora pierwszego i pierwszym zaciskiem rezystora drugiego oraz wyjście jest połączone z bazą tranzystora pierwszego. Wejście nieodwracające wzmacniacza operacyjnego trzeciego jest połączone z pierwszym zaciskiem źródła napięcia referencyjnego drugiego, natomiast wyjście jest połączone z drugim zaciskiem rezystora pierwszego i drugim zaciskiem rezystora drugiego. Wyjście wzmacniacza pomiarowego pierwszego jest połączone z wejściem odwracającym wzmacniacza operacyjnego trzeciego. Wejście odwracające wzmacniacza pomiarowego pierwszego jest połączone z kolektorem tranzystora pierwszego, zaś wejście nieodwracające wzmacniacza pomiarowego pierwszego jest połączone z pierwszym zaciskiem rezystora czwartego i pierwszym zaciskiem rezystora piątego. Drugi zacisk rezystora piątego jest połączony z masą układu. Drugi zacisk rezystora czwartego jest połączony z wyjściem wzmacniacza operacyjnego trzeciego. W układzie stabilizatora prądu termoemisji elektronowej z automatyczną regulacją napięcia anody przetwarzanie sygnałów jest zrealizowane w technice analogowej, z wykorzystaniem wzmacniaczy operacyjnych, stąd jakość stabilizacji, możliwość monitorowania i zarządzania układem z poziomu komputera klasy PC są znacząco ograniczone.

Znany jest z polskiego opisu patentowego nr PL235559 B cyfrowy układ stabilizacji natężenia prądu termoemisji elektronowej oraz napięcia przyspieszającego elektrony, zwłaszcza dla wysokich energii elektronów charakteryzujący się tym, że wyjście wzmacniacz mocy połączone jest poprzez pierwszy zacisk drugiego rezystora pomiarowego z pierwszym analogowym wejściem pozytywnym mikrokontrolera. Drugi zacisk drugiego rezystora pomiarowego połączony jest z pierwszym zaciskiem katody i pierwszym analogowym wejściem negatywnym mikrokontrolera. Drugi zacisk katody połączony jest za pomocą pierwszego zacisku pierwszego rezystora pomiarowego z drugim analogowym wejściem pozytywnym mikrokontrolera. Drugi zacisk pierwszego rezystora pomiarowego połączony jest z drugim

analogowym wejściem negatywnym mikrokontrolera i masą układu. Pierwsze wyjście sterujące mikrokontrolera połączone jest z wejściem wzmacniacza wysokonapięciowego, którego wyjście połączone jest z anodą. Drugie wyjście sterujące mikrokontrolera połączone jest z wejściem wzmacniacza mocy. Ponadto mikrokontroler połączony jest poprzez łącze szeregowe z komputerem. Ze względu na realizację pomiaru natężenia prądu termoemisji elektronowej w obwodzie zasilania katody, układ jest przeznaczony zwłaszcza dla wysokonapięciowych źródeł elektronów i nie zapewnia automatycznej regulacji napięcia anody.

Celem wynalazku jest poprawa jakości stabilizacji oraz znaczące ułatwienie monitorowania i zarządzania układem z poziomu komputera klasy PC.

Istotą układu cyfrowego stabilizacji natężenia prądu termoemisji elektronowej z automatyczną regulacją napięcia anody posiadającego wzmacniacz mocy, którego wyjście jest połączone z pierwszym zaciskiem katody, zaś drugi zacisk katody połączony jest z masą układu, wzmacniacz wysokonapięciowy, którego wyjście jest połączone z pierwszym zaciskiem rezystora pierwszego, pierwszym zaciskiem rezystora drugiego i pierwszym zaciskiem rezystora trzeciego, przy czym drugi zacisk rezystora pierwszego jest połączony z anodą i wejściem nieodwracającym wzmacniacza operacyjnego, a drugi zacisk rezystora drugiego jest połączony z wejściem odwracającym wzmacniacza operacyjnego i emiterem tranzystora, zaś drugi zacisk rezystora trzeciego jest połączony z pierwszym zaciskiem rezystora czwartego, natomiast wyjście wzmacniacza operacyjnego jest połączone z bazą tranzystora, zaś kolektor tranzystora jest połączony z pierwszym zaciskiem rezystora piątego, przy czym drugi zacisk rezystora piątego i drugi zacisk rezystora czwartego są połączone z masą układu oraz mikrokontroler jest połączony poprzez interfejs szeregowy z komputerem, według wynalazku, **jest to, że** kolektor tranzystora jest połączony z pierwszym analogowym wejściem pozytywnym mikrokontrolera. Drugi zacisk rezystora piątego jest połączony z pierwszym analogowym wejściem negatywnym mikrokontrolera. Pierwszy zacisk rezystora czwartego jest połączony z drugim wejściem analogowym pozytywnym mikrokontrolera. Drugi zacisk rezystora czwartego jest połączony z drugim wejściem analogowym negatywnym mikrokontrolera. Natomiast pierwsze wyjście sterujące mikrokontrolera jest połączone z wejściem wzmacniacza mocy, a drugie wyjście sterujące mikrokontrolera jest połączone z wejściem wzmacniacza wysokonapięciowego.

Korzystnymi skutkami wynikającymi z zastosowania układu cyfrowego stabilizacji prądu termoemisji elektronowej z automatyczną regulacją napięcia anody są poprawa jakości stabilizacji, znaczące ułatwienie monitorowania i zarządzania układem z poziomu komputera klasy PC i w konsekwencji, stabilna praca urządzeń, w których układ wraz z termoemisyjnym źródłem elektronów są stosowane. Układ cyfrowy stabilizacji prądu termoemisji elektronowej z automatyczną regulacją napięcia anody charakteryzuje się prostą konstrukcją i szerokim zakresem regulacji natężenia prądu termoemisji elektronowej.

Wynalazek został przedstawiony w przykładzie wykonania na schematycznym rysunku.

Układ cyfrowy stabilizacji prądu termoemisji elektronowej z automatyczną regulacją napięcia anody posiada wzmacniacz operacyjny WO, wzmacniacz mocy W_1 , wzmacniacz wysokonapięciowy W_2 , tranzystor T, rezystory R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 , źródło elektronów, w którym znajdują się katoda K i anoda A, komputer PC, łącze szeregowe IS i mikrokontroler MK. Wyjście wzmacniacza mocy W_1 jest połączone z pierwszym zaciskiem katody K. Drugi zacisk katody K połączony jest z masą układu. Wyjście wzmacniacza wysokonapięciowego W_2 jest połączone z pierwszym zaciskiem rezystora pierwszego R_1 , pierwszym zaciskiem rezystora drugiego R_2 i pierwszym zaciskiem rezystora trzeciego R_3 . Drugi zacisk rezystora pierwszego R_1 jest połączony z anodą A i wejściem nieodwracającym wzmacniacza operacyjnego WO. Drugi zacisk rezystora drugiego R_2 jest połączony z wejściem odwracającym wzmacniacza operacyjnego WO i emiterem tranzystora T. Drugi zacisk rezystora trzeciego R_3 jest połączony z pierwszym zaciskiem rezystora czwartego R_4 , natomiast wyjście wzmacniacza operacyjnego WO jest połączone z bazą tranzystora T. Kolektor tranzystora T jest połączony z pierwszym zaciskiem rezystora piątego R_5 . Drugi zacisk rezystora piątego R_5 i drugi zacisk rezystora czwartego R_4 są połączone z masą układu. Mikrokontroler MK jest połączony poprzez interfejs szeregowy IS z komputerem PC. Kolektor tranzystora T jest połączony z pierwszym analogowym wejściem pozytywnym 1a mikrokontrolera MK. Drugi zacisk rezystora piątego R_5 jest połączony z pierwszym analogowym wejściem negatywnym 1b mikrokontrolera MK. Pierwszy zacisk rezystora czwartego R_4 jest połączony z drugim wejściem analogowym pozytywnym 2a mikrokontrolera MK. Drugi zacisk rezystora czwartego R_4 jest połączony z drugim wejściem analogowym negatywnym 2b mikrokontrolera MK. Natomiast pierwsze wyjście sterujące 3 mikrokontrolera MK jest połączone z wejściem wzmacniacza mocy W_1 , a drugie wyjście sterujące 4 mikrokontrolera MK jest połączone z wejściem wzmacniacza wysokonapięciowego W_2 .

Pomiar natężenia prądu termoemisji elektronowej jest realizowany w wysokonapięciowym obwodzie zasilania anody A i wynik pomiaru jest przekazywany do niskonapięciowego obwodu katody K za pomocą zwierciadła prądowego. Napięcie na rezystorze piątym R_5 , wprost proporcjonalne do natężenia prądu termoemisji elektronowej, będące cyfrowym sygnałem ujemnego sprzężenia zwrotnego, jest przetwarzane przez mikrokontroler MK i podawane na wejście wzmacniacza mocy W_1 , który steruje grzaniem katody K tak, aby zapewnić stałą wartość natężenia prądu termoemisji elektronowej. Napięcie na rezystorze czwartym R_4 jest wprost proporcjonalne do napięcia wyjściowego wzmacniacza wysokonapięciowego W_2 zasilającego obwód anody A. Mikrokontroler MK wyznacza i przetwarza różnicę wartości napięcia na rezystorze czwartym R_4 i rezystorze piątym R_5 i steruje wejściem wzmacniacza wysokonapięciowego W_2 , zapewniając stałą wartość napięcia anody A.

Zastrzeżenie patentowe

1. Układ cyfrowy stabilizacji natężenia prądu termoemisji elektronowej z automatyczną regulacją napięcia anody posiadający wzmacniacz mocy, którego wyjście jest połączone z pierwszym zaciskiem katody, zaś drugi zacisk katody połączony jest z masą układu, wzmacniacz wysokonapięciowy, którego wyjście jest połączone z pierwszym zaciskiem rezystora pierwszego, pierwszym zaciskiem rezystora drugiego i pierwszym zaciskiem rezystora trzeciego, przy czym drugi zacisk rezystora pierwszego jest połączony z anodą i wejściem nieodwracającym wzmacniacza operacyjnego, a drugi zacisk rezystora drugiego jest połączony z wejściem odwracającym wzmacniacza operacyjnego i emiterem tranzystora, zaś drugi zacisk rezystora trzeciego jest połączony z pierwszym zaciskiem rezystora czwartego, natomiast wyjście wzmacniacza operacyjnego jest połączone z bazą tranzystora, zaś kolektor tranzystora jest połączony z pierwszym zaciskiem rezystora piątego, przy czym drugi zacisk rezystora piątego i drugi zacisk rezystora czwartego są połączone z masą układu oraz mikrokontroler jest połączony poprzez interfejs szeregowy z komputerem, **znamienny tym**, że kolektor tranzystora (T) jest połączony z pierwszym analogowym wejściem pozytywnym (1a) mikrokontrolera (MK), zaś drugi zacisk rezystora piątego (R_5) jest połączony z pierwszym analogowym wejściem negatywnym (1b) mikrokontrolera (MK), a pierwszy zacisk rezystora czwartego (R_4) jest połączony z drugim wejściem analogowym pozytywnym (2a) mikrokontrolera (MK), przy czym drugi zacisk rezystora czwartego (R_4) jest połączony z drugim wejściem analogowym negatywnym (2b) mikrokontrolera (MK), natomiast pierwsze wyjście sterujące (3) mikrokontrolera (MK) jest połączone z wejściem wzmacniacza mocy (W_1), a drugie wyjście sterujące (4) mikrokontrolera (MK) jest połączone z wejściem wzmacniacza wysokonapięciowego (W_2).

Rysunek

