

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **219991**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **398424**

(51) Int.Cl.  
**G05F 1/56 (2006.01)**  
**H01J 49/26 (2006.01)**

(22) Data zgłoszenia: **13.03.2012**

---

(54) **Układ stabilizacji natężenia prądu termoemisji elektronowej  
i napięcia przyspieszającego elektrony zwłaszcza dla wysokich energii elektronów**

---

(43) Zgłoszenie ogłoszono:  
**16.09.2013 BUP 19/13**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:  
**31.08.2015 WUP 08/15**

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

(72) Twórca(y) wynalazku:  
**JAROSŁAW SIKORA, Lublin, PL**

(74) Pełnomocnik:  
**recz. pat. Tomasz Milczek**

---

**PL 219991 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ stabilizacji natężenia prądu termoemisji elektronowej i napięcia przyspieszającego elektrony zwłaszcza dla wysokich energii elektronów.

Znane są zastosowania wiązek termoelektronowych między innymi w procesie jonizacji gazu w próżniomierzach jonizacyjnych i spektrometrach mas, w generacji promieniowania X w lampach Roentgena, w pompach jonowych, a także w mikroskopach elektronowych. W celu poprawy parametrów technicznych wyżej wymienionych urządzeń pożądana jest stabilizacja zarówno natężenia prądu termoemisji elektronowej jak i energii kinetycznej elektronów.

W dotychczas znanych w technice układach stabilizacji, detekcja natężenia prądu termoemisji elektronowej, jako sygnału ujemnego sprzężenia zwrotnego, jest realizowana w obwodzie anodowym albo w obwodzie żarzenia katody. Dla układów stabilizacji wykorzystujących detekcję w obwodzie anody optymalny jest relatywnie niski zakres energii elektronów, natomiast układy stabilizacji z detekcją prądu termoemisji w obwodzie katody umożliwiają generację wiązki o znacząco wyższych energiach elektronów.

Przykładem wykorzystania detekcji anodowej jest znany, z polskiego opisu patentowego nr 189106, sposób uzyskiwania niezależnej regulacji stabilizowanego natężenia i energii kinetycznej termoelektronowej wiązki jonizującej w spektrometrze mas, który charakteryzuje się tym, że wykorzystuje się zależność wprost proporcjonalną natężenia termoelektronowej wiązki jonizującej od pierwszego napięcia wzorcowego i wykorzystuje się liniową charakterystykę napięcia zasilającego obwód anodowy od sumy napięć wzorcowego pierwszego i wzorcowego drugiego, a następnie jednocześnie steruje się pierwsze wejście układu stabilizacji natężenia wiązki elektronowej pierwszym napięciem wzorcowym i steruje się drugie wejście układu stabilizacji napięcia zasilającego obwód anodowy napięciem wprost proporcjonalnym do sumy napięć wzorcowego pierwszego i wzorcowego drugiego. Powyższy sposób nie zapewnia stabilizacji napięcia przyspieszającego elektrony, ponieważ zależy ono od napięcia katody, które jest z kolei nieliniową funkcją natężeń prądów żarzenia i termoemisji elektronowej.

Znane są z polskich opisów patentowych nr 73 594, nr 155147, nr 174650 układy stabilizacji prądu termoemisji elektronowej wykorzystujące detekcję prądu termoemisji elektronowej w obwodzie anodowym. Powyższe układy wymagają stosowania gałęzi ujemnego sprzężenia, która łączy obwód anody z obwodem katody. Ogranicza to zakres wysokich napięć anodowych do wartości napięć dopuszczalnych dla elementów tworzących obwód ujemnego sprzężenia zwrotnego. Są próby wykorzystania w obwodzie ujemnego sprzężenia zwrotnego układów z izolacją galwaniczną, ale stosowanie ich wprowadza relatywnie duży poziom szumów sygnału wyjściowego stabilizatora i dodatkowe zniekształcenia nieliniowe.

Przykładem układu stabilizacji natężenia prądu termoemisji elektronowej wykorzystującego detekcję prądu termoemisji w obwodzie katodowym jest znany, z polskiego opisu patentowego Nr 210947, układ zawierający wzmacniacze pomiarowe, rezystory wzorcowe o jednakowych wartościach, źródło wysokiego napięcia anodowego, źródło napięcia referencyjnego, anodę, katodę i wzmacniacz mocy charakteryzujący się tym, że wyjście wzmacniacza mocy jest połączone z rezystorem wzorcowym pierwszym i wejściem nieodwracającym pierwszego wzmacniacza pomiarowego, drugi zacisk pierwszego rezystora wzorcowego jest połączony z pierwszym zaciskiem katody i wejściem odwracającym pierwszego wzmacniacza pomiarowego zaś drugi zacisk katody jest połączony z drugim rezystorem wzorcowym i wejściem nieodwracającym drugiego wzmacniacza pomiarowego przy czym drugi zacisk rezystora wzorcowego drugiego i wejście odwracające drugiego wzmacniacza pomiarowego są połączone do masy układu stabilizacji, zaś wyjście pierwszego wzmacniacza pomiarowego jest połączone do wejścia odwracającego trzeciego wzmacniacza pomiarowego i wyjście drugiego wzmacniacza pomiarowego jest połączone z wejściem nieodwracającym trzeciego wzmacniacza pomiarowego, którego wyjście jest połączone do wejścia odwracającego wzmacniacza mocy, zaś wejście nieodwracające wzmacniacza mocy jest połączone ze źródłem napięcia wzorcowego, którego drugi zacisk jest połączony do masy układu stabilizacji, przy czym anoda jest połączona do dodatniego bieguna źródła wysokiego napięcia anodowego, którego zacisk ujemny jest połączony do masy układu stabilizacji. Powyższy układ zapewnia stabilizację natężenia prądu termoemisji elektronowej, natomiast nie umożliwia stabilizacji napięcia przyspieszającego elektrony, definiowanego jako różnica napięcia anody i napięcia przyporządkowanego środkowi geometrycznemu katody, ponieważ napięcie na katodzie jest funkcją natężenia prądu żarzenia, które z kolei zależy od zadanej wartości natężenia

prądu termoemisji elektronowej a także, między innymi, od temperatury otoczenia, zjawisk powierzchniowych na katodzie, które mogą lokalnie zmieniać pracę wyjścia elektronów.

Istotą układu stabilizacji natężenia prądu termoemisji elektronowej i napięcia przyspieszającego elektrony zwłaszcza dla wysokich energii elektronów posiadającego źródła napięć wzorcowych pierwszego i drugiego, wzmacniacz mocy, rezystory wzorcowe, wzmacniacze pomiarowe, analogowy sumator, wzmacniacz wysokonapięciowy oraz katodę i anodę umieszczone w obszarze próżni, w którym rezystor wzorcowy pierwszy jest połączony równolegle do wejść wzmacniacza pomiarowego pierwszego, rezystor wzorcowy drugi jest połączony równolegle do wejść wzmacniacza pomiarowego drugiego, przy czym wartości rezystorów wzorcowych pierwszego i drugiego są jednakowe oraz wyjście wzmacniacza pomiarowego pierwszego jest połączone z wejściem odwracającym wzmacniacza pomiarowego trzeciego, zaś wyjście wzmacniacza pomiarowego drugiego jest połączone z wejściem nieodwracającym wzmacniacza pomiarowego trzeciego i wyjście wzmacniacza pomiarowego trzeciego jest połączone z wejściem odwracającym wzmacniacza mocy, zaś wejście nieodwracające wzmacniacza mocy jest połączone ze źródłem napięcia wzorcowego pierwszego, przy czym drugi zacisk źródła napięcia wzorcowego pierwszego jest połączony z wejściem odwracającym wzmacniacza pomiarowego drugiego i z masą układu, natomiast wyjście wzmacniacza mocy jest połączone z wejściem nieodwracającym wzmacniacza pomiarowego pierwszego, zaś wejście odwracające wzmacniacza pomiarowego pierwszego jest połączone z zaciskiem katody oraz drugi zacisk katody jest połączony z wejściem nieodwracającym wzmacniacza pomiarowego drugiego, anoda zaś, jest połączona z wyjściem wzmacniacza wysokonapięciowego, którego wejście jest połączone z wyjściem trzecim analogowego sumatora, którego pierwsze wejście jest połączone ze źródłem napięcia wzorcowego drugiego, przy czym drugi zacisk źródła napięcia wzorcowego drugiego jest połączony z masą układu, **jest to**, że rezystor wzorcowy trzeci jest połączony z wejściem nieodwracającym wzmacniacza pomiarowego pierwszego, drugi zacisk rezystora wzorcowego trzeciego jest połączony z rezystorem wzorcowym czwartym i z wejściem drugim analogowego sumatora oraz drugi zacisk rezystora wzorcowego czwartego jest połączone z wejściem odwracającym wzmacniacza pomiarowego drugiego, przy czym wartości rezystorów wzorcowych trzeciego i czwartego są jednakowe.

Korzystnym skutkiem wynikającym z zastosowania układu stabilizacji prądu termoemisji elektronowej i napięcia przyspieszającego elektrony zwłaszcza dla wysokich energii elektronów według wynalazku jest precyzyjny i wzajemnie niezależny dobór parametrów wiązki termoelektronowej tzn. natężenia prądu termoemisji elektronowej i napięcia przyspieszającego elektrony i poszerzenie, w stosunku do dotychczasowych możliwości technicznych, zakresu uzyskiwanych, stabilizowanych energii elektronów.

Układ jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym uwidoczniono schemat ideowy układu stabilizacji natężenia prądu termoemisji elektronowej i napięcia przyspieszającego elektrony zwłaszcza dla wysokich energii elektronów.

Układ stabilizacji natężenia prądu termoemisji elektronowej i napięcia przyspieszającego elektrony zwłaszcza dla wysokich energii elektronów posiada źródła  $U_{ref1}$ ,  $U_{ref2}$  napięć wzorcowych pierwszego i drugiego, wzmacniacz WM mocy, rezystory RW1, RW2, RW3, RW4 wzorcowe, wzmacniacze WP1, WP2, WP3 pomiarowe, analogowy sumator AS, wzmacniacz WN wysokonapięciowy oraz katodę K i anodę A umieszczone w obszarze próżni. Rezystor RW1 wzorcowy pierwszy jest połączony równolegle do wejść wzmacniacza WP1 pomiarowego pierwszego, rezystor RW2 wzorcowy drugi jest połączony równolegle do wejść wzmacniacza WP2 pomiarowego drugiego, przy czym wartości rezystorów RW1, RW2 wzorcowych pierwszego i drugiego są jednakowe. Wyjście wzmacniacza WP1 pomiarowego pierwszego jest połączone z wejściem odwracającym wzmacniacza WP3 pomiarowego trzeciego, zaś wyjście wzmacniacza WP2 pomiarowego drugiego jest połączone z wejściem nieodwracającym wzmacniacza WP3 pomiarowego trzeciego. Wyjście wzmacniacza WP3 pomiarowego trzeciego jest połączone z wejściem odwracającym wzmacniacza WM mocy, zaś wejście nieodwracające wzmacniacza WM mocy jest połączone ze źródłem  $U_{ref1}$  napięcia wzorcowego pierwszego, przy czym drugi zacisk źródła  $U_{ref1}$  napięcia wzorcowego pierwszego jest połączony z wejściem odwracającym wzmacniacza WP2 pomiarowego drugiego i z masą układu. Wyjście wzmacniacza WM mocy jest połączone z wejściem nieodwracającym wzmacniacza WP1 pomiarowego pierwszego, natomiast wejście odwracające wzmacniacza WP1 pomiarowego pierwszego jest połączone z zaciskiem katody K, przy czym drugi zacisk katody K jest połączony z wejściem nieodwracającym wzmacniacza WP2 pomiarowego drugiego. Anoda A jest połączona z wyjściem wzmacniacza WN wysokonapięciowego, którego wejście jest połączone z wyjściem 3 analogowego sumatora AS. Wejście 1 analogowego su-

matora AS jest połączone ze źródłem  $U_{ref2}$  napięcia wzorcowego drugiego, przy czym drugi zacisk źródła  $U_{ref2}$  napięcia wzorcowego drugiego jest połączony z masą układu. Rezystor RW3 wzorcowy trzeciego jest połączony z wejściem nieodwracającym wzmacniacza WP1 pomiarowego pierwszego, drugi zacisk rezystora RW3 wzorcowego trzeciego jest połączony z rezystorem RW4 wzorcowym czwartym i z wejściem 2 analogowego sumatora AS oraz drugi zacisk rezystora RW4 wzorcowego czwartego jest połączony z wejściem odwracającym wzmacniacza WP2 pomiarowego drugiego, przy czym wartości rezystorów RW3, RW4 wzorcowych trzeciego i czwartego są jednakowe.

Dobór wartości natężenia prądu termoemisji elektronowej jest realizowany za pomocą źródła  $U_{ref1}$  napięcia wzorcowego pierwszego. Napięcie na rezystorze RW2 wzorcowym drugim jest wprost proporcjonalne do sumy natężeń prądów żarzenia i termoemisji, natomiast napięcie na rezystorze RW1 wzorcowym pierwszym jest wprost proporcjonalne do natężenia prądu żarzenia katody. Napięcie na wyjściu wzmacniacza pomiarowego trzeciego jest wprost proporcjonalne do natężenia prądu termoemisji elektronowej i jako sygnał ujemnego sprzężenia zwrotnego z obwodu katodowego jest podawane na wejście odwracające wzmacniacza WM mocy, który steruje grzaniem katody K. Dzięki zastosowaniu rezystorów RW3, RW4 wzorcowych trzeciego i czwartego o jednakowych wartościach, analogowego sumatora AS, i źródła  $U_{ref2}$  napięcia wzorcowego drugiego, napięcie anody A jest wprost proporcjonalne do sumy napięcia przyporządkowanego środkowi geometrycznemu katody K i napięcia źródła  $U_{ref2}$  napięcia wzorcowego drugiego. Współczynnikiem proporcjonalności jest wzmocnienie wzmacniacza WN wysokonapięciowego. W rezultacie napięcie przyśpieszające elektrony, jako różnica napięcia anody A i napięcia przyporządkowanego środkowi geometrycznemu katody K, jest wprost proporcjonalne do napięcia źródła  $U_{ref2}$  napięcia wzorcowego drugiego i nie zależy od dobieranego natężenia, stabilizowanego prądu termoemisji elektronowej.

### Zastrzeżenie patentowe

Układ stabilizacji natężenia prądu termoemisji elektronowej i napięcia przyśpieszającego elektrony zwłaszcza dla wysokich energii elektronów posiadający źródła napięć wzorcowych pierwszego i drugiego, wzmacniacz mocy, rezystory wzorcowe, wzmacniacze pomiarowe, analogowy sumator, wzmacniacz wysokonapięciowy oraz katodę i anodę umieszczone w obszarze próżni, w którym rezystor wzorcowy pierwszy jest połączony równolegle do wejść wzmacniacza pomiarowego pierwszego, rezystor wzorcowy drugi jest połączony równolegle do wejść wzmacniacza pomiarowego drugiego, przy czym wartości rezystorów wzorcowych pierwszego i drugiego są jednakowe oraz wyjście wzmacniacza pomiarowego pierwszego jest połączone z wejściem odwracającym wzmacniacza pomiarowego trzeciego, zaś wyjście wzmacniacza pomiarowego drugiego jest połączone z wejściem nieodwracającym wzmacniacza pomiarowego trzeciego i wyjście wzmacniacza pomiarowego trzeciego jest połączone z wejściem odwracającym wzmacniacza mocy, zaś wejście nieodwracające wzmacniacza mocy jest połączone ze źródłem napięcia wzorcowego pierwszego, przy czym drugi zacisk źródła napięcia wzorcowego pierwszego jest połączony z wejściem odwracającym wzmacniacza pomiarowego drugiego i z masą układu, natomiast wejście wzmacniacza mocy jest połączone z wejściem nieodwracającym wzmacniacza pomiarowego pierwszego, zaś wejście odwracające wzmacniacza pomiarowego pierwszego jest połączone z zaciskiem katody, oraz drugi zacisk katody jest połączony z wejściem nieodwracającym wzmacniacza pomiarowego drugiego, anoda zaś, jest połączona z wyjściem wzmacniacza wysokonapięciowego, którego wejście jest połączone z wyjściem trzecim analogowego sumatora, którego pierwsze wejście jest połączone ze źródłem napięcia wzorcowego drugiego, przy czym drugi zacisk źródła napięcia wzorcowego drugiego jest połączony z masą układu, **znamienny tym**, że rezystor (RW3) wzorcowy jest połączony z wejściem nieodwracającym wzmacniacza (WP1) pomiarowego pierwszego a zacisk rezystora (RW3) wzorcowego jest połączony z rezystorem (RW4) wzorcowym i z wejściem drugim analogowego sumatora (AS) oraz zacisk rezystora wzorcowego (RW4) jest połączony z wejściem odwracającym wzmacniacza (WP2) pomiarowego, przy czym wartości rezystorów wzorcowych (RW3), (RW4) są jednakowe.

Rysunek



