

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY 130 392

Patent dodatkowy
do patentu —

Zgłoszono: 80 08 26 (P. 226415)

Pierwszeństwo: 79 08 28 Stany Zjednoczone
Ameryki

Zgłoszenie ogłoszono: 81 07 10

Opis patentowy opublikowano: 1985.10.31

Int. Cl.³ H01J 29/62

Twórcy wynalazku: Norman David Winarsky, Roger Wolfe Cohen, David Paul Bortfeld,
Leon Joseph Vieland

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

Wyrzutnia elektronowa

Niniejszy wynalazek dotyczy wyrzutni elektronowej dla telewizyjnego kineskopu, a w szczególności wyrzutni elektronowej zawierającej podłużne rezystywne soczewki ogniskujące.

Jak zaznaczono w niniejszym opisie, termin „soczewka rezystywna” odnosi się do elektrostatycznej soczewki ogniskującej, w której rozkład potencjałów w obszarze soczewki jest wyznaczony rezystywnym dzielnikiem napięcia rozmieszczonym wzdłuż soczewki. Jeden z rodzajów takich soczewek jest opisany w opisie patentowym Stanów Zjednoczonych Ameryki nr 3 932 786, udzielonym F.J. Campbell'owi w dniu 13 stycznia 1976 r. Soczewka opisana w tym opisie patentowym zawiera szereg płytek metalowych z otworami, które to płytki są przyłączone do usytuowanych w pewnym odstępie odczepów wzdłuż dzielnika napięcia. Płytki z otworami są zamocowane w ustalonej pozycji poprzez osadzenie ich krawędzi na szklanym wsporniku podłużnym, który służy również jako podłoże dla rezystorów dzielnika, nałożonych na nim.

Modyfikacją soczewki rezystywnej, której twórcą jest Campbell, jest soczewka opisana w opisie patentowym Stanów Zjednoczonych Ameryki nr 4 091 144 udzielonym J.Dresner'owi i innym w dniu 23 maja 1978 r. W rozwiązaniu zmodyfikowanym płytki z otworami są ułożone naprzemian z blokami izolacyjnymi w stos. Blokami izolacyjnymi są bloki ceramiczne, których co najmniej jedna powierzchnia czołowa jest pokryta materiałem rezystywnym. Płytki i bloki są tak skonstruowane, że wzdłuż stosu z bloków i płytek od jednego końca stosu do drugiego tworzy się ciągła struktura rezystywna o równomiernie rozłożonej dużej rezystancji. Gdy do stosu doprowadza się różnica napięć, przepływa przez niego prąd, który powoduje, że każda elektroda płytkowa stosu ma inny potencjał.

Opis patentowy Stanów Zjednoczonych Ameryki nr 4 124 810, udzielony w dniu 07 listopada 1978 r. D.P.Bortfeld'owi i innym, dotyczy wymagań stawianych odnośnie rozkładu potencjałów w soczewce ogniskującej. Podaje się tutaj, że najbardziej korzystnym rozkładem potencjałów jest rozkład odwzorowywany krzywą wykładniczą wzdłuż toru wiązki elektronów. Może to być osiągnięte przy zastosowaniu soczewki rezystywnej poprzez odpowiednią gradację rezystancji kolejnych bloków rezystywnych ułożonych wzdłuż stosu. Jednakże taka procedura jest kosztowna i skomplikowana z tego względu, że każdy blok rezystywny powinien być przetestowany i dobrany tak, aby miał ściśle wyznaczoną rezystancję. Tak więc bloki rezystywne dla takiej soczewki powinny być wykonane bardzo dokładnie i zmontowane we właściwej kolejności w stosie rezystywnym.

Aby uprościć strukturę rezystywną dla wyrzutni elektronowej nie nakłada się dokładnie określonych wymagań co do rozkładu potencjałów wzdłuż osi podłużnej soczewki, to znaczy rozkładu napięcia wzdłuż

torów wiązek elektronów w obszarze soczewki między powierzchniami elementów elektrodowych. W praktyce różnią się one nieznacznie i rozkład potencjałów wzdłuż osi zwykle jest wygładzonym odwzorowaniem profilu powierzchniowego.

Zostało przez nas stwierdzone, że stan optymalny, którym jest wykładnicza charakterystyka rozkładu potencjałów w obszarze soczewki, może być z dostatecznym stopniem przybliżenia osiągnięty, jeżeli wynikowa krzywa rozkładu potencjałów będzie się składała z dwóch odcinków prostych o różnych nachyleniach, co odpowiada temu, że obszar soczewki jest podzielony na dwie strefy o różnych gradientach potencjałów. I przy tym soczewka nie odznacza się zwiększoną aberacją. Ponadto zostało przez nas stwierdzone, że wartości tych dwóch nachyleń odcinków prostych powinny być w stosunku jak 1:2, do 1:3, co może być uzyskane w systemie soczewkowym trójpotencjałowym lub w soczewce uproszczonego dwupotencjałowego typu – pod warunkiem pewnej modyfikacji takiej, aby soczewka rezystywna była skonstruowana z zastosowaniem jednakowych bloków rezystywnych – ze względu na konieczność znacznego uproszczenia konstrukcji soczewki i zmniejszenia kosztów wytwarzania takich soczewek.

Jak zaznaczono, termin „trójpotencjałowy” dotyczy systemu soczewkowego, zawierającego przynajmniej trzy elektrody, z których pierwsza, biorąc pod uwagę tor wiązki elektronów, pracuje przy potencjale pośrednim, druga – przy potencjale minimalnym, a trzecia – przy potencjale przyspieszającym kineskopu, zawierającego soczewkę.

Wyrzutnia elektronowa mająca rozkład potencjałów wzdłuż osi kineskopu taki, jaki jest stosowany w rozwiązywaniu powszechnym, jest opisana w opisie patentowym Stanów Zjednoczonych Ameryki nr 3 995 194, udzielonym w dniu 30 listopada 1976 r. A.P.Blacker'owi Juniorowi i innym.

Terminy „rezystywny stos soczewkowy” i „rezystywna struktura soczewkowa” są w niniejszym opisie zastosowane zamiennie i oznaczają każdy:

a) część całego stosu soczewkowego zawierającego szereg elektrod płytkowych i szereg umieszczonych w jednej linii bloków rezystywnych,

b) cały stos soczewkowy zawierający szereg elektrod płytkowych i wszystkie bloki rezystywne w stosie łącznie z taką sytuacją, gdy część stosu ma dwa lub więcej bloków rezystywnych w każdym stopniu stosu.

Przedmiotem wynalazku jest wyrzutnia elektronowa zawierająca dwa równoległe wsporniki z materiału izolacyjnego, na którym są zmontowane kolejno elementy składowe wyrzutni, a mianowicie: katody, mające powierzchnie czołowe emitujące elektrony, siatkowa elektroda sterująca, siatkowa elektroda ekranująca, pierwsza elektroda soczewkowa, druga elektroda soczewkowa, trzecia elektroda soczewkowa, rezystywna struktura soczewkowa umieszczona i włączona między drugą a trzecią elektrodami soczewkowymi, składająca się z elektrycznie ciągłego stosu z ułożonych na przemian metalowych elektrod płytkowych i rezystywnych bloków dystansowych, pierwszy przewodnik, połączony z drugą elektrodą soczewkową doprowadzający napięcie skupiające do drugiej elektrody soczewkowej, które to napięcie powoduje, przepływ prądu przez rezystywną strukturę soczewkową i wytwarzanie pola elektrycznego o liniowym rozkładzie potencjału elektrycznego wzdłuż rezystywnej struktury soczewkowej.

Zgodnie z wynalazkiem wyrzutnia zawiera drugą rezystywną strukturę soczewkową usytuowaną i elektrycznie włączoną między pierwszą a drugą elektrodami soczewkowymi, która to druga rezystywna struktura soczewkowa również składa się z elektrycznie ciągłego stosu ułożonych na przemian elektrod płytkowych i rezystywnych bloków dystansowych, oraz drugi przewodnik połączony elektrycznie z pierwszą elektrodą soczewkową i z jedną z elektrod płytkowych znajdujących się w środku pierwszej struktury soczewkowej tak, że druga rezystywna struktura soczewkowa jest włączona równoległe do części wejściowej drugiej rezystywnej struktury soczewkowej, na skutek czego prąd, przepływający przez część wejściową pierwszej rezystywnej struktury soczewkowej jest mniejszy od prądu przepływającego przez pozostałą jej część, przy czym rezystywne bloki dystansowe pierwszej i drugiej rezystywnych struktur soczewkowych mają jednakowe wymiary i jednakowe rezystancje.

Druga rezystywna struktura soczewkowa i część wejściowa pierwszej rezystywnej struktury soczewkowej mają jednakową liczbę sekcji, przy tym nachylenie krzywej odwzorowującej rozkład potencjałów pola elektrycznego wytwarzanego prądem przepływającym przez część wejściową pierwszej rezystywnej struktury soczewkowej wynosi jedną drugą nachylenia krzywej odwzorowującej rozkład potencjałów pola elektrycznego wytwarzanego prądem przepływającym przez pozostałą część tej struktury.

Druga rezystywna struktura soczewkowa ma trzy sekcje, a pierwsza rezystywna struktura soczewkowa ma siedem sekcji, przy czym drugi przewodnik jest włączony między pierwszą elektrodą soczewkową a elektrodą płytkową, znajdującą się między trzecią a czwartą sekcjami pierwszej rezystywnej struktury soczewkowej.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania jest przedstawiony na rysunku, na którym fig. 1 jest widokiem z boku wyrzutni elektronowej według wynalazku, fig. 2 jest przekrojem wzdłużnym według linii 2-2 wyrzutni elektronowej z fig. 1, fig. 3 jest przekrojem wzdłuż linii 3-3 wyrzutni elektronowej z fig. 1 i przedstawia elektrodę płytkową oraz blok rezystywny rezystywnego systemu soczewkowego wyrzutni elektronowej z fig. 1, fig. 4 jest powiększeniem przekroju struktury soczewkowej wyrzutni elektronowej z fig. 1, fig. 5 jest widokiem

z boku częściowego przekroju wyrzutni elektronowej według korzystnego przykładu realizacji wynalazku, fig. 6, 7 i 8 są schematycznymi przedstawianiami zmodyfikowanych wyrzutni elektronowych z fig. 1 i fig. 2, fig. 9, 10 i 11 są schematycznym przedstawieniem zmodyfikowanych wyrzutni elektronowych z fig. 5.

Niniejszy wynalazek jest przedstawiony w odniesieniu do trójwiązkowej wyrzutni elektronowej z wiązkami elektronów usytuowanymi w jednej płaszczyźnie. Jednakże należy zaznaczyć, że wynalazek może być zastosowany również w wyrzutniach elektronowych innego rodzaju.

Jak pokazano na fig. 1 i fig. 2, wyrzutnia elektronowa 10 zawiera dwa równoległe szklane wsporniki 12, na których są zmontowane różne elementy składowe wyrzutni elektronowej. Na jednym z końców wsporników szklanych 12 są zmontowane trzy kołpaczkowe katody 14, mające na swych końcowych ściankach powierzchnie emitujące elektrony. W pewnej odległości w pobliżu katod 14 są zmontowane: siatkowe elektroda sterująca 16 (G1) siatkowa elektroda ekranująca 18 (G2), pierwsza elektroda soczewkowa 20 (G3), druga elektroda soczewkowa 22 (G4) i trzecia elektroda soczewkowa 23 (G5). Trzy katody 14 emitują elektrony, których wiązki mają tory leżące w jednej płaszczyźnie przechodzące przez odpowiednie otwory w elektrodach.

Elektrody siatkowe G1 i G2 mają zasadniczo płaskie elementy metalowe, z których każdy ma trzy otwory usytuowane w jednej linii, przy czym otwory w jednym płaskim elemencie elektrody są usytuowane współosiowo względem otworów w drugim elemencie płaskim elektrody. Każda z elektrod G3 i G4 zawiera po dwa zasadnicze prostokątne ukształtowane elementy kołpaczkowe połączone swobodnymi końcami. Na każdej z powierzchni czołowych części kołpaczkowych są wykonane po trzy usytuowane z jednej linii otwory współosiowo względem trzech torów wiązek 24.

Elektroda G5 zawiera zasadniczo prostokątne ukształtowany element kołpaczkowy podstawie, której powierzchnie czołowe jest zwrócona w kierunku elektrody G4 i ma trzy usytuowane w jednej linii otwory współosiowo względem trzech torów 24 wiązek elektronów.

Kołpaczek ekranujący 26 jest przymocowany do elektrody G5 tak, iż jego podstawa przylega do otwartego końca elektrody G5. Kołpaczek ekranujący 26 ma trzy usytuowane w jednej linii otwory wykonane w jego podstawie, przy czym każdy z tych otworów jest współosiowy względem torów 24 wiązek elektronów. Kołpaczek ten jest wyposażony w kilka elementów sprężynujących przytwierdzonych do ścianki bocznej kołpaczka ekranującego z jego otwartego końca. Te elementy sprężynujące 28 są przeznaczone do ustalania położenia wyrzutni elektronowej 10 wewnątrz części szyjkowej kineskopu (nie pokazanego na rysunku) i zapewniają styk elektryczny z warstwą przewodzącą prąd elektryczny nałożoną na powierzchnię części szyjkowej kineskopu, na skutek czego zapewnia się doprowadzenie wysokiego napięcia do kołpaczka ekranującego będącego elektrodą G5.

Dla zapewnienia właściwego funkcjonowania wyrzutni elektronowej 10 jest ona wyposażona w główne soczewki ogniskujące umieszczone między elektrodami G4 i G5 oraz we wtórne soczewki ogniskujące umieszczone między elektrodami G3 i G4. Rolę tych soczewek spełniają struktury rezystywne: główne 30 i wtórne 32. Każda ze struktur soczewkowych rezystywnych 30 i 32 składa się z kilku płytek elektrodowych 34. Jak pokazano na fig. 3, każda elektroda płytkowa 34 ma trzy usytuowane w jednej linii otwory 36, z których każdy jest współosiowy z odpowiednim torem wiązek elektronów 24. Elektrody płytkowe 34 są ułożone w stos na przemian z prostopadłościennymi blokami dystansowymi 38. Para bloków dystansowych 38 jest umieszczona między dwoma kolejnymi elektrodami płytkowymi 34. Każda para bloków dystansowych 38 jest umieszczona po przeciwnych stronach środkowego otworu 36 i w pobliżu zewnętrznego końca elektrody płytkowej 34. Przynajmniej jeden blok każdej pary bloków dystansowych 38 zawiera blok rezystywny 40 taki, jaki jest opisany dalej.

Inny blok pary bloków dystansowych 38 może stanowić albo blok rezystywny 40 albo też blok izolujący 42. Gdy tylko jeden blok rezystywny 40 powinien być umieszczony między parą elektrod płytkowych 34, wówczas izolujący blok dystansowy 42 jest umieszczony celem zapewnienia wymaganych właściwości mechanicznych. Bloki rezystywne 40 korzystnie składają się z bloków izolujących 42, których co najmniej jedna z powierzchni jest pokryta warstwą odpowiedniego materiału, odznaczającego się dużą rezystywnością. Korzystnym jest stosowanie w tym celu metaloceramiki.

Jak pokazano na fig. 4, każdy z bloków rezystywnych 40 jest wyposażony w dwie odizolowane elektrycznie warstwy metalizacji 44 nałożone na dwóch przeciwnych powierzchniach bloków, które się stykają z parą elektrod płytkowych 34. Po nałożeniu na powierzchniach bloków rezystywnych warstw metalizacji 44 i przed zamontowaniem tych bloków w stosach soczewkowych 30 lub 32 są one pokrywane warstwą 46 odpowiedniego materiału odznaczającego się dużą rezystywnością nakładaną na powierzchnię, która łączy dwie wzajemnie przeciwnie powierzchnie metalizowane. Warstwa rezystywna 46 pokrywa również części narożne bloku 40 tak, aby zapewnić dobry styk elektryczny z częściami powierzchni warstw metalizacji 44. Bloki rezystywne 40 są następnie montowane wraz z elektrodami płytkowymi 34 i zabezpieczane za pomocą łącznika 48 wykonanego z brązu. Aby zapewnić dobry styk warstwy metalizacji 44 z łącznikami brązowymi, część warstwy 44 jest najpierw pokrywana paskiem 50 z niklu. Pasek niklowy 50 przylega do środkowej części warstwy metalizacji 44 i w ten sposób zapobiega przenoszeniu materiału łącznika na warstwę metalizacji.

Przy takim rozwiązaniu struktury soczewkowej 30 lub 32 zmontowanej w postaci jednorodnego zespołu zapewniona zostaje ciągłość elektryczna od jednego końca do drugiego każdego stosu, w którym każdy blok

rezystywny 40 wprowadza wystarczającą rezystancję między każdymi dwiema sąsiednimi elektrodami płytkowymi 34. W ten sposób uzyskuje się rezystancyjny dzielnik napięcia, w którym, gdy odpowiednie napięcia są doprowadzone do dwóch elektrod soczewkowych na końcach stosu, płyną prądy upływowe przez warstwy 46 wywołując spadki napięcia wzdłuż stosu soczewkowego, na skutek czego ustalają się różnice potencjałów na każdej z elektrod płytkowych 34 stosu. Takie różnice napięć powodują, że tworzy się pole elektryczne o gradientie napięcia, wywołującym wymagane osiowe profile potencjałowe soczewek.

Przy wykorzystaniu technologii opisanej powyżej, soczewki rezystywne 30 są wytworzone z ośmiu elektrod płytkowych 34 i siedmiu bloków rezystywnych 40. Jak pokazano na fig. 1, bloki rezystywne 40 są ustawione z jednej linii w górnej części soczewki 30. Siedem bloków ustawionych w jednej linii w dolnej części soczewki 30 są niemetalizowanymi blokami izolacyjnymi. Rezystywne bloki 40 na rysunku są zaznaczone kropkami w odróżnieniu od niemetalizowanych bloków izolacyjnych 42.

Podobnie jest skonstruowana stosowa struktura soczewkowa 32, składająca się z czterech elektrod płytkowych 34 i trzech bloków rezystywnych 40. Jak pokazano na fig. 1, trzy bloki rezystywne 40 są umieszczone w jednej linii w górnej części soczewki, a trzy bloki izolacyjne 42 są umieszczone w jednej linii w dolnej części soczewki. Pierwszy przewodnik elektryczny 52 jest przymocowany do elektrody G4 i jest skierowany ku zewnątrz kineskopu, w którym jest umieszczona wyrzutnia elektronowa 10. Ten przewodnik pozwala doprowadzić napięcie skupiające do elektrody soczewkowej G4. Drugi przewodnik 54 jest przymocowany jednym końcem do elektrody G3, a drugim końcem do elektrody płytkowej 34 znajdującej się wewnątrz stosu głównej soczewki 30. W czasie działania wyrzutni elektronowej 10 potencjał przyspieszający jest przyłożony do elektrody G5 poprzez styki sprężynujące 28 przymocowane do kołpaczka ekranującego 26. Zwykle w wyrzutniach elektronowych 10 napięcie skupiające wynosi 5,7 kV, a napięcie przyspieszające — 30 kV. Napięcia te są doprowadzane do elektrod G4 i G5 odpowiednio. Główna struktura soczewkowa 30 może mieć odczepy łączące za pomocą przewodnika 54 pewne wybrane elektrody płytkowe 34 w tym celu, aby doprowadzić odpowiednie napięcie, na przykład 13 kV, do elektrody G3.

W takiej konstrukcji stos soczewkowy 32 jest połączony elektryczny równolegle z pierwszą, lub wejściową, sekcją stosu soczewkowego 30, to znaczy z sekcją, którą wiązki elektronów wchodzi do soczewki 30, między elektrodą G4 i środkową elektrodą płytkową 34, do której przyłączony jest przewodnik 54. Jeżeli liczba bloków rezystywnych 40 w strukturze soczewkowej 32 jest równa liczbie bloków rezystywnych sekcji wejściowej struktury soczewkowej 30 jak pokazano na fig. 1, prąd przepływający przez sekcję wejściową soczewki 30 jest równy jednej drugiej prądu, który przepływa przez drugą, wyjściową, sekcję, to znaczy przez sekcję, przez którą wiązka opuszcza przestrzeń soczewkową, między środkową elektrodą płytkową 34 połączoną z odczepem 54 a elektrodą G5. W wyniku tego ustala się wynikowy liniowy profil potencjałowy wzdłuż stosu soczewkowego 30 tak, iż nachylenie profilu potencjałowego wzdłuż sekcji wyjściowej jest równa jednej drugiej nachylenia profilu potencjałowego wzdłuż sekcji wejściowej. Poprzez wybór odpowiedniej elektrody płytkowej, do której dołączony jest odczep, wynikowy profil liniowy może być uczyniony bardzo zbliżonym do ideału, którym jest krzywa wykładnicza.

Na fig. 5 przedstawiono nową wyrzutnię elektronową 110 według wynalazku, która jest modyfikacją wyrzutni elektronowej 10 i zawiera kilka elementów składowych podobnych do tych, jakie wchodzi w skład wyrzutni elektronowej 10. Na fig. 5 te elementy składowe są oznaczone symbolami liczbowymi zwiększonymi o 100 w porównaniu z oznaczeniami identyfikującymi takie same elementy składowe wyrzutni elektronowej 10 przedstawionej na fig. 1 i fig. 2.

W wyrzutni elektronowej 110 soczewka rezystywna między elektrodami G3 i G4 jest wyeliminowana i zastosowana jest tylko soczewka rezystywna 130 między elektrodami G4 i G5. Główna soczewka skupiająca 130 między elektrodami G4 i G5 składa się ze stosu ułożonych na przemian elektrod płytkowych 134 i bloków rezystywnych 140. Jak pokazano na fig. 5 rząd sześciu umieszczonych w jednej linii bloków rezystywnych 140 jest przewidziany w górnej części soczewki 130. W dolnej części soczewki umieszczony jest drugi rząd ustawionych w jednej linii bloków. W tym rzędzie pierwsze dwa bloki w pobliżu elektrody G4 są blokami rezystywnymi 140, a cztery bloki w pobliżu elektrody G5 są blokami izolacyjnymi 142. Połączenie elektryczne jest w wyrzutni elektronowej 110 zapewnione za pomocą łącznika 154 doprowadzającego napięcie ogniskujące, który to łącznik 154 łączy elektrody G3 z jedną z elektrod płytkowych 134 struktury soczewkowej 130, znajdującą się w środku stosu soczewkowego. Soczewka 130 jest w ten sposób podzielona na sekcje: wejściową dwustopniową oraz wyjściową czterostopniową.

Jako wynik takiego ukształtowania elektrycznego układu wyrzutni elektronowej prąd przepływa przez łącznik 152 i przez rezystywny stos soczewkowy 130 w kierunku od elektrody G4 ku elektrodzie G5. Ponieważ dwa bloki rezystywne 140 są przewidziane w każdej, pierwszej i drugiej sekcji stosu soczewkowego 130, na każdej z tych sekcji spadek napięcia będzie równy połowie spadku napięcia na każdej z następnych z czterech sekcji, z których każda zawiera tylko jeden blok rezystywny 140. W wyniku profil potencjałowy ustalony wzdłuż stosu soczewkowego 130 będzie miał nachylenia w obszarze pierwszych dwóch sekcji równe jednej drugiej nachylenie profilu potencjałowego, jaki uzyskuje się w obszarze pozostałych czterech sekcji. Tak więc tak samo, jak główna

soczewka 30 wyrzutni elektronowej 10, główna soczewka 130 wyrzutni elektronowej 110, ma pierwszą sekcję wejściową, które jest równoległe do drugiego rezystywnego stosu soczewkowego oraz drugą wyjściową sekcję, która jest szeregowo z sekcją wejściową. Pod tym względem dolne dwa bloki rezystywne 140 pierwszych dwóch sekcji soczewki 130 mogą być uznane za podobne do stosu soczewkowego 32 między elektrodami G3 i G4, w wyrzutni elektronowej 10 przedstawionej na fig. 1 i fig. 2.

Wyrzutnia elektronowa 110 jest więc wyposażona w niezbyt kosztowną konstrukcję soczewkową, z której została wyeliminowana struktura rezystywna między elektrodami G3 i G4, a przy tym osiągnięta została wymagana równoległość tak, aby zapewnić uzyskanie jednej lub dwóch wartości nachylenia krzywej rozkładu potencjału wzdłuż głównej soczewki skupiającej 130.

Przy projektowaniu rezystywnych stosów soczewkowych dla wyrzutni elektronowych 10 i 110 powinny być uwzględnione następujące kryteria projektowe:

1. Stos soczewkowy powinien zawierać wystarczającą liczbę ogólną sekcji, to znaczy bloków rezystywnych 40 lub 140 tak, aby na każdy blok przypadła określona wartość spadku napięcia nie przekraczająca wytrzymałości elektrycznej bloku. Na obecnym etapie rozwoju technologii dzięki zastosowaniu odpowiednich materiałów rezystywnych i sposobów wytwarzania oraz metod projektowania wyrzutni elektronowych i technologii wytwarzania poszczególnych ich części składowych możliwe jest spełnienie następujących wymagań: dopuszczalny maksymalny spadek napięcia na jednym bloku rezystywnym może wynosić około 4000 V przy bloku o grubości około 1,02 mm. W niektórych przypadkach można uzyskać większą wytrzymałość elektryczną, dopuszczającą, aby spadek napięcia przypadający na jeden blok rezystywny wynosił około 6000 V. W przypadku, gdy na jeden blok przypada o wiele więcej niż 4000 V, układ staje się niestabilny elektrycznie i może powstać iskrenie.

2. Należy unikać stosowania nadmiernej liczby sekcji w stosach soczewkowych, ponieważ zwiększa to ogólną długość wyrzutni elektronowej i nadmiernie powiększa koszty wytwarzania wyrzutni. Poza tym analiza teoretyczna udowadnia, że dodatkowe sekcje, jeżeli ich liczba przekracza siedem, powodują bardzo małe zmniejszenie aberacji soczewki.

3. Współczynnik proporcjonalności między równoległą sekcją wejściową soczewki o szeregową sekcją wyjściową soczewki powinien być wybierany z uwzględnieniem następujących okoliczności:

- a) spadek napięcia na sekcji wejściowej głównej soczewki skupiającej ma być utrzymywany w wymaganych granicach, jak zaznaczono powyżej;

- b) w przypadku wyrzutni elektronowej 10 odpowiednie napięcie ma być odprowadzane poprzez odczep z głównej soczewki skupiającej stosu soczewkowego celem przyłożenia tego napięcia do elektrody G3;

- c) punkt załamania krzywej odwzorowującej rozkład potencjału wzdłuż głównej soczewki skupiającej ma być usytuowany tak, aby ta krzywa rozkładu potencjału była zbliżona do ideału, jakim jest krzywa wykładnicza.

Zostało przez nas stwierdzone, że krzywa rozkładu potencjału dla soczewki jest optymalna, gdy punkt załamania między dwoma odcinkami prostych, odwzorowujących rozkład potencjału wzdłuż sekcji soczewki znajduje się w punkcie, w którym wartość potencjału jest równa średniej geometrycznej z wartości potencjałów: ogniskującego przyłożonego do elektrody G4 i przyspieszającego przyłożonego do elektrody G5. Największą aberację obserwuje się w punkcie wejścia wiązki elektronów do soczewki z elektrody G4. Zgodnie z tym przesunięcie punktu załamania krzywej rozkładu potencjałów względem punktu, w którym wartość potencjału jest równa średniej geometrycznej z tych dwóch wartości w kierunku napięcia ogniskującego będzie powodowało szybkie zwiększenie aberacji, o wiele szybsze, niż odpowiednie przesunięcie w innym kierunku – w kierunku napięcia przyspieszającego.

Fig. 6, 7, 8 schematycznie przedstawiają modyfikacje konstrukcji soczewki rezystywnej wyrzutni elektronowej 10, różniące się charakterem krzywej rozkładu potencjałów wzdłuż struktury soczewkowej. Fig. 6 schematycznie przedstawia wyrzutnię elektronową 10, szczegółowo przedstawioną na fig. 1 i fig. 2, w której główna soczewka G4–G5 zawiera siedem sekcji, a wtórna soczewka G3–G4 zawiera trzy sekcje. Soczewka wtórna jest równoległa do pierwszych trzech sekcji głównej soczewki, przez co załamanie krzywej rozkładu potencjałów jest przesunięte względem średniej geometrycznej tylko o 0,6 kV w kierunku mniejszych wartości.

Wyrzutnia elektronowa przedstawiona na fig. 6 jest skonstruowana tak, aby mogła pracować przy potencjale przyspieszenia równym 30 kV na elektrodzie G5 i potencjale ogniskującym równym 55 kV na elektrodzie G4. Taka budowa wyrzutni powoduje, że do elektrody G3 powinno być doprowadzone napięcie równe 12,2 kV, a maksymalny spadek napięcia na jednym bloku ma miejsce w sekcji wyjściowej głównej soczewki i wynosi 4,5 kV na jeden blok rezystywny. Nachylenie krzywej rozkładu potencjałów w soczewce wtórnej między elektrodami G3–G4 jest równe co do wartości bezwzględnej, lecz o przeciwnym znaku, nachylenia krzywej rozkładu potencjałów w sekcji wejściowej głównej soczewki ogniskującej, do której jest równoległa. Ponieważ te dwie

równoległe sekcje mają jednakową liczbę bloków rezystywnych, nachylenie krzywej rozkładu potencjałów dla sekcji wejściowej głównej soczewki wynosi jedną drugą nachylenia rozkładu potencjałów dla jej sekcji wyjściowej. Tak więc rozkład potencjałów wzdłuż sześciu stopni soczewki ogniskującej wyrzutni elektronowej przedstawia się następująco:

Sekcje soczewki	Nachylenie krzywej rozkładu potencjałów
(1) Pierwsza przewodząca elektroda G3	0
(2) Pierwsza soczewka rezystywna 32	-S
(3) Druga przewodząca elektroda G4	0
(4) Druga rezystywna soczewka (sekcja wejściowa soczewki 30)	+S
(5) Trzecia soczewka rezystywna (wyjściowa sekcja soczewki 30)	+2S
(6) Trzecia elektroda przewodząca	0

gdzie S jest wartością dodatnią nachylenia.

Fig. 7 schematycznie przedstawia zmodyfikowaną strukturę układu soczewkowego przedstawionego na fig. 6 z jednakową liczbą sekcji w każdej z dwóch soczewek, lecz w której elektroda płytkowa z odczepem w soczewce głównej jest usytuowane o jedną sekcję bliżej do elektrody G5, przez co załamania krzywej rozkładu potencjałów ma miejsce w punkcie o potencjale większym o około 1,6 kV od średniej geometrycznej z wartości potencjałów elektrod końcowych soczewkowej struktury. W wyniku dwie równoległe sekcje mają niejednakowe rozmiary i otrzymuje się krzywe rozkładu potencjałów o niejednakowym nachyleniu w odpowiednich sekcjach. Z tego powodu stosunek nachyleń krzywych rozkładu potencjałów dla sekcji wejściowej i wyjściowej głównej soczewki ogniskującej wynosi około 1:2,3. W konstrukcji soczewkowej przedstawionej na fig. 7 napięcie doprowadzane z odczepu do elektrody G3 wynosi 14,4 kV i maksymalny spadek napięcia na jednym bloku w głównej soczewce ogniskującej wynosi 5,2 kV. Analiza przeprowadzona za pomocą elektronicznej maszyny cyfrowej pokazuje, że taka wyrzutnia odznacza się minimalną aberacją, która jest zasadniczo identyczna z aberacją wywołaną wyrzutnią elektronową przedstawioną na fig. 6. Poza tym uważane jest za pożyteczne zwiększenie napięcia na elektrodzie G3 powyżej 14,4 kV, jednakże nie jest pożądane ze względu na zwiększenie spadku napięcia przypadającego na jeden blok, który to spadek wynosi 5,2 kV.

Fig. 8 schematycznie przedstawia zmodyfikowaną strukturę wyrzutni elektronowej, przedstawionej na fig. 6. Modyfikacja polega na zwiększeniu o jeden liczby sekcji w soczewce wtórnej G3-G4, na wyeliminowaniu jednej sekcji z soczewki głównej G4-G5 i umieszczeniu odczepu dla doprowadzenia napięcia do elektrody G3 między drugą a trzecią sekcjami soczewki głównej. W wyniku uzyskuje się punkt załamania krzywej rozkładu potencjałów przesunięty o 1,2 kV względem średniej geometrycznej z potencjałów doprowadzanych do końcowych elektrod soczewki w kierunku mniejszych potencjałów. Nachylenie krzywej rozkładu potencjałów wzdłuż soczewki wtórnej jest o wiele mniejsze od nachylenia krzywej rozkładu potencjałów wzdłuż równoległej sekcji wejściowej soczewki głównej, a stosunek nachyleń krzywych rozkładu potencjałów dla sekcji wejściowej i wyjściowej soczewki głównej wynosi 1:1,5. Spadek napięcia przypadający na jeden blok struktury wynosi około 4,6 kV. Analiza przeprowadzona za pomocą elektronicznej maszyny cyfrowej pokazuje, że taka wyrzutnia odznacza się znacznie gorszymi właściwościami z punktu widzenia aberacji, niż wyrzutnia przedstawiona na fig. 6 i fig. 7. Jest to najwyraźniej wynikiem raczej przyjęcia stosunku nachyleń odcinków krzywych rozkładu potencjałów wzdłuż odpowiednich sekcji soczewki równego 1:1,5 różniącego się od stosunku optymalnego. Taka wyrzutnia ma również niekorzystnie małe napięcie na elektrodzie G3 wynoszące 11,6 kV przy takim samym spadku napięcia na jeden blok rezystywny równym 4,6 kV, jak w przypadku wyrzutni z fig. 6.

Przy projektowaniu soczewek 30 i 32 dla takich wyrzutni elektronowych, jaka jest przedstawiona na fig. 1 i fig. 2, napięcie przyspieszające doprowadzane do elektrody G5 jest dobierana w pierwszej kolejności, na przykład, z punktu widzenia uzyskania wymaganej wydajności świetlnej i z uwzględnieniem innych ogólnych wymagań układowych. Napięcie odprowadzane z odczepu struktury soczewkowej do elektrody G3 jest wybierane z punktu widzenia wymagań szczegółowych dotyczących konstrukcji obszaru, w którym kształtuje się wiązka elektronów. Na podstawie tych wybranych napięć ustala się właściwe napięcie ogniskujące, które ma zapewnić właściwe ogniskowanie wiązki elektronów kierowanej do obszaru soczewki ogniskującej. Konstrukcja soczewki może być zatem wyznaczona następującym równaniem:

$$\frac{V_A - V_I}{S_2} = \frac{2(V_I - V_F)}{S_1}$$

gdzie V_A — anodowe napięcie przyspieszające na elektrodzie G5, V_I — napięcie pośrednie odprowadzane za pomocą odczepu do elektrody G3, V_F — napięcie ogniskujące na elektrodzie G4, S_1 — liczba sekcji w soczewce

wtórnej 32 i liczba sekcji w sekcji wejściowej soczewki 30, S_2 — liczba sekcji w sekcji wyjściowej soczewki głównej 30.

Na przykład, w przypadku wyrzutni elektronowej przedstawionej na fig. 6: $V_A = 30$ kV, $V_I =$ około 12 kV, $V_F =$ około 5,5 kV.

Z tego wynika, że stosunek S_2/S_1 wynosi 18/13 lub, w przybliżeniu, 4/3. Tak więc system soczewkowy jest zbudowany z czterech sekcji, w sekcji wyjściowej głównej soczewki ogniskującej i trzech sekcji w soczewce wtórnej G3-G4 oraz trzech sekcji w sekcji wyjściowej głównej soczewki G4-G5.

Fig. 9, 10, 11 schematycznie przedstawiają inne rozwiązania struktury soczewkowej 130 wyrzutni elektronowej 110. Fig. 9 przedstawia strukturę soczewkową dokładnie taką, jaka jest opisana w odniesieniu do wykonania wyrzutni elektronowej 110 przedstawionej na fig. 5. W tej strukturze soczewkowej soczewka składa się ogółem z sześciu sekcji. Pierwsze dwie sekcje, które tworzą sekcję wejściową soczewki, są równoległe do osobnego dwustopniowego stosu rezystywnego, który stanowi część tejże struktury soczewkowej i który jest utworzony z elektrod płytkowych 134, które są również częściami składowymi sekcji wejściowej soczewki. W przypadku wyboru napięcia przyspieszającego równego 25 kV i napięcia ogniskującego równego 6 kV załamanie krzywej rozkładu potencjałów wzdłuż struktury soczewkowej ma miejsce przy wartości napięcia równego 9,8 kV, co o 2,4 kV poniżej średniej geometrycznej z doprowadzonych napięć do elektrod struktury soczewkowej. Przy tym maksymalny spadek napięcia przypadający na jeden blok rezystywny wynosi około 3,8 kV. Napięcie odprowadzane za pomocą odczepu ze struktury soczewkowej do elektrody G3 wynosi 13,6 kV. Przy tym odczep jest usytuowany między trzecim a czwartym stopniem.

Struktura przedstawiona schematycznie na fig. 10 różni się od przedstawionej na fig. 9 tylko tym, że odczep dla zasilania elektrody G3 jest umieszczony między drugą a trzecią sekcjami głównej soczewki ogniskującej, co odpowiada napięciu 9,8 kV, która jest doprowadzona do elektrody G3.

Przedstawiona na fig. 11 struktura soczewkowa różni się od struktury przedstawionej na fig. 9 tylko tym, że zamiast pierwszych dwóch sekcji głównej soczewki ogniskującej zrównoleglone są trzy sekcje tej soczewki z drugim stosem rezystywnym. W wyniku tego załamanie krzywej rozkładu potencjałów dla głównej soczewki ma miejsce w punkcie przesuniętym tylko o 0,1 kV względem średniej geometrycznej z napięć doprowadzonych do struktury soczewkowej w kierunku wyższych potencjałów. Odczep dla zasilania elektrody G3 jest usytuowany między trzecią a czwartą sekcjami i zapewnia doprowadzenie do elektrody G3 napięcia równego 12,3 kV.

Struktura soczewkowa 130 wyrzutni elektronowej 110 odznacza się nieco odmiennymi parametrami w porównaniu z parametrami wyrzutni elektronowej 10. W soczewce 130 stosunek nachyleń krzywych rozkładu potencjałów dla sekcji wejściowej i wyjściowej soczewki głównej zawsze wynosi 1:2, ponieważ dwa równoległe rezystywne stosy soczewkowe zawsze zawierają jednakową liczbę bloków rezystywnych. Zmianie stosunków nachyleń w taki sposób, w jaki realizuje się to w odniesieniu do wyrzutni elektronowej 10 przedstawionej na fig. 6—8 nie jest możliwe w przypadku wyrzutni elektronowej takiej, jaka jest przedstawiona na fig. 5. Z drugiej strony wybór wartości napięcia doprowadzonego za pomocą odczepu do elektrody G3 jest całkowicie niezależny od konstrukcji równoległej z jedynie tylko od rozkładu potencjałów w soczewce 130.

Przy projektowaniu soczewek 130 napięcie przyspieszające i napięcie pośrednie odprowadzane za pomocą odczepu do elektrody G3 są dobierane, a napięcie ogniskujące jest ustalane w taki sam sposób, jak dla wyrzutni elektronowej 10. Następnie jest dobierana ogólna liczba sekcji dla soczewki oraz liczba sekcji w równoległej sekcji wejściowej. Dobór ten powinien odpowiadać podstawowym wymaganiom dotyczącym wytrzymałości elektrycznej struktury i maksymalnemu dostosowaniu krzywej rozkładu potencjałów w soczewce do ideału, jakim jest krzywa wykładnicza. Na tej podstawie określa się krzywą rozkładu potencjałów, a spadek napięcia przypadający na jeden blok rezystywny oblicza się według następującego wzoru:

$$\text{napięcie na jeden blok} = \frac{V_A - V_F}{S_T - S_E/2}$$

gdzie: V_A — anodowe napięcie przyspieszające doprowadzane do G5, V_F — napięcie ogniskujące doprowadzane do G4, S_T — ogólna liczba sekcji w soczewce głównej, S_E — liczba sekcji wejściowej w soczewce głównej.

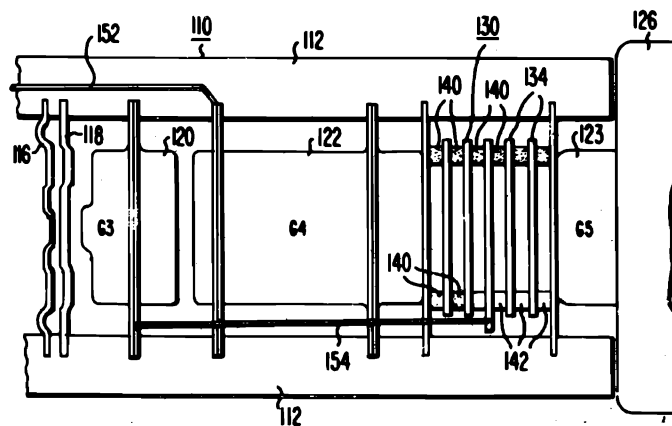
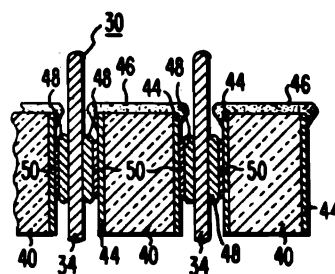
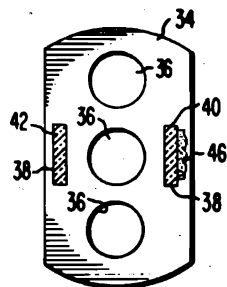
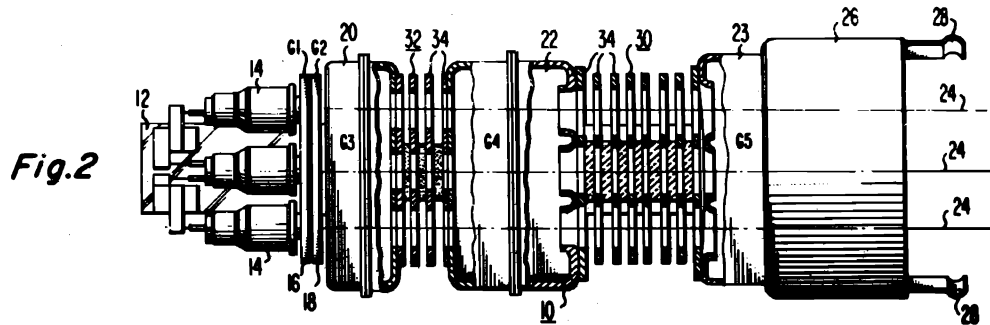
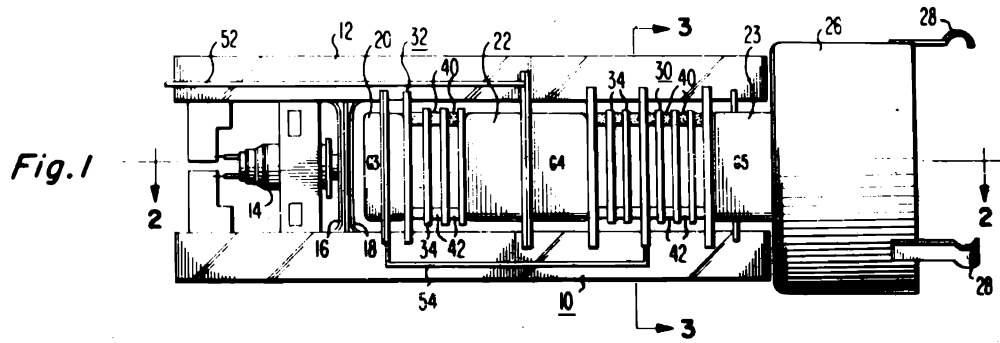
Na przykład, w przykładzie struktury soczewkowej przedstawionej na fig. 9: $V_A = 25$ kV, $V_F = 6$ kV, $S_T = 6$ i $S_E = 2$. W tym przypadku obliczone napięcie przypadające na jeden blok wynosi 3,8 kV.

Ponieważ odprowadzane za pomocą odczepu napięcie dla elektrody G3 jest całkowicie niezależne od ustalonego stosunku nachyleń krzywych rozkładu potencjałów, w soczewce 130 dla wyrzutni elektronowej 110 elektroda G3 może być wyeliminowana. Na przykład, w najprostszym przykładzie realizacji wynalazku soczewka 130 zastosowana w wyrzutni elektronowej może stanowić zwykłą dwupotencjałową soczewkę skupiającą. Mówiąc ogólnie, soczewka 130 może być zastosowana w różnych modyfikacjach wyrzutni elektronowej, w których ogniskowanie elektrostatyczne jest zapewnione poprzez wytwarzanie prostej różnicy potencjałów między dwoma elektrodami w jednym lub w większej liczbie punktów wyrzutni elektronowej. Niemniej ze względu na wymagania stawiane plamce świetlnej w wyrzutniach trójkątkowych, jakie są opisane w odniesieniu do fig. 5, korzystnym jest aby w takich wyrzutniach elektronowych były stosowane nowe rezystywne struktury soczewkowe 130 zapewniające odpowiedni rozkład potencjałów wzdłuż tej soczewki.

1. Wyrzutnia elektronowa zawierająca dwa równoległe wsporniki z materiału izolacyjnego, na którym zamontowane są kolejno elementy składowe wyrzutni, a mianowicie: katody, mające powierzchnie czołowe emitujące elektrony, siatkowa elektroda sterująca, siatkowa elektroda ekranująca, pierwsza elektroda soczewkowa, druga elektroda soczewkowa, trzecia elektroda soczewkowa, rezystywna struktura soczewkowa umieszczona i włączona między drugą a trzecią elektrodami soczewkowymi, składająca się z elektrycznie ciągłego stosu z ułożonych na przemian metalowych elektrod płytkowych i rezystywnych bloków dystansowych, pierwszy przewodnik, połączony z drugą elektrodą soczewkową doprowadzający napięcia skupiające do drugiej elektrody soczewkowej, które to napięcie powoduje, przepływ prądu przez rezystywną strukturę soczewkową i wytwarzanie pola elektrycznego o liniowym rozkładzie potencjału elektrycznego wzdłuż rezystywnej struktury soczewkowej, z n a m i e n n a t y m, że zawiera drugą rezystywną strukturę soczewkową (32) usytuowaną i elektrycznie włączoną między pierwszą (20) a drugą (22) elektrodami soczewkowymi, która to druga rezystywna struktura soczewkowa (32) również składa się z elektrycznie ciągłego stosu ułożonych na przemian elektrod płytkowych (34) i rezystywnych bloków dystansowych (40), oraz drugi przewodnik (54) połączony elektrycznie z pierwszą elektrodą soczewkową (20) i z jedną z elektrod płytkowych (34) znajdujących się w środku pierwszej struktury soczewkowej (30) tak, że druga rezystywna struktura soczewkowa (32) jest włączona równolegle do części wejściowej drugiej rezystywnej struktury soczewkowej (30), na skutek czego prąd, przepływający przez część wejściową pierwszej rezystywnej struktury soczewkowej (30) jest mniejszy od prądu przepływającego przez pozostałą jej część, przy czym rezystywne bloki dystansowe (40) pierwszej (30) i drugiej (32) rezystywnych struktur soczewkowych mają jednakowe wymiary i jednakowe rezystancje.

2. Wyrzutnia według zastrz. 1, z n a m i e n n a t y m, że druga rezystywna struktura soczewkowa (32) i część wejściową pierwszej rezystywnej struktury soczewkowej (30) mają jednakową liczbę sekcji, przy czym nachylenie krzywej odwzorowującej rozkład potencjałów pola elektrycznego wytwarzanego prądem przepływającym przez część wejściową pierwszej rezystywnej struktury soczewkowej (30) wynosi jedną drugą nachylenia krzywej odwzorowującej rozkład potencjałów pola elektrycznego wytwarzanego prądem przepływającym przez pozostałą część tej struktury (30).

3. Wyrzutnia według zastrz. 1, z n a m i e n n a t y m, że druga rezystywna struktura soczewkowa (32) ma trzy sekcje, a pierwsza rezystywna struktura soczewkowa (30) ma siedem sekcji, przy czym drugi przewodnik (54) jest włączony między pierwszą elektrodą soczewkową (20) a elektrodą płytkową (34), znajdującą się między trzecią a czwartą sekcjami pierwszej rezystywnej struktury soczewkowej (30).



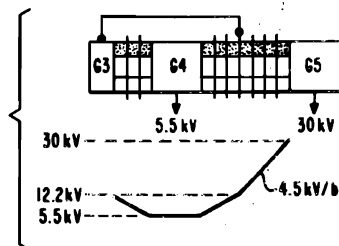


Fig. 6.

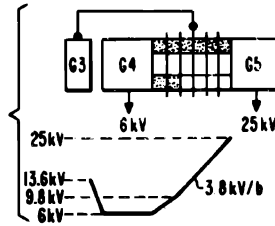


Fig. 9.

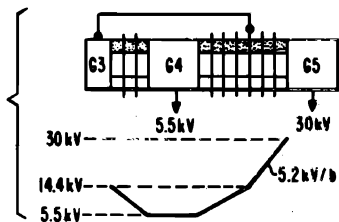


Fig. 7.

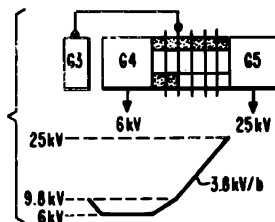


Fig. 10.

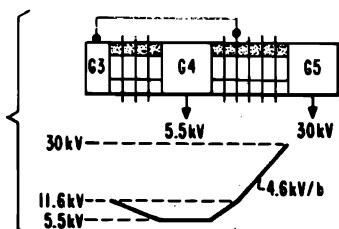


Fig. 8.

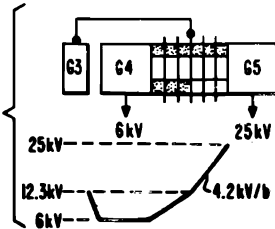


Fig. 11.