

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

OPIS PATENTOWY

136 801

**Patent dodatkowy
do patentu —**

Zgłoszono: 81 06 24 /P. 231846/

**Pierwszeństwo: 80 06 26 Stany
Zjednoczone Ameryki**

Zgłoszenie ogłoszono: 82 02 01

Opis patentowy opublikowano: 1987 06 30

CZYTELNIA

Urzedo Patentow...

**Int. Cl.³ H02H 7/20
H02H 9/04
H03F 1/52**

Twórca wynalazku: Leopold Albert Harwood

**Uprawniony z patentu: RCA Corporation, Nowy Jork
/Stany Zjednoczone Ameryki/**

TRANZYSTOROWY UKŁAD ZABEZPIECZAJĄCY

Przedmiotem wynalazku jest tranzystorowy układ zabezpieczający przyrząd ze złączem półprzewodnikowym przed uszkodzeniem przez napięcie elektryczne powodowane przez przebiegi przejściowe wysokiego napięcia.

Przebiegi przejściowe wysokiego napięcia zdolne do zniszczenia przyrządu ze złączem półprzewodnikowym, takiego jak tranzystor, mogą być wytwarzane w różny sposób.

W odbiorniku telewizyjnym zawierającym odtwarzający obraz kineskop, takie przebiegi mogą, na przykład, być wytwarzane przy pojawieniu się wyładowania łukowego wysokiego napięcia kineskopu. Przebiegi przejściowe mogą mieć amplitudy, polaryzację i czas trwania wystarczające na to, aby uszkodzić lub zniszczyć tranzystory znajdujące się w układach przetwarzania sygnału odbiornika, które przewyższałyby zwrotne napięcie przebicia tranzystorów i wywoływały nadmierne duże poziomy płynących prądów wstecznych złącza. Zjawisko to jest zwykle obserwowane, gdy przebiegi przejściowe wysokiego napięcia są wzbudzane w punktach lub zaciskach układu, do których są dołączone tranzystory i jest to szczególnie kłopotliwe w układach zawierających jeden lub więcej układów scalonych zawierających czułe układy tranzystorowe przetwarzające sygnały o niskim poziomie. W przypadku tranzystora bipolarnego, nadmierne prądy usterkowe złącza baza-emiter mogą zniszczyć tranzystor lub spowodować, że współczynnik przenoszenia prądu będzie trwale zdegradowany.

Odpowiednio spolaryzowane diody półprzewodnikowe mogą być zastosowane w punktach układu dla utworzenia dróg obejściowych dla przebiegów przejściowych, któreby omijały czułe układy tranzystorowe, które mają być zabezpieczone. Do tego celu są wymagane diody wytwarzane niestandardowymi technikami lub specjalne układy. Diody odpowiadające tym wymaganiom są często niepożądane, zwłaszcza w przypadku układów scalonych, ponieważ te wymagania komplikują proces wytwarzania układu scalonego. W każdym przypadku musi być zapewnione, aby diody mogły rozproszyć wystarczającą moc były zdolne wytrzymać napięcie elektryczne wywołane przebiegami przejściowymi i aby diody takie, osobno lub razem z towarzyszącymi układami,

ustalającymi poziom progowy określonej polaryzacji nie wpływały ujemnie na wymagane charakterystyki impedancji lub przenoszenia w obszarze wielkiej częstotliwości układów sygnałowych, które mają być zabezpieczone.

Mogą być także użyte rezystory lub elementy impedancyjne specjalnie przeznaczone do tłumienia wysokonapięciowych przebiegów przejściowych. Zastosowanie takich elementów jest zbyt kosztowne i/lub niepraktyczne. Poza tym mogą pogarszać charakterystykę impedancji i charakterystykę przenoszenia w obszarze dużych układów częstotliwości przetwarzających sygnały.

Z opisu patentowego Wielkiej Brytanii nr 1 402 217 znany jest aktywny tranzystorowy układ zabezpieczający w połączeniu z impedancyjnym elementem czujnikowym, dołączony do punktu układu, w którym mogą występować wysokonapięciowe przebiegi przejściowe i do zabezpieczanego układu. W tych układach tranzystor zabezpieczający służy do zmiany kierunku prądów wzbudzanych przez przebiegi przejściowe, gdy tranzystor zabezpieczający jest pobudzany w odpowiedzi na progowe napięcie przewodzenia wytwarzane na impedancji czujnikowej. Układ ten jest niepożądany, gdy jest zastosowany do zabezpieczenia układu przetwarzania sygnału, ponieważ impedancja czujnikowa zmienia impedancje w inny sposób sprzężone z zabezpieczanym układem przetwarzania sygnału i może także tłumić sygnały wielkiej częstotliwości występujące normalnie na zacisku poprzez tworzenie filtra dolnoprzepustowego razem z jakąkolwiek pasożytniczą pojemnością, jaka może występować na zacisku.

Przedmiotem wynalazku jest tranzystorowy układ zabezpieczający przeznaczony do zabezpieczania układu elektrycznego przed przepięciami pojawiającymi się w punkcie układu wywołanymi stanami nieustalonymi, zawierający tranzystor zabezpieczający, którego jedna z elektrod jest połączona z punktem układu, w którym pojawia się nadmierne napięcie wywołane stanami nieustalonymi i którego złącze baza-emiter jest normalnie spolaryzowane w kierunku zaporowym, zgodnie z wynalazkiem emiter tranzystora zabezpieczającego jest dołączony do punktu, w którym pojawia się nadmierne napięcie wywołane stanem nieustalonym, kolektor tego tranzystora zabezpieczającego jest dołączony do punktu, do którego mają być odprowadzone prądy wywołane pojawiającymi się nadmiernymi napięciami wywołanymi stanami nieustalonymi, a baza tego tranzystora zabezpieczającego jest dołączona do źródła uprzednio ustalonego napięcia odniesienia wyznaczanego niezależnie od napięcia polaryzacji zabezpieczanego układu elektrycznego.

Emiter tranzystora zabezpieczającego jest połączony z zabezpieczanym układem elektrycznym z zapewnieniem zasadniczo zerowego spadku napięcia między punktem układu, w którym pojawiają się nadmierne napięcia wywołane stanami nieustalonymi a wejściem zabezpieczanego układu elektrycznego. Zabezpieczany układ elektryczny zawiera tranzystor, którego baza jest połączona z punktem układu, w którym powstają nadmierne napięcia wywołane stanami nieustalonymi, a kolektor i emiter tego tranzystora wyznaczają główny obwód prądowy zabezpieczanego układu elektrycznego. Tranzystor zabezpieczający i tranzystor układu zabezpieczanego są przyrządami półprzewodnikowymi o takim samym typie przewodnictwa.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania jest przedstawiony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia część odbiornika telewizyjnego zawierającego człon z układem zabezpieczającym zgodnie z wynalazkiem, fig. 2-5 przedstawiają rozwiązanie układów zabezpieczających zgodnie z wynalazkiem łącznie z układami, które są zabezpieczone, a fig. 6 przedstawia wykres ułatwiający zrozumienie działania układów z fig. 2-5.

Na fig. 1 sygnały luminancji ze źródła 10 i sygnały chrominancji ze źródła 12 są doprowadzane do oddzielnych zacisków wejściowych T_1 bloku przetwarzania sygnałów luminancji i chrominancji 15 wchodzącego w skład odbiornika telewizji kolorowej. Blok przetwarzania 15 wytwarza, jak wiadomo, sygnały kolorów podstawowych R, G, B w odpowiedzi na wejściowe sygnały luminancji i chrominancji. Sygnały kolorów podstawowych są doprowadzane poprzez stopień wyjściowy /na rysunku/ do osobnych katod sterujących kineskopu kolorowego 18.

Zasilacz 19 dostarcza napięcia polowe doprowadzane do poszczególnych elektrod kineskopu 18. Są to wysokie napięcia 25 000 V dla polaryzacji anody kineskopu 18 i napięcie rzędu kilkuset woltów dla polaryzacji innych elektrod kineskopu 18 (np. katody, siatki i elektrod ogniskujących).

Blok przetwarzania 15 zawiera układy wejściowe dołączone do zacisków wyjściowych T_1 , które to układy mogą zostać uszkodzone lub zniszczone, gdy wysokie napięcie wystąpi na zaciskach bloku przetwarzania 15. W odbiorniku telewizyjnym pierwotnym źródłem takich wysokich napięć są przebiegi przejściowe wywoływane przez wyładowania łukowe w kineskopie. Wyładowania łukowe w kineskopie mogą pojawiać się pomiędzy anodą wysokiego napięcia a korpusem odbiornika. Wyładowania łukowe w kineskopie mogą także wystąpić nieprzewidzianie pomiędzy anodą a jedną lub więcej elektrodami o niższym napięciu, gdy odbiornik normalnie pracuje. W każdym przypadku wyładowania łukowe kineskopu wywołują przebiegi przejściowe wysekięgo napięcia, które są z natury oscylacyjne i mają dodatnie i ujemne impulsy napięcia przekraczające 100 V na zaciskach układu i trwające od jednej do kilku mikrosekund.

Układ dla zabezpieczenia układów znajdujących się wewnątrz bloku przetwarzania 15 (fig. 1) jest przedstawiony na fig. 2. Figura 2 przedstawia sygnałowy układ przetwarzania 20 zawierający tranzystor n-p-n 22 wzmacniający małe sygnały z rezystorem 24 załączonym w obwodzie polaryzacji bazy. Sygnały wejściowe, które mają być wzmacnione, są doprowadzane do bazy tranzystora 22 poprzez zacisk T_1 . Wzmocnione sygnały uzyskuje się na kolektorze tranzystora 22, skąd są doprowadzane do następnych stopni bloku przetwarzania.

Układ z fig. 2 zawiera także obwód zabezpieczający 25 zawierający tranzystor n-p-n 28, którego emiter jest połączony bezpośrednio z zaciskiem T_1 , a baza dołączona do źródła napięcia odniesienia polaryzacji (np. wspólny punkt układu). Kolektor jest dołączony do napięcia zacisku + V_{cc} źródła zasilania. Rezystor 29 w obwodzie kolektora tranzystora 28 odwzorowuje rezystancję rozłożoną obszaru kolektora tranzystora 28. Tranzystor 28 normalnie nie przewodzi i w tym przypadku nie funkcjonuje jako przyrząd przetwarzający sygnały i nie jest włączony w obwód przetwarzania sygnału. Układy 20 i 25 mogą łatwo być zrealizowane jako wspólny pojedynczy układ scalony. W tym przypadku zacisk T_1 jest zewnętrznym zaciskiem układu scalonego. Przed dalszym omówieniem z fig. 2 najpierw omówiony zostanie schemat z fig. 6.

Figura 6 przedstawia w formie rysunku schematycznego w przekroju półprzewodnikowy układ tranzystorowy, taki jaki może być użyty dla tranzystorów 22 i 28 z fig. 2. Tranzystor składa się z połączonego ze wspólnym punktem układu podłoża z materiału półprzewodnikowego typu p, obszaru kolektora z materiału typu n dyfundowanego do tego podłoża, obszaru bazy z materiału typu p dyfundowanego do materiału typu n obszaru kolektorowego, oraz obszar emitera z materiału typu n+ dyfundowanego do obszaru bazy. Przewodzące zewnętrznie zaciski stykowe są połączone odpowiednio z obszarami bazy, emitera i kolektora. Rezystor r_c jest odwzorowaniem rozłożonej rezystancji półprzewodnika, odnoszącego się do obszaru kolektora.

Rozpatrując łącznie fig. 6 i fig. 2 zauważa się, że tranzystor 22 jest narażany na uszkodzenie lub zniszczenie w przypadku dużych amplitud ujemnie spolaryzowanych napięć przebiegów przejściowych, jakie mogą być wzbudzone na zacisku wejściowym T_1 pod wpływem wyładowania łukowego w kineskopie. Takie ujemne przebiegi przejściowe, których amplitudy często przekraczają wartości szczytowe rzędu 100 woltów, gdy przewyższą zwrotne napięcie przebicia emiter-baza tranzystora 22, prawdopodobnie zniszczą złącze baza-emiter tranzystora 22 z powodu przekroczenia krótkotrwałej mocy traconej w złączu. Tranzystor 22 słabo przewodzi w odwrotnym kierunku emiter-baza w odpowiedzi na duże ujemne przebiegi przejściowe. Przy tym prąd przepływający przez tranzystor w odwrotnym kierunku jest proporcjonalny do wartości, o jaką przebiegi przejściowe przewyższają zwrotne napięcie przebicia emiter-baza równe w przybliżeniu siedmiu woltom. W tym przykładzie duża gęstość prądu emiter-baza może powodować silne nagrzanie początkowo w obszarze d złącza emiter-baza, a w konsekwencji termiczne zniszczenie tego złącza w tym punkcie, co prawdopodobnie wystąpi, jeśli nie będą zastosowane środki zabezpieczające. Rezystor 24 w obwodzie polaryzacji bazy może być zniszczony, gdy

tranzystor 22 i rezystor 24 są uformowane w tym samym układzie scalonym, ponieważ mały obszar rezystora w układzie scalonym nie może szybko rozproszyć dużej ilości energii cieplnej, jaką mogą wyzwolić duże prądy wzbudzone przez stany przejściowe.

Zniszczeniu tranzystora sygnałowego 22 przez duże ujemne przebiegi przejściowe zapobiega się przez załączenie tranzystora 28 zabezpieczającego. Główny obwód prądowy (obwód kolektor-emiter) jest bezpośrednio włączony między zaciskiem $+V_{cc}$ źródła zasilania a zaciskiem wejściowym T_1 bez załączenia pośrednich elementów w tym przypadku (przypominamy, że rezystor 29 jest symbolicznym odwzorowaniem rozłożonej rezystancji obszaru kolektora przedstawionej jako r_c na fig.6). Napięcie odniesienia o określonej wartości służy do odwrócenia polaryzacji złącza kolektor-baza tranzystora 28 i polaryzacji bazy tranzystora zabezpieczającego 28, co ma na celu utworzenie wymaganego poziomu progowego dla ustawienia tranzystora 28 w stan przewodzenia. Gdy napięcie odniesienia polaryzacji doprowadzane do tranzystora 28 odpowiada, na przykład, potencjałowi ziemi (zero woltów), tranzystor 28 przewodzi, jeżeli napięcie emitera tranzystora 28 jest zasadniczo równe lub mniejsze od sumy napięcia odniesienia polaryzacji i spadkowi napięcia na złączu baza-emiter tranzystora 28

(w przybliżeniu 0,7 V). Zgodnie z tym, ujemne napięcie przebiegów przejściowych występujące na zacisku T_1 o amplitudzie przewyższającej -0,7 V będzie powodować przewodzenie tranzystora 28. Tranzystor 28 podczas przewodzenia tworzy obwód prądowy, który powoduje, że prądy wywołane przebiegami przejściowymi omijają tranzystor sygnałowy 22. Prąd w tym obwodzie płynie od zacisku $+V_{cc}$ poprzez obwód kolektor-emiter tranzystora 28 i zacisk T_1 do źródła przebiegów przejściowych. Ten sposób odprowadzania prądu do źródła zasilania jest korzystny w przypadku obwodu scalonego, ponieważ zmniejsza do minimum prawdopodobieństwo powstawania stanów nieustalonych w innych obszarach układu scalonego przenoszonych poprzez wspólny materiał podłoża.

W tym przypadku tranzystor 28 jest spolaryzowany tak, aby przewodził przed osiągnięciem zwrotnego napięcia przebicia złącza emiter-baza (w przybliżeniu 7 V) tranzystora sygnałowego 22. Ponieważ zwrotny prąd emiter-baza nie płynie w tranzystorze sygnałowym 22 przed osiągnięciem zwrotnego napięcia przebicia, tranzystor sygnałowy 22 nie przewodzi wzbudzonych przebiegami przejściowymi prądów, gdy tranzystor zabezpieczający 28 przewodzi. Należy zwrócić uwagę, że gdy tranzystor zabezpieczający 28 przewodzi, napięcie na zacisku T_1 i napięcie na bazie tranzystora sygnałowego są ustalone na poziomie napięciowym równym wartości napięciu odniesienia polaryzacji na bazie tranzystora 28 mniejszym o spadek napięcia na złączu baza-emiter tranzystora 28. Poziom napięcia odniesienia polaryzacji, doprowadzonego do tranzystora 28, może być dopasowany do wymogów konkretnego systemu, w zależności od możliwości zapewnienia odpowiedniej pracy tranzystora zabezpieczającego tranzystor sygnałowy 22 przed zniszczeniem prądami zwrotnymi, przepływającymi przez tranzystor zabezpieczający.

Układ zabezpieczający z fig. 2 odznacza się szeregiem zalet. Układ zabezpieczający zawiera minimalną liczbę elementów, ponieważ wymagany jest tylko jeden tranzystor. Tranzystor ten nie musi być duży lub o dużej mocy i może być tego samego typu, co tranzystor 22 małego sygnału. Tak więc, układ zabezpieczający może być korzystnie użyty w układzie scalonym przy ograniczonym dostępnym obszarze. Przy czym zauważono, że tranzystor zabezpieczający 28 przedstawia sobą element zapewniający samoograniczone przewodzenie prądu wywołanego przebiegami przejściowymi, gdyż przewodzi w stanach nasyconym i nienasyconym w odpowiedzi na wysokonapięciowe przebiegi przejściowe. Takie wewnętrzne ograniczenie prądu wywołanego przebiegami przejściowymi jest przypisywane rozłożonej rezystancji kolektora tranzystora 28 (rezystancji r_c na fig. 6). Pozwala to na użycie tranzystora zabezpieczającego w konwencjonalnej konfiguracji obszaru emiter-baza. Osobny rezystor kolektora, ograniczający prąd, może być także użyty, gdy zajdzie potrzeba.

Ponadto zauważono, że napięcie odniesienia polaryzacji bazy, które wyznacza progowy poziom przewodzenia tranzystora zabezpieczającego 28 jest doprowadzone do układu zabez-

pieczającego i w tym przykładzie może być określone oddzielnie od polaryzacji bazy tranzystora zabezpieczonego 22. Dlatego poziom progowego napięcia odniesienia tranzystora zabezpieczającego 28 może być określony niezależnie od wymagań polaryzacji układu zabezpieczającego.

Stwierdzono także, że układ zabezpieczający 25 nie zmienia charakterystyki przenoszenia w obszarze wielkiej częstotliwości układu sygnałowego 20 a także nie zmienia impedancji wejściowej układu sygnałowego 20. Układ zabezpieczający 25 jest tak zaprojektowany, że na zacisku T_1 uzyskuje się wymaganą dużą impedancję również układu zabezpieczonego w warunkach normalnych, gdy tranzystor zabezpieczający 28 nie przewodzi. Impedancja ta stanowi impedancję związaną z odwrotnie spolaryzowanym złączem baza-emiter tranzystora 28 obejmującą bardzo małą pasożytniczą pojemność emitera tranzystora 28 (w porównaniu z dużo większą pasożytniczą pojemnością kolektora). Układ zabezpieczający nie wprowadza dodatkowej impedancji między zaciskiem T_1 a układem 20. Tak więc ujawniony układ zabezpieczający nie wprowadza impedancji, która mogłaby zmienić impedancje w inny sposób związane z wejściem układu 20. Nie wprowadza też impedancji zdolnej do tworzenia filtra dolnopasmowego razem z pojemnością pasożytniczą, która może być (i zwykle jest) związana z zaciskiem T_1 .

Obserwacje związane z pracą i zaletami układu przedstawionego na fig. 2 przyczyniły się do powstania alternatywnych rozwiązań przedstawionych na fig. 3, 4 i 5.

Na fig. 3 tranzystor p-n-p 32 wzmacniający sygnał wchodzi w skład członu 30 przetwarzającego sygnał. Tranzystor zabezpieczający p-n-p 38 wchodzi w skład układu zabezpieczającego 35. Układ ten służy do zabezpieczenia tranzystora p-n-p 32 od uszkodzenia na skutek przebiegowego złącza emiter-baza w obecności dużych dodatnich napięć zwrotnych wywołanych przebiegami przejściowymi, które występuje na zacisku T_1 , i które mają amplitudy zdolne spowodować takie przebiegi.

Figura 4 przedstawia układ 40 przetwarzania sygnału zawierający tranzystor sygnałowy n-p-n 42, który jest zabezpieczony przed uszkodzeniem powodowanym zarówno przez ujemne i dodatnie przebiegi przejściowe wysokiego napięcia. Układ z fig. 4 zawiera pierwszy układ zabezpieczający 45 zawierający tranzystor zabezpieczający n-p-n 46 dla zabezpieczenia tranzystora sygnałowego 42 przed zniszczeniem powodowanym przez duże ujemne napięcie i drugi układ zabezpieczający 48 zawierający tranzystor zabezpieczający p-n-p 49 dla zabezpieczenia tranzystora sygnałowego 42 przed zniszczeniem powodowanym przez duże dodatnie napięcie. Układy zabezpieczające 45, 48 odpowiednio odpowiadają układom 25 i 35 zabezpieczającym na fig. 2 i 3.

Na fig. 5 przedstawiono układ, w którym suwak potencjometru 59 (np. potencjometru regulacji wzmacnienia) jest połączony z zaciskiem T_1 dla regulacji wzmacnienia tranzystora n-p-n 52 w układzie 50 przetwarzania sygnału. W tym układzie napięcie na suwaku potencjometru powinno być regulowane w całym zakresie napięć roboczych, to znaczy od zera wolt do +12 V. Układ regulacji tego typu lub układ równoważny jest często związany z układami przetwarzania sygnału w odbiorniku telewizyjnym.

W tym przypadku układ zabezpieczający 55 zawierający tranzystory n-p-n 56 i 57 jest połączony z układem 50 i zaciskiem T_1 . Złącza baza-emiter tranzystorów 56, 57 są włączone szeregowo pomiędzy punktem o napięciu odniesienia polaryzacji równym zeru woltów (potencjał ziemi) a zaciskiem T_1 . Kolektory tranzystorów 56, 57 są wspólnie połączone i dołączone do zacisku $+V_{cc}$.

Układ zabezpieczający 55 umożliwia, aby wymagany zakres napięcia regulowanego z potencjometru 59 (od zera do +12 woltów) był uzyskiwany na zacisku T_1 nieobciążanym przez układ zabezpieczający. Należy przy tym zaznaczyć, że każdy z tranzystorów 56, 57 jest narażony na oddziaływanie zwrotnego napięcia emiter-baza równego około 7 V tak, że łączne zwrotne napięcie połączonych tranzystorów 56 i 57 wynosi w przybliżeniu 14 V. Dlatego w warunkach normalnej pracy (tj. bez występowania przebiegów przejściowych) tranzystory 56, 57 nie są narażone na przewodzenie zwrotne, ponieważ łączne zwrotne napięcie nie będzie przekroczone, gdy suwak potencjometru ustawiony jest na maksimum dodatniego napięcia sterującego równego +12 V.

Opisane układy zabezpieczające nadają się dla zabezpieczenia dowolnego przyrządu ze złączem półprzewodnikowym (np. zawierającym tranzystory, diody i rezystory szczególnie w układzie scalonym) mającego stosunkowo małe obszary niezdolne do bezpiecznego rozpraszania lub ograniczania dużej energii takiej, jaka może być wyzwolona przez przebiegi przejściowe wysokiego napięcia. Poza tym, opisany układ zabezpieczający może być stosowany do zabezpieczenia zarówno wejściowych jak i wyjściowych punktów układów i zacisków.

Z a s t r z e ż e n i a p a t e n t o w e

1. Tranzystorowy układ zabezpieczający przeznaczony do zabezpieczenia układu elektrycznego przed przepięciami pojawiającymi się w punkcie układu wywołanymi stanami nieustalonymi, zawierający tranzystor zabezpieczający, którego jedna z elektrod jest połączona z punktem układu, w którym pojawia się nadmierne napięcie wywołane stanami nieustalonymi, i którego złącze baza-emiter jest normalnie spolaryzowane w kierunku zaporowym, z n a m i e n n y t y m, że emiter tranzystora zabezpieczającego /28/ jest dołączony do punktu $/T_1/$, w którym pojawia się nadmierne napięcie wywołane stanem nieustalonym, kolektor tego tranzystora zabezpieczającego /28/ jest dołączony do punktu, do którego mają być odprowadzone prądy wywołane pojawiającymi się nadmiernymi napięciami wywołanymi stanami nieustalonymi, a baza tego tranzystora zabezpieczającego /28/ jest dołączona do źródła uprzednio ustalonego napięcia odniesienia wyznaczonego niezależnie od napięcia polaryzacji zabezpieczanego układu elektrycznego /20/.

2. Układ według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że emiter tranzystora zabezpieczającego /28/ jest połączony z zabezpieczanym układem elektrycznym /20/ z zapewnieniem zasadniczo zerowego spadku napięcia między punktem układu $/T_1/$, w którym pojawiają się nadmierne napięcia wywołane stanami nieustalonymi, a wejściem zabezpieczanego układu elektrycznego /20/.

3. Układ według zastrz. 2, z n a m i e n n y t y m, że zabezpieczany układ elektryczny /20/ zawiera tranzystor /22/, którego baza jest połączona z punktem układu $/T_1/$, w którym powstają nadmierne napięcia wywołane stanami nieustalonymi, a kolektor i emiter tego tranzystora /22/ wyznaczają główny obwód prądowy zabezpieczanego układu elektrycznego /20/.

4. Układ według zastrz. 1 albo 3, z n a m i e n n y t y m, że tranzystor zabezpieczający /28/ i tranzystor /22/ układu zabezpieczanego /20/ są przyrządami półprzewodnikowymi o takim samym typie przewodnictwa.

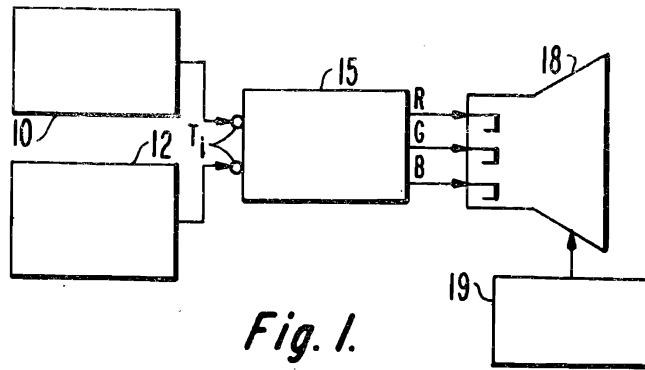


Fig. 1.

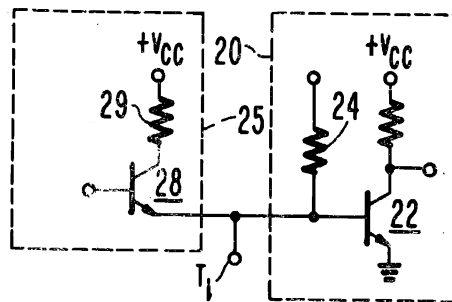


Fig. 2.

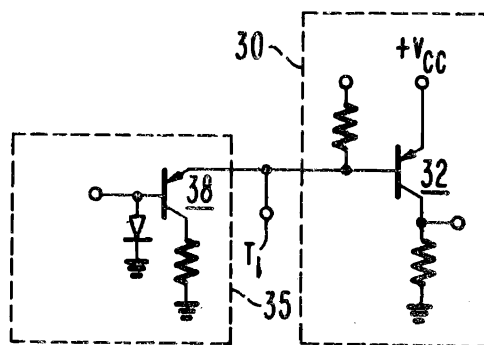


Fig. 3.

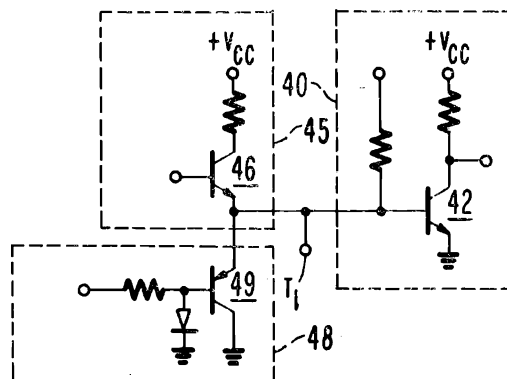


Fig. 4.

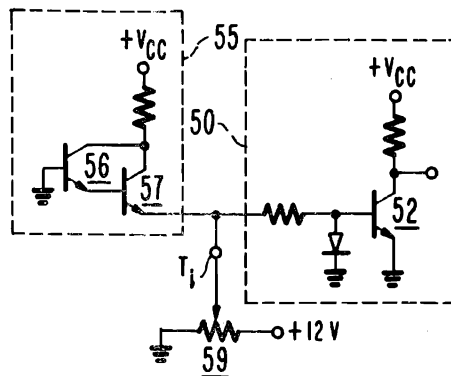


Fig. 5.

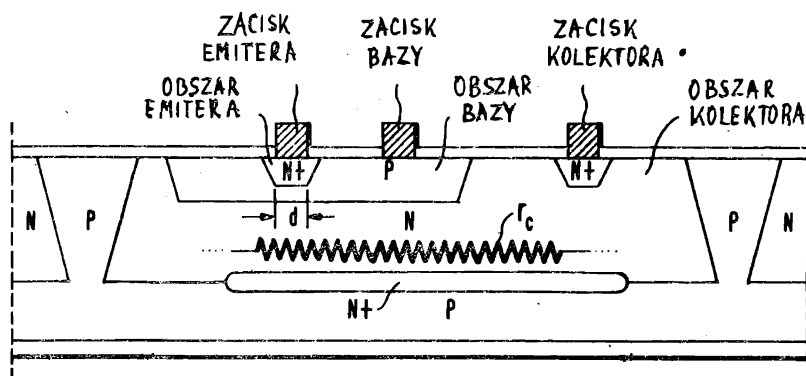


Fig. 6.