



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 16.10.75 (P. 184066)

Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono: 25.04.77

Opis patentowy opublikowano: 15.05.1979

CZYTELNIJA

Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Int. Cl.² G01R 31/26

Twórcy wynalazku: Jerzy Kuchta, Czesław Frąc

Uprawniony z patentu: Politechnika Gdańska, Gdańsk (Polska)

Sposób i układ do pomiaru oporności cieplnej tranzystorów polowych

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób i układ do pomiaru oporności cieplnej tranzystorów polowych, zwłaszcza typu MOSFET.

Znane są sposoby pomiaru oporności cieplnej elementów półprzewodnikowych takich jak tranzystory bipolarne, diody czy tyrystory, w których dokonuje się pomiaru spadku napięcia na złączu p-n spolaryzowanym w kierunku przewodzenia.

Pomiaru dokonuje się w dwóch etapach, z których pierwszym jest pomiar kalibracyjny polegający na znalezieniu zależności temperaturowej parametru termoczułego, jakim jest w tym przypadku spadek napięcia na złączu p-n. Następnym etapem jest pomiar spadku napięcia na złączu p-n w warunkach zasilania elementu półprzewodnikowego przebiegiem elektrycznym o mocy P_0 .

Porównując uzyskane w obu przypadkach wyniki pomiaru na podstawie zależności matematycznych wyznacza się mierzoną oporność cieplną elementu półprzewodnikowego.

Opisany sposób pomiaru nie znajduje zastosowania do badania oporności cieplnej tranzystorów polowych typu MOSFET, ponieważ nie wszystkie tego typu tranzystory posiadają wyprowadzone na zewnątrz doprowadzenia do złącza p-n.

Pomiar oporności cieplnej tranzystorów polowych, przeprowadzono dotychczas w zestawach laboratoryjnych w których wykorzystuje się pomiar spadku napięcia na złączu p-n.

Znane jest także wykorzystanie do pomiaru oporności cieplnej tranzystora typu MOSFET specjalnie przystoso-

2

wanych mierników tranzystorów bipolarnych. Taki przystosowany miernik składa się z generatora impulsowego o stabilizowanej mocy, którym zasilą się badany tranzystor. W przerwie między impulsami prądowymi powodującymi grzanie się tranzystora, przeprowadza się pomiar spadku napięcia na złączu p-n za pomocą podłączonego do badanego tranzystora układu służącego do pomiaru jego parametru termoczułego. Układ pomiarowy na wyjściu wyposażony jest we wskaźnik. Ponadto układ pomiarowy wyposażony jest w skomplikowany zestaw przełączania badanego tranzystora ze stanu zasilania przebiegiem o mocy powodującej jego grzanie do stanu pomiarowego. Konieczne jest także stosowanie specjalnego układu kluczowania punktu pracy tranzystora, a to w celu uzyskania odpowiedniej wartości jego parametru termoczułego.

Według wynalazku, pomiar oporności cieplnej tranzystora polowego, polegający na pomiarze charakterystyki cieplnej parametru termoczułego, dokonuje się przez wykorzystanie zmiany statycznej oporności dren-źródło tego tranzystora, którą mierzy się poprzez podanie pomiędzy dren a źródło przebiegu w postaci impulsów prostokątnych o polaryzacji odpowiadającej typowi mierzonego tranzystora. Następnie mierzony tranzystor zasilą się przebiegiem w postaci impulsów prostokątnych o mocy powodującej nagrzewanie się tranzystora i na podstawie zmierzonej uprzednio charakterystyki cieplnej wyznacza się jego oporność cieplną.

Układ według wynalazku sterowany z generatora impulsów prostokątnych o przełączanym współczynniku wypełnienia impulsów wyjściowych i zasilanych z układu

polaryzacji mierzonego tranzystora, a na wyjściu wyposażony we wskaźnik wyjściowy, charakteryzuje się tym, że generator impulsów prostokątnych połączony jest poprzez opornik z tą z elektrod dren-źródło badanego tranzystora, która jest dołączona do wejścia układu różniczkującego wyposażonego na wyjściu w układ obcinający o regulowanym poziomie obcinania i który na wyjściu ma dołączony układ wzmacniający sterujący poprzez układ całkujący wskaźnikiem wyjściowym.

Rozwiązanie według wynalazku może być stosowane do pomiaru oporności cieplnej każdego ze znanych typów tranzystorów polowych. Zastosowanie w układzie obcinania impulsu pomiarowego pozwala znacznie wzmocnić zmiany zawarte w przebiegu pomiarowym, odzwierciedlające zmiany cieplne badanego parametru termoczułego. Dzięki temu powiększa się czytelność wskazań, co pozwala na rejestrację nawet bardzo małej zmiany parametru termoczułego.

Wprowadzone w układzie różniczkowania impulsy pomiarowe upraszczają proces przetwarzania sygnału, dzięki czemu można stosować układy wzmacniające o sprzężeniu pojemnościowym, które nie są obciążone błędem pomiarowym wynikającym z nagrzania się w trakcie pracy stopni pośrednich. Układ umożliwia obserwację zmian parametru termoczułego badanego tranzystora w sposób ciągły, przez co unika się kłopotliwego w realizacji układu przełączania i kluczowania punktu pracy tranzystora dla uzyskania odpowiedniej wartości parametru termoczułego. Ponadto, stosowane podgrzewanie badanego tranzystora nie wymaga skomplikowanej stabilizacji wartości mocy P_o , koniecznej w dotychczasowych rozwiązaniach ze względu na dokładność pomiaru.

Wynalazek zostanie bliżej objaśniony na przykładzie realizacji w układzie przedstawionym na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat blokowy układu do pomiaru oporności cieplnej R_{Tj} tranzystora typu MOSFET, a fig. 2 przebiegi elektryczne w poszczególnych punktach układu.

Z generatora impulsów prostokątnych 1, przez przełącznik rodzaju impulsów 2 i opornik obciążenia 3, impulsy prostokątne są podawane na dren badanego tranzystora 4, który zasilany jest z układu polaryzacji 5. Dren badanego tranzystora 4 połączony jest z wejściem układu różniczkującego 6, wyposażonego na wyjściu w układ obcinający 7 o regulowanym poziomie obcinania. Układ obcinający 7 ma na wyjściu dołączony układ wzmacniający 8, który poprzez układ całkujący 9 steruje wskaźnikiem wyjściowym 10.

W celu przeprowadzenia kalibracji, czyli wyznaczenia charakterystyki cieplnej parametru termoczułego badanego tranzystora 4, na dren tego tranzystora podaje się przebieg impulsowy o małym współczynniku wypełnienia — fig. 2A. Moc impulsów jest określona i wynosi P_o . Podczas kalibracji tranzystor 4 jest podgrzewany w termostacie i wskutek zmiany jego oporności dren-źródło amplituda podawanych impulsów ulega zmianie. Z drenu prostokątne impulsy kalibracyjne są podawane na układ różniczkujący 6, na którego wyjściu, ze zróżniczkowania każdego impulsu prostokątnego, uzyskuje się dwa impulsy szpilkowe — dodatni odpowiadający narastającemu zboczu impulsu i ujemny odpowiadający zboczu opadającemu — fig. 2B.

Z tych dwóch ciągów impulsów szpilkowych, układ obcinający 7 przenosi tylko jeden rodzaj impulsów — na przykład dodatnich i obcina na poziomie zaprogramowanego progu obciążenia — fig. 2C. Zmiany bezwzględne wierzchołka impulsu szpilkowego na wyjściu układu obcinającego 7 są

takie same jak na jego wejściu. Ulega jednak zmniejszeniu wartość odniesienia, dzięki czemu uzyskuje się wielokrotne wzmocnienie względnych zmian impulsu pomiarowego. Po dodatkowym wzmocnieniu we wzmacniaczu 8 impulsy — fig. 2D są poddawane całkowaniu przez układ całkujący 9, który przetwarza je na napięcie stałe o wartości równej amplitudzie impulsów szpilkowych — fig. 2E mierzone za pomocą miernika wyjściowego 10. Mierzone zmiany amplitudy impulsów pomiarowych są poszukiwanym parametrem termoczułym badanego tranzystora 4.

W trakcie podgrzewania tranzystora 4 w termostacie wyznacza się przyrosty napięcia wyjściowego odpowiadające zmianom temperatury i w ten sposób uzyskuje się krzywą kalibracji, czyli zależność parametru termoczułego tranzystora od temperatury.

Następnym etapem pomiaru jest wyznaczenie wpływu mocy grzejnej P_o , czyli określenia temperatury T_j , do jakiej podgrzeje się złącze, jeżeli na tranzystorze tracona będzie moc P_o . Na dren badanego tranzystora 4 podaje się wówczas z generatora impulsów 1 przebieg zanegowany względem przebiegu podawanego w trakcie kalibracji.

Przebieg impulsowy ma duży współczynnik wypełnienia, amplituda impulsów pozostaje taka sama — fig. 2. Moc mierzona w impulsie jest także równa P_o , ponieważ jednak czas trwania impulsu jest znacznie dłuższy niż w trakcie kalibracji, tranzystor nagrzewa się i ulega zmianie jego oporności dren-źródło. Powoduje to zmiany amplitudy przebiegów impulsowych na drenie, a zatem na wyjściu układu różniczkującego 6 uzyskuje się ponownie pary impulsów szpilkowych, które po przetworzeniu w układzie obcinającym 7, wzmocnieniu i całkowaniu w układach 8 i 9 na wskaźniku wyjściowym 10 dadzą wartość napięcia wyjściowego odpowiadającą temperaturze złącza. Po porównaniu tak pomierzonej wartości z wyznaczoną uprzednio krzywą kalibracji oblicza się temperaturę złącza T_j przy grzaniu tranzystora mocy P_o .

W przypadku powtarzalnych krzywych kalibracji i grzaniu tranzystorów określoną mocą P_o można wyskalować wskaźnik wyjściowy 10 bezpośrednio w jednostkach oporności cieplnej.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób pomiaru oporności cieplnej tranzystorów polowych polegający na pomiarze charakterystyki cieplnej parametru termoczułego tranzystora, a następnie wyznaczeniu temperatury przy podgrzewaniu go mocą, w którym badany tranzystor zasilany jest przebiegiem w postaci impulsów prostokątnych, **znamienny tym**, że jako parametr termoczuły wykorzystuje się zmiany statycznej oporności dren-źródło tego tranzystora, mierzone poprzez podanie pomiędzy dren, a źródło przebiegu w postaci impulsów prostokątnych o polaryzacji odpowiadającej typowi mierzonego tranzystora.

2. Układ do pomiaru oporności cieplnej tranzystorów polowych sterowany z generatora impulsów prostokątnych o przełączanym współczynniku wypełnienia impulsów wyjściowych i zasilany z układu polaryzacji mierzonego tranzystora, a na wyjściu wyposażony we wskaźnik wyjściowy, **znamienny tym**, że generator impulsów prostokątnych (1) jest połączony poprzez opornik (3) z tą z elektrod dren-źródło badanego tranzystora (4), która jest dołączona do wyjścia układu różniczkującego (6) wyposażonego na wyjściu w układ obcinający (7) o regulowanym poziomie obcinania, i który na wyjściu ma dołączony układ wzmacniający (8) sterujący poprzez układ całkujący (9) wskaźnikiem wyjściowym (10).

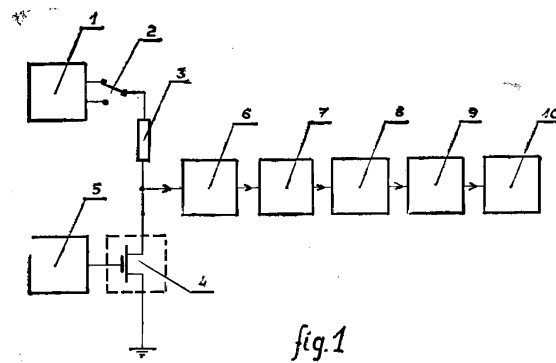


fig. 1

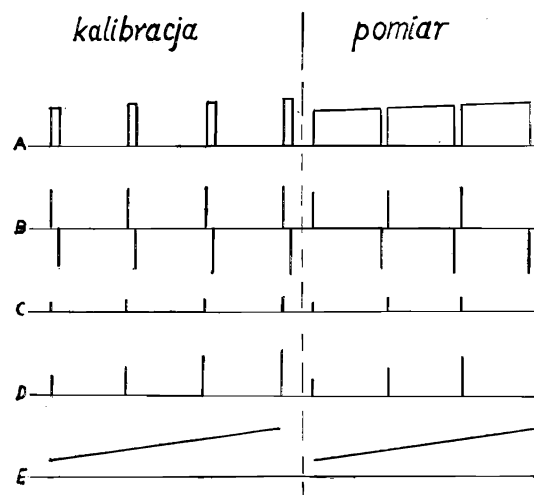


fig. 2