

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

99441

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 29.04.75 (P. 180021)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 18.12.75

Opis patentowy opublikowano: 15.11.1978

Int. Cl.².
G01R 31/26

CZYTELNIA

Urzedu Patentowego
Polskiej Rzeczpospolitej Ludowej

Twórcy wynalazku: Jerzy Kuchta, Stanisław Mazurczak

Uprawniony z patentu: Politechnika Gdańska,
Gdańsk (Polska)

Automatyczny miernik do nieniszczącego pomiaru napięcia przebicia bramki tranzystorów polowych typu MOS

Przedmiotem wynalazku jest automatyczny miernik do nieniszczącego pomiaru napięcia przebicia bramki tranzystorów polowych typu MOS. Miernik przeznaczony jest głównie do pomiaru tranzystorów MOSFET, ale może być wykorzystany również do nieniszczącego pomiaru napięcia przebicia bardzo cienkich warstw izolacyjnych.

W dotychczasowych stosowanych układach do nieniszczącego pomiaru napięcia przebicia bramki tranzystorów MOSFET ma zastosowanie metoda impulsowa lub metoda prądowego źródła analizującego.

Przy pomiarze napięcia przebicia bramki metodą impulsową do bramki mierzonego tranzystora podłącza się generator okresowych impulsów prostokątnych o zwiększającej się amplitudzie. Generator wytwarzający te impulsy przestaje pracować przy określonym prądzie szczytowym płynącym przez mierzony tranzystor. Amplituda wyjściowych impulsów generatora określa mierzone napięcie przebicia bramki tranzystora MOSFET w momencie tuż przed zaprogramowanym zerowaniem drgań generatora. Tak uzyskany wynik pomiaru jest mało dokładny i ograniczony warunkami pomiaru. Uzyskane wyniki pomiarów określają przebiegi napięciowe, które uzależnione jest od parametrów impulsów pomiarowych i zawyżone w stosunku do przebicia termicznego. Oznacza to, że przyłożenie napięcia stałego równego amplitudzie impulsu pomiarowego do bramki mierzonego tranzystora, może spowodować termiczne przebiecie warstwy izolacyjnej. W praktyce inżynierskiej wymagana jest znajomość napięcia definiowanego jako najmniejsze napięcie potrzebne do wywołania przebicia warstwy izolacyjnej. Zatem przebiecie napięciowe nie spełnia definicji napięcia przebicia, gdyż jest ono większe od przebicia termicznego. Określenie napięcia przebicia wymaga zatem znajomości korelacji między wielkościami przebicia napięciowego i termicznego.

Do pomiaru napięcia przebicia bramki metodą prądowego źródła analizującego wykorzystywany jest generator prądowy, który wymusza spadek napięcia na mierzonym elemencie proporcjonalny do jego rezystancji. Wielkość prądu generatora prądowego zmienia się od wartości minimalnej do maksymalnej, zaprogramowanej

jako maksymalny dopuszczalny prąd upływu bramki. Przy tym prądzie mierzony jest spadek napięcia na tranzystorze, który określony jest jako napięcie przebicia bramki. Pomiar tego napięcia wykonywany jest miernikiem napięcia o bardzo dużej oporności wejściowej. Zestaw wykorzystujący metodę prądowego źródła analizującego wymaga kosztownej aparatury – w tym komory jonizacyjnej ze źródłem energii promieniotwórczej jako prądowego źródła analizującego. Z technicznego punktu widzenia podstawową wadą jest bardzo długi czas pomiaru wynikającego ze statycznych czasowych układu pomiarowego.

Celem wynalazku jest opracowanie miernika do automatycznego, szybkiego i nieniszczącego pomiaru napięcia przebicia bramki tranzystorów MOSFET jak również cienkich warstw izolacyjnych. Cel ten został osiągnięty przez zastosowanie synchronicznego, szybko działającego układu automatyki, współpracującego z generatorem napięcia liniowego oraz z szybkim elektrometrem. Wyjście generatora napięcia liniowego połączone jest z wejściem głowicy pomiarowej poprzez rezystor zabezpieczający, a wyjście głowicy pomiarowej połączone jest z wejściem szybko działającego elektrometru. Elektrometr połączony jest z układem automatyki, który synchronicznie steruje generatorem napięcia liniowego oraz element regulacyjny podłączony do wejścia głowicy pomiarowej.

Woltomierz służący do pomiaru napięcia przebicia dołączony jest do wyjścia generatora napięcia liniowego. Układ automatyki posiada układ progowy połączony z przerzutnikiem, którego jedno wyjście połączone jest z elementem regulacyjnym, a drugie wyjście z układem bramkującym. Do układu bramkującego dołączone jest również wyjście drugiego przerzutnika, wyzwalanego przyciskiem stopu. Każdy z przerzutników wyzwalany jest współzależnymi przyciskami startu i kasowania, a wyjście układu bramkującego połączone jest z generatorem napięcia liniowego. Do bramki mierzonego tranzystora zostaje przyłożone napięcie liniowo narastające w czasie. Pozostałe elektrody tranzystora są ze sobą zwarte i dołączone do wejścia szybko działającego elektrometru, z wyjścia którego napięcie proporcjonalne do przepływającego przez element mierzony prądu podane zostaje na szybko działający układ automatyki. Po przekroczeniu zaprogramowanej wielkości prądu progowego synchroniczny układ automatyki jednocześnie zatrzymuje przyrost napięcia liniowego oraz odłącza napięcie pomiarowe od bramki tranzystora z równoczesnym rozładowaniem pojemności bramki – pozostałe elektrody. Napięcie pomiarowe odłączone od bramki mierzonego tranzystora jest podtrzymane w układzie pamięciowym i zmierzone miernikiem analogowym lub cyfrowym. W czasie pomiaru badany tranzystor znajduje się w zaekranowanej głowicy pomiarowej, w której są elementy włączające elektrody mierzonego tranzystora do układu pomiarowego, odpowiednio przygotowane kontaktrony. Rozłączenie styków kontaktronów następuje przez zwarcie cewek sterujących kontaktronów.

W mierniku według wynalazku zastosowanie synchronicznego szybko działającego układu automatyki, jak również szybko działającego elektrometru pozwoliło przy pomiarze napięć przebicia zwiększyć ogólnie zalecane poziomy prądów progowych, a tym samym zbliżyć mierzone napięcie przebicia do rzeczywistej wartości przebicia termicznego. Jednocześnie stało się możliwe zwiększenie nachylenia napięcia liniowego, co bezpośrednio wiąże się ze skróceniem czasu pomiaru. Poza tym zaletą miernika jest duża dokładność pomiaru, możliwość indykacji wyniku pomiaru w postaci cyfrowej, szybki pomiar automatyczny, prosta obsługa miernika oraz możliwość wykreślenia charakterystyki przedprzebiciowej za pomocą rejestratora XY podłączonego odpowiednio do wyjścia generatora napięcia liniowego oraz do wyjścia elektrometru.

Przedmiot wynalazku jest pokazany w przykładzie wykonania na rysunku, który przedstawia schemat blokowy automatycznego miernika napięcia przebicia bramki dla tranzystorów polowych typu MOS.

Automatyczny miernik napięcia posiada generator napięcia liniowego A połączony poprzez rezystor zabezpieczający B z wejściem głowicy pomiarowej C, w której umieszczony jest tranzystor mierzony. Wyjście głowicy pomiarowej C jest połączone z wejściem szybko działającego elektrometru D, którego wyjście doprowadzone jest do układu automatyki E sterującego synchronicznie generator napięcia liniowego A oraz element regulacyjny F. Element regulacyjny F połączony jest z wejściem głowicy pomiarowej C natomiast do wejścia generatora napięcia liniowego A dołączony jest woltomierz G mierzący napięcie przebicia.

Układ automatyki E zbudowany jest z układu progowego 1 połączonego z przerzutnikiem 2, którego jedno wejście połączone jest układem bramkującym 3, a drugie z elementem regulacyjnym F. Do układu bramkującego 3 dołączone jest wyjście przerzutnika 4 wyzwalanego przyciskiem stopu 5, przy czym wyjście układu bramkującego 3 połączone jest z generatorem napięcia liniowego A. Przerzutniki 2 i 4 wyzwalane są współzależnymi przyciskami startu 6 i kasowania 7.

Generator napięcia liniowego A uruchamiany jest za pomocą przycisku startu 6, po wciśnięciu którego następuje odpowiednie ustalenie poziomów wyjściowych przerzutników 2 i 4, co powoduje pojawienie się stanu logicznego „1” na wyjściu układu bramkującego 3. Następuje wtedy liniowy wzrost napięcia na wyjściu generatora napięcia liniowego A. Napięcie to poprzez rezystor zabezpieczający B zostaje doprowadzone do bramki

mierzonego tranzystora polowego znajdującego się w głowicy pomiarowej C. Napięcie to jest mierzone woltomierzem G, który dołączony jest do wyjścia generatora napięcia liniowego A. Wielkość rezystora B jest dużo mniejsza od oporności wynikającej z równoległego połączenia oporności wejściowej głowicy pomiarowej z połączonym tranzystorem oraz oporności niewysterowanego elektronicznego elementu regulacyjnego F. Wtedy napięcie na wejściu głowicy pomiarowej C jest równe napięciu na wyjściu generatora napięcia liniowego A. Do wejścia głowicy pomiarowej C dołączony jest element regulacyjny F, który sterowany jest z wyjścia przerzutnika 2.

Przyłożenie do bramki mierzonego tranzystora napięcia liniowego narastającego w czasie wywołuje przepływ prądu przez materiał izolacyjny zawarty między bramką a pozostałymi elektrodami. Prąd ten wpływa do elektrometru D i powoduje na jego wyjściu powstanie napięcia proporcjonalnego do prądu płynącego przez mierzony tranzystor. Przekroczenie zaprogramowanej wielkości prądu progowego spowoduje zadziałanie układu automatyki E, to znaczy następuje zadziałanie układu progowego 1, co powoduje zmianę stanu poziomów wyjściowych przerzutnika 2, a ta zmiana wywołuje z kolei zmianę stanu logicznego na wyjściu układu bramkującego 3. W wyniku tego następuje automatyczne zatrzymanie przyrostu napięcia liniowego na wyjściu generatora A. Jednocześnie następujeysterowanie elementu regulacyjnego F, który zwiera bramkę mierzonego tranzystora do masy. Następuje szybki odpływ ładunku zgromadzonego podczas pomiaru w pojemności bramka — pozostałe elektrody tranzystora. Wielkość rezystora zabezpieczającego B jest tak dobrana, że poysterowaniu elementu regulacyjnego F napięcie na wyjściu generatora napięcia liniowego A nie ulega zmianie. Po skończonym cyklu pomiaru napięcia przebiecia, a przed rozpoczęciem nowego pomiaru, konieczne jest skasowanie stanu przerzutnika 2. Odbywa się to za pomocą przycisku kasowania 7, który ustala poziomy wyjściowe przerzutników 2 i 4.

Miernik według wynalazku umożliwia dodatkowo pomiar prądu upływu bramki tranzystorów MOSFET na dowolnej wielkości napięcia, mniejszego jednak od napięcia przebiecia bramki. W tym wypadku konieczne jest ręczne zatrzymanie przyrostu napięcia liniowego po przyciśnięciu przycisku stopu 5. Mierzony tranzystor znajduje się w zaekranowanej głowicy pomiarowej C, w której umieszczone są elementy włączające elektrody mierzonego tranzystora do układu pomiarowego, odpowiednio przygotowane kontaktrony. Rozłączenie styków kontaktronów następuje przez zwarcie cewek sterujących kontaktrony i dołączenie ich do masy. Powoduje to zmniejszenie zakłóceń wywołanych stanami przejściowymi powstającymi przy rozłączaniu kontaktronów. Głowica pomiarowa C zapewnia pomiar prądu upływu rzędu setnych części pA w szerokim zakresie napięć pomiarowych.

Zastrzeżenia patentowe

1. Automatyczny miernik do nieniszczącego pomiaru napięcia przebiecia bramki tranzystorów polowych typu MOS, w którym mierzony tranzystor znajduje się w głowicy pomiarowej, z n a m i e n n y t y m, że wyjście generatora napięcia liniowego (A) połączone jest z wejściem głowicy pomiarowej (C) poprzez rezystor zabezpieczający (B), a wyjście głowicy pomiarowej (C) jest połączone z wejściem szybko działającego elektrometru (D) natomiast wyjście tego elektrometru połączone jest z układem automatyki (E), sterującym synchronicznie generator napięcia liniowego (A) oraz element regulacyjny (F) podłączony do wejścia głowicy pomiarowej (C), przy czym woltomierz (G) mierzący napięcie przebiecia dołączony jest do wyjścia generatora napięcia liniowego (A).

2. Miernik według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że układ automatyki (E) posiada układ progowy (1) połączony z przerzutnikiem (2), którego jedno wyjście połączone jest z elementem regulacyjnym (F), a drugie wyjście z układem bramkującym (3), do którego dołączone jest wyjście przerzutnika (4) wyzwalanego przyciskiem stopu (5), przy czym każdy z przerzutników (2 i 4) wyzwalany jest współzależnymi przyciskami startu (6) i kasowania (7), a wyjście układu bramkującego (3) połączone jest z generatorem napięcia liniowego (A).

