|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| SPRAWOZDANIE Z ĆWICZENIA LABORATORYJNEGO Z  PRZYRZĄDÓW PÓŁPRZEWODNIKOWYCH II | | | | |
| KOLEGIUM KARKONOWSKIE  w Jeleniej Górze  INSTYTUT TECHNIKI | | | Temat ćwiczenia: Praca impulsowa tranzystora unipolarnego .  (ćwiczenie nr 11) | |
| Imię i nazwisko: | | | Data wykonania  ćwiczenia:  4.12.2007 | Ocena: |
| Specjalizacja  EiT | Semestr  III | Grupa  III |

1. **Cel ćwiczenia**

Poznanie własności tranzystora unipolarnego w warunkach pracy impulsowej, pomiar czasów przełączania, określenie wpływu wyboru punktu pracy na czasy przełączenia tranzystora podczas pracy impulsowej.

1. **Wstęp teoretyczny**

Zasada działania tych tranzystorów jest odmienna od bipolarnych. Przewodzenie prądu w tych tranzystorach oparte jest tylko na jednym rodzaju nośników większościowych, stąd nazwa *unipolarne*. Wspólną cechą wszystkich tranzystorów unipolarnych jest oddziaływanie pola elektrycznego na rezystancję półprzewodnika, stąd nazwa *polowe*. Sterowanie w tranzystorach polowych odbywa się przez oddziaływanie pola elektrycznego na ilość nośników większościowych w strefie półprzewodzącej zwanej *kanałem* – stąd bierze się nazwa *tranzystor kanałowy.*

Rodzaje tranzystorów polowych

* Tranzystory polowe złączowe JFET (FET) Junction Field Effect Transistor
* Tranzystory polowe z izolowaną bramką MOSFET

## Tranzystory polowe z izolowaną bramką – MOSFET

|  |  |
| --- | --- |
| Tranzystor MOSFET z kanałem wbudowanym (tranzystor normalnie załączony) | Tranzystor MOSFET z kanałem indukowanym (tranzystor normalnie wyłączony) |

W tranzystorach z izolowaną bramką, bramka oddzielona jest od płytki półprzewodnika zwanej podłożem za pomocą warstwy SiO2. Bramka oddziałuje na kanał polem elektrycznym na zasadzie indukcji elektrostatycznej. Dzięki istnieniu warstwy izolacyjnej rezystancja wejściowa tych tranzystorów jest bardzo duża (1012 - 1016Ω ) przez brankę praktycznie nie płynie prąd. Tranzystoy MOSFET mogą mieć wdyfundowany lub nałożony epitaksialnie kanał międzi źródłem a drenem, są to tranzystory z kanałem wbudowanym (normalnie załączony). Tranzystory te mogą być również wykonane bez przewodzącego kanału, są to tranzystory z kanałem indukowanym (nornalnie wyłączony). Kanał pojawia się dopiero po przyłożeniu odpowiednio dużego napięcia na bramkę.

W pewnym uproszczeniu mechanizm fizyczny działania tych tranzystorów podobny jest do tranzystorów FET. Napięciem bramki steruje się szerokość przewodzącego kanału.

Ruch nośników między źródłem a drenem następuje w obszarze pod powierzchnią SiO2, gdzie w pewnych warunkach powstaje kanał. Mechanizm powstania kanału jest następujący:

Gdy do bramki doprowadzi się napięcie dodatnie względem podłoża to po przekroczeniu pewnej wartości tego napięcia tzw. *napięcia progowego*, przy powierzchni półprzewodnika powstaje warstwa, przeciwnego typu w stosunku do podłoża. Z podłoża będą przyciągane elektrony w kierunku obszaru przybramkowego tworząc kanał. Mówimy, że kanał został zaindukowany. Po doprowadzeniu napięcia źródło – dren kanał ten umożliwia przepływ prądu ze źródła do drenu. Ze wzrostem napięcia UGS prąd drenu rośnie. Tranzystory MOSFET mają czwartą elektrodę zwaną podłożem oznaczaną symbolem **B**. Spełnia on rolę sterującą podobnie jak bramka. jeżeli nie korzysta się z funkcji sterującej podłoża łączy się je za źródłem. Połączenie to może być wykonane wewnątrz obudowy i wtedy podłoże nie ma wyprowadzenia na zewnątrz.

### Parametry tranzystorów MOSFET

Tranzystory te charakteryzują się takimi samymi parametrami jak FET. Wartość pojemności i nachylenie charakterystyki są podobne. Rezystancja wejściowa jest dużo większa ( większa od 1014Ω). Rezystancja wyjściowa jest mniejsza (od 1 do 50 kΩ). Układ zastępczy taki jad dla FET.

Inne uwagi dotyczące tranzystorów MOSFET

* Niektóre typy tranzystorów MOS mają dwie bramki co umożliwia sterowanie dwoma różnymi sygnałami (tetroda polowa).
* Jedną z nowych odmian tranzystorów MOSFET są tranzystory MESFET. Wykonane są one z arsenku galu. Charakteryzują się bardzo dużą częstotliwością graniczną (do 10GHz)

1. **Pomiary**

(ćwiczenie powinno być przeprowadzone w następujący sposób)

**Schemat połączeń**

RL=10k

*U0*

Generator fali prostokątnej

Regulacja amplitudy

Wyjście

600

Regulacja składowej stałej *(Offset*)

TTL

Oscyloskop

Wejście „x”

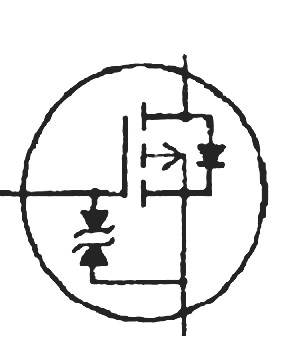
Wejście „y”

## Synchronizacja

Układ do pomiarów parametrów dynamicznych tranzystora MOSFET

*eg*

-30V



# G

R1=10k Zasada działania tych tranzystorów jest odmienna od bipolarnych. Przewodzenie prądu w tych tranzystorach oparte jest tylko na jednym rodzaju nośników większościowych, stąd nazwa *unipolarne*. Wspólną cechą wszystkich tranzystorów unipolarnych jest oddziaływanie pola elektrycznego na rezystancję półprzewodnika, stąd nazwa *polowe*. Sterowanie w tranzystorach polowych odbywa się przez oddziaływanie pola elektrycznego na ilość nośników większościowych w strefie półprzewodzącej zwanej *kanałem* – stąd bierze się nazwa *tranzystor kanałowy.*

Rodzaje tranzystorów polowych

* Tranzystory polowe złączowe JFET (FET) Junction Field Effect Transistor
* Tranzystory polowe z izolowaną bramką MOSFET

**Tranzystory polowe złączowe – JFET (FET)**

Działa na zasadzie modulowania (zmiany) prądy płynącego przez płytkę półprzewodnika typu N lub typu P za pomocą poprzecznego pola elektrycznego.



Tranzystor **FET** składa się z obszaru półprzewodnika typu n lub P do którego w jednym końcu dołączona jest elektroda **S** czyli *źródło*a na drugim końcu elektroda **D** czyli *dren*. Trzecia elektroda **B** – *bramka* połączona jest z obszarem typu przeciwnego do obszaru kanału. Tworzy się dookulne złącze P – N wytworzone metodą dyfuzji lub wtopienia.

### Symbole graficzne

z kanałem N z kanałem P

Zasilanie tranzystorów **FET**

|  |  |
| --- | --- |
| z kanałem n | z kanałem p |

Źródło i dren są tak spolaryzowane aby umożliwić przepływ nośników większościowych przez kanał od źródła do drenu. W tranzystorach z kanałem N przepływają elektrony a w tranzystorach typu P przepływają dziury.

Złącze B – S polaryzujemy w kierunku zaporowym. Jak wiadomo w pobliżu złącza P – N powstaje warstwa zaporowa. Warstwa ta jest szersza do strony kanału a węższa od strony bramki. Wynika to z niejednakowego domieszkowania tych warstw (mocniejsze w bramce, słabsze w kanale). Warstwa zaporowa ma dużą rezystancję i powoduje zmniejszenie czynnego przekroju kanału, przez który przepływa prąd. Wraz ze zwiększeniem polaryzacji złącza P – N w kierunku zaporowym (zwiększenie napięcia UGS) rozszerza się warstwa zaporowa i jej głębokość wnikania w kanał. Zatem dla ustalonego napięcia między źródłem a drenem, rezystancja kanału a więc i prąd drenu będzie funkcja napięcia między bramką a źródłem.

Stabilizowany zasilacz regulowany

D

S

Badany powinien być tranzystor polowy 2SJ306 - MOSFET typu P z kanałem wzbogaconym.

Wybrane parametry charakterystyczne tranzystora 2SJ306 (producent SANYO)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Parameter | Symbol | Conditions | Ratinge |
| Drain-to-Source Voltage | DSS |  | -250 V |
| Gate-to-Source Voltage | GSS |  | ±30 V |
| Drain Current (DC) | Id |  | -3 A |
| Drain Current (Pulse) | IDP | PW<10s, duty cycle<1% | -12 A |
| Allowable Power Dissipation | PD |  | 2.0 W |
| Storage Temperaturę | Tstg |  | -55 +150 °c |
| Input Capacitance | Ciss | VDS=-20V, f=1MHz | 600 pF |
| Output Capacitance | Coss | VDS= -20V, f=1MHz | 110 pF |
| Reverse Transfer Capacitance | Crss | VDS=-20V, f=1MHz | 50 pF |
| Turn-ON Deiay Time | !d(on) | See specified Test Circuit | 14 ns |
| Rise Time | V | See specified Test Circuit | 18 ns |

**Ustalenie warunków pracy impulsowej**

1. włączyć oscyloskop, woltomierz dla pomiaru składowej stałej (DC) ,
2. generator fali prostokątnej; ustawić częstotliwość 1 kHz,
3. dobrać wartości *2Em* około 4V i posługując się przełącznikiem AC DC na oscyloskopie sprawdzić wpływ na zobrazowanie,
4. włączyć zasilacz napięcia drenu i ustawić napięcie *UDS =30V*,
5. określić minimalną wartość napięcia wejściowego potrzebna do nasycenia badanego tranzystora

**Pomiar właściwości przełączania i opracowanie wyników**

1. zmieniając wielkość amplitudy napięcia sterującego *Em* (rys. 1) oraz składowej stałej *UGS0* określić ich wpływ na kształt przebiegu napięcia dren-źródło *uDS*,
2. przerysować, stosując odpowiednia skalę napięcia i czasu, oscylogramy sygnału sterującego *eg* oraz wyjściowego *uDS*,
3. określić wpływ pojemności pasożytniczych i charakterystyki przejściowej na szybkość przełączania (stromość czoła i tyłu przebiegu wyjściowego).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| E:\2007-8-zima\Przyrządy półprzewodnikowe_II\11_Praca impulsowa tranzystora unipolarnego\2007-11-05-1451-57\czolo.JPG | E:\2007-8-zima\Przyrządy półprzewodnikowe_II\11_Praca impulsowa tranzystora unipolarnego\2007-11-05-1451-57\inne.JPG | E:\2007-8-zima\Przyrządy półprzewodnikowe_II\11_Praca impulsowa tranzystora unipolarnego\2007-11-05-1451-57\tylne.JPG |