



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY  
A OBJEVY

# POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

**237002**  
(11) (B1)

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>  
H 01 L 29/00  
H 01 L 27/00

(22) Přihlášeno 04 02 82  
(21) (PV 797-82)

(40) Zveřejněno 15 10 84

(45) Vydáno 15 02 87

(75)  
Autor vynálezu

JANDA MARTIN, PRAHA

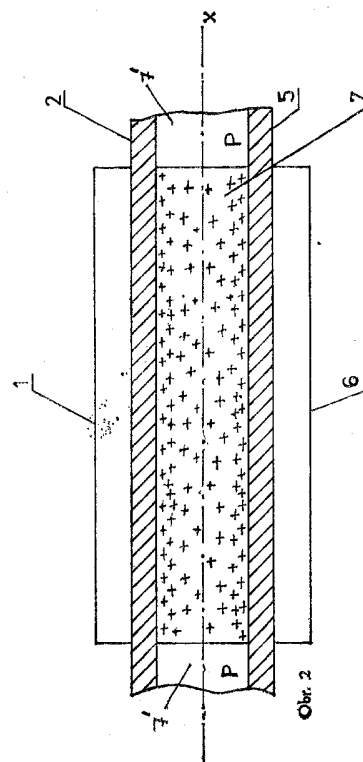
## (54) Diskrétní polovodičová součástka MIS

1

Vynález se týká číslicové polovodičové elektroniky, a řeší problematiku zvýšení integračních, a tím i rychlostních a příkonových parametrů polovodičových logických obvodů, realizujících logické funkce EXCLUSIVE-OR a EXCLUSIVE-NOR, které realizuje samostatně polovodičová součástka struktury MISIM [řídící elektroda (1) — izolant (2) — polovodičová vrstva (7) s polovodičovými vrstvami spojenými s elektrodami (3) a (4) — izolant (5) — řídící elektroda (6)].

Polovodičová vrstva (7) obsahuje počet menšinových nosičů náboje, schopný v ní vytvořit pouze jedinou dostatečně silnou inverzní oblast, potřebnou ke vzniku vodivého kanálu mezi polovodičovými vrstvami spojenými s elektrodami (3) a (4), při aktivizaci jedné z řídících elektrod (1) a (6).

2



Vynález se týká diskretní polovodičové součástky MIS, schopné samostatně realizovat logické funkce EXCLUSIVE-OR a EXCLUSIVE-NOR. Logické obvody, realizující uvedenou dvojici funkcí, tvoří základ sčítacích a koincidenčních obvodů všech číslicových systémů.

Logické funkce EXCLUSIVE-OR a EXCLUSIVE-NOR jsou fyzikálně realizovány podle všeobecné ho výstavbového principu všech současných logických obvodů, založeném na určitém propojení určitého počtu stavebních součástí realizačního obvodu. Počet stavebních součástí se u dnešních nejpřespektivnějších polovodičových obvodů — obvodů MIS a bipolárních obvodů IIL pohybuje podle logického zapojení od 6 do 12 tranzistorů, což odpovídá určitým rychlostním, příkonovým a integračním parametrům.

Podstatně kvalitnějších uvedených parametrů dosahuje realizační systém, tvořený jedinou diskretní polovodičovou součástkou MIS, konstrukčního uspořádání — první řídicí elektroda — první izolant — polovodič — druhý izolant — druhá řídicí elektroda, jejíž podstata spočívá v tom, že polovodič obsahuje počet menšinových nosičů náboje, odpovídající vytvoření jediné inverzní oblasti, potřebné ke vzniku vodivého kanálu mezi oblastmi spojenými s elektrodami.

Použitím uvedené diskretní polovodičové součástky MIS, jejíž velikost odpovídá prakticky velikosti jediného tranzistoru MIS, se vzhledem ke klasickým obvodům, tvořeným minimálně 6 tranzistory MIS, dosáhne ekvivalentního zvýšení operační rychlosti při současném snížení energetického příkonu.

Vynález je blíže popsán na připojeném výkresu, kde na obr. 1 je znázorněno konstrukční uspořádání diskretní polovodičové součástky MIS podle vynálezu v modifikaci s vodivostí typu P, na obr. 2 je rozložení menšinových nosičů náboje v její řízené polovodičové vrstvě při přiložení prahového napětí na obě její řídicí elektrody, a na obr. 3 její zapojení se zatěžovacím tranzistorem MIS, jako logický obvod EXCLUSIVE-NOR.

Realizace logické funkce EXCLUSIVE-OR/NRO je založena na řízení inverzních jevů v polovodiči 7, vzájemnou ekvivalencí dvou navzájem protisměrně orientovaných elektrických polí, ovládaných prostřednictvím řídicích elektrod 1, 6 vstupními proměnnými dané logické funkce.

Polovodič 7 obsahuje počet menšinových nosičů náboje, odpovídající vytvoření jediné inverzní oblasti potřebné ke vzniku vodivého kanálu mezi oběma oblastmi 7' polovodiče, spojenými s elektrodami 3, 4.

Pracovní činnost diskretní polovodičové součástky MIS, uvedených vlastností, je vysvětlena na konkrétních pracovních situacích:

Na jednu z řídicích elektrod 1, 6, například na první řídicí elektrodu 1 se přiloží prahové napětí. Za této situace, se diskretní polovodičová součástka MIS chová, jako

běžný tranzistor PMIS s obohacovaným kanálem. Vlivem elektrického pole, vytvořeného pod první řídicí elektrodou 1, se pod prvním izolantem 2 vytvoří, vzhledem k dostatečnému počtu menšinových nosičů náboje, dostatečně silná inverzní oblast s následným vznikem vodivého kanálu. Naprosto shodná situace nastane při opačných stavech řídicích elektrod 1, 6 s tím, že se vodivý kanál vytvoří pod druhým izolantem 5.

Kromě první řídicí elektrody 1 se aktivuje stejným způsobem i druhá řídicí elektroda 6. Vlivem elektrického pole, vytvořeného pod uvedenou druhou řídicí elektrodou 6, dojde k exploataci menšinových nosičů náboje z oblasti vodivého kanálu pod prvním izolantem 2, kde je soustředěna jejich absolutní většina, s jejich následným, za ideálních podmínek symetrickým rozložením podle osy x podle obr. 2. Následkem uvedeného rozložení menšinových nosičů náboje v polovodiči 7, se vzhledem k jejich počtu naprosto znemožní vytvoření dostatečně silné inverzní oblasti, potřebné ke vzniku vodivého kanálu v kterékoliv části polovodiče 7, čímž se diskretní polovodičová součástka MIS nachází v nevodivém stavu.

Koncentrace menšinových nosičů se při jejich symetrickém rozložení podle obr. 2, zvyšuje od osy x k izolantům 2, 5. Tam již může nabýt hodnot, způsobujících svodové proudy, schopné nepříznivě ovlivnit napěťové úrovně logických stavů. Tento negativní jev je potlačován zvyšováním vzájemného poměru mezi tloušťkou polovodiče 7 a intenzitou elektrických polí, závislou na tloušťce a specifické elektrické pevnosti izolantů 2, 5, a snižováním difference mezi hodnotami jednotlivých podpovrchových stavů polovodiče 7 a nekompensovaných nábojů v jednotlivých izolantech 2, 5. Nulová difference odpovídá ideálním pracovním podmínkám, zatímco její zvyšování narušuje symetrické rozložení menšinových nosičů náboje v polovodiči 7 při aktivizaci obou řídicích elektrod 1, 6.

Z obou popsáných pracovních režimů, s přihlédnutím k třetímu možnému pracovnímu režimu, který je dán klidovým stavem obou řídicích elektrod 1, 6, vyplývá, že se diskretní polovodičová součástka MIS podle vynálezu nachází ve vodivém stavu pouze při vzájemné nonekvivalenci obou elektrických polí, tzn. při přiložení prahového napětí na jednu z řídicích elektrod 1, 6.

Konstrukční uspořádání podle obr. 1 — první řídicí elektroda 1 — první izolant 2 — polovodič 7 — druhý izolant 5 — druhá řídicí elektroda 6, zhotovené například technologií ESFI (Epitaxial Silicon Film on Insulators — epitaxe na izolační podložce), odpovídá, podle všeobecného značení pro jednotlivé části struktur MIS, označení MISIM.

Na obr. 3 je znázorněno zapojení diskretní

ní polovodičové součástky MIS podle vynálezu se zatěžovacím tranzistorem MIS, jako logický obvod EXCLUSIVE-NOR se vstupy

x a y a výstupem z, pracující se zápornou logikou.

#### PŘEDMĚT VYNÁLEZU

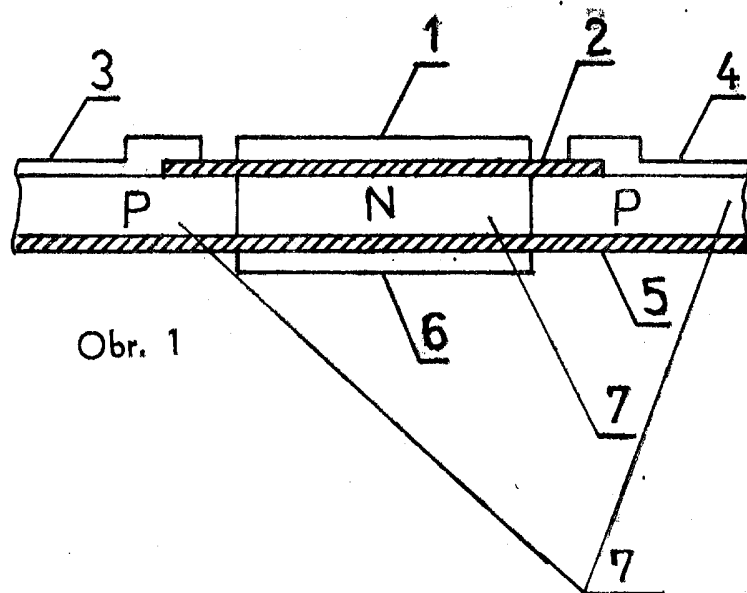
Diskrétní polovodičová součástka MIS konstrukčního uspořádání — první řídicí elektroda — první izolant — polovodič — druhý izolant — druhá řídicí elektroda, vyznačující se tím, že polovodič (7) obsahuje počet

menšinových nosičů náboje, odpovídající vytvoření jediné inverzní oblasti, potřebné ke vzniku vodivého kanálu mezi oblastmi (7') polovodiče, spojenými s elektrodami (3) a (4).

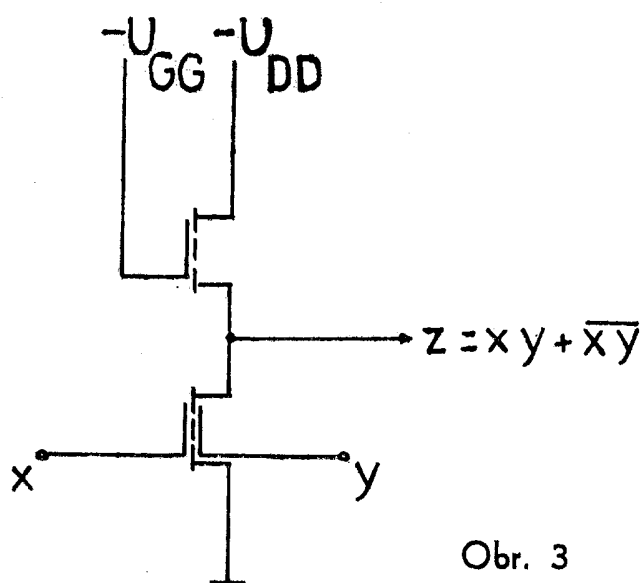
---

3 listy výkresů

---







Obr. 3