

Fonte immagini: ale

I transistor a effetto di campo prendono il loro nome perché sono pilotati da un campo elettrico invece che da una corrente (di base), come nel caso dei transistor bipolari.

Viene fatta una distinzione tra JFET e MOSFET. I JFET separano il terminale di controllo (gate) dal canale conduttivo mediante una giunzione pn. Con il MOSFET questo è fatto da uno strato isolante. I JFET si suddividono a seconda del tipo di canale; canale p e canale n. I MOSFET possono essere auto-conduttori (che conducono a riposo) o auto-bloccanti (che bloccano a riposo).

I transistor a effetto campo hanno dei vantaggi rispetto ai transistor bipolari in certe applicazioni. Le loro caratteristiche e la loro funzione saranno discusse in seguito.

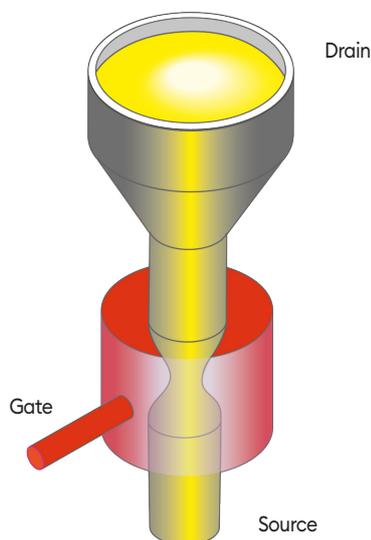
Modello idraulico

I transistor a effetto campo sono anche conosciuti come transistor unipolari in virtù del fatto che la corrente principale non deve scorrere attraverso una giunzione pn, ma essa fluisce attraverso un canale unipolare (p o n) la cui resistenza è variabile. Nel modellino idraulico, il flusso dell'olio è dall'alto verso il basso. Se viene pompato più fluido nell'anello rosso, il canale dell'olio diventa più sottile, la resistenza aumenta e di conseguenza passa meno olio attraverso il canale.

Struttura e funzionamento

Due semiconduttori di tipo n sono immersi in un substrato di tipo p e collegati a degli elettrodi. La superficie è poi ricoperta da uno strato isolante. Normalmente si tratta di una piastra sottile di SiO_2 , che ha un'alta resistenza ohmica. L'elettrodo di controllo (di solito alluminio) è depositato a vapore su questo strato di biossido di silicio.

Il terminale di massa si trova nella parte inferiore del substrato. Questa connessione è il polo opposto alla connessione



Modello idraulico di un MOSFET auto-conduttore.

di controllo (gate). Il terminale di massa è di solito collegato internamente al terminale "source".

Se viene applicata una tensione positiva al "drain" rispetto al "source", non scorre corrente. Nemmeno il contrario. Il MOSFET è bloccato (non conduce).

Se si applica un potenziale positivo al "gate" contro il substrato (bulk) e al "source", si crea un campo elettrico.

Drogaggio

Il substrato conduttore p è costituito da uno strato di cristallo di silicio che è drogato in piccola misura con alluminio trivalente, indio o boro. Questo crea i buchi (lacune) nel reticolo di silicio tetra-levante, che possono essere riempiti con elettroni e quindi funzionare come portatori di carica. I conduttori tipo n sono drogati con arsenico pentavalente, fosforo o antimonio ed hanno elettroni di valenza come portatori di carica nel reticolo cristallino. Nel MOSFET, il substrato drogato p ha le lacune come portatori di carica gratuita (portatori maggioritari). Ma in ogni semiconduttore ci sono anche portatori minoritari, cioè alcuni elettroni liberi si muovono anche nel substrato.

Controllo del gate

Il potenziale positivo al gate agisce su questi elettroni liberi (portatori di minoranza) nel substrato. Potenziale positivo significa carenza di elettroni, quindi gli elettroni liberi sono risucchiati fuori dal substrato attraverso il campo elettrico (freccie nell'immagine in basso a destra) e formano un canale conduttore-n tra drain e source direttamente sotto lo strato isolante. Lo strato isolante si trova tra il gate e il bulk (substrato). Il circuito di controllo è rotto. Il potenziale positivo tra i due elettrodi è sufficiente per commutare la corrente tra drain e source. Poiché non scorre alcuna corrente di comando, si parla anche di commutazione senza corrente o a bassa potenza.

Commutazione senza potenza

Se lo strato isolante tra il gate e il substrato con il terminale bulk è considerato il dielettrico, allora è un condensatore. I condensatori interrompono i loro circuiti; tuttavia, durante la fase di carica o scarica, gli elettroni fluiscono nelle piastre del condensatore e la corrente scorre nel circuito. Quando un condensatore viene caricato o scaricato, la corrente non scorre più. Pertanto, i condensatori hanno valori di resistenza infinitamente grandi in corrente continua. Se funzionano con corrente alternata, si caricano e scaricano periodicamente e più aumenta la frequenza, più diminuisce la loro resistenza.

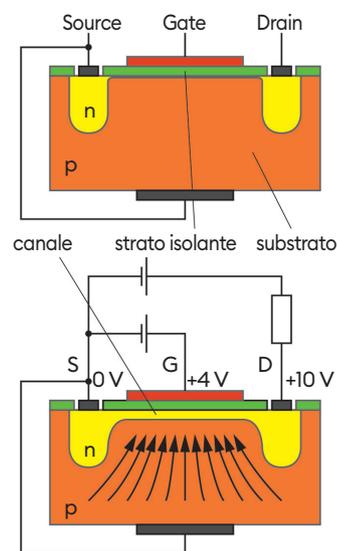
Questo è esattamente come funziona con il MOSFET. La capacità del gate è tra 2 e 5 pF e quindi la resistenza alle alte frequenze non sarà più infinita e i transistor non commuteranno più senza alimentazione.



Alcuni MOSFET collegati in parallelo su massicce piastre di raffreddamento.

Giunzione-pn

Quando due conduttori tipo p e n si incontrano, risultano giunzioni pn. Nel MOSFET questo avviene tra il substrato e il canale drain o source. Se si suppone una tensione di alimentazione di 12 V, la differenza di tensione tra drain e source è di 12 Volt. Il substrato è collegato a terra tramite il terminale di massa. Il substrato è collegato a terra tramite la connessione di massa. Di conseguenza, 12 V sono presenti al drain (drogato n) e 0 V al substrato (drogato p). Se il potenziale positivo è al conduttore n e il potenziale negativo è al conduttore p, si forma una zona di blocco intorno al canale conduttore. Questo è relativamente ristretto nella zona della connessione drain e si apre sempre di più verso la connessione source. Durante la progettazione del MOSFET si deve tenerne conto. Per questo motivo, il circuito deve garantire che il substrato non diventi mai più positivo della connessione drain. I MOSFET sono anche sensibili alle sovratensioni (ad esempio le cariche elettrostatiche) a causa del sottile strato isolante. Contrariamente ai transistor bipolari, i MOSFET possono essere collegati in parallelo senza problemi (foto sopra).



Struttura schematica e circuito di un MOSFET a canale n normalmente chiuso.

Partner: © A&W Verlag AG / SVBA-ASETA-ASITA / AGVS/UPSA / Andreas Lerch