

國立清華大學電機工程學系博士

MOS 場效電晶體低溫電學特性分析
MOSFET characteristics at low temperature

陳勛祥

中文摘要

在本論文中，我們首先討論了不均勻摻雜濃度基底的 MOSFET 元件其臨界電壓隨溫度變化的情形。在低溫下必須考慮載子的凍結效應。論文中提出了一個依據臨界電壓的定義，從實驗中的數據求取臨界電壓的新方法。用這種萃取方法所得的臨界電壓，與理論值相當吻合。

在 LDD 區域處的電阻會隨著偏壓的改變而改變的。而且它對偏壓的依靠性在低溫環境下更為顯著。因此，從量測所得的數據，便不適用於傳統上用來萃取元件參數 ΔL 及 R_{DSc} 的方法。因此我們將一個真實的 MOSFET 元件分成隨偏壓變化的電阻 $R_{LDD}(V_D)$ ，不隨偏壓變化的電阻 R_{DSc} 以及本質 MOSFET 三部分。並提出一個新的 g_D 斜率的方法，由真實的 MOSFET 元件中，分離出隨電壓變化的電阻 $R_{LDD}(V_D)$ 及內含的常態 MOSFET 元件。由這個常態 MOSFET 元件，便可用傳統上萃取元件參數 ΔL 及 R_{DSc} 的方法，來求得 ΔL 及 R_{DSc} 。應用於不同的溫度下， ΔL 及 R_{DSc} 隨溫度的變化以及 $R_{LDD}(V_D)$ 隨溫度的變化，便可得到。

元件在飽和偏壓下，若 LDD 處的電場過大，載子受到飽和速度的影響，會使得 R_S 隨汲極電流(或者是閘極偏壓)增加而增加的效應。我們以簡單的汲極電流的一次方的形式來模擬 R_S 隨汲極電流變化的情形。以這個隨 I_D 變化的 R_S 值，來萃取 L_{sat} 及 v_{sat} 值。

關鍵字：MOS 場效電晶體；臨界電壓；短通道；凍結效應；低摻雜汲極；串連電阻

Key words：MOSFET; Threshold voltage; Short channel; Freeze out effect; LDD; Series resistance