

第一章 簡介

1.1 AlGaIn/GaN 異質結構場效電晶體

AlGaIn/GaN 異質結構場效電晶體近年來在高頻、高功率微波領域上一直是一個熱門的研究課題。因氮化鎵 (GaN) 所具有的寬能障 (bandgap)、高崩潰電壓 (breakdown field)、高峯值電子速度 (peak electron velocity)、高電子終端速率 (saturation velocity) 以及化學惰性大、鍵結力強、熱穩定性佳等特性，所以非常適合用作電源供應器、功率微波放大器、低雜訊微波放大器以及高溫元件。

此外，氮化鎵材料具有獨特的極化效應^{[3]-[9]}，包括自發極化 (spontaneous polarization) 與壓電極化 (piezoelectric polarization)。在沒有摻雜質的情況下，極化效應可使 AlGaIn/GaN 異質結構在界面附近就會自動感應形成二維電子氣 (Two dimensional electron gases)，其濃度大小與極化強弱有關。對於高鋁成分的 AlGaIn/GaN 異質結構，其二維電子氣平板電子濃度 (sheet carrier concentration) 很輕易達到 $1.0 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ 以上，這較傳統 AlGaAs/GaAs 系列異質結構的二維電子氣濃度高出一個數量級。如此高的二維電子氣平板電子濃度使得 AlGaIn/GaN 系列的高速場效電晶體能夠輸出大電流工作。

在製作積體電路時，電晶體之臨界電壓 (threshold voltage) 為電路設計中一重要參數，但臨界電壓之大小通常在磊晶時即已確定，為配合電路設計之精確常會希望臨界電壓可調變，而利用感應耦合電漿蝕刻 (ICP) 控制閘極掘入深度可達到控制臨界電壓之目的，本論文即就此一課題作一討論與研究。

1.2 論文組織

第二章為感應耦合電漿蝕刻與 AlGaIn/GaN HFET，我們將介紹氮化鎵之基本材料性質、AlGaIn/GaN HFET 閘極工作原理與感應耦合電漿蝕刻基本原理。第三章是元件製程與量測方法，本章介紹元件的製程內容、原理以及量測方法。第四章為結果與討論，本章先探討不同掘入蝕刻 (recess etch) 條件之蝕刻能力，然後由量測各項元件特性之結果分析掘入蝕刻所造成之影響，後半探討蝕刻損傷 (etch damage) 之修補。最後，本研究之結論在第五章。

