

高溫適用之氮化鋁鎵/氮化鎵高電子移動率電晶體 之製程開發與材料分析

研究生：方照詒

指導教授：張 翼教授

馮明憲教授

國立交通大學材料科學與工程研究所

摘要

本研究成功地研發出以氮化鎵為 T 型閘極材料的氮化鋁鎵/氮化鎵之高電子移動率電晶體。經由有基金屬化學氣相沉基法成長氮化鋁鎵/氮化鎵高速電晶體結構，並開發新的元件製作技術，尤其側重於蝕刻技術及耐高溫之金屬電極之開發。本論文一開始探討氮化鎵磊晶成長，藉由探討低溫孕核層的升溫退火過程，達到孕核的最佳化。所成長的氮化鎵薄膜，以低溫光激光光譜量測其能帶結構。發現激子放射的能帶分裂現象，以低溫光激光光譜所量測到氮化鎵價帶的能帶結構可用電子自旋耦合效應解釋，並與而與理論相符合。在氮化鋁鎵/氮化鎵異質結構中，清楚觀察到二維電子氣在低溫下的次能帶躍遷現象；並探討次能帶結構與鋁含量、間隔層厚度的變異情形。誘導耦極電漿及光化學輔助蝕刻技術也在本論文中深入的探討，藉由蕭基二極體的特性分析，達到蝕刻參數的最佳化。應用複合式蝕刻技術，可以有效地降低表面損傷的情形，並將該技術成功地應用在電晶體閘極的製作上。除此之外，也開發高溫電極材料。氮化鈦鎵及氮化鎵在氮化鎵上皆可形成的蕭基接觸，但因鈦原子的易擴散性，高溫下的蕭基二極體特性以氮化鎵為優。最後，利用上述所開發出之蝕刻技術及耐高溫電極材料，成功地製作出之 0.7 微米氮化鎵 T 型閘極氮化鋁鎵/氮化鎵異質界面高速電晶體可在高達至少攝氏 330 度下仍運作正常。