

InAs-core Composite Channel Metal Oxide Semiconductor-High Electron Mobility Transistors : Fabrication and Characterization

Wei-Hsiang Yu (尤韋翔)

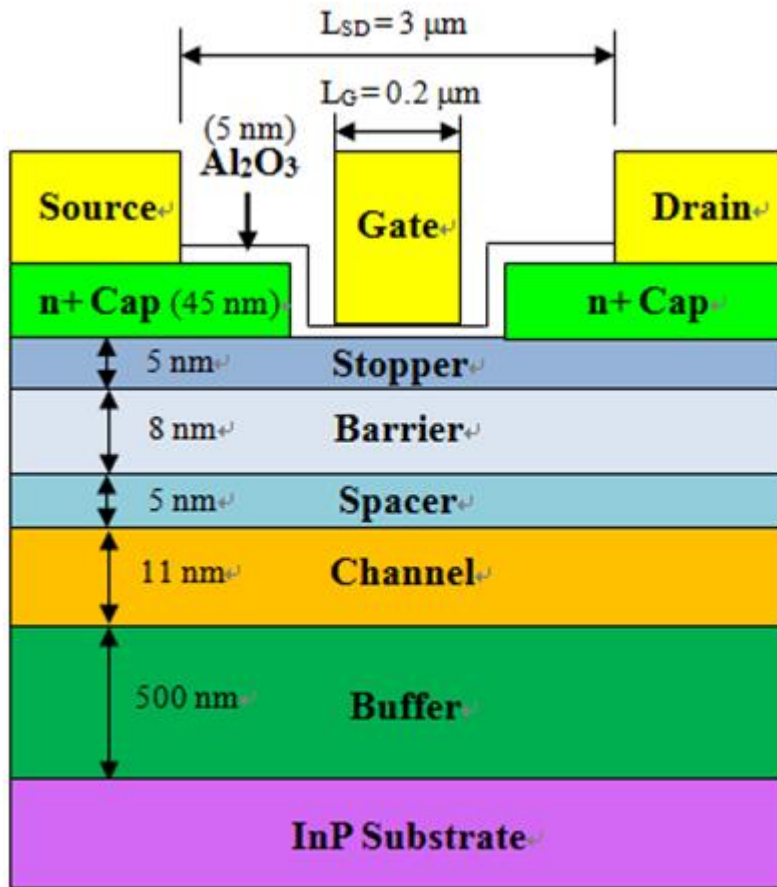
指導教授：張翼 博士

摘要

- 在此專題中，嘗試製作出一InAs/InGaAs複合通道層的MOS HEMT並量測其相關電性，包括 $DIBL = 155 \text{ mV/V}$ 、 $S.S. = 181 \text{ mV/dec}$ 及 $I_{ON}/I_{OFF} = 8.36$ ，雖因漏電流過大而未展現優異之元件特性，但該專題針對此結果提出了合理的解釋及想法，也很幸運地於大學時期體驗了三五族化合物半導體的元件製作與量測分析，為將來的研究之路上建立起基礎。

n+ Cap	$\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}, x=0.65$	45 nm $2.0 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$
Stopper	InP	5 nm
Barrier	$\text{In}_x\text{Al}_{1-x}\text{As}, x=0.52$	8 nm
δ -doping	Si	$6.0 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$
Spacer	$\text{In}_x\text{Al}_{1-x}\text{As}, x=0.52$	5 nm
Composite Channel	$\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}, x=0.7$	3 nm
	InAs	5 nm
	$\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}, x=0.7$	3 nm
Buffer	$\text{In}_x\text{Al}_{1-x}\text{As}, x=0.52$	500 nm
3 inch S.I. InP Substrate		

元件製程

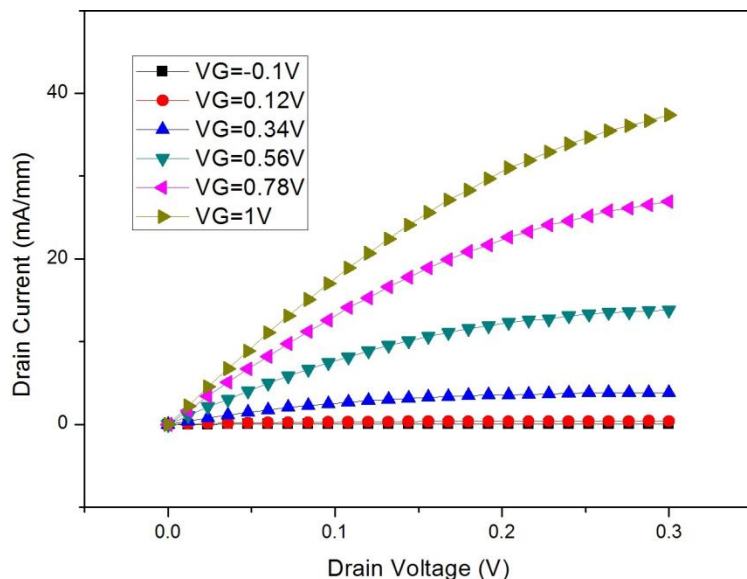


MOS HEMT 元件示意圖

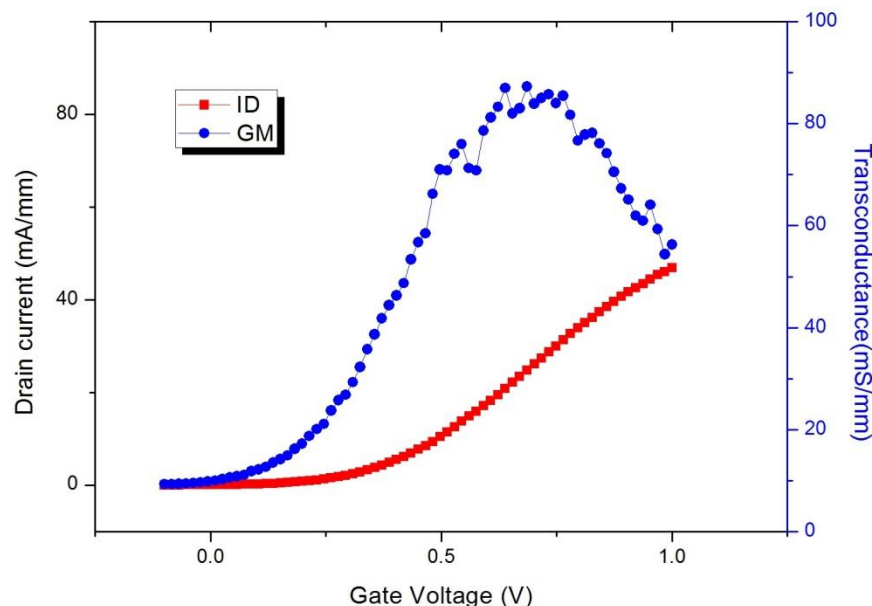
- MBE磊晶
- Mesa 製程
- 電子束蒸鍍Ti/Au製作對位記號
- 電子束微影定義出Cap蝕刻區
- 成長氧化鋁層
- 電子束微影定義出源、汲極
- 形成汲極和源極歐姆接觸
- 電子束微影定義出閘極區
- 蒸鍍Ti/Au形成閘極



結果與討論



MOS HEMT 元件 I_D - V_D 特性曲線圖




$V_D = 0.3V$ 時的 I_D - V_G 特性曲線圖

- DIBL 為 155 mV/V (短通道之 MOS HEMT)
- $V_D = 0.3 \text{ V}$ 時， $I_{ON}/I_{OFF} = 8.36$
(施加的 V_D 值過小，開狀態時汲極電流未達到飽和狀態)
- S.S. 為 181 mV/dec (未進行表面處理)



結論

- 經由Mesa隔離製程、歐姆接觸金屬化製程、Cap Layer移除製程及蕭特基接觸金屬化製程而製作出一InAs/InGaAs複合通道層之MOS HEMT，但由於未經表面處理去除過多界面態以及短通道效應等因素分別造成次臨界擺幅不甚理想及DIBL過大等缺點，因此如何有效減少表面態位密度及減少短通道效應是決定元件之邏輯特性的重要因素之一。
 - 雖未製作出一具有優良電性之電晶體，但在製作和量測的過程中，可藉由所學之理論進一步解釋元件特性不良的原因，同時以此專題之元件製程作為基礎，並於未來從事相關領域研究時，試圖尋求有效解決方法以達到元件電性之最佳化。
- 

參考文獻

- T. Ghani, M. Armstrong, C. Auth, M. Bost, P. Charvat, G. Glass, *et al.*, “A 90nm high volume manufacturing logic technology featuring novel 45nm gate length strained silicon CMOS,” *IEEE IEDM Tech. Dig.*, pp. 978-980, 2003.
- Saraswat, K.C., Chi On Chui, Donghyun Kim, Krishnamohan, Tejas, *et al.*, “High Mobility Materials And Novel Device Structures for High Performance Nanoscale MOSFETs,” *IEEE IEDM Tech. Dig.*, pp. 978-980, Dec. 2006.
- Y. Yamasjita, A. Endoh, K. Shinohara, K. Hikosaka, and T. Matsui, “Pseudomorphic $\text{In}_{0.52}\text{Al}_{0.48}\text{As}/\text{In}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$ HEMTs with an ultrahigh f_T of 562 GHz,” *IEEE Electron Device Lett.*, vol. 23, no. 10, pp. 573–575, 2002.
- Bolognesi C. R., “Antimonide-based high-speed electronics: a transistor perspective,” *Indium Phosphide and Related Materials Conference, IPRM*, 14th, pp. 55-58, 2002.