IEDMS

CMOS Devices

CMOS and Interconnect Reliability

Displays, Sensors, and MEMs

Integrated Circuits and Manufacturing

Memory

[QPCSD]

Quantum, Power, and Compound Semiconductor Devices

IEDMS

Solid-State and Nanoelectronic Devices

Modeling and Simulation

Quantum, Power, and Compound Semiconductor Devices

Process Technology

整合型計畫

應用於新穎發光元件、嵌入有機或無機主動材料之微共振腔

計畫編號：NSC 97-2221-E-002-235

主持人：毛明華　　單位：國立台灣大學電子所
E-mail: mhmao@cc.ee.ntu.edu.tw　　電話:02 33663635

計畫簡介

Microdisk lasers exhibit the properties such as small modal volume and high quality factors. Therefore, they are expected to have low lasing threshold and may be applied as laser sources in photonic integrated circuits. We use InGaAsP quantum well samples to fabricate the microdisk laser devices. Photoluminescence spectrum peaks are about 1520 nm at the room temperature and 1435 nm at 78 K, respectively. We have successfully fabricated microdisk lasers on InGaAsP quantum well samples by e-beam lithography, ICP dry etching and wet etching techniques. By raising the ICP power, the etching rate was increased. Vertical sidewalls of circular mesas were achieved as the etching rate increased. During optical excitation measurement at 78 K, whispering gallery modes (WGMs) were observed in our microdisk resonators, and the lasing phenomenon was demonstrated with lasing threshold about 42 μW. Base on the results of microdisk laser devices, we will continue the planar fabrication processes to realize current-injection microdisk lasers, and further increase their operation temperature.

研究項目適用領域

1. Microdisk lasers for fiber communication.
2. Current-injected laser diodes.

主要具體貢獻

1. Microdisks embedded with quantum-well active medium are fabricated using the e-beam lithography and dry/wet etching technologies.
2. Low threshold excitation power.
3. Lasing from WGMs achieved at 78K.

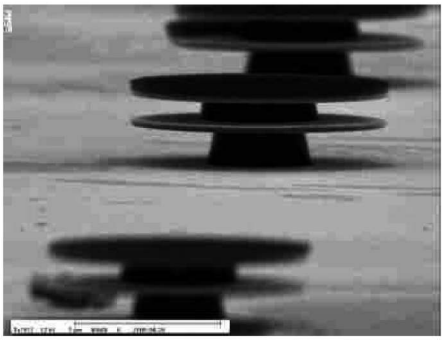


Fig. 1 SEM image of InGaAsP microdisk structures.

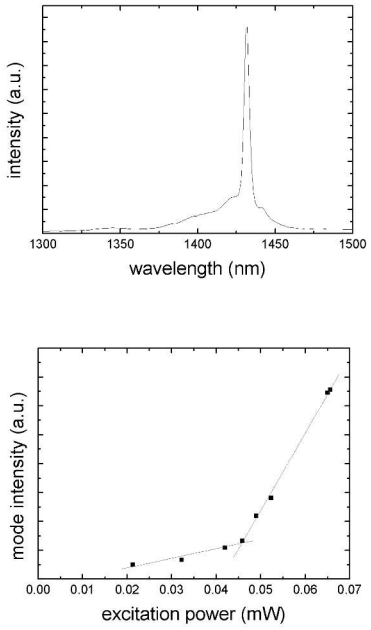


Fig. 2 WGM lasing from an InGaAsP microdisk at 78K.

Ref.

1 M.-H. Mao, H. C. Chien, C.-A. Chen, and D.-C. Wu, the 34th International Symposium on Compound Semiconductors ISCS 2007, Kyoto, Oct. 2007.
2 H. C. Chien, C.-A. Chen, D.-C. Wu, and M.-H. Mao, 2007 IEEE LEOS Annual Meeting, Florida, Oct. 2007.
3 D.-C. Wu, L.-C. Su, Y.-C Lin, M.-H. Mao, J.-S. Wang , G. Lin, and J.-Y. Chi, *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 48, No. 3, Mar. 2009.
4 L.-C. Su, D.-C. Wu, and M.-H. Mao, *IEEE Photon. Technol. Lett.*, 21, 289, Mar. 2009.

剪向模態薄膜體聲波共振器之研製及其應用(I)

計畫編號：NSC 97-2221-E-272-005
主持人：吳信賢　　單位：東方技術學院電子與資訊系
E-mail: wusean.tw@gmail.com　　電話：886-7-6939627#207

計畫簡介

本計劃主要研製剪向薄膜體聲波共振器，剪向薄膜體聲波共振器可應用於高靈敏度之積體化微機電生化液體感測器(CMOS MEMS Bio Sensor)，最為關鍵之技術為在矽基板上低溫成長剪向振動之壓電薄膜，其中(100)氮化鋁薄膜具有高聲速、純剪向體波模態等優異特性，本計劃以反應性射頻磁控濺鍍法藉由改變相關製程參數在 p-type (100)矽基板上低溫成功成長出(100)取向氮化鋁薄膜，亦使用有限元素分析法動態分析其振動模態之情形。相關論文已發表於 2009 年 **Applied Physics Letters** 等期刊中。本年度完成之內容，對於下年度(98 年)延續性計畫(剪向模態薄膜聲波共振器及其應用(II), NSC 98-2221-E-272-004)之進行有相當推進。

研究項目適用領域

1. 積體化微機電生化液體感測器(CMOS MEMS Bio Sensor)
2. 液體、生化感測器 (Liquid, Bio-Sensor)
3. 薄膜體聲波元件 (FBAR Device)
4. 表面聲波元件 (SAW Device)

主要具體貢獻

1. 在矽基板上低溫製備(100)氮化鋁薄膜。
2. 薄膜品質佳、均勻、表面平坦，具產業利用性。
3. 成長(100)取向之最佳化條件參數。
4. 以有限元素分析法動態分析其振動模態。

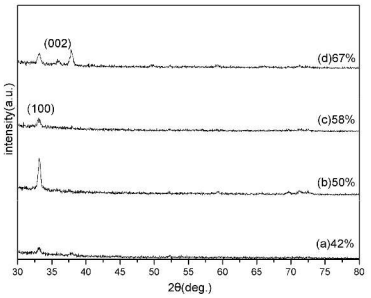


圖 1 各種氮分率之 XRD 分析結果。

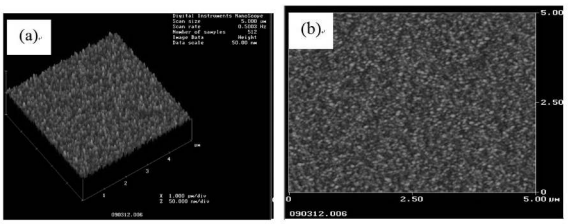


圖 2 (100)晶向之最佳濺鍍參數 AFM 分析。(a) 3D 圖、(b) 2D 圖。

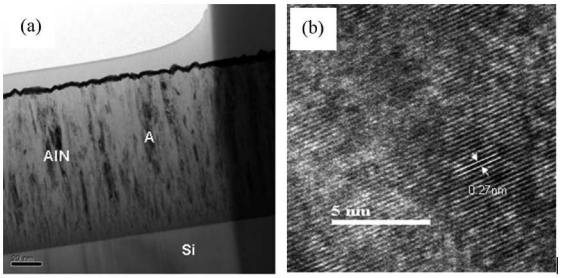


圖 3 (a)剖面圖(b)A 點局部放大之 TEM 分析。

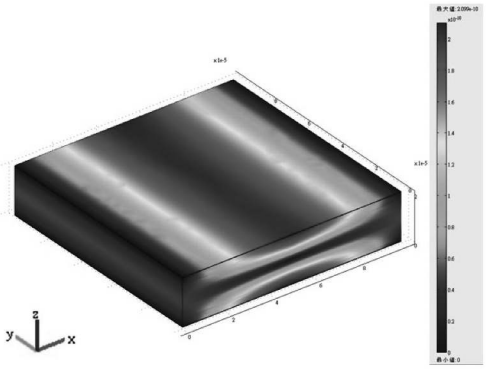


圖 4 有限元素分析法分析(100)氮化鋁薄膜之波之純快速剪向體聲波模態。

砷化鎵系列金氧半-高電子移動率電晶體之模擬與研製(II)

計畫編號：NSC 97-2221-E-214-063

主持人：李冠慰 助理教授　　單位：義守大學電子工程學系
E-mail: kwlee@isu.edu.tw　　電話:07-6577711 ext. 6679

計畫簡介

吾人自行研發一套金氧半-高電子移動率電晶體元件的數值模擬程式，並將近室溫的液相化學輔助氧化法(LPCEO)應用於砷化鎵系列(砷化鋁鎵、砷化銦鎵、磷化銦鎵與砷化銦鋁等)以形成金氧半-高電子移動率電晶體。經過 LPCEO 處理之高電子移動率電晶體，因為閘-源極電容 C_{gs}、閘-汲極電容 C_{gd} 與表面復合電流減小的緣故，會增加 $g_m/(C_{gs}+C_{gd})$的比率，進而改善高頻特性。亦即不需要過小的線寬或是源-汲極間距就可以達到比同尺寸高電子移動率電晶體更高的操作頻率、耐更高的崩潰電壓或更低的雜訊。經過兩年來製程參數最佳化，其直流與高頻特性均得到強化。對於高速、低雜訊或高功率的實驗結果，該 LPCEO 氧化薄膜皆提供了場效電晶體應用的潛力。

研究項目適用領域

1. 液相且近室溫之氧化技術。
2. 砷化鎵相關材料之金氧半-高電子移動率電晶體的模擬與研製。
3. 絕緣、隔離與鈍化。
4. 增強型高電子移動率電晶體製作。

主要具體貢獻

1. 將液相氧化法應用於砷化鎵系列之金氧半-高電子移動率電晶體。
2. 金氧半-高電子移動率電晶體之模型建立與預測。
3. 低雜訊與高功率之應用。
4. 電晶體結構最佳化。

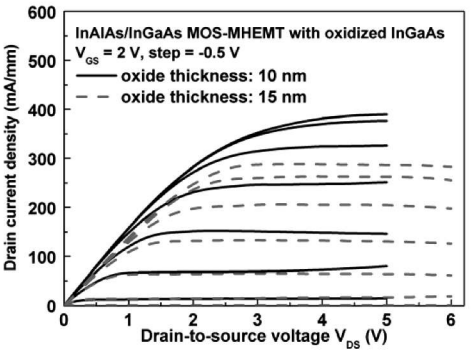
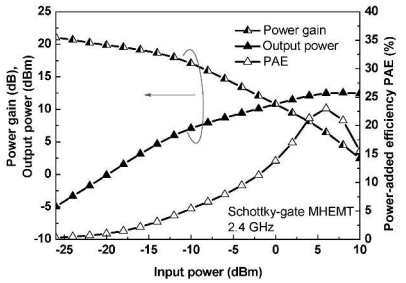


圖 1：$In_{0.53}Ga_{0.47}As$ 之 LPCEO 應用



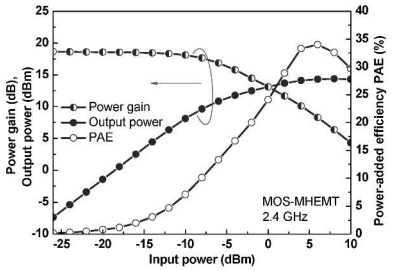


圖 2：$In_{0.52}Al_{0.48}As$ 之 LPCEO 應用

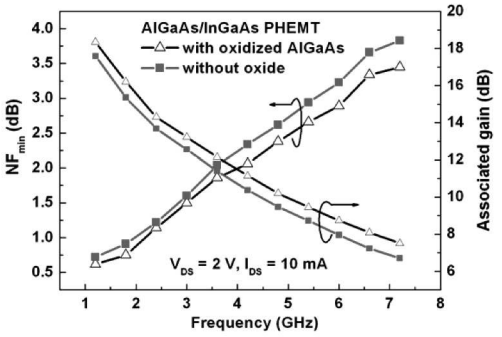


圖 3：$Al_{0.2}Ga_{0.8}As$ 之 LPCEO 應用

計畫名稱: 銻化物基材之量子結構及元件

計畫編號：NSC 96-2221-E-009-211-MY3
主持人：李建平　　單位：國立交通大學 電子工程系
E-mail: cplee@mail.nctu.edu.tw　電話: 03-5712121, ext. 55629

計畫簡介

本計畫目的在研究新穎銻化物材料的磊晶成長及相關元件開發. 研究主題包括銻化物長波長雷射及高速電子元件. 目前, 在高速電子元件部份, 我們已開發出在室溫下二維電子氣(2DEG)的電子遷移率> 5,000 cm^2/Vs 的銻化物磊晶材料及結構, 高崩潰電壓銻化物高速元件的開發也有初步的成果.

雷射元件部份,本實驗室已成功在砷化鎵（GaAs）基板上磊出銻砷化鎵(GaAsSb)第二型量子井,並結合光子晶體共振腔，以光激發型式製作出雷射。

長波長光源部份，本實驗室於磷化銦（InP）基板上，設計以W能帶結構，成長出中紅外線光源，以光激發螢光光譜（PL）展示出波長已能到 2.5 微米。

研究項目適用領域

1. 高速, 低功率類比及數位系統
2. 低雜訊放大器, 數位及混合訊號電路
3. 中紅外線光源,長波長雷射
4. 氣體分子偵測辨識系統

主要具體貢獻

1. 高電子遷移率銻化物磊晶材料開發
2. 高崩潰電壓銻化物高速元件開發
3. 銻化物第二型量子井光子晶體雷射
4. 中紅外線光源, 於磷化銦（InP）基板上將發光波長推至 2.5 微米

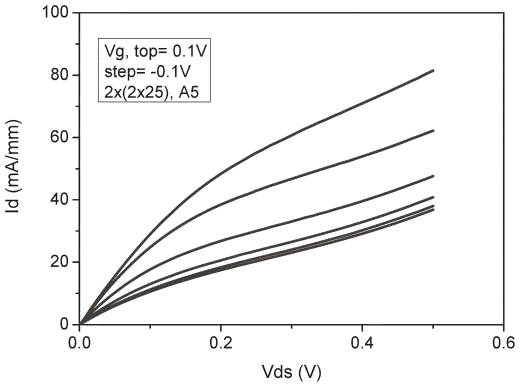


圖 1 銻化物高速電子元件

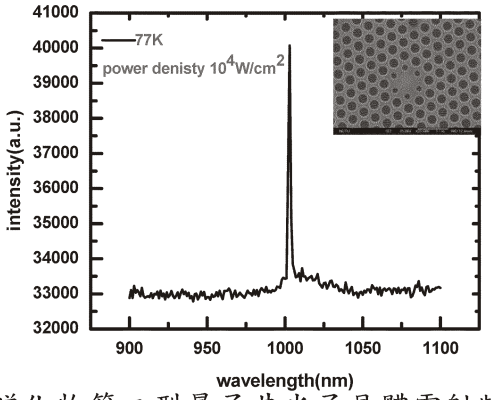


圖 2 銻化物第二型量子井光子晶體雷射頻譜

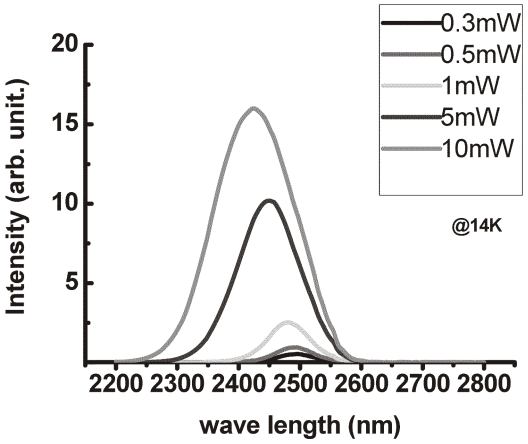


圖 3 銻化物 W 能帶結構中紅外線光源

氮化鋁鎵/氮化鎵高頻位置空間轉移電晶體機制與特性之研究

計畫編號：NSC 096-2221-E-006-282-MY3

主持人：李清庭　　單位：國立成功大學 微電子所
E-mail: ctlee@ee.ncku.edu.tw 電話: 06-2082368

計畫簡介

(A) 圖一為本計劃使用之氮化鎵/氮化鋁鎵磊晶結構。利用有機金屬氣相磊晶系統，在藍寶石基板上先低溫成長 20 nm 的 AlN 成核層，接著成長 500 nm 的 AlN 緩衝層，然後成長厚度為 200 nm 的未參雜氮化鋁鎵層，鋁含量為 15%。最後再成長作為汲源極通道的矽參雜 n 型氮化鎵層，厚度為 50 nm，濃度為 3×10^{18} cm^{-3}。

(B) 圖二為磊晶結構之 TLM 元件之標準化雜訊強度頻譜圖，元件的閃爍雜訊呈現良好的 1/f 配湊 (1/f fitting) 趨勢。在偏壓 4 V，電極間距 5 μm，工作頻率 100 Hz 時計算所得的虎格係數分別為 2.9×10^{-4} 與 1.3×10^{-4}。顯示表面氯氣處理技術，能有效降低元件的閃爍雜訊表現。

(C) 當汲源極電壓開始施加，位於氮化鎵通道中的載子受到電場加速，當載子能量高於某臨界值時，載子便開始越過能障而進入氮化鋁鎵層。因為氮化鎵層通道載子的減少以及載子在氮化鋁鎵層的移動率較低，導致電流隨偏壓增加而降低，開始出現載子躍遷進而造成負微分電阻現象。可藉由集源極偏壓調變負微分之特性，峰谷電流比介於 1.3~1.5。

研究項目適用領域

1. 高頻開關元件
2. 微波產生器
3. 振盪器

主要具體貢獻

1. 利用表面氯氣處理技術降低閃爍雜訊強度
2. 成功製作氮化鎵系列位置空間轉移電晶體元件

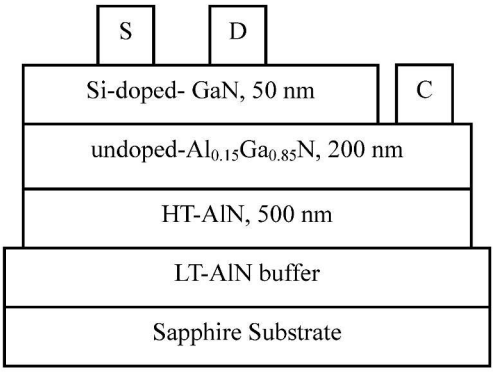


圖 1 氮化鎵/氮化鋁鎵位置空間轉移電晶體磊晶結構

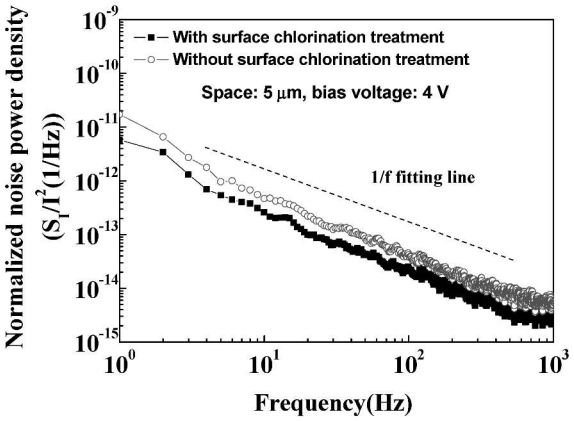


圖 2 TLM 元件之標準化雜訊強度頻譜圖

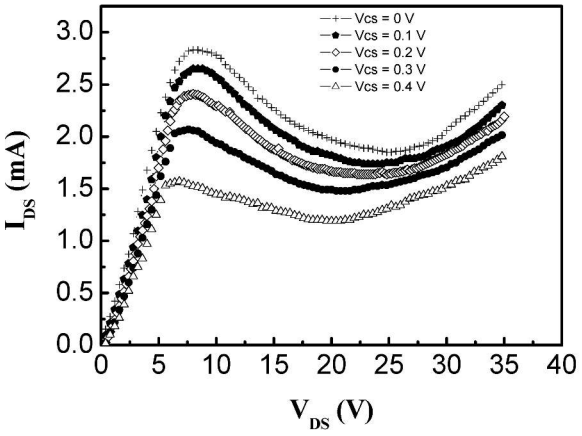


圖 3 位置空間轉移電晶體元件之電流電壓特性圖

新型銻/氮摻入稀釋通道異質場效電晶體之技術開發(2/3)

計畫編號：NSC 96-2221-E-035-094-MY3

主持人：李景松 副教授 單位：逢甲大學 電子工程學系
E-mail: cslee@fcu.edu.tw 電話: (04)24517250 Ext. 4953
共同主持人：許渭州 教授 國立成功大學 微電子工程研究所
E-mail: wchsu@eembox.ee.ncku.edu.tw 電話: (06)2757575 Ext. 62350

計畫簡介

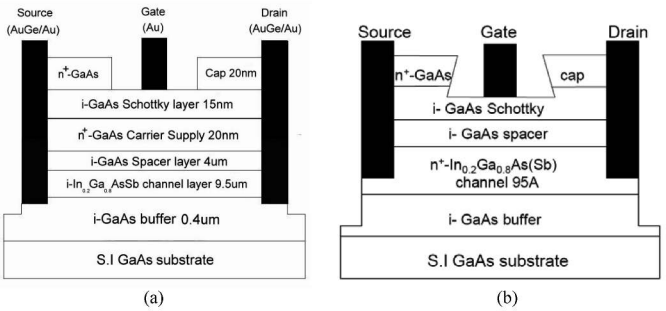
本計畫第二年期係以第一年期之研發經驗為基礎，依進度規劃分別研製一具有銻摻入稀釋通道之 InGaAsSb/GaAs 之高電子移動率電晶體(HEMT)與一摻雜式通道異質結構場效電晶體(DCFET)之元件設計。於 $In_{0.2}Ga_{0.8}AsSb/GaAs$ HEMT 及 $In_{0.2}Ga_{0.8}AsSb/GaAs$ DCFET 之砷化銦鎵通道層中，藉由加入微量銻成份摻雜做為層膜介面活性劑(surfactant)與有效增加導電帶不連續(ΔE_C)能障高度，以獲致改善通道載子束縛力與傳導特性之雙重優點，成功研製出具有優異高頻增益、高線性度放大與高溫熱穩定性等優異特性之元件設計。相關研究成果並已分別發表於 *IEEE Electron Device Letter* 及 *Semiconductor Science Technology* 期刊論文、*2008 International Electron Devices and Materials Symposia (IEDMS)*及於北京舉行之 *2008 International Conference on Solid-State and Integrated-Circuit Technology (ICSICT)*等國際研討會發表。

研究項目適用領域

1. 高溫操作環境。
2. 高功率放大器。
3. 高頻微波通訊電路。

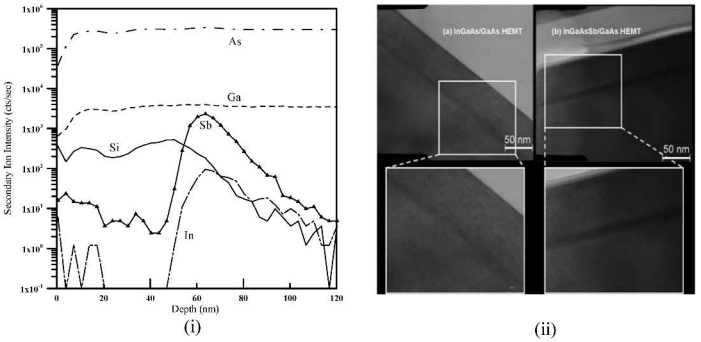
主要具體貢獻

1. $In_{0.2}Ga_{0.8}AsSb/GaAs$ HEMT 之材料界面特性探討與元件設計分析。
2. $In_{0.2}Ga_{0.8}AsSb/GaAs$ DCFET 之 PL 量測特性探討與與元件設計分析。



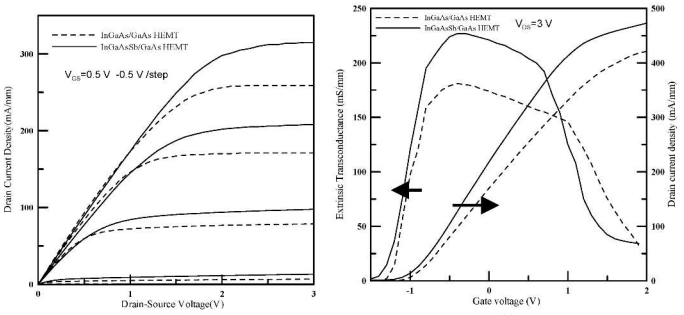
(a) (b)

Fig. 1 Device cross-section of the proposed (a) $In_{0.2}Ga_{0.8}AsSb/GaAs$ HEMT and (b) $In_{0.2}Ga_{0.8}AsSb/GaAs$ DCFET.



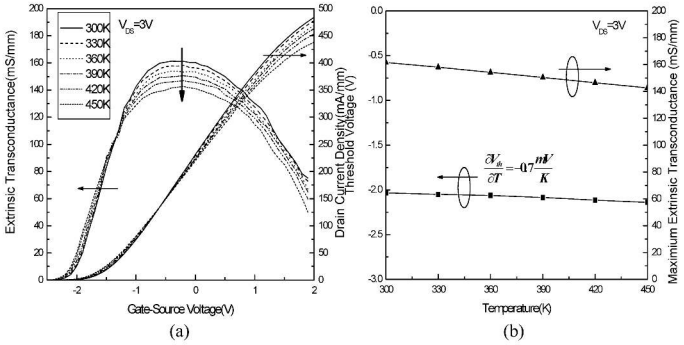
(i) (ii)

Fig. 2 (i) SIMS profiles for the InGaAsSb/GaAs HEMT. (ii) TEM pictures for (a) the InGaAs/GaAs and (b) InGaAsSb/GaAs HEMTs



(a) (b)

Fig. 3 (a) I_{DS}-V_{DS} curves and (b) $I_{DSS}/g_{m,\ max}$ characteristics at 300 K for the InGaAsSb/GaAs HEMT (solid line) and the InGaAs/GaAs HEMT (dotted line).



(a) (b)

Fig. 4 Temperature-dependent (a) g_m/I_{DSS} and (b) $g_{m,\ max}/V_{th}$ characteristics for the studied $In_{0.2}Ga_{0.8}AsSb/GaAs$ DCFET.

新穎垂直式大面積 GaN-基微型發光二極體之設計製造與光電特性改善(II)

計畫編號：NSC 97-2221-E-274-013
主持人：汪楷茗　　單位：吳鳳技術學院 電機工程系
E-mail: kmuang@mail.wfc.edu.tw　電話:05-2267125-22319

計畫簡介

本計畫旨在針對大面積白光 LED 所易生電流分佈不均、發光不均、低流明通量、高功率應用散熱不良等問題，提出包括結合雷射剝離(區塊圖樣與整面)、電鍍(區塊與整面)技術進行金屬基板置換藍寶石絕緣基板之量產化製程、元件表面粗化製程、透明導電層使用與 LED 光電特性改善，提昇大面積 LED 電流與發光均勻分佈，以及垂直式 micro-LED 結構設計等技術，進行垂直式高效能 GaN-LED 設計製作與光電特性之改善。相關研究成果已發表於國際研討會。

研究項目適用領域

1. 光電產業
2. 白光照明
3. 微顯示(Micro-display)

主要具體貢獻

1. Micro-LED 結構垂直式 GaN-LED 之設計與製作，藉以提升高電流條件下之光輸出。
2. 適用於 LED 之表面粗化技術開發與元件光電特性之改善。
3. 使用雷射蝕刻，進行 n-GaN 表面粗化，提升 LED 元件光析出效率。
4. 結合高反射率 p-contact 與表面奈米粗化透明導電層，進行垂直式 GaN-based LEDs 之研製。光輸出(@350 mA)可提升 72.2%，順向壓降減少 0.1 V。

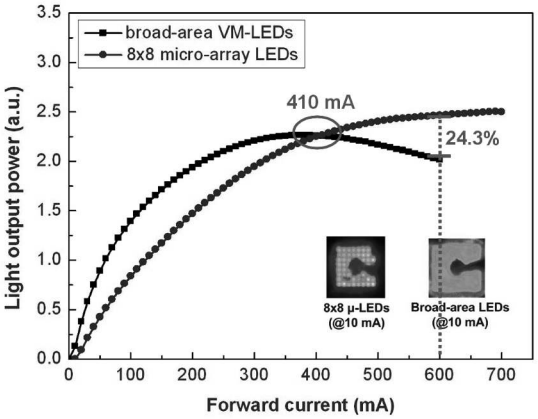


圖 1、垂直式 GaN-based Micro-LEDs

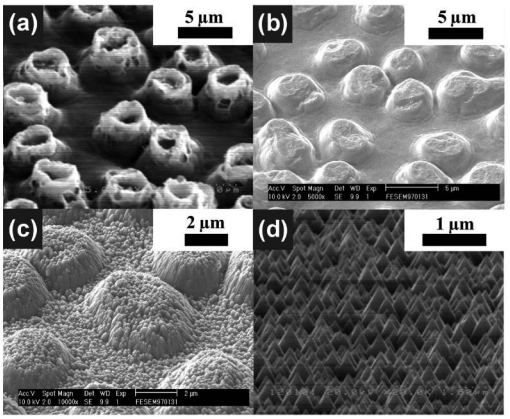


圖 2、n-GaN 表面 SEM 圖:(a)經雷射蝕刻、(b)再經 HF 浸泡、(c)再經 KOH 表面粗化、(d)僅以 KOH 處理者。

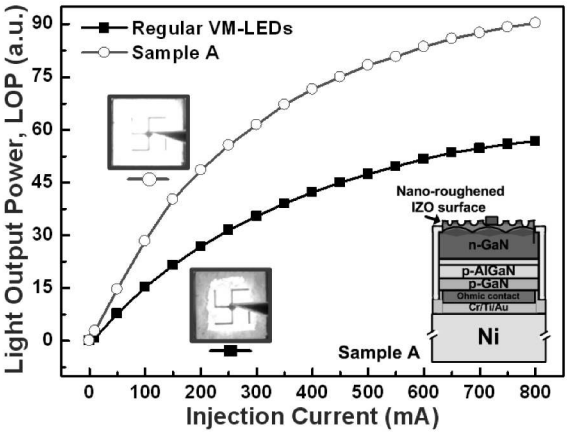


圖 3、結合高反射率 p-contact 與表面奈米粗化透明導電層之垂直 GaN-LEDs

計畫名稱: 新穎微電子元件

計畫編號：NSC 97-2221-E-110-075-
主持人：林吉聰　　單位：國立中山大學 電機工程學系
E-mail: jtlin@ee.nsysu.edu.tw 電話: (07)5252000 ext. 4122

計畫簡介

基於過去成功實做三邊凹入式多閘極矽覆絕緣金氧半，多溝槽薄膜電晶體和具本體縛點和消特基位障之三閘極矽覆絕緣金氧半之經驗及過去對非傳統奈米金屬氧化半導體之探討，在本計畫中，我們將本於自我對齊之技術開發下列新穎元件、實做元件、並深入探討該等元件之特性與性能：

(1)自我對齊奈米金氧半電晶體

(2)自我對齊1/T DRAM之研究

(3) 新穎自我對齊記憶體之研究

(4) 結合穿遂機制和垂直式Tri-Gate MOSFET的新SRAM元件製作

(5) 室溫操作單電子電晶體

研究項目適用領域

1. 微縮化的自我對準 CMOS 元件
2. 節省面積的 1T DRAM 應用
3. 快閃記憶體的設計
4. 新穎 SRAM 元件製作
5. 終極的 SET 電路

主要具體貢獻

1. High performance nano-MOSFETs
2. Novel IT DRAM, SONOS, and SDRAM structures
3. Improved stability of SET circuits

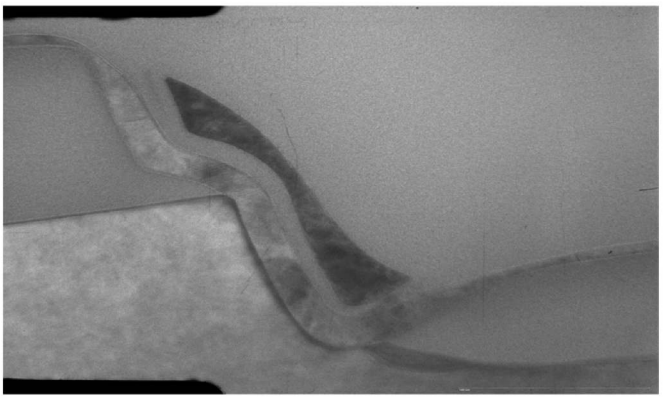
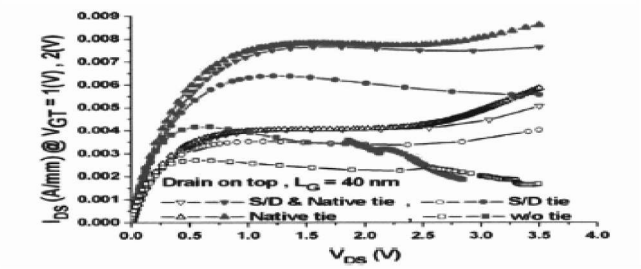
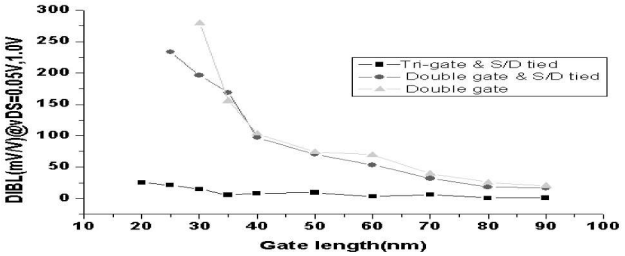
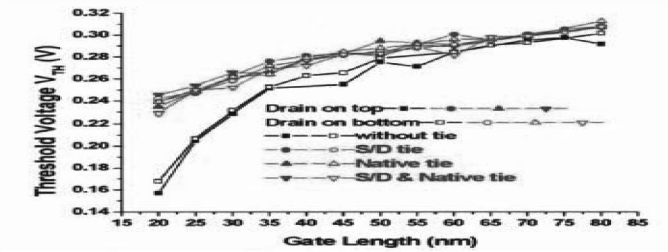


圖 1 計畫相關元件 (Tri-Gate MOSFETs)







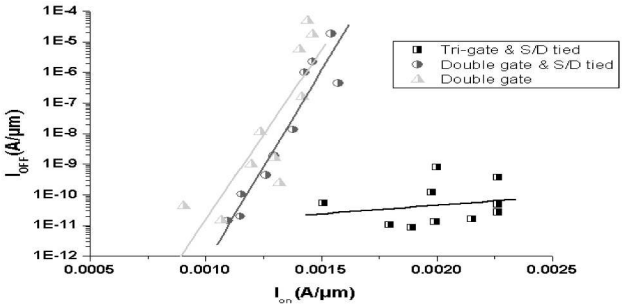


圖 2 計畫相關圖表

高性能微波及發光元件之研究

計畫編號：NSC 97-2221-E-259-030
主持人：林育賢　　單位：國立東華大學 材料科學與工程學系
E-mail:yslindh@mail.ndhu.edu.tw　　電話:(03)8634218

計畫簡介

本計畫在申請時，第一年的主要目是在研究 InP/InGaAs 複合集極雙極性電晶體。實驗結果發現了一些有趣的現象，我們並採用一改良型的大訊號模型來解釋我們所量測的結果。另外，當元件以氮化矽做鈍化處理時，其元件特性會變差；而在元件的製作過程中，其表面採用硫化處理，在小電流時，元件特性可以大幅改善。我們使用 XPS 分析來探討元件表面經氮化與硫化後表面鍵結的情況。

研究項目適用領域

1. 微波通訊
2. 表面科學
3. 元件物理

主要具體貢獻

1. 探討偏壓及溫度兩種效應同時對複合集極雙極性電晶體特性的影響
2. 採用修改過的大訊號模型來解釋我們所量測到的特性
3. 採用 XPS 來研究不同的表面處理對元件特性的影響

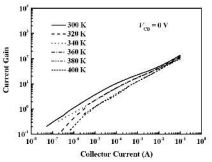


Fig. 1. Common-emitter current gain of the unpassivated CC-DHBT as a function of I_C at V_{CB} =0 V.

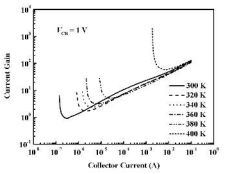


Fig. 2. Common-emitter current gain of the unpassivated CC-DHBT as a function of I_C at V_{CB} =1 V.

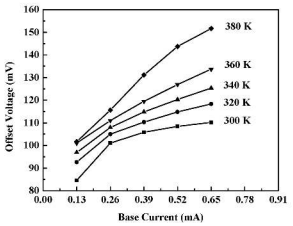


Fig. 3. $V_{CE,offset}$ of the unpassivated CC-DHBT.

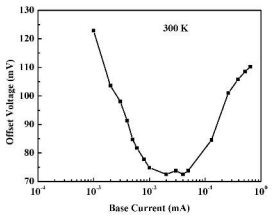


Fig. 4. $V_{CE,offset}$ of the unpassivated CC-DHBT.

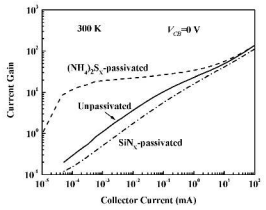


Fig. 5. Comparison of β as a function of I_C for various treatments.

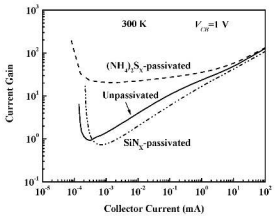


Fig. 6. Comparison of β as a function of I_C for various treatments.

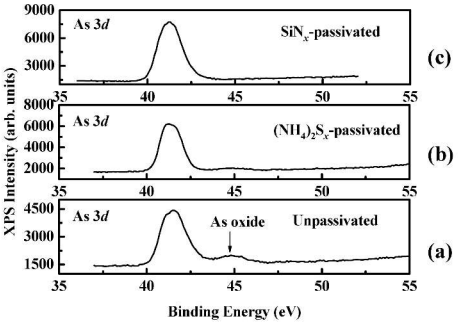


Fig. 7 As 3*d* core level XPS spectra recorded from InGaAs surfaces before and following passivation.

超低功率及超高速之銻化物異質接面場效電晶體元件的開發(II)

計畫編號：NSC 97-2221-E-008-093

主持人：林恆光　　單位：中央大學電機系

E-mail: hklin@ee.ncu.edu.tw　　電話: 03-4227151 ext.34526

計畫簡介

本計劃三年的整體總目標為發展出超低功率及超高頻的銻化物 HFET 元件，本年度的目標為發展出穩定的元件製程，並改善低能隙 InAs 通道層產生的衝擊離化效應，使元件能操作在較高偏壓，進而提高其在電路應用上的潛力。

圖 1 為目前磊晶發展之現狀，最佳之載子遷移率達 27,000 cm^2/V-s，顯示本研究的磊晶材料已接近世界級的水準。利用此高品質之元件磊晶，發展出穩定之元件製程(圖 2)，製作出的 InAs/AlSb HFET 元件 g_m 大於 1.2 S/mm 且 L_g 與 f_T=乘積高達 63GHz-μm (圖 3、4)。此外，為了降低衝擊離化效應，本研究開發了三種不同的元件結構來改善此現象。第一種方法利用 Type I 的能帶結構，將衝擊離化產生的電洞侷限在量子井中，以達到抑制衝擊離化的效果，圖 5、6 及 7 分別顯示此元件結構之能帶圖與直流特性。第二種方法為利用高能隙之介電材料作為部分之 Schottky 阻障層，製作 MIS-HEMT 元件(圖 8)，進而降低衝擊離化效應產生的閘極漏電流，圖 9、10 為對應之元件 DC 特性。第三種方法為使用雙閘極設計，接地的閘極可有效降低通道內的電場，緩和衝擊離化的產生，使得元件可以承受更大的汲極偏壓。圖 11、12 及 13 分別為元件結構、直流特性與 S_{22} Smith 圖，DC 及 RF 特性皆顯示衝擊離化效應之抑制。

研究項目適用領域

1. 微波/毫米波通訊元件
2. 下世代超高速、低功率積體電路元件
3. 互補式電路元件，潛在整合於矽基電子電路

主要具體貢獻

1. 高品質銻化物磊晶之發展
2. 與銻化物相容之元件製程的發展
3. 證明銻化物 HFET 高速性能之潛力
4. 建議抑制衝擊離化效應之方法

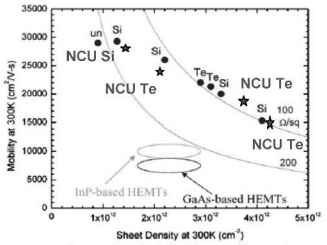


圖 1 磊晶材料品質比較

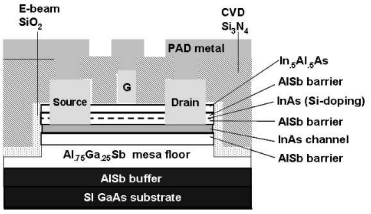


圖 2 元件結構圖

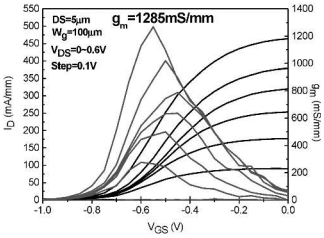


圖 3 元件直流特性

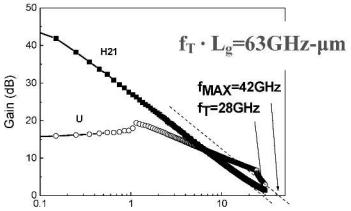


圖 4 元件高頻特性

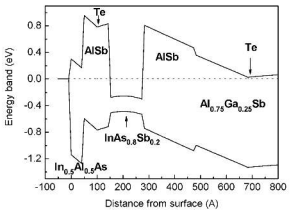


圖 5 元件能帶圖

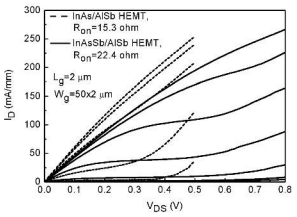


圖 6 元件直流特性

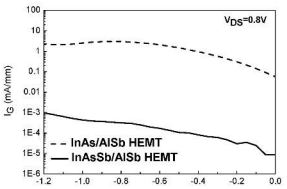


圖 7 閘極漏電流特性

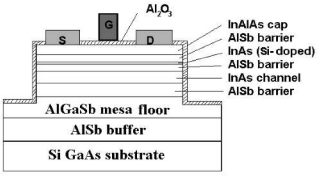


圖 8 MIS-FET 元件結構圖

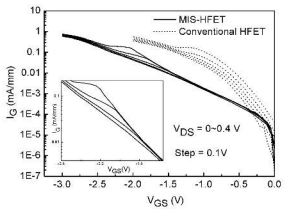


圖 9 閘極漏電流特性

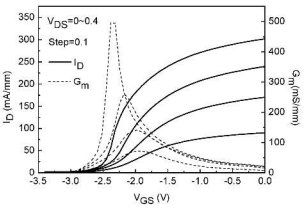


圖 10 元件直流特性

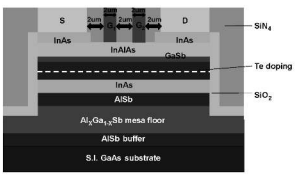


圖 11 雙閘極元件結構圖

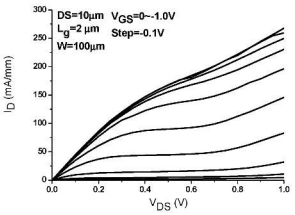


圖 12 元件直流特性

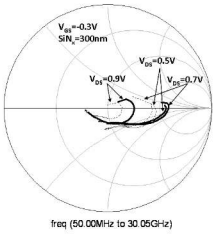


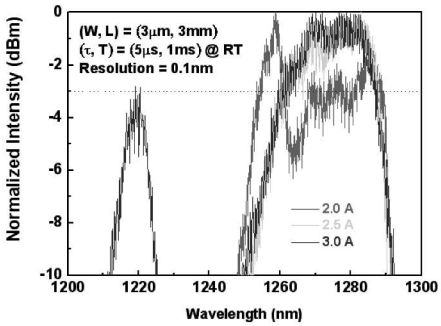
圖 13 S_{22} Smith 圖

半導體量子點寬頻光源

計畫編號：NSC 97-2221-E-009-158
主持人：林國瑞　　單位：交通大學電子工程系
E-mail: graylin@mail.nctu.edu.tw　　電話: (03)5131289

計畫簡介

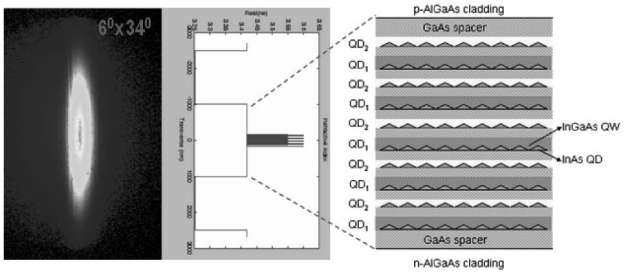
本年度計畫延續了 NSC96 設計的啁啾式推疊量子點雷射結構，首先分析量子點雷射的頻譜特性，我們將寬度 3 μm、長度 3 mm 的邊射型雷射於室溫下以脈衝電流驅動至 3 A，並以光譜儀在 0.1 nm 解析度下分析雷射頻譜，其發光頻寬橫跨 80 nm，3dB 連續頻寬亦高達 28 nm（見圖一）。



圖一　高頻譜解析下之高電流驅動雷射頻譜

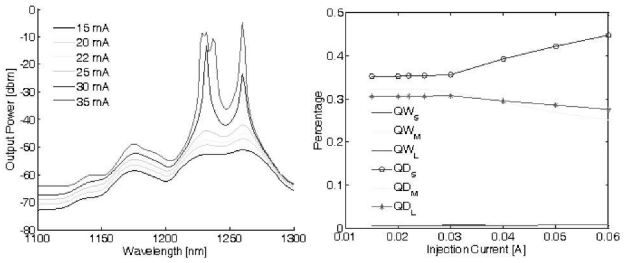
為評估量子點雷射在光學同調斷層掃描系統的適用性，我們架設了一光纖式的 Mach-Zehnder 干涉儀來量測雷射的同調長度，於十倍臨限電流的操作下，其光學同調長度略小於 100 μm，相較於一般 FP 雷射的 mm，以及 DFB 雷射的數十至數百 mm，其寬頻所呈現的低同調性有很大的應用潛力。

由於生醫系統使用上必須將半導體雷射耦合至單模光纖，因此光源要能滿足高遠場對稱性以及低垂直發散角的系統需求，而以多層堆疊量子點為主動區的區域通常很厚（0.3~0.5 μm），因此光源的垂直發散角非常大，使得光束遠場的垂直與水平縱橫比超過 6:1，造成隨後光纖耦合的損失以及增加封裝的成本。今年我們在磊晶結構上改用大光腔（Large Optical Cavity）設計，也就是將主動區的厚度再增加（~2 μm）來降低垂直發散角，我們成功地將垂直發散角由原先的 54^0 降至 34^0（見圖二）。



圖二　LOC多層堆疊量子點及二維遠場量測

同時，我們以載子及多模光子的速率方程式進行量子點雷射的理論模擬。我們考慮了兩個以上的量子點能階；載子在多層量子點堆疊間捕抓與逃脫等動態行為也一併考量；材料增益計算則加入量子點的均勻與非均勻頻譜寬化效應。雷射頻譜模擬結果（見圖三）成功解釋 NSC96 所觀測到雙基態波長於臨限電流附近同時雷射發光的現象，載子在各層的分佈比率隨電流的變化也可獲得預測。



圖三　模擬之雷射頻譜及載子分佈比率

研究項目適用領域

1. 光學斷層掃描系統之低同調性光源（生醫）
2. 分波多工系統之頻譜分割寬頻光源（通訊）
3. 背投影顯示系統之高功率倍頻光源（光電）

主要具體貢獻

1. 高頻譜解析下高驅動電流的雷射頻譜之 3dB 連續頻寬高達 28 nm
2. 十倍臨限電流下之光學同調長度～100 μm
3. 採用大光腔設計之多層堆疊量子點雷射的垂直發散角由原先的 54^0 降至 34^0
4. 雙基態波長雷射頻譜模擬及載子分佈預測

低極化場效應高亮度綠光發光二極體磊晶技術研究

計畫編號：NSC 96-2221-E-182-049-MY3
主持人：林瑞明　　單位：長庚大學電子工程學系
E-mail：rmlin@mail.cgu.edu.tw　電話：03-2118800 ext. 5790

計畫簡介

本年度研究之主要目的為研究三五族氮化物半導體磊晶成長模式對發光波長之影響，並以改變磊晶模式使得材料表面形態產生變化，及研究在藍寶石基板上三五族氮化物半導體之磊晶成長模式，以及其對於氮化物材料去極化特性之幫助與影響。

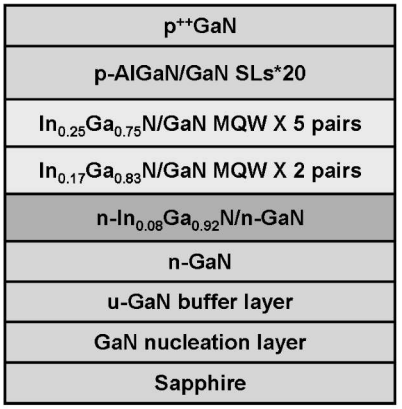
我們試著藉由調整多重量子井區域的磊晶參數來控制綠光 LED 的發光波長。由實驗結果我們得知，當量子井的寬度增加時，元件的發光波長也會增加。而當成長溫度降低時，由於量子井內部 In 成份的增加，也會使得波長變長。另一方面，我們測試了有機金屬原料載流氣體流量對元件特性的影響，發現了當適當提高流量時，由於原料反應位置的改變，可以增加樣品內的 In 含量進而增長發光波長，而當載流氣體流量太大時，則會降低原料反應的時間，使得量子井內部的 In 含量反而減少，使得波長變短。

研究項目適用領域

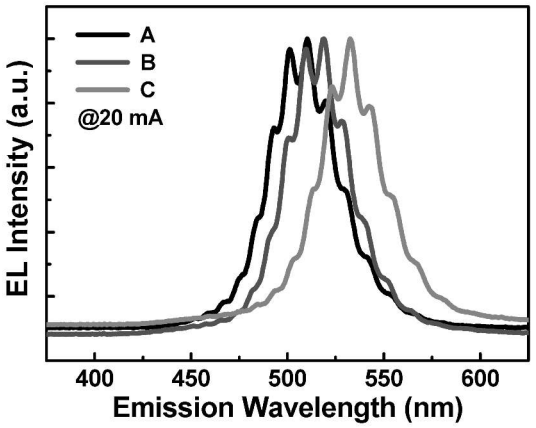
1. 三五族化合物半導體
2. 氮化銦鎵發光二極體
3. 高亮度綠光發光二極體
4. 常壓有機金屬氣相磊晶系統

主要具體貢獻

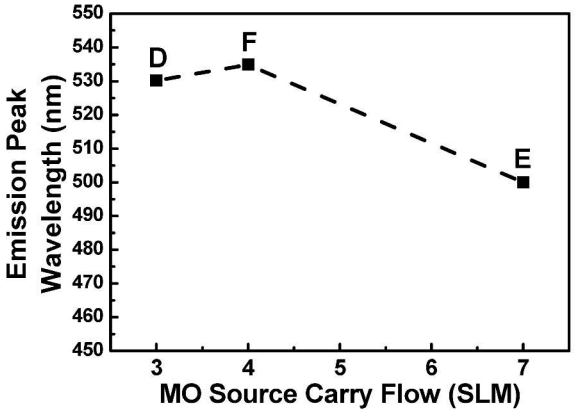
1. 找出在常壓有機金屬氣相磊晶系統中，對氮化銦鎵材料磊晶品質與特性具有影響的重要參數，並討論其影響機制。
2. 製作出完整的氮化銦鎵發光二極體，其發光波長可延伸至 530 nm 以上，並具有良好效率。



圖一、綠光氮化銦鎵發光二極體元件示意圖



圖二、使用不同磊晶成長參數之氮化銦鎵發光二極體電激致光圖譜



圖三、改變載流氣體流量對元件發光波長偏移之影響

量子點負微分電容特性研究

計畫編號：NSC 97-2221-E-009-161
主持人：林聖迪　　單位：國立交通大學電子工程系
E-mail: sdlin@mail.nctu.edu.tw 電話: 03-5131240

計畫簡介

研究零維系統的量子能態的主要方法是光學特性量測，光學方法的重要性在於它們在量子點的光電元件應用；可是，在僅使用一種載子的元件中(如量子點紅外線偵測器)，因為在量子點(quantum dot, QDs)中的載子-載子交互作用，量子點的特性與光學量測並不相同；要研究僅有電子或電洞的量子點性質，我們轉而使用電性量測的方法；在此為期一年的計畫中，我們使用包含量子點之 Schottky 二極體進行電容-電壓分析，基於負微分電阻的觀察所建立的模型，我們進行了 InAs/GaAs 量子點之溫度及頻率相關的捕捉/逃脫特性研究；藉由變頻變溫量測與我們所建立的物理模型，發現量子點的載子充放電時間約在微秒(ms)等級。

研究項目適用領域

1. 量子點紅外線偵測器
2. 量子點記憶元件

主要具體貢獻

1. Observation of negative differential capacitance (NDC) in InAs quantum dots
2. Frequency-dependent NDC behavior
3. Quantitative model for extracting the charging-discharging time of InAs QDs

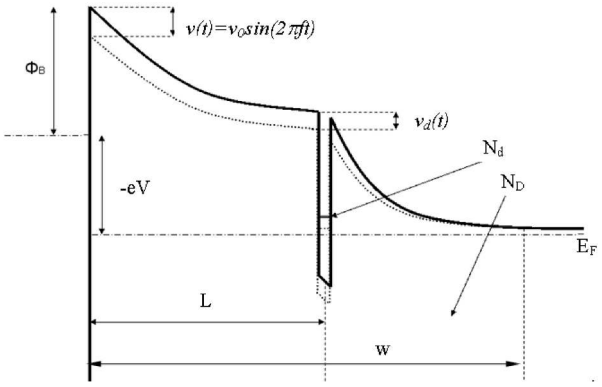


Fig. 1 Band profile of a Schottky diode containing a single layer of QDs with/without the testing signal of capacitance.

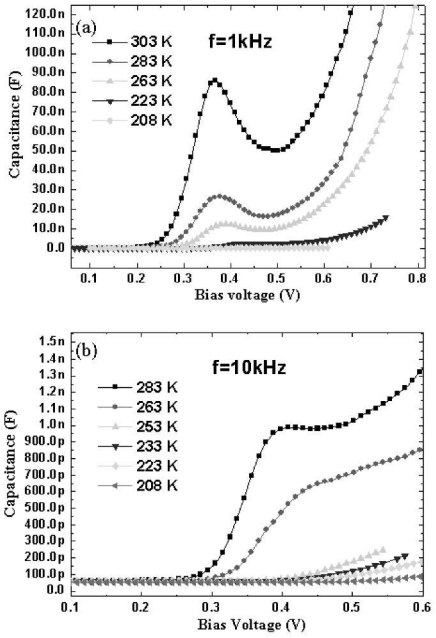


Fig.2 Temperature-dependent C-V curves measured with two testing frequencies, (a) 1kHz and (b) 10kHz.

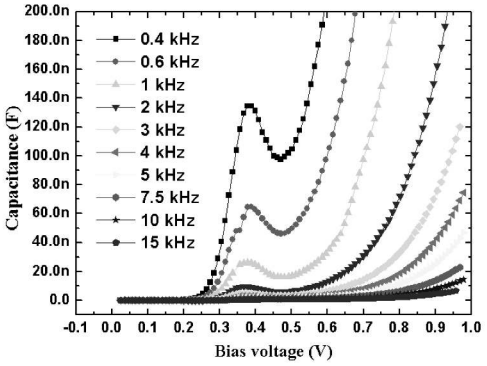


Fig.3 Frequency-dependent C-V curves at 283K.

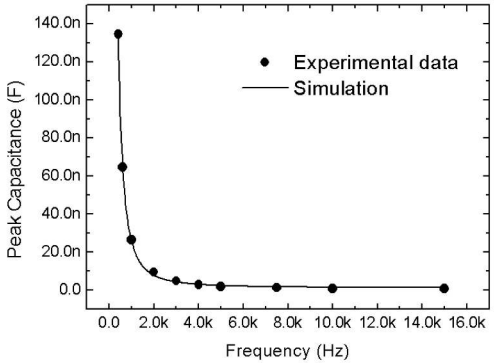


Fig.4 Measured and simulated frequency dependence of the peak capacitances around NDC.

高介電係數氧化物原子層沉積技術在氮化鎵金氧半場效電晶體與微波切換開關之開發

計畫編號：NSC 97-2221-E-182-048
主持人：邱顯欽　　單位：長庚大學 電子工程學系
E-mail：hcchiu@mail.cgu.edu.tw 電話：(03)211-8800 ext 3350

計畫簡介

本計畫主要目的在開發高介電係數氧化物原子層沉積技術在氮化鎵金氧半場效電晶體與微波切換開關之開發。本年度為第一年，我們於蒸鍍高介電係數氧化鐠(Pr_2O_3) 閘極之前，先進行表面蕭基層之硫化與紫外線照光處理($P_2S_5/(NH_4)_2S_x$ + ultraviolet (UV))。由於硫原子與鎵原子形成之穩定鍵結(Ga-S bonds)，將有效抑制表面氧原子強度，不僅提供氮化鋁鎵蕭基接面一優良之抗氧化覆蓋層，也降低了閘極漏電流。而高介電係數氧化絕緣層應用在氮化鎵場效應電晶體上來取代二氧化矽氧化層，除有助於增強閘極控制通道電荷的能力與降低通道與閘極之間的漏電，更可以大幅度降低功率開關在截止狀態的功率損耗。加上藉由電子束蒸鍍之氧化鐠閘極絕緣層，將比傳統電漿增強式化學氣相沉積法(PECVD)更有效降低電漿所造成的表面傷害。因此，硫化加紫外照光表面處理之低閘極漏電流高介電係數氧化鐠之氮化鋁鎵/氮化鎵高電子遷移率場效電晶體元件($P_2S_5/(NH_4)_2S_x$+UV-treated Pr_2O_3 MOSFETs)，其利用電子束蒸鍍及新型態之化學表面處理，非常適合低雜訊之相關應用，相關的論文已發表於 2009 APWS 國際會議。

研究項目適用領域

1. 高頻高功率元件
2. 低能態密度金半接面
3. 高功率微波切換開關

主要具體貢獻

1. Low surface state、high mobility, and better roughness AlGaN/GaN Schottky surface by $P_2S_5/(NH_4)_2S_x$+UV treatment
2. Low gate leakage current 、low flicker noise, and high breakdown voltage $P_2S_5/(NH_4)_2S_x$+UV-treated AlGaN/GaN Pr_2O_3 MOSFETs
3. Wide swing bias to benefit for RF circuits

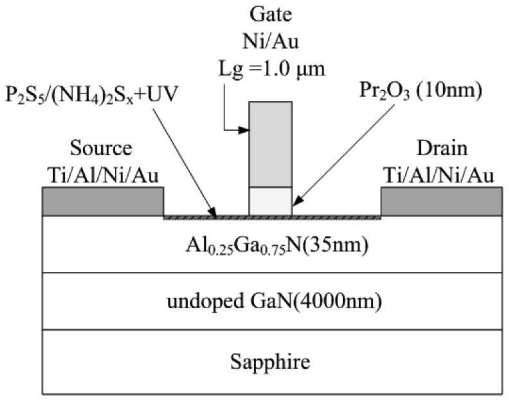


圖 1 $P_2S_5/(NH_4)_2S_x$+UV pretreatment Pr_2O_3 MOSFET 剖面結構圖

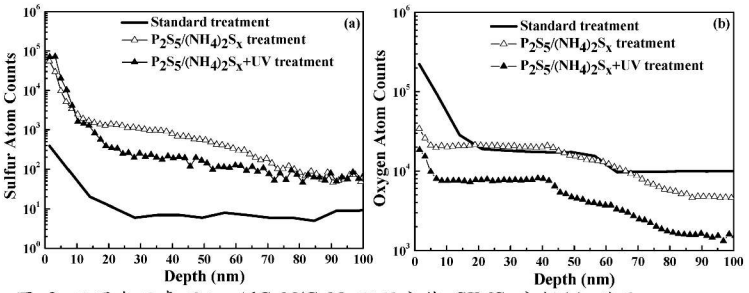


圖 2 不同表面處理之 AlGaN/GaN 縱深分佈 SIMS 分析(a) 硫元素 (b) 氧元素

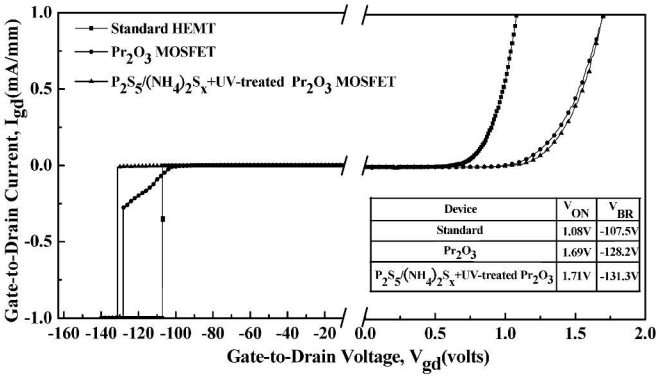


圖 3 三種不同處理之件 Schottky 特性

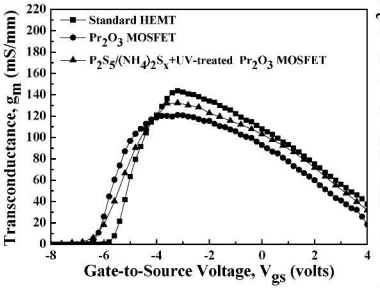


圖 4 三種不處理之元件 g_m-V_{gs} 特性

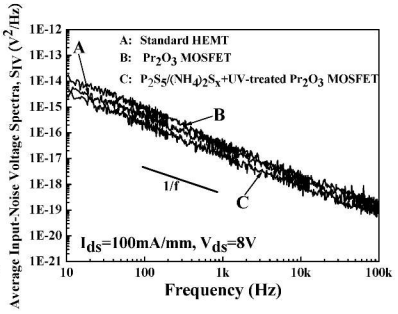


圖 5 三種不同處理之元件低頻雜訊比較

週期性粗化之表面形貌對發光二極體特性影響之研究

計畫編號：NSC 96-2628-E-005-091-MY3

主持人：洪瑞華　　單位：國立中興大學 精密工程研究所
E-mail: huahorng@dragon.nchu.edu.tw　電話: (04) 228-40531 ext 361

計畫簡介

本計劃主要研究目的為利用週期性之表面粗化技術藉以提升 LED 外部量子效率。共分為三年，本年度為第二年，已研發具量產型之週期性陣列粗化技術(蝕刻方式)，藉由 n-GaN 表面製作出週期性陣列結構粗化，進而探討此類粗化效果與傳統隨機型粗化效果對發光效率之影響，並且製作成具反射鏡面及高散熱基板之表面粗化高功率發光二極體。希望藉此研究對週期性或隨機性之 LED 表面粗化，提供一理論模型與製程技術，得以有效設計與製作表面粗化形貌，用以提升 LEDs 外部量子效率

研究項目適用領域

1. 超高亮度發光二極體
2. 固態照明領域
3. 顯示器背光源之應用
4. 光通訊領域

主要具體貢獻

1. 對波長 450 nm 藍光 LEDs, n-GaN 表面進行 600 nm 週期性粗化, Thin GaN LEDs 其取光效率提升最為顯著, 可達 67.79%。
2. 增加發光二極體之外部取光效率
3. 增加發光二極體之外部量子效率
4. 降低發光二極體之接面溫度

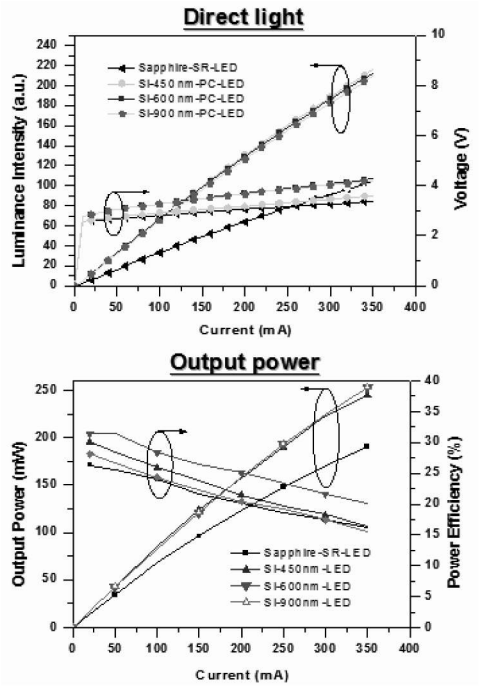


圖 1 具雙面粗化且不同週期性粗化之發光二極體特性圖(週期為 450、600 及 900 nm for 450-nm blue LEDS)

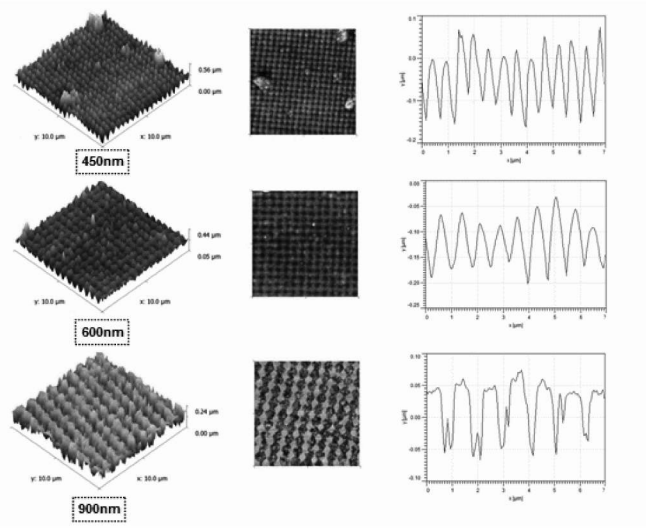


圖 2 週期性粗化 n-GaN 之發光二極體表面形貌圖

低溫濺鍍氮化鋁氮化鎵異質接面之沉積機制及其新型光電與聲波元件之設計研製(II)

計畫編號：NSC 97-2221-E-033-052
主持人：高慧玲　　單位：中原大學電子工程系
E-mail：hlkao@cycu.edu.tw　　電話：(03)265-4631

計畫簡介

本實驗室藉由低溫濺鍍的方式在氮化鎵/藍寶石(GaN/sapphire)基板上成長出良好品質的氮化鋁(AlN)薄膜，並且利用品質良好的 AlN 薄膜製成金屬-半導體-金屬紫外光偵測器(MSM PDs)與表面聲波感測器(SAW sensors)。

利用高品質之 AlN 薄膜所製成之 SAW 元件應用在紫外光偵測器上有良好的靈敏度。對於偵測不同功率之紫外光，中心頻率飄移量呈現線性的變化。而所製成的 MSM 光偵測器，光暗電流差距達到 2 個 orders，且光電流數值對於不同光功率入射也呈現線性式的變化。

由各種量測可知 AlN 所製成之光電元件與表面聲波元件具有良好的光電與聲光特性，適合應用在紫外光偵測上。

研究項目適用領域

1.紫外光偵測器

2.表面聲波紫外光感測器

3. SAW assisted MSM 紫外光偵測器

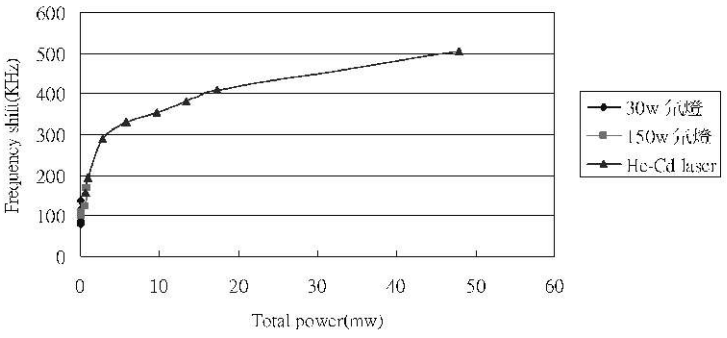
主要具體貢獻

1.藉由低溫濺鍍沉積高品質的單晶 AlN 薄膜

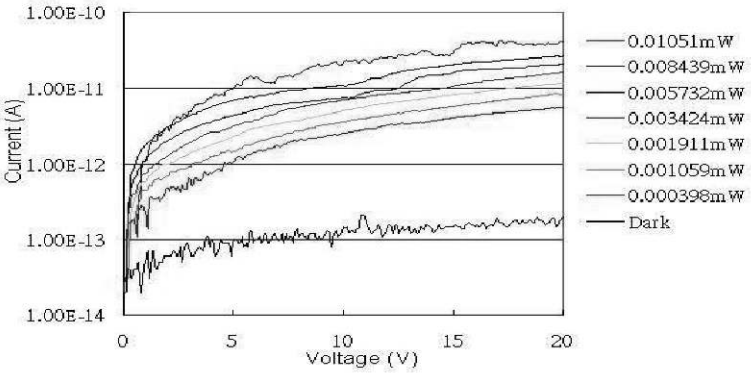
2.完成具良好紫外光鑑別能力之 MSM 光偵測器元件研製

3.完成可偵測不同功率之紫外光 SAW 元件研製

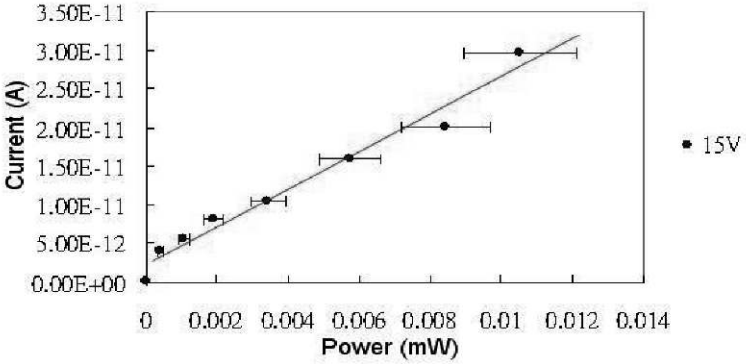
4. MSM 光偵測器與 SAW 器整合研製紫外光感測器



圖一 SAW 感測器對於不同光功率之中心頻率飄移量測



圖二 MSM 紫外光偵測器之光暗電流量測



圖三 MSM 紫外光偵測器對於不同光功率之光電流響應

計畫名稱: 整合 MBE 與 MOCVD 磊晶技術於三族氮化物高頻功率電晶體磊晶結構之開發(1/3)

計畫編號：NSC 97-2221-E-009-153
主持人：張俊彥 教授　　單位：交通大學電子工程系
E-mail: cyc@mail.com.tw　電話:03-5712121ext. 59318

計畫簡介

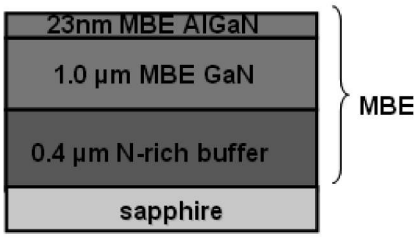
高功率HEMT結構、材料品質及電特性在計畫中被有系統的研究。實驗結果顯示利用MBE單一步驟成長的HEMT沒有界面污染漏電問題，二維電子移動率約 575 cm^2/V-s；利用GaN-template基板利用MBE再成長HEMT結構其二維電子移動率約 857 cm^2/V-s最高，但MOCVD與MBE界面載子濃度高，形成漏電路徑；利用p-type GaN當補償層，其界面載子濃度有效被抑制，電子遷移率為 753 cm^2/V-s。未來的實驗目標將朝更高二維電子移動率及低漏電努力。

研究項目適用領域

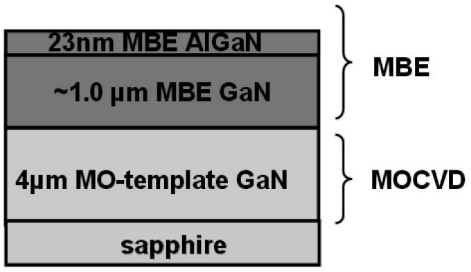
1. 汽車雷達
2. 航太系統

主要具體貢獻

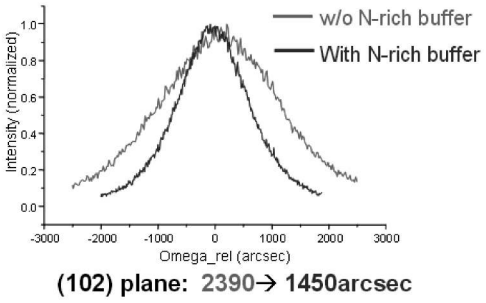
1. 高功率HEMT
2. 高品質磊晶技術
3. MBE 與 MOCVD 的整合技術



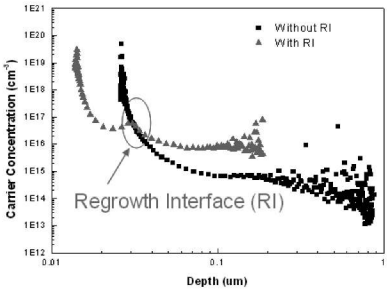
圖一、MBE成長HEMT結構。



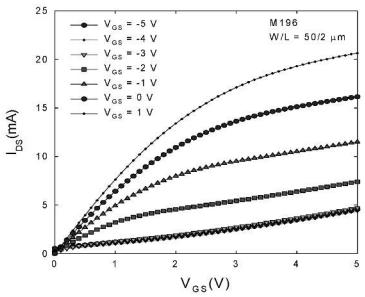
圖二、在 MOCVD GaN template 上利用 MBE 成長 AlGaN/GaN HEMT 結構。



圖三、利用 N-rich GaN 緩衝層成長 GaN 薄膜的 XRD (102) 半高寬值分析。



圖四、載子濃度與 GaN 薄膜深度關係圖。



圖五、在 MOCVD template 上 MBE 成長 HEMT 結構的 I-V 特性曲線。

氮化物半導體高效率全波段太陽能電池及太陽能光電解氫氣生成元件之研究

計畫編號：NSC 97－2221－E－006－242－MY3

主持人：許進恭　單位：國立成功大學光電科學與工程所
E-mail：jksheu@mail.ncku.edu.tw　電話：(06) 2757575 ext 65287

計畫簡介

本計劃利用 MOVPE 磊晶技術成長 AlGaInN，調整能隙介於 0.7 eV (InN)到 6.2 eV (AlN)之間，在串接各層電池能隙最佳化後便可以將整個太陽光光譜從近紅外光到遠紫外光波段的能量加以吸收轉換成電流，在高聚光之下提高光電轉換效率。除了太陽能能源外，氫能源也是作為取代石化能源的優先選項。藉由 InGaN 利用太陽能源從水直接光電解製造氫氣產生能源。以再生能源產生氫氣，意謂著污染問題的解決、大量充足的能源以及憂慮自然資源的漸漸減少將成為過去式。

研究項目適用領域

1. **潔淨能源(Renewable Energy)**
2. **全波段太陽能電池 (Full-Spectrum Solar Cells)**
3. **太陽能光電解水生成氫氣 (Photoelectrolysis Hydrogen Generation)**

主要具體貢獻

1. **氮化鎵銦/氮化鎵(InGaN/GaN)太陽能電池**
2. **n 型氮化鎵氫氣產生器**

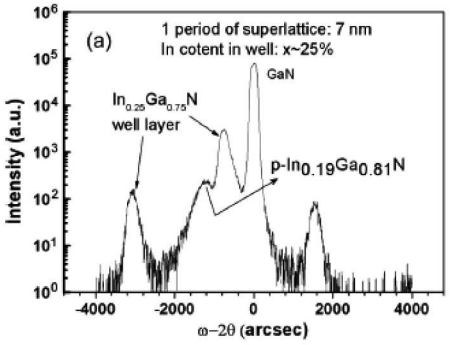


Figure 1(a) Typical X-ray diffraction spectrum.

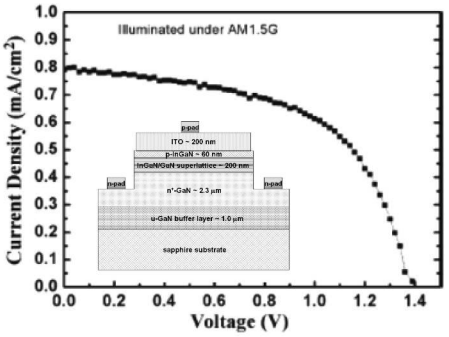


Figure 1(b) Typical current–voltage characteristics.

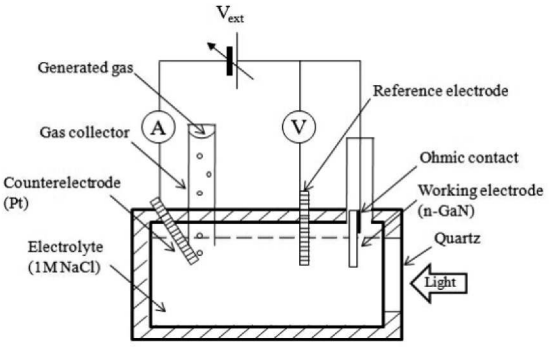


Figure 2 Schematic setup of photoelectrolysis of water using n-type GaN working electrode. The working electrode, reference electrode, and counterelectrode were immersed in the electrolyte (1M NaCl). The light source was 300 W Xe lamp. V_{ext} in this graph is indicated the bias we applied to the n-type GaN working electrode vs. Pt counterelectrode.

Table 1 The rates of gas generation measured under illumination.

Sample	V_{ext} = 0 V	V_{ext} = 1 V
PEC1	1.9 (ml/hr)	9.4 (ml/hr)

異質結構光電元件之研究與製作

計畫編號：NSC 96-2221-E-013-003-MY2
主　持　人：郭德豐　　單位：空軍軍官學校電子系
共同主持人：劉文超　　單位：成功大學微電子所
E-mail:g6f6guo@ms5.hinet.net 電話:(07)6268806 轉 101

計畫簡介

A Schottky-contact triangular-barrier optoelectronic switch has been fabricated. The triangular barrier, formed by inserting an InGaAs delta-doped (δ-doped) quantum well into an n^--GaAs layer, provides a potential well for the hole accumulation. Due to the hole accumulation in the δ-doped well and the sequential avalanche multiplications in the reverse-biased *pn* and metal-semiconductor junctions, a double S-shaped negative-differential-resistance phenomenon is observed in the current-voltage characteristics. The studied device shows a flexible optical function related to the triangular barrier height controllable by incident light. The multistate is switchable by both optical and electrical inputs.

研究項目適用領域

1. microwave generation and high-speed logic switch for optoelectronic integrated circuits.
2. optical crossbar interconnect, dynamic memory and logic element in optical computing systems.
3. two-dimensional array for parallel optical information processing.

主要具體貢獻

1. to achieve a higher optical sensitivity and a lower holding power in optoelectronic switches.
2. to result in a lower power consumption and a larger fanout-to-fanin ratio in the application circuits.
3. to reduce the number of devices in the application circuits.

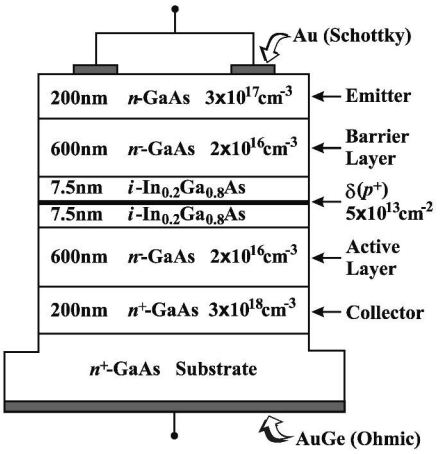


Figure 1. Cross section of the studied device.

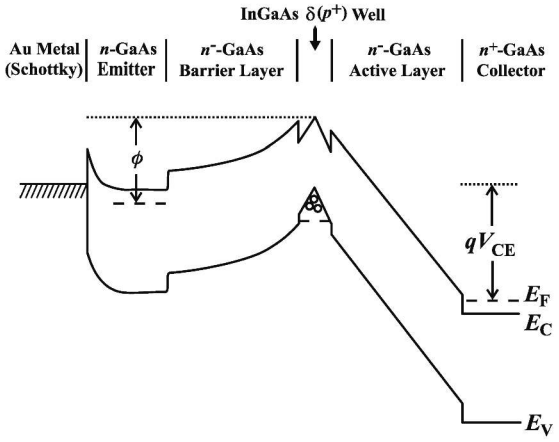


Figure 2. Band diagram of the studied device with a positive V_{CE}.

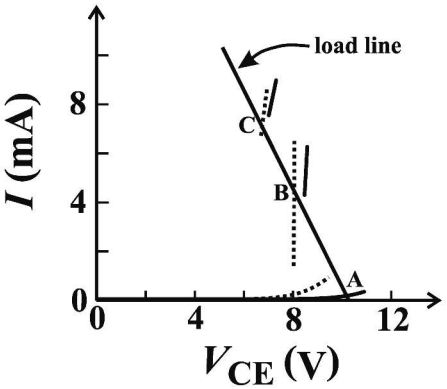


Figure 3. Current-voltage characteristics of the studied device with a superimposed load line for both the dark (solid line) and illumination (dotted line) conditions.

射頻側向擴散式金氧半場效電晶體於功率放大器應用之模型化技術

計畫編號：NSC 97-2221-E-492-015
主持人：陳坤明　　單位：國家奈米元件實驗室
E-mail: kmchen@ndl.org.tw　電話:(03)5726100 ext. 7683

計畫簡介

近年來，射頻側向擴散式金氧半場效電晶體(RF LDMOS)已廣泛地應用在手機基地台中，作為功率放大器的主要元件。本計畫發展 RF LDMOS 的模型化技術，使 LDMOS 未來能應用於功率放大器中，並成功地整合於射頻積体電路。首先，設計不同結構的 LDMOS 佈局，在元件製作完成後，對元件進行 S 參數、功率參數與熱參數之量測分析。同時利用 TCAD 模擬來了解非均勻摻雜通道與 drift region 對元件特性的影響機制，藉以建立元件的電流與電容特性的模型。本計畫採用 surface-potential-based model 方法建立 LDMOS 的汲極電流與閘極電容模型，並推導 drift region 的電流源公式，發展的模型包含 quasi-saturation effect 與閘極電容的電壓相依特性，可以準確模擬 LDMOS 的特性。

研究項目適用領域

1. 側向擴散式金氧半場效電晶體設計
2. 射頻功率放大器
3. 電晶體微波測試
4. 電晶體等效電路模型

主要具體貢獻

1. 開發 RF LDMOS 元件設計技術，使適於功率放大器之應用
2. 研究 RF LDMOS 的熱效應，建立熱效應與元件結構佈局之關係
3. 建立 RF LDMOS 的電流模型與電容模型，可協助未來建立完整的 LDMOS 大訊號等效電路模型。

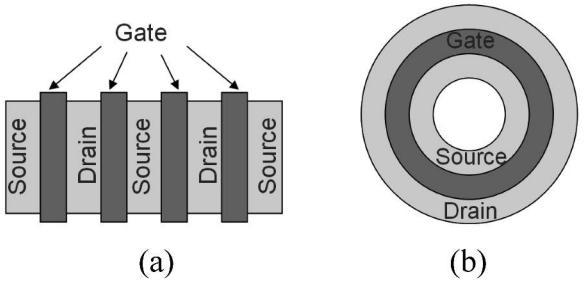


圖 1 LDMOS 佈局結構：(a)多指狀(b)圓環狀

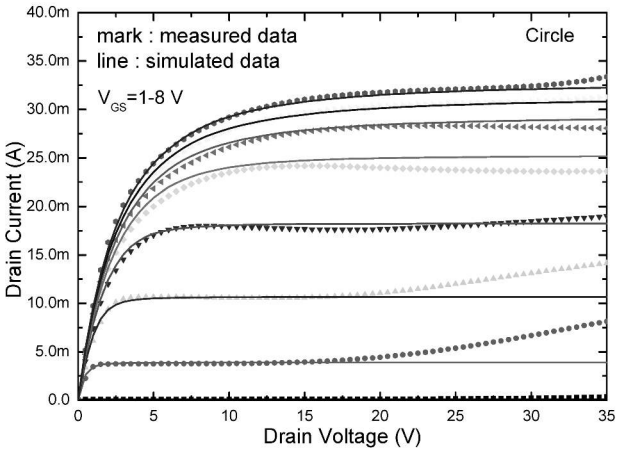


圖 2 圓環狀 LDMOS 的量測與模型輸出特性

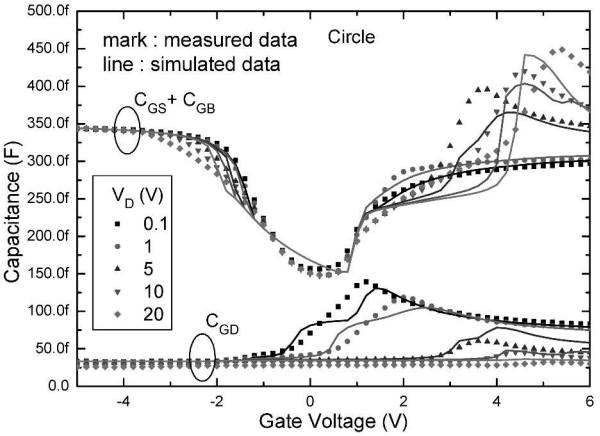


圖 3 圓環狀 LDMOS 的量測與模型電容特性

具液相沉積二氧化矽的矽鍺金氧半紅外光檢測器之製造與模型探討(II)

計畫編號：NSC 97-2221-E-415-020

主持人：黃俊達 單位：國立嘉義大學 應用物理系 光電暨固態電子研究所

E-mail : jundar@mail.ncyu.edu.tw 電話 : 05-2717958

計畫簡介

本實驗是將金-氧-半結構製備在 SiGe 的基板上並製造紅外光檢測器，利用氧化層抑制暗電流作用，其氧化層的成長是採用液相沉積（Liquid-Phase Deposition, LPD）技術來製作。而液相沉積是使用六氟矽酸（H_2SiF_6）的溶液，是負責提供 SiO_2 內的 Si，並加了硼酸（H_3BO_3），為了帶走反應所產生的氫氟酸（HF），其成長條件是在室溫之下，利用加熱反應器和燒杯等器材便可完成，所以花費並不昂貴，且可製備出的高品質的氧化層。

此外，我們利用退火的方式，增加氧化層的強度，經由實驗可以發現，在經過 400 ℃，全程通入氮氣下退火 30 分鐘，可以有效的增強我們氧化層的品質。

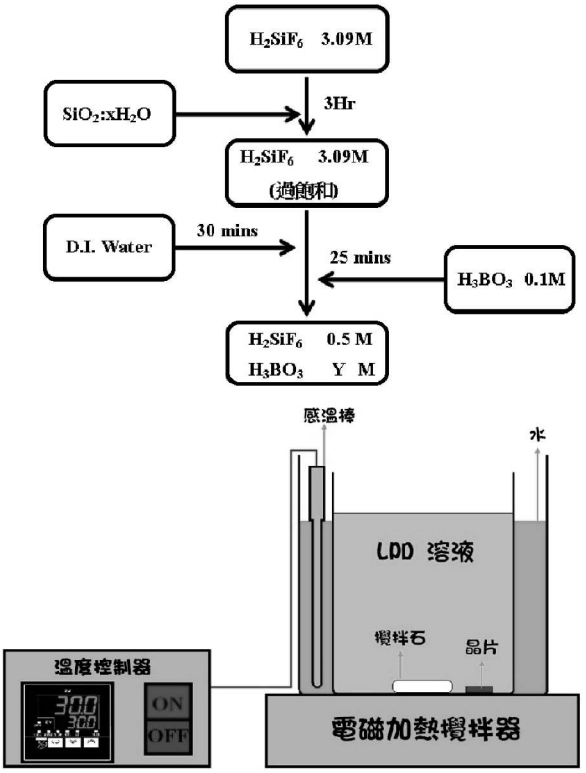


圖 1 LPD 實驗流程以及所需設備

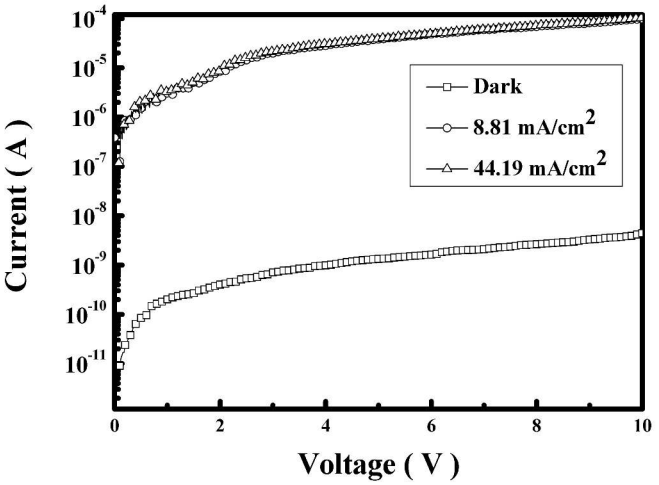


圖 2 退火 400 ℃之光暗電流電壓曲線圖

研究項目適用領域

1. 紅外光檢測器

主要具體貢獻

1. LPD-SiO2 製備
2. MIS 結構矽鍺紅外光檢測器
3. 高光暗電流比

應用全光譜之多能帶串接式量子井太陽能電池

計畫編號：NSC 97-2221-E-259-036
主持人：黃家華　　單位：國立東華大學　電機工程學系
E-mail: chuang@mail.ndhu.edu.tw　　電話:03-8634077

計畫簡介

本計畫主要目的在於開發多能帶串接式量子井太陽能電池的創新結構，來推動新一代太陽電池的發展。多能帶串接式量子井太陽能電池共使用不同能帶寬的材料吸收太陽的全光譜，以一個穿隧接面連接兩個量子井太陽能電池，利用量子井寬度及量子井的數量可調整之特性，調變元件輸出電流達到電流匹配，使得串接式量子井太陽能電池更優於傳統多接面太陽能電池，可達理想的元件效率。

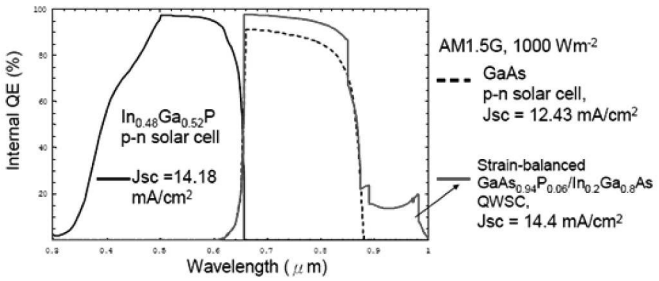


圖 1 The internal quantum efficiency of two-junction solar cells with the sub-cell of $In_{0.48}Ga_{0.52}P$ p-n junction cell as the top cell and the sub-cell of GaAs p-n junction cell or $GaAs_{0.94}P_{0.06}/In_{0.2}Ga_{0.8}As$ quantum-well solar cell as the bottom cell.

研究項目適用領域

太陽能電池及模組

主要具體貢獻

1. 量子井太陽能電池光譜響應之理論模型建立。
2. 設計寬、窄能帶寬三五族多接面太陽能電池並評估三五族多接面太陽能電池之效能表現。
3. 影響寬、窄能帶寬三五族多接面太陽能電池效率機制分析。

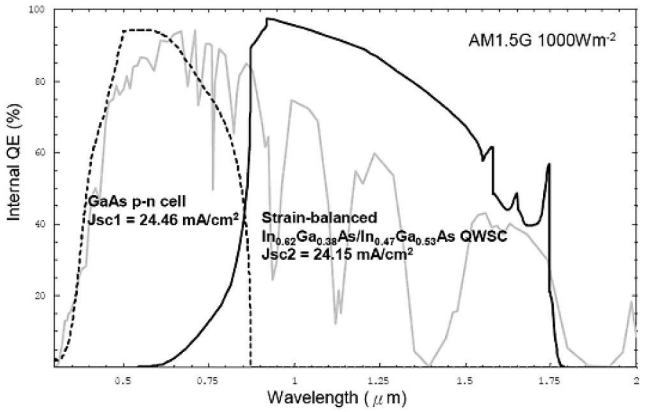


圖 2 The internal quantum efficiency of this mechanical-staked two-junction solar cell with a GaAs cell as the top cell and a stained-balance InGaAs quantum-well solar cell as the bottom cell.

計畫名稱：氮化鎵基板之製備與高功率氮化鎵整流二極體之研製

計畫編號：NSC 96 - 2628 – E – 008 – 072 - MY3

主持人：蔡振瀛　　單位：國立中央大學 電機工程學系

E-mail: chyi@ee.ncu.edu.tw　　電話: (03)4227151-34470

計畫簡介

本計畫主要分為兩個部分。

第一部分在氮化鎵基板製備方面，我們發展將氮化鎵成長在傾斜 7°(001)Si 的 V 形凹槽基板的技術，此項技術除了可以降低差排密度，且 V 形凹槽基板中還有孔隙可以利用應力或是化學蝕刻分離氮化鎵與矽基板，最重要的是此技術可以製備 (1-101)半極化面的氮化鎵基板。

第二部分，在高功率蕭基二極體製作方面，我們利用高品質的氮化鋁(AlN)當作緩衝層，將 AlGaN/GaN 結構成長於其上，成功的提升崩潰電壓超過 2000 V，同時擁有低達 6.6 mΩ-cm^2 的開啟電阻，與低達 10.9 ns 的逆向回復時間。此結構對於未來大面積高功率蕭基二極體元件之應用非常具有潛力。

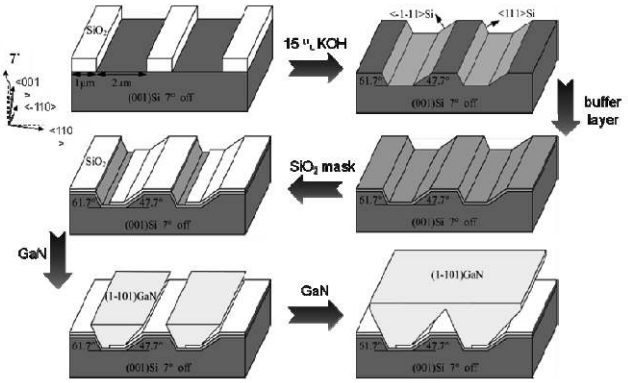


圖 1 (a) 氮化鎵薄膜成長於 V 型凹槽矽基板上之示意圖

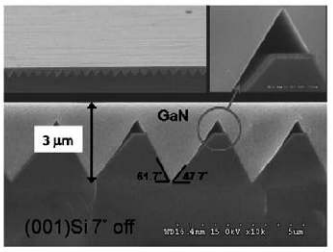
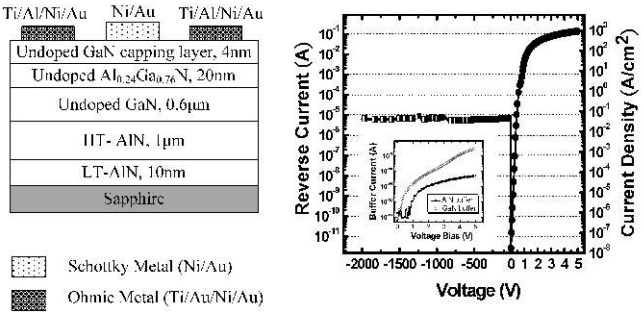


圖 1 (b) 成長於 V 型凹槽矽基板上氮化鎵之掃描式電子顯微鏡圖



(圖 2) 高功率蕭基二極體之磊晶結構示意圖與電流電壓特性圖

研究項目適用領域

1. 高效率發光二極體
2. 固態照明
3. 高功率整流器與電源分配模組
4. 低損耗之電源開關

主要具體貢獻

1. 成功成長(1-101)半極化氮化鎵於傾斜 7°(100)矽基板上。
2. 成功製作高功率蕭基二極體於氮化鋁緩衝層之上。

可用於生物醫療之化合物半導體式微量氣體感測器之研製(1/3)

計畫編號：NSC 97-2221-E-006-237-MY3
主持人：劉文超　　單位：微電子工程研究所
E-mail: wcliu@mail.ncku.edu.tw　　電話:06-2757575-62354

計畫簡介

本研究計畫第一年度採用Ⅲ－N 族化合物半導體氮化鋁鎵（AlGaN）為基材，製作高靈敏度之醫療氣體感測器。氮化鎵系列之材料已廣泛地應用於電子元件上，包括：蕭基二極體、發光二極體（LED）以及高載子移動率電晶體（HEMT）。本計畫製作蕭二極體型和高載子移動率電晶體型之氣體感測器。藉由不同觸媒金屬之觸媒活性能力，氣體感測器對於不同醫療氣體之選擇性亦有所不同。利用鈀金屬對於氫氣有良好的吸附率，提升感測器對於氫氣之選擇性。並利用提升感測器溫度找尋其最佳之操作條件以及溫度操作區間。經實驗發現，感測器在 150°C 的環境下，對於氫氣體擁有最佳的感測靈敏度，二極體型之感測靈敏度可高達 5 個數量級。最後，研究及探討氫氣體於此感測器的吸附動力模型以及崩潰特性，以進一步提升其響應強度以及時間。

研究項目適用領域

1. 半導體製程
2. 醫療處理
3. 化學工業

主要具體貢獻

1. 開發出感測靈敏度高達五個數量級之感測器。
2. 感測元件具有寬廣的操作溫度(30-350°C 以上)、抗腐蝕以及好的化學穩定性。
3. 研究探討氫氣對於感測元件崩潰特性之影響以及高靈敏度之關鍵。
4. 建立氫氣體在此感測器上之吸附模型。

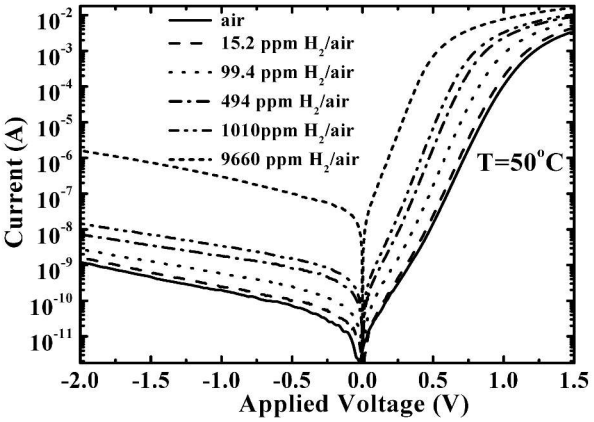


圖 1 感測元件在不同氫氣濃度下的電壓電流特性曲線圖（50°C）

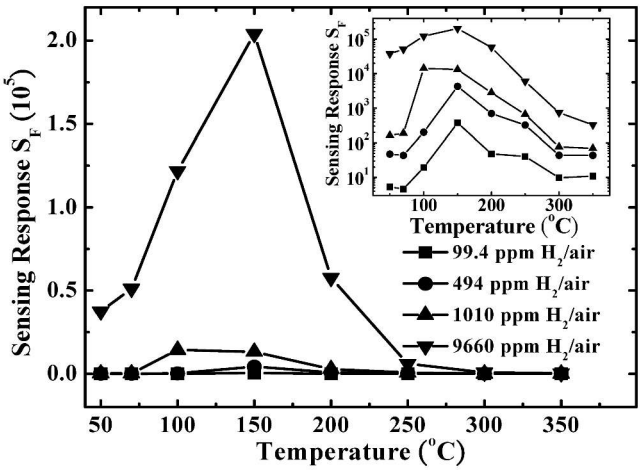


圖 2 感測器在不同之操作溫度（30～350°C）以及氫氣濃度之下的靈敏度表

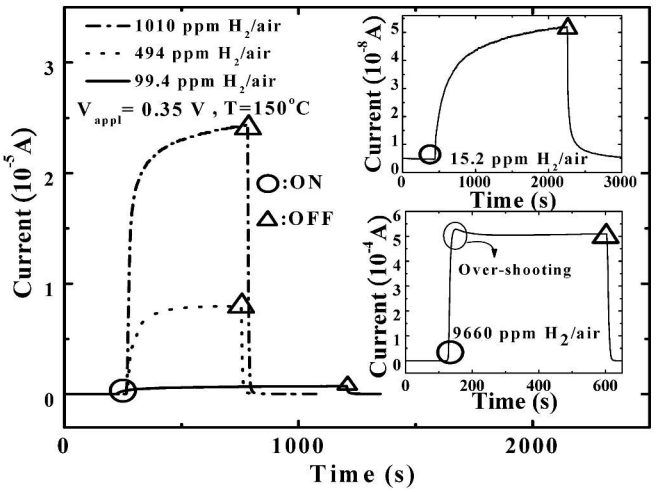


圖 3 感測器在不同之氫氣濃度之下的暫態響應

具有低溫蕭特基接觸製程之異質結構場效電晶體之研製(1/3)

計畫編號：NSC 97-2221-E-006-238-MY3

主持人：劉文超 教授 單位：國立成功大學 微電子工程研究所
E-mail:wcliu@mail.ncku.edu.tw 電話: (06)2757575#62354

計畫簡介

本計畫主要使用分子束磊晶法及一種低溫及低能量之無電鍍製程來研製砷化鋁鎵/砷化銦鎵/砷化鎵擬晶性高電子移動率電晶體。由於許多研究指出高能量的物理真空鍍膜技術容易對元件造成熱破壞，使得費米能階幾乎釘在某一定值，蕭特基能障高度也相對較低，並且不會隨著不同金屬功函數變動。為了改善費米能階釘住效應對元件的影響，我們於本計畫中使用無電鍍法沉積閘極金屬，以期獲得良好的蕭特基接面。另外，藉由使用無電鍍溶液本身的特性研製出空乏型及增強型兩種元件。從實驗結果我們得知，使用低溫及低能量的無電鍍沉積方法能形成良好的金半接面，減少費米能階釘住效應。因為蕭特基接面的品質對元件特性之影響相當直接，蕭特基能障高度的增加，會使得空乏區增大，並提高夾止特性及崩潰電壓值。此外，探討無電鍍沉積方法之元件特性，包含直流、微波特性及溫度依賴性表現。

研究項目適用領域

1. 高溫操作環境。
2. 高功率放大器
3. 高頻微波通訊電路

主要具體貢獻

1. 利用無電鍍沉積方法研製空乏型與增強型之砷化鋁鎵/砷化銦鎵/砷化鎵擬晶性高電子移動率電晶體。
2. 在低溫、低能量的情形下，並藉由本身無電鍍溶液含鹼的特性，不僅能將原生氧化層移除，並且形成良好的金半接面。因此，元件具有高的汲源極飽和電流和高的轉導值。此外，無電鍍沉積法具有容易操作及低成本的優點。

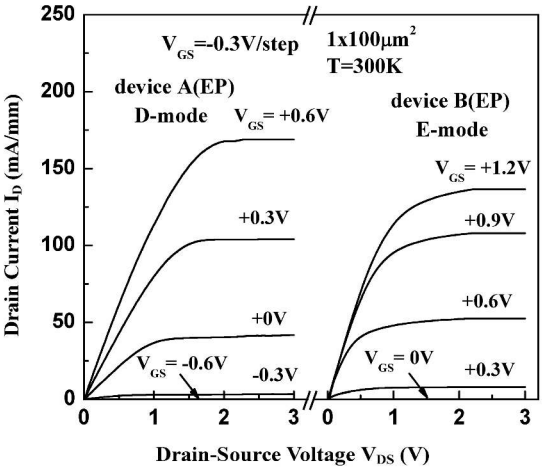


Fig. 1 The common source I-V characteristics of the studied devices A and B for D-mode and E-mode at room temperature.

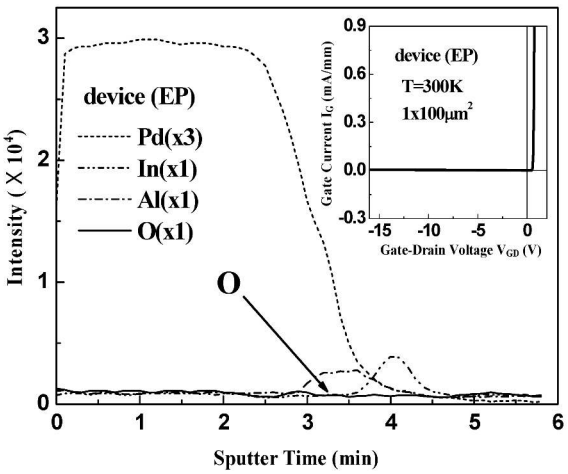


Fig. 2 The Auger electron spectroscopy (AES) depth profile analysis of studied device (EP-gate). The inset illustrates the measured gate-drain current-voltage (I-V) characteristics for the device (EP-gate) at room temperature.

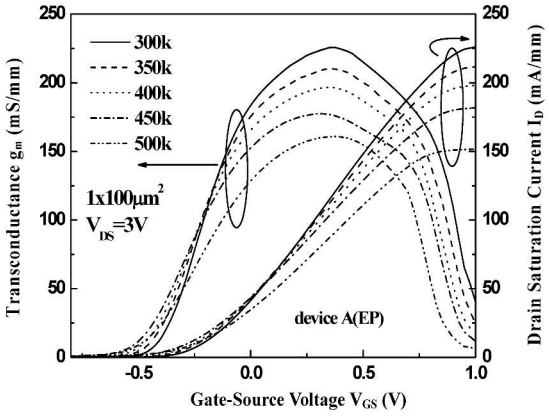


Fig. 3 Transconductance (g_m) and drain saturation current (I_{DS}) versus gate-source voltage (V_{GS}) for the device A at different temperatures.

四族光電元件：光偵測器、發光二極體、以及類雷射元件

計畫編號：NSC 97-2221-E-002-229-MY3

主持人：劉致為　　單位：國立臺灣大學 電子工程學研究所
E-mail: chee@cc.ee.ntu.edu.tw　　電話: (02) 3366-3700 ext 515

計畫簡介

在四族材料應用於光偵測器上，我們藉由黏合式鍵圓鍵結及聰明切的製程技術，成功將一薄膜鍺轉移至可撓式的聚亞醯胺基板上，製成一種可應用於光通訊波段(850nm，1310nm 及 1550nm)的可撓式鍺光偵測器。此外，利用矽基底金氧半結構，選擇適當閘極材料，分別成功的達成窄頻段的紫外光(319nm)及綠光(500nm)光偵測器。四族材料應用於發光元件上，藉由場致發光及光致發光量測方式，量測鍺 n^+p 接面可發出紅外光波段，其由直接能隙躍遷所放出之紅外光可藉由增加輸入電流、施加雙軸應力及升溫的方式來增加其放光強度。

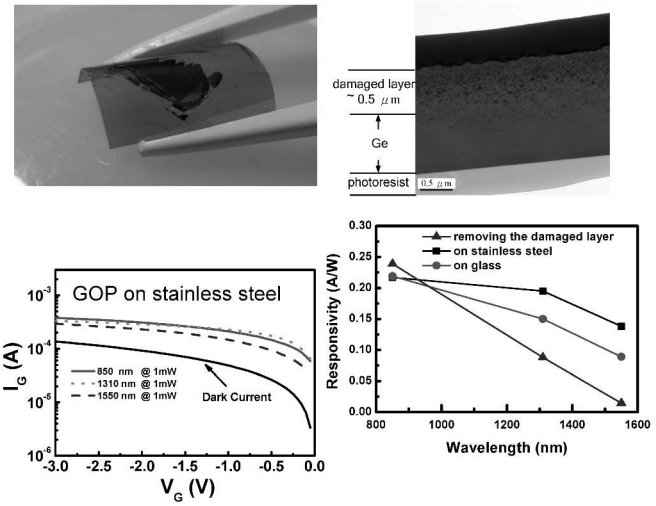


圖 1 計畫成果圖

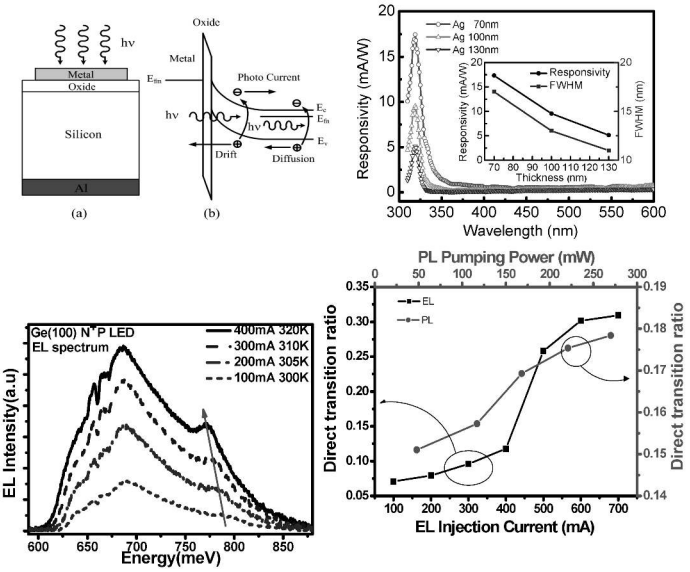


圖 2 計畫相關圖表

研究項目適用領域

1. 可繞式光偵測器
2. 紫外光光偵測器
3. 紅外光光源及偵測器

主要具體貢獻

1. Smart Cut Wafer Bonding
2. ULSI Compatible UV Light Detection
3. SiGe Based IR Light Source

設計與研製應用於光纖通訊之同調耦合垂直共振腔面射型雷射陣列

計畫編號：NSC 97-2221-E-182-049

主持人：蔡家龍　　單位：長庚大學電子所

E-mail: cltsai@mail.cgu.edu.tw　電話:03-2118800 ext. 3441

計畫簡介

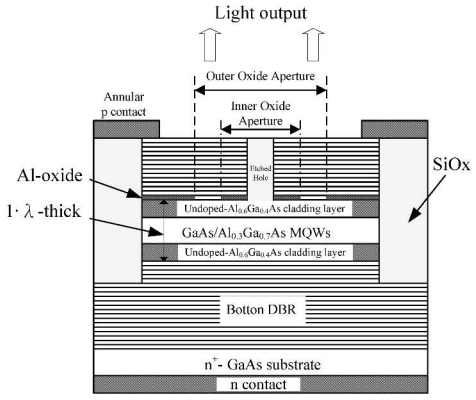
本計畫已經成功研製出穩定雷射模態和高速操作的 850 nm 環型發光面射型雷射陣列(VCSEL arrays)。實驗結果指出，一維環形 VCSEL arrays 其臨界電流為 3.65 mA，微分電阻為 65 Ω，在 25 mA 有最大光輸出功率 7.5 mW。此外，在整個操作電流範圍內，元件發光頻譜均可維持穩定的雙模態輸出。另一方面，從大訊號分析可知，元件在 18mA 和 10.3 Gb/s 的 back-to-back 和 66-m 傳輸測試中具有清楚和相對稱的眼圖。相關研究成果已發表於國際期刊(*J. Vac. Sci. Technol. B.*, vol. 27, 2009)。

研究項目適用領域

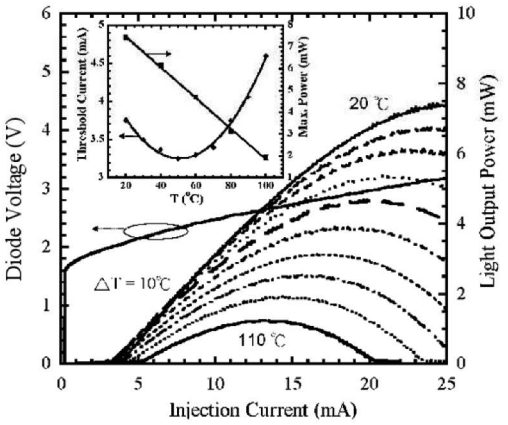
1. 區域高速光纖通訊系統
2. 平行式光連接模組
3. 消費性電子產品
4. 汽車工業

主要具體貢獻

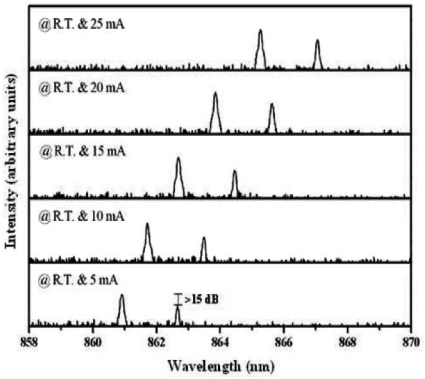
1. 設計環型發光面射型雷射陣列結構
2. 高功率、單橫模發光並符合 10 Gb/s 乙太網路通訊協定之 TO 封裝面射型雷射陣列元件研製
3. 計畫成果已投稿 JVST B (2009)



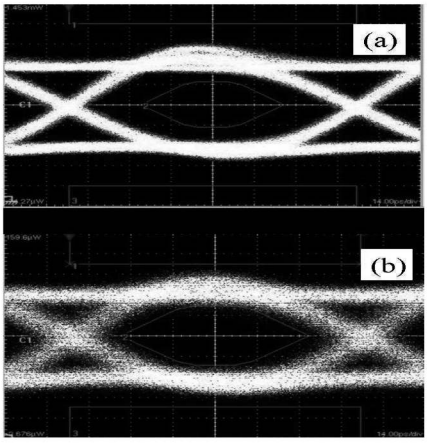
圖一 1D VCSEL array 結構圖



圖二 850 nm 環型 VCSEL arrays 在不同溫度下之 L-I-V 特性曲線。內圖為不同溫度下，臨界電流和最大光輸出功率變化情形。



圖三 室溫下 VCSEL arrays 輸出光譜和注入電流關係圖。



圖四 TO 型封裝的環型 VCSEL arrays 在 18 mA 和 10.3 Gb/s PRBS = 2^{31}-1 字元長度和峰對峰電壓(V_{pp}) 1 V 下的背對背(BTB)和 66-m MMF 傳輸的眼圖。

積體化摻雜通道擬晶性異質結構場效電晶體之研究及邏輯電路應用(II)

計畫編號：NSC 97-2221-E-017 -012
主持人：蔡榮輝　　單位：國立高雄師範大學 電子工程學系
E-mail: jhtsai@nknucc.nknu.edu.tw 電話: 07-7172930 分機 7910

計畫簡介

本計畫主要研究新型的 InGaP/InGaAs 互補式積體化摻雜通道擬晶性異質結構場效電晶體。本垂直式積體化結構下層為 p 型摻雜層，上層為 n 型摻雜層，藉由選擇性之蝕刻製程步驟，於同一基板上同時製作 n 通道與 p 通道場效電晶體。對於 n 通道電晶體，由於 InGaAs 應變通道為已摻雜結構層，且 InGaP/InGaAs 異質接面具有大的導電帶不連續值，將於 InGaAs 應變通道內形成 2DEG，這將實質地增加通道的有效濃度且使通道濃度將隨閘極偏壓而調變，因此汲源極飽和電壓可有效降低，以降低互補式反相器之 V_{OL} 及 V_{IH} 值。實驗結果顯示，n 型通道電晶體之轉導值及飽和電流分別為 109 mS/mm 及 32.5 mA/mm；而 p 型通道電晶體之轉導值及飽和電流分別為 11.5 mS/mm 及-27 mA/mm。此外，當供應電壓為 2.0V 時，其雜訊邊界 NM_H 與 NM_L 分別為 1.317 與 0.28 V。

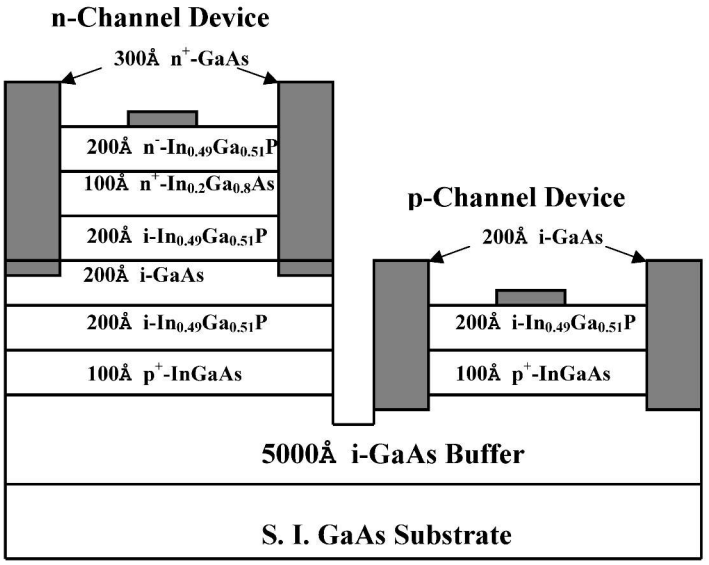


Figure 1. Schematic cross section of the integrated n- and p-channel InGaP/InGaAs complementary pseudomorphic doped-channel HFETs with a gate dimension of 1 × 70 μm^2.

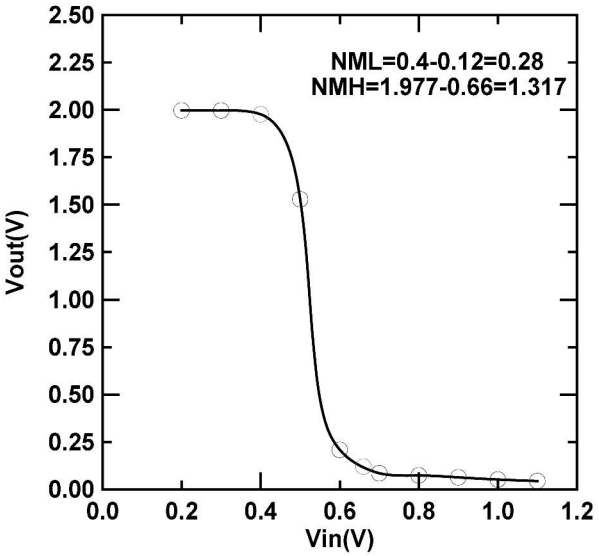


Figure 2. The voltage transfer characteristic of the complementary logic inverter.

研究項目適用領域

1. 異質結構高速場效電晶體
2. 線性及訊號放大器
3. 互補式反相器邏輯電路

主要具體貢獻

1. 摻雜通道場效電晶體之互補式積體化製造
2. 電晶體具有高線性訊號輸出
2. 互補式反相器之電源供應電壓小
3. 互補式反相器之雜訊邊界高

具非退火式的歐姆接觸之改良型砷化銦鋁/砷化銦鎵變晶性高電子移動率電晶體

計畫編號：NSC 97-2221-E-197-027

主持人：鄭岫盈 教授 單位：國立宜蘭大學 電子工程學系
共同主持人：劉文超 教授 單位：國立成功大學 微電子工程研究所
E-mail:sycheng@niu.edu.tw, wcliu@mail.ncku.edu.tw 電話: (03)9357400#647

計畫簡介

在砷化銦鎵及砷化鋁鎵之間具有大的導電帶不連續度使得元件可獲得較佳的載子傳輸速率並且有效改善載子侷限能力。然而，變晶性高電子移動率場效電晶體存在較高的寄生源極及汲極電阻，而導致在接近通道處有較高的接觸電阻及薄膜電阻，影響元件的特性。因此，我們將探討具非退火式的歐姆接觸之改良型砷化銦鋁/砷化銦鎵變晶性高電子移動率電晶體，利用一種非退火式的歐姆接觸去減少熱退火後元件的寄生電阻，實驗結果顯示，具非退火式的歐姆接觸之變晶性高電子移動率場效電晶體明顯改善了元件的直流及微波特性。另外，探討具有非退火式的歐姆接觸之變晶性高電子移動率電晶體之可靠度研究。我們將重點放在探討元件在經過長時間的溫度及電壓應力之加速壽命測試後，元件之衰退率與失敗率。

研究項目適用領域

1. 高溫操作環境。
2. 高功率放大器
3. 高頻微波通訊電路

主要具體貢獻

1. 利用非退火式的歐姆接觸降低熱退火後元件所產生的寄生源極及汲極電阻並且改善了元件的直流及微波特性。
2. 非退火式的歐姆接觸之變晶性高電子移動率場效電晶體明顯降低元件之衰退率與失敗率並且改善元件的可靠度。

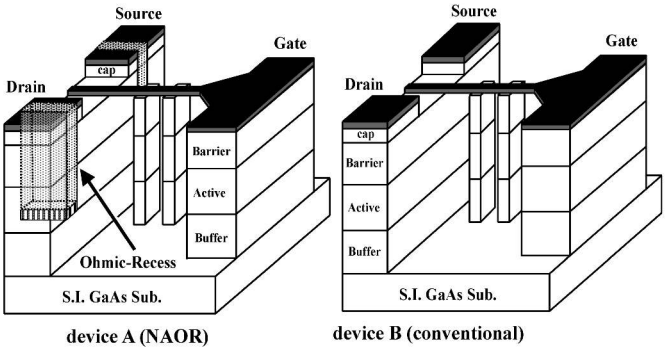


Fig. 1 The schematic cross section of InAlAs/InGaAs MHEMTs with non-annealed Ohmic-recess (NAOR) structure (device A) and conventional structure (device B).

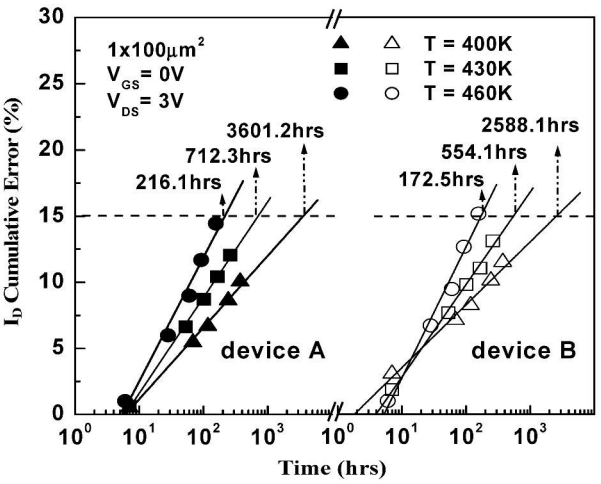


Fig. 2 The I_{DS} cumulative error versus stress time of the device at different temperatures of 400, 430, and 460K. The I_{DS} is obtained at the fixed biased voltage of V_{DS} = 3 V and V_{GS} = 0 V.

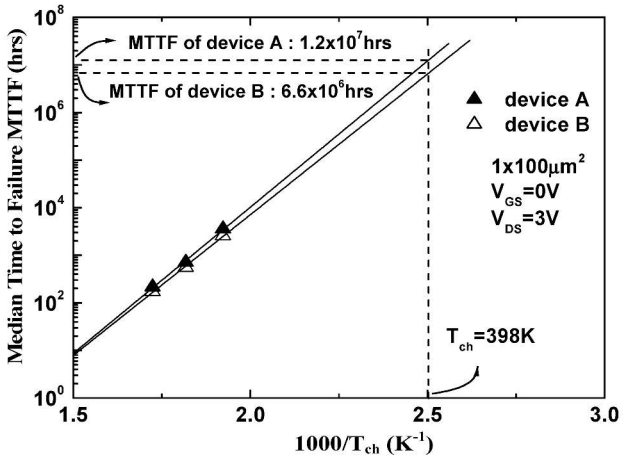


Fig. 3 The median time to failure (MTTF) versus the reciprocal of the channel temperature of the devices at the fixed biased voltage of V_{DS} = 3V and V_{GS} = 0V.

高功率之氧化鋅/氮化鎵-金氧半場效電晶體的研究

計畫編號：NSC 97-2221-E-238-017

主持人：薛光博　　單位：萬能科技大學 電子系
E-mail: kphsueh@mail.vnu.edu.tw　電話: (03)451-5811 ext 71002

計畫簡介

此計劃『高功率之氧化鋅/氮化鎵-金氧半場效電晶體的研究』主要的目的是在開發與研製以氧化鋅(ZnO)為通道層之具有高增益與低漏電流的金屬-氧化物-半導體場效電晶體(MOSFET)。

為了研製 ZnO-based MOSFET 將對相關製程條件做一系列最佳化的實驗，並對這些元件特性做一完整而詳細的研究與分析。其中包含：(a)ZnO 厚度與濃度控制，用以控制通道電流大小與閘極調變能力；(b)閘極氧化物之實驗，用以改善蕭基特性。

研究項目適用領域

1. 軟性電晶體。
2. 薄膜電晶體。
3. 高壓電晶體。

主要具體貢獻

1. 利用濺鍍機成長的 ZnO，成功的製作出可工作之 ZnO-based MOSFET。元件特性優於 ZnO MESFET。
2. 元件閘極氧化層使用 SiO_2 與 high-κ材料做比較。
3. 元件具有良好的蕭基特性與歐姆特性。
4. ZnO 於中央大學微光電實驗室成長，元件製程感謝長庚大學邱顯欽教授協助。

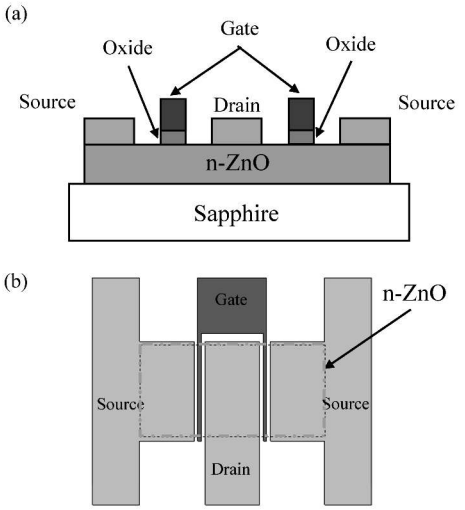


圖 1　元件結構與光罩佈局圖

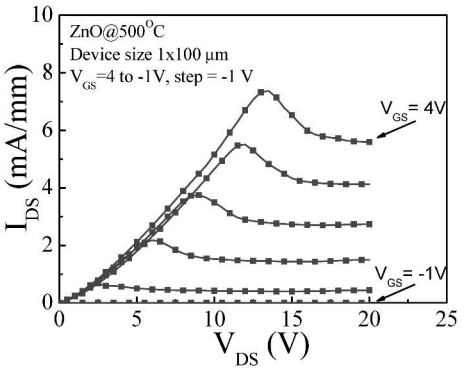


圖 2　閘極氧化層為 SiO_2 的 ZnO MOSFET 元件特性圖。

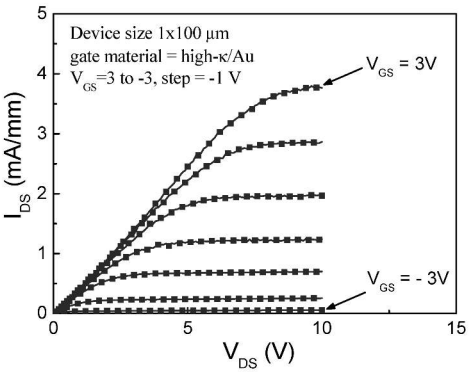


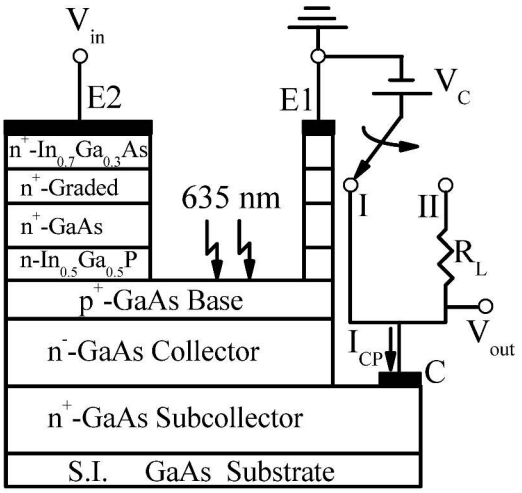
圖 3　閘極氧化層為 high-κ材料的 ZnO MOSFET 元件特性圖。

功能型光電晶體與 VCSEL 之數位電光交換電路、邏輯閘電路 (3/3)

計畫編號：NSC 95-2221-E-019-my3
主持人：羅文雄　　單位：國立台灣海洋大學電機系
E-mail: wslo@mail.ntou.edu.tw 電話: (02)24622192 ext.6233

計畫簡介

本計劃目的主要開發具有調變功能的光電晶體，俾期應用在數位電光交換電路/電光邏輯閘，最後希望配合 VCSEL 磊晶結構匹配(共用)性作成光邏輯閘。本年度已順利完成可光驅動、電驅動之邏輯電路以及 VCSEL 藍光波段 LED 之初步結構設計與製作。在雙射極式光電晶體工作之暫態分析，首次以射極引致增益效應(emitter induced gain effect, EIGE)成功解釋輸出位準調變原理，其中包括光電流調變引起的射極引致增益高位準(EIGH from photocurrent modulation)，以及接面電壓調變引起的射極引致增益高位準與低位準(EIGE from junction voltage)，此一電光開關呈現三穩態輸出特性。

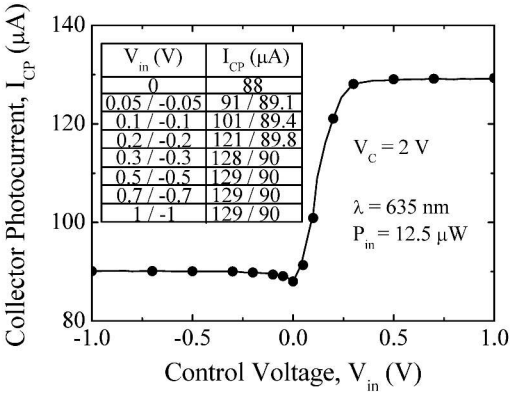


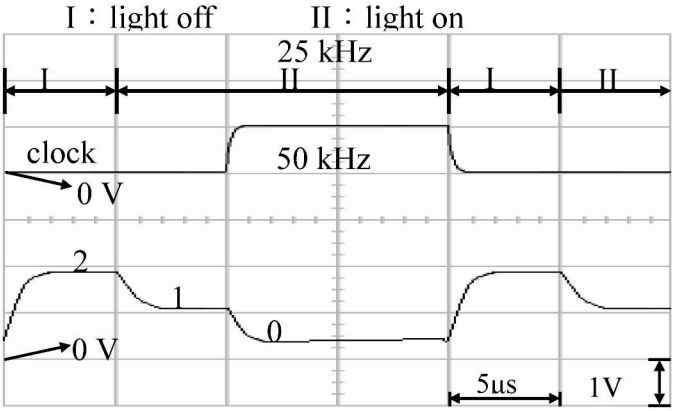
I: Static Operation (V_{in} : dc voltage)

II: Dynamic Operation (V_{in} : clock)

研究項目適用領域

1. 電壓可調變式光增益光電晶體
2. 光接收器電路設計與模型化
3. 電光交換電路設計與模型化



主要具體貢獻

1. 首次提出電壓可調變式光增益光電晶體之新型結構，且該電壓僅需數百毫伏
2. 首次在光電晶體理論提出"射極引致增益效應"並成功用以解釋輸出邏輯位準，有助新型電光開關之開發設計。
3. 利用射極引致增益高位準，以及接面電壓調變引起的射極引致增益高位準與低位準，開發出呈現三穩態輸出特性之電光開關與各種邏輯電路。