

國家同步輻射研究中心  
出國報告書

**出國人姓名：**

皮敦文

**出國日期：**

12/6/2012 - 12/8/2011

**目的地 (國家、城市)：**

美國，加州，聖地牙哥市

**參加會議名稱或考察、研究訓練地點：**

43rd IEEE Semiconductor Interface Specialists Conference

(請自下一頁開始撰寫)

## 一、目的

以壁報展示無原著氧之純淨三五族與高介電質氧化物之間介面之電子結構研究成果，並以原子鍍膜的 trimethylaluminum (TMA)加 H<sub>2</sub>O 於 GaAs(001)-4x6 和 GaAs(001)-2x4 為範例，顯示表面結構必然影響電子特性表現。

## 二、行程

去：新竹→桃園→美國洛杉磯機場→美國聖地牙哥機場

回：美國聖地牙哥機場→美國洛杉磯機場→桃園→新竹

## 三、內容摘要：

原子層方式成長將 trimethylaluminum (TMA)加 H<sub>2</sub>O 長膜至富 Ga 之 GaAs(001)-4x6 與富 As 之 GaAs(001)-2x4 表面上，再運用高解析同步輻射光電子技術，激發核層 As 3d 與 Ga 3d 電子，來探討其中介面之電子結構。此主題關係到未來以三五族為基底之元件效能的提升。所有既有有關此介面研究文獻，GaAs 表面均存在原著氧，以致介面電子結構不再是真實的情形，對此結構的了解因此出現不足。我們的研究發現，GaAs(001)-4x6 表面僅四分之一的 As 原子有反應於 TMA+H<sub>2</sub>O 先導分子。我們同時也發現，需要經過至少六個 (TMA+H<sub>2</sub>O) 的循環，半導體介面的反應才會停止。但是，富 As 之 GaAs(001)-2x4 表面僅需一個 (TMA+H<sub>2</sub>O) 的循環就已經將表面完全地覆蓋。這些結果皆出乎過去六年來對此介面的認識，故對於以三五族為基底的未來元件發展有正面意義。

## 四、心得概述與建議

這是第三次參加這研討會，由於我們研究成果上的卓越表現，受到研究此介面之研究群的注意，如 Prof. Robert Wallace at University of Texas at Dallas, Prof. Andy Kummel at the University of California at San Diego, Prof. T. P. Ma at the Purdue University 等。Prof. Ma 因此在研討會之 Ramp 會議中提出一個新的論點：未來研究方向到底該走元件的大小，還是先求介面控制以得高效能，然後再走向小元件？

同步輻射光電子發射技術在這競爭激烈的 high  $\kappa$  氧化物領域有相當大的發展空間，且此優勢是現有團隊難以匹敵的。過往十數年在矽表面與介面電子結構研究而得之分析解讀能力，再觀察這 high  $\kappa$  核心研究群集結的研討會，發現這領域之研究者尚未達致表面物理該有的高標準。歸究其中原因主要在於三五族半導體的乾淨表面不像矽那麼容易取得，反觀我們，自洪銘輝教授與郭瑞年教授所得之樣品乃在超高真空 (小於  $2 \times 10^{-10}$  Torr) 環境下製成，後置入一超高真空之傳輸腔內，再送進本中心之光電子發射實驗站，這樣的機制大大地降低了雜質的影響。

更甚者，砷表面只有砷原子，但 GaAs 之三五族半導體表面可存在 Ga 或 As，或 Ga-As 雙原子，這使得在光電子能譜數據分析上比砷更為困難。因著研究重點在於表面，所以實驗手段就必須以最敏感於表面的參數作為基準，而這參數包含束縛能僅 19 eV 的 Ga 3d 與 41 eV 的 As 3d 核層電子能譜。在如此低束縛能電子能譜中，有結構的背景電子，如 plasma satellite 的介入將使得數據分析上遇到不少困難。

回歸基本面，三五族半導體研究因長期缺乏純淨表面之研究，相對地使得理論計算也甚貧乏，許多論點皆是 30 年的觀念。此貧乏勢必造成數據解讀上的障礙，譬如說，As (Ga) 呈負 (正) 電性，但我們的數據卻發現它出現正 (負) 性情形，這等錯位至今無人解釋之。未來，我們將結合理論計算以找出其中物理性。

至於建議部份，因著下一代元件時程已漸逼進，群與群之間的競爭極為激烈，故參加相關研討會實屬必要，以掌握最新動態。

註：

1. 本報告須於回國後 30 日內上網繳交，文字篇幅約 2~4 頁。
2. 回國後之口頭報告可為附件，但不得替代報告本文。