

國立交通大學
National Chiao Tung University

出國報告（出國類別：學研訪問）

2016 日本東京工業大學出國短期學 研訪問報告

服務機關：國際半導體產業學院

姓名職稱：許恒通 副教授

派赴國家：日本 東京 東京工業大學

出國期間：2016/08/04~08/09

報告日期：2016/08/15

摘要

本次訪問日本東京工業大學主要任務包含兩大方面，其一為針對雙方過去在研究主題合作進程中的結果分享與方向檢討；其二則為針對現行雙邊雙聯學位執行細節進行討論。近年來由於傳統矽基板元件在特性改善發展上漸漸遇到瓶頸，使得擁有高電子遷移率以及高能間隙特性的三五族複合物材料備受期待；但由於三五族複合物並沒有原生氧化物的存在，因此，如何製作出良好之氧化物與半導體界面以及得到高介電係數之氧化層便成為當前三五族元件之研究開發最熱門的課題之一，而此高品質之氧化層在元件電氣特性上將扮演十分重要之角色。有鑑於此，本研究團隊與 Iwai/Kakushima 實驗室研究團隊具體合作之計畫之一為開發應用於金氧半氮化鎵高電子遷移率電晶體(GaN MOSHEMT)之新型高介電係數材料，此行主要針對元件量測結果進行確認。於雙邊雙聯學位執行細節上，雙方針對目前執行狀況檢討後建議未來修正方向，會議中達成之共識將由雙邊回各自系所進一步討論確認。

目次

一、目的.....	1
二、過程.....	1
三、心得及建議	8
四、附錄.....	9

本文

一、目的

- (1)拜訪東京工業大學 Iwai/Kakushima Lab, 與 Prof. Kakushima 針對目前合作中研究進行交流討論
- (2)拜訪東京工業大學 Prof. Hatano Lab
- (3)與 Prof. Hatano 洽談下學期新開課程授課事宜
- (4)與 Prof. Kakushima and Prof. Hatano 針對目前半導體學院及日本東工大雙聯學位學生修讀細節進行交流與討論。

二、過程

此次日本東京工業大學之訪問日期為 2016 年 08 月 04 日至 9 日，共為期 6 天，行程規劃如下表。

日期	規劃內容	拜訪對象
08 月 04 日	赴日本東京	
08 月 05 日	實驗室參訪	Prof. Kakushima
08 月 06 日	合作中研究交流討論	Prof. Kakushima
08 月 07 日	實驗室參訪	Prof. Hatano
08 月 08 日	討論雙聯學位事宜以及雙邊合開課程細節	Prof. Kakushima /Hatano
08 月 09 日	返回台灣	

第一天(2016/08/04)

搭乘日航 JAL(JL804)班機由桃園機場出發赴日本東京，於晚間 8:00 抵達東京。

第二天(2016/08/05)

上午 10:00 參訪日本東京工業大學 Prof. Kakushima 實驗室，由其實驗室研究生負責接待，並介紹各項設備，由於長期以來本校複合物半導體實驗室研究團隊與 Iwai/Kakushima 實驗室研究團隊有十分密切之合作，且行之有年，因此對於該實驗室與研究背景方向等等均十分熟悉。此行主要參觀無塵室之實驗設備，其中包含用來沉積高介電係數氧化物的原子層沉積(ALD)儀器(如圖一)與分子束(MBE)氧化物沉積儀器(如圖二)以及與量測機臺(如圖三)；由於該實驗室在高介電係數氧化層之沉積享譽國際，因此擁有相當良好之設備。



<圖一>沉積高介電係數氧化物的原子層沉積(ALD)儀器



<圖二>分子束(MBE)氧化物沉積儀器

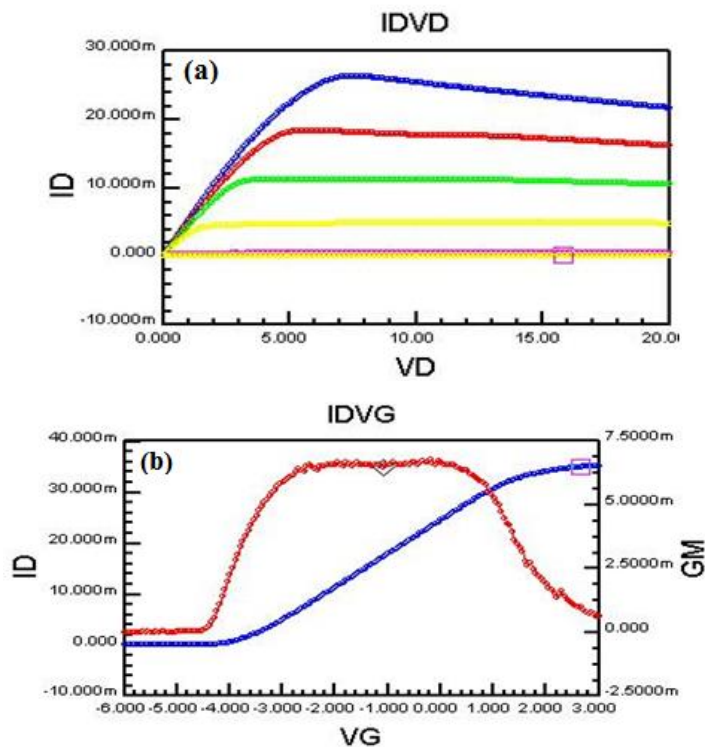


<圖三>元件基礎電性量測設備

第三天(2016/08/06)

上午十時與 Kakushima 教授會談，;因此本次拜訪主要針對近期來雙方正進行之合作計畫主題成果進行意見交換與檢討;同時針對最近兩次本團隊研究人員在該實驗室所進行之實驗結果數據分析互相分享。近年來由於傳統矽基板元件在特性改善發展上漸漸遇到瓶頸，使得擁有高電子遷移率以及高能間隙特性的三五族複合物材料備受期待;但由於三五族複合物並沒有原生氧化

物的存在，因此，如何製作出良好之氧化物與半導體界面以及得到高介電係數之氧化層便成為當前三五族元件之研究開發最熱門的課題之一，而此高品質之氧化層在元件電氣特性上將扮演十分重要之角色。有鑑於此，本研究團隊與 Iwai/Kakushima 實驗室研究團隊具體合作之計畫之一為開發應用於金氧半氮化鎵高電子遷移率電晶體(GaN MOSHEMT)之新型高介電係數材料，希望將該實驗室在高介電係數材料與薄膜成長方面之專長與本研究團隊在元件製程部分之專長進行結合，而所選用之氧化物材料主要以氧化鏷(La_2O_3)/氧化鈦(HfO_2)以及氧化鏷(La_2O_3)/氧化矽(SiO_2)兩種複合式氧化層材料為主。雙方針對元件量測結果進行確認，圖四所示為氧化鏷(La_2O_3)/氧化矽(SiO_2)複合式氧化物之氮化鎵金氧半元件於 500°C 退火溫度條件下之電性表現，基本特性優良。



<圖四>氧化鏷(La_2O_3)/氧化矽(SiO_2)複合式氧化物之氮化鎵金氧半元件於 500°C 退火溫度條件下之電性表現

第四天(2016/08/07)

上午 10:00 參訪日本東京工業大學 Prof. Hatano 實驗室，由其實驗室博後介紹 Diamond Film 鍍膜設備，該實驗室長期致力於 high quality Diamond Film 之製備，成果斐然，其中有多項成果已實際運用於新幹線系統中，令人印象深刻!



<圖五>參訪實驗室前於東工大校門口留影



<圖六>Hatano 實驗室鍍膜設備

由於與 Prof. Hatano 是舊識，因此參觀完實驗室後一同用餐並前往近郊有名之機器人實驗室參觀 ASIMO 現場表演，對於日本在機器人工業上之發展留下深刻印象!!!

第五天(2016/08/08)

於下午 2:00 與 Prof. Kakushima/Hatano 進行會談，主要針對下學期新增課程中欲邀請東工大教授數名赴交大授課之細節安排進行最後確認，同時針對雙聯學位實際執行面所面臨之問題進行探討。由於雙聯學位為本學院重點，因此雙方就下列重要議題達成初步共識:

(1)針對修習雙聯學位之學生在雙方課程科目部分將從寬認可，此舉之主要目的為減低學生之 course loading，希望學生能在實作及研究方面之訓練更為紮實。

(2)修業時程上學生將規劃以 2 年的時間在東工大完成滿足東工大碩士學位

之基本要求

(3)為了加強入學學生之資格審查機制，交大作業時程將提前，同時規劃有意願申請之同學於東工大教授前來授課時進行 face-to-face interview

(4)東工大於 credit transfer 上從寬認定

(5)本院學生申請時 follow international applicant (C) 的 rule



<圖七>會後於東工大大岡山校區地標前留影

第六天(2016/08/09)

日航 JAL(JL809)班機返台。

三、心得及建議

（一）心得

雖然本團隊與東工大早有合作，但本次為我第一次親自赴日參訪，對於兩個知名實驗室之設備及研發能量留下深刻印象，在研究主題上，由於雙方在專長上的互補性強，也因而在合作過程中均有具體產出，進一步成就了雙方在繼續深化長期合作之規劃。未來在研究方向上，將繼續耕耘 GaN on SiC 相關元件開發並具體運用於高頻及高功率應用方面，以期有效結合雙方所長，解決產業界所面臨之重大挑戰!!!

（二）建議

建議長期派研究人員固定至對方單位研究交流。

四、附錄(會議討論資料)

Dual Degree Master Program
between
Tokyo Institute of Technology
and
National Chiao-Tung University

Program Information
September 2016



TIT-NCTU Dual Degree Master Program

Program Information
<http://icst.nctu.edu.tw/>
http://www.titech.ac.jp/english/graduate_school/international/graduate_program_c/overseas.html

Period of Dual Degree Master Program
The dual degree program typically requires students 2 years efforts to complete program requirements

TIT-NCTU Dual Degree Master Program

Title of TIT Program/Degree
International Graduate Program(C)[Overseas Application]

Major (Areas of Study) of the Program/Degree
Electrical and Electronic Engineering

Faculty List in this Program
http://www.titech.ac.jp/english/graduate_school/international/graduate_program_c/pdf/listoffaculties_1609c.pdf

TIT-NCTU Dual Degree Master Program

TIT Graduation Criteria

- Dept. of PE & EE
 - Students must meet the following and earn 30 or more credits from Graduate School courses. (≥30學分研究所課程)
 - 8 credits from Seminar Courses. (Seminar: 8學分)
 - 18 or more credits from the Courses by Departments. 16 of the 18 credits must be earned from the Departmental Courses. (專業課程≥18學分, 其中16學分必須為系上開設課程)
 - 2 or more credits from Liberal Arts and General Education. (通識課程≥2學分)
 - Students must pass both the Master thesis review and the final examination. (通過碩士論文審查與考試)
 - Students must meet other rules and regulations regarding conferment of degree of the institution and department.

TIT-NCTU Dual Degree Master Program

TIT Graduation Criteria

- Dept. of EAP
 - Students must meet the following and earn 30 or more credits from Graduate School courses. (≥30學分研究所課程)
 - 8 credits from Seminar Courses and 4 credits from Research Courses. (Seminar: 8學分, Research Courses 4學分)
 - 4 or more credits from the Departmental Courses and 2 or more credits from Courses by other Departments. (本所學分≥4學分, 他所學分≥2學分)
 - 2 or more credits from Liberal Arts and General Education. (通識課程≥2學分)
 - Students must pass both the Master thesis review and the final examination. (通過碩士論文審查與考試)
 - Students must meet other rules and regulations regarding conferment of degree of the institution and department.

TIT-NCTU Dual Degree Master Program

NCTU Graduation Criteria

- Students must earn 24 or more credits from Scientific or Technical Courses. 專業課程24學分(含書報討論, 半導體元件物理與半導體製程)
- Students must pass the Master thesis review. (通過碩士論文審查)
- Students must pass the oral defense. (通過碩士論文口試)

TIT-NCTU Dual Degree Master Program

TIT Minimum Requirements for Admission

- A Bachelor degree (in an Engineering Discipline, Mathematics, or Physics) 附註: 若已拿到交大國際半導體學院研究所入學許可之大學部應屆畢業生可申請
- A GPA of 3.0 in the last two years of undergraduate work
- TOEFL-IBT, TOEFL-PBT, TOEIC or the IELTS Academic Module taken on or after May 13, 2015
- Evaluation Sheet with Recommendation
- Consent of a Tokyo Institute of Technology Faculty Member
- Field of Study and Study Program, Summary of Thesis or Research

TIT-NCTU Dual Degree Master Program

TIT Application Required Documents(1)

- Application Form (attached form: original, no photocopies)
- Field of Study and Study Program [Research Proposal] (attached form)
- Official Academic Transcripts from both undergraduate and graduate schools (originals or certified copies)
- Certificate of Graduation or Expected Graduation from both undergraduate and graduate schools (originals or certified copies)
- Summary of Thesis or Research (free format): an outline of your study or research in your undergraduate course

TIT-NCTU Dual Degree Master Program

TIT Application Required Documents(2)

- English Proficiency Test Score Report (original, no photocopies)
- Evaluation Sheet with Recommendation (in a single document) from a supervisor or head of department or similar official of the last university attended to verify the potential of the applicant (attached form) (original, no photocopies)
- Consent of a Tokyo Institute of Technology Faculty Member
- Applicant's Passport (one photocopy of the page or pages with the applicant's name, nationality, date of birth and photo)
- Application Fee: ¥ 30,000 (JPY)

TIT-NCTU Dual Degree Master Program

English Requirements (Detail)

- English Proficiency Test Score Report (original, no photocopies)
- Applicants are required to submit English proficiency test score reports from TOEFL-IBT, TOEFL-PBT, TOEIC or the IELTS Academic Module taken on or after May 13, 2015. Score reports from the Institutional Testing Program of TOEFL and TOEIC (TOEFL-ITP, TOEIC-ITP, TOEIC-IP) or other proficiency tests not specifically listed above will not be accepted.
- Applicants can request ETS or the British Council to send an official score report directly to Tokyo Institute of Technology. Tokyo Institute of Technology's institutional code number for TOEFL is "0215."

TIT-NCTU Dual Degree Master Program

English Requirements (Date)

- TOEFL-IBT: <https://www.ets.org/toefl>
 - Date info.: https://www.ets.org/bin/getprogram.cgi?urlSource=toefl&newRegURL=&test=TOEFL&greClosed=new&greClosedCountry=China&browerType=&toeflType=&redirect=&t_country1=group_Taiwan
- TOEIC: <http://www.toeic.com.tw/index.jsp>
 - Date info.: http://www.toeic.com.tw/tests_info.jsp
- IELTS Academic Module: <https://www.ieltstest.org.tw/>
 - Date info.: https://www.ieltstest.org.tw/test_date.php?s_type=ielts&s_team=a

TIT-NCTU Dual Degree Master Program

Application Evaluation

The faculty associated with the applicant's chosen area-of-study (specialization) generally evaluate applicants based upon:

- The applicant's course work in courses related to the chosen area-of-study
- The applicant's work experience in relation to the chosen area-of-study
- The applicant's Field of Study and Study Program, Summary of Thesis or Research
- The applicant's recommendations

TIT-NCTU Dual Degree Master Program

NCTU Application Deadline (to enroll TIT program in 2017 Fall)

- Feb. 13th: ICST, NCTU internal application deadline
- Mar. 1st: Announcement of ICST, NCTU internal admission list
- Mar. : Interviews with TIT professors
- Apr. : ICST, NCTU faculty help students to complete the TIT application (TIT deadline: May 15th)

NCTU Application Deadline (to enroll TIT program in 2017 Spring)

Will be announced three months before the TIT deadline

TIT-NCTU Dual Degree Master Program

TIT Application Fee

- TIT charges a ¥ 30,000 (JPY) application fee

TIT Admission and Tuition Fees

Those admitted into the Master's and Doctoral programs will be required to pay the following fees.

Admission Fee	¥ 282,000 (JPY)
Tuition Fee (yearly)	¥ 535,800 (JPY)

(The admission and tuition fees are subject to change.)

The admission fee and tuition fee can be exempted or their payment can be postponed upon request. Students who wish for exemption of the admission fee and tuition fee or postponement of their payment should submit the application form to be found in the admission procedure packet.