

The 高専@セミコンジャパンに参加して

高知工業高等専門学校



電気情報工学科 准教授 いけのうえ ひろし 池上 浩

高知工業高等専門学校（高知高専）は、昨年度に引き続き本年度も、東京エレクトロン(株)の出展ブースの一面を提供頂いて、The 高専@セミコンに出展させて頂きました。昨年度は本研究室の専攻科生3名が参加しましたが、本年度は山口研究室、芝研究室、池上研究室の3研究室から専攻科生5名と技術職員1名と、より多くの学生が参加しました。

高知高専の展示場にご来場頂いた方々の中には、学生に対し、少し消極的な印象を持たれた方もいらっしゃったかもしれません。しかしながら、セミコンの初日より2日目、2日目より3日目と日を追う毎にみると学生は成長し、積極的に自身の研究内容を説明する姿をみる事ができるようになりました。

学生からも初日では

「ただただ戸惑いで、場違いではないかと思ってしまいました。」
(専攻科1年 池 進一)

「初日はまわりの雰囲気や圧迫され、思うように説明したり、受け応えすることができませんでした。また、来場者の方からの質問で改めて気づかされることも多々ありました。来場者のみなさんは厳しい指摘というよりは、親切に話を聞いてくださり、ありがたかったです。」

(専攻科1年 藤岡奈緒)

「どんなものが見られるのか、どんなことが起こるのかとワクワクしました。」
(専攻科1年 福留誉司)

「慣れない雰囲気ゆえの戸惑いが大きかったように思います。例年に比べ来場者が大幅に減ったそうですが、これだけ巨大な規模の業界なのだ実感しました。」

(専攻科2年 渡邊優太)

「昨年度に引き続き2度目の参加ですが、会場の雰囲気には圧倒されます。本年度は自分のテーマの発表なのでしっかりと発表したいと思います。」
(専攻科2年 谷真衣)

など、戸惑い、緊張、雰囲気や圧迫といった感想が多く聞かれました。

一方、セミコンを終えてからは

「自分の研究内容を英語で簡単にまとめておくべきでした。また、分野に関わらず、基礎的な知識をしっかりと固める必要があると感じました。自らの研究開発で世の中を変えてみたいと一層思うようになりました。」

(専攻科1年 池 進一)

「英語圏の方が多くいたため、改めて英語力の必要性を感じ、自分の伝えたいことをきちんと伝えるためにも、もっと英語のスキルを磨きたいと思いました。実際の社会や企業の雰囲気や接して見て、今まで以上に何事にも意欲的、積極的に向上心を持って関わっていきたくと思いました。」

(専攻科1年 藤岡奈緒)

「他の高専や高校の方たちに質問してみて、改めてレベルの高さに気がつき、自分ももっと頑張らなくてはと思いました。」
(専攻科1年 福留誉司)

「相手に応じて空気を読む能力が必要だと思います。来場者の方たちには、専門的知識の有無や時間的余裕の有無等、さまざまな違いがあり、どなたに対しても同じような調子で説明を行うわけにはいかないと感じました。相手がどういう話を望んでいるかを見極めることができれば、より効果的なアピールが行えたと思います。」

(専攻科2年 渡邊優太)

「将来はフラットパネルディスプレイや太陽電池などの電子デバイス関係の開発者になりたいと思っています。参加させて頂いて、より一層意欲が湧いてきました。」

(専攻科2年 谷 真衣)

と、皆それぞれが何かをつかんで、積極的な姿勢へと変化していったことが伺えます。

高知高専の学生に対して、大人しく真面目で素直、こだわりが強く、オタクな感じの印象を持っているという話をよく耳にします。この様な気質は、技術者として決してマイナスになる要素ではありませんが、解釈の仕方によれば少し閉鎖的とも捉えられる環境の中で過ごした影響があるのではと考えます。学生自身は、きっかけさえ与えれば自己を変え、積極性を身につける力を十分持っていると考えています。The 高専@セミコンは、この様な環境で育った学生にとって社会と触れ合う貴重な場であり、学生が大き



専攻科1年 池 進一



専攻科1年 藤岡奈緒



専攻科1年 福留誉司



専攻科2年 渡邊優太



専攻科2年 谷 真衣

高専のカリキュラムを普通高校から大学に進学する場合と比較すると、高専の学生は1～2年早い時期に学術的な専門科目を学ぶことになります。また、定められた実験・実習系の科目の単位を修得していることが進級の必須条件となるなど、ものづくり教育に力を入れていることも特徴です。

本校では、全学生の半数以上が学寮で生活をしており、原則1年生は全寮制です。1、2年生の低学年生は平日の19:00～21:00及び21:30～消灯まで学習コアタイムとなっています。コア

く成長するきっかけになると感じています。このような機会を与えて下さった方々に深く感謝いたします。

私が、一身上の都合で地元の高知にUターンすることになり、株式会社東芝（プロセス技術開発）から、高知高専に教員として赴任してから5年が経過しました。実は赴任前は、あまり高専のことを知りませんでした。この文章を読んで下さっている方々の中でも、高専のことを詳しくご存じでない方も多いことでしょう。ここでは、高知高専の学生を育てている環境とシステムについてご紹介したいと思います。

高専は、中学校を卒業してから入学する本科5年間と大学の3、4年生に相当する専攻科の2年間で構成されています。高知高専の電気情報工学科は今年入学する学生が49期生にあたり、機械・電気工学専攻へ入学する学生が11期生となります。本科は比較的長い歴史を持ち地域や産業界でも知られていますが、専攻科は設立されてからの期間が約10年とまだまだ短いため、実態を知らない方も多ようです。

本科のカリキュラムは一般科目と専門科目で構成され、学年が上に行くにつれて専門科目の比重が大きくなります。

タイムには高学年指導生や宿直教員による巡回指導や点呼が行われるなど、しっかりと日課を管理し、落ち着いた環境で学習習慣を身につけるように努めています。コアタイムの時間は、私語は禁止で、漫画を読んだりゲームをしたり、携帯電話を触ったりすることも許されておらず、発見次第漫画やゲーム機は没収されます。学生の中には要領良く隠れて禁止事項を行っている者もありますが、何を行っているにせよ、このコアタイムの存在が、学生自身が自己と向き合い、考え、学習し、そして成長していくための貴重な時間になっているのではと感じています。

高知高専は、高知市から東に約10 kmの南国市に位置し、高知龍馬空港と高知大学の農学部隣接しています。太平洋までは徒歩で約10分、最も近いコンビニエンスストアまでは自転車約10分、最も近いスーパーまでは自転車約20～30分かかります。買い出しや遊びに行くときはこの程度の距離であれば平気で移動しますが、平日は殆どの寮生が寮と学校の往復で生活をしています。この様な立地条件も少なからず学生の人間形成に影響を与えているのではと感じます。

近年、全国的に専攻科の人気が高まりつつあり、本校で

も学業成績が上位の学生が専攻科へ進学します。学費が大学と比較して安価であるという経済的な魅力もありますが、本科5年から始めた卒業研究を、専攻科でも続けられることも大きな理由のようです。

卒業研究の内容は、学術的な研究のみでなく、ものづくりの楽しさを伝える教育研究分野や学校の中で実際に使われる様々なシステム開発など多岐にわたり、学生が自分の興味を持てる研究室とテーマを選択します。年度により変化しますが、専攻科を修了した学生は概ね約半数が就職し、残りの半数が大学院へと進学します。大学院への進学を希望する学生にとっては、専攻科での研究活動を通して大学の先生方や学生と交流し、興味ある専攻や研究室をよく考えてから希望する進学先が選べるのも魅力です。

専攻科の学生は熱意を持って自身の研究に取り組む学生が多いように感じています。本年度のThe 高専@セミコンに参加した学生でも、渡辺、池、谷の3名は専攻科在学中に国内学会のみならず国際会議での発表も経験しており、学生達が将来の目標を持ち、今やるべき自身の研究にしっかりと取り組んでいる姿がうかがえ、本学の学生でありながら頼もしく感じています。

The 高専@セミコンがこの様な学生が社会と触れ合う貴重な場であるだけでなく、様々な方々に高専の学生を知って頂くきっかけになればと考えています。

最後に、この誌面をお借りして、今回のセミコンジャパンで本研究室が展示・説明させて頂いた内容を紹介したいと思います。

本研究室では、レーザープロセス技術、半導体デバイス、原子間力顕微鏡の3つのテーマを柱とした研究を行っています。本年度の本研究室には本科生3名と専攻科生2名が在籍していますが、基本的に1人が1テーマ以上を担当し1年間で成果を出すことを目標に日々の研究に取り組んでいます。本年度はナノ粒子の生成、レーザー誘起プラズマの挙動観察、近接レーザー蒸着法、Si薄膜の直接プリント技術、背面水中レーザーアブレーション法、多結晶Si薄膜の局所欠陥評価に取り組んできました。The 高専@セミコンでは、セミコン開催までに成果が得られた、近接レーザー蒸着法、Si薄膜の直接プリント技術、背面水中レーザーアブレーション法、多結晶Si薄膜の局所欠陥評価について展示説明致しました。

「近接レーザー蒸着法」

機械・電気工学専攻2年 谷 真衣

レーザー蒸着法はマスクレスでマイクロメートルサイズのパターニングと成膜が同時に可能であることから、様々な膜の転写が試みられています。しかしながら、有機膜で

は優れた転写特性が報告されていますが、半導体や金属薄膜ではレーザーアブレーションにより転写薄膜が飛散、凝集し転写先基板で良好なパターン特性が得られないことが問題となっています。

そこで我々は、転写先となる透明基板をターゲット薄膜上部に近接して設置し、透明基板を介してターゲット薄膜にレーザーを照射することで薄膜を飛散させることなく転写を行う近接レーザー蒸着法を提案してきました。

本方式を用いれば、厚さ数十nmのSi薄膜を飛散、凝集させることなく転写が可能で、また転写と同時にSi薄膜が多結晶化することも確認されました。

現在はSi薄膜で検討を行っていますが、いわゆるパルスレーザー蒸着法で成膜されている様々な化合物系の薄膜のパターニングが容易に行える方法であると予想され、今後は様々な用途への活用を行いたいと考えています。

「背面水中レーザーアブレーション法」

機械・電気工学専攻1年 福留誉司

レーザー加工技術は優れた微細加工特性を有し、半導体デバイス製造技術においてもリダンダンシー技術におけるヒューズ切断、LED基板のチップ分割、ULSI基板のレーザースクライブ等の分野で用いられています。しかしながら、大気中でレーザー加工を行うと、加工領域に加工屑が付着し、また生産性の高いナノ秒以上のパルス幅を持ったレーザーで加工を行うと照射領域周辺に熱ストレスによる損傷が生じることが問題となる場合があります。本研究室ではこれらの問題を解決するための1つのアプローチとして、水中レーザー加工技術の開発を行ってきました。昨年度のThe 高専@セミコンでは、加工屑の付着を抑制し、低損傷で微細な加工が高速で行える高速水中レーザー加工技術に関する展示説明を行いました（SEAJ Journal 2009年1月号に掲載）。本年度は、この水中レーザー加工技術の応用分野を開拓する目的で、太陽電池のセル分割技術への適用を目指し、ガラス基板上のSi薄膜のアブレーション技術の検討を行ってきました。通常のパルス幅のレーザーでSi薄膜の除去を行うと、加工領域に残渣が付着し電気的なアイソレーションが確保できないことが問題となります。また、加工領域周辺の熱損傷や加工屑付着が特性を悪化させる可能性も示唆されます。我々は、ガラス基板側からレーザーを照射することで薄膜の除去特性が向上し、薄膜側の面に流水を供給することで加工屑を除去できることを見出しました。今後は、加工領域周辺の熱損傷や分割セル間の電気的アイソレーションを確認していく予定です。



「Si 薄膜の直接プリント技術」

電気工学科 5年 清岡雅弘

TFT はチャンネル材料に薄膜 Si を用いており、一般的に薄膜 Si のパターンニングにはフォトリソグラフィ工程やエッチング工程を必要とし、製造コストや環境への負荷が大きくなるのが問題となっています。Si や金属薄膜のパターンニング方法としてインクジェットプリント方式、レーザー転写法など様々な方式が提案されていますが、パターン形状や処理速度、Si 膜中への不純物混入などの問題があります。我々は、パターンニングを行う薄膜 Si を機械的に脆弱な層の上に形成し、レーザー照射を行うことで脆弱層の強度と密着性を向上させ、テープを貼り付けた後、レーザー未照射領域をテープ剥離することで薄膜 Si のパターンニングを行うことに成功しました。今後は、テープ剥離する際に生じる Si 薄膜のバリの低減や、膜中不純物濃度を評価していきたいと考えています。

「多結晶 Si 薄膜局所欠陥評価」

池上 浩

私達は、電流検出型原子間力顕微鏡 (C-AFM) 及び表面電位顕微鏡 (KFM) を用いて、低温多結晶 Si 膜中に存在する欠陥を局所的に観察する手法の確立に取り組んでいます。原子間力顕微鏡のカンチレバーから多結晶 Si 薄膜にキャリアを注入しつつ電流像と表面電位像を測定した結果、多結晶 Si 膜中の孤立欠陥にキャリアが捕獲される事で表面電位が上昇し、電気伝導度が局所的に低下することを見出しました。本手法を用いて多結晶 Si 薄膜の水素終端過程を観測した結果、結晶粒界近傍で水素終端され難い領域が存在することが確認されました。また、電流を流すことによるキャリアの捕獲、再放出の挙動も観察可能であることを見出しました。今後は、キャリアの移動度と局所欠陥の関係や、太陽電池薄膜材料の局所欠陥と光電変換効率の関係などを調べていきたいと考えています。

池上研究室 紹介

池上 浩 ikenoue@ee.kochi-ct.ac.jp
 谷 真衣(専攻科2年), 福留 誉司(専攻科1年), 清岡雅弘(本科5年)

多結晶Si薄膜直接パターン技術

近接レーザー蒸着法

Q-switch Nd:YAG 第2高調波
 レーザー波長 : 532 nm
 パルス幅 : 4 msec
 ビーム径 : φ70 μm
 照射パルス数 : 1 pulse

合成石英基板と多結晶Si膜との間に約150 nmのギャップが存在

転写されたSi薄膜の評価

転写されたSi薄膜の評価: 照射エネルギー密度 1 J/cm²

結晶粒界の観察 (SEMにて観察)
 AFM像の断面形状図

背面水中レーザーアブレーション

Q-switch Nd:YAG 第2高調波
 レーザー波長 : 532 nm
 パルス幅 : 4 msec
 ビーム径 : φ25 μm
 照射パルス数 : 25 pulses/foculation

加工前が流水によって除去される
 加工後の付着なし

加工結果(光学顕微鏡像)

加工結果(光学顕微鏡像)

Si薄膜の直接プリント

1. 脆弱な中間層の上に α-Si を成膜
 2. レーザー照射
 3. テープによる剥離

プリントされたSi薄膜

プリントされたSi薄膜
 光学顕微鏡像 150 μm

測定原理

電流検出型原子間力顕微鏡にて同一位置を連続的に走査

多結晶Si薄膜観察結果

1st Scan 4th Scan

キャリア捕獲により結晶粒界内の電流伝導度が低下
 孤立欠陥の存在

欠陥不活性化過程の観察

水素化処理前 水素化処理後

結晶粒界近傍に水素が終端領域を形成
 欠陥不活性化が促進・場域的に存在
 (半導体特性向上)

キャリア捕獲・再放出過程観察

電流大の領域に電流が集中して電位が上昇
 電流小の領域に電流が集中して電位が低下
 キャリア捕獲領域

電流大の領域に電流が集中して電位が上昇
 電流小の領域に電流が集中して電位が低下
 キャリア捕獲領域