

2010年8月30日

NNIN 夏期研修報告

工学研究科 ナノメカニクス専攻
江刺・田中研究室
塚本貴城

2010/6/7~2010/8/14までの期間米国 National Nanotechnology Infrastructure Network (NNIN) の夏期研究体験プログラムに参加した。このプログラムは NNIN が米国学部生向けに開催しているプログラム (REU = Research Experience for Undergraduates) であるが、日本からも National Institute for Materials Science (NIMS) を通して5名の大学院生がプログラムに参加し、米国各地の大学で研究を行った。私は、2010/6/7~2010/8/11までの期間 Georgia Institute of Technology (Georgia 州 Atlanta) で、Dr. Brown の下で研究を行った。

クリーンルームは非常に良く整備されており、装置も充実していた。図1にクリーンルームの様子を示す。クリーンルーム内は小部屋にわかれており、それぞれの部屋ごとに10個程度の装置とドラフトが設置されている。同じ装置が複数個置いてある場合には、それぞれ投入できるサンプルやプロセスが分けられている。床はグレーディングではなく、クリーンルーム入室の際にエアシャワーもなかったが、クリーンルーム内はいくつかの自動ドアで区切られており、奥に行くにしたがいクリーン度が高くなる構造であった(図2)。この構造によってクリーン度を維持していると思われる。装置は4inchで統一されており、コンピューター制御やロードロックを備えた装置が多く、通常の使用は非常にスムーズ、迅速に行えた。しかし、一旦装置が不調になると、自分で調整することや修理することができず、クリーンルームスタッフにすべて任せる事になり、しばしば復旧まで待たされることとなった。この点は教育という観点からも、江刺・田中研究室やマイクロ・ナノマシニングセンター(MNC)で行われているような、学生自らの手で保守・整備を行う運営方針が良いと感じた。装置の予約はWEB上で行い、実際の装置の使用の際には、クリーンルームに設置されたタッチパネル式の端末で、ログイン処理をしてから使用する(図3)。ログイン処理をしなければ装置のモニターの電源が入らず操作ができなくなっている。また、使用中の装置や、故障中の装置が色分けで表示され、一目でわかるようになっている。さらに、正式なトレーニング手順をクリアしなければ、ログインができなくなっており、勝手に知らない装置を使う事ができなくなっている。トレーニング制度は以下のようになっている。まず、1~2週間に一度開催される、装置の説明会に出席し、その後オンラインテストを受ける。このテストで規程の点数以上を得られれば、すでに装置の使用経験のある人と一緒に、実際に装置を用いて使用の練習を行う。最後に、クリーンルームのスタッフによって、実際に装置を使用しながら、単独で使用できるかどうかをテストされる。このような制度があるために、装置を使用開始するまでに時間はかかるが、装置の事を良くわからない人が勝手に使って装置を壊すという危険性は低くなっている。

東北大との大きな違いは廃液の管理であった。有機廃液は専用タンクで回収するが、酸・アルカリ廃液はすべて大量の水とともに廃棄していた。一方、健康管理には大きな注意が払われており、スピニングなどの有機溶剤を使用する装置は、すべて簡易ドラフト内に設置され、有機溶剤等が室内に拡散しないように考えられていた(図4)。また、有機物が付着した紙類は専用のゴミ箱に入れることになっており、これらのゴミ箱も排気ダクトが繋がっていた。

”Fabrication of Recessed Bond Pad for Scalable Multiplexed Ion Traps”という題目で研究を行った。量子コンピューター用のイオントラップを集積化するにあたり、集積度が増すにつれ電極数が多くなり、結果としてデバイスから外部へ引き出す配線数も多くなる。そのため、ボンディングワイヤーがレーザー光路を遮ってしまい、冷却や状態操作、読み出しができなくなってしまう。そこで、ボンディングパッドを、レーザー光を邪魔しないように、エッチングした構造の底面に作成することが提案されている。今回の研修では実際にボンディングパッドの作成を通して、作成プロセスの問題点を洗い出し、その解決を行った。作成中に大きな問題となったのは、エッチングされた凹凸のある表面への、フォトレジストのスピニングコートである。表面張力によるフォトレジストの流動により、フォトレジストがエッチング溝の凸部から凹部へ移動してしまい、凸部がフォトレジストで覆われないという問題点が浮上した。そこで、エッチング構造の角部の形状を変更させ、表面張力の影響を低減させたり、フォトレジストのコーティングの手順を変更して、厚く塗布するなどの工夫をし、その問題点を克服することに成功した。

以上の結果を、2010/8/11~2010/8/14に、University of Minnesota (Minnesota 州 Minneapolis)で開催された Convocation において発表した。

今回の研修を通して、日米の大学での違いを感じる事ができた。米国の大学が優れているところもあるが、東北大の方が優れている点も多く、今後は今回の経験を基に、さらに改善していき、より優れた研究施設を作りたいと感じた。

今回の研修は、NIMSの平原様、富澤様、東北大学の齋藤様、Georgia Institute of TechnologyのDr. Healy, Dr. Brown, Mr. Merrill, Ms. Hutchison, Ms. Palmer, Ms. O'Neill 他多数の関係者の皆様のご尽力、NIMS, NSF, NNINの助成により実現いたしました、御礼申し上げます。



図 1. クリーンルーム内小部屋の様子



図 2. クリーンルーム入り口付近から奥を見たところ。自動ドアで区切られており，奥に行くほどクリーン度が高くなる。

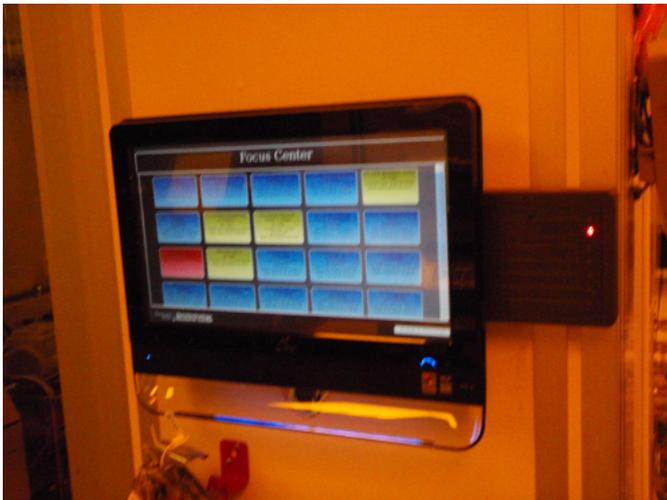


図 3. タッチパネル式ログイン端末。各小部屋に設置され，ログイン処理を行う。色分けで装置の状態が示されている。



図 4. スピンコーター。アクリル製の容器内は排気されており，有機溶剤が室内に拡散しないよう工夫されている。矢印の位置に見える赤いゴミ箱も有機溶剤付着物用であり，内部が排気されている。