

出張報告

第 6 回 III 族窒化物結晶成長国際シンポジウム(ISGN-6)に参加して

JST CRDS ナノテクノロジー材料ユニット 佐藤勝昭

会議概要

標記国際会議が、11/8-11/13 の 6 日間浜松市のアクティ浜松のコンgresセンターで開催された。この会議は 2006 年に第 1 回がスウェーデンで開催された後、日本、欧州、米国の回り持ちで開催されており、今回が第 6 回となる。主催は、日本結晶成長学会(JACG)、共催は応用物理学会、学振 161, 162 委員会。組織委員長はノーベル賞受賞者の天野浩教授(名大)、実行委員長は三宅秀人教授(三重大)、論文委員長は藤岡洋教授(東大)である。

私は三宅委員長の依頼で、ノーベル賞受賞者 3 名の似顔絵(右図)を描いたことから、この会議に招待されることとなった。なお、この図はカンファレンスバッグにも使われ、参加者から好評であった。

今回の参加者は 430 名(過去最高数)、論文数は 289 であった。参加者を国地域別に分類すると、日本 257、米国 28、ドイツ 24、台湾 17、中国 16、フランス 13、韓国 13・・・となっている。

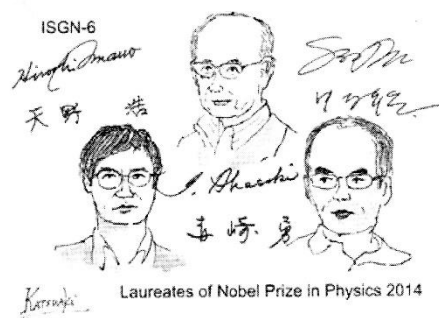
Technical Program は、Plenary(40 分) 4 件、Keynote(25 分) 18 件、Invited(20 分) 16 件、Contributed(5 分) 247 件から構成された。11/9 は Opening Session の後、ノーベル賞記念講演として、Monemar, Amano, Nakamura の 3 講演があった。(筆者は、さきがけ「相界面」研究会にアドバイザーとして出席するため、Opening Session 後 JST に戻ったため、Monemar, Amano の講演は聴講できなかった。)

11/10, 11/11 の 2 日間は朝 1 番の Plenary の後は、結晶成長を中心とするセッション A とキャラクターゼーション+デバイスを中心とするセッション B のパラレルセッションで進められた。すべての講演は Poster 展示が行われ、パラレルセッションであるデメリットを補った。11/12 はシングルセッションで Plenary 1 件と Keynote 14 件であった。Social Program としては、11/8 は Welcome Reception, 11/9 は Nobel Prize Reception, 11/12 は Banquet, 11/13 は Excursion があった。

セッションのまとめ

III 族窒化物は LED, LD などの光デバイス応用に加え、SIC に続く次世代パワーエレクトロニクスの応用が期待されており、いずれにもエネルギー問題への貢献が期待されている。多くの講演者が、マクラでこのことに触れていた。

以下では名西国際諮問委員長の Closing Talk でのまとめをベースに、私のメモと、三宅実行委員長、藤岡論文委員長らにインタビューに基づいて記述する。なお、この国際会議は、結晶成長を主体としているため、デバイスそのものについては、やや物足りないという感想を持った。



Illustrated by Katsuaki Sato (Professor Emeritus, TUAT)

バルク結晶成長

Bulk GaN について特筆すべきは、森勇介教授(阪大)による Na フラックスを用いた溶液成長において複数の種結晶を使う「マルチシードフラックス成長」である。この方法で 4" の大口径単結晶が作製されている。

もう 1 つは、ポーランドの Isabella Grzegory 博士によるアモノサーマル法で作製した単結晶を種として(ハロゲン気相化学エピ(HVPE)成長で高品質のフリースタANDING単結晶を得たことである。また、アモノサーマルと HVPE のハイブリッドによる高品質基板も実用段階に入った。



Grzegory

エピ成長

エピ膜成長においては、これまで使われて来た MOVPE に対し、高品質の MBE が見直され、MBE-MOVPE ハイブリッドが注目される。

UV-LED をめざす AlN のエピ成長において、福山 博之教授(東北大)は、サファイヤ基板にバッファ層なしに AlN を MOCVD でエピし、N₂-CO ガス中で 1500-1700°C で熱処理することで、転位密度 10⁸ 台の高品質の膜が得られるという発表が注目された。界面に γ -AlON(cubic 逆スピネル)が形成されることによると言う。



Fukuyama

DUV-LED をめざす AlGaIn, AlN の薄膜および量子ドットの成長の報告が多かった。RIKEN では DUV では表面からの光取り出し効率を上げるために表面層にバンドギャップの大きな p-AlGaIn を使うなどの工夫によって高効率の 260nm の DUVLED に成功している。350nm UV-LD の報告もいくつかあった。

ナノワイヤ成長

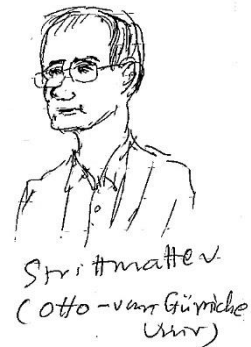
Z. Mi 教授(McGill Univ)は III-N ナノワイヤの作製に取り組んでいる。一般に窒化物エピ薄膜の転位密度は 10¹⁰ におよぶがナノワイヤではほとんど転移が入らない。自己触媒でナノワイヤが形成でき、ドーパントを工夫することで極性の制御も可能だという。MI らは、ナノワイヤを用い、3 次元量子閉じ込め構造の導入で AlGaIn ナノワイヤレーザーの発振に成功している。77K において 262nm の DUV で閾電流 200A/cm² を報告した。このナノワイヤは光合成にも利用できるという。



MI

パワーエレクトロニクスデバイス

Si 基板上に GaN を積む技術は、大きな問題は解決し、産業化の段階に入っている。Strittmatter 教授(Otto-von-Guericke Univ.)は「GaIn on Silicon—a success story」と題した講演で、量産体制のためには大口径化が必要で、基板としてはシリコン敷かない。しかし、シリコン基板上へのエピ成長の課題は、54%に上る熱膨張差の克服にあったという。さらにクラック形成とメルトバック エッチングによる損傷もあった。Amano が 1999 年に報告した低温成長 AlN バッファによって、多くの問題が解決、現在では 14.3 μ m の GaIn-on-Si がクラックフリーでできており、fully scalable technique となっている。成長中に AlGaIn interlayer を挟むことで貫通転位を大幅に減少でき、転位密度は 10⁸ に軽減されている。



Strittmatter
(Otto-von-Guericke Univ.)

キャラクターゼーション

今回、ドイツからの参加者が多かったが、その多くが先端計測によるキャラクターゼーションを前面にだしていた。

中でも、J.Chrsiten (Otto-von-Guericke Univ.)は HAADF (High-Angle-Annular-Dark-Field)-STEM)と STEM-CL を組み合わせて、BSF(basal plane stacking fault)と PSF(prismatic stacking fault)という 2 種の積層欠陥の生成と消滅を追跡した研究は圧巻であった。

その他

発光デバイスだけでなく、アバランシェフォトダイオードやフォトカソードへの窒化物応用も興味深かった。名大では、TEM の電子銃に窒化物フォトカソードを用い、パルスレーザー励起でパルス電子線を作り、生体材料を時間分解計測する試みが報告され注目された。また THz の QCL(quantum cascade laser)も興味深かった。また、光触媒、光合成など広い分野への応用が進んでいることにも関心が寄せられた。

Social Program

Welcome reception, Nobel Prize Reception, Banquet とも原和彦現地実行委員長の細かい配慮が感じられ参加者は満足したようであった。また、Banquet に平行して Student Gathering が開かれるなど新しい試みも見られた。

下には、浜松城スケッチ、Banquet での Jazz 演奏風景スケッチを添える。

