

日本MRS ニュース

For the Interdisciplinary Materials Research
Vol.19 No.4 November 2007

MRS-J
The Materials Research Society of Japan

発行 ©日本 MRS 事務局

〒105-0003 東京都港区西新橋 1-5-10
新橋アマノビル 6階
社団法人未踏科学技術協会内

Tel: 03-3503-4681; Fax: 03-3597-0535
http://www.mrs-j.org/ mrs-j@snitt.or.jp

■ やあこんにちは ■

いま、スピントロニクスが熱い！

東京農工大学名誉教授・科学技術振興機構さきがけ研究総括 佐藤 勝 昭

物質科学研究のなかでいま最も熱い分野がスピントロニクスではないだろうか。ごく最近まで電子のもつ二つの性質である電荷とスピンは別々に取り扱われ、それぞれが独立に発展してきた。電気と磁気の相互変換には Maxwell 方程式に代表される電磁気学が使われてきた。電気信号の磁気情報への変換にはアンペールの法則が、磁気情報の電気信号への変換にはファラデーの電磁誘導の法則が使われた。どちらの変換にもコイルが使われてきた。

金属や磁性半導体において、キュリー温度付近でスピン依存散乱が起き電気抵抗率が高くなること、強磁性体において異方性磁気抵抗効果や異常ホール効果など電気輸送現象が磁化に依存することなど、電気伝導現象にスピンの関与することは 1960 年代にすでにあきらかになっていた。しかし、磁気的な相互作用は物質固有のいわば作りつけの性質であるので、人工的に制御することは不可能であると考えられていた。

状況が大きく変わってきたのは、人類がナノサイエンス、ナノテクノロジーを手にした 1980 年代からであった。Gruenberg が強磁性金属/非磁性金属/強磁性金属からなる人工的な超構造において、磁性体層間の反強磁性的な結合を見出したのは 1986 年のことであった。1988 年、Gruenberg と Fert のグループは、独立に磁性体/非磁性体の人工格子において巨大磁気抵抗 (GMR) を見出し、スピントロニクスという新しい分野を切りひらいた。これによって、コイルを使わずに磁気から電気への変換ができるようになったのである。ちなみに Gruenberg と Fert には 2007 年日本国際賞、ついでノーベル物理学賞が授与された。

IBM では GMR を利用した磁界検出素子 Spin Valve を開発し、ハードディスクドライブ (HDD) に実装した。Spin Valve の導入によって HDD の高密度化がそれまでの 10 年 10 倍のペースから 10 年 100 倍のペースに急展開したことは記憶に新しい。

GMR の発見から時を置かずして磁性/非磁性人工格子における磁性層間相互作用が非磁性層の層厚に対して振動的に変化することが発見された。人類は、ついに交換相互作用を人工的に制御する手段を手にしたのである。

磁性と伝導の係にさらなるブレイクスルーをもたらしたのは、Miyazaki による 1995 年の磁気トンネル接合 (MTJ) における室温での大きなトンネル磁気抵抗効果 (TMR) の発見であった。MTJ とは、2 枚の強磁性体層で極めて薄い絶縁物を挟んだトンネル接合で、磁化が平行と反平行とで電気抵抗が大きく異なる現象である。この発見を機に TMR は、世界の注目するところとなり、直ちに固体磁気メモリ (MRAM) および高感度磁気ヘッドの実用化をめざす研究開発が進められ、TMR ヘッドは 2004 年に、MRAM は 2006 年に市場に投入された。そして 2004 年、Yuasa によって TMR は革命的なブレイクスルーを迎えた。それまで用いられてきたアモルファス Al-O に代えて MgO 結晶



をトンネル障壁に用いることで、数百%におよぶ大きな TMR 比を実現したのである。

1999 年、新たなスピントロニクスの分野としてスピン注入磁化反転が登場した。強磁性電極からスピン偏極した電流を反平行なスピンをもつ対極強磁性電極に注入すると、スピン角運動量のトルクが対極電極の磁化にトランスファーされて磁化反転をもたらすという効果である。当初は 10^7A/cm^2 という大電流密度を必要としたが、現在では $10^5 \sim 10^6 \text{A/cm}^2$ にまで低減されてきた。ついに人類は、コイルによらずに、電流を磁気に変換することに成功したのである。また、磁

壁を動かすだけであれば、もっと低い電流密度でも十分であることが実証されている。かくして、電気と磁気の相互変換が Maxwell 方程式から解き放たれようとしているのである。

最近での最も大きなトピックスはスピンの制御の概念である。電荷の流れとしての電流は、キャリアの衝突までの平均自由行程によって表される散逸を受ける。これに対し、スピンの流れは電子の不純物やフォノンとの衝突の際に散逸を受けにくいため、スピン拡散長は平均自由行程よりかなり長い。しかも、スピン流の舞台は、磁性体である必要はなく、非磁性の金属でも半導体でもよい。最近ではなんとグラファイトの 1 層 (グラフェン) においてもスピン流を注入できることが明らかになってきた。

スピントロニクスのもう一つの流れは、磁性半導体である。1991 年、Munekata, Ohno らは低温 MBE 成長によって InAs に大量の Mn を添加することによってキャリア誘起強磁性を発現することに成功した。Ohno は 1996 年に GaAs: Mn において強磁性を発見した。当初 120 K くらいであったキュリー温度は、結晶成長技術の進展によっていまでは 170 K 以上にまで高くなっている。特筆すべきは、InMnAs の磁性がキャリア誘起であるために、FET 構造を作ることによって、キャリア密度を制御し、そのキュリー温度、ひいては磁化をゲート電圧で制御できたことである。また、磁性半導体を LED 構造へのスピン注入電極として用い、発光の偏光性が制御できることが明らかにされている。Tanaka らは磁性半導体を用いて TMR 素子を作ることに成功している。磁性半導体の場合、スピン注入磁化反転が金属系より 2 桁低い電流密度でも起きることが確認されている。

以上、スピントロニクスの最近の展開を紹介した。スピン注入、スピン蓄積、スピン緩和などスピン流の制御は、CMOS に代表される Si のデバイスが限界を迎えつつあるいま、それに代わる新しい革新的次世代デバイス技術の芽として熱い視線を浴びている分野である。スピン科学がナノの舞台を得て、大きく育ちつつあり、進歩が速すぎて目が離せないほどである。この分野の発展には、Materials Science の確固たるベースが必要である。日本 MRS においても、ぜひともこの分野により多くの研究者が関心を寄せていただくことを期待している。

錫めっき・はんだ上に発生するウイスカの生成機構を解明し、抑制技術を確立する。

- ・微構造の定量的解析法の確立とナノテクへの応用

TEM 及び SEM (とくに低エネルギー SEM) による微構造解析技術の改善・改良を行う。また、新規機能材料開発のため他機関および企業技術者に対して超顕微解析に関する技術支援(文部科学省「九州地区ナノテクノロジー拠点ネットワーク」)を行う。

(3) 環境・新エネルギー領域

- ・異種接合ナノ界面の特異ガス認識機能を用いた高性能センシングデバイスの構築

酸化物系イオン導電体/酸化物半導体などの異種接合界面を形成させることにより、優れた特異検知機能を発揮するガスセンシングデバイスを設計・構築する。

- ・高性能電気化学キャパシタ用としてのナノ構造電極材料の開発
- 電極材料として遷移金属酸化物、高分子材、カーボンナノチューブなどを採り上げ、新規デバイス開発を目指す。

- ・爆薬類の超高感度検出用 SPR 免疫センサの開発

目的分子と選択的に結合する抗体の分子認識機能を表面プラズモン共鳴センサと組み合わせることにより、超高感度センシングシステムを開発する。

- ・食品の異臭検知用高性能光学式バイオセンサの開発

果汁に含まれる特徴的な芳香成分を高感度・高選択的に検出できる免疫センサシステムを開発する。

(4) 電離気体・レーザー領域

- ・マイクロ波・ミリ波デバイス及びシステムの開発と産業応用
- 高性能マイクロ波センサと画像再構成技術などを組み合わせた心拍や呼吸などの動的生体信号や生体内静的情報を可視化する技術、及びミリ波による非破壊検査システムを確立する。

- ・核燃焼プラズマのための先進的計測法の開発

測定要素技術の開発・製作をめざしてイメージングアレイの最適化を進めた。さらに、大型磁場閉じ込め装置への適用実験、電磁波伝搬の計算機シミュレーションを行っている。

(5) 次世代ワイヤーハーネス領域(寄付領域)

- ・ハロゲンフリー化とトレードオフの関係にある物性値の向上、新規ポリマー・添加剤開発、実用的評価法の確立、難燃化剤開発
- これまで主流であった PVC に替わる被覆材の開発をめざし、新規高分子材料の合成と企業が持つブレンド技術と融合させることにより、新規実用性材料の創出を目指す。

本センター・プロジェクト部門は、高性能基板材料、新規デバイス材料、センシングシステム、評価解析技術などを主なキーワードとして開発研究を行っている。本センターの特長を活かし、さまざまな提案公募型の産学協同研究開発プログラムに積極的に応募している。その結果これまでも、科学研究費補助金のみならず NEDO、科学技術振興調整費、地域新生コンソーシアム研究開発事業、NEDO-大学発事業創出実用化研究開発事業、科学技術振興機構産学官イノベーション事業などに採択されている。さらに日米科学技術協力を始めとして多くの国際的活動に積極的に参画している。

4. 研究の成果

ここでは、筆者の研究室(先端機能材料領域)で得られた研究成果の一部を紹介する

(1) a-SiGe 膜の金属誘起横方向結晶化 (MILC) 機構

図-3 は、 $\text{SiO}_2/\text{(001)Si}$ 上に堆積させた $\text{a-Si}_{0.6}\text{Ge}_{0.4}$ に金属 Ni パターン(写真では六角形)を形成した後に 550°C でアニールした試料表面を低エネルギー SEM で観察した結果である。電子プローブのエネルギーは 0.5 kV で、(a)では物質の内部状態が、(b)は表面形状が敏感に観測できる条件での観察結果である。その結果、Ni パターン周辺から樹枝状結晶領域が発達している状況が SEM で極めて明瞭に観察できることがわかる。さらに、

TEM による断面観察と平面観察により、樹枝状結晶の先端に Ni の Si あるいは Ge 化合物粒の生成していることなど Si-Ge 系膜の結晶化機構を明らかにすることができた。

SEM の像コントラストについては、日本顕微鏡学会の「SEM 像の物理学」研究部会(代表世話人:桑野範之)において定量的解析の確立に向けて活動している。

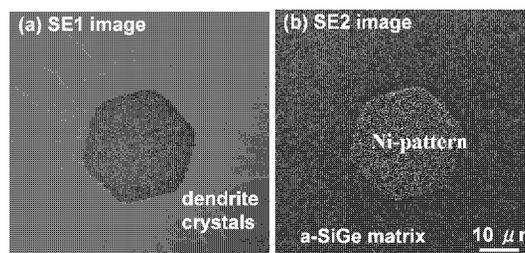


図-3 金属誘起横方向結晶化 (MILC) した SiGe

(2) III族窒化物結晶の成長機構の解明と微構造制御

筆者は1990年頃から継続的に GaN 系薄膜の TEM 解析を続け、成長プロセスや微構造形成機構を解明する研究を続けている。図-4 は GaN テンプレート上に低温堆積 AlN バッファ中間層 (LT-AlN-IL) を介して GaN/AlGaIn 層を成長させた試料の断面 TEM 観察結果である。GaN 上に直接 AlGaIn を堆積させると通常はクラックが発生するが、LT-AlN-IL の挿入により平滑な平面となる。これは、AlGaIn 層中に転位が自然に生成・消滅していることによることが明確に解明できた。

現在、InN 中の不純物酸素原子位置、AlGaIn/AlN、AlGaIn/patterned-sapphire、GaN/r(1102)sapphire などの薄膜成長機構に関する研究を遂行している。

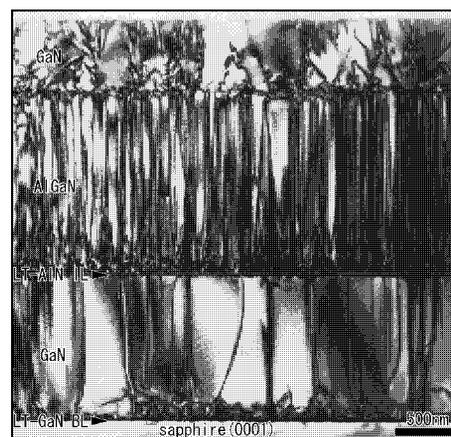


図-4 GaN/AlGaIn/LT-AlN-IL/GaN-template

5. おわりに

本文では、本センターのプロジェクト部門を中心として、その概要を紹介した。それぞれの研究内容・成果の詳細については下記ホームページをご覧ください。本センターに直接お問い合わせ下さい。

連絡先:

〒816-8580 福岡県春日市春日公園6-1
九州大学産学連携センター・プロジェクト部門 先端機能材料領域
教授 桑野範之
Tel: 092-583-8773, Fax: 092-573-8729
http://astec.kyushu-u.ac.jp
産学連携センター事務室: Tel: 092-583-7883, Fax: 092-573-8729



■トピックス

宇宙用 3 接合太陽電池の耐放射線性の評価に関する研究

日本原子力研究開発機構量子ビーム応用研究部門グループリーダー 大島 武

1. はじめに

現在、半導体素子は家電製品から自動車や電車、飛行機、さらには人工衛星まで幅広く利用されており、私達の生活には不可欠なものとなっている。特に宇宙においては、銀河宇宙線、太陽フレア放射線や地球磁場捕捉放射線（ヴァン・アレン帯）といった厳しい放射線環境で半導体素子を使用することになる。半導体素子に放射線が入射すると、電離作用による電子-正孔対発生、はじき出し損傷による結晶欠陥の発生、核反応等が生じ、その結果、誤動作、特性劣化さらには破壊といった様々な悪影響が発生する^{1),2)}。したがって、実際に際しては地上にて放射線影響を評価し、実宇宙環境での信頼性、寿命を予測する必要がある。

我々は、「耐放射線性」をキーワードに宇宙用半導体素子の耐放射線性の評価と耐性強化技術の開発、さらには原子力・加速器施設といったより厳しい放射線環境でも使用可能な炭化ケイ素（SiC）等の新材料半導体素子の開発に関する研究を進めている。

今回は、人工衛星等に搭載する宇宙用の太陽電池の耐放射線性評価の現状に関して報告する。

2. 宇宙用太陽電池の耐放射線性評価

宇宙用の太陽電池は、従来、Si やガリウム・ヒ素（GaAs）を基板とした単一材料（単一 p-n 接合）からなる太陽電池が主流であった。しかし、人工衛星が大型化、高性能化するに連れ要求される電源容量も大きくなり、現在、複数の材料を積層させ、それぞれに p-n 接合を形成することで効率的に発電を行う「多接合型」と呼ばれる太陽電池が主流となりつつある。図-1 に多接合接合のうち、三つの接合を有する 3 接合（3J）太陽電池の断面模式図を示す（図中の厚さは代表的な数値）。図-1 から分かるように 3J 太陽電池は基板に Ge（ボトムセル）を使用し、その上に GaAs（ミドルセル）、InGaP（トップセル）の積層構造を有する。図には示さないが、各セル間にはトンネルダイオードで接続され、電流が流れるようになっている³⁾。

図-2 に 3J 太陽電池の外部量子効率の波長依存性示すが、500 nm 付近の短波長領域を InGaP、750 nm 付近を GaAs、それ以上の長波長を Ge で吸収させ効率的な発電を行っている。このような工夫により、宇宙での太陽スペクトル（AM0）下で従来の単接合 Si では 18% であった変換効率が、3J 太陽電池では 27% を達成している。

図-3 に 3J と Si 太陽電池の 10 MeV 陽子線照射による短絡電流（ I_{sc} ）の保存率（初期値を 100%）の劣化曲線を示す。両者とも 10 MeV 陽子線照射により I_{sc} は低下していくが、3J 太陽電池の低下量は Si に比べて少なく、特に $10^{13}/\text{cm}^2$ の照射によっても初期値の 90% を維持しており、優れた耐放射線性を示すことが分かる。

宇宙においては、発電特性の初期値も大切であるが、運用後（つまり放射線に曝され劣化した後）の発電特性が重要であり、この意味で、3J 太陽電池は初期特性だけでなく耐放射線性にも優れている宇宙用太陽電池といえる。

実際に太陽電池を宇宙で使用す

る場合、その劣化挙動を正確に予測する必要がある。図-3 に見られるように、Si 太陽電池では陽子線量 $10^{14}/\text{cm}^2$ 付近に、若干の回復後、急激に出力低下することが知られている。この原因については、基板のキャリア濃度枯渇によることが明らかになっている^{4),5)}。

一方、3J に関しては $10^{13}/\text{cm}^2$ 程度までは高い I_{sc} を示すが、それ以上の照射量では急激に出力が低下することが分かる。この原因は、3J 太陽電池が異なる 3 種類の太陽電池（サブセル）が積層した構造（直列接続）であるため、 I_{sc} が、最も電流を流せないサブセルの能力に制限されることに由来する（電流制限セル）。つまり、3J 太陽電池を設計する際には、初期特性としては耐放射線性の優れた InGaP セルを電流制限セルにすることで照射による I_{sc} の低下を抑えるが、照射量が増加するに従い GaAs セルの劣化が進み、ある線量で GaAs セルが流せる電流が InGaP セルより小さくなるため電流制限セルの入れ替えが起こり、その後の 3J 太陽電池の I_{sc} の劣化が GaAs セルの劣化により決まるためである（図-4）。

このように 3J 太陽電池では構造の複雑さを反映して劣化挙動

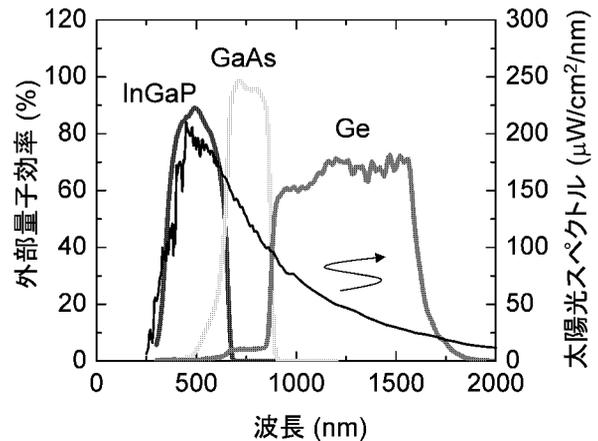


図-2 3J 太陽電池の外部量子効率の波長依存性及び宇宙での太陽スペクトル (AM0)

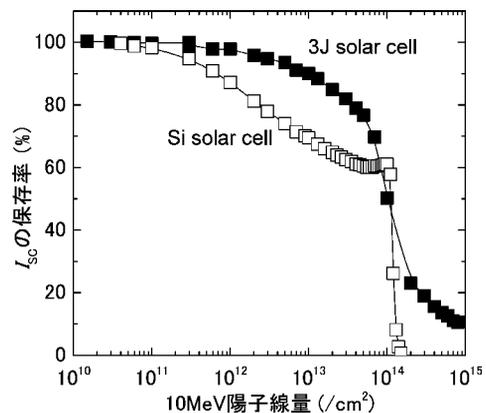


図-3 10 MeV 陽子線照射による 3J と Si 太陽電池の短絡電流 (I_{sc}) の保存率の劣化曲線

反射防止膜	厚さ: 0.14 μm
InGaP	0.3 μm
GaAs	30 μm
Ge	150 μm

図-1 3J 太陽電池の断面模式図

も複雑となるため、高精度な寿命予測や新型構造の効率的な開発のためには、劣化シミュレーション技術の確立が重要となる。図-5に我々が開発した劣化シミュレーションの流れを示す。この手法では、まずは未照射の3J太陽電池の量子効率を測定し、その結果のシミュレーションを行うことで、太陽電池の発電特性の放射線劣化を記述するうえで重要な因子である少数キャリアの拡散長(L)、基板の多数キャリア濃度(p)を見積もる。次に照射後の3J太陽電池の量子効率を測定し、その測定結果のシミュレーションを試みる。この際に、未照射の3J太陽電池で求めた重要因子を初期値とし、値を劣化させていくが、得られた結果を、(1)式、(2)式の関係式を用いて解析することで少数キャリア拡散長の損傷係数(K_L)や多数キャリアの枯渇率(R_c)を決定できる。

$$1/L^2 = 1/L_0^2 + K_L \Phi \quad (1)$$

$$p = p_0 \exp(-R_c \Phi / \rho_0) \quad (2)$$

ここで、L₀及びp₀は未照射の少数キャリアの拡散長及び多数キャリア濃度、Φは放射線の照射量を示す。決定したK_L及びR_cを用いることで、すべての照射量に対応するL及びpの変化が明らかになるため、その値を用いることで3J太陽電池の劣化曲線を予測することができる。図-5の右下に実験値(○、□)と本シミュレーションから見積もった劣化曲線(実線)を示したが、非常に良い一致を示すことが分かる。また、K_LやR_cから材料の耐放射線性に関する情報が得られるため、逆に材料の研究からこれらの値を導出することで、3J太陽電池を実際に試作しなくてもある程度の3J太陽電池の劣化挙動に関する予測が可能となり、効率的な新型3J太陽電池の開発が可能となることが期待できる。

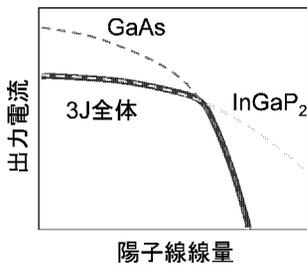


図-4 3J太陽電池のI_{sc}の劣化イメージ図

3. まとめと今後の展開

宇宙用太陽電池として主力になりつつある3J太陽電池の放射線照射による特性劣化に関して紹介した。3J太陽電池は、従来の単一接合のSi太陽電池に比べ高効率で

あるとともに耐放射線性も優れることを明らかにした。また、積層構造を反映した3J太陽電池の複雑な劣化挙動を正確に把握するために劣化挙動を簡便にシミュレーションする技術の開発を試みた。

今後は、現在までに開発したシミュレーション技術に、放射線照射による結晶損傷の効果を組み入れることで、入射粒子や粒子のエネルギーによらず、統一的に劣化をシミュレーションする技術を開発し、劣化評価試験の効率化及び実宇宙での寿命予測の高精度化に貢献していきたいと考えている。

4. 謝 辞

宇宙用太陽電池の研究を遂行するにあたっては今泉充氏をはじめとする宇宙航空研究開発機構(JAXA)の太陽電池グループの方、本機構の佐藤真一郎氏、電気通信大学の宮本晴基氏(河野研究室)の多大な協力を得ている。ここに感謝の意を表したい。

参考文献

- 1) P. E. Dodd, O. Musseau, M. R. Shaneyfelt, F. W. Sexton, C. D'hose, G. L. Hash, M. Martinez, R. A. Loemker, J.-L. Leray and P. S. Winokur: *IEEE Trans. Nucl. Sci.*, Vol. **45**, 2483 (1998).
- 2) M. Yamaguchi: *Solar Energy Mater. and Solar Cell*, Vol. **68**, 31 (2001).
- 3) K. Nishioka, T. Takamoto, T. Agui, M. Kaneiwa, Y. Uraoka and T. Fuyuki: *Solar Energy Mater. and Solar Cell*, Vol. **90**, 1308 (2006).
- 4) T. Ohshima, Y. Morita, I. Nashiyama, O. Kawasaki, T. Hisamatsu, T. Nakao, Y. Wakow and S. Matsuda: *IEEE Trans. Nucl. Sci.*, Vol. **43**, 2990 (1996).
- 5) Y. Morita, T. Ohshima, I. Nashiyama, Y. Yamamoto, O. Kawasaki and S. Matsuda: *J. Appl. Phys.*, Vol. **81**, 6491 (1997).

連絡先:

日本原子力研究開発機構量子ビーム応用研究部門グループリーダー
大島 武
〒370-1292 群馬県高崎市綿貫町1233
Tel: 027-346-9320 (直通) Fax: 027-346-9687 (直通)
E-mail: ohshima.takeshi20@jaea.go.jp

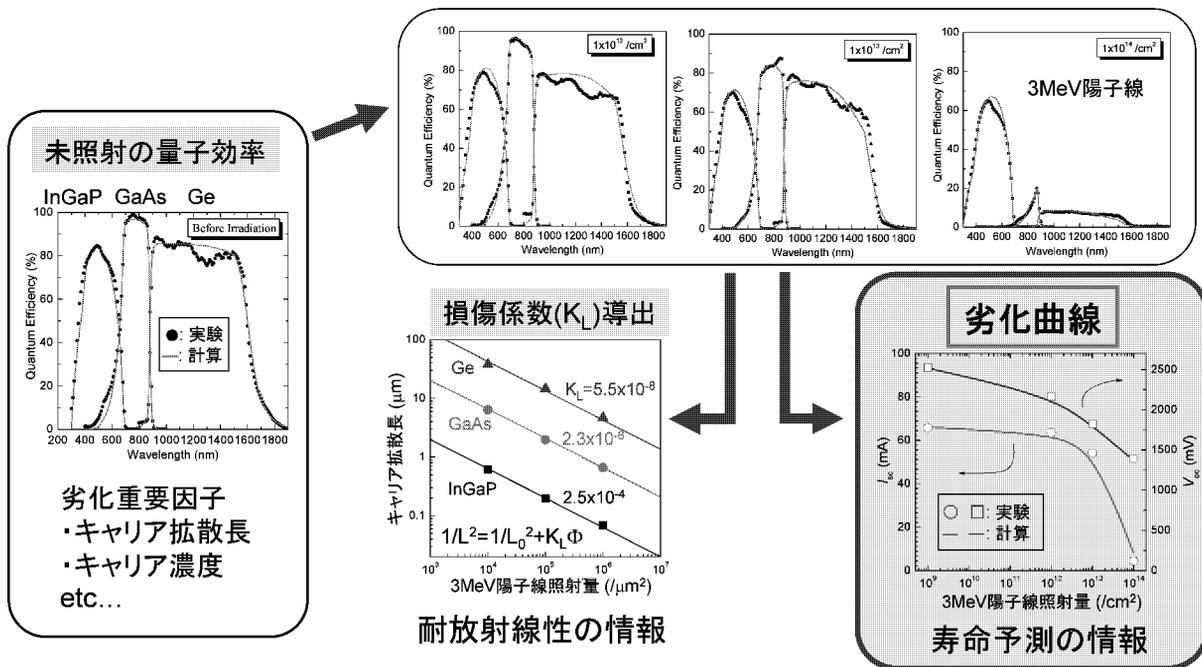


図-5 3J太陽電池の放射線劣化シミュレーションの流れ(3MeV陽子線の場合を例に示す)

■会議報告

第17回池谷コンファレンス
堂山シンポジウム2007
開催報告

池谷コンファレンス事務局長
(横浜国立大学大学院環境情報研究院教授) 鈴木 淳 史

標記国際会議が、2007年9月5日～8日に、東京大学弥生講堂・一条ホールにおいて開催された。「人類を救う材料の夢と創造と実現」をテーマに、先進材料研究分野の中でも、ナノ・マイクロ構造材料、サステナブル基盤材料、次世代先進材料に焦点を当て、地球環境との調和や限りある資源の有効利用、持続発展可能な循環社会の構築の基礎となる先進材料の研究結果の発表、および各種先進材料研究・開発の戦略的展開に関する分野横断的な意見交換を行った。本国際会議の開催は、堂山昌男教授(東大・帝京科大・蘭州大名誉教授、日本MRS初代会長、IUMRS第3代会長)が名誉組織委員長、岸輝雄理事長(NIMS、元日本MRS会長)が組織委員長、前田正史教授(東大)と川口春馬教授(慶応大)が副組織委員長を務められ、池谷財団より国際会議開催の助成を頂いて、高井治教授(名大、前日本MRS会長)、七尾進教授(東大)のご指導により、1年前から準備が進められた。池谷コンファレンス組織委員会が主催し、東大、NIMS、文部科学省、環境省の後援を得て開催された。本会議は、堂山教授のこの分野の発展に対する長年のご業績に敬意を表し、同教授の傘寿のお祝いも兼ねて実施された。また、日本学術振興会の二国間セミナー(日印セミナー)が併催され、井上科学振興財団からのご支援も頂いた。国際会議全体では、口頭発表が105件(内招待講演約58件)、ポスター発表が53件で、合計150件を上回る講演があり、約200名の参加者を得た。ハイテク化を急ぐ中国、インドを始め、9カ国から約20名の外国人を含む、材料分野で指導的な立場にある多くの研究者の参加を得た。

メイン会場の一条ホールで、毎日午前を中心にプレナリーセッション(基調または招待講演)が、午後は、パラレルセッション(招待または一般講演)とポスターセッションが行われた。主題テーマに関する次の4件の基調講演を頂いた。堂山昌男教授“Materials to Save Humankind”、小柴昌俊教授“Space, Human Being, and Elementary Particle”、小宮山宏東大総長“Chemical Engineering for Technology Innovation”、そしてP. Rama Rao教授(ARCI Heiderabad, Former Vice-Chancellor, Univ. of Hyderabad, India)“The Beneficial Role of AI in Mg Alloys”。パラレルセッションでは、「ナノマイクロ構造制御材料」「サステナブル基盤材料と社会技術」「次世代先進機能材料」の3つのテーマに分かれて先進材料研究の発表と討論が行われた。また、格子欠陥フォーラムのご支援による半日のセッション、「材料研究と教育」に関するフォーラムが開催された。この研究・教育フォーラムでは、IUMRS会議で引き継がれている「材料教育、研究のグローバル化」に関する報告と討論が行われた。ポスターセッションは口頭発表とは独立して2時間実施され、若手研究者を主たる対象としてポスター賞が、組織委員の投票による審査を経て授与された。

ソーシャルプログラムとして懇親の輪を広げることを目的に、会期中毎日、その日のセッションが終了した夕方から夜にかけて、工学部内のレストラン松本楼での懇親会、明治記念館でのバンケット、大学内会館でのミニ音楽コンサートが開催された。バンケット当日は、その夜に台風9号が関東地方を直撃という予期せぬゲストもあったが、約150人もの参加を得た。コンファレンスの主旨に賛同された多くの祝辞を頂き、堂山教授のスライドショーではご研究のみならず諸外国でのご滞在の記録のご紹介に大いに盛り上がった。台風は、真夜中のうちに通過して翌日は昼から快晴となった。主題テーマに関する活発な討論、分野横断的、国際的な世代間の交流など、当初の企画が予定どおり進行し、大きなトラブルもなく幕を閉じた。これもひとえに、池谷財団からのご支援、日本MRSの会員の皆様を初めとした参加者の皆様の暖かいお力添えやご支援の賜と心から御礼申し上げます。

Proceedingsは査読付きの論文として、日本MRSの定期ジャーナル、Transactions of Materials Research Society of Japan, Vol. 33 (2008), No. 1に出版される。問い合わせ先は同コンファレンス事務局 iketani17-conf@sntt.or.jp



写真-1 一条ホールでの集合写真



■会議報告

IUMRS-ICAM 2007 報告

日本MRS会長・日本大学理工学部教授 山本 寛

10th International Union of Materials Research Societies—International Conference on Advanced Materials (IUMRS-ICAM) 2007はインド、ベンガルール(旧バンガロール)のHotel Grand Ashokにおいて、2007年10月8日(月)～13日

(土)の6日間にわたり開催された。2003年の第8回横浜、2005年の第9回シンガポールに引き続き、今回の会議となった。ホストはMaterials Research Society India (MRSI)であり、チェアはIndian Institute of Science Campus (IISc)のProf. S. B.

Kurupanidhi、コーチェアは Prof. K. T. Jacob (IISc)、そして事務局長 Prof. K. B. R. Varma (IISc) が務めた。

開催地ベンガルールは年間を通して温暖な気候であり、気温は30℃をやや下回り、過ごしやすい。インドの他の地域に比べ海外からの参加者には有難い地である。当地は近年、ハイテク、特にIT関連の多くの企業が集まるインドにおける代表的科学技術先端都市であり、1千万人近い人口にまで膨張しつつあるとのこと。人口減少問題を抱える我が国からみると、うらやましい驚異的な都市である。街には緑があふれ、街路樹の中に「胡椒華」とも呼ばれる紅い樹木花が群れ咲いているのが印象的であった。

会議のセッションは23、当初予定されていたプレナリー講演は8人であったが、キャンセルや代理講演に変わった。日本からはNIMSの岸理事長(元日本MRS会長)が「日本のナノテクノロジー戦略とNIMSの活動状況」を報告する予定であったが、藤田博士が代わって講演した。

会場となったホテルは目の前に18ホールのゴルフ場を控えた、市街地からそんなに離れていない閑静な地域にある。豪華な五つ星ホテルであったが、国際会議場とするには少々部屋、施設が不足だったようである。セレモニーやプレナリー講演は急設のテント会場となった。電源車3台を使って照明、空調や講演機器を動かしていた。印象として、施設費、滞在費のかさむホテルで今回あえて開催する必然性は感じられなかった。大学や研究所の集まるベンガルールでは、国際会議場として相応しい場所は他にも幾つか候補があったかもしれない。多くの参加者は周辺のホテルや大学関係の宿泊施設を使っていたようである。

参加者総数は約1,100名であり、約三分の一が海外からの参加者であった。発表論文数は約700であったが、最終的な数は把握できていない。今回、特にプログラムの当日変更が数多く見受けられ、そのアナウンスも十分ではなく、かなり不評をかっていただいているように思う。



写真-2 IUMRS General Assembly メンバー集合写真。左から7人目は新IUMRS会長 Howard Katz 教授 (Johns Hopkins Univ.)



写真-1 ICAM 2007 オープニングセレモニーの雑壇。立ち上がっているのはプレナリー講演を行った C. N. R. Rao 教授

会議の前日7日にはIUMRS代表者会議が開かれた。その中で、IUMRS次期第2副会長に名大の高井治教授(前日本MRS会長)が選出された。TreasurerにはChina-MRSのYafang Han教授が選ばれた。また、IUMRS関連国際会議の今後の開催地として、来年のICEM 2008はシドニー、次回ICAM 2009はリオデジャネイロ、ICEM 2010はソウル、来年のICA 2008は名古屋、ICA 2009は成都で開催されることに決まった。会員各位、是非多数ご参加頂ければ幸いである。

ご 案 内

■第18回日本MRS学術シンポジウム

一革新へ向けて躍進する先導的材料研究一

時代を切り開くイノベーションは材料の開発とデバイス化に関わっています。日本MRSは標記テーマのもとに18セッションからなる学術シンポジウムを開催します。多数の皆様のご参加いただけますようご案内申し上げます。

主催：日本MRS (<http://www.mrs-j.org/>)

日程：2007年12月7日(金)～9日(日)

場所：日本大学理工学部駿河台校舎1号館(101-8308東京都千代田区神田駿河台1-8-14)

問い合わせ先・連絡先 〒305-0047 茨城県つくば市千現1-2-1
独立行政法人物質・材料研究機構 垣澤英樹、成田悠子

E-mail: mrsj2007@nims.go.jp

セッション (†:国際セッション)

- A ドメイン構造に由来する物性発現と新機能材料/Domain structure related ferroic properties and new functional materials
- B 分子性薄膜の作製・評価・応用—高度な配向制御、配向解析、および機能発現を目指して—/Fabrication, characterization and application of molecular thin films—structural analysis and control toward the realization of novel functions—
- C 自己組織化材料とその機能 IX/Self-assembled materials IX
- D 暮らしを豊かにする材料—環境・エネルギー・医療—Mate-

- rials for living-environment・energy・medicine—
- E 固体の反応性—ナノ領域での反応制御による新材料の創製とそれを支えるサイエンス—/Reactivity of solids—materials innovation in nanoscales based on sound scientific roots
- F ナノスケール構造体の新展開—構造・機能・応用—/Recent progress in nano-structured materials—structure, function and applications—
- G X線・中性子による埋もれた界面の解析—微小領域分析およびquick計測によるナノサイエンス・テクノロジーへの展開に期待する/Buried interface science with X-rays and neutrons—advanced analysis and the new opportunities in nanosciences and nano-technologies
- H† 先端プラズマ技術が拓くナノマテリアルズフロンティア/Frontier of nano-materials based on advanced plasma technologies
- I ナノ構造精密制御と機能発現/The development of functional materials by fine control of nano-structures
- J 先導的バイオインターフェイスの確立/Frontier of Biointerfaces
- K† イオンビームを利用した革新的材料/Innovative material technologies utilizing ion beam
- L 次世代グリーンエネルギー材料創製の挑戦/Challenge to

create green energy materials in next generation
 M⁺ ゲルの科学、技術、およびその工学的・生物学的応用/Gels-
 science, technology, and their industrial and biological appli-
 cations
 N⁺ 生物系資源の最近の進歩/Advances in the application of
 biological resources
 O ネイチャーテック/Nature tech.

P マテリアル・ダイレクト・ライティング技術の展開/The lat-
 est achievements and challenges of the material direct
 writing (MDW) technology
 Q マテリアルズ・フロンティア/Materials frontier
 R⁺ 新しい分析・評価技術—材料と環境への適用/New analyti-
 cal and assessment methods in material and environmental
 technologies



To the Overseas Members of MRS-J

■ **Spintronics is Hot Now!**p. 1
*Dr. Katsuaki SATO, Prof. Emeritus of Tokyo University of
 Agriculture and Technology; Japan Science and Technology
 Agency*

For long years we have been utilizing eletromagnetism for
 conversion between electricity and magnetism: Magnetization
 is controlled by an electric current using electromagnetic coils,
 while magnetic field is converted into current by electromag-
 netic induction using coils. Recent advances in nanoscience
 and nanotechnology have enabled us to convert directly
 between current and magnetization. In 1988, Gruenberg and
 Fert indepedently discovered giant magnetoresitive (GMR)
 effect, which opened up new paradigm of spintronics. This
 finding soon has been used for practical application as high
 sensitivity reading head for HDD devices. In 1995, Miyazaki
 found appreciable tunneling magnetoresistance (TMR) at
 room temperature, leading to magnetic random access memory
 (MRAM) application. In 1999, spin-injection magnetization
 reversal technique appeared. This enables magnetization
 reversal without external magnetic field, which will provide a
 key technology to high density MRAM, if the critical current
 for switching is reduced. Thus spintronics field is advancing
 dramatically to open up new field of electronics aiming at
 beyond-CMOS technologies. Further development of
 spinelectronics requires a firm basis of materials science. We
 hope MRS-J members are intersted in this field and actively
 join into the new field.

■ **Art, Science and Technology Center for Cooperative
 Research, Kyushu University**p. 2
*Prof. Dr. Noriyuki KUWANO, Advanced Functional Materials,
 Project Division, Kyushu University*

Art, Science and Technology Center for Cooperative
 Research, Kyushu University (KASTEC) founded in 1994 is

now made of four divisions of "Liaison", "Industrial Design",
 "Project" and "Visiting Staff". Among these, the first two
 divisions play a role mainly in Kyushu University Business
 Liaison Office. The Project Division is composed of five
 Sub-Divisions of "Advanced Functional Devices", "Advanced
 Functional Materials", "Environmental and New Energy",
 "Ionized Gas and Laser" and "Next-Generation Wire-Harness
 (Contributed)." Current results of the research projects con-
 ducted by the Sub-Divisions are briefly described in this report.

■ **Study of the Radiation Resistance of Triple Junction Solar
 Cells for Space Applications**p. 4
Dr. Takeshi OHSHIMA, Japan Atomic Energy Agency, JAEA

Radiation effects on InGaP/GaAs/Ge triple junction (3J)
 solar cells for space applications are studied. Short circuit
 current (I_{sc}) for 3J solar cells keeps 90% of the initial value
 after 10 MeV proton irradiation at $10^{13}/\text{cm}^2$, although I_{sc}
 for conventional silicon (Si) solar cells becomes 60%. This
 result indicates that 3J solar cells have stronger radiation
 resistance than conventional Si solar cells. To predict the
 electrical performance degradation of 3J solar cells, a
 simulation method on the basis of fitting the degradation
 behaviors of quantum efficiencies for 3J solar cells using a
 minority carrier diffusion length and a majority carrier
 removal rate is proposed.

■ **Report of IUMRS-ICAM 2007**p. 6
Prof. Hiroshi YAMAMOTO, President of MRS-J

MRS-India hosted the 10th IUMRS ICAM which was
 almost successfully held on from 8th Oct. to 13th Oct 2007,
 at the Hotel Grand Ashok in Bangalore, India. The attendance
 was about 1100 and one third came from foreign countries.
 But we had some problems in the conference venue, the
 session programmes or administration.

目次

01 やあこんにちは いま、スピントロニクスが熱い! 佐藤勝昭	06 堂山シンポジウム 2007 報告/IUMRS-ICAM 2007 報告
02 研究所紹介 九州大学産学連携センター 桑野範之	07 ご案内 第18回日本 MRS 学術シンポジウム
04 トピックス 宇宙用 3 接合太陽電池の耐放射線性の評価に関する 研究 大島 武	08 To the Overseas Members of MRS-J

編後記 私ごとではありますが現在メーカーのエンジニアとして量産成膜装置開発に携わっています。市場競争から、より早く、低コストで(当然性能を落とさず)量産する技術が求められる一方、従来にない付加価値を生み出すことで新たな市場を創造する新しいプロセス技術も求められているところです。前者に関わる時間と労力を一日の大半に費やししながら、後者について模索する日々が私個人の実情ではありますが、本誌編集にあたっては新たな市場を創造する可能性のある先端的研究活動をされている先生方と接することができ、大変貴重な勉強の機会と刺激を頂いています。ご多忙なところ原稿執筆を快諾して頂きました先生方には心より御礼申し上げます。(川又由雄)

©日本 MRS 〒105-0003 東京都港区西新橋 1-5-10 新橋アマノビル 6F 社団法人未踏科学技術協会内

Tel: 03-3503-4681; Fax: 03-3597-0535; E-mail: mrs-j@sntt.or.jp

2007 年日本 MRS ニュース編集委員会 第 19 巻 4 号 2007 年 11 月 10 日発行

委員長: 中川茂樹 (東京工業大学理工学研究科、nakagawa@pe.titech.ac.jp)

委員: 寺田教男 (鹿児島大学大学院)、小椋理子 (湘北短期大学)、川又由雄 (芝浦メカトロニクス)、富田雅人 (コーニング研究所)、岩田展幸 (日本大学理工学部)、Manuel Brito (産業技術総合研究所)、松下伸広 (東京工業大学応用セラミックス研究所)、小林知洋 (理化学研究所)、伊藤 浩 (東京工業高等専門学校)、

顧問: 山本 寛 (日本大学理工学部)、大山昌憲 (サンバック)、岸本直樹 ((独)物質・材料研究機構)

編集: 清水正秀 (東京 CTB) 出版: 株式会社内田老鶴圃/印刷: 三美印刷株式会社