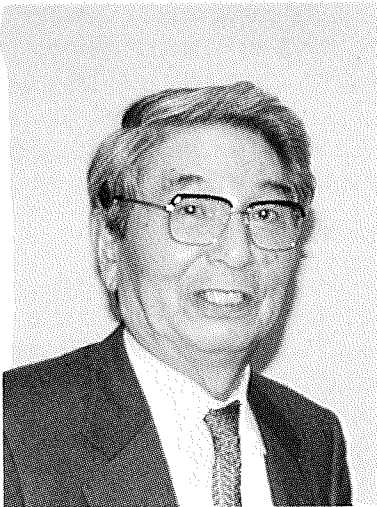


||||| やあこんにちは |||||

物質と材料

超電導工学研究所・所長 田中 昭二



1986年に高温超電導が発見され、世界にフィーバーが起きた。とにかく液体窒素温度で超電導現象が起こるということで、実用化について、実に多くの夢が語られた。そのころ、ある企業人が私に「高温超電導はまだ物質の段階で、これを材料にするには、相当時間がかかりますよ。」と言った。

その後10年を経過し、確かに臨界温度は135Kにまで達したが、高温超電導の実用化の目途は立ったとは言えない状況であり、当初の楽観論は影をひそめていった。確かにこの物質群は永い固体物理学の歴史上、はじめて出会った奇妙なものであり、調べれば調べるほど厄介なしろものであった。したがって、はじめの予想と異なり、超電導の発現機構の解明は未だに完成していない。したがって、超電導の現象論を援用して開発が進められているのが現状である。

この物質を実用化するためには、その目的に適合した形状や性能を示す材料化の道程を経過しなければならない。薄膜、バルク、線材等の材料技術が本格的に始まったのが約5年程前のことであった。

超電導現象は電気抵抗ゼロという特殊なものであるだけに、臨界温度だけを測定するがぎり、材料の不均一性や、不純度などは、ほとんど問題にならないが、実用化となるとこれらが重要な問題となって浮上する。なにしろ、四元や五元の酸化物である。はじめから覚悟はしていたものの、悪戦苦闘を免れることはできなかった。しかし5年以上経過した現在、前途に光明が見られるようになり、2005年頃には各種の試作品が続々と表れるものと期待している。実に高温超電導の発見から20年を経過しているのである。

一般に、ある重要なブレイクスルーが起こってから、それが本格的に市場化されるまでに、20年近い歳月を必要とすると言われている。良い例が半導体である。ゲルマニウムでトランジスタが発明されたのが1947年であり、それが50年代後半からシリコンに替わり、LSI特許が1960年に生まれ、そして最初のDRAMが出たのが1970年、最初のMPUは1972年に発明されている。この間実に25年近い歳月を経ているが、これらが現在の情報通信時代の基盤を築いたのである。ましてや予測もしなかった高温超電導物質群の実用化に約20年の歳月が必要であったことは、当然といえるし、むしろはじめの予測より短かったといえるかもしれない。

また、材料化の過程で、良質な単結晶の育成、不純物効果の測定、結晶粒界の研究などが、「物質科学」の推進に威力を発揮し、新しい現象が発見されている。これは、大学の研究室ではなかなか遂行できることでなく、産業界が必要に応じて実行した結果である。このような、「物質」と「材料」の間の好循環がはじまると、両者とも発展が促進されることは、過去50年の半導体の歴史が証明している。今後新しい物質が次々と発見されると思われるが、このような歴史が繰り返されると期待することは、心楽しい思いがする。

■トピックス

酸化物半導体酸化亜鉛の新展開

独立行政法人産業技術総合研究所光技術研究部門光エレクトロニクス材料グループ
同電力エネルギー研究部門薄膜太陽電池グループ・グループリーダー 仁木 栄

1. はじめに

酸化亜鉛 (ZnO) は、これまでも表面弾性波素子、焦電素子、圧電素子、ガスセンサー、透明導電膜、バリスタ等の応用に用いられてきた優れた機能を有する材料である。酸化物材料の薄膜成長技術の向上に伴って高品質な単結晶薄膜の成長が可能になり、ZnO 薄膜による新しい応用分野が拓けつつある。

ZnO は禁制帯幅 3.4 eV を有する直接遷移型の半導体で、青色から紫外域の光電子デバイス用材料として有望である。禁制帯幅がほぼ同じ GaN に比べて、励起子結合エネルギーが格段に大きく (ZnO: 59 meV, GaN: 21 meV, ZnSe: 20 meV)、室温においても高効率な励起子発光過程を利用した、単色性に優れた発光デバイスが実現可能である。

図 1 に ZnO 及びその混晶によってカバーできるエネルギー範囲を示す。II 族の Zn を Mg に置き換えた $Zn_{1-x}Mg_xO$ や Zn を Cd で置き換えた $Zn_{1-y}Cd_yO$ で禁制帯幅の変化や強い室温青色発光²⁾の報告もある。一方、VI 族の O を Se や S で置換する場合には、アニオンの電気陰性度の違いが大きいため図 1 の実線で示すような負のボーイングを示す可能性が指摘されている³⁾。このようにバンドギャップエンジニアリング技術を駆使すれば ZnO 系材料を用いて、紫外域から可視域、赤外域までの幅広い波長範囲をカバーすることができる。

さらに、ZnO は低温成長かつ低抵抗膜作製が可能という利点を有しており、光デバイス以外にも薄膜トランジスタ (TFT) や透明導電膜等の応用でも期待されている。

2. ラジカルソース MBE 装置の開発

当グループでは、半導体としての ZnO の研究には将来の量産化をも見据えた薄膜成長法を用いる必要があるという考えから分子線エピタキシャル (MBE) 法を選択した。酸素ラジカル源を用いることから RS-MBE (Radical Source-Molecular Beam Epitaxy) と呼んでいる。この成長法を選択した主な理由は、

- ① 高純度な材料を用いることで残留欠陥の原因になる可能性

- がある不純物の混入を防げること、
 - ② 2 インチ基板程度の大幅な試料の作製と量産化へのスケールアップが可能であること、
 - ③ CVD 法等に比べて反応がシンプルであり、成長の再現性向上が比較的容易であること、
 - ④ 半導体の不純物ドーピングに必要な $10^{17} \sim 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ という領域で精密な濃度制御が可能であること、
- 等である。

亜鉛は 99.99999% (7N) の金属材料をクヌーセンセルで、そして酸素は 6N の酸素ガスを RF ラジカル源により酸素原子にして供給している。酸素ラジカルを用いた理由は、酸素ガスに比べて反応性が高く、酸素を効率よく取り込むことが可能ためである。

図 2 に当グループが開発した ZnO 成長用の RS-MBE の模式図を示す。試料交換室、分析室、成長室の 3 室からなっている。

3. 高品質エピタキシャル薄膜成長

RS-MBE 法によりサファイヤ基板上へ ZnO のエピタキシャル成長を行った。まず最初に C 面サファイヤ基板上への成長を試みた。X 線回折パターンから、c 軸配向した ZnO 単結晶薄膜が作製できることがわかった。原子間力顕微鏡 (AFM) による C 面上サファイヤ上の ZnO 薄膜の評価では、サファイヤ基板との格子不整合が大きいにも関わらず、AFM での平均粗さが 0.4 nm と非常に平坦なことがわかった。

X 線回折による ZnO 薄膜の評価結果においては、 $2\theta-\omega$ スキャンでは非常に平坦な薄膜でのみ観測される X 線の干渉縞も観測された。モザイク度も非常に小さく、ロッキングカーブの半値幅は分解能限界に達する 0.003° であった。フォトルミネッセンス (PL) スペクトルでも、2.2 eV 付近のブロードな深い準位からの発光は現れず、バンド端近傍の励起子発光が支配的な高品質な薄膜が成長できることがわかった。

このように X 線回折、AFM、PL 等の評価によって高品質な ZnO の作製が確認できたわけであるが、電気特性 (移動度、残留キャリア濃度) の点で満足がいく品質の ZnO 薄膜は作製できなかった。その原因を明らかにするために ZnO 薄膜の面内配向性を調べた。C 面 (0001) と A 面 (11 $\bar{2}$ 0) サファイヤ基板上に成長した ZnO エピ膜の X 線回折の極点図を比較したところ C 面サファイヤ上の ZnO ではピークが 6 個ではなく 12 個観察され、a 軸が 30 度回転した回転ドメインが発生していることがわかった。一方、A 面サファイヤ基板上のエピ膜も c 軸配向するが、a 軸の回転が抑えられ、回転ドメインが発生しないことがわかった。これは、アニオンである O とカチオンの Zn が混在するサファイヤ A 面における対角方向での原子配列の異方性によるものと考えられる⁴⁾。A 面サファイヤ基板を用いることで ZnO 単結晶薄膜の面内コヒーレンス長が 50 nm (C 面上) から 700 nm へと長くなり、それに伴って電気特性の向上が確認された。

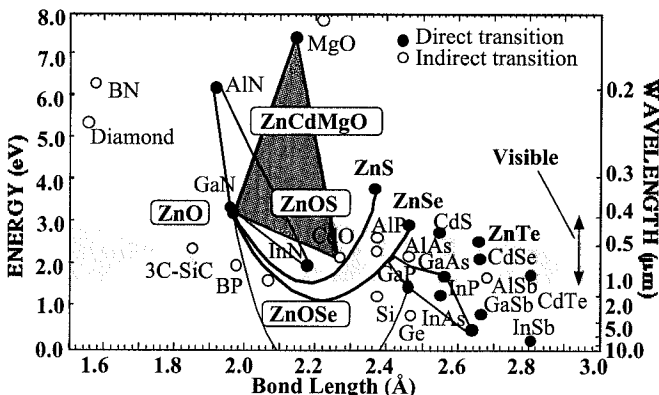


図 1 酸化亜鉛及びその混晶の禁制帯幅

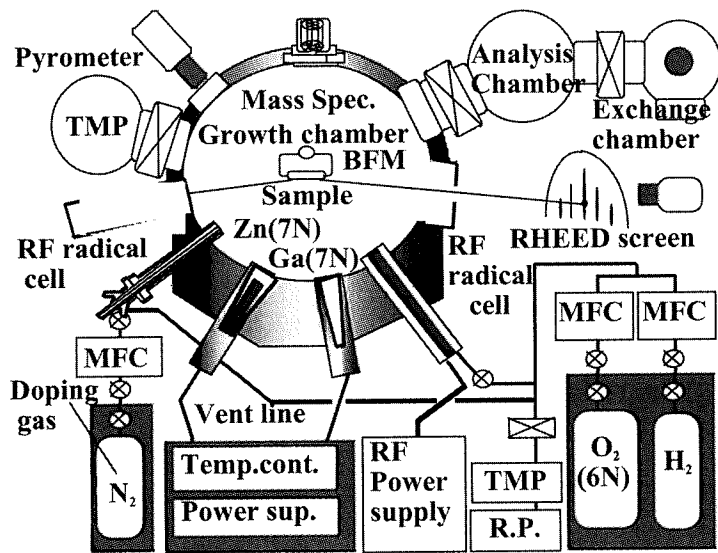


図2 ZnO成長用のRS-MBEの模式図

① A面サファイヤの使用以外にも、② 低温バッファ層の導入、③ 高温成長、④ 降温過程の最適化、等の独自の技術を開発することで研究開始時には残留電子濃度が $10^{19} \sim 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 、移動度も $10 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 程度だった特性が、短期間で残留電子濃度 $7 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 、移動度 $120 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ まで向上した。

図3にはRS-MBEで作製されたZnO単結晶薄膜のキャリア濃度と移動度を、実線で示す理論値と比較して示す⁹⁾。比較のために図3中に現在最も結晶性の高いバルク結晶の値も示した。RS-MBEでエピタキシャル成長したZnO薄膜の値は、バルクに比べて膜厚が薄く、しかもヘテロエピタキシャル成長であるにも拘わらず、バルク値に迫る値を示している。このことから、ラジカルソースMBEによるZnOエピタキシャル成長は現在最も進んだ薄膜作製法の一つであると言える。そして以上の結果は半導体グレードのZnO薄膜が得られたことを示している。この成果

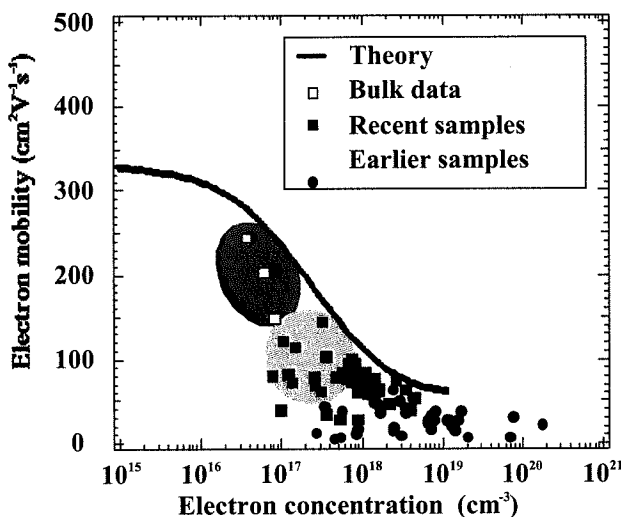


図3 キャリア濃度と移動度の関係

によって、これまで困難と考えられてきたp型ZnO作製に挑む下地が整ったと考えられる。

4. まとめと今後の課題

成長パラメーターの制御性に優れたMBE法の利点を活かし、かつ、サファイヤA面基板の使用、低温バッファ層の導入、高温成長、降温過程の最適化等の独自の手法を開発することにより、 $120 \text{ cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上の高移動度と $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以下の低残留電子濃度を持つ半導体グレードのZnO単結晶薄膜が得られた⁹⁾。これによって、デバイスを目指したドーピングの研究への下地が整った。

いくつかの研究機関からp型ZnOを作製できたという報告もあるが^{7),8),9),10)}、いずれも決定的ではなく今後の最重要開発課題といえる。

n型不純物の高濃度ドーピングは透明導電膜や低抵抗の電極層のために重要な技術である。n型不純物としては、ボロン(B)やアルミニウム(Al)が使われる例が多いが、RS-MBEにおいては、BやAlに比べて取り扱いが容易なことからGaを選択した。当グループでは、透明導電膜としてのZnOの能力を知るために、サファイヤA面基板の上にGa:ZnOのエピタキシャル薄膜を成長した。その結果、電子濃度 $n = 1.2 \times 10^{21} \text{ cm}^{-3}$ 、移動度 $\mu = 25 \text{ cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 、抵抗率が $2 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ で、かつ $400 \sim 1100 \text{ nm}$ の波長範囲で平均95%以上の透過率を示す高品質な透明導電膜の作製に成功した¹¹⁾。ZnOは透明導電膜としても非常に有用であることがわかる。

参考文献

- 1) A. Okamoto, et al., *Appl. Phys. Lett.*, **72**, 2466 (1998).
- 2) K. Sakurai, et al., *Jpn. J. Appl. Phys.*, **39**, L1146 (2000).
- 3) 岩田, セラミックステータブック, **28**, p.190 (2000).
- 4) P. Fons, K. Iwata, A. Yamada, K. Matsubara and S. Niki, *Appl. Phys. Lett.*, **77**, 1801 (2000).
- 5) J. D. Wiley, R. K. Willardson and A. C. Beer, *Semiconductors and Semimetals*, **10**, 91 (1975).
- 6) K. Nakahara, et al., *Jpn. J. Appl. Phys.*, **40**, 250 (2001); 日刊工業新聞、日経産業新聞 (1999年12月22日); 電総研ニュース 2000年2月号.
- 7) M. Joseph, H. Tabata and T. Kawai, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **38**, L1205 (1999).
- 8) K. Minegishi, et al., *Jpn. J. Appl. Phys.*, **36**, L1453 (1997).
- 9) Y. R. Ryu, et al., *J. Cryst. Growth*, **216**, 330 (2000).
- 10) T. Aoki, Y. Hatanaka and D. C. Look, *Appl. Phys. Lett.*, **76**, 3257 (2000).
- 11) R. Hunger, et al., to be published in the Proceedings of Materials Research Society, April 17-20 (2001).

連絡先

独立行政法人産業技術総合研究所光技術研究部門
光エレクトロニクス材料グループ、同電力エネルギー研究部門
薄膜太陽電池グループ・グループリーダー 仁木 栄
Tel: 0298-61-5610
E-mail: shigeru-niki@aist.go.jp

■研究所紹介

産業技術総合研究所パワーエレクトロニクス研究センター

独立行政法人産業技術総合研究所パワーエレクトロニクス研究センター・センター長 荒井和雄

センターの発足

旧工業技術院傘下の15の研究所は、この4月に独立行政法人化して産業技術総合研究所 (<http://www.aist.go.jp/>) となり、組織構造をフラット化し、23のセンターと22の研究部門に改組された。研究部門が、中長期的視野に立って特定の技術分野の活性化と分野融合的な技術領域の開拓を目指すのに対し、研究センターは、戦略的な立場から時限的(3~7年)に設置され、明確なミッションを達成することを期待されている。

パワーエレクトロニクス研究センターの設立の主旨は、「21世紀にはエネルギーの電力として利用される割合(電力化率)は、IT社会の爆発的進展、電気自動車の導入、分散電源の導入などにより、現在の約40%から益々増加する事が予想される。電力の有効利用にはパワーエレクトロニクスがキーである。そのキーコンポーネントであるパワーデバイスとして、シリコンデバイスはその物性値からくる性能限界に近づきつつある。一方、その限界を超えられるものとしてシリコンカーバイド(SiC)などのワイドバンドギャップ半導体の実用化の可能性が見えてきた。SiCなどの革新的パワーデバイス(スーパーデバイス)の実用化を促進し、新しいパワーシステム概念の創出を目指す。」となる。

現在の課題と組織

平成10年度からNEDOのもとに「超低損失電力素子技術開発」を産官学を結集して1期5年計画で進め、SiCとGaNのデバイス化のための基盤技術の確立を目指している。現在SiCでは2インチウエハが市販されているが、通常、昇華法(改良レーリー法)で成長され、マイクロパイプというミクロンオーダーの貫通欠陥など、デバイス特性に影響をもつ多くの構造欠陥がある。またデバイスプロセスにおいても、多くはシリコンプロセスを踏襲できるが、ドーピングでは、拡散法が使えず、高温注入(500℃以上)と高温後熱処理(1500~1750℃)が必要であったり、MOSゲート酸化はできるものの界面制御が難しく、MOSゲートチャンネル移動度がバルクに比べかなり低いなど、解決すべき課題が多い。従って理論的にはシリコンの1/100以下になるオン抵抗(通電時の電力損失に対応)は、現状ではシリコンの限界は超えたもののまだ1桁以上の改善が期待されている。これらの課題は相互に関係しており、材料科学やデバイス科学の観点から一貫した研究開発を必要としている(図1)。従って、結晶-プロセス-デバイス設計・評価の基盤研究については、プロジェクトの委託を受けている新機能素子協会(FED)が、産総研内に先進パワーデバイス研究室を設置してセンターと共同で集中研として行っている。企業のインフラストラクチャを活用する必要がある場合には分室も認めている。基本デバイス(接合FET、MOSFET、MESFET、GaN-MESFET)のパワーデバイスとしてのSiに対する優位性実証は、4社がそれぞれ分散研として進めている(図2)。集中研では、要素技術でのブレークスルーを目指し、TEG実証を通じて分散研への技術転移を図っている。結晶成長機構の解明、MOS界面形成、コンタクト形成、GaNのMBE成長などで世界のトップレベルの成果が出てきている。

また大学にも基礎的な研究で協力していただいている。SiCなどのパワーデバイスのパワーエレクトロニクスへの応用やそれに必要な実装・回路などの周辺技術、システムインパクトなどについては、エンジニアリング振興協会(ENNA)に「次世代パワー半導体実用化調査委員会」を設け、ニーズサイドからの検討を進めている。これらの一体運営でプロジェクトとしての成果をあげるとともに、次期プロジェクトの目標設定、センターの研究開発の方向性を明確にする努力をしている。

集中研では三十数人の研究者(研究職員、企業共同研究員、博士研究員がそれぞれ約10人)が文字通り一体となって課題毎にグループリーダーを置いて研究を進めている。バルク結晶成長、エピタキシャル成長、MOS界面制御、金属/半導体界面制御、デバイス設計・評価、GaN-MBE成長・デバイスのグループがある。リーダーは職員の場合も企業共同研究員の場合もある。複数のグループにまたがる緊急課題については、アドホックにミニプロジェクトを組んで対応している。本プロジェクトについては、この夏から秋にかけて外部評価委員による中間評価を受ける予定になっている。

国内外の開発状況

SiCのデバイス研究は、1990年代始めに35mmウエハが米国

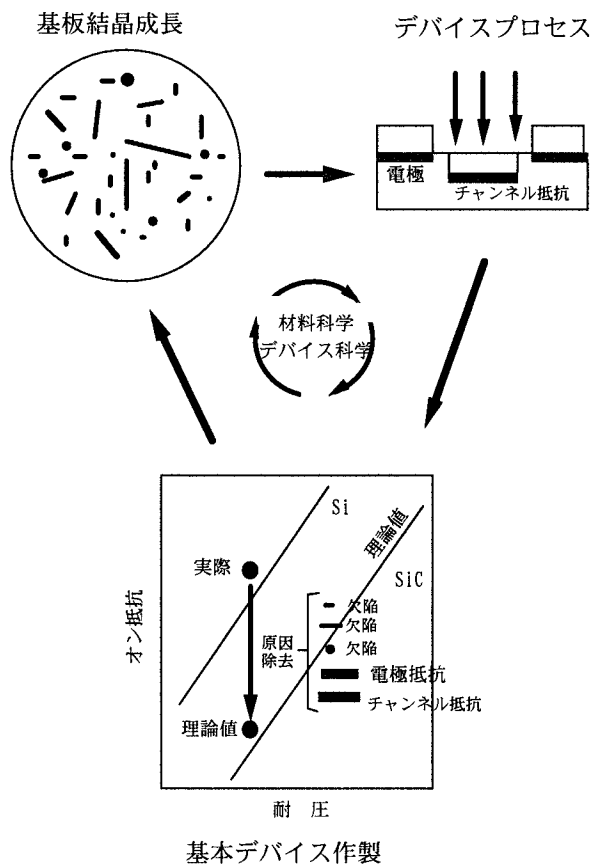


図1 SiC素子開発の戦略

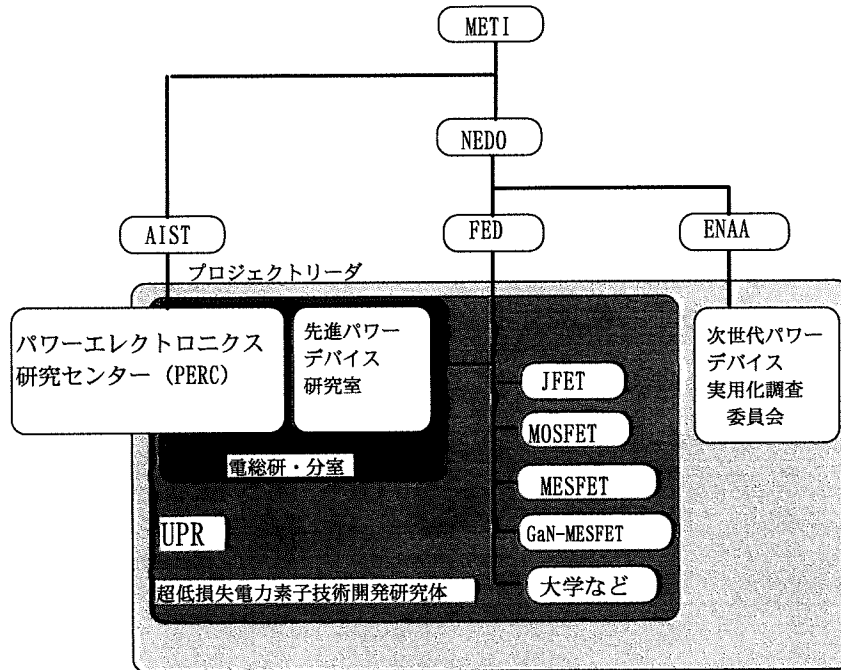


図2 超低損失電力素子技術開発体制

のベンチャー企業から市販されてから急速に進展した。日本は基礎研究としてのポテンシャルは高いものがあつたがデバイス化の研究は遅れ、地域大型プロジェクト「エネルギー使用合理化燃焼制御システム技術の開発」(平成6~11年)でデバイスの基礎技術の開発が行われた。その成果の一部は、低損失電力素子の観点から進められている本プロジェクトに引き継がれている。基礎的研究としては、最近では京大が中心となり「ワイドギャップ半導体の電子物性制御とエネルギーエレクトロニクスへの展開」(平成9~12年度)(文部省科学研究費特別推進研究)が進められ、エピタキシャル結晶成長技術、MOS界面制御技術などにおいて多くの成果をあげている。

海外では、世界的に見て、米国クレー社がウエハ(2インチ)のほぼ独占的供給元となっている。バルク結晶の用途は、パワー素子開発用、青色発光GaNエピタキシャル基板、宝石用としての販売がそれぞれ1/3となっていると聞く。米国でも欧州でも、そして日本でもベンチャーが販売をはじめているが質量とも遅れをとっており、実用化を進めるにあたっての寡占の弊害を恐れる声もある。欧州では、スウェーデンのABBグループが、リッチョピン大での基盤研究を軸に、企業での結晶開発、デバイス研究開発を総合的に展開している。ドイツでは、長年研究開発を続けてきたシーメンスのデバイス部門インフィニオンが、ごく最近、SiCのショットキーバリアダイオード(SBD)のサンプル出荷を始めた。シリコンIGBT素子などと組み合わせて力率改善回路に応用するもので、600V/数Aとまだ容量/耐圧ともに小さいがSiC素子の低損失、高速応答のメリットを示すデモンストレーションとなるものとして期待は大きい。

国内のパワーエレクトロニクス産業部門は、重電部門は電力自由化やIT産業のブームなどのあおりで、状況を呈しているとは言えないが、インバーターのモジュール化の技術などでは世界の最先端のレベルにある。米国では、電力化率が2010年には80%になるという予測もあり、衰退したパワーエレクトロニクス技術再生への動きがある。ヴァージニア工科大を中心に、NSF、企業、大学が出資してCEPES(Center for Power Electronics

Systems)を組織して、シリコンパワーエレクトロニクスのモジュール化の研究開発を進めている。長期的にはSiC素子なども視野に入れている。ドイツでは、フラウンホーファー研究所のエルランゲン研究所にパワーエレクトロニクス研究センターが企業、財団、公的資金で昨年開設され、シリコン素子のシステム、スマートIC、半導体の研究が進められている。インフラストラクチュア施設として建てられた広い立派なクリーンルームの中で、シリコンICラインとSiCの基盤研究が共存して行われている。熱プロセスを別立てにすれば、クロスコンタミネーションは全くないことが証明されている。またベルリン研究所とは実装技術開発で連携している。

さらなる展開を目指して

プロジェクトが発足した当初は、設備、スペース、人材とも極めて不足していて、ウエハを持って、一人の研究者が走り回っていた。現在も、狭いスペースに装置がひしめき合い、エレクトロニクス研究部門の化合物用クリーンルーム設備を借用して何とか凌いでいる状態だが、グループ内で役割を分担し、簡単なMOSを2~3週間で作製して評価できるところまでは来た。幸い独立行政法人化に際し、施設の充実は図られつつある。戦略性をもったインフラストラクチュアの整備は産業技術総合研究所のこれからの最も重要な課題の一つである。

さきに述べたように、デバイスの材料を変えるということは極めて困難な多くの解決しなくてはならない課題を伴う。センターの設立のヒヤリングに際して、「センターでやるような独創的研究がなにかあるのですか」と聞かれ、あきれるとともに腹が立ったのを憶えている。めずらしき=独創と考えることの多いこれまでの国立研究所の研究者には向かない研究かもしれないが、「自分の研究を実社会で役に立てたい」と願う集団ができつつある。アイデアから実証までを視野にいれた研究開発こそ、新法人のセンターの使命と考える。アイデアに富んだ新技術開発については、積極的に各種ファンドに応募してプロジェクト外の資金での展開を図っている。

パワーエレクトロニクス研究センター (2001-2007年)
 一新パワーシステム概念の創出を促す革新的パワー素子と統合化技術の確立

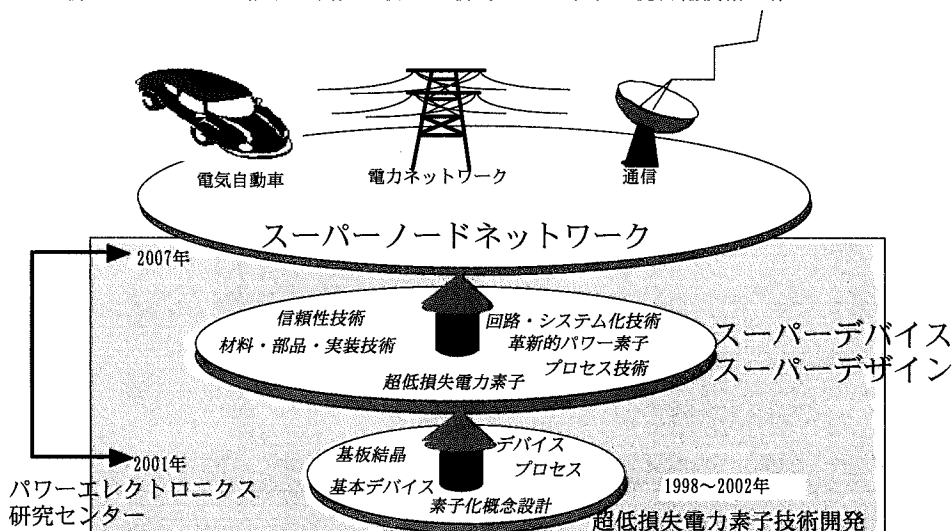


図3 パワーエレクトロニクス研究センター (2001~2007年)

本センターの目標はSiCなどのパワーデバイスの実用化を促進し、新しいパワーエレクトロニクスのシステム概念を創出することである(図3)。しかしながら、材料からデバイスへの研究開発には時間がかかる。システム研究者の関心と応援をもらって研究開発を持続的に発展させるためには、最終仕上がりを待たず、材料の特質を生かしたデバイス性能のデモンストレーションを提示していく必要がある。インフィニオン(SBD)の応用もその一例だが、センターとしても是非、それを越えたパワーエレクトロニクスの実証研究を提示していきたいと考えている。低損失の利点を生かした半導体スイッチを格好なターゲットとして提案していく予定である。

海外のパワーエレクトロニクスセンター設立の動向に見られるように、パワーエレクトロニクス革新のキー技術は、デバイス開発に加え、モジュール化する実装技術である。さきに述べたように、日本の企業ではこの部分はすすんでいるが、特定の機器に合わせて事業部で個別に行われている。SiCデバイスの低損失、高温動作可能、高速応答性を生かしたモジュール化技術の研究開発は、パワーエレクトロニクス実証研究には不可欠であり、個別対応でない基盤的・総合的研究を必要とする。これらの特性を具現するパワーモジュールは、IC制御ができ、高周波で動作するために小型にでき、低損失であるために稠密に実装でき、モジュール容積も桁で小さくできる可能性がある。

我々はこの仮想のモジュールをi-Cubic (Intelligent, Integrated, Innovative Power Modules)と名づけ、センターでやるべき、開発に必要な要素技術の洗い出しを進めている。また、そうしたパワーモジュールがシステムに導入されたときの効果を充分

に検討しておく必要がある。低損失・高信頼なサーバスシステム、直流配電も視野に入れたインテリジェントビル、電気自動車・電鉄、分散電源を含んだ電力システムなどの、小から大容量の電力変換ノードの導入インパクトの解析を進める。

以上の観点からセンターでは

- ①結晶成長・評価チーム (バルク結晶の高品質化、大口径化、低コスト化)
 - ②デバイスプロセスチーム1 (MOS基盤技術から実用化プロセス、スーパー Junction デバイス)
 - ③デバイスプロセスチーム2 (MBEを活用した GaN デバイス、エピ成長技術)
 - ④スーパーデザインチーム (i-Cubic 概念、モジュール化)
 - ⑤スーパーノードネットワークチーム (システム化技術)
- の5チームを作って研究開発を進めている。スーパーデザインチームについては、民間からの人材の導入が必要と考えている。スーパーノードについては、電力エネルギー研究部門と密接に連携して進めている。

こうした努力により、「LSIの開発が情報ビット単価の激減をもたらしたように、今日の情報化社会をもたらしたように、i-Cubicの開発がパワー変換におけるワット単価を激減させ、新しいパワーシステム概念を創出する」(東芝・大橋技監)ことを願っている。

連絡先：独立行政法人産業技術総合研究所パワーエレクトロニクス研究センター・センター長 荒井和雄
 〒305-8568 つくば市梅園1-1-1 中央第二
 Tel.: 0298-61-5243 E-mail: arai-kazuo@aist.go.jp

山本寛 日本大学教授が JMR 日本編集委員長に就任

MRSはBulletin誌3月号で山本寛日本大学理工学部教授がJournal of Materials Researchの2001年1月1日から日本側のassociate editorに就任したと発表した。山本教授は宗宮重行東京工業大学名誉教授・帝京科学大学名誉教授が2000年12月末に15年務めたassociate editorの後を襲い任務を引き継ぎ、日本からJMRに投稿される論文の審査を管掌する事となる。山本教授は電気通信学会基礎・材料部会のTrans. Inst. Elect. Engng. Japan (1987~1988)の編集長、MRS-Jニューズレターの委員長(1995~1999年)、Jour. Inst. Elec. Engng. Japan (1995~1996)編集委員を歴任。JMR編集委員長のRobert P. Frankenthal博士(Bell Labs/Lucent Technologies)は宗宮氏が15年にわたってJMR誌のアジアにおけるプレゼンスを高めるために果たした貢献に謝辞を述べた。今後山本教授とともにJMR誌を世界における一層のプレゼンスを強めるために努力したいとの希望を述べている。

ご 案 内

■第13回日本MRS学術シンポジウム

—— 21世紀を迎えた先進的かつ総合的材料研究 ——

開催日：平成13年12月20日(木)～21日(金)

場 所：KSP、〒213-0012 川崎市高津区坂戸3-2-1、かながわサイエンスパーク

Session A 「協奏反応場の増幅制御を利用した新材料創製」

チェア：北澤宏一(東大)、石垣隆正(物質・材料研)、目 義雄(物質・材料研、Tel: 0298-59-2461; Fax: 0298-59-2401)

Session B 「自己組織化現象と新機能」

チェア：大久保達也(東大大学院工学系研究科)、加藤隆史(東大大学院工学系研究科)、関 隆広(東工大学資源化学研究所)、多賀谷英幸(山形大工学部)、木下隆利(名古屋工大、Tel・Fax: 052-735-5267; E-mail: kinosita@mse.nitech.ac.jp)

Session C 「クラスターを基盤とする新規物質系の創製と機能解明」

チェア：隅山兼治(名古屋工大材料工学科)、米沢徹(九州大工)、藤間信久(静岡大工)、佃達哉(分子研 Tel・Fax: 0564-55-7351、E-mail: tsukuda@ims.ac.jp)

Session D 「生体高分子ゲルの基礎と応用」

チェア：鴫田昌之(三重大 Tel: 059-231-9438; Fax: 059-231-9471; E-mail: tokita@chem.mie-u.ac.jp)、西成勝好(大阪市立大)、原 一広(九大)、中村邦男(酪農学園大)

Session E 「多粒子集合体の組織形成ダイナミクス」

チェア：松尾陽太郎(東工大)、神谷秀博(東京農工大)、鶴田健二(岡山大)、田中英彦(物質・材料研)、若井史博(東工大、Tel: 045-924-5361; Fax: 045-924-5390; E-mail: wakai@rlem.titech.ac.jp)

Session F 「ドメイン構造に由来する物性発現と新機能材料」

チェア：川路 均(東工大応用セラミックス研)、和田智志(東工大大学院理工学研究科、Tel: 03-5734-2829; Fax: 03-5734-2514; E-mail: swada@ceram.titech.ac.jp)

Session G 「クロモジュエニック材料」

チェア：柏崎尚也(東京電機大)、小林範久(千葉大)、永井順一(旭硝子基盤研)、山名昌男(東京電機大、Tel: 0492-96-2911; Fax: 0492-96-5162; E-mail: yamana@b.dendai.ac.jp)、吉野隆子(都立大)、馬場宣良(都立大名誉教授)

Session H 「植物系材料の最近の進歩」

チェア：大塚正久(芝浦工大)、秦 啓祐(千葉職業能力開発短大、Tel: 043-242-4695; Fax: 043-248-5072; E-mail: hata@chiba-pc.ac.jp)、小川和彦(職業能力開発総合大東京校)、須田敏和(職業能力開発総合大)、伏谷賢美(東京農工大)、三木雅道(姫路工業大)、岡部敏弘(青森県工試)

Session I 「暮らしを豊かにする材料—環境・医療・福祉—」

チェア：後藤誠史、喜多英敏、中山則昭、山本節夫、比嘉 充、井奥洪二(山口大工学部、Tel: 0836-85-9671; Fax: 0836-85-9601; E-mail: ioku@po.cc.yamaguchi-u.ac.jp)

Session J 「マテリアルフロンティア・ポスター」

チェア：野間竜男(東京農工大、Tel: 0836-85-9671; Fax: 0836-85-9601; E-mail: ioku@po.cc.yamaguchi-u.ac.jp)

シンポジウムに関する問い合わせ先：

講演の申込み締め切りは2001年9月末頃の予定です。Proceedings(英文)は、シンポジウム終了後1年以内に日本MRSの定期ジャーナル Transactions of Materials Research Society of Japan, Vol. 27にて、査読を経て出版される予定です。

日本大学理工学部電子情報工学科・山本寛(〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1、Tel: 047-469-5457; Fax: 047-467-9683; E-mail: hyama@ecs.cst.nihon-u.ac.jp)

■日本MRS協賛の研究会等

- ◇マイクロ波効果・応用シンポジウム、2001年8月2～3日、国士舘大学世田谷キャンパス、主催：産業創造研究所、Tel: 03-5684-6361; E-mail: mwsymp@iri.or.jp
- ◇神奈川科学技術アカデミー教育講座：○薄膜・加工技術の基礎から最先端技術—高度情報化社会を担う多彩な薄膜技術と最新材料、2001年11月12日～12月5日(計9日)、○ナノ加工技術とその応用コース—ナノスケール加工と電子デバイスへの展開、2001年10月9日～10月23日(計5日)、問い合わせ先：KAST教育研修課、Tel: 044-819-2033; E-mail: kasted@net.ksp.or.jp
- ◇表面工学国際会議(FSE 2001)、2001年10月28日～11月1日、名古屋国際会議場、主催：表面技術協会、問い合わせ先：名古屋大学大学院工学研究科高井研究室内FSE 2001事務局、Tel: 052-489-3529; E-mail: fse@plasma.numse.nagoya-u.ac.jp
- ◇第17回日本アパタイト研究会、2001年12月6日(木)～7日(金)、国際ホテル宇部(山口県宇部市)、主催：日本アパタイト研究会、問い合わせ先：山口大学大学院医学研究科応用医工学系専攻・後藤誠史・井奥洪二、Tel: 0836-85-9671; E-mail: ioku@po.cc.yamaguchi-u.ac.jp

■IUMRSメンバーのmeeting

- ◇ICMAT 2001 (International Conference on Materials for Advanced Technologies), 2001年7月1～6日、Singapore、問い合わせ先：http://www.mrs.org.sg/icmat 2001
- ◇IUMRS-ICAM-2001、2001年8月26～30日、Cancun, Mexico、問い合わせ先：MRS、E-mail: info@mrs.org; http://www.mrs.org
- ◇Jornadas SAM-CONAMET 2001、2001年9月12～14日、Posadas, Argentina、問い合わせ先：SAM-CONAMET 2001, Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, Azara 1552, 3300 Posadas, Misiones, Argentina
- ◇IUMRS-ICEM 2002 (8th International Conference on Electronic Materials), 2002年6月10～14日、Xian, China、問い合わせ先：Prof. Jianhua Cheng, Tel: 86-10-68944280, Fax: 86-10-68428640, E-mail: cmrsec@public.bta.net.cn; www.c-mrs.org.cn/icem 2002

■Transactions of the Materials Research Society of Japan 発刊

- ◇Trans. of MRS-J, vol. 26, No. 1, March 2001, A 4判、v+464+ii ページ
- 本号には、一般論文1件、及び2000年12月に開催された日本MRS学術シンポジウムのプロシーディングス、セッションE「巨大機能物性セラミックス」(桑原誠、高田雅介、宮山勝、岸本昭編集) 28件、セッションJ「スマートマテリアル」(宮崎修一、

小林俊郎、谷順二、松崎雄嗣、細田秀樹編集) 59 件、セッション L 「格子確率モデルの数理」(今野紀雄、種村秀紀、香取真理、佐藤一憲編集) 26 件、合計 113 件の論文が掲載されています。

◇ Trans. of MRS-J, vol. 26, No. 2, June 2001, A 4 判、v+326+iii ページ

本号には、一般論文 1 件及び上記シンポジウムのプロシーディングス、セッション B 「自己組織化材料とその機能」(多賀谷孝、関野隆広、加藤隆史、木下隆利、大久保達也編集) 15 件、セッ

ション D 「高分子ゲル—化学ゲルと物理ゲルの接点」(西成勝好、原一広、鶴田昌之、鈴木淳史編集) 44 件、セッション H 「単一電子デバイス・マテリアルの開発最前線」(根城均、蔡兆申、高橋庸夫、横山浩、田中彰治編集) 8 件、セッション K 「物質科学における放射光利用—その場測定とプロセスング」(大柳宏之、Pedro Montano、宇理須恒雄、高桑雄二編集) 10 件、合計 78 件の論文が掲載されています。



To the Overseas Members of MRS-J

■ Material and Engineering Materials p. 1

Dr. Shoji TANAKA, General Director, Superconductivity Research Laboratory, Vice President, International Superconductivity Technology Center

“Material” is simply a scientific word, and it is different from materials for industrial usage: engineering materials, even though the compositions of the main part are the same. From discovery of a new material, it usually takes about 20 years to reach real applications. In this paper, a case of the high temperature superconducting material is quoted, and compared with the case of the transistor technology, which needed 25 years to reach DRAM and MPU. These must be good lessons for new materials which could be discovered in the future.

■ Growth and Characterization of High Quality ZnO Epitaxial Films for Device Applications p. 2

Dr. Shigeru NIKI, Group Leader, Optoelectronic Materials and Devices Group, Photonics Research Institute and Thin Film Solar Cells Group, Energy Electronics Institute, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

We have developed a new generation of optical and electronic material based upon oxide semiconductors in a collaborative work with ROHM Co. Ltd. As a result of the research efforts, the epitaxial growth of semiconductor-grade ZnO films on sapphire substrate has been achieved. The ZnO epitaxial films were grown by molecular beam epitaxy using high purity elemental zinc and an oxygen radical source (O*) as source

materials. The ZnO epitaxial films with residual electron concentrations in the 10^{16} cm^{-3} range and carrier mobilities of more than $120 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ have been demonstrated. This successful fabrication of high quality ZnO thin films will provide a technology base for many kinds of new optical and electronic devices.

■ Power Electronics Research Center, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology p. 4

Dr. Kazuo ARAI, Director, Power Electronics Research Center

The 15 Laboratories of former Agency of Industrial Science and Technology in MITI have been reorganized since April 2001 to become National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (Independent Administrative Organization) including 23 research centers with specified mission. Power Electronics Research Center (PERC) has been launched for the development of innovative power devices based on wide bandgap semiconductors such as SiC and GaN and technology to application. The present status of ‘R & D of Ultra-Low Loss Power Device Technologies’ and the future plan of the center are presented.

■ MRS-Japan Academic Symposium p. 7

The annual academic symposium and the annual business meeting of the MRS-J will be held from December 20-21, 2001, at the Kanagawa Science Park, Kawasaki-shi. The meeting includes 10 symposia. Proceedings will be published in the *Transaction of the MRS-J*.

後 執筆者の皆様と編集委員長をはじめとするメンバーの方々のご協力により、本号をお送りすることができました。本年
集 記 度は、日本の研究組織面から見ますと、行政改革の一環として国立研究所の多くが独立行政法人に衣替えをした節目にあ
たります。これによりプロジェクトへの参画、人事交流の両面で産学官連携が活発となることが期待されています。
MRS-J の活動の柱の一つも学際的な研究交流の促進にありますので、今回は超電導の分野で長らく産学官連携を推進してこられた超
電導工学研究所・田中所長と、産学官の研究者が入り交じって研究が行われている新しい独立行政法人の一つである産業技術総合研究
所内の荒井センター長、仁木グループリーダーに御執筆をお願いいたしました。このような流れを追い風として、日本 MRS における
活発な交流が新しい研究成果を生み出すための一助となることを願っています。
(寺田記)

平成 13 年度日本 MRS ニュース編集委員会 第 13 卷 3 号 2001 年 8 月 10 日発行

編集：株式会社内田老鶴圃/印刷：三美印刷株式会社

委員長：岸本直樹 (物質・材料研究機構ナノマテリアル研究所)

Tel: 0298-59-5059; Fax: 0298-59-5010; E-mail: kishimoto.naoki@nims.go.jp

委員：大久保雅隆 (産業技術総合研究所光技術部先端量子計測 G)、寺田教男 (鹿児島大工学部電子電気工学科)、大山昌憲 (国立東京高専電気工学科)、富田雅人 (NTT 生活環境研究所環境情報研究部環ト G)、藤田安彦 (東京都立科学技術大学工学部)、山本 寛 (日本大理工学部電子工学科)、伊藤 浩 (国立東京高専電気工学科)

事務局：縣 義孝 (MRS-J 事務局長)、清水正秀 (東京セルテックブリッジ)

皆様からの御投稿を歓迎いたします。連絡先は岸本委員長宛にお願いします。