





ポーラスSiC蛍光基板を用いた 純白色LEDの可能性の検証

理工学部 教授 上山 智

1. はじめに

近年の省エネルギーや環境保全などの意識の高まりによりフォーカスされ始めた技術の一つとして、白色LEDが挙げられる。既存の電球と比べて消費電力は5分の1から8分の1に低減可能であり、さらに堅牢、有害物質、廃棄物を出さないなどの環境面での利点も備えている。一方、白色LEDを一般照明用光源として普及させていくためには、電気エネルギーから光エネルギーへの変換効率を高めることは言うまでもないが、演色性が高いことが不可欠である。演色性とは、照明に照らされた物体の色合いを、太陽光の下で見た色合いとどの程度一致しているかを示す指標で、光源のスペクトルによって決定される。既存の青色LEDと蛍光体の組み合わせによる白色LEDでは、エネルギー変換効率と演色性がトレードオフの関係にあり、照明に適した演色性を持つ素子は、エネルギー変換効率が大して高くないという課題を持っている。先に述べた既存の白色LED電球は、白熱電球と比べて消費電力が5分の1から8分の1とは、電球型蛍光灯を少し上回る程度に過ぎず、直管型蛍光灯の6～7割程度に留まっているのが現状である。

我々は、このような課題を新しい半導体技術で解決するアプローチを研究している。ここでキーとなる新規材料が、蛍光SiC単結晶基板である。SiCはワイドギャップ半導体の一つであり、パワー素子などへの有望な材料として期待されているが、間接遷移型のバンド構造を持つために発光素子への応用は不適と考えられてきた。しかし、ドナー不純物とアクセプタ不純物を同時に適度な量を添加することで、ドナー・アクセプタ・ペア再結合による高効率の発光が可能であることを見出した。既に我々は、ピーク波長600nm付近のブロードな発光スペクトルを実現しており、高演色の電球色発光が可能となっている。さらに昼光色の高演色光源を実現するためには、短波長域をカバーする蛍光材料の開発が求められる。

本研究では、蛍光SiCから多数の微細な空洞を形成するポーラスSiCを形成することによって発現する量子サイズ効果を利用して、短波長スペクトル領域をカバーする新しい蛍光材料実現の可能性を検証することを目的とした。

2. ポーラスSiCの作製と光学特性

ポーラスSiC作製には、ポーラスSiで用いられている手法である陽極酸化法を採用した。裏面にNiから成るオーミック電極を形成した後、図1に示すハンドメイドの陽極酸化装置によってポーラスSiC結晶を作製した。紫外線を照射しつつ、陽極-陰極間に直流電圧を印加し、電流値を制御することでポーラスSiCが形成される。溶液には希釈フッ酸をベースとし、陽

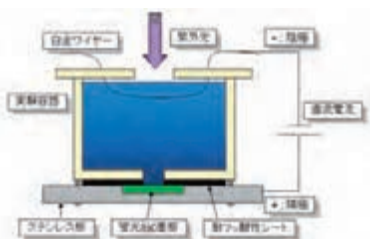


図1. ポーラスSiC形成装置の概略図

極酸化条件、溶液の添加剤の種類などに関する検討を行い、再現性が高く、発光波長や発光効率の高い形成条件を導出した。溶液中のOH⁻イオン、F⁻イオンがSiC基板表面に達し、CO₂、H₂SiF₆などの化合物を形成する。紫外線照射によって化学反応を促進している。これらの反応化合物は気体か水溶性化合物なので直ちに消失し、連続的に空洞が形成されるものである。

さらに、一部をポーラスSiC結晶、残りを蛍光SiCバルク結晶とすれば、短波長から長波長にわたり広い範囲のスペクトルを同時に得ることが可能であるため、これを実現するために選択的なポーラスSiC形成を試みた。選択的陽極酸化を実現するためには、耐酸性の絶縁体マスクで表面の一部を陽極酸化溶液に接触させない工夫が必要である。図2に示すのが、本研究で使用したストライプマスクパターンで、マスク領域の幅が150μm、ポーラス領域が400μmである。



図2. ストライプ状開口を持つマスクパターン

以上の方法によって作製した選択的ポーラスSiC結晶形成基板のフォトルミネッセンス(PL)スペクトルを図3に示す(青線)。比較のために、ポーラス形成前のバルク結晶のPLスペクトルも併記する(赤線)。選択的ポーラスSiC形成基板においては、バルク結晶とポーラス結晶が同時に励起されており、紫色の400nmから赤色の600nm超まで可視光全域をカバーする発光スペクトルを持っていることがわかる。発光色は、写真のように完全な昼光色を示した。高演色の白色LED用途として極めて有望であることが確認された。

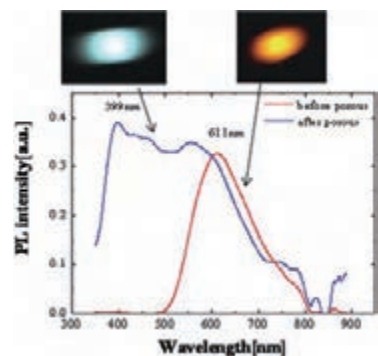


図3. ポーラス形成前後のPLスペクトル

3. 今後の展望

高い演色性を持つ白色LED実現に極めて有望な、選択ポーラスSiC蛍光基板作製のための要素技術が開発できた。可視光全域にバランスのとれた照明用途として理想的な発光スペクトルであり、照明用白色LED開発に応用していきたいと考えている。

なお本研究は、本学戦略的研究開発推進事業および科学技術振興機構「シーズ発掘試験」の援助を得てなされたもので、ここに感謝の意を表する。

平成21年度「学術研究奨励助成制度」研究報告



カーボンナノチューブと 半導体の融合素子の構築に向けた カーボンナノチューブ膜の高品質化

理工学部 准教授 **丸山 隆 浩**

1.はじめに

カーボンナノチューブは、本学の安藤義則教授が作製した試料を用いて、飯島澄男教授が透過電子顕微鏡観察により発見した、本学とゆかりの深い材料である。炭素六角網面から成るグラフェンシートを円筒状に巻いた構造を有しており、直径が数～数十nm程度しかない、究極に微細な炭素構造体である。強固な炭素原子間の結合による高い機械的強度をもつことから、複合材料のフィラーとしての応用が進んでいるが、グラフェンシートの巻き方（カイラリティ）や直径・層数により電子構造が変化し、半導体にも金属にもなることから、電子材料としての期待も大きい。例えば、金属的な電気伝導性を示す多層カーボンナノチューブの場合、耐電流密度が銅の数桁以上高いことから、次世代LSIの配線への応用研究が進められている。また、バリスティック伝導性を有することから、半導体型の単層カーボンナノチューブの高速トランジスタへの応用も期待されている。

2.SiC表面分解カーボンナノチューブ生成法

カーボンナノチューブ自体の特性はすでに様々な研究により実証されており、その優位性は揺るぎがない。しかしながら、1) 特定の構造をもったカーボンナノチューブを選択的に生成することが困難、および、2) 微細な構造故、取り扱いが難しく位置制御が容易でない、等々によりナノチューブデバイスの実用化は進んでいない。現在、作製法の主流である化学気相成長法（CVD法）において課題解決に向けた研究が盛んに行われているが、完全な制御には至っていない。そこで本研究では、異なるアプローチとして、“SiC表面分解法”に注目した。本生成法は、SiC単結晶を真空中で1500℃以上の高温で加熱することにより、カーボンナノチューブを生成させる手法である。直径3-5nmの多層ナノチューブが主に生成するが、1) 触媒が不要（精製処理も不要）、2) 高密度・高配向、3) zigzagタイプのみ

が生成、と他にはみられない多くの特徴をもつ。よって、カイラリティ制御が不要であり、また生成したナノチューブ膜のハンドリングも容易である。さらに、ナノチューブ端がSiC結晶と界面で結合を形成しており、ナノチューブと半導体が直接的に接合しているという点でもユニークであり、素子構造の作製に適しているといえる。しかしながら、応用を見据えた場合、生成するカーボンナノチューブの結晶性・構造均一性が不十分であり改善が必要であった。本研究では、“ナノチューブ生成場”の精密制御を行うことでナノチューブ膜の高品質化を実現するとともに、カーボンナノチューブ/SiC接合界面の物性を明らかにし、素子応用への展開を目指している。

3.現状と今後の展開

上記目的を達成するため、雰囲気ガスを制御できる高温加熱装置の作製を行った。本装置は、到達真空度が 10^{-6} Pa以下の高真空装置で、酸素と水素を個別にガス圧力を制御して流しながら1500℃以上の加熱が可能である。これまでの結果から、SiC表面の清浄化がナノチューブ直径の均一性の向上に効果があることが見出されている。また、本装置を用いて生成温度・雰囲気ガスと成長速度との関係など基礎的なデータの収集も現在進めている。今後は、清浄化処理条件を最適化し構造均一性を向上させるとともに、生成中の加熱条件や雰囲気ガス圧力を制御し結晶性の向上を図る予定である。また、作製した高品質膜を用いて、ナノチューブ/SiC接合界面の電気的特性の解明も進める。

本研究の一部は、本助成（戦略的研究開発推進事業）において行われたものであり、ここに記して深く感謝の意を表します。



ヒト吸入パターンシミュレータの 開発と吸入指導への適用

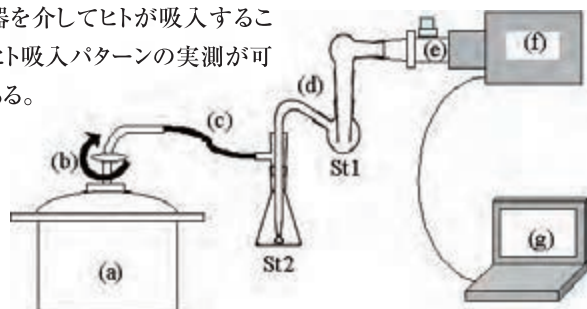
薬学部 教授 岡本 浩一

1. はじめに

わが国における喘息患者数は400～500万人、世界では3～4億人に達し、2005年には国内で約3,200人、世界では256,000人もの患者が亡くなっている。喘息をはじめとする呼吸器疾患に対しては、薬物を含む微細な液滴もしくは粉末を肺深部に患者の呼吸により送達する吸入療法が有効である。また、近年ではインスリンなど消化管などからの吸収が困難な全身作用薬の吸入剤化の研究も活発に行われている。しかし、肺深部にまで到達する薬物量は製剤中薬物量の通常10～20%、最大でも50%程度であり、またその割合は患者の吸入手技（吸入パターン）や吸入補助具の有無といった臨床使用上の因子によって決まる。そこで本研究では、ヒト吸入パターンを再現できるシミュレータを開発し、吸入パターンが薬物の肺深部到達率に及ぼす影響を検討するとともに、臨床現場での患者に対する吸入指導への適用を図った。

2. 吸入パターンシミュレータの開発

図に装置の構成を示した。ツインインピンジャ(d)に流速計(f)を接続した吸入装置(e)を取り付けた。ツインインピンジャの吸引口には内部を減圧にしたデシケータ(a)を接続し、バルブ(b)をモーターで開くことにより吸引を行った。気流速データは0.01秒ごとに採取し、コンピュータ(g)に保存した。ツインインピンジャは微粒子の肺深部到達率を推定する装置であり、図のSt2薬物到達率がヒト肺深部薬物到達率の指標となる。また、このシステムから(a)～(d)を取り外し、吸入器を介してヒトが吸入することで、ヒト吸入パターンの実測が可能である。



3. 吸入剤の肺深部到達率に及ぼす吸入パターンの影響

吸入パターンは①吸入体積（デシケータの容積で調節）、②吸入加速度（バルブ開放速度で調節）、③最大流速（チューブ(c)の太さで調節）で特徴付けられる。そこで、まず健常被験者の吸入パターンを記録し、そのパターンをもとにシミュレータを用いて、上記①～③のいずれか一つを段階的に変化させた吸入パターンを再現し、吸

入剤の肺深部到達率に及ぼす影響を調べた。

吸入剤が肺深部に到達するためには、粒子径1～3 μ mが適しているが、このような微粒子は付着凝集性が強くそのままでは吸入剤として実用化できないため、流動性の良い粒子径の大きい乳糖に微細な主薬を付着させ、吸入時の気流により主薬を乳糖から脱着させて肺深部に送達する手法が広く用いられている。そこで、平均粒子径2.5 μ mに微粉碎したサルブタモール硫酸塩（気管支拡張薬）と平均粒子径17 μ mの乳糖の1:5物理混合物を充填したカプセルを吸入器に装着し、吸引を行った。

その結果、吸入体積もしくは吸入加速度はサルブタモール硫酸塩のSt2到達率にほとんど影響しないが、最大流速を変化させた場合、流速の増加に伴い、St2到達率およびカプセルからの放出率が増加することが示された。微細な主薬を粗大な乳糖と混合した製剤では、主薬を乳糖から脱着し、肺深部に到達させるためには、最大流速を速くする、すなわち強く吸入する必要があると考えられた。

4. 患者吸入指導への適用

臨床薬剤師の協力を得て、喘息患者の吸入パターンを測定し、吸入指導への適用を図った。患者には、(イ)座位で普段の呼吸から、(ロ)立位で普段の呼吸から、(ハ)座位で息を吐いてから、(ニ)立位で息を吐いてからの4パターンで各3回吸入を行ってもらった。その結果、吸入体積、最大流量とも(イ) ≤ (ロ) < (ハ) ≒ (ニ)となる傾向が認められた。吸入手技により吸入体積、最大流量が変化することが数字でその場で示されるため、薬剤師が科学的根拠に基づいて吸入指導を行うツールとして、本システムの有用性が示された。

5. 結 論

本システムはヒト吸入パターンの測定、その再現、薬物の肺深部到達率の推定が可能である。現在、本システムを用い、市販吸入薬を種々の吸入パターンで吸入した際のSt2到達率を測定中である。このようなデータの蓄積により、これまで経験的に行われてきた吸入指導が、科学的な根拠に基づいて適切に行えるようになると期待できる。

本研究は、本助成制度「戦略的研究開発推進事業費」により行われたものであり、ここに感謝いたします。

総合研究所

公開講演会 報告

新型インフルエンザについて



講師：愛知県衛生研究所 所長 皆川 洋子 氏



平成21年10月10日(土)名城大学総合研究所では、愛知県衛生研究所 所長 皆川洋子氏を講師としてお招きし、演題「新型インフルエンザについて」の講演会を開催しました。講演会には、薬学部をはじめとした学生、一般学外者、学内関係者など、250名を超える参加者がありました。

講演では、新型インフルエンザウイルスの基本的性質から愛知県での最新の動向まで、わかりやすく説明していただきました。また、新型インフルエンザ対策についてもお話いただき、感染症への備えの一環としても時宜を得た大変有意義な企画となりました。

名城大学

平成21年度 組換えDNA講演会 報告

- 演 題
- ①「RNA干渉法による新規がん治療法」
武井 佳史 氏 (名古屋大学大学院医学系研究科 准教授)
 - ② hyperaccumulator - 重金属を集積する植物の研究と利用
水野 隆文 氏 (三重大学大学院生物資源学研究科 准教授)
 - ③ 微生物生態系の潜在的浄化能力と相互作用
二又 裕之 氏 (静岡大学工学部 准教授)

名城大学組換えDNA実験安全委員会、総合研究所及び日比科学技術振興財団の主催による「名城大学組換えDNA講演会」を平成21年11月19日(木)タワー75レセプションホールにおいて開催しました。



同講演会は名城大学における組換えDNA実験の安全と普及を目的に毎年開催しており、当日は理系の学部生、院生、教職員など約90名が参加し、それぞれの研究分野における講演の後には活発な質疑応答が行われました。

名城大学Dayへの出展

平成21年9月19日(日)「教育ときずな」をテーマとした第6回名城大学Dayが天白キャンパスにて開催されました。「名城大学Day」は、地域社会や卒業生に対し名城大学の活動を紹介する全学的なイベントであり、本年度は来場者数4300人と大変にぎわいました。

総合研究所

実験講座 みんながわかるやさしい科学

- ① ホウレン草からDNAを抽出し目で見てみよう
- ② 死海のラン藻がなぜ塩に強いのか調べてみよう
- ③ 木の葉でしおりを作ってみよう



総合研究所では年齢を問わず誰もが体験できる簡単な実験講座を開催しました。

いくつかの実験のなかでも、木の葉での「しおり」づくりは、よいお土産となり人気がありました。当日は親子で楽しむ姿も多くみられ、大勢の参加者で盛況におわりました。

アジア研究所

— 東洋占星術 —

アジア研究所では、アジア文化に親しんでもらうために、齋藤滋客員研究員(理工学部非常勤講師)を講師に招き体験セミナー「東洋占星術:宿曜講座」を開催しました。宿曜占星術は弘法大師空海が中国より伝えた占いですが、その起源はインドに遡ります。「宿曜」では誕生日によって星(星宿)が決まっており、それぞれの星(星宿)によって日の占い、月の占い、年の占い、相性などを占います。当日は、「宿曜」の歴史や体系の概説のあと、来場者に「宿曜」の占いを体験してもらいました。2



回の講座はいずれも盛況で、場内からは、「楽しい」、「面白い」といった声があり、来場者は、結果に一喜一憂していました。

総合研究所

アジア研究所

明石康元国連事務次長が 「国連による平和維持活動の変遷と展望」を語る

アジア研究所では、平成21年12月16日(水)元国連事務次長の明石 康先生(アジア研究所名誉所長)を講師にお招きし、「国連による平和維持活動の変遷と展望：日本の参加はなぜ低調か」と題して講演会を天白キャンパス・タワー75レセプションホールにて開催しました。



明石先生は、講演のなかで国連平和維持活動(PKO)の歴史的な展開を振り返りつつ、「成功と挫折のなかから国連ができることとできないことが明確になり、近年、国連PKOは着実な歩みを見せてきた。一方、世界をみれば貧困や紛争は絶えない。日本は国連拠出金の高さに比べて平和維持活動への参加は極めて少ない。世界に信頼される国際貢献ビジョンを掲げ、国内志向の「祈る平和」

から「積極的な参加による平和」へと転換する必要がある」と指摘されました。

今回の講演会は、主に中部地区の国際関係を学ぶ大学生や名城大学附属高校の国際コースの生徒らを対象に開催され、明石先生のご経験と見識を若い世代に伝えるために企画されました。学内外から約120名の参加があり、満室のフロアからは活発な質疑が行われました。本学をはじめ、中部大学、名古屋大学、南山大学の学生から「国連平和維持活動における「公正さ」の判断はどのようになされているか」「国際機関で働きたいがどのようにすればよいか」など質問が相次ぐなど、明石先生の「日本の参加はなぜ低調か」との問いかけは、国際平和維持に対する日本の役割と責任を考える貴重な機会となりました。



総合研究所

アジア研究所

青年海外協力隊説明会

平成21年4月23日(木)アジア研究所の後援にて独立行政法人日本国際協力機構(JICA)が青年海外協力隊説明会を開催しました。青年海外協力隊は、JICAが実施する国の海外ボランティア事業で、昭和40年の創設以来、発展途上国において現地の人々とともに社会、経済の発展や日本との友好親善に貢献しています。隊員は、累計3万人を超え、相手国から高い評価を得ており、協力隊の経験者は帰国後、日本各地で地域の活性化や国際化のために活躍しています。今回の説明会では、農業指導でご活躍された筑波大学の岩堀修一先生より参加動機や活動内容についてお話を伺いました。また、アドバイザーとして、フィリピンでのコンピュータ技術指導や、マレーシアでの工作機械



指導、ルワンダでソーシャルワーカーに従事された先生方も来校され、学部を問わず多くの学生の興味に答えていただきました。参加学生は、50名を超え、皆熱心に耳を傾けており、海外協力隊員への関心の高さが伺えました。

編集後記

本号では、平成21年度総合研究所学術研究奨励助成制度「戦略的研究開発推進事業費」に採択された先生の研究報告と、総合研究所の公開講演会報告及び実験講座等の開催報告、アジア研究所の講演会報告等を掲載しました。

このニュースの企画・編集は下記の企画広報担当と学術研究支援センターが担当いたしました。

企画広報担当 近藤 歩(農学部) 田代 樹彦(経営学部)
多和田昌弘(理工学部) 和田 実(人間学部)
福島 茂(都市情報学部)



名城大学 総合研究所

〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口1-501
TEL(052)832-1151 FAX(052)833-7200
E-mail souken@ccmails.meijo-u.ac.jp