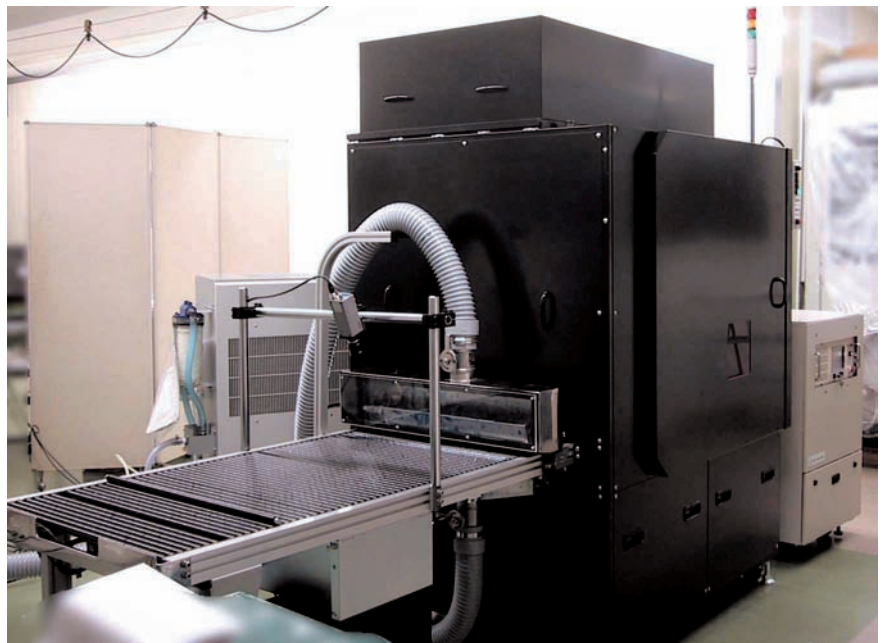


2004, Mar.

No. 192

CONTENTS

- 環境に優しいレーザーレジスト剥離技術を実用化
～ 経済産業省の支援を受けた産学連携の成果～
- 太陽光励起半導体レーザーの設計研究
- 『光と蔭』国立大学独立法人化
- 【新入研究員紹介】プロセス研究チーム 李大治



【写真】^{はくり}世界で初めてレジスト剥離工程のドライプロセス実用化に成功

環境に優しいレーザーレジスト^{はくり}剥離技術を実用化 ～ 経済産業省の支援を受けた産学連携の成果～

レーザー環境応用計測研究チーム チームリーダー 藤田雅之

レーザーレジスト剥離技術を実用化

当研究所は東洋精密工業(株)と共同で、レーザー光を用いてフォトリソグラフィ工程のドライプロセス化技術開発を行ってきたが、このたび、世界で初めてレジスト剥離^{はくり}工程

のドライプロセス実用化に成功した(製品名NYQ2 -70:表紙写真)。レーザー光を照射することで基板に付着しているレジストを剥離できる技術である。従来は化学薬品処理で大量の水を使い行われてきたプロセスをレーザー処理で置き換えること

次ページへつづく▶

で廃棄物の大幅な削減が可能となった。(レーザークロス No.169、2002年4月号を合わせてご覧下さい。ホームページよりダウンロード可)

低コスト化を実現

これまでレーザーを用いたプロセスは高コストであるため実用化が難しいと言われてきた。しかし、照射条件を最適化することと環境対策費用が不要になることで低コスト化が実現した。レーザー照射強度は通常の穴開け加工の1/10以下であり、基板にダメージを与えることはない。処理速度は幅400mmの基板に対して毎秒約5～10mmを達成している。本技術を用いることにより、従来法に比べてランニングコストを1/20～1/30に抑制できる。

省エネ効果

従来の化学法では薬品を循環するためのポンプやヒーターでかなりの電力(約数kW)を消費していた。しかし、レーザー法で必要となるのはレーザー装置の消費電力だけである。今回用いたレーザー光は半導体レーザー励起Nd:YAGレーザーの2倍高調波出力70W:(株)片岡製作所製)であり、使用電力が1/4で済むという省エネ効果が得られる。さらに、使用床面積も1/5で済むというメリットもある。

環境負荷低減

本技術を用いれば、レジスト剥離後の廃棄物がほとんどない。化学法で処理した場合、剥離されたレジストは体積が膨張しアルカリ溶液を多量に含むため専門の処理業者に引き取ってもらわなければならない。レーザー法ではこの処理費用は不要となる。さらに、レーザーで剥離したレジストはそのまま産業廃棄物として処理できる。また、月1万m²の基板を処理した場合、洗浄に要する400トンの水を節約でき、これに相当する廃液処理費用も不要となる。

経済産業省の支援を受けた産学連携の成果

今回の実用化は、平成12年度にNEDOから地域新生コンソーシアム研究開発事業の委託を受け(実施は13年度)、「IT用微細

部品加工におけるドライプロセス化技術開発(プロジェクトリーダー・藤田雅之)を行った成果を、平成15年創造技術研究開発事業の補助金をもとに進められた(プロジェクトリーダー・吉門 章=東洋精密工業(株)研究開発部長=)。当研究所は大学の研究成果を産業界へ普及させるために設立された組織であるが、今回の実用化はまさに経済産業省の支援の元での産学連携の成果である。

新聞発表・展示会で絶大な反響、国際会議でも注目

このレーザーレジスト剥離装置は、1月16日付日経産業新聞ならびに1月28日付日刊工業新聞で取り上げられ、1月28日から東京ビッグサイトで開催されたインターネブコンに出展された。東洋精密工業(株)には現在までに約300社以上からの問い合わせがあると聞いている。また、今年6月22日から千葉大学で開催されるフォトポリマー国際会議(CPST-21)において招待講演に取り上げられている。

技術相談の努力が結実

本技術の実用化は、当研究所が開設している技術相談へ寄せられた案件がきっかけとなっている。中小企業がかかえるニーズと当研究所が保有するシーズが一致し、企業サイドの現場の勘がもたらした新たな技術である。今でも当研究所には毎月2、3件の技術相談が寄せられている。そのうち幾つかは受託研究へと展開しており、芽が育ちつつある。次はどのような花が開き実を結ぶか、「乞う、ご期待」といったところである。

「死の谷」 「ダーウィンの海」を越えて

振り返れば、剥離現象の発見から実用化の過程においては、景気が低迷する中で経済産業省の支援なくして「死の谷」を乗り越えることはできなかった。また、これからは市場を形成していく「ダーウィンの海」が待ち受けている。日本発の環境に優しいレーザー技術を大きく育てていかなければならない。

最後に、本技術の実用化にあたりご協力・ご支援をいただいた経済産業省ならびに(株)片岡製作所の方々に感謝致します。

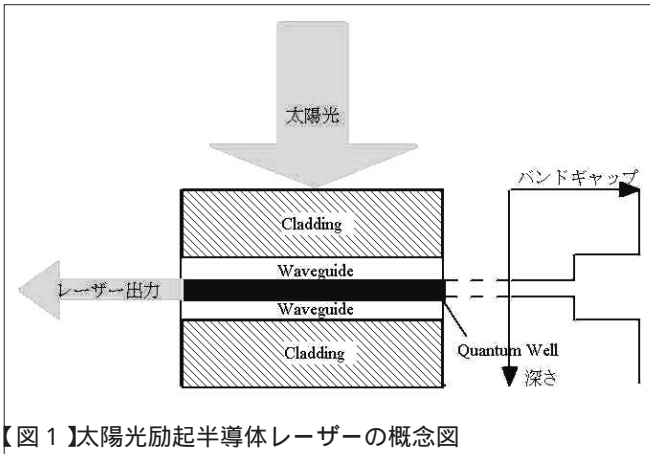
太陽光励起半導体レーザーの設計研究

理論・シミュレーショングループ 古河裕之

太陽光励起半導体レーザーの設計研究の概要

太陽光励起半導体レーザーを用いた宇宙から地球へのエネルギー伝送の方法は、将来の宇宙応用に関し有力視されている方

法の1つである。(財)レーザー技術総合研究所は、主にシミュレーションによる太陽光励起半導体レーザーの設計、動作評価を担当しており、試作の設計に指針を与えている。本研究は、



【図1】太陽光励起半導体レーザーの概念図

(独 宇宙航空研究開発機構 旧航空宇宙技術研究所 等と共同で行っている。

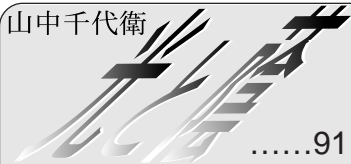
複数の異種半導体薄膜により層状に構成された半導体レーザー材料内の、電子・正孔に対するエネルギーバンド構造、薄膜構造における太陽光等の入力励起光の吸収過程と、キャリアの発生、キャリアの輸送、再結合とそれに伴う発光、光の吸収

といった材料内における輸送過程を記述した。入力光スペクトルとしては、レーザー光、太陽光スペクトル等を与えられるように、モデリングを行った。エネルギーバンド構造、各キャリア濃度等の、太陽光励起レーザーの特性評価に必要な諸値を出力できるように、シミュレーションコードを作成した。

太陽光励起半導体レーザーの設計コードの開発

本研究において、太陽光励起半導体レーザーの設計コードを開発した。図1は、太陽光励起半導体レーザーの概念図、図2は、設計コードのフローチャートである。上空から定期的に太陽光が降り注いでいるとし、cladding 層、wave guide層、quantum well 等により、それぞれのエネルギーギャップに相応した波長の光が吸収され、吸収した光子密度に応じた電子・正孔の対が生成される。生成された電子と正孔は輸送方程式に従い運動し、再結合により光を放出する。本コードでは、電子と正孔の空間分布等の定常解を求め、波動方程式および光子のレート方程式により、放出される光子密度を方程式の固有値として解く。

山中千代衛



国立大学独立法人化

1970年代の大学紛争以来長らく懸案でありながら一向に改革が進まなかった国立大学もいよいよこの4月から独立法人化される。

大学は国の機関でなくなるから自主性が増加するとともに、自己責任の運営が求められる。30年前紛争への回答を求め大学改革委員会を作り、大学の自由化を議論した当時が思い出される。二日程苦勞して作った大学改革案は何一つ実現しなかったのである。まこと大学の思考の慣性は驚くほど大きかったと言わざるを得ない。

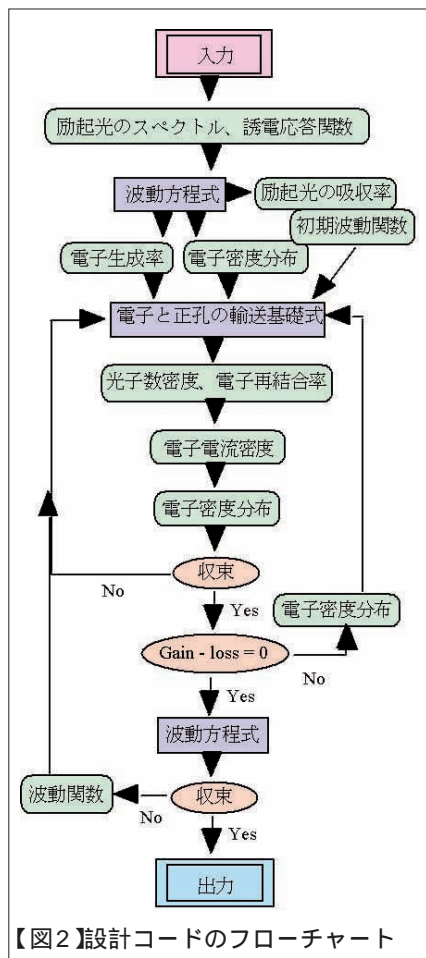
今までは国立大学は国の丸がかえであったから、実用から程遠い基礎研究も浮き世の風に迷わされることなく着実に実施されてきた。これからは世間に役立つ研究が求められ、純粋科学の研究は日蔭を覚悟しなければなるまい。さがないジャーナリストは教育公務員特例法に守られ、学問の根元を保ってきた大学教員を十把一絡げにろくでなし、穀潰し、役立たず、米英を見習えとこき下ろしてきたが、多くの教員は限られた状況下で精一杯の努力を重ねてきたのである。敗戦の瓦礫の中から今日の繁栄を勝ち取って来られたのは曲がりなりにも科学技術の実力をこつこつ養成してきた大学人の手柄である。

近年大学は大学院大学に移行することに伴い学科の再編、名称の変更が奨励され、とどのつまり一見何を研究しているか分からなくなってしまった。たとえば阪大大学院工学研究科マテリアル科学専攻材料機能形態制御学講座など見事なものだ。誰がこのような長ったらしい意味不明の看板をかせさせたのだろうか。医学研究科もこれに負けぬ程難解である。患者の迷惑この上なしだ。

要するにこの流れは管理者能力の問題である。今まで文科省の枠の内にはいた大学は法人化して各役所の規制の下におかれるから、業務は一層複雑化し、管理運営上いろいろの制約が課される。さらに経営協議会、役員会、評価委員会などを統合する学長はマネジメントのエキスパートでなければ務まらない。そんなトレーニングを受けた大学人はどこにもいないと思われる。

昨今「改革なくして成長なし」というキャッチフレーズが軽々と口にされているが大学の法人化は果たして凶と出るか吉と出るか、日本国の器量が問われている。

【(財)レーザー技術総合研究所 研究所長】

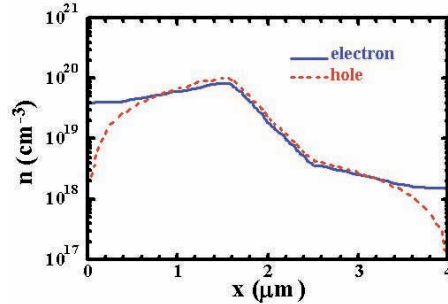


【図2】設計コードのフローチャート

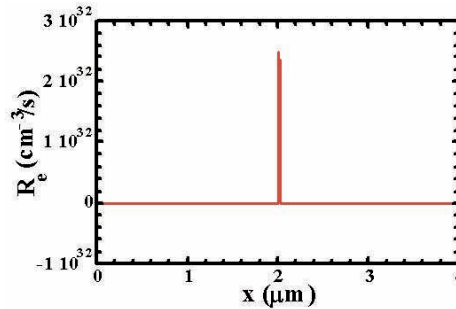
シミュレーションと実験の比較検討
 浜松ホトニクス(株)で行われたレーザー励起の場合の発振実験に対応したシミュレーションを行った。図3は、開発した設計コードを用いて得られた定常状態での電子密度および正孔密度、図4は、定常状態での誘導放出再結合率である。量子井戸付近で、誘導放出再結合が顕著に行われている。発振波長は1 μ m、共振器長は250 μ m、共振器の反射率は0.3237、発光領域は、InGaAsのみとした。レーザー光

出力は1.49 mW、実験値は約1.5 mWであり、非常に良い一致を示している。今後、開発した設計コードを用いて、太陽光励起の場合の最適設計を行っていく予定である。

なお、本設計コードはwindows machine 上でも30~40分ほどで上記の結果を出力できる。ご関心を持たれた方は、当研究所までご連絡いただければ幸いです。



【図3】定常状態での電子密度および正孔密度



【図4】定常状態での誘導放出再結合率

【新入研究員紹介】

コンプトンガンマ線より核変換に尽力

プロセス研究チーム 研究員 李大治



昨年10月29日付で、(財)レーザー技術総合研究所レーザープロセス研究チームでお世話になることになりました李大治と申します。中国電子科技大学で博士号を取った後、北京高能物理所・自由電子レーザー光実験室(BFEL)で2年間働きました。BFELでは、電子銃の中、加速管の中の電子ビームを安定させる自動制御装置の開発を行っておりました。高増長自由電子レーザー光(SASE)のシミュレーションもしました。

2001年10月から2年間、JSPSフェロウシップ客員研究員としてレーザー技術総合研究所で、コンプトンガンマ線による核変換の研究を行っていました。NewSUBARU電子蓄積リングにレーザーコンプトンガンマ線の発生装置を建造して、ガンマ線発生および偏極を実験的に行い理論等で確かめています。そのガンマ線を使って、核変換研究をしています。これらの結果は解析中ですが、興味深い結果が得られています。

レーザーコンプトンガンマ線の偏極、およびこれを用いた核変換の効率についての研究を続けていきます。今後とも皆様のご指導、ご鞭撻のほどを宜しくお願い申し上げます。