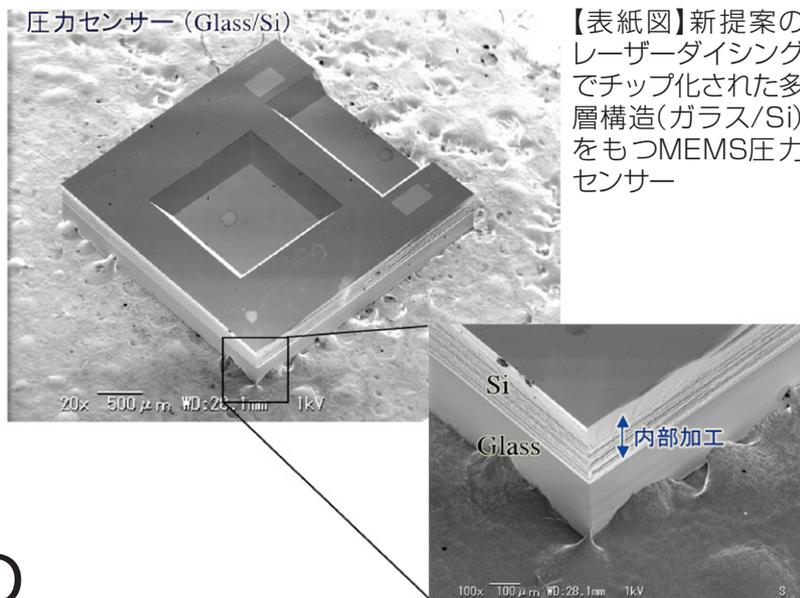


**CONTENTS**

- 多層MEMSウェハのレーザーダイシングに新方式を提案
- 白色光赤外ライダーの開発
- 【光と蔭】夏7月を迎えて
- 藤田主席研究員がレーザー学会進歩賞および電気学会学術振興賞(論文賞)を受賞
- 染川研究員がレーザー学会優秀論文発表賞を受賞
- 主な学会等報告予定



【表紙図】新提案のレーザーダイシングでチップ化された多層構造(ガラス/Si)をもつMEMS圧力センサー

## 多層MEMSウェハのレーザーダイシングに新方式を提案

主席研究員 藤田雅之

### ◆3年間のファインMEMSプロジェクトが終了

NEDOからの委託事業として「多層ウェハレベル接合体の低ストレスダイシング技術」開発を、平成18年度から20年度にかけて3年間のプロジェクトとして東北大学・江刺/小野/田中研、阪大レーザー研(再委託)と連携して進めた。本研究はNEDOの「高集積・複合MEMS製造技術開発事業(通称:ファインMEMSプロジェクト)」の中の「MEMS/MEMSの高集積結合技術の開発」の課題の一つであり、数百個のMEMS素子が集積された多層ウェハをレーザーで数mm角のチップに分割する(ダイシング)技術開発を行った。最終的な数値目標は、レーザーダイシング後のチップ破損率1%以下であった。

### ◆ダイシングラインをレーザーで内部加工

MEMSウェハダイシングへの要求は、ドライな環境下でデブリフリーで低ストレスでダイシングすることである。アブレーションを使わずにレーザーでウェハを内部加工していけば、ゴミも出ずにドライなダイシングが可能となることは誰の目にも明らかである。あとは、レーザーの波長、パルス幅、集光条件、走査速度等を最適化していけばよい。実際、浜松ホトニクスはSiウェハに対してレーザーによる内部加工を利用したステルスダイシングと呼ばれる技術を実用化している。

### ◆当初の2年間は

代表的なMEMSウェハはガラスとSiを貼り合わせた積層構造をしている。したがって、ガラスとSiそれぞれをレーザーで内部加工していけばダイシングが可能となる。ただし、コストを考えると一台のレーザーで両方を内部加工できるに越したことはない。普及している加速度センサー等のMEMSチップの単価は安い。低コスト化の要求は尋常ではない。そこで、波長1 $\mu$ m、パルス幅10nsのNd:YVO<sub>4</sub>レーザーを用いてガラスとSiの両方を内部加工し、条件の最適化を行ってレーザーダイシングを実証した(レーザークロスNo.246)。

### ◆より高品質なダイシングを目指して

一台のレーザーでガラス/Si積層体を内部加工して切断力を測定すると、Si層の切断力に支配されていることが実験的に明らかになった。Si層がより割れやすくなれば積層体の切断が容易となる。また、ガラス層の切断面の粗さはレーザーによって形成される内部クラックの大きさ程度(~数10 $\mu$ m)であり、決してきれいな切断とは言えない。そこで、ガラス、Siそれぞれに最適なレーザー加工パラメーターを探索した。内部加工されたSiウェハの切断力のレーザーパルス幅依存性を調べると、10nsよりも200nsの方が低ストレスで切断できることが実験的に明らかとなった(図1◇)。また、ガ

次ページへつづく▶

ラスに対しては波長の短いグリーンレーザー（ただし、パルス幅は10ns程度）を使えば、断面の粗さを10 $\mu$ m程度に抑えられることが実証された。断面粗さ抑制のメリットと二台のレーザーを用いるコスト面のデメリットとの兼ね合いはユーザーの判断に委ねられる。

### ◆またまた失敗サンプルから大発見が

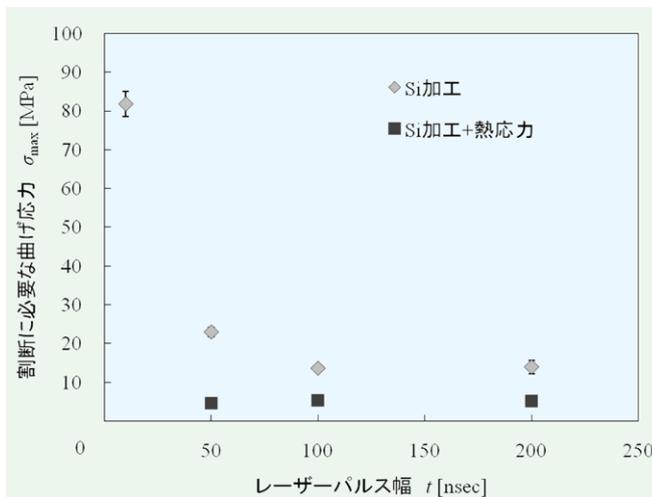
そうこうしているうちにプロジェクトも残り半年となった頃、失敗サンプルから思わぬ発見が得られた。ガラス/Si各層に内部加工をするはずが、Si層だけに加工をしてウェハをステージからはずしてしまった。元に戻そうにも内部加工した目に見えないラインに光軸をアライメントしようもない。書き損じのレポート用紙を丸めてゴミ箱に投げ捨てるのと同様に、失敗サンプルを手で割って捨てようとしたところ、以外と弱い力で割れることに気付いたのである。電子顕微鏡で断面を見てみると・・・、内部加工していないガラス層までもが綺麗に切断されていることを発見した(表紙図)。おそらく、ガラス/Siの接合面においてSi層内の内部加工ラインに沿って応力が集中したためと考えられる。

### ◆さらに

ガラス/Si積層体のSi層だけに内部加工を施し、Si側からCO<sub>2</sub>レーザーを照射してみると・・・、さらに弱い力で切断できることが明らかとなった。これは、一般的に行われているガラスの熱切断との合わせ技に相当する。切断力を測ろうにも、測定器にセットする前に割れてしまうくらいのダイシング加工が可能となった(図1■)。これまで、ガラス/Si各層に内部加工をすることだけを考えて技術開発を進めてきたが、意外なところに答えが隠れていたのである。

### ◆ただし

今回新たに開発したダイシング技術はガラス/Si積層体だけに通用する手法である。積層体のSi層を内部加工するからガラス層も割れるのであり、どんなMEMSウェハに対しても使えるわけではない。また、CO<sub>2</sub>レーザーによる熱切断の併用は熱に弱い構造を持ったMEMSチップには適用しがたい。適用できる積層体のバリエーションを増やすためにも研究を継続していく必要がある。



【図1】レーザーで内部加工されたガラス/Si積層体を分割するのに要する切断力のレーザーパルス幅依存性。◇は積層体のSi層のみを加工した場合、■はSi層の加工に加えてCO<sub>2</sub>レーザーで熱応力を加えた場合。

### ◆今に思えば

同じようなことをレジスト剥離の研究の際に経験している。レジスト剥離の時も失敗サンプルを異なる角度から見ることで新たな技術開発へと結びついた。共通することは、問題意識を高く持った人間が一所懸命に実験を重ねたことである。レーザー加工の研究は実用化に近いテーマほど、単純に思いつくことはやりつくされている。そこに新たな技術を産み出すには、柔軟な思考と発想の転換が必要となる。

### ◆プロジェクトは終わったが

平成20年度をもってプロジェクトは終了したが、今回開発したレーザーダイシング技術を普及させるために東北大学とレーザー総研に加工ステージを設置してお試し加工を受け付ける体制を整えた。本技術を産業界の方々に採用していただけるように連携して研究を継続していく予定である。

本研究はNEDO「高集積・複合MEMS製造技術開発事業」の一環として実施したものであり、関係者各位に感謝致します。

## 白色光赤外ライダの開発

### ■地球温暖化対策

これまでの白色光ライダー研究は白色光の多波長性を活かして紫外から可視域に及ぶ多波長同時観測を基

レーザー加工計測研究チーム 染川智弘

本として開発を進め、偏光特性を利用した黄砂の観測等に成功した。近年、地球温暖化が地球規模での環境問題として取り上げられ、温室効果ガス観測技術衛星「いぶ

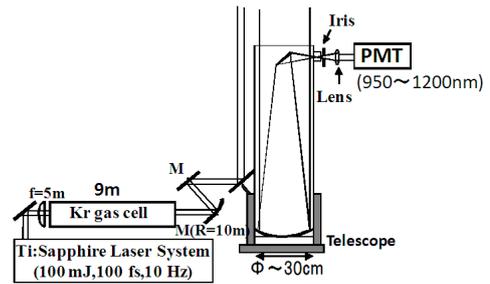
き」(GOSAT)が今年の1月に打ち上げられるなど、温室効果ガスの観測に向けた取り組みが白色光ライダーでも必要だと考えられる。

### ■白色光ライダーの利点

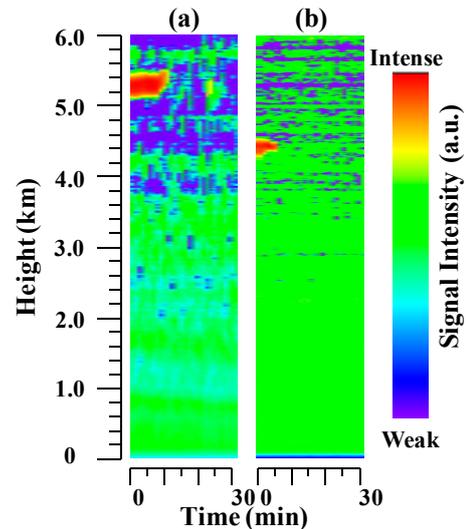
こういった温室効果ガスである二酸化炭素は1.6、2.0  $\mu\text{m}$ に吸収波長を持つ。ライダーの分野では、二酸化炭素の分布を測定する一般的な手法に差分吸収ライダー(DIAL)がある。これは、対象分子の吸収のある波長、ない波長を同時に大気に打ち上げその差分から濃度を評価する手法であるが、DIAL観測を行う際にはまず対象分子の吸収波長でのレーザー開発が必要となる。白色光ライダーで用いるコヒーレント白色光は中心波長が800nmのチタン・サファイアレーザーを希ガス中に集光することにより、自己位相変調等の非線形効果によってスペクトル幅を広げている。これまで使用してきた可視域と反対側の赤外域にも同様にスペクトルを有し、測定対象の吸収波長に応じた任意の波長での計測が期待できる。

### ■白色光赤外ライダーの初期観測結果

しかし、赤外域では受光素子が高価な割に、感度が低いという欠点がある。そこで、赤外域での光電子増倍管を用いて、これまでのように干渉フィルターで波長帯域を制限することなく、950~1200 nmの広帯域で赤外域の大気観測を行った。図1に白色光赤外ライダーの実験配置図を示す。ピーク強度が0.5~1TWに及ぶフェムト



【図1】白色光赤外ライダーの実験配置図



2008/09/25 (a) 0:20~0:49, (b) 1:24~1:53

【図2】白色光赤外ライダーの初期大気観測結果

山中千代衛



## 夏7月を迎えて

平成21年もはや半年が経過し今年も7月を迎えた。梅雨のシーズンが終わると、やがて酷熱の土用が近づいてくる。蝉の声とともに紫陽花が盛である。雫にぬれた姿はまさに夏の訪れを告げている。

レーザー技術総合研究所もこの時期に理事会が開かれ一年の計を定めるのが慣しである。また会社関係でも株主総会のシーズンとなり役員の人事が行なわれる。

この二年間理事長を勤め、研究所創立20周年の記念行事を取り仕切って頂いた関西電力の藤野隆雄氏は橋本徳昭氏と交替になる。7月から株式会社eo光のケイ・オプティコム社長に転出される。理事長としていろいろと研究所運営に尽力されたことに深く感謝申し上げたい。

レーザー総研はこの4月から筆者に代わり井澤靖和研究所長の下で、新体制を敷き新光科学技術開発時代に対応して研究事業を進めようとしている。20年にわたった所長の退任に際し、レーザー発明50年を記念して泰山賞が設立された。この賞はレーザー科学技術の研究開発に優れた業績を上げ斯界に貢献された人に贈られる。第一回の贈呈式は来る7月16日の成果報告会東京会場で挙行される。

レーザー総研では来年9月には新公益法人へ移行の申請を提出すべく目下諸般の準備をすすめている。いうまでもなくレーザー技術総合研究所はその設立の主旨からして大学等関係研究機関と連携して産業界に広く光科学技術を展開するため役立つことを使命にしており、この際大阪大学レーザーエネルギー学研究センターはもとより社団法人レーザー学会やその他関連機関とも密接に協力することが要となる。かくして私達が期待するレーザー研究トライアングルが形成される。

老兵たる筆者は財団副理事長、名誉研究所長として所員の活躍と研究所の発展を見守り続けて行きたいと考えている。

時代は刻々と変化しつつある。夏来たりなば冬遠からじ。夏至が過ぎると日は一日一日短くなる。忙しい気のせくことだ。

【研究名誉所長】

秒レーザーを焦点距離5mのレンズでKrガスに集光し、白色光に変換する。得られた白色光は曲率10mのミラーでコリメートした後、大気に打ち上げる。大気からの散乱光は直径30cm程度の大きな口径の望遠鏡で集め、光電子増倍管に導く。観測はオシロスコープで500回積算信号を1分間隔で取得し、30分間継続して行った。図2に一般的なライダー観測信号を示す。横軸が観測時間であり、縦軸がトリガー信号からの時間遅れを用いて計算される距離(高度)である。散乱信号は雲などの散乱体の分布を見やすくするために、距離の2乗で補正してある。5km付近に見られる赤色で示される信号の強い散乱体が雲の信号であり、雲の高度変化が見られる。

### ■今後の白色光赤外ライダーの課題

5kmと比較的高い高度からの散乱信号の取得には成

功したが、950nmの干渉フィルターで観測波長帯域を制限した別の日の観測では、信号の検出ができなかった。これは観測日当日の白色光の強度や、大気の状態等の違いも考えられるが、DIALのような狭帯域の観測は現在の市販されているような赤外受光素子では非常に困難である。そこで、白色光を垂直に打ち上げるのではなく、水平に近い角度で送信し、大気の透過光を遠方で受光する長光路差分吸収(DOAS)法が有効ではないかと考えられる。DOAS法は対象となる分子の吸収量から2点間の平均濃度の計測が可能であり、低層大気での人為期限の温室効果ガスの観測等が可能である。白色光を用いたDOAS法の研究は平成21年度の島津科学技術研究開発助成金に採択されるなど、白色光赤外ライダー研究のさらなる進展が期待できる。

## 藤田主席研究員がレーザー学会進歩賞および電気学会学術振興賞(論文賞)を受賞

藤田雅之主席研究員は、破損率1%以下を実現できるMEMSの新しいレーザーダイミング技術を開発し、その成果により、第33回レーザー学会進歩賞「積層MEMSのためのパルスレーザー支援デブリフリー低ストレスダイシング技術の開発」および第65回電気学会学術振興賞(論文賞)「Debris-Free Laser-Assisted Low-Stress Dicing for Multi-Layered MEMS」を受賞しました。

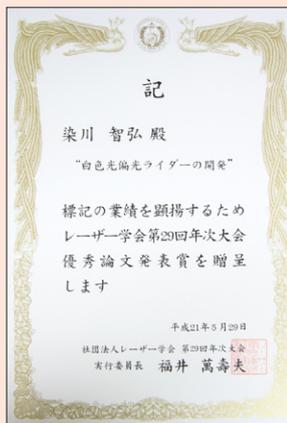


【写真】表彰を受ける藤田主席研究員と賞状・メダル



## 染川研究員がレーザー学会優秀論文発表賞を受賞

染川智弘研究員は、高強度フェムト秒レーザーを用いた白色光ライダーによる黄砂等の観測に対し、レーザー学会学術講演会第29回年次大会優秀論文発表賞「白色光偏光ライダーの開発」を受賞しました。



【写真】表彰を受ける染川研究員と賞状

## 主な学会等報告予定

7月31日(金)

ファインMEMSプロジェクト成果発表会

藤田 雅之「積層MEMSのためのパルスレーザー支援デブリフリー低ストレス高速ダイシング」  
(7月29日(水)～31日(金))マイクロマシン/MEMS展NEDOブース内で成果展示

Laser Cross No.256 2009, Jul.

<http://www.ilt.or.jp>

発行/財団法人レーザー技術総合研究所 編集者代表/島田義則 〒550-0004 大阪市西区本町1-8-4 大阪科学技術センタービル4F TEL(06)6443-6311 FAX(06)6443-6313

掲載記事の内容に関するお問い合わせは、編集者代表・島田義則までお願いいたします。  
(TEL:06-6879-8737, FAX:06-6878-1568, Email:shimada@ile.osaka-u.ac.jp)