

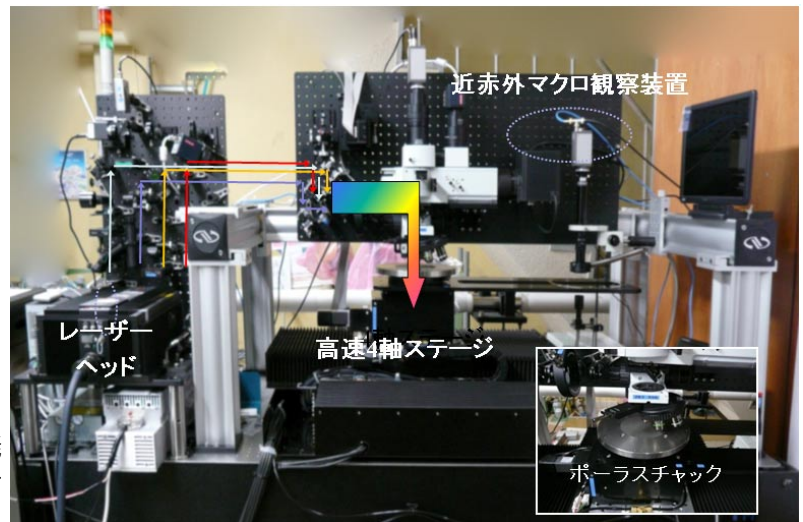


2008, Sep.

No. 246

## CONTENTS

- 多層MEMSウェハのレーザーダイシング
- 私たちの技術 —レーザー誘雷—
- 【光と蔭】理科ばなれと工学部の現状
- 主な学会報告予定



【表紙図】レーザーダイシング技術開発用の加工ステーション：数種類のレーザー光を試料に集光照射できる。

## 多層MEMSウェハのレーザーダイシング

レーザー加工計測研究チーム 主任研究員 藤田雅之

### ■平成18年度からファインMEMSプロジェクトに参加

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)と連携して進めている。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)」の中の「MEMS / MEMSの高集積結合技術の開発」の課題の一つである。MEMS (Micro Electro Mechanical Systems：微小電気機械システム)とは、微細な電気要素と機械要素を一つの基板上に組み込んだ部品で、主に半導体製造技術を用いてウェハ上に数mm角のチップとして大量に並べて製造される。代表的なMEMS素子として、車のエアバッグや家庭用ゲーム機の加速度センサーや圧力センサーなどが挙げられる。

### ■レーザーダイシングの必要性

ウェハからチップへと分割する際に、従来は水をかけながらブレード(回転刃)でダイシングが行われていた。加速度センサーや圧力センサーは、いずれも微小空間に可動機構やダイヤフラムなどの脆弱構造を有しているため、歩留まりが低下することが問題となっていた。また、ダイシングの際にチップをレジスト等で保護する手法も用いられているが、製造工程が増えたり、デバイスの設計に制約が生じる。レーザーを用いてドライな環境下でデブリフリーでダイシングができれば、生産性の向上が望めるのである。

### ■ニーズありきの技術開発

レーザーダイシングはニーズオリエンテッドの技術開発である。製造現場での具体的な課題が明確であり、それを解決するための技術開発が求められた。レーザー総研の研究は大きく分けて受託研究と自主研究から構成されているが、ニーズオリエンテッドの受託研

次ページへつづく▶



## 多層MEMSウェハのレーザーダイシング

究においても、どちらかと言えば最先端技術を駆使したシーズを優先した技術開発を進めてきたきらいがある。また、それを誇りにしていたことも否定できない。それでも、大学に比べれば泥臭い研究をこなしてきたつもりであった。しかし、今回のレーザーダイシングの研究開発は、コスト、歩留まり、加工速度、加工環境、全てに具体的な縛りがかかるニーズありきの実用的な研究開発である。どんなに古典的な技術を使ってでも目標を達成しなければいけない。

### ■内部加工と言っても・・・

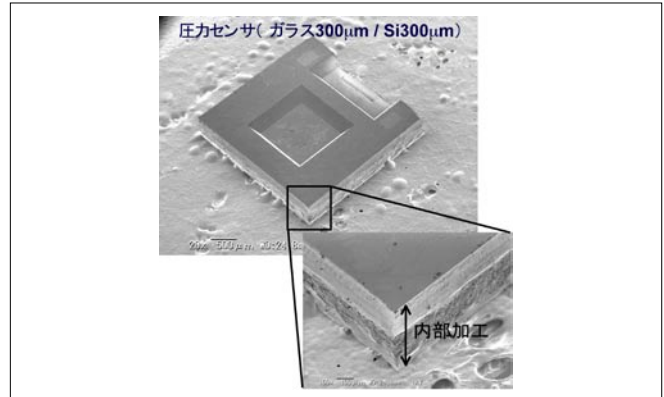
後工程で洗浄を必要としないレーザー加工方法となれば、これは内部加工を利用するしかない。しかし、一言で内部加工と言っても、加工試料、レーザーの波長やパルス幅でその加工状態は全く異なる。特に、MEMSの基本的な構成材料であるガラスとSiは光学特性や材料特性が全く異なる。ガラスはアモルファスであるが、Siは結晶である。ガラスは1 $\mu$ m光に対して透明であるが、Siは吸収がある。ガラスの屈折率は1.5であるが、Siのそれは3.6である。

### ■フェムト秒レーザーよりもYAGレーザー

微細加工となるとフェムト秒レーザーの出番であるが、今回のダイシングはちょっと舞台が異なる。そもそもフェムト秒パルスは(半導体表面にキャリアを励起してしまうので)Siの内部に光が入っていかない。パルス幅が短くピーク強度が高すぎるのである。おまけに装置価格も高すぎる。そこで、産業用のYAGレーザーの出番となる。YAGレーザーと言ってもパルス幅は様々である。特にガラスに対しては透明な波長であるために多光子吸収を誘起しなければいけない。パルス幅100nsだとピーク強度が足りなくなってしまう。

### ■一台のレーザーで異なる材料を

波長1 $\mu$ m、パルス幅10nsのレーザーを用いると、ガラスとSiの両方を内部加工することが可能となる。Nd:YAGレーザーと同等の性能、価格帯で高繰り返しを得意とするNd:YVO<sub>4</sub>レーザーに白羽の矢を立て、一台のレーザーでガラスとSiに対してどこまで加工品質が確保できるか追求することにした。もちろん、ガラスにはフェムト秒やピコ秒パルスを、Siには100nsパルスを使うことも考えられるが、二台のレーザーを用いたダイシング装置の開発はコスト的に実用化から遠ざ



【図1】レーザーでダイシングされた多層構造(ガラス/Si)をもつMEMS圧力センサー

かる方向であると考えた。

### ■まずは条件出しに成功

100枚以上のガラスウェハ、Siウェハをレーザーで切り刻んで条件出しをすること1年間、最適な集光条件、レーザーエネルギー、パルスの繰り返し周波数、加工速度等が見えてきた。詳細は割愛するが、数100mm/sの加工速度で4インチのMEMSウェハを破損することなくダイシングすることに成功した。図1に東北大学で設計された圧力センサーチップのダイシング結果を示す。レーザーによる内部加工がダイシングのガイドとして使えることを示した。

### ■異分野連携

レーザーでウェハに内部加工した場合、表面は無傷であるから、その時点でチップに分割されているわけではない。レーザー加工の後に、機械的にウェハを分割するステップが必要となる。いくらレーザーでうまく加工してもチップ分割の際に破損やチッピングが起きては元も子もない。幸いにして、当プロジェクトにおける共同研究者である東北大学の田中秀治先生は機械系出身であり、我々レーザー屋との連携でプロジェクトがより実用化へ向けて進展した。田中先生はあれよあれよという間にチップ分割のための機械システムを設計・製作・改造し、レーザー総研に持ち込んで我々と共同実験を行い、レーザー加工+チップ分割の最適化が進んでいる。ダイシングの実用化とは複数のプロセスの融合で結果が出る課題であることを痛感した。

### ■プロジェクト終了に向けて

平成20年度は、当プロジェクトの最終年度である。今

は、メーカーから供給される実デバイスのレーザーダイシングを進め実用性の評価を行っている。実用化の可否はユーザーに判断を委ねるしかないが、レーザー加工の新たな応用分野を切り開いていければ幸いである。

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。



## 【私たちの技術】

# ーレーザー誘雷ー

レーザー加工計測研究チーム 副主任研究員 島田義則

近年では落雷対策技術が進歩し、電力は安定に供給されていますが、まだ落雷の事故がゼロになったわけではなく、送電線、配電設備に落雷し、電力供給がス

トップする事故や落雷による死亡事故が後を絶ちません。これらの技術の根底にあるのは、落雷が発生してから対処を行う受動的な発想です。理想的な落雷事故

山中千代衛



## 理科ばなれと工学部の現状

戦後わが国が瓦礫の中から不死鳥のように立ち上り復興を果たしたのは、勤勉で能力に富んだ技術者を大量に育成できる教育システムが機能したからである。

1990年代を契機にこの状況は一変した。経済バブルとその崩壊、それに追打ちをかける少子化、将来に展望を持たない政府、ジャーナリズムに迎合的な教育施策として採用されたゆとり教育、その結果が3K回避を生み、そして理科ばなれである。

戦後の復興を支えた大学の工学部は今や不人気学部の筆頭となった。1992年全国の大学志望者数は延べ506万人とピークを示し、そのうち工学部は62万人であったが、2007年には6割減の27万人に落ちている。大学志望者の学力も2006年度にゆとり教育世代が大学に進学した時点から顕著に低下しているという。

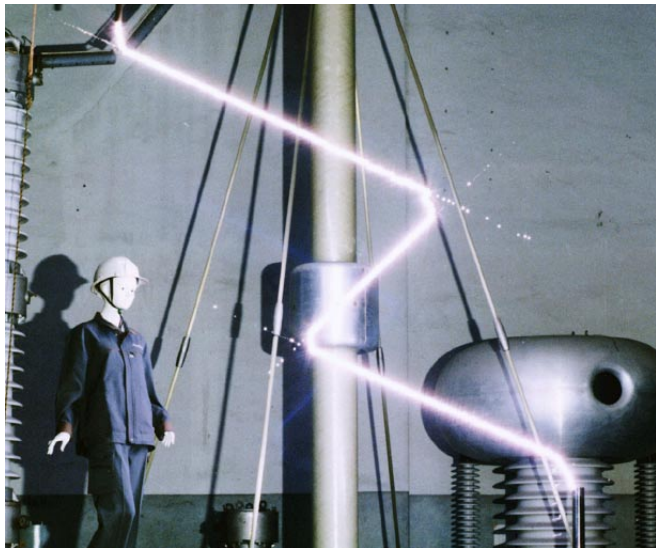
かつて工学部で看板学科と言われた土機電化(土木、機械、電気、化学)の凋落はおびただしい。原子力や造船の名前は早々と学科から消え去った。大学学部に加えて大学院の充実が叫ばれ、幾多のコースが新しく生まれた。時代の要請として当然なのだが、これが又ポピュリズムの象徴のような名称で出現したのは軽すぎた。

8年前に国を挙げて重要視する課題として「ナノテク、バイオ、情報、環境」を上げ、政府は先端研究の推奨を唱えたが、大学もこれに順応して先進テーマを専攻名に掲げたのだ。阪大でも旧称土木、建築、造船学科は地球総合工学専攻になり、原子力工学学科などは環境・エネルギー工学専攻に変身した。大学は大学院と言えども基本と基礎を主課題としなければならない。志望者を迷わせ、体裁を繕い、世情におもねるのではなく、断固として大学の使命たる基礎科学教育の実践を目指して人材を養成しなければならない。

グローバルな競争がはげしい今日、日本の将来は科学技術に託す以外に道のないことを国を上げて実感するときだと思われる。それには人の要請が肝要な鍵となる。すなわち初等中等教育からの現実に目覚めた再構築が求められる。

【(財)レーザー技術総合研究所 研究所長】

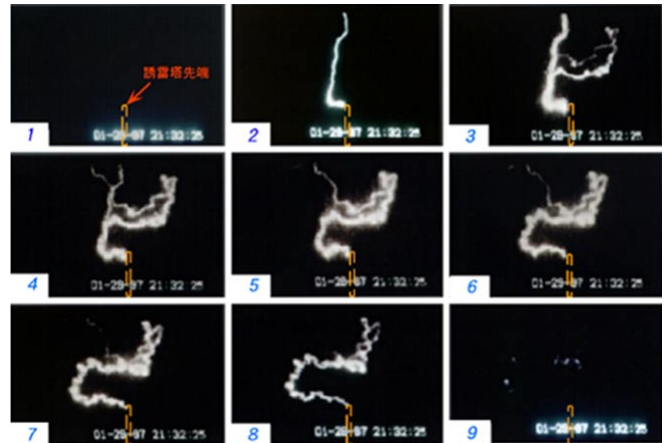




【図1】レーザープラズマチャンネルをZ字型に配置させるとプラズマチャンネルに沿って放電する。

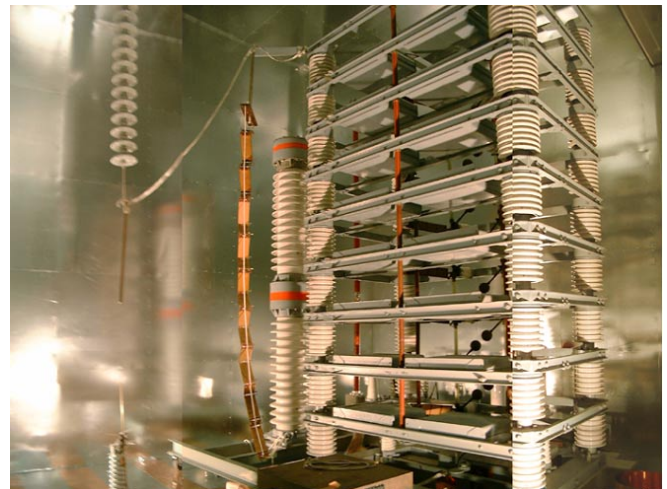
ゼロを目指すためには、発想を転換し、落雷させないシステムの導入が不可欠です。レーザー誘雷技術は、落雷しようとする雷をレーザーで誘導し安全な場所に落雷させる技術です。

レーザーを大気中に集光照射するとプラズマチャンネルが生成されます。プラズマチャンネルは高い導電率をもつために、放電をガイドすることが出来ます(図1)。ただし、放電をガイドするためには最適なプラズマ密度とチャンネル長さがが必要です。この技術を用いて、落雷を安全な場所に誘導する技術がレーザー誘雷です。当研究所は、福井県三浜町の嶽山にレーザー誘雷装置を設置し、大型レーザーや大型カセグレン鏡を用いて世界で初めて実誘雷に成功しました(図2)。現在でも50 Jのレーザー装置や100万ボルトを発生するインパルス高電圧発生装置(IG) (図3)等を用いて研究を行っています(文部科学省科学研究補助金基盤研究



【図2】誘雷塔先端にレーザープラズマを生成させ雷放電(リーダ)が誘雷塔先端から上空進展する様子を捉えた連続写真

B)。また、この技術はレーザーアシスト放電を用いたEUV光源開発研究やレーザーアシスト放電加工、溶接など、放電制御の研究に展開できるポテンシャルを有しています。レーザー装置やIGは技術相談にて使用していただくことが可能ですので新しい発想等を技術相談に申し込んでください。お待ちしております。



【図3】インパルスジェネレーター (IG)

## 主な学会報告予定

- 9月11日(木)～12日(金) 第26回レーザーセンシングシンポジウム(福岡県朝倉市ホテルパーレンス小野屋)  
染川 智弘「白色光偏光ライダーの開発」
- 9月28日(日)～10月1日(水) 2008 International Symposium on Extreme Ultraviolet Lithography (Lake Tahoe, CA USA)  
砂原 淳 「Improvement of EUV conversion efficiency of LPP by double pulse irradiation」
- 10月6日(月)～10日(金) The International Conference on Laser Probing (LAP2008)(名古屋大学)  
島田義則 オレグ・コチャエフ 「Study of Laser Ultrasonics Generation Technique Part 1」  
オレグ・コチャエフ 「Examination of ultrasonic vibration transferring from metal membrane to liquid」
- 10月20日(月)～23日(木) 27th International Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics(ICALEO)(Temecula, CA, USA)  
藤田 雅之 「Debris-Free Laser Dicing for Multi-Layered Membranes」