

LPM2008 ショート速報[フェムト応用とバイオ・ナノ粒子関連技術]

甲藤 正人 (宮崎大学)

会議名 : 9th International Symposium on Laser Precision Microfabrication (LPM2008)

開催期間 : 2008 年 6 月 16 日 - 20 日

開催場所 : Hotel Plaza Quebec (Quebec City, カナダ)

*****要 約*****

今回の LPM ではマイクロ加工、フェムト秒応用は勿論のこと、バイオ関係の応用とナノ粒子の発表が多く見受けられた。発表件数に対してドイツ勢が占める割合が非常に多く、ドイツの勢いを改めて実感する会議であった。従来から知られていたレーザープロセス技術を新たにバイオ関係のプロセス技術へと応用した例、あるいはナノとバイオとの融合による新技術開発事例が多く見られ、レーザープロセスが多分野において基幹技術として重要な技術であることを改めて感じた。

1. はじめに

International Symposium on Laser Precision Microfabrication (LPM)は主に微細加工を中心とした会議であり、これまで多くのフェムト秒レーザープロセスなど、新しい微細加工技術が発表されてきた。

今回の LPM は口頭 100 件 (内招待講演 15 件)、ポスター60 件であったが、内 10 件以上がキャンセルとなっており、コミッティーを悩ましていた様である。連日二つのセッションが平行で進行し、従来からのマイクロ・ナノ加工技術のセッションに加えて、バイオ関連技ならびにレーザーパルス整形技術とその加工への応用についてのセッションが設けられたことが特色であろう。パルス整形技術については都合上聴講することは出来ず、また平行セッションであったことから上記全ての内容をここでは紹介できないこととお断りしておく。以下に各内容での印象をまとめる。

2. フェムト応用 (微細加工)

周期構造形成についてはその形成メカニズムが未だ議論的である。決定的な観測手法がないことから対象材料を含めて各種パラメータを変えた実験結果からそのメカニズムが議論されている。Tech. Univ. of Cottbus, Univ. of Appl. Sci. Tech (独), Univ. of Virginia (米), Hubert Curien (仏), 徳島大学のグループから発表された。マルチパルス照射の場合では前のパルスが与えた過渡的な状態が構造形成に影響している結果や材料の結晶化などが周期構造の形成に寄与していることなどが報告されており質疑応答での議論が活発に行われていた。

三次元微細加工技術に関しては、様々な内容であった。ガラス内にレーザー改質エッチングで加工した歯車にレーザーを照射して回転させる技術 (徳島大学) や、二光子還元法による金属構造体によるメタマテリアル形成技術 (理研) などが発表された。この他には、Laser Zentrum Hannover (LZH, 独) からは多光子吸収によるナノ「牛」ならぬナノ「蜘蛛」の形成技術の応用事例、各種ナノバンプ構造の形成メカニズムの発表など、こちらは従前からの内容であった。

その他の加工技術において、従来からのプロセスを代替することで、省力化、省工程が行える技術が多く見られた。レーザーにより金属薄膜を選択的に酸化しエッチングすることでリソグラフィの工程を省ける技術 (St. Petersburg State Univ. (露)) や、産総研のLIBWE法は、ホトマスク作成におけるプロトタイプングの迅速化を可能とするし、Göttingenからは位相マスクの作成について、従来のリソグラフィ法に代わり、SiO/SiO₂のSiOをArFあるいはKrFエキシマレーザーで選択的にエッチングし、残った層をSiO₂へと熱酸化する手法が発表された。いずれも半導体産業等での応用が見込まれる技術であろう。

Pixar Technology (イスラエル) からはフェムト秒レーザーを水中に集光した際に生じるキャビテーションバブルについて報告された。とここまで書くと新規性が全くないが、レーザーの繰り返し周波数、エネルギーを調整し、かつ集光点を上手く気層・液層界面近傍で調整することで、キャビテーションバブルのjet flowを生じさせることができる。中空針などを用いて液中に定常的な空気層を作り、その位置を変えることで、jet flowの方向も変えることができる。参加者からは液・液界面ではどうか、など、活発な質疑応答が続き、ナノローやバイオ応用など新しい応用の可能性を感じた。

3. ナノ粒子

Laser Zentrum Hannover (LZH, 独) から、金のナノ粒子を中心とした発表が多くなされたのが印象的である。この分野の経緯を詳しくは知らないのですが、そのオリジナリティについては判断しかねるが、金のナノ粒子を中心として、その生成からバイオ・医用応用あるいはナノ粒子堆積による薄膜形成など、セッションの半数を占める場合もあったほどであり、LZH が精力的に取り組んでいるのが分かる。この中で、ナノ粒子による膜堆積では、水中レーザーアブレーションにより生成されたナノ粒子は負に帯電しており、電界の印可により粒子の集塵と堆積が可能であることが報告された。なぜ負に帯電しているかは不明とのことである。

この他にナノ粒子の生成については、École Polytechnique de Montréal (加) や Industrial Material Institute (加) からも水中でのレーザーアブレーションでのナノ粒子生成について報告されていた。

また LZH からは 6ps, 50 W のディスク増幅器からのレーザー出力で加工を行う際に、アセトンを薄く表面に塗布して加工すると、デブリが簡単に除去される技術が紹介された。ただし、ロングパルスレーザーの場合はアセトンが分解され適応できない。

4. バイオ応用

上記のナノ粒子などによる近接場加工がバイオ関連も含めた微細プロセス技術として注目されている。慶応大学、Univ. of Texas (米), École Polytechnique de Montréal (加) などから実験と近接場光のシミュレーションが報告された。ナノ粒子に照射するレーザーの電場により粒子内に分極が生じ、この結果あたかもレンズで集光したごとく、近接場光の増強が観測される。増強はレーザーの偏光に依存し、直線偏光の場合、ナノ粒子の両側での加工が可能である。これを細胞の加工等にしようというものであるが、現在ではナノ粒子を目的の箇所に配列する技術が問題となり、インクジェット技術の応用などが議論されていた。また、ナノ粒子コロイドを photo dynamic therapy の photosensitizer として利用し、光照射によるガン細胞の壊死効果が確認されるなどナノ粒子の応用が期待される一方で、人体への安全性についても議論がなされていた。

カールツァイス (独) は生きた細胞の一部を切り取り、カプセル化する装置として、レーザーによる非

接触加工とリフトオフ技術を応用している。光源として波長 355 nm、パルス幅 1 ns、繰り返し 100Hz のレーザーを用い、基板下面より細胞をカットする。続いて、同じレーザーをデフォーカスにして、カットした細胞に当たるフルエンスを調整することで、上方へリフトオフさせ、カプセル内に取り込む動作を自動で行う装置である。細胞内の DNA 等には損傷を与えることなく切り取りと回収が可能である。光源の種類について、議論が交わされ、その中でフェムト秒は微細加工には魅力的だが、価格が高く、コストと安定性から紫外パルスレーザーを選択したとのことである。

5. 企業セッション

企業セッションとして、9社の講演があったが、これらの内プレナリーとして講演が行われた3件を聴講した。Fraunhofer 研（独）は太陽電池加工に関してスクライブ・除去・セル間接続におけるレーザープロセス技術開発について紹介され、それぞれのプロセスに適したレーザー光源とパラメータの選択により、実用化に向けた開発が進んでいる。次の講演はいわゆる大学等の基礎技術をベースに「開発」「コンサルティング」「実用化」を行う企業の講演であった。レーザープロセッシングに特化し、中小企業の顧客と研究機関の間を取り持ち、かつ自社でも二次的な技術開発を行うことで、実用化へと繋げている。エンジンシリンダー内部への周期構造とは異なる微細構造加工を施す例や太陽電池加工への取り組み事例が紹介された。また、太陽電池等の加工にはパルス変調したCWファイバーレーザーが有望であることがレーザーメーカーからその利点等を含めて紹介された。

また会議冒頭の Aerospace 社（米）からのプレナリー講演において、既にレーザープロセスはニッチではなく、産業プロセスとして確立されマーケットも成長を続けていることが紹介され、次のマーケット対象はやはり中国である。

6. おわりに

会議の各セッションではアカデミックな雰囲気での議論が多く、質疑応答でプロセスのメカニズム等の議論になると、講演者はそっちのけで参加者同士の議論が白熱する風景が多く見受けられた。学生の発表に対しても座長をはじめ聴衆の多くが非常に紳士的かつ教育的で、非常に良い印象を受けた。

今回の LPM 会議内容については、極微細・極表面の高精度加工をベースにした低環境負荷プロセスとしての発展、また微細かつ非接触性を活かした医用工学・バイオ応用へと展開される感を強く感じた。また、企業セッションが設定され、レーザープロセスの実用化が着実に進んでいることが改めて認識された。企業セッションには前者の「学」と後者の「産」を繋ぐ企業も欧米、特にドイツでは発展している様である。兎に角、今回の会議においてはドイツ勢からの発表が多く、研究所、レーザーメーカー、プロセスユーザーが一体となってプロジェクトとして光・レーザープロセス技術の開発とその実用によるものづくりを行っている現状を目の当たりにした（突きつけられた）気がする。特に LZH などの研究所では資金獲得のためにアウトプットが要求されている（様にみえる）ため、発表内容のオリジナリティは別にして、重点をおいた課題について圧倒的なパワーで押し寄せてくる。これに対して日本ではレーザープロセスに従事する研究者は多く、また世界的にみても先駆的かつオリジナルな成果を数多く輩出し発表している。各研究者個人レベルで大きな研究所を競争相手としている訳である。日本においてもレーザープロセスにおいても産学を中心としたプロジェクトの発展が必要な時期ではないであろうか。この際には、国産のレーザー光源メーカーとも協力し、新しいプロセスの基礎技術、二次の開発を経て実用化、さらにはそのために必要となるレーザー光

源開発に至るまでをレーザー・オールジャパン産学官プロジェクト体制とすることが、次世代ものづくりの振興のためには必要だと感じた。折しも光科学の研究拠点形成が図られており、基礎的な光科学研究をベースに応用・実用化へと展開できる体制が日本でも重要であろう。

来年は LAMP として神戸で 2009 年 6 月 29 日～7 月 2 日まで開催され、また次回 LPM としての会議は 2010 年ドイツのシュツットガルトで開催される。日本からも多くの投稿と発表を期待したい。