

## ■ 見えない可視光

九州工業大学 情報工学部 助教  
カチョーンルンルアン パナート

「こげんしたら、よかばい！」という生声は8年前(2005年)にはじめて聞きました。それは、私が九州工業大学情報工学部の木村(木村景一教授)研究室の助手に未熟ながらも着任したからです。それまで、私は学生時代に光応用計測について研究を行っていました。当時2年目の木村研究室では半導体デバイスにおける平坦化技術であるCMPが主体であり、それが私のCMPとの出会いでした。CMPが比較的新しい分野であるうえ、情報入手が上手でない私は、手さぐりの状況ばかりで1台の小型研磨機の前で木村研初代大学院生たちと一緒に加工レートの測定法や、実験装置の製作について悩んでいたことが印象に残っています。実際木村先生に相談するのが一番の近道でした。失敗はもちろん多々ありましたが、充実した日々をおくることができたと思っています。その後3年ほど(2009年頃まで)で木村先生が着々と加工機、測定機、自作専用実験機を整えてきました。その時すでに研究室研究の着眼点は、CMPにおける諸現象を探求することや材料除去メカニズムの解明でした。したがって、実時間でポリシングの微視的な現象、特にポリシング微粒子の挙動を観察することが必要不可欠であり、私が学部4年生の時に研究室の同期と一緒に実験室で目の前で見たエバネッセント光の応用を思い出しました。以下、可視光の全反射条件下で確認可能なこのエバネッセント光(別目;近接場光)の応用の概要をご紹介したいと思います。

図1に誘電体である被ポリシング面近傍の現象を観察する手法を示します。通常、屈折率  $n$  の大きい媒質( $n_1$ , 被ポリシング物)から比較的小さい媒質( $n_2$ , 加工溶液)に光が入射する際、入射角が臨界角を超えると全反射が生じます。この全反射発生面において、空間を伝搬しない表面近傍(界面からポリシング液領域内の約100ナノメートル)のみに局在する光が生じます。光の強度が界面から下へと、色のグラデーションが弱く移行していく様子を図1に示しているように、エバネッセント光は発生面と垂直方向(ポリシング溶液)へ指数関数的に減衰します。そこに微小物体(ここでは、ポリシング液中のナノ微粒子)が存在すると、局在しているエバネッセント光が伝搬光に変換されるため、界面上部に設置してある顕微鏡光学系により、そのナノ微粒子を観察することが可能になります。いわば、ナノ微粒子が被加工表面近傍領域に侵入する個所だけ、散乱光が発生して被加工面近傍のみに関わる微粒子の挙動を観察できます。逆に微小物体がその表面近傍領域に侵入しなければ、エバネッセント光が伝搬光に変換されなく、見えない可視光が局在しているだけで、変化をとらえることがありません。ただし、この観察手法は顕微鏡光学系により散乱光を結像するため、ナノ微粒子の実際のサイズとして撮影するのではなく、微粒子の挙動を可視化するものです。

当時木村研究室では製作されていた低速プラテン実験機においてCMPでの微粒子の挙動を観察することが可能になりました。出席された方はご存知のようにこれらの結果は、昨年10月にフランスのグルノーブルで開催したICPT2012の招待講演にて木村先生が材料除去メカニズムの一環としてまとめています。現在、私は来年3月までの1年間、アメリカで海外研修の機会をいただいております。ニューヨーク州北部のクラクソン大学 Babu 先生のグループでこのエバネッセント光を用いた研究を主に続けています。ここでは、以前観察した微粒子サイズの10分の1である30ナノメートルを観察できるよう、大学のスタッフと学生たちからサポートを受けながら、装置を設計・製作し、画像処理システムの開発を進行しています(図2;装置は長さ約350mmです。)。まだまだ難点が多くありますが、観察および評価手法をより確実のものにし、今後の高能率のポリシングに貢献できれば、と考えています。

最後にここPotsdamという町は11月といえども今朝アパートの前で気温が氷点下5度でした。これからの冬本番に向かって、私はどのようにのり越えるのかは気になるところではあります。日本にいらっしゃる皆様は年末に向け多忙さをのり越えた後、実に素晴らしいお正月が待っていると思います。少し早いかもしれませんが、よき新年を迎えるように、「皆様、よいお年を！」

2013年11月

@Clarkson University  
CAMPのオフィス部屋  
九州工業大学 情報工学部 助教  
カチョーシルルアン パナート

@@@

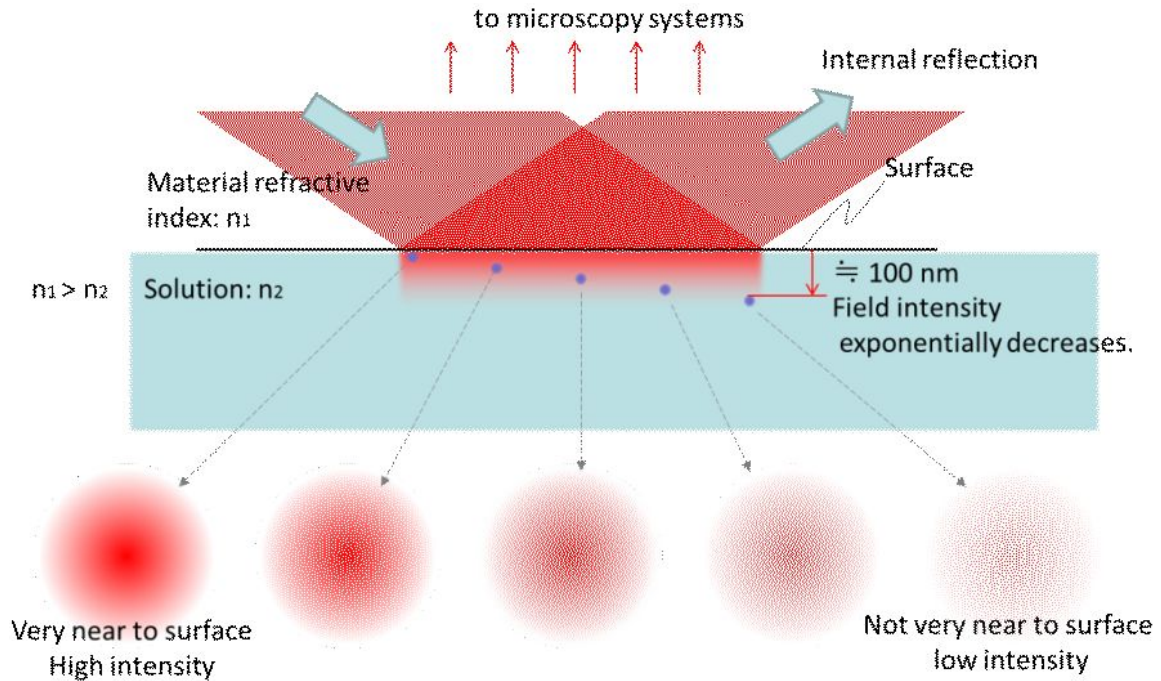


図1: 界面近傍のナノ微粒子の挙動観察手法の概要

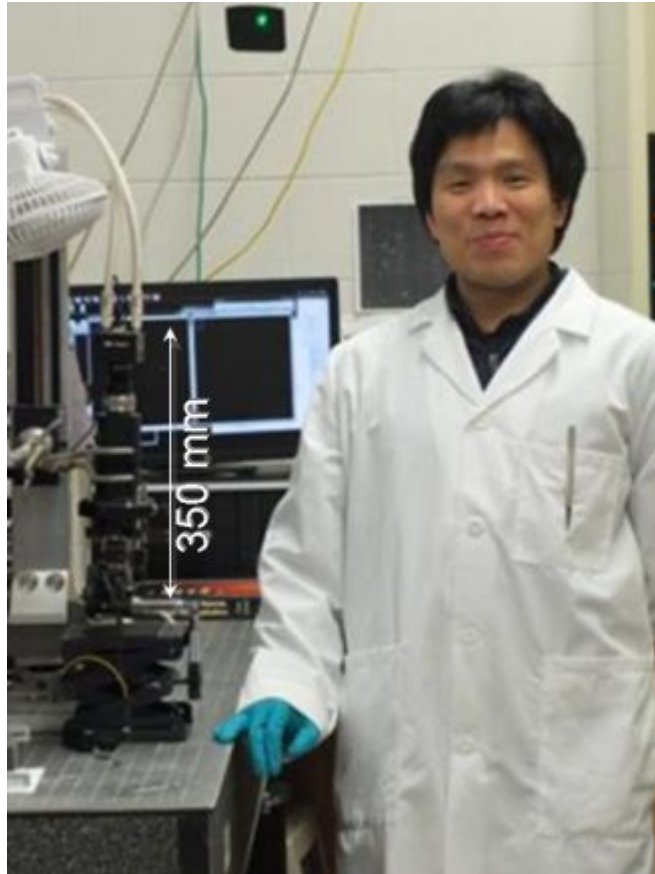


図2: 開発した装置と一緒に