



## 最先端ディスクからバイオセンシングへ — 異分野融合とそのアウトカムへの挑戦 —

富永淳二

(独) 産業総合研究所 近接場光応用光学研究センター長

CD、DVD に続く次世代光ディスクとして今、BD (ブルーレイ・ディスク)、HD (高品位) -DVD という 2 つの技術があります。HD-DVD は現在の CD、DVD の延長線上にあります。BD は光ディスクを一度ひっくり返さないと読みとれません。これは基板の厚さの違いによるもので、球面収差やチルト (ディスクが傾いたときなどの対処) が絡んでくるため、規格の統一が難しいのです。以下、最先端光学技術を支える基盤技術をいくつかご紹介します。

CD や DVD をドライブに入れると、中ではレーザーをオートフォーカスで集光してレーザースポットが形成され、ディスク上のピットを読みとります。そのとき振動などの影響を受けないよう、精密機械などの技術が使われています。音だけの CD と違って、映像はごくわずかでもずれると、エラーが出て映像が飛んでしまいます。CD は 1 ミクロン、BD は 140nm (ナノメートル) という微小なピットを安定的に形成し、スパイラル状のピット列を内周から外周へ正確に読んでいかなければなりません。それにはエラーレートを極めて低くする必要があり、次世代以降の光ディスク実用化の大きなハードルになっています。

書き換え型光ディスクの場合は多層膜を 1 nm 未満の極めて低い膜厚誤差で成膜する技術も必要です。CD は 1 枚 0.3 秒、書き換え型でも最大 1 秒ほどで生産しないと、1 枚 100 円、200 円では消費者に供給できません。また、ノイズから信号を再生する技術には応用数学が使われ、光ディスクはいまやシステム技術といっていいと思います。

BD の容量は 25 GB (ギガバイト)、HD は 20 GB 前後ですが、さらにその上が要求されています。レーザーを絞る角度 (NA) の数値が高いほど、ピットを読む能力も高くなるので、NA 値を上げて集光度を高め、高密度化を進めることが CD 以来の課題となってきました。

今、産総研では近接場光という技術を利用してテラバイトの容量に挑戦しています。その一つがスーパーレンズ (Super-RENS=Super Resolution Near Field Structure) で、アンチモンなどの機能性薄膜を使い、高密度化を達成しました。2005 年現在、ディスク容量は 200GB 程度、37.5nm のピットが刻めるまでに達し、将来は秋葉原の家電量販店でも売れる価格で供給できると思います。

スーパーレンズは第 1 世代の開口型、第 2 世代の光散乱型を経て、第 3 世代の相境界型まで進化し、また、その波及技術として直径 12cm のディスクに銀のナノ粒子を 2 ~ 3 分で全面形成する技術を開発して特許を取得しています。電子ビームを使わずに光で高速ナノピットを作製可能で、ポリカーボネート基板上へのナノパターンドメディアも研究中です。我々はこれらの技術を使って産業界に貢献していきたいと考えています。

バイオセンシングも目標に入れています。酸化銀にレーザーを入れると分解してナノ粒子やナノナードル (直径約 50nm の銀ワイヤー) が合成され、表面増強ラマン分光技術が使えることがわかりました。 $10^{-8}$  モルの分子分析機能を持ち、複雑な高精度の光学系技術を使う必要がありません。銀のナノ

粒子はレーザーのパワーによって大きさが変化するので、チューニングによって最適なラマン信号を発生できるのもメリットです。また、ナノ粒子に発生したプラズモン光は、青色レーザー波長とマッチングしているので、デバイスの大幅な小型化が可能です。ホログラムメモリーや三次元記録は光学システム自体が大きいため、小型化には限界があります。

今、考えているのは銀のナノ粒子構造の技術を使ったバイオ DVD です。これが製品化できると、

DNA の分析装置を安価に作製することができ、災害時などに役立てることができると思います。

簡単にまとめますと、①最先端光ディスクは最先端システム科学である。②スーパーレンズの機能性薄膜を応用すれば、光解像度は 30nm まで到達できる。③光によるナノパターンも可能。④バイオ DVD の展開で、光ディスクの世界はまだ進展が期待できる。以上です。

富永淳二 (とみなが・じゅんじ)

1959 年生まれ。1985 年千葉大学大学院工学研究科修了。専攻は無機合成化学。1985 年 ~ 1997 年まで、TDK 開発研究所で薄膜ハードディスク、書き換え型光ディスクの開発に従事。1987 年 ~ 1990 年、英国クランフィールド工科大学に博士留学。1991 年、Ph.D.。1997 年、工業技術院産業技術融合領域研究所入所、主任研究員、1999 年グループ長。2001 年、(独) 産業技術総合研究所次世代光工学研究ラボ、ラボ長。2003 年、同研究所近接場光応用工学研究センター長。通商産業大臣表彰 (1999 年)、日本 IBM 科学賞 (2000 年)、丹羽高柳論文賞 (2005 年)。専門は、超高密度光記録、先端材料工学。