

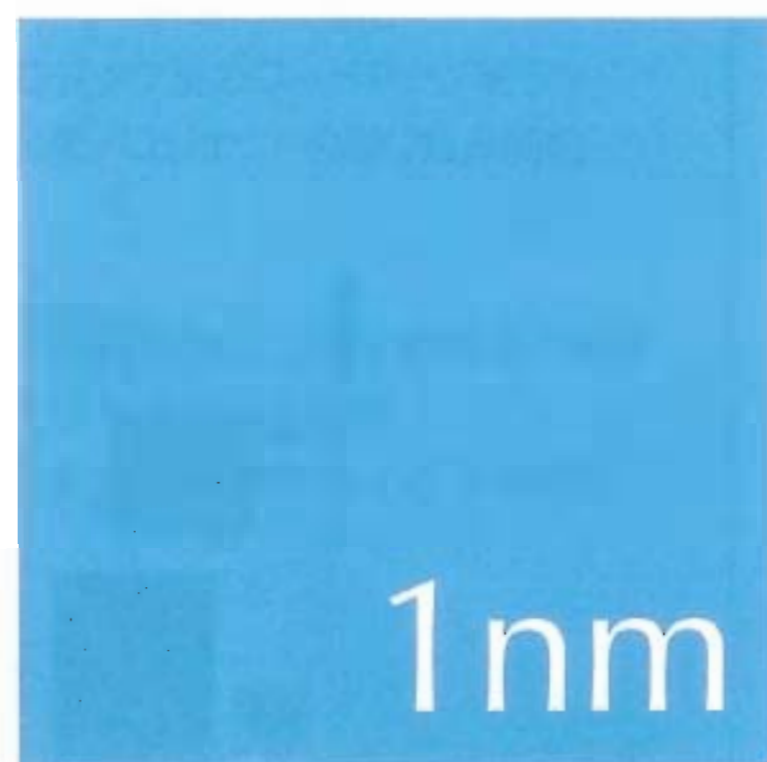
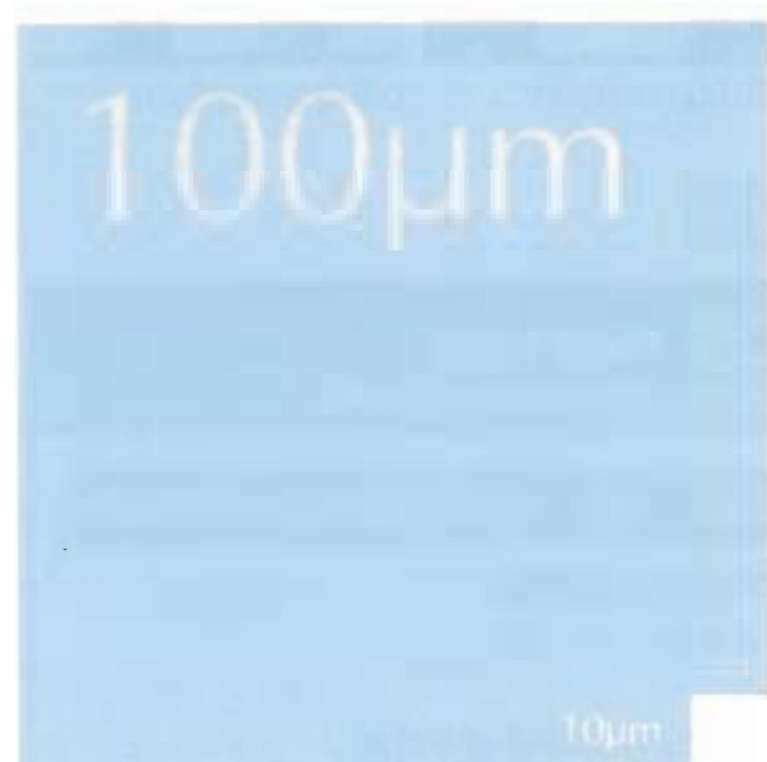
コアテクノロジーからマーケットまで徹底的にわかりやすい専門週刊誌

週刊

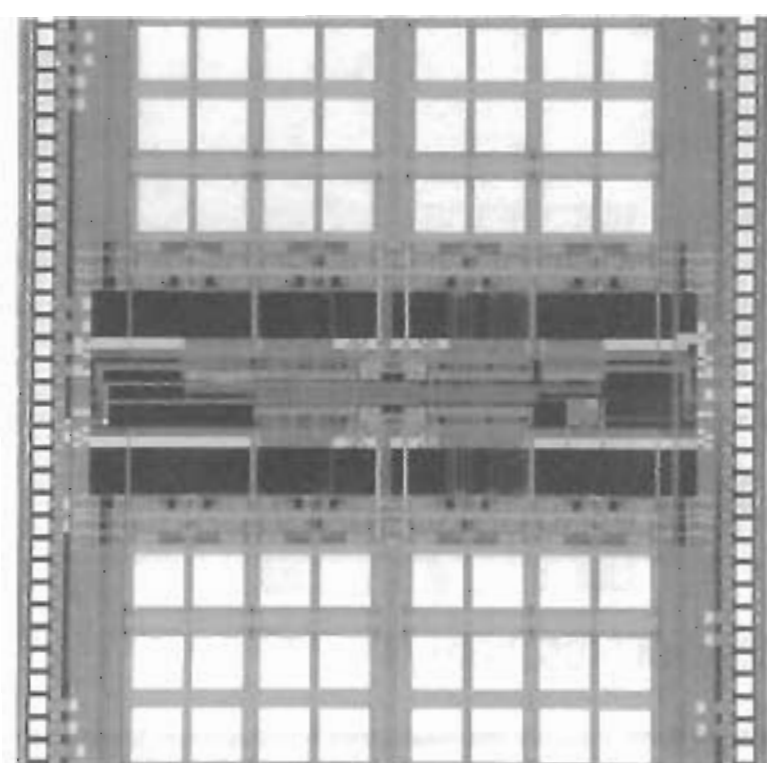
ナノテク

Nano Tech
Weekly 2003
10.27

2003年10月27日発行 週刊(日曜日発行・祝日を除く) 通巻1136号 1981年6月25日第三種郵便物認可



www.weeklynano.com



特集 既存メモリを駆逐する 次世代半導体メモリ

ナノテクキーパーソンインタビュー 静岡大学助教授 **川田善正**

フォードのナノテク/有機薄膜レーザー/粉体工学/沖電気のMEMS

ナノテクキーパーソンインタビュー

高密度光メモリ、ナノ加工など様々な応用に期待

研究のメインテーマは “小さい領域を3次元的に観る”こと

次世代の光メモリとして登場した「Blu-ray Disc」は、波長405nmの青色レーザーを使用しているが、レーザーの短波長化や高NA化による光メモリの高密度記録はそろそろ限界を迎えつつある。今後の高密度光メモリとしては、様々な方法が研究されているが、静岡大学の川田善正助教授は、多層記録方式による高密度化の可能性を探っている。今回は、川田助教授に、高密度光メモリおよび近接場光学技術を活用した研究の現状を聞いた。

静岡大学工学部機械工学科 助教授 川田善正氏に聞く



川田善正

Yoshimasa Kawata

63年生まれ。87年大阪大学工学部応用物理学専攻卒業。92年大阪大学大学院博士課程応用物理学専攻終了。大阪大学工学部応用物理学専攻助手を経て、95年11月～96年7月までAT&T(現Lucent Technologies) Bell研究所客員研究員。97年4月から現職。レーザー顕微鏡、3次元結像光学、3次元光メモリ、ニアフィールド光学、非線形光学などが研究テーマ。機械工学および光工学にこだわりながらも、機械工学および光工学にとらわれない自由な発想で研究を行うことがモットー。

—「Blu-ray Disc」以後の超高密度光メモリの開発が進んでいます。

川田 超高密度光メモリの大容量化へのアプローチについては、「ホログラフィックメモリ」、「近接場光学技術の活用」、「Super-RENS」、「磁区拡大方式」、「多層記録方式」など、様々な方法が試行されている。

「ホログラフィックメモリ」は、情報光と参照光の2つのビームを入れて、3次元的に記録するのが特徴で、原理自体は古いですが、近年、再び脚光を浴びてきている。システム的にDVDと互換性がある方式が開発されたためだ。

「近接場光学技術の活用」では、高屈折率プリズムを使って、光をさらに絞り込むSIL(ソリッド・イマージョン・レンズ)や、金属遮光膜で覆った先鋭化光ファイバから光を入れて、そこからしみ出す近接場光を利用する近接場光学ヘッドの活用などが考えられている。

Super-RENS(超解像近接場構造)は、記録層の上に膜(アンチモン等)をはり、そこにレーザーを照射。レーザーが当た

ると、膜の透過率が上がる(レーザーの穴より小さな穴が膜に開く)ことを利用して、小さなスポットをつくるものだ。磁区拡大方式では、レーザーを当てて、温度が変わったところだけデータが読める、という仕組みを利用する。

そして、“可搬性に優れ、メディアを傷つけずに記録・再生が可能”という光メモリの利点を生かしつつ、今以上の大容量化を図る1つの手段が、ビットデータを多層に記録する多層記録方式だ。多層記録方式は、当研究室でも積極的に取り組んでいる研究テーマだ。

—多層化した記録層へのデータの記録および再生の方法は。

川田 データの記録は、フェムト秒レーザーというパルスレーザーを使った2光子励起過程という作用を利用する。通常の1光子過程では、1つの電子が1つの光子を吸収して、励起され、熱緩和、発光、化学反応などが発生するが、2光子過程では、1つの電子が2つの光子を同時に吸収することによって励起される。電子の励起準位が同じ場合、2光

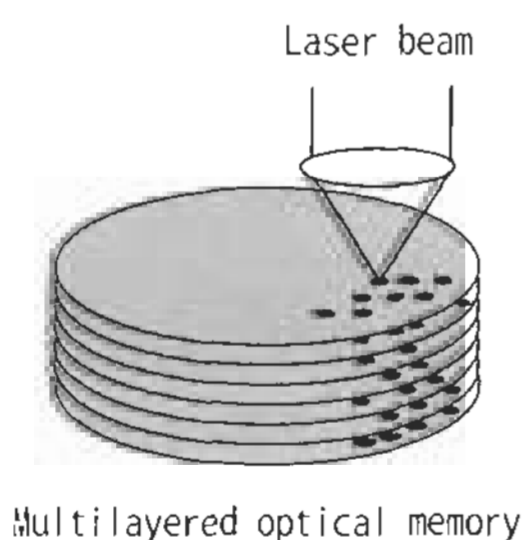
子過程の励起光の波長は、1光子過程の倍の波長になる。すなわち、2光子励起過程を活用すると、波長の短い青色レーザー（波長は405nm）を使わなくても、長い波長のレーザーで、青色レーザーと同じ効果が得られるのである。

記録したデータを読む場合には、フェムト秒レーザーよりも波長の短い赤色レーザーを使用する。赤色レーザーを対物レンズで絞ってビットデータを読み取り、集光レンズを通して、検出器で読み取るが、検出器の前にピンホールを設けて、各層に記録されたビットデータを選択的に読み取る。これが共焦点再生光学系の仕組みである。

——記録層はどの程度重ねることができるのでしょうか。

川田 記録層として使用する材料は、様々なものが利用できるが、当初はフォトポリマーを利用した。これを単純に厚くして、層間隔10μmで30層記録した。その後、豊田中央研究所が開発したウレタン・ウレアという材料を用い、より高い反射率を得るため、記録層を薄膜にするアイデアを取り入れた。記録層と記録層の間に、PVA（ポリビニールアルコール）と呼ばれる材料をサンドイッチし、記録層を0.65μmの厚さにすることで、レーザーで刻まれたビットに“エッジ”を利かせるのである。ちなみに、PVAの厚さは1.5μmだ。さらに、垂直方向

多層記録型光メモリのイメージ



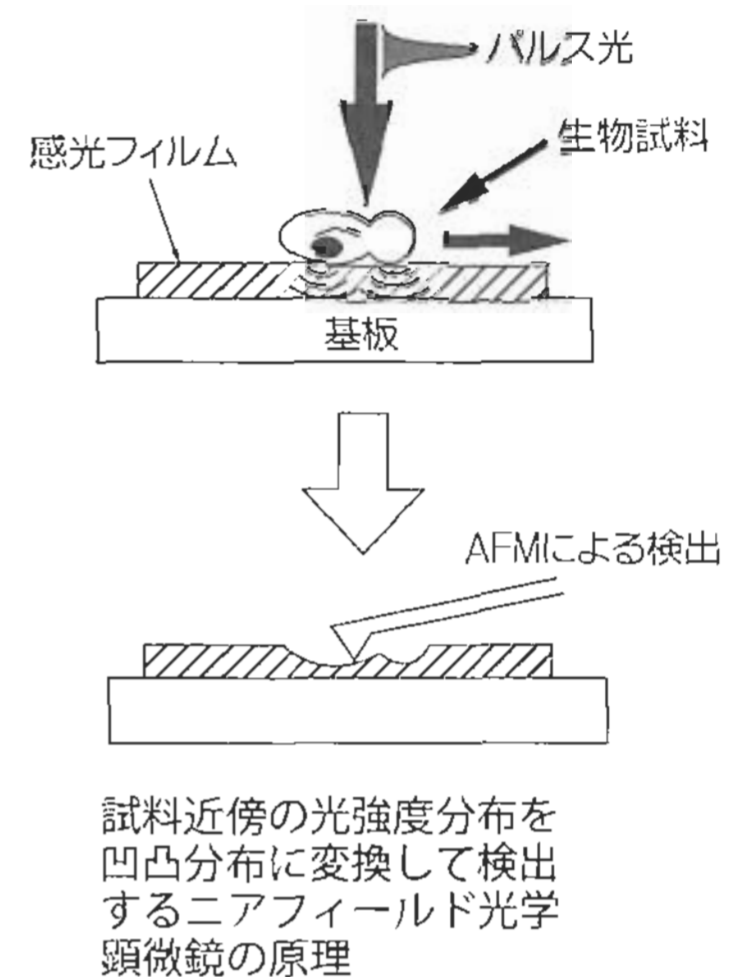
だけでなく、面内についても、記録できる部分とできない部分を格子状に分けることで、縦方向だけでなく、横方向にもエッジを利かせている。こうすることで、コントラストが上がり、反射率が高くなる。その結果、正確にデータを読み出すことができるのである。

多層化の目標は、ディスク1枚当たり1.2TBの容量だ。その場合、記録層は140層程度が必要だが、まずは、1～2年以内に、10層で200GB程度の容量を持つ光ディスクの試作品をつくりたい。

——近接場光学技術を活用した様々な研究も行っています。

川田 近接場（ニアフィールド）光学顕微鏡は、非常に高い分解能を有するうえ、真空が必要ないため、生きた生物試料をそのまま観察することができ、バイオテクノロジーなどの分野で応用が期待されている。しかし、画像の取得に時間がかかるため、生きた生物試料を時間分解で観察することは困難であった。私たちは、有機感光薄膜を光強度検出に利用することにより、生物試料を高速に観察可能な手法を開発した。基板の上に感光材料を薄膜成型し、その上に直接試料を置く。そこにパルス光を当てると、光の強度分布に応じて、感光材料表面に凹凸分布が形成される。試料を取り除いた後、AFMなどで凹凸の表面を観察することができる。試料表面の光強度分布は感光薄膜に記録されるため、パルス光源を用いることで高速な記録が可能だ。

生きた生体試料として、PC12（ラットの副腎褐色細胞）の観察も行った。PC12は、NGF（神経成長因子）を与えると、細胞から神経細胞が成長することが分かっており、パーキンソン病などの治療の可能性が期待されている細胞である。ここでは、PC12にNGFを与えると、



神経細胞が成長し、細胞から線状の突起が伸びる様子を観察することができた。

近接場光学顕微鏡では、単なる試料の表面だけでなく、光の通った跡を観ることもできる。実験では、ゾウリムシの繊毛観察や動態観察を行い、100nm程度の分解能が得られた。さらに、感光材料からの距離が十分小さければ、細胞の内部構造（細胞核など）も観察可能だ。

——近接場光学顕微鏡はナノ加工など様々な応用が期待できますね。

川田 これまでの近接場光学顕微鏡は、画像の取得に時間を要したことから、生きた生体試料の観察は困難だった。また、微小開口のプロブを作製し、そこから検出した光を高感度に測定する必要があったため、誰でも使えるというものではなかった。しかし、試料の微細構造によって生じた光強度分布を有機感光薄膜に記録して検出する、という当研究室が提案する方法では、簡単に数10nmの分解能を得ることが可能で、誰でも簡単にAFMで観察することができる。そして、単なる観察だけでなく、フォトリソグラフィ、高密度光メモリ、ナノ加工など、様々な応用も期待できる。

（聞き手・松永新吾）