



研究ノート

光ディスクのレーザピット

川辺秀昭* 梅野正隆**

将来の家電メーカーの花形商品と目されるビデオ・ディスクや PCM オーディオ・ディスクに利用される、新しい情報記録方式に光ディスク技術がある。これは直径30cm程度のガラス円板に記録媒体を薄く塗付し、レーザ光で高密度に映像や音楽等の情報を記録したものを原盤とするもので、記録密度は従来のレコード盤に比べると100倍以上にすることができる。従って音盤として用いる場合には広いダイナミックレンジのものを高い S/N で長時間の録音ができる他、マルチチャンネル録音も容易にでき、また音溝の番地を指定することにより任意の箇所から誤りなく直ちに再生を始めることができると云った特色がある。また画像を記録すれば、映画や音楽演奏を映像と音の両面から楽しめる。この他光ディスクの一般的な特長を挙げると、i) 非接触のためディスクの損傷が少ない、ii) 静止画、遅送り、早送り、逆送り、ペ

ージ送り等の特殊再生が容易にできる。iii) デジタル方式故、ゴミやキズ等の影響が少ない、iv) 書き込みと同時にその内容を読出したり、モニターしたりできる。v) レコードと同じく大量の複製ができる。このような特長から光ディスク技術は上記の民生機器としての利用の他、大容量静止画像ファイル、大容量コンピュータ用メモリー等の産業上の応用も大きく、現在電気機器、音響機器メーカーを中心として開発が進められている。

我々はこのような光ディスクの記録媒体としての金属蒸着薄膜のレーザピット形成機構、並びに記録特性（書き込みエネルギー、S/N 等）とピット形状との関連を調べている。図1にレーザ記録装置のブロック図を示した。Ar イオンレーザ光は対物レンズでディスク上に $1\mu\text{m}$ 以下に集光される。集光された光はその強度が記録すべき信号により光変調器で変調されてお

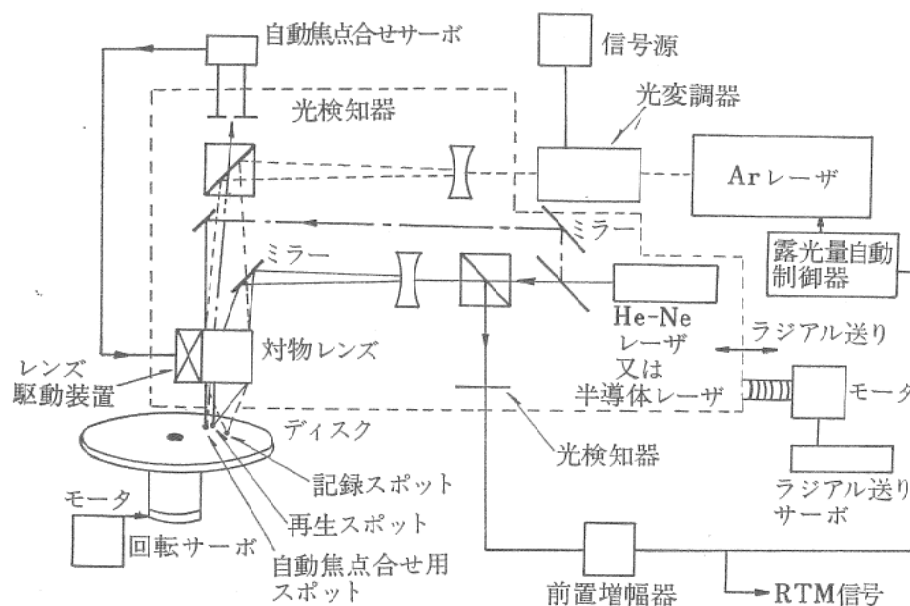


図1 記録装置の基本構成図

* 川辺秀昭 (Hideaki KAWABE), 大阪大学, 工学部, 精密工学科, 教授, 工学博士, 精密機械材料

** 梅野正隆 (Masataka UMENO), 大阪大学, 工学部, 精密工学科, 助教授, 工学博士, 精密機械材料

り、ディスク上には信号に対応したピットがあげられる。He-Ne レーザは、ディスクの上下動に対する自動焦点合せや、Ar レーザで書込んだ信号を読み出してモニター (RTM) したりするのに使われる。図2はこの装置で記録したピットの例を示したもので、6.5 MHz のキャリア信号が記録されている。実際の信号はこのようなピット数個が組になって、2進法で信号の大きさを表しており、再生には所定の位置のピットの有無が光学的に、或いは静電容量の変化により読み取られる。各々のピットの周りには、孔の位置にあった金属が溶融して周囲に集まり、盛り上がりとなって残っている。この盛り上がりの形状や大きさは用いる金属の種類によって変わり、これが光を乱反射するため、再生時の CN比 (carrier to noise ratio で S/N に対応する) を大きく左右する。従って理想的には小さいレーザーパワーで書込みができ、きれいな形状のピットが得られ、然も周囲に盛り上りの生じないような物質が望まれる。これまでに多くの金属薄膜や非晶質物質が試みられているが、一長一短がある。例えば Bi で40 dB, Cr で55 dB, Al で65 dB 等の CN比の値が報告されている。ビデオ・ディスクに使用するには、ディスクの外周から内周に亘って60 dB 程度の CN比が必要となる。Al はこの条件を満たしているが、Ar イオンレーザー光 (波長 4880 Å)

を90%以上反射してしまい、レプリカ原盤に必要な1000 Å 程度の厚さの薄膜に加工するには10W以上の大出力レーザーが必要となり実用的でない。図3は Al 及び Cr の薄膜にレーザー加工したピットを透過電顕 (TEM) で観察したものである。Al では融けた部分が大きく結晶化しており、消衰縞の現れ方から比較的なだらかな盛り上がり部が形成されていることが分る。一方 Cr では溶融部は小さな結晶の集りとなっており、更に孔の周辺には100 KV 電顕では透過できない程度 (1000 Å 程度) の急峻な盛り上がりが生じている。Al と Cr における CN比の差は、主にこの急峻な盛り上りの存在によるものと考えられる。

レーザーによる金属薄膜へのピット形成機構に関しては、従来から、i) レーザ照射部が蒸発してできる、ii) 溶融した部分が表面張力によって引かれ、孔が生じると云う二つの説がある。Bi のように沸点が低く、熱伝導の悪いものでは (i) によると考えられるが、大部分の金属ではピット周辺部に盛り上がりが生じるため (ii) によるものと考えられる。然し、Al や Cr にピットが形成されるエネルギーより僅かに少ないエネルギーでレーザー照射を行うと、TEM による組織観察では明らかに直径 1 μm 位の範囲が溶融し、結晶化している。これより、単にレーザー照射部が融解しただけではピットは

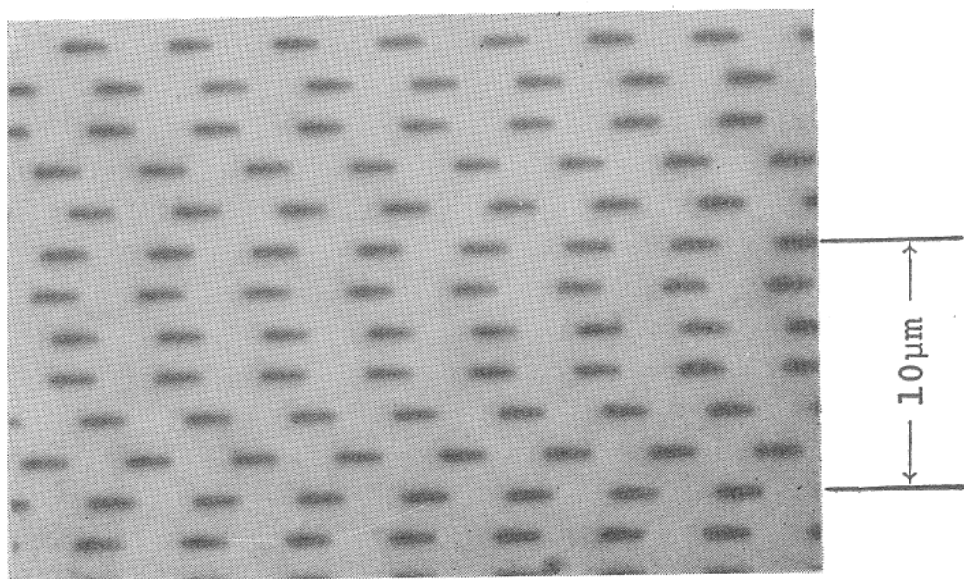


図2 厚さ 400 Å の Al-Cr 複合膜に記録したピットの光学顕微鏡写真。(記録周波数 6.5 MHz)

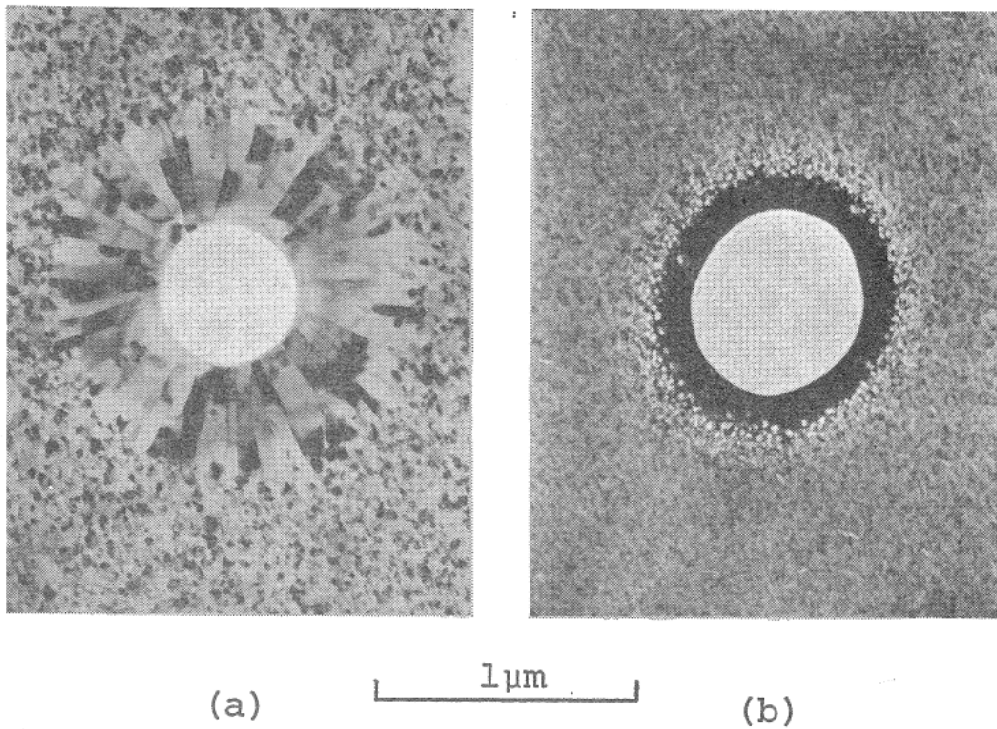


図3 レーザピットの透過電子顕微鏡写真

(a) Al, 膜厚 400Å

(b) Cr, 膜厚 330Å

形成されない。そこで、ピット形成を2次元の熱伝導の問題として差分法で数値計算を行い、計算機シミュレーションをしてやると、ピットの生じるエネルギーでは中心附近の温度が沸点に達していることが分った。即ち、ピットはレーザに照射された部分が融解してその中心部が蒸発すると、表面張力による釣合いが破れて融けた部分が周辺に引き寄せられて形成される。周辺に引き寄せられた液体金属は急速に冷却されて結晶化し、ピット周辺の盛り上がりとして残る。この際 Al と Cr では凝固の温度やその時の温度勾配が大きく異なるため、図3に見られるよ

うな盛り上がり部の顕著な相違が生じるものと考えられる。

レーザ方式ディスク材料としては、このような金属単体の薄膜だけでなく、最近では幾つかの金属薄膜を重ねたものも開発されつつあり、良好な結果が得られている。一方金属薄膜の代りにフォトレジストを用いることもできるが、書込みの際にモニターが出来ず、また現像のためのウェットプロセスが必要なため、工業的には大きな制約がある。最終的にどのような材料に落ち着くかは、今後の複合金属薄膜の開発に掛ると思われる。