

## DVDにおけるマスタリング技術

大沢 誠一

DVDディスクのマスタリング工程は、おおよそ

- (1) ガラス原盤にフォトレジストを塗布する。
- (2) このガラス原盤に、レーザービームレコーダー (LBR) と呼ばれる露光装置で信号を光記録する。
- (3) 現像によりピットを形成する。
- (4) 電鋳によりスタンパーを作製する。

となっている。これはコンパクトディスク (CD) やレーザーディスク (LD) の場合とほぼ同じであり、マスタリング技術における両者の違いは、その記録密度の違いに集約される。

CDやLDではArレーザーの青色(458 nm)の発振線をNAが0.9程度の対物レンズで集光して記録するのが主流であったが、DVDでは、トラックピッチ、最短ピット長がCDの約半分になっておりLBRの記録性能の限界にかなり近づいてきた。そこで開発されたのが、LBRの解像度不足によって生じる記録符合間干渉をあらかじめ記録時に補正する記録補償技術<sup>1)</sup>と近紫外線(351~365 nm)を用いたLBR(NUV-LBR)およびレジスト<sup>2)</sup>である。

### 1. 近紫外線 LBR

図1に対物レンズのNAを0.9としたときのLBRの解像度と各種光ディスクの密度との関係を示す。原盤記録の解像度としてはレジストの特性が大きく影響するが、安定な記録ができる経験値として集光ビームの半値直径の2倍をLBRの解像度と定義している。この図をみるとCDやLDのときと比べてDVDではLBRの解像度に余裕が少なくなっているのがわかる。そこで、LBRの解像度を上げるために近紫外線を用いたNUV-LBRが開発された。図2にNUV-LBRの光路図と、近紫外線干渉計による波長351 nm用対物レンズの干渉縞を示す。Arレーザーから出射された波長351 nmの連続発振紫外線は、光変調器で記録信号に従い変調される。この変調された光は対物レンズにより集光され、回転しているガラス原盤上のレジストを露光する。対物レ

ンズは常にレジスト上に焦点が合うように制御されている。また対物レンズを含む移動光学系はガラス原盤が1回転する間に精密に0.74 μm移動するようになってお

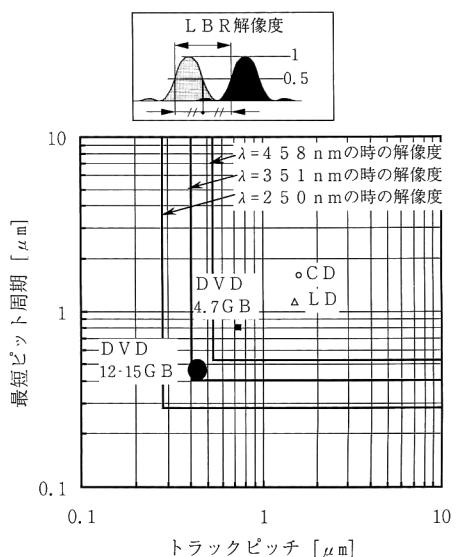


図1 記録密度とLBR解像度。

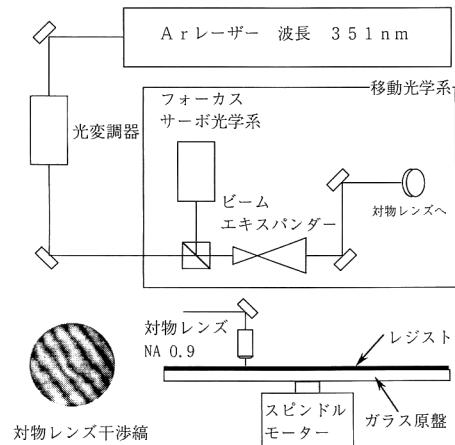


図2 LBR光路図と対物レンズ干渉縞。

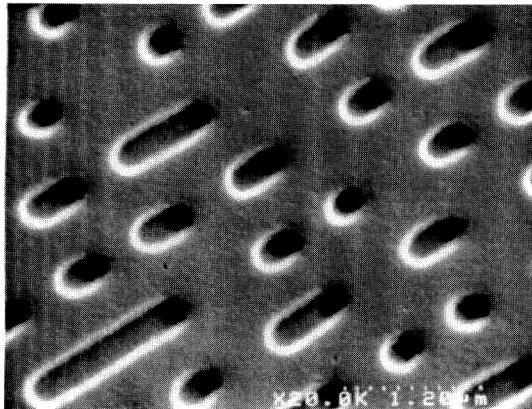


図3 ピット電子顕微鏡写真。

り<sup>3)</sup>、その結果らせん状のピット列が形成される。図3は記録されたピットの電子顕微鏡写真である。

## 2. 記録補償

従来の青色光源を使ったLBRでDVDを記録しようとすると、解像度不足の影響で露光のコントラストが不十分になってくる。そのため、短いピットではピット幅が細くなったり、記録信号のエッジの位置とピットエッジの位置がずれる、いわゆる記録符合間干渉が無視できなくなり、再生時のジッターが大きくなる等の性能劣化を伴ってしまう。通常LBRの露光条件の最適化は記録パワーの調整で行うが、これはすべてのピットにほぼ同じ影響を与えるため、ピットの長さによって異なってくる解像度不足の影響は補償しきれない。しかしながら、再生信号中に観測される符合間干渉を測定し、それが小さくなるように記録信号を補償しておけばLBRの解像度不足がかなり軽減されることが実証されている。ただし、再生時には記録符合間干渉だけでなく再生機のMTFによる再生符合間干渉が重ね合わされて観測されるため、符合間干渉を測定する再生機には十分な注意を払う必要がある。図4に記録補償の有無による再生ジッターの違いを示す。図中ランダムジッターは前後のピット配列に依存しないジッターで、おもにディスクノイズや再生機の電気系ノイズまたは隣接トラックからのクロストークによって生じる。一方、シフトジッターは前後のピット配列に強い相関を示すジッターで、記録時と再生時の符合間干渉によって生じる。図から補償後に、ランダムジッターは測定ばらつき程度の変化であるのに対してもシフトジッターは大きく減少しているのがわかる。

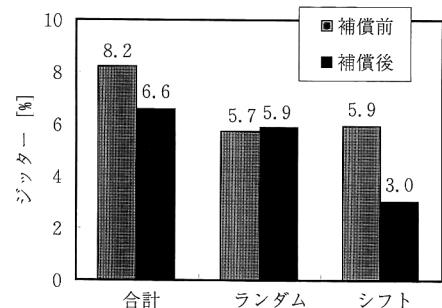


図4 記録補償とジッター。

る。これが補償された符合間干渉の成分である。

## 3. 今後の課題

現在、再生用青色光源の出現に備えて高密度DVDとして容量が12~15GBを目指した開発が進められているが、図1にも示したようにこのときのLBRの解像度は近紫外線を使っても十分とはいえない。したがって、さまざまな高密度化の試みがなされている。これらの試みは基本的には2通りに分類できる。ひとつは、さらに短い波長の紫外線(250nm)や電子ビームを使って露光装置の解像度を向上しようという試みである。この場合、良質な紫外線光源や電子線装置の開発が問題となる。さらに、紫外線や電子線用のレジストには近紫外線用レジストに匹敵するような高感度低ノイズなものがなければ、レジストの開発も問題となると予想されている。もうひとつのアプローチは、LBRは現状のままでプロセスの改良により更なる高密度化を達成しようというものである。たとえば、LBRによる露光のコントラスト不足を補う材料をレジスト上にさらに塗布して記録する技術などがある。

これらの技術開発と青色半導体レーザーの開発が達成されれば、ハイビジョンDVD等への展開が期待される。

## 文 献

- 1) 宮鍋庄悟、富田吉美、栗林祐基、大沢誠一：“記録補償によるジッタ低減”，第43回応用物理学関係連合講演会講演予稿集(1996) p.1083.
- 2) 飯田哲哉：“高密度光ディスクプロセス”，光学, 23 (1994) 358-363.
- 3) 栗林祐基、和田泰光、小島良明、大沢誠一、松田則夫、横川文彦：“高密度マスタリング技術の検討(II)”，第54回応用物理学学会学術講演会講演予稿集(1993) p.1004.

(1996年8月7日受付)