

最近の技術から

ホログラム素子を用いた光ヘッドの薄型化

金馬 慶明・門脇 慎一

松下電器産業(株)部品デバイス研究センター光デバイス研究所 〒570 守口市八雲中町 3-1-1

1. はじめに

光ピックアップヘッド (PU) は低コスト化とともに小型化の道を歩んできた。これは、ディスクの形状が平板なので、PU を小型化、特に薄型化することによって再生装置の小型化を実現可能なためである。

ところが、対物レンズの有効径が大きく、物像間距離も長いために、PU の薄型化が困難であった。ここで対物レンズを小型化できない理由は、対物レンズのみを駆動してトラック制御を行う構成では、軸外性能が必要なためである。

そこで筆者らは、全光学系を一体駆動することによって、レンズの小型化と物像間距離の大幅な短縮を図り超薄型の PU を開発した^{1,2)}。反射型ブレイズ化ホログラム (HOE) によって立ち上げミラー、ビームスプリッター、サーボ検出素子の複数機能を一素子で実現し、部品点数を減少させて光学系を軽量化している。本稿では一体駆動する光学系と、そこで用いる HOE³⁾ について紹介する。

2. 光学系

図1に超薄型PUの光学系を示す。ディスクからの反射光はHOEで回折され、フォトディテクター(PD)で受光してフォーカスエラー信号(FE), トラッキングエラー信号(TE), およびRF信号が検出される¹⁾。対物レンズの有効径は2mm, 物像間距離は11mmと、非常に小型になっている。この光学系におけるHOEの回折効率

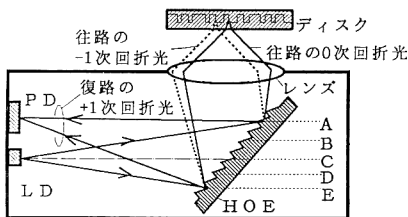


図1 全光学系一体駆動型PUの光学系断面図³⁾

に対する課題は、(1)光の利用効率 $\eta = \eta_0 \cdot \eta_{+1}$ の向上 (η_i は i 次の回折効率), (2)不要な回折光によるノイズの抑圧, (3)HOE への入射角の違いによる回折効率の不均一性の抑圧, である。

3. HOE の回折効率

前記の課題解決のため、HOE の断面形状を4ステップの階段状にし(図2), スカラー計算によって回折効率を最適化した。

(1)光の利用効率 η は $\sin^2(\sqrt{2} \cdot 2\pi \cdot h_1/\lambda)$ に比例するので、 $h_1=140$ nm (波長 780 nm) の時に最大になる。ここで h_1 は図2に示した段差であり、作製プロセスにおける1回目のエッチング深さである³⁾。

(2)本光学系ではHOEとレンズが近接しているため、往路に回折する±1次回折光は0次回折光と異なるディスク上の位置で反射した後、PDに入射しRF信号に対するノイズ(ジッター増大)要因となる。そこで、PD上での、不要光と信号光の光量比 X を低くする。ここで、

$$X = (\eta_{-1} \cdot \eta_0 + \eta_{+1} \cdot \eta_{+2}) / (\eta_0 \cdot \eta_{+1}) \quad (1)$$

である。

この X は h_2 にのみ依存し、図3に示すように変化する。 $h_2=90$ nm とすることにより、不要光量を信号光量の1/5にまで抑圧できる。この時 η は約15%である。

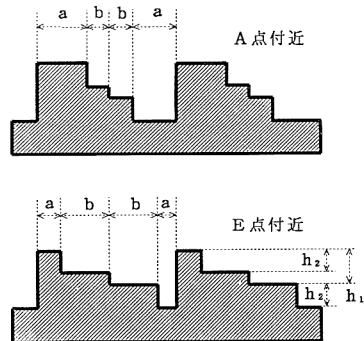


図2 ブレイズ化ホログラムの断面形状³⁾

またさらに HOE パターンにレンズ作用を持たせて、往路の±1次回折光をディスク上でデフォーカスさせることにより、ノイズを低減する。

(3)有限光学系に HOE をおくと、入射角の違いにより、回折効率の不均一性が生じる。すると、例えば図1のB点付近とD点付近に TE 検出用の回折光発生領域を設けた場合に回折光量差、すなわち TE オフセットの原因となる。そこで、HOE 面内の位置に応じてステップ線幅比 $a:b$ を A 点では $a>b$ 、E 点では $a<b$ とし、その間で $a:b$ を線形に変化させることによって η_{+1} を概ね均一にする。

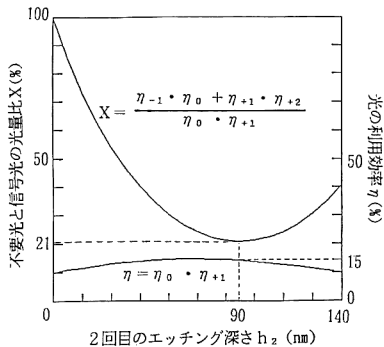


図3 信号光量に対する不要光量の比と光の利用効率の計算結果³⁾: $h_1=140$ nm

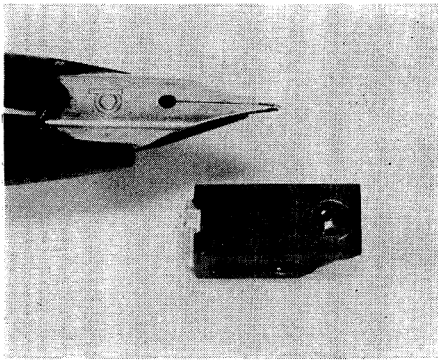


図4 全光学系一体駆動型PUの光学系外観

4. 実験結果と考察

作製した HOE では、 $h_1=120$ nm、 $h_2=88$ nm において回折効率を測定した結果、光の利用効率 $\eta=16\%$ 、不要光と信号光の光量比 $X=21\%$ であり、ほぼ計算どおりの値が得られた。また、B点付近とD点付近の回折効率の比は、各ステップの線幅をすべて等しくしたときは $100:113$ であったが、線幅を変化させたときは $100:96$ になり、計算どおりの補正効果を確認できた。

この HOE を用いた一体駆動光学系の外観写真を図4に示す。大きさは $11(W) \times 4(D) \times 4(H)$ mm³、重さ 0.34 g である。この光学系を従来型アクチュエーターに搭載して性能を評価した。TE オフセットは測定誤差以下で、TE から FE へのクロストークも $0.4 \mu\text{mp-p}$ 以下であり、安定したサーボ信号を得ることができた。また、RF 信号のジッター値は APC なしで 25 ns であった。

5. むすび

反射型ブレース化ホログラムを用いた一体駆動型 PU は小型、薄型であるばかりでなく、非常に軽量であるという特徴もあわせ持っている。したがって、将来のマルチメディア時代において、高速アクセスを求められる超小型 PU としても本方式は有効であると考えられる。

文 献

- 1) S. Kadowaki, Y. Komma, S. Nishino, Y. Hori and M. Kato: "A very small holographic optical pickup head with a movable single-assembly optical system," *Jpn. J. Appl. Phys.*, **31** (1992) 542-543.
- 2) S. Nishino, S. Kadowaki, Y. Komma, Y. Hori and M. Kato: "Properties of holographic optical pickup head with movable single-assembly optical system," *The Third Microoptics Conf.* (Jpn. Soc. Appl. Phys., Yokohama, 1991) pp. 234-237.
- 3) 金馬慶明, 門脇慎一, 山本博昭, 西野清治, 堀 義和, 加藤 誠: "光ヘッド用ブレース化ホログラム素子", 光メモリンポジウム '92 予稿集, pp. 107-108.

(1992年10月29日受理)