

一次元回折格子を埋め込んだ回転ディスクを用いた 遠領域フォーカスサーボの動作実験



Operation experiment of a far-field focus servo using a rotational disc
one dimensional diffraction grating is embedded

福井工大 ○石坂 隆祐、豊島 晴季、藤田 輝雄

Fukui University of Technology, Ryusuke Ishisaka, Haruki Toyosima, Teruo Fujita

E-mail: r2slope@yahoo.co.jp

はじめに

次世代光ディスクと期待されるホログラム光ディスクは高い記録密度と高い伝送速度を実現できる。しかしながら記録媒体中に三次元的に記録が行われる為、従来の光ディスクの様に情報記録面に焦点制御を行いながら情報の記録・再生を行えない。そこで我々は、ホログラム光ディスク中に一次元の回折格子を埋め込み、この周期構造からの反射回折光中に発生する干渉縞を用いて焦点誤差信号(FES)を得るという新たな焦点誤差検出法を提案し、その動作検証を行ってきた[1,2]。今回、ターンテーブルのジッターの改善、及び得られた FES を用いてフォーカスサーボを掛けられる事を実験的に確認したので報告する。

動作原理

従来の光ディスクの光学ヘッドの対物レンズ瞳上には、光ディスク中の周期構造によって生じる反射光と±1 次回折光が重なる干渉領域が存在している。我々のシステムでは反射回折光の遠領域干渉領域中に 2 つのエレメントをもつフォトディテクター(PD)を配置する。回転する光ディスクに埋め込まれた一次元の回折格子面にレーザービームを集光した場合、対物レンズの射出瞳上の反射光と回折光が干渉する領域には、焦点ずれ量が空間周波数が比例する干渉縞が観測される。この干渉縞をマクロレンズを介して 2 つの PD エレメント上に投影する。回折格子の周期で変動する 2 つのエレメントからの出力電流 I_{D1}, I_{D2} を 1/4 周期毎に 4 点サンプリングし、これらの信号を DSP にてデジタル信号処理し FES を得るものである。

実験結果

図 1 に実験系を示す。本実験では、内部に放射状の一次元回折格子を埋め込んだ光ディスク(CD構造)を Technics SL-1200mk4 のターンテーブルを用いて 78rpm で回転させた。回折格子は 180,000 本/周期で刻まれている為、光スポットが周期構造を横断して得られる反射信号の周波数は 234kHz となる。一方、ターンテーブルを回転させるダイレクトモータに内蔵された全周積分型周波数発生器(FG)から得られる信号の周波数は 118.8Hz であった。この信号を Phase Locked Loop(PLL)を用いて 7886 倍に逡倍し反射回折光に対する 4 点サンプリング周波数 $118.8\text{Hz} \times 7886 = 936\text{kHz}$ を得た(最大ジッターは回折格子 1 周期の約 0.15%)。PD からの I_{D1}, I_{D2} の信号は 2 つの A/D コンバータにより 936kS/s で同時にサンプルされ、DSP でノイズ減少の為の平均化処理及び FES 計算を行った。図 2 はオシロスコープにて観測した DSP に接続された D/A コンバータから出力された FES、および、各信号である(黄色の S 字波形が FES、下方の赤色、緑色波形はそれぞれ I_{D1}, I_{D2} 、上方の青色波形は反射全光束による信号波形)。この FES を遅れ進み位相補償型サーボアンプに入力し、その出力を光ディスクドライブ用対物レンズアクチュエータに入力し焦点制御を行った。

図 3 はオシロスコープを用いて観測したフォーカスサーボ動作時の FES (黄色波形)である。変動していた FES はほぼ 0 (一定)、かつ、全光束の変調振幅は最大ほぼ一定となっており、本方式による焦点制御が初めて実験的に検証された。今後の予定として、より精確なデータの取得のため、電気・光学パラメータの再設定を考えている。

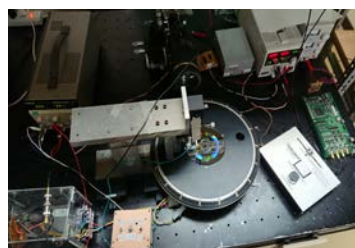


図 1.実験光学系

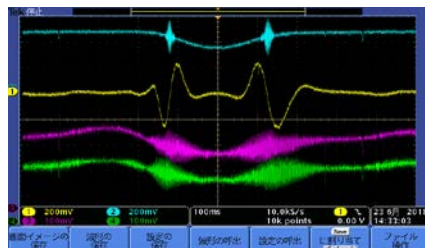


図 2.全光束、FES、 I_{D1}, I_{D2}

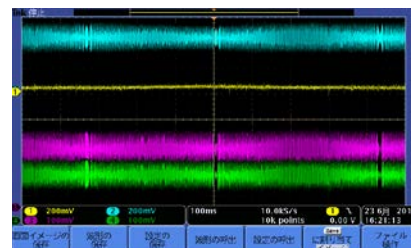


図 3.フォーカスサーボ動作時の各信号波形

謝辞 本研究結果は、JSPS 科研費 15K06040 と福井工業大学の研究助成を受けたものです。

参考文献

- [1] T.Fujita and H.Horikoshi, Jpn. J. Appl. Phys. **48** (2009) 03A037.
- [2] 高木, 澤田, 藤田 第 63 回応用物理学会春季学術講演会予稿集(2016), 22a-p311.