

最近の技術から

光ヘッド用ウォラストンプリズム

岡村 満

東洋通信機(株)水晶事業部光デバイス技術部 〒253 神奈川県高座郡寒川町小谷 2-1-1

1. ま え が き

光磁気ディスク装置は、OS、アプリケーションソフトの拡張とともにハードディスクドライブに代る大容量記憶装置として期待されてきた。しかし、アクセスタイムの点においてはこれに劣るため、その改善が望まれている。アクセスタイムの高速化には、光ヘッドの小型・軽量化が鍵となっており、光ヘッドを構成する光学部品の中で、信号再生用として一般的に用いられるウォラストンプリズムも小型化が要求されている。

本稿では、この要求を満たすウォラストンプリズムの多機能化、小型化について、構成および動作原理とその開発の背景をおりまぜて述べる。

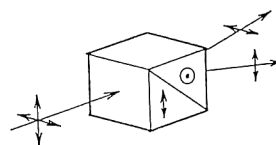
2. 信号再生用ウォラストンプリズム

2.1 光ヘッドの光学系

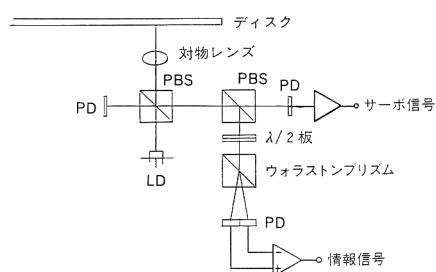
ウォラストンプリズムは、図1の(1)のように光学軸が互いに直交するプリズムを貼り合わせた複像プリズムであり、入射光を偏波面が互いに直交する直線偏光に分離して出射する素子として広く知られている。本プリズムを使用した光磁気ディスクヘッドの構成例を図1の(2)に示す。この構成ではウォラストンプリズムは信号の再生に用いられるため、信号再生の原理について説明する。レーザー光がディスクから反射する時、カー効果によって偏波面が垂直磁化膜の磁化方向に応じて所定の角度に回転することから、情報信号は偏波面の回転としてレーザー光に乗る。このレーザー光はウォラストンプリズムを通過した後、偏波面によって二つのビームに分離され、偏波面の回転は分離したビームの光量差として現れる。その差が情報信号として再生される。

2.2 ウォラストンプリズム用材料

ここで用いられるウォラストンプリズムには、これまで複屈折材料として工業的に安定して生産できる人工水晶が使用されてきた。光ヘッドの小型化は、ウォラストンプリズムと多分割センサーの距離を短くすることにより実現できる。しかし水晶の場合、常光線と異常光線に対する屈折率の差が小さいために、分離角も小さく距離



(1) ビームの分離



(2) 光磁気ディスクヘッドでの用途例

図1 ウォラストンプリズム

を大きくとる必要がある。また、距離を短くするために、分離角を大きくするには、プリズム頂角を大きくする必要があり、プリズム自体が大きくなるという問題点がある。水晶と同じように複屈折性を有する結晶には、ニオブ酸リチウム (LN)・ルチル・方解石等がある。この中でLN は、電気機械結合係数が大きいことから、表面弾性波 (SAW) 素子としてテレビや VTR のフィルター用共振子に数多く使用されている。このため、工業的にも人工育成が確立されており、安定供給が可能であることがウォラストンプリズムの材料として使用した理由の一つである。また、LN は光学的に常光線と異常光線の屈折率の差が、表1に示すように水晶と比べ約9倍ある^{1,2)}。このため、材料を LN にすることでビームの分離角が大きくなり、センサーとの距離を短くすることができる。また、同じ分離角で見た場合、プリズム頂

表1 水晶と LN の屈折率 (波長 780 nm)

	水 晶	LN
常 光 線	1.539	2.258
異 常 光 線	1.548	2.178
屈 折 率 差	0.009	0.080

角を小さくできるのでプリズムも小さくなり、結果として光ヘッドの小型化が可能である。

3. 3ビームウォラストンプリズム

今回紹介する3ビームウォラストンプリズムは、**図2**に示すように向かい合う2個のプリズムの光学軸を、入射偏波面に対して互いに非直交となるように貼り合わせた複像プリズムである。第1のプリズムでは入射する直線偏光が、光学軸方向の偏波面をもつ異常光線(e)と、これと直交する常光線(o)の二つの偏波に分かれて進む。第2プリズムでは、第1プリズムを異常光線(e)で進んできた光は第2プリズムの光学軸に対し新たに、常光線(a)と異常光線(b1)の成分に分かれて進む。同じように、第1プリズムを常光線(o)で進んできた光も、常光線(b2)と異常光線(c)の成分に分かれて進む。各光線がウォラストンプリズムを出射すると、(b1)と(b2)のビームが重なって出射する結果、三つのビームに分かれている³⁾。このときの出射ビームの強度 I_a, I_b, I_c は次式にて表される。

$$I_a = \cos^2\theta_1 \cdot \sin^2\theta_2 \quad (1)$$

$$I_b = \cos^2\theta_2 \quad (2)$$

$$I_c = \sin^2\theta_1 \cdot \sin^2\theta_2 \quad (3)$$

ここで、 θ_1 は入射偏波面と第1プリズムの光学軸とのなす角、 θ_2 は第1プリズムと第2プリズムの光学軸のなす角である。光磁気ディスクでは、垂直磁化膜の磁化方向に応じたカー効果によって、ウォラストンプリズムへの入射偏波面が回転し、第1プリズムの光学軸とのなす角 θ_1 が変化するため I_a と I_c に強度差が生じ、情報信号となる。また、 I_a と I_c の分離角は、近似的に次式にて表される。

$$\theta = 2 \cdot \Delta n \cdot \tan\alpha \quad (4)$$

ここで Δn は、常光線と異常光線の屈折率差、 α は、プリズム頂角である。分離角は多分割センサーとの位置関係から設計される。式(4)からもわかるように、分離

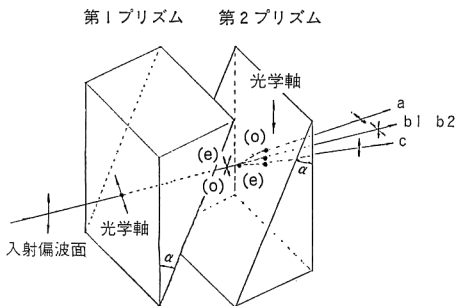


図2 3ビームウォラストンプリズム

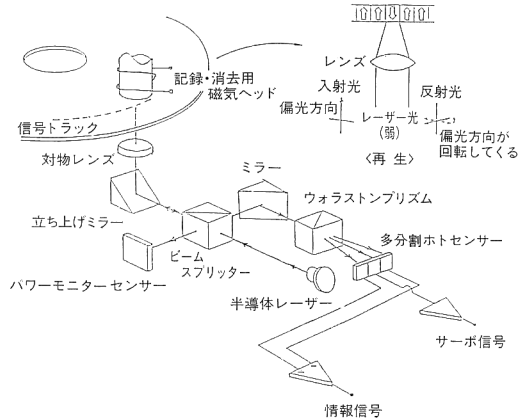


図3 3ビームウォラストンプリズムを用いた光ヘッド構成例

角を大きくするには、 Δn または α を大きくすることが必要である。

この3ビームウォラストンプリズムを用いた光磁気ディスクヘッドの構成例を**図3**に示す⁴⁾。図のように、3ビームウォラストンプリズムは誤差信号検出系を兼ねた情報信号検出系に用いられる。3ビームウォラストンプリズムは、これまでの光学系の偏光ビームスプリッター、1/2波長板を削減することが可能となり光学系が簡素化できる。3ビームウォラストンプリズムを出射する光は前述のように、常光線と異常光線とが合成された中心ビームと、常光線と異常光線の計3ビームに分離され出射する。中心ビームはサーボ信号検出用として使用され、常光線と異常光線の二つのビームの光量差は情報信号として利用される。

4. む す び

3ビームウォラストンプリズムは、部品点数の削減および光学系の簡素化が可能なることから、光磁気ディスク用光ヘッドに広く用いられるようになってきた。今後、光ヘッドの小型・軽量化のため、ウォラストンプリズムの材料も水晶からLNに変わると考えられ、また、ウォラストンプリズムを含む光学素子の複合化、多機能化、微小化のための開発が進むものと思われる。

文 献

- 1) C. J. G. Kirkby: "Refractive index of lithium niobate, wavelength dependence: Discussion," EMIS Datareview RN=16001 (1988).
- 2) 浅沼信久: "水晶 (SiO₂)", 光エレクトロニクス材料マニュアル 3.1 (1986) 412-416.
- 3) 浅沼信久: "ウォラストンプリズム", 特許第1,731,757号.
- 4) 遠藤 清: "ミニディスクにおける光技術", O plus E, No. 163 (1993) 77-81.

(1994年10月4日受理)