

第10回光学シンポジウム

モアレ縞を用いた高精度配列法による
ホログラム画像スキャナの製作

河合 滋・窪田恵一・西田信夫

日本電気(株)光エレクトロニクス研究所
〒213 川崎市宮前区宮崎 4-1-1

ITV などでは直接撮像できない高速に変化する画像情報を計測する手段として、ホログラムレンズの結像機能を利用したホログラム画像スキャナの開発を行なっている¹⁾。このスキャナは、ホログラムレンズをディスクの円周上に配置したもので、同じ性能をもつ複数のホログラムレンズをディスク上に高精度に配置固定する必要がある。このとき、ホログラムレンズの配置精度として、走査性能への影響を考慮し、変位量 $\pm 12.5 \mu\text{m}$ 、面内回転角度 ± 3 分 26秒が要求される。この位置合せをおこなうために、配置するホログラムレンズと基準のホログラムレンズを重ねたときに生じるモアレ縞を用いる目合せ配列法について検討した。その結果、設計仕様を満足する高精度のホログラム画像スキャナを製作することができたので報告する。

原点にある基準ホログラムレンズと座標 (α, β) にある配置ホログラムレンズを重ねる場合、重ねる方向によって、次の二つのモアレ縞が生じる。

$$\alpha x + \beta y = (lr_1^2 + \alpha^2 + \beta^2)/2 \quad (1)$$

$$(x - \alpha/2)^2 + (y - \beta/2)^2 = nr_1^2/2 - (\alpha^2 + \beta^2)/4 \quad (2)$$

ここで、 r_1 はゾーンプレート上の最小円の半径、 n は正の整数である。(1)式は従来から用いられている方法の場合で、2枚のホログラムレンズが完全に重なったときに、縞は消失する(ヌル法と呼ぶ)。一方、(2)式の場合、図1に示すような、二つのホログラムレンズの中心の中間位置に中心をもつ同心円状のモアレ縞となる。この場合、同心円の中心は、二つのホログラムレンズの相対距離に応じて移動する。このことを利用して、所望の位置にアライメントすることが可能である(縞位置合せ法と呼ぶ)。

(2)式より、モアレ縞の中心の移動量は、配置ホログラムレンズの移動量の1/2であるから、200倍に拡大して観測した場合、縞はレンズの100倍移動する。したがって、観測面で0.5mmの精度で位置合せを行なったときの配置精度は $\pm 2.5 \mu\text{m}$ である。一方、ヌル法の場合には、観測視野の縞の数が1本になったときに、配置精度限界となり、その量は、縞位置合せ法と同程度である。

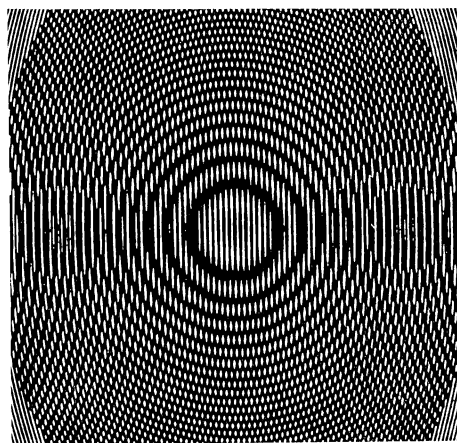


図1 同心円状モアレ縞の例

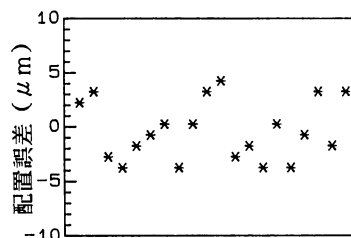


図2 ホログラムレンズの配置誤差

しかし、縞の消滅時にコントラストが低くなり、位置合せが行ないにくく、縞位置合せ法が有利である。

以上の検討により、ホログラム画像スキャナの製作は、縞位置合せ法を用いて行なった。基準のホログラムレンズと配置するホログラムレンズの間に生じる同心円状のモアレ縞を顕微鏡で観測し、その中心が観測面の決められた位置に重なるように、配置するホログラムレンズを移動させた。精度よく配置された位置で、配置するホログラムレンズを吸着し、光硬化型接着剤によって、ディスク基板に固定した。ディスクを回転し、ディスク上にホログラムレンズを順次固定し、ホログラム画像スキャナを製作した。完成したホログラム画像スキャナの径方向のホログラムレンズ配置誤差は、図2に示すように $\pm 4 \mu\text{m}$ で、配置許容量の $\pm 12.5 \mu\text{m}$ を満足している。

この研究は、通産省工業技術院の大型プロジェクト「光応用計測制御システムの研究」の一環として実施されたものである。

文 献

- 1) N. Nishida, *et al.*: CLEO '84, Digest., (1984) p. 64.