

第9回光学シンポジウム

イオンエッチングによるホログラム  
格子の鋸歯状化

小菅和弘・須釜成人・小野雄三・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

ホログラフィック光学素子の実用化には高回折効率と量産性の両立が必要である。その実現の手段として、イオンエッチング法<sup>1)</sup>による格子の鋸歯状化が適している。そこで、イオンエッチング法に適した加工プロセスを開発し、ゾーンプレートの円周、周期分布両方向の広い範囲にわたり鋸歯状化ができたので報告する。

イオンエッチング法により鋸歯状格子を製作するには、被加工層としてマスク材料に比べエッチング速度の速い材料を使用する必要がある。そこで、被加工層には、deep UV ネガ型レジスト SEL・N-FA レジストを用い、ホログラフィックレリーフマスクを形成するためのホットレジスト AZ-1350 J との相溶を防止するためにXe-Hg ランプで照射して架橋させた。加工時間を短縮するためにイオン種には、有機材料に対するイオンエッチング速度の速い酸素を用いた。

同心円周期分布格子を鋸歯状化するには、イオンビームはレリーフ格子がビームに対してシャドウマスクとなる方向から、格子の周期で決まる最適鋸歯状角が形成されるような角度で入射させる必要がある。そこで、同心円周期分布格子の各部分で入射条件を満たすために、図1に示すイオンビーム遮蔽機構を設けた。試料格子は、試料台にその回転中心と同心円格子の中心を一致させて

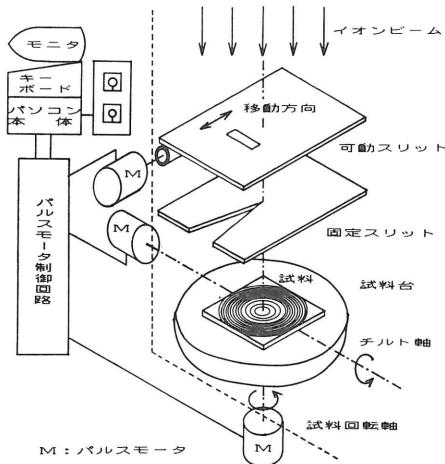
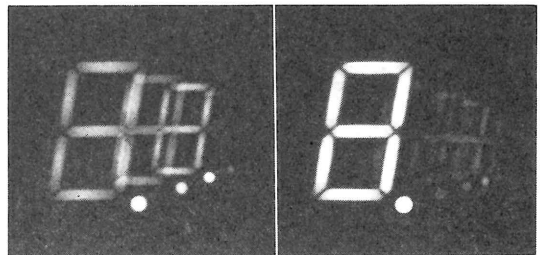


図1 イオンビーム遮蔽機構とその制御系



(1) 正弦波状格子 (2) 鋸歯状格子

図2 ゾーンプレートのブレイズ効果

貼り付けられており、エッチング中試料面内で回転する。試料台上には、扇形開口を有する固定スリットと、開口が扇形開口の対称軸方向に動く可動スリットが重ねられている。試料台と二つのスリットは、試料台のチルト軸を軸として試料に対するイオンビーム入射角が、可動スリットの開口下の各点で最適になるように一体になって回転する。これら試料台の傾き、回転および可動スリットの駆動は、イオンビーム入射角と鋸歯状角の関係の実験値およびエッチング速度の入射角依存性の実験値に基づいてパソコンで制御した。

焦点距離 100 mm のゾーンプレートのオフアキス部分を 5 cm×5 cm の基板上に形成した試料を、扇形開口角 10°、矩形開口幅 5 mm のマスクを用いてエッチングした結果、340~510 本/mm の空間周波数の範囲でほぼ一定の約 50% の回折効率が得られ、円周方向についても、広い角度範囲にわたりほぼ一定の回折効率が得られた。また、鋸歯状化した格子の回折効率の入射角依存性は、+20° にピークをもつ比較的にブロードな特性を有しており、ホログラムレンズとしての応用に適している。本方法で鋸歯状化したホログラフィックゾーンプレートのブレイズ効果を示すために、LED 表示素子の「8」の字をゾーンプレートを通して見た写真を図2に示す。正弦波状格子の場合には、多数の回折像が生じているが、鋸歯状格子の場合には、エネルギーが+1次回折像に集中しており回折効率も高いことがわかる。

空間周波数に応じた最適鋸歯状角が形成されるように、格子のエッチングを制御した結果、ゾーンプレートの広い範囲で 50% 以上の回折効率をもつ鋸歯状格子が形成でき、本方法の有効性を確認できた。

本研究は、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開発」の一環として実施されたものである。

文 献

1) Y. Aoyagi and S. Namba: Jpn. J. Appl. Phys., 15 (1976) 721.