

「三次元光デバイス高効率製造技術」プロジェクト

Ⅲ. 研究項目③三次元加工システム応用デバイス技術





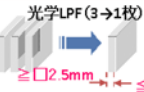

(1) 三次元光学デバイス技術

平成23年6月23日

田中 SL

Ⅲ. 研究開発成果について (1) 目標の達成度

(1) 個別研究開発項目の目標と達成状況

研究開発項目	最終目標	成果 / 達成度	今後の課題
①デバイス加工用ガラス材料技術	(1)デバイス加工用ガラス材料技術共通目標 自主目標: 異質相形成メカニズムの解明、データの体系化 (異質相形成の閾値、速度やサイズのガラス材料依存性)		
	(2)三次元光学デバイス用ガラス材料技術  異質相と母材の屈折率差 $\Delta n \geq 0.015$ 可視光領域 (400-760nm)		
	(3)三次元光回路導波路デバイス用ガラス材料技術  直線導波路(三次元加工システムで作製) 光伝搬損失 $\leq 0.1\text{dB/cm}$ 波長1.55 μm @Single Mode		
②三次元加工システム技術	(1)三次元加工システム技術目標 60 μm × 60 μm × 60 μm 100倍以上の高速加工を実現  100個以上の球状異質相 or 棒状異質相 加工精度 $\leq 10\mu\text{m}$		
	(2)波面制御三次元加工システム技術  ホログラム 加工精度 $\leq \pm 40\text{nm}$ 設計速度 $\geq \times 10$ (従来比)		
	(3)空間光変調器三次元加工システム技術 空間光変調器: 変調速度 50Hz 光位相変調度 $\geq 2\text{mrad}$ (0~2 π で制御可) 耐光性 $\geq 50\text{GW/cm}^2$ (100fs, 1kHz)		
③三次元加工システム応用デバイス技術	(1)三次元光学デバイス技術  光学LPF (3→1枚) 一括描画で確認 $\geq \square 2.5\text{mm}$ $\leq 0.3\text{mm}$ 2光軸開き角 $> 0.236^\circ$ モアレ抑制の確認	10 × 8 × 0.26mmのガラス基板に作製、モアレ抑制効果を確認/◎	更なる高速加工の実現と実用化を検討 (継続研究)
	(2)三次元光回路導波路デバイス技術  直線導波路 光伝搬損失 $\leq 0.1\text{dB/cm}$ 波長1.55 μm @Single Mode 3次元光カプラ: 1 × 16 挿入損失 $\leq 17\text{dB/cm}$ 反射減衰量 $\geq 45\text{dB}$ 波長1.50~1.60 μm		

目的

- ・本プロジェクトで開発する**研究項目②「三次元加工システム技術」**の有効性を三次元光学デバイスを作製することで**確認**する。

概要

- ・ガラス中に異質相やそれらの結合した三次元光学デバイスの一例として光学ローパスフィルタをフェムト秒レーザー照射で作製し、本三次元加工システムが光学デバイスの**作製に有効**であることを確認する。
- ・従来より低いレーザーエネルギーで加工が可能な**ガラス材料**を開発し、**光学デバイスに使用**できることを確認する。

意義

- ・本プロジェクトの“三次元加工システム技術”の有効性を実証するために**三次元光回路デバイス**をも作製。

具体的目標

中間達成目標

- ・光学シミュレーションにより、方向無依存機能を達成するための形状を検討する。また、この検討に基づき、多点描画にて光学ローパスフィルタ形状を試作し、方向無依存性を確認し、フィルタ枚数を従来の3枚から1枚にできることを確認する。

最終目標(達成)

- ・従来の光学ローパスフィルタは3枚の水晶と位相板から構成されており、数mmから10mmの厚さをもつ。1枚の水晶は光軸を2軸に分離し、一方向のみのフィルタリングしか行わない。上下左右のフィルタリングを行うために直行する2枚の水晶を使用し、且つ偏光特性を修正するために位相板を必要とする。

本研究開発では、一括照射で2.5mm角以上の領域に異質相を形成し、フィルタリング方向の無依存を確認する。これにより、光学ローパスフィルタ機能を、従来の3枚から1枚に削減し、フィルタ厚0.3mm以下の光学ローパスフィルタを実現する。また、従来のローパスフィルタに使用されている水晶での2光軸同士の開き角度は、 0.236° であり、本フィルタではこれ以上の開き角度を実現する。また、解像度を維持し、**モアレを抑制**することを確認する。

最終目標に対する成果

- ・ 三次元光デバイスの波面制御技術を用いた一括描画を実現するために本プロジェクトで開発したホログラムとフェムト秒レーザー加工システムとを組合せたホログラフィック三次元加工システムを構築した。このシステムを使用して、厚さ0.3mm以下のガラス基板に水晶での開き角度0.236以上の開き角度に相当するフィルタが**1枚で機能**する2方向性の光学ローパスフィルタを設計し、設計に基づいて、上述のシステムで光学フィルタを試作し、所望の性能を確認した。**(最終目標達成)**
- ・ 上記により、従来3枚使用していたローパスフィルタと同等の機能を1枚で発揮できることを確認した。また、作製したローパスフィルタの大きさは2.5×4mm、**ガラスの厚みは0.26mm**であった。**(最終目標達成)**

光学ローパスフィルタのデジタルカメラでの機能 — モアレ除去効果 —



図3. 1. 2(3)1)(a)a)① **モアレの例 (右図)**
左:モアレを生じうる被写体の例。右:モアレが生じた画像。

水晶ローパスフィルタと開発した光学フィルタ

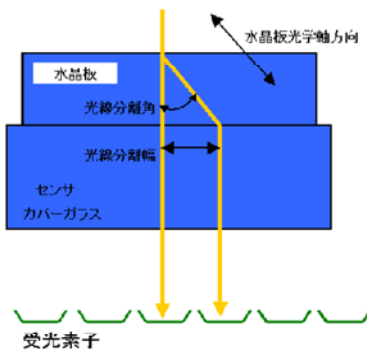


図3. 1. 2(3)1)(a)c)① 水晶製光学ローパスフィルタの光線分離

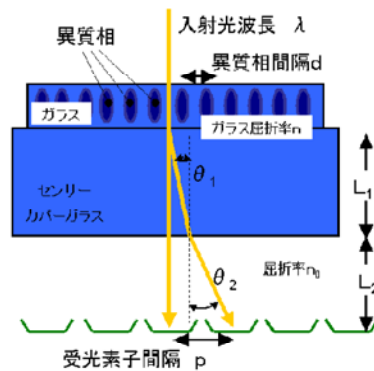


図3. 1. 2(3)1)(a)d) i) ①ガラス光学ローパスフィルタのための回折格子間隔の設計

開発したフィルタの特徴
 枚数 3枚⇒1枚
 厚み 数mm⇒0.3mm以下(実質0.0mm)
 フィルタリング方向⇒方向無依存

モアレの電氣的観察

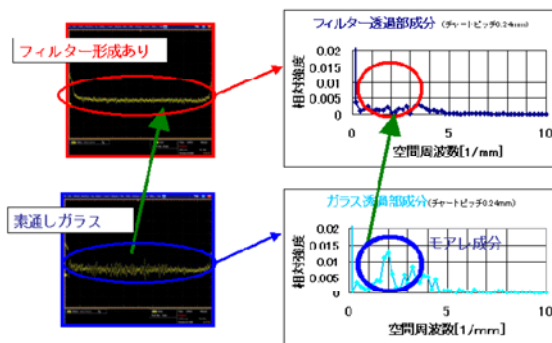


図3. 1. 2(3)1)(b)b) iv)②
 モアレのビデオ信号およびモアレが低減されたビデオ信号の周波数成分分析

モアレ除去を電気信号にて確認

ホログラムで作製した光学ローパスフィルタ

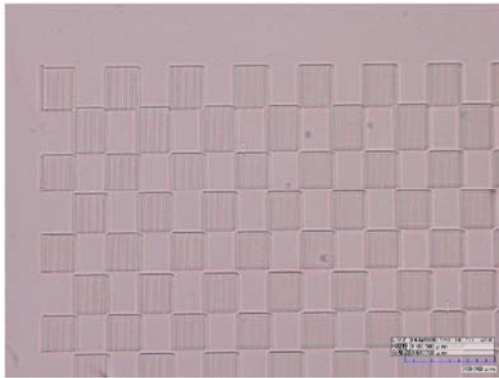


図3. 1. 2(3)1)(b)a)①
ガラス光学ローパスフィルタの光軸
方向からの写真

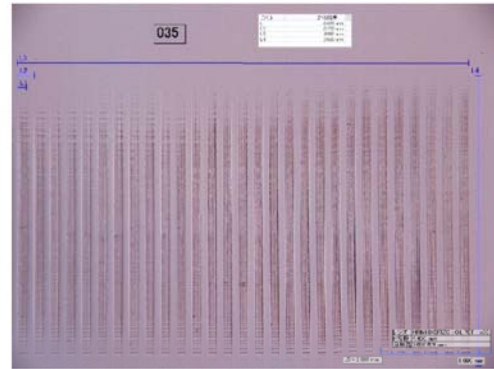
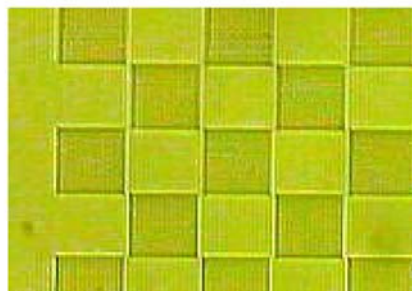


図3. 1. 2(3)1)(b)b)vi)②
ホログラムにて一括に形成した直
線異質相からなる1次元回折格子

三次元計測器での観察例



図(i)b)-15 OLPF顕微鏡像

ガラス・ホログラムを使用して 試作した光学ローパスフィルタ を装着したデジタルカメラ

