

FBG光マイクロフォンの周波数特性改善

1070252 井上優人

電子・光システム工学科 岩下研究室

1. まえがき

現在主流であるダイナミック型マイクロフォンや、コンデンサー型マイクロフォンはマイク部分や伝送が電気信号であるため、電氣的干渉を受けやすい。そこで、電氣的干渉を受けにくい光を用いる光マイクロフォンが検討されている。

本研究は、FBG 光マイクロフォンの周波数特性の改善を目的としている。光マイクロフォン部の構造及び振動膜の材質に焦点を置き、よりフラットな周波数特性の実現を目指す。

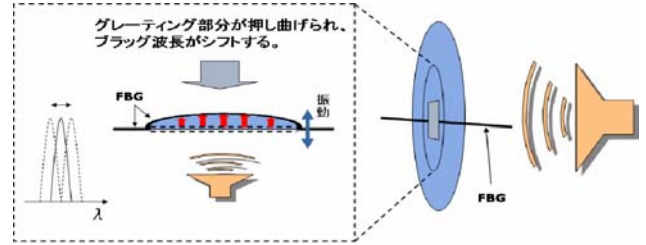


図1. 振動膜構造

2. 動作原理

光ファイバグレーティング (Fiber Bragg grating, FBG) とは、光ファイバのコア内に周期的な屈折率変化 (グレーティング) をもち、入射光から特定の波長だけ反射する。FBG 光マイクロフォンの動作原理は、圧力によって FBG の反射波長が変化することを利用している。本研究では、図1のように音圧で振動膜と中心に貼り付けた FBG が振動する構造をとる。FBG が振動することでグレーティングピッチが変化して反射波長がシフトする。振動膜の振動を光の強度変化した後に変換することで光マイクロフォンとなる。

表1. 特性比較

| | | |
|---|-----------------------|-----------------|
| 弾性棒の基本振動数 ν_1 が大きいほど、高周波で振動する | | |
| $\nu_1 = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ | | |
| $l \dots \dots$ 長さ $\rho \dots \dots$ 密度 $E \dots \dots$ ヤング率 | | |
| | ヤング率 (Pa) | 密度 (g/cm^3) |
| アルミニウム | 7.03×10^{10} | 2.70 |
| ポリプロピレン (PP) | 3.5×10^9 | 0.91 |

3. 実験方法

実験構成を説明する。レーザ (@1546nm) から出力された光を FBG に通し、反射光をとる。この反射光をサーキュレータによって抽出する。反射光は、PD にて電気信号に変換する。周波数特性はネットワークアナライザを用いて測定した。

4. 結果

膜素材を選ぶ基準として、基本振動数と素材の厚さを考慮した。結果、アルミ箔、ポリプロピレンフィルタ (PP) を膜の素材に用いた。表1にそれぞれの特性を示す。作製した膜は直径約 2.5cm 円形で、アルミ箔と PP フィルタの測定結果を図2で比較する。測定結果より、基本振動数の計算結果同様にアルミ箔の方が高周波まで応答している。基本振動数の式から、長さが小さいほど振動数が大きくなる。このことから直径を小さくすることで膜の応答が向上するか検討するため、直径約 1.5cm と約 7.5mm の同型の振動膜を作製し、同じ条件のもと測定した結果を図3に示す。結果より、小さい振動膜ほど高周波での応答が向上した。

5. まとめ

測定結果より、振動膜の応答は基本振動数に関する特性を基準にできることが分かった。ヤング率と密度によって感度をある程度予測でき、同様に長さ (膜の面積) によって高周波での感度が向上する。さらに特性が良く、膜に適した素材で感度の向上が期待できる。

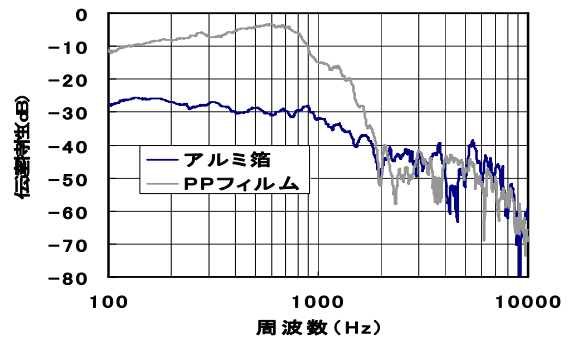


図2. 周波数特性の比較

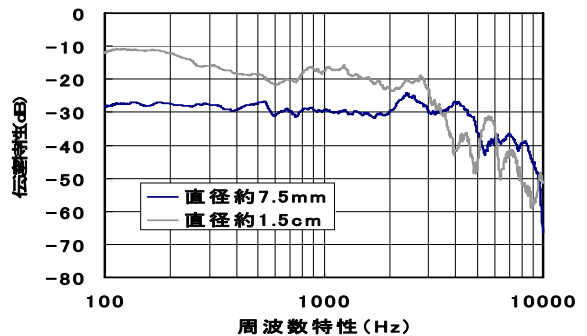


図3. 小さい振動膜での周波数特性