

シリコン基板光導波型加速度センサにおけるおもりサイズと位相感度の関係

Phase sensitivity dependence on proof mass size in a silicon-based guided-wave optical accelerometer

新潟大院自¹, 新潟大工² ○坂部 亮¹, 大河 正志², 佐藤 孝²

Niigata Univ. ○Toru Sakabe, Masashi Ohkawa, Takashi Sato

E-mail: ohkawa@eng.niigata-u.ac.jp

【はじめに】

光導波型加速度センサは小型、軽量、無誘導性、防爆性などの特徴を有する。本センサは、おもりを一体化したダイヤフラムと直線光導波路で構成され、加速度印加によりダイヤフラムに生じる歪みを光弾性効果によって検出する。ところで、本センサの感度は導波路位置、ダイヤフラム辺長、おもり辺長、ダイヤフラム厚に依存することが知られているが、詳細は明らかになっていない。そこで、本研究では、おもり辺長と位相感度の関係に焦点を当て、実験とシミュレーションの両面から考察を行うことにした。

【センサの構成および動作原理】

Fig. 1 はシリコン基板光導波型加速度センサの概略図である。センサは、加速度感知部であるダイヤフラムと、光の伝搬部分である直線光導波路で構成され、光導波路はダイヤフラム上に設けられる。加速度が印加されるとおもりに慣性力が働き、ダイヤフラムに歪みが生じる。歪みは光弾性効果により光導波路の屈折率を変化させ、TE-like, TM-like モード光にそれぞれ異なる位相変化が生じる。これらの位相差を検光子によって光強度に変換し、加速度のセンシングを行う。

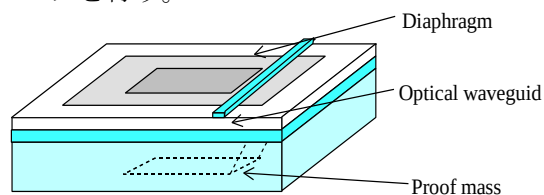


Fig. 1 Schematic drawing of a silicon-based guided-wave optical accelerometer, and its cross-sectional view.

【実験】

センサ感度のおもり辺長依存性を実験的に明らかにするため、おもり辺長が異なる3種類のセンサを試作した。おもり辺長は5.0 mm, 5.77mm, 7.07 mm で、3種類のセンサ共に、ダイヤフラム辺長を10 mm, ダイヤフラム厚は50 μm とした。本実験では、加速度の代わりに静荷重を印加することとした。出力光強度は印

加荷重に対して正弦的に変化し、この半周期を半波長荷重と呼ぶ。半周期は誘起位相差 π rad を半波長荷重で割った値を位相感度と定義して、センサ感度とした。Fig. 2 は、おもり辺長に対する位相感度の測定結果であり、図中の実線は測定値に対する回帰直線である。両対数グラフにおいて、回帰直線の傾きがほぼ1となり、位相感度はおもり辺長に比例することが分かった。しかし、作製精度、センサ試作数、おもり辺長の検証範囲などの問題もあり、シミュレーションによる検証が不可欠と言える。

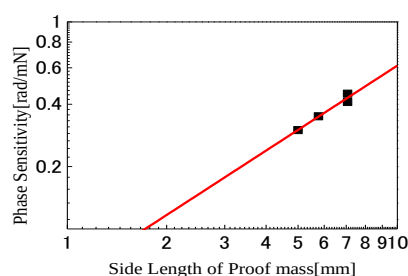


Fig. 2 Experimental results for waveguide positions at the proof mass edge.

【有限要素解析】

位相感度のおもり辺長依存性について有限要素法解析を行なった。今回のシミュレーションでは、ダイヤフラムサイズを10 mm 角、50 μm 厚とし、おもりサイズは1.0 mm から9.5 mm の範囲で0.5 mm 毎に変化させ、厚さは300 μm 厚とした。また、ダイヤフラムの境界条件を完全固定端とし、荷重はおもり領域に一樣圧力で与えることとし、総荷重を1 mN とした。結果については、その妥当性の検証が終わっていないことから、ここでは言及せず、学会発表時に報告する。

【まとめ】

光導波型加速度センサにおける位相感度のおもり辺長依存性について実験およびシミュレーションの両面から考察を行った。実験的考察においては、位相感度がおもり辺長に比例する関係が得られた。今後、シミュレーション結果の検証を終え、実験結果との比較を行う予定である。