

ガラス基板光導波型圧力センサ -センサ感度のダイヤフラム厚依存性- Glass-based guided-wave optical pressure sensor -Sensitivity dependence with respect to thickness of the diaphragm-

新國 広幸^{*1} 渡部 裕^{*1} 大河 正志^{*2} 佐藤 孝^{*2}
Hiroyuki Nikkuni Yu Watanabe Masashi Ohkawa Takashi Sato

^{*1} 新潟大学大学院自然科学研究科
Graduate School of Science and Technology, Niigata University

^{*2} 新潟大学工学部
Faculty of Engineering, Niigata University

1. はじめに

光導波型センサは、無誘導性、防爆性、光軸合わせ不要、小型・軽量などの特徴を持ち、電磁雑音や可燃性ガスなどの存在する悪環境下においても安定な動作が期待できる。我々は、ダイヤフラム構造を利用したガラス基板光導波型圧力センサの開発を行っている。光導波型圧力センサの感度は、ダイヤフラム厚の2乗に反比例することが理論的に分かっている。[1]この依存性は、光導波型圧力センサの設計指針を与えるため重要であるが、これまで実験的に明らかにされていない。そこで、本研究では、これらの依存性を実験的に考察した。

2. センサの構成と動作原理

図1に光導波型圧力センサの概形を示す。センサは、圧力感知部である正方形ダイヤフラムと単一モード直線光導波路で構成される。

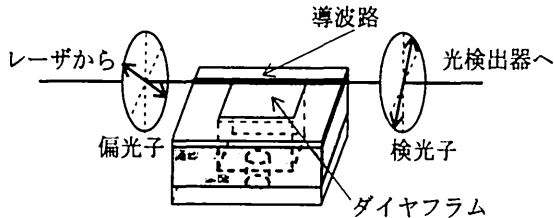


図1. ガラス基板光導波型圧力センサ

センサに圧力が印加されると、ダイヤフラムにひずみが起こり、光弾性効果により光導波路の屈折率が変化する。これにより、光導波路を伝搬する TE-like, TM-like モード間に位相差が生じる。最後に、この位相差は、検光子によって光強度に変換される。

3. 実験

感度のダイヤフラム厚依存性を実験的に明らかにするために、ダイヤフラム厚の異なる4種類の光導波型圧力センサを試作した。作製したセンサのダイヤフラムサイズは、10 mm×10 mm×0.15 mm (センサ#1)、10 mm×10 mm×0.20 mm (センサ#2)、10 mm×10 mm×0.22 mm (センサ#3)、10 mm×10 mm×0.30 mm (センサ#4) である。

ところで、センサの出力光強度は印加圧力に対して正弦的に変化するが、この変化の半周期を半波長圧力という。半波長圧力は位相差 π radに相当し、 π radを半波長圧力で割った値、すなわち単位圧力当たりの誘起位相差を位相感

度という。

試作したセンサの位相感度を評価するために、圧力・出力特性を測定した。光源には波長 633nm の He-Ne レーザを用いた。なお、実験ではダイヤフラムの中央に最も近い導波路を利用した。

測定した圧力・出力特性から、センサ#1, #2, #3, #4 の半波長圧力は、それぞれ 39 kPa, 53 kPa, 62 kPa, 126 kPa と評価でき、これらを位相感度に換算すると 81 mrad/kPa, 59 mrad/kPa, 51 mrad/kPa, 25 mrad/kPa となった。

図2は、位相感度のダイヤフラム厚依存性の理論値と測定値を示したものである。図2の■, ●, ▲, ▼は、それぞれセンサ#1, #2, #3, #4の測定値で、実線は理論値である。図から、センサ#2, #3, #4の測定値は、理論値とほぼ同じ値となっていることが分かる。しかし、ダイヤフラム厚 0.15 mm のセンサ#1の測定値に関しては、理論値との差が大きく、理論値の 72%であった。このような違いが生じた原因は、現在のところ明らかにできていない。

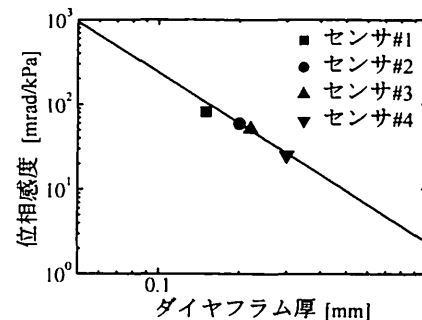


図2. 位相感度とダイヤフラム厚の関係

4. 結論

本研究では、光導波型圧力センサのダイヤフラム厚依存性について、実験的考察を行った。その結果、ダイヤフラム面積 10 mm×10 mm で、ダイヤフラム厚 0.20 mm 以上のセンサでは、理論と同様に位相感度はダイヤフラム厚の2乗に反比例することが分かった。

参考文献

- [1] Y. Iwase, Y. Okamoto, M. Ohkawa, S. Sekine, and T. Sato, "Sensitivity dependence with respect to diaphragm dimensions in a glass-based integrated optic pressure sensor," Proc. SPIE, 4987, pp. 256-263, 2003.