

超小型光集積化電圧センサ 強電磁界での計測に威力

光応用研究室 伊藤 博

Miniaturized Integrated-Optical Voltage Sensor - Effective for Electromagnetic Interference Tests and Measurements -

Hiroshi Ito

電磁波による電子機器の障害（電磁妨害）に対する対策は今日の重要な課題である。さらに最近では、誤動作を起こした機器内部の、どの回路素子にどんな妨害電圧／電流が誘起されているのかを計測したいという要求が生じてきた。しかし、従来の計測器では、電圧測定プローブ自身や金属線の信号ケーブルに大きな妨害電圧が誘起され、回路上の誘起電圧を分離して計測することは不可能であった。今回、新たに開発した超小型光集積化電圧センサは、光集積回路と光ファイバを用いて構成され、ほとんどが非金属材料でできているため、非常に強い電磁界中でも電子機器内部の回路電圧を分離して計測することができる。

センサの外観と動作原理をFig. 1に示す。半導体レーザからの光は光ファイバにより光集積回路からなるセンサ部に導かれる。センサ部に印加された電圧により、光集積回路を通過した光は電圧値に応じた振幅の強度変調を受ける。端まで透過した光は端部の反射膜で反射し、同じ道筋を通り、光検出器まで帰ってくる。光検出器で光強度信号の振幅を測定すればセンサ部に印加された電圧値が測定される。ここに用いている光集積回路は独自の反射型光変調器^{1, 2)}で、構造は図より明らかなように、通常干渉計型光変調器を中央で切断し、端面に金属反射膜を設けた形になっている。小型（1/2の寸法）、高感度（2倍）であることと、1本の光ファイバしか必要なく、高安定、高信頼性、安価などの特長がある。また、変調器の容量が半減し、高周波特性も向上する。図中の写真は試作

した光集積化電圧センサで、上が光集積回路のLiNbO₃基板（1×20×0.5t mm）、下がセンサ（φ3×30mm）の外観で、ともに世界最小レベルの形状寸法である。超小型化を実現したポイントは二つある。一つは上述の反射型光変調器の開発であり、もう一つはエキシマレーザアブレーションにより、LiNbO₃基板に直接、光ファイバ接続用の精密V溝（Fig. 2）を加工する技術³⁾を開発したことである。従来の精密治具を用いたファイバ／導波路の突き合わせ結合・接着による手法に比べ、大幅な小型化、高信頼性を達成した。センサの特性は光検出器／前置増幅器の利得を調整してあり、通常のアシロスコブ用10:1プローブ（入力インピーダンスは10GΩ）と同様に使用可能である。周波数特性は、400MHz程度までほぼ平坦な特性で、それ以上は1～2dBの変動があるが1.2GHzまで応答する。100V/mの電界中での特性測定では、回路への接続のための30mmの金属リード線を接続した状態でも、従来のアシロスコブ用プローブの1/100以下の誘起電圧で回路の動作を測定できることが確認された。

このセンサにより、これまで困難であった強電磁界環境下にある電子機器の詳細な回路動作解析が可能になり、影響の受けやすい部分を特定でき、適材適所の電磁妨害対策を講じることができることから、開発の時間・コストの大幅な低減、省資源に寄与することが期待される。

参考文献

- 1) 市川正, 伊藤博: 計測自動制御学会SICE'92, (1992), DS45-2
- 2) Ito, H., et al.: ICO Topical Meet., (1994), 4P-14
- 3) Ichikawa, T., et al.: Opt. Lett., 23-14(1998), 1138

(2000年5月26日原稿受付)

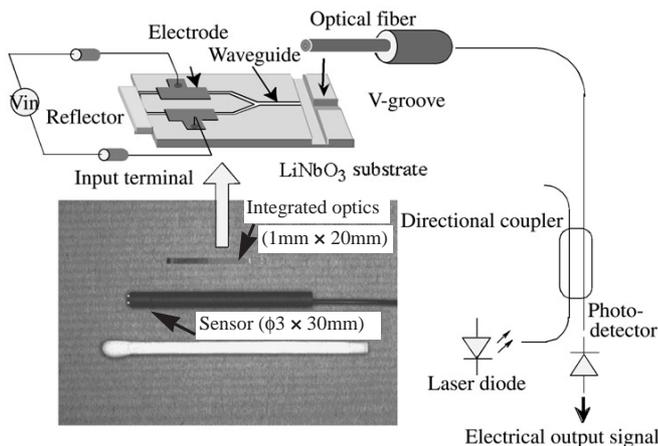


Fig. 1 Photograph and schematic configuration of the miniaturized integrated-optical voltage sensor.

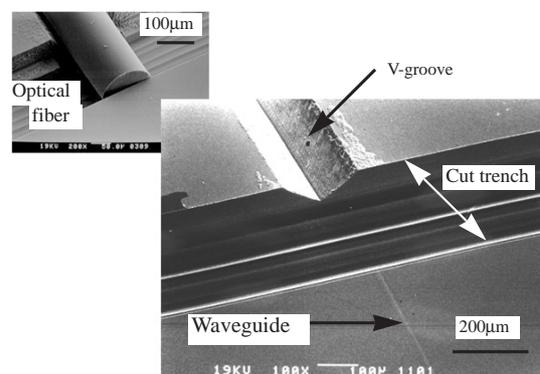


Fig. 2 Scanning-electron microscope photograph of the V groove fabricated on LiNbO₃ substrate.