

DC ~ 20GHz の広帯域特性を有する光変調器と 光インターコネクションの開発に関する研究

黒川 悟^{*1}
井尻 和夫^{*2}
安達 雅浩^{*1}
西川 憲次^{*3}

【要 旨】

当センターではこれまでに、EMC 測定に用いる ~ 1 GHz 程度で利用する非接触の電気 - 光強度変調器の開発を行い、放射イミュニティ測定に用いる電界センサとして利用できると推定できる結果を得ている。本研究では、これまでに開発している電気 - 光強度変調器の広帯域化を目的として、Ti 拡散 LiNbO₃光導波路を用いたマツハツェンダ型光強度変調器の試作を実施し、~ 9 GHz 程度までの変調感度を有すると推定できる結果を得た。

1 緒 言

各種電子機器の高速化、情報化の進展による情報伝送量の増大等、利用する信号はますます広帯域化している。信号の広帯域化により、伝送路の損失も増大し、マイクロ波のまま同軸ケーブル等を長距離伝送することは、コスト的にも困難となっており、マイクロ波を光に変換して伝送するマイクロ波フォトニクスが注目され、盛んに研究開発が行われている。

また、機器から放射される不要電波についても、機器の高速動作化に伴いますます高周波化しており、これに対応する EMC 測定用電磁界センサの開発も盛んに行われている。

当センターではこれまでに、EMC 測定に用いる ~ 1 GHz 程度で利用するの開発を行い、放射イミュニティ測定に用いる電界センサとして利用

できると推定できる結果を得ている。

本研究では、これまでに開発している電気 - 光強度変調器の広帯域化を目的として Ti 拡散 LiNbO₃光導波路を用いたマツハツェンダ型光強度変調器の試作を実施し、~ 9 GHz 程度までの変調感度を有すると推定できる結果を得たので概要を報告する。

2 試作の概要

試作する光強度変調器は、1.3 μm の CW レーザ光を光ファイバを用いて Ti 拡散 LiNbO₃光導波路を用いたマツハツェンダ型光強度変調器に導き、変調電極にマイクロ波を印加することにより、その強度に応じた変調をレーザ光に加えて測定器の近傍まで電送するものである。

本研究では、広帯域化と高感度化を目的として、平成10年度までに開発を行った変調器の構造を以下のとおり変更し、試作を行った。

* 1 機械電子課 技師
* 2 機械電子課 専門員
* 3 京都セミコンダクタ株式会社

2.1 LiNbO₃を用いた光透過型の電波進行波を用いたマツハツェンダ型電気 - 光強度変調器の試作の概要

電波進行波を用いた電気 - 光強度変調器を作成する。Zカット LiNbO₃基板に Ti 拡散光導波路を作成し SiO₂ バリア層を設け、その上面に変調用電極とコプレーナ導波路を作成した。なお、変調電極間の SiO₂ バリア層は、抜いた構造とした。電波進行波を用いた場合の試作の概要を図1に示す。

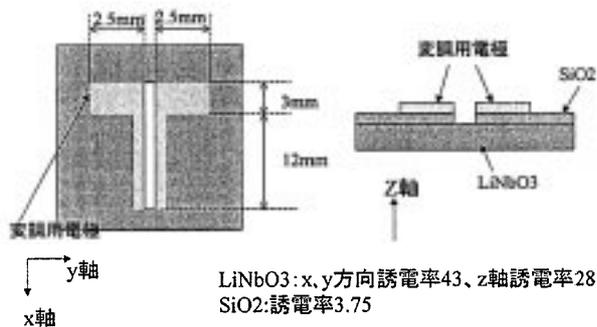


図1 電波進行波型電気 - 光強度変調器の試作の概要

2.2 LiNbO₃を用いた光透過型の電波共振波を用いたマツハツェンダ型電気 - 光強度変調器の試作

電波共振波を用いた電気 - 光強度変調器を作成する。Zカット LiNbO₃基板に Ti 拡散光導波路を作成し SiO₂ バリア層を設け、その上面に変調用電極を10素子有する構造を作成した。なお、変調

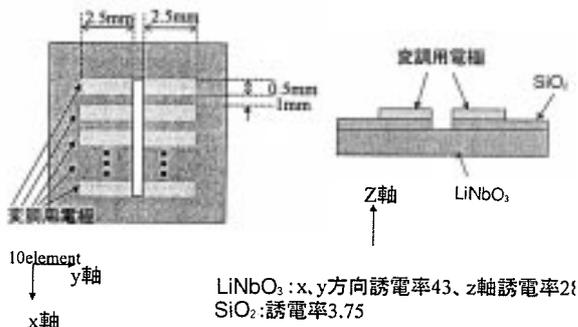


図2 電波共振波型電気 - 光強度変調器の試作の概要

電極間の SiO₂ バリア層は、抜いた構造としている。電波共振波を用いた場合の試作の概要を図2に示す。

3 試作した電気 - 光強度変調器の周波数特性の評価手法

光コンポーネントアナライザからの出力波を電気 - 光変換器の極近傍から小型広帯域アンテナにより照射し、得られた強度変調光を O/E 変換器で電気信号に変換し、光コンポーネントアナライザにより評価した。

評価に利用したアンテナの周波数特性を図3、4に示す。12GHz、17GHz 付近にアンテナの共振が存在することを示す特性となっており、正確な特性を掌握することはできないが、他の領域では有効に評価できると考えられる特性である。

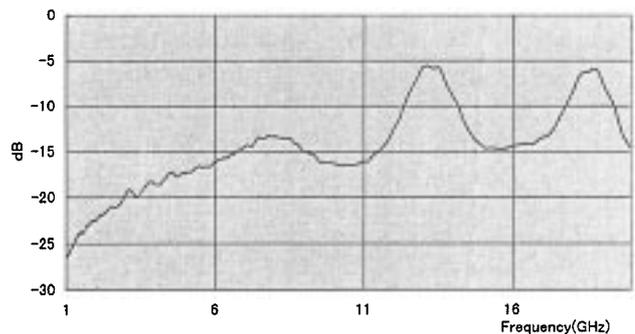


図3 評価に用いたアンテナの周波数特性

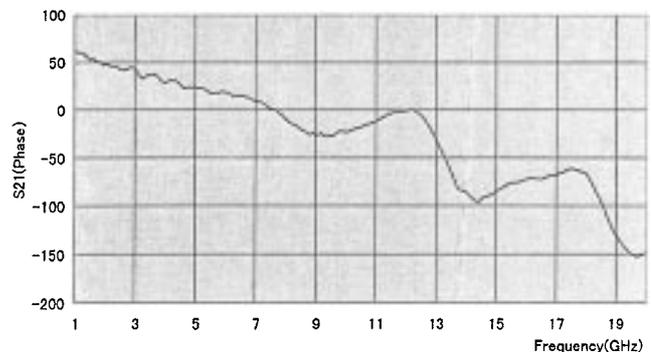


図4 評価に用いたアンテナの周波数特性(位相)

4 試作したセンサの周波数特性測定結果と考察

3で示した周波数特性を有するアンテナを用い

た周波数特性の測定結果を図5、6に示す。

測定結果では、両電極構造とも9 GHzまでは有効な感度を有すると思われる特性となることが推定できる結果となった。また、9 GHz以上の周波数では感度は有するものの、変調器として利用できる特性となっていないことがわかった。

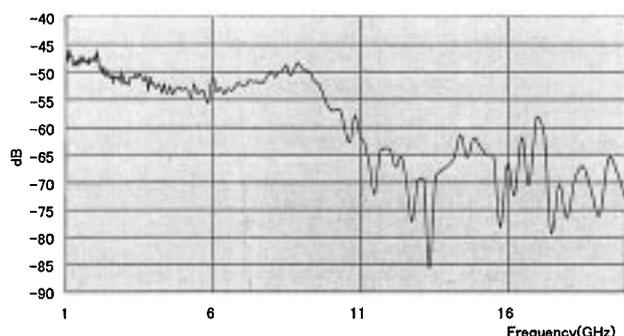


図5 進行波型電極を用いた電気周波数特性
- 光強度変調器の周波数特性

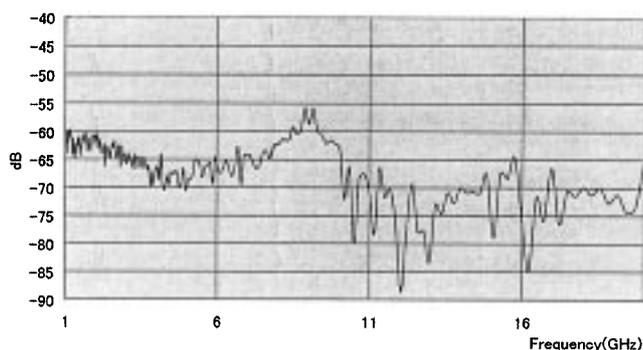


図6 共振型電極を用いた電気
- 光強度変調器の周波数特性

5 結 言

本研究では、これまでに開発している電気 - 光強度変調器の広帯域化を目的としてTi 拡散LiNbO₃光導波路を用いたマッハツェンダ型光強度変調器の試作として2.5mm + 2.5mmのエレメントを有する構造として、

- ① 光透過型の電波進行波型電極を用いたマッハツェンダ型電気 - 光強度変調器
- ② 光透過型の電波共振波型電極を用いたマッハツェンダ型電気 - 光強度変調器

の試作を行い、両構造とも～9 GHz程度までの変調感度を有すると推定できる結果を得た。

当該試作結果では、変調に用いた電極のエレメント長は①、②の変調器とも同一であり、その共振と思われる周波数も一致していることから、電極の長さを一つのパラメータとしてより高い周波数で利用できる強度変調器の作成も可能と考えられる結果を得た。

より高い周波数での変調器の開発においては、誘電体中の光の伝播速度とマイクロ波の伝播速度に大きな差が生じることによる変調感度の低下等が指摘されているため、これらのことを考慮した試作を今後実施し、～20GHzで利用できる電磁界センサの開発を目指す。

(謝 辞)

本研究において、親切な御指導、御鞭撻をいただきました京都府特別技術指導員(元京都大学大学院情報学研究科助教授)中島將光氏に感謝いたします。

(参考文献)

- 1) 西原浩、春名正光、栖原敏明, “光集積回路”, オーム社
- 2) R.C. Alferness, S.K.Korotky, E.A.J.Marcatili, “Velocity-Matching Techniques for Integrated Optic Traveling Wave Switch/Modulators”, IEEE J.Quantum Electron., vol.QE-20, pp. 301-309, 1984.