

100GHz 帯域超高速ゾルゲル・ポリマ光変調器のための電極最適化の研究

1190155 港 晴輝 (榎波研究室)
(指導教員 榎波 康文 教授)

1. 目的

光変調器は電位信号を光信号に変換する長距離高速光ファイバ通信に必要な不可欠なデバイスで従来はニオブ酸リチウム(LN)を用いて広く実用化されてきた。しかしながら駆動電圧が5Vと高くLN光変調器の帯域幅は40GHz以下で小型化および集積化に制限があり幹線系長距離光通信用の光変調器以外の用途が限定されている。またシリコン等の半導体光変調器の帯域幅は30GHz以下で光損失が高いことから電極長を短縮する必要があり消費電力が高い。一方電気光学(EO)ポリマは絶縁体で薄膜化が容易な特徴を有し屈折率分散は半導体材料の1/30以下であるため位相整合が容易である。[1]位相整合条件が優れていればミリ波が光波に遅延せずに伝搬し帯域幅拡大が容易となる。2018年にEOポリマを用いた強度光変調器により榎波らは130GHz超広帯域光変調を可能とする報告を行った[2]本研究はゾルゲル・ポリマ光変調器のミリ波進行波型電極のモデル化と解析を行い、解析結果により最適化した電極を光変調器に用いて作製し200GHzを越える超広帯域ポリマ光変調器を実証することを目的とする。

2. 研究内容

高周波電磁界解析ソフト HFSS を用いて直線マイクロストリップ線路のモデルを作製し電極構造、電極間隔、上部電極幅、入力パッド構造を変えた時のSパラメータの変化を解析した。電極パッドを用いたゾルゲル・ポリマ光変調器のモデルを作製し、入力ポートの位置に対するSパラメータ変化を解析した。また実際の光変調器プロセスとして下部電極とゾルゲルクラッド層およびEOポリマ光導波路のスピニングコートとパターンニングを行った。さらにRIEドライエッチングまたはウエットエッチングによるVIAホール作製及びVIAの金メッキを行った。

3. 結果

3.1 高周波電磁界解析ソフトを用いたミリ波進行波解析

実験により得た光導波路を構成する各材料の誘電率測定結果を用いて上部電極幅を変化させた時の周波数100GHzまでのSパラメータのシミュレーション結果を図1に示す。電極幅増加によりS11である反射パラメータが減少しS21伝搬パラメータは上部電極幅15 μ m, 17 μ mに対して減衰が低く20 μ m電極幅が最適幅であることを求めた。

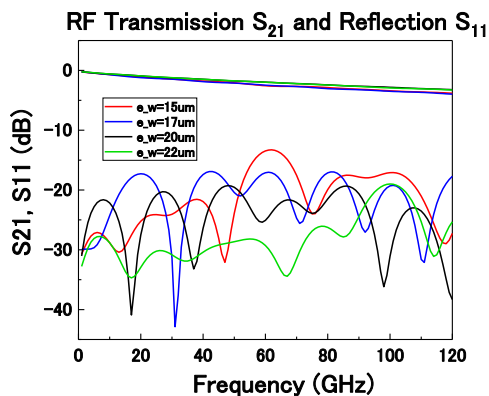


図1. 各上部電極幅に対する進行及び反射Sパラメータの計算結果

マイクロストリップ線入力パッドへの電磁界入力位置を変化させた時のSパラメータの解析結果を図2に示す。入力ポート位置をパッド内側限界までに変化させた場合55GHz付

近でS11がS21より大きくなりインピーダンス整合が十分にできなくなることが解った。入力パッド端面から100 μ mの位置に入力ポート接続すると90GHz付近までS11は低く入力ポート位置はパッド端面から100 μ m内側が最適であることが解った。

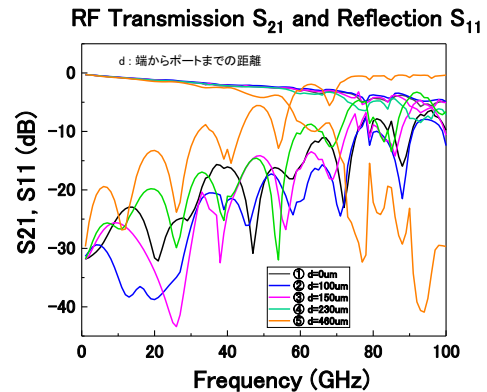


図2. Sパラメータのミリ波と入力パッドの接続位置に対する依存性

3.2 実験デバイス作製

金メッキによる下部電極作製、ゾルゲルシリカ光導波路作製及びEOポリマコア作製を行った。その後下部電極と上部電極パッドを導通させるためゾルゲルシリカにVIAを形成しVIA金メッキを行った。ゾルゲルシリカクラッド部分に作製したVIAの作製結果を図3に示す。ウエットエッチングで8 μ mのゾルゲル層にVIAホール開けた際の顕微鏡画像を図3(a)に示す。その後VIAを金メッキして下部電極と上部電極を導通させる。この際に行った金メッキ後の顕微鏡画像を図3(b)に示す。VIAをエッチング完了後顕微鏡によりVIA内部色がゾルゲルシリカが存在する場合とエッチング後で変化することを利用してゾルゲルのエッチングが完了したことを確認した。

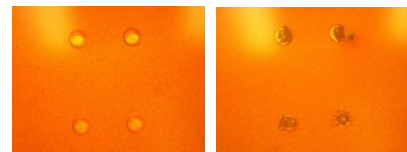


図3. ゾルゲルシリカクラッドに作製した下部電極と上部入力パッドを接続するためのVIA作製結果 (a)VIA金メッキ前 (b)VIA金メッキ後

4. まとめ

HFSSで作製した光変調器モデルの解析結果から上部電極幅の最適値20 μ mを得た。入力プローブを入力パッド端面から100 μ mの位置に接続しS11を最小化し、S21を最高値とした。光変調器下部電極パターンニング、金メッキ作製、ゾルゲル下部・サイド・上部クラッド作製、EOポリマコア作製を行った。エッチングによるVIAホール及びVIA金メッキを完了した。今後行う上部電極作製とネットワークアナライザによる帯域幅測定に必要な電極最適化とデバイス作製を完了した。

5. 参考文献

- [1] 榎波康文, “電気光学ポリマー変調器” 高分子, 59巻, 5月号, pp.317-320, 2010年
- [2] Y. Enami, A. Seki, S. Masuda, J. Luo, and A. K-Y. Jen, Journal of Lightwave Technology, 36, 4186, 2018.