

課題番号 : F-18-KT-0038
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 圧電体材料における結晶軸と GHz 帯表面弾性波伝播特性の関係調査
Program Title(English) : Study on Relation Between Crystal Axis and GHz Band Surface Acoustic Wave Propagation Characteristics in Piezoelectric Materials
利用者名(日本語) : 薄井智靖
Username(English) : T. Usui
所属名(日本語) : 株式会社村田製作所
Affiliation(English) : Murata Manufacturing Co., Ltd.
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、成膜・膜堆積

1. 概要(Summary)

現在の無線通信端末では表面弾性波 (Surface acoustic wave: SAW) フィルターが多く使用されており、材料として機械結合係数が大きく、良質な大型単結晶が育成可能な LiNbO_3 や LiTaO_3 といった圧電体が主に用いられている。今後、さらなる無線通信速度の高速化のため、Sub-6GHz 等のより高い周波数の利用が検討されており、 LiNbO_3 、 LiTaO_3 より音速が速く、機械結合係数が優れた圧電性基板材料の探索が望まれている。しかし、新規材料は大型の単結晶基板が得られることはまれなため、実験段階では小片の基板において高周波の SAW 励振用櫛歯電極 (IDT) を形成し、特性を評価できるようにすることが必要となる。

そこで今回は新規材料探索のため、まずは小片の圧電性基板に対して GHz 帯の SAW が励振可能な IDT の作製プロセス条件を確立し、その結晶方位依存性の測定を行うことを目指し、京都大学ナノテクノロジーハブ拠点の微細加工設備を利用した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

電子線蒸着装置 (B03)、厚膜フォトレジスト用スピコーティング装置 (A07)、高速マスクレス露光装置 (A04)、大面積超高速電子ビーム描画装置 (A15)

【実験方法】

今回作製したパターンは 400 nm のライン&スペースからなる IDT と、プローバーのコンタクト用の引き出し電極を有する。微細加工条件の最適化のため基板には既知の材料系である X-cut (11-20 面) の LiNbO_3 と水晶を用いた。厚膜フォトレジスト用スピコーティング装置を用

いて HMDS(ヘキサメチルジシラザン)を塗布したうえでレジスト塗布を行った圧電性小片基板 (10 mm 角) に大面積超高速電子ビーム描画装置を用いてパターンを描画し、電子線蒸着装置を用いて Al を 700 Å 蒸着した。最後にリフトオフを行うことで基板上へのパターン形成を行った。

また、単結晶基板の結晶軸方向に対して SAW の伝搬方向を調整できるよう、金属製 (SUS304 製またはリン青銅製) の治具を作製した。これは大面積超高速電子ビーム描画装置が基本的に矩形の電子ビーム (セル) を利用して描画を行っており、曲線や斜め方向の微細な構造を描画するためには 1 セルの大きさを非常に細かくする必要が出てくるためである。小さなセルを用いた描画では、描画時間が非常に長くなってしまっただけでなく、微細なライン&スペースを綺麗に作製することが難しくなる。このため、今回は基板側を面内で回転させることで、矩形の大きなセルを用いたまま SAW の伝搬特性の結晶方位依存性 (結晶カット面内での方向依存性) を測定できる試料を作製することを目指した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig. 1(a) に水晶基板上に作製した IDT の顕微鏡写真を掲載する。条件の最適化により、400 nm のライン&スペースが十分に解像し、GHz 帯の SAW を励振可能な IDT を作製できるプロセス条件を確立した。一方で、SUS 製の基板回転治具を用いた場合、現像終了の段階で Fig.1 (b) のように電子ビームのサブセル (セル内の更に微細な構造) の形状を反映した矩形ドットが発生する問題が生じた。

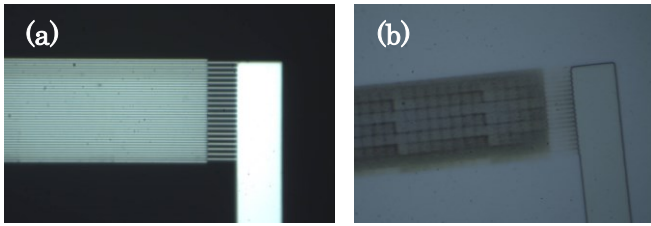


Fig. 1 IDTs fabricated on X-cut quartz substrate (a) without and (b) with jig made of SUS304.

検討を重ねた結果、このドット形状は電子ビームの Dose 量やフォーカスには依存せず、治具の素材に依存することが明確になり、SUS 製治具ではパターン描画中に電子ビームが偏向されている可能性が示唆された。治具の素材をリン青銅製に変更することで基板を面内に回転させた上で Fig.1 (a)と同様の IDT を形成することが可能となった。

作製した LiNbO_3 基板上の IDT により励振される SAW の伝搬特性を一例として Fig. 2 に示す。コンタクトプローブに依る測定時のロスが大きいため、IDT 形成以外にも測定手法の改善が必要であると考えられる。

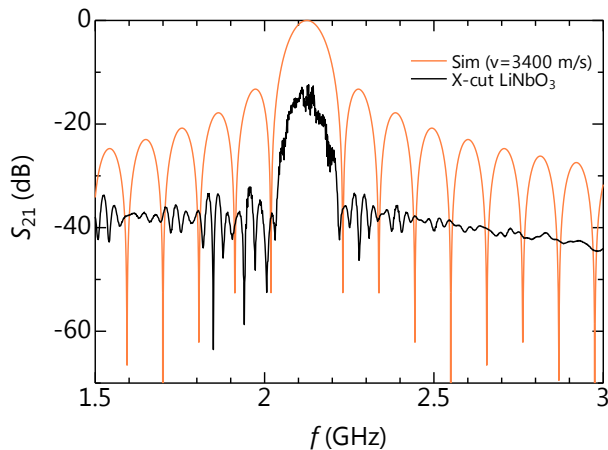


Fig. 2 Measured SAW property on X-cut LiNbO_3 .

今回、参照物質として特性既知の基板を用いたプロセスの最適化を行ったが、今後は特殊材料の基板に対しても同様のプロセスを適用することで高周波 SAW 伝搬の結晶軸方向依存性を評価することが課題である。

4. その他・特記事項 (Others)

・京都大学ナノテクノロジーハブ拠点の大村 英治様、井上 良幸様、永松 奈津子様、佐藤 政司様、瀬戸 弘之様には設備の利用講習をはじめ技術的なアドバイスを多数いただきましたこと、感謝申し上げます。

・他の機関の利用:なし

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許 (Patent)

なし。