

課題番号 : F-21-TU-0017
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : テラヘルツ帯で動作する周期分極反転素子の作製
Program Title (English) : Periodically poled nonlinear optical device for terahertz-wave
利用者名(日本語) : 縄田耕二
Username (English) : K. Nawata
所属名(日本語) : 理化学研究所テラヘルツ光源研究チーム
Affiliation (English) : RIKEN Teraphotonics Research Team
キーワード/Keyword : 非線形光学結晶、テラヘルツ波、非線形波長変換、リソグラフィ・露光・描画装置

1. 概要(Summary)

近年、テラヘルツ波を用いた非破壊検査が注目されており、セキュリティ応用、医薬品のコーティング膜厚測定、樹脂工業製品の品質管理、ライニング材付き配管の腐食検査など応用範囲は多岐にわたる。これらの社会実装には高出力かつ小型なテラヘルツ波光源が必要であり、非線形光学波長変換によるテラヘルツ波発生が有力な方法である。利用申請者は非線形光学波長変換を用いたテラヘルツ波の発生と検出および応用の基礎研究を行っており、これまでに周期分極反転ニオブ酸リチウム結晶を用いた新しいテラヘルツ波発振(バックワード・テラヘルツ波パラメトリック発振)の実現などを行ってきた。周期分極素子の周期と角度に依存したテラヘルツ波発振が起き、サブテラヘルツ波領域を網羅する周波数可変性やカスケード波長変換など高い潜在性能が分かっている。テラヘルツ波用の周期分極反転素子を独自に作製できれば、それらの他に類のない性能を引き出すことが可能になる。

本課題は、我々がデザインした周期分極反転素子を作製するために東北大学ナノテク融合技術支援センターの各種装置を利用する。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

両面アライナ露光装置一式
レーザ描画装置
ダイサ

【実験方法】

ニオブ酸リチウム結晶は自発分極を有しており、分極反転には基板に高電圧を印可して反転させる方法がある。数 10 μm の周期的な分極反転を行うためには周期と合

わせた電極パターンをニオブ酸リチウム結晶基盤上に作成する必要がある。そこでフォトリソグラフィによって周期的なレジストパターンを作製した。その後、理研が所有する電圧印可装置で分極反転の実験を行った。なお、基板の厚みは 0.5 mm を用いた。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

本年は、ベア基板とレジストパターン付き基板の 2 種類を用いて電圧印可条件を変えながら分極反転を行った。分極反転の検証にはフッ硝酸エッチングおよび偏光顕微鏡による観察を行った。分極反転が起きる印可電圧を調べところ、ベア基板では約 2.4 kV、レジストパターン付き基板で約 2.1 kV で分極反転が始まることがわかった。レジストパターン付きの方が低印可電圧で反転したのはレジストの端に電界集中が起きて、局所的に抗電界を超えたためと考えられる。

次に、電圧を印可した面内で均一な分極反転を得るために印可電圧条件を変えながら実験を行った。しかしながら面内で均一な得られる条件は見つからなかった。原因は、ニオブ酸リチウム結晶にフォトリソグラフィを行った際のベイキングにおいて、焦電効果によって結晶面内にマイクロドメインが発生したためと考えられる。そこでプロセス手順を洗い直し、プロセス条件を改善した結果、ベイキングによるマイクロドメイン発生を抑制できる手順と温度条件が分かった。今後、新たな手順で作製した基板を用いてテラヘルツ波用周期分極反転素子の作製を行う予定である。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。