

課題番号 : F-15-UT-0140
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 表面弾性波(SAW)を用いたオプト・エレクトロメカニクス
Program Title (English) : Opto/Electromechanics using Surface Acoustic Wave (SAW)
利用者名(日本語) : 山崎歴舟, 野口篤史
Username (English) : R. Yamazaki, A. Noguchi
所属名(日本語) : 東京大学大学院先端科学技術研究センター
Affiliation (English) : RCAST, The University of Tokyo

1. 概要(Summary)

マイクロ波やラジオ波の周波数の表面弾性波(SAW)は同周波数の電磁波の約 10^5 分の 1 の速度で伝搬する。そのため、波長も 10^5 分の 1 となりデバイスの小型化や集積化が容易であり 60-70 年代にかけて SAW デバイスは飛躍的な発展を遂げた。我々は SAW を用いたオプト・エレクトロメカニクスの実験系を立ち上げ、表面弾性波であるフォノンと電磁波(光もしくはマイクロ波)であるフォトンの間での量子的な操作を目指しデバイス開発を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

ブレードダイサー

【実験方法】

水晶や LiNbO_3 基板上に SAW 励起用の電極を蒸着し、それを上記のダイサーにて適当な大きさに切断した。それぞれのサンプルのマイクロ波応答を測定することで表面弾性波回路の特性評価を常温ならびに希釈冷凍機を用いた極低温環境で行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

マイクロ波の実験では、水晶基板上に作製されたアルミ電極を用いた SAW デバイスサンプルを 10 mK の極低温下でマイクロ波分光を行った。希釈冷凍機内ではアルミは超伝導化し電磁波の損失が著しく下がる。またピエゾ結合定数の低い水晶では高い Q 値の SAW デバイスが期待される。実験サンプル及び分光結果を Fig. 1 に示す。サンプル中央部分の楕型電極にマイクロ波を印加することで SAW を励起し、両端の楕状ミラーによって SAW の共振器が形成されている。分光の結果、SAW 共振器の共鳴付近で線幅 0.7 kHz のピークが観測され Q 値が 2×10^5 という非常に損失の低い SAW デバイスが作製されたこと

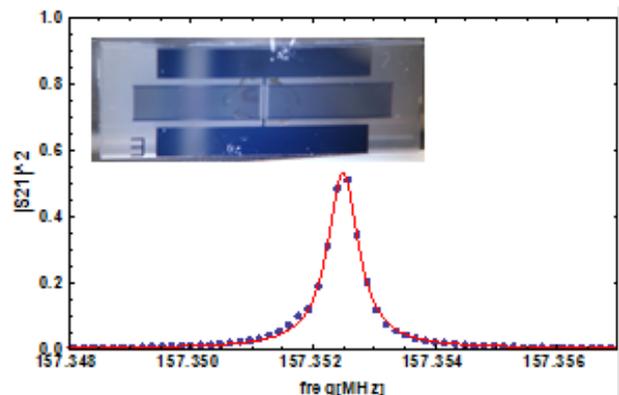


Fig. 1 Spectroscopy of SAW resonator and SAW excitation circuits

が確認された。

また光と SAW の結合にはデバイス上の曲率のある楕型ミラーで波束を一点に集中させる SAW Focusing 技術を用いている。デバイス中心部分の SAW の分布を干渉実験により観測した。通常広範囲で観測される SAW が特定周波数のラジオ波を印加することで特定の位置に強く SAW がフォーカスされていることが確認された。局所的に集中された SAW の振幅は増大されており、光との結合もこれにより強くなる。今後回路の改良などを重ねて結合強度を更に強くする予定である。

本研究では SAW のマイクロ波・光の両電磁波を用いた制御の基礎技術を開拓した。フォノンとフォトンのコヒーレント結合は量子トランスデューサなどの量子インターフェイスの基礎技術に向けて大きく期待される。

4. その他・特記事項(Others)

なし

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許(Patent)

なし