非同期光パルスプローブ法による GHz 帯任意周波数表面音響波の 時間分解二次元イメージング

Time-resolved two-dimensional imaging of gigahertz surface acoustic waves generated at arbitrary frequencies with an asynchronous pulsed-optical probing

○ 松田 理、庄野 浩史、加藤 駿、兼子 翔伍、シルヴァン メジル、友田 基信、オリバー B. ライト (北大院工)

^OOsamu Matsuda, Hirohumi Shono, Shun Kato, Shogo Kaneko, Sylvain Mezil,

Motonobu Tomoda, and Oliver B. Wright (Faculty of Engineering, Hokkaido Univ.) E-mail: omatsuda@eng.hokudai.ac.jp

超短パルスレーザーを用いて、媒質を伝播する GHz 周波数領域の表面音響波を時間分解のミク ロンスケール二次元イメージとして観測することができる [1]。この手法では、ピコ秒からサブピ コ秒時間幅の光パルス (ポンプ光パルス)を試料表面に集光・照射することにより表面音響波を発 生させ、その伝播に伴う表面の変位や反射率変化を、時間遅延された光パルス (プローブ光パルス) で検出する。測定された時間分解イメージから、音響分散関係をはじめとする試料の様々な音響 的性質を知ることができる [2]。

音響波伝播の時間分解イメージングは、表面音響波デバイスの開発などにおいても極めて強力 な評価手法となりうるが、この場合、励起をどのように行うかという問題が発生する。すなわち、 デバイスをレーザーとは無関係な信号源を用いて励起する場合は、レーザーパルス列とデバイス の音響振動が同期しておらず、時間分解測定を行うことが困難であった。

本講演では、上記問題を解決するために我々が開発し た測定方法を紹介する。この方法では、任意周波数の信 号源を用いて試料に音響波を励起し、その伝播に伴う表 面変位を、信号源と同期していないレーザーパルス列を 用いて計測する。適切なロックイン検出を行うことで伝 播に伴う音響波の振幅変化、位相変化を取得できる[3]。 考案した手法を実証するために、GaAs(001) 基板上に櫛 形電極を形成した試料を作製し、測定を行った。電極の 繰り返し周期は 3.4 µm で [110] 方向に沿っている。こ の電極間に周波数 834.1 MHz、振幅 400 mV の交流電圧 を印加し、音響波を生成した。検出には繰り返し周波数 75.69 MHz のモードロック Ti-サファイアレーザーを用 い、100×100 µm² の領域でイメージングを行った。右図 は測定結果の一例で、枠外左上に配置された電極から右



図: GaAs(100) 基板表面に櫛形電極で生成さ れた表面音響波のスナップショット。測定範 囲は 100×100 µm²、周波数は 834.1 MHz。

は測定結果の一例で、枠外左上に配置された電極から右下に向かって表面音響波が伝播している。 右下の矩形領域は金薄膜で覆われており、反射率が高いために信号強度が大きくなっている。

本手法により、表面音響波の時間分解二次元イメージングの適用範囲が大きく拡大される。またこの周波数制御の方法は、表面音響波イメージングに限らず様々な時間分解測定に応用できる。

- [1] T. Tachizaki, T. Muroya, O. Matsuda, Y. Sugawara, D. H. Hurley, and O. B. Wright, Rev. Sci. Instrum. 77, 043713 (2006).
- [2] D. M. Profunser, O. B. Wright, and O. Matsuda, Phys. Rev. Lett. 97, 055502 (2006).
- [3] O. Matsuda, S. Kaneko, O. B. Wright, and M. Tomoda, IEEE Trans. Ultrason. Ferroelectr. Freq. Control 62, 584 (2015)