深さ方向に分解能を持つ音速計測法の開発：共焦点ピコ秒超音波法

Development of sound velocity measurement method with depth resolution: Confocal picosecond ultrasonics

○関口　修、中村　暢伴、荻　博次、平尾　雅彦（阪大院 基礎工）

○Shu Sekiguchi, Nobutomo Nakamura, Hirotsugu Ogi, Masahiko Hirao

(Osaka Univ. Grad. Sch. of Engineering Science)

E-mail: nobutomo@me.es.osaka-u.ac.jp

機能性酸化物はその圧電性や強誘電性，強磁性といった性質を利用して多くのデバイスに用いられている．例えば携帯電話のバンドパスフィルタとして使われるバルク弾性波フィルタでは，圧電体薄膜や電極を積層した共振子を作成し，その板厚共振が利用されている．板厚共振の周波数は振動子の音速に依存するため，このようなデバイスの設計では正確に音速を把握することが求められる．薄膜ではバルク材に比べて結晶粒界に多くの欠陥が存在したり，成膜時の残留応力や基板材料との格子定数の違いによる格子ミスフィットや界面転位などが存在したりするため，深さ方向に物性が一様とは限らず，深さ方向の音速分布が重要になる．

薄膜内を深さ方向に伝播する超音波の音速の計測法にピコ秒超音波(Picosecond Ultrasonics: PU)法がある[1]．これはポンププローブ法を用いて薄膜内を深さ方向に伝播する超音波を励起し，検出するものである．この手法は伝播経路の平均の音速を計測する手法である．我々は，PU 法に共焦点レーザー顕微鏡を組み合わせることで，深さ方向に分解能を持つ音速計測法(共焦点ピコ秒超音波，Confocal - Picosecond Ultrasonics: C-PU 法)を提案する．

共焦点レーザー顕微鏡は，図 1 に示すように対物レンズの焦点位置以外からの光をピンホールによって遮断することで深さ方向にも高い分解能を持つことを可能にした顕微鏡である．その深さ分解能はピンホール径，対物レンズの倍率，開口数によって決まり，数百 nm 程度である．本研究では，共焦点光学系を PU 法と組み合わせた計測法を開発する．PU 法ではポンプ光で試料内に超音波を励起し，遅延して照射されるプローブ光を用いて超音波の伝播の様子を観測する．プローブ光を共焦点光学系に組み込むことで，材料中の焦点付近を超音波が通過する様子を捉える．焦点の位置を変化させることで焦点位置への超音波の到達時間の変化から音速を測定することができる．本発表では，C-PU 法を用いて捉えた超音波の伝播の様子について述べる．

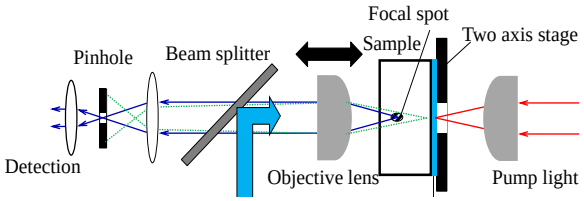

図 1 :Schematic of developed optics. Solid line shows focused beam. Dotted line shows non-focused beam.

[1] C. Thomsen, *et al*. Phys. Rev. Lett., **53**, 989(1984).

© 2016年 応用物理学会