

ミニマル装置を用いた連続プロセスでの PZT 薄膜形成

Preparation of PZT films using continual process of Minimal PZT Sol-Gel Station

ミニマルファブ技術研究組合¹, 産総研², マイクロマシンセンター³,
リソテック⁴, 坂口電熱⁵

○数佐 純子¹, 古賀 和博¹, 梅山 規男¹, 野田 大二³, 扇子 義久^{1,4}, 千葉 貴史^{1,5}, 寺田 昌男^{1,5},
クンプアン ソマワン^{1,2}, 原 史朗^{1,2}

MINIMAL¹, AIST², MMC³, Litho Tech Japan⁴, SAKAGUCHI E.H VOC CORP.⁵

○Junko Kazusa¹, Kazuhiro Koga¹, Norio Umeyama¹, Daiji Noda³, Yoshihisa Sensu^{1,4}, Takashi Chiba^{1,5},
Masao Terada^{1,5}, Sommawan Khumpuang^{1,2}, and Shiro Hara^{1,2}

E-mail: j-kazusa@minimalfab.com

[はじめに]

チタン酸ジルコン酸鉛 (PZT) は代表的な強誘電体材料であり、圧力センサ、アクチュエータ等に用いられている。PZT 薄膜の作製はスピコート、乾燥、仮焼成、本焼成の 4 プロセスで構成される、ゾルゲル法が低コストで容易である利点を有するが、ある一定以上の膜厚 (臨界) を成膜できない。必要な膜厚を得るためには PZT 膜を重ねて、多層にする必要がある。多層の PZT 成膜はプロセスが複雑で時間がかかるため、プロセスの簡易化は重要である。一方、我々は、ハーフィンチウエハ (φ12.5 mm) を用いて、投資コスト、エネルギー、半導体製造装置のサイズを従来の 1/1000 に低減する新たな生産システム、ミニマルファブの開発を進めて来た。今回、ウエハ径が小さいメリットを生かして、PZT 薄膜形成の一連のプロセスとなる、スピコート、ベークプレートによる乾燥とレーザー加熱処理による仮焼成、本焼成をミニマル装置一台で連続処理することに成功した。既存システムでは炉を用いた本焼成の加熱時間だけで 30 分かかるが、ミニマル装置では 1 サイクル当たりのプロセス時間は 25 分となる。現在、ミニマル装置を用いて半導体プロセスであるリソグラフィーに PZT 膜形成プロセスを組み込み、MEMS カンチレバーの開発を進めている。ミニマル装置で作製した PZT 薄膜の配向性と多層膜の状態について報告する。

[実験方法]

Si ウエハに酸化膜を 900 nm 成膜し、下部電極となる Ti 30 nm、Pt 200 nm を積層した。図 1 にスピコート、乾燥、仮焼成、本焼成の連続処理を経て PZT 薄膜を形成するミニマル装置の概略図を示す。PZT ゾルゲル液 (PbO:ZrO₂:TiO₂ 110/50/50) をスピコートし、120℃、120 秒で乾燥した。次に、250℃、120 秒の条件でレーザー加熱による仮焼成を行い、3 条件 550、600、650℃で 10 分間本焼成した。昇温速度は 1.7℃/sec とした。各温度に対する配向性を XRD で測定した。同条件で基板を作製し、ミニマル装置で PZT 薄膜の連続処理を 4 回繰り返し、多層積層を行った。上部電極となる Ti 30 nm、Pt 200 nm を積層し、ミニマル装置を用いてリソグラフィーによるパターン形成後、上部電極をエッチングした。

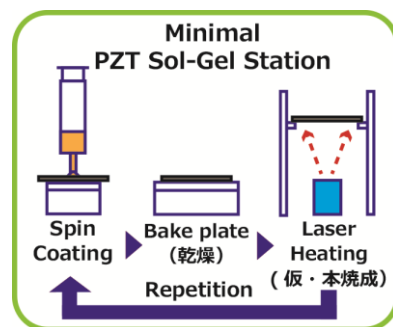


図 1. PZT 薄膜ミニマル装置概略図

[結果と考察]

図 2 にミニマル装置を用いて作製した PZT 薄膜の本焼成温度に対する XRD パターンの変化を示す。ペロブスカイト構造には正方晶の 001 と菱面体晶の 111 方向に分極軸を有する。参考文献 [2] より $2\theta = 38^\circ$ 付近のピークは 111 配向のペロブスカイト相とされ、同角度で焼成温度 550℃からわずかに 111 配向を確認でき、650℃ではもっとも強いピーク強度を確認できた。強誘電性を示す 001 配向は今回の膜では確認できなかった。ミニマル装置で 4 層積層した PZT 薄膜は 1 μm まで成膜でき、表面には結晶状のパーティクルが見られるが、クラックの発生はなく、8 層までクラックなしで積層できることを確認した。ミニマル装置を用いることで、PZT 薄膜形成プロセスの利便性が向上した。今後は作製した PZT 薄膜のヒステリシス特性を確認し、ミニマル装置を用いての MEMS カンチレバーの作製を行う予定である。

[参考文献]

[1] 牧 一誠 “ゾルゲル法によるPb(Zr,Ti)O₃強誘電体薄膜の作製とその物性に関する研究” *Osaka University Knowledge Archive*

[2] Z. J. WANG, R. MAEDA, and K. KIKUCHI “Development of phases and texture in sol-gel derived lead zirconate titanate thin films prepared by three-step heat-treatment process” *Journal of materials science* 35(2000)5915-5919

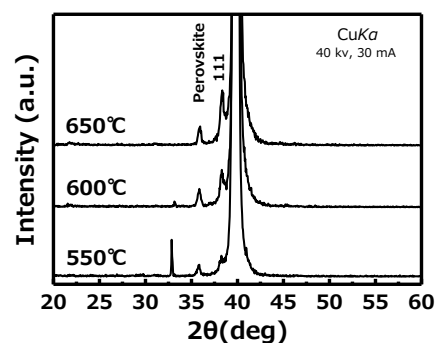


図 2. 本焼成温度による PZT 膜 XRD パターン