

圧電MEMSデバイス200 mmウエハープロセス

パルスポーリングで実用レベルの圧電定数



小林 健

こばやし たけし
takeshi-kobayashi@aist.
go.jp

集積マイクロシステム研究センター
ライフインターフェース研究チーム
主任研究員
(つくばセンター)

圧電MEMSについて材料、デバイス開発、二つの側面からアプローチして研究開発を進めています。新規参入の民間企業も研究開発が行えるような、薄膜形成、デバイス作製からシステム開発まで行えるプラットフォームの構築を目指しています。今回の成果を元に、将来的には産総研で少量生産まで対応できるように発展させたいと考えています。

関連情報：

● 共同研究者

瓜生 敏史、森脇 政仁 (大日本印刷株式会社)、牧本 なつみ、鈴木 靖弘、前田 龍太郎 (産総研)

● 参考文献

T. Kobayashi *et al.*:
Japanese Journal of Applied Physics, vol. 52,
09KA01 (2013).

● 用語説明

* PZT 薄膜：代表的な圧電薄膜であるチタン酸ジルコン酸鉛 ($\text{Pb}(\text{Zr,Ti})\text{O}_3$, PZT) 薄膜。

● プレス発表

2014年1月28日「圧電MEMSデバイスを大口径ウエハ上に作製するプロセス技術を開発」

● この研究開発は、内閣府最先端研究開発支援プログラムマイクロシステム融合研究開発、および科研費補助金25820339の支援を受けて行われました。

ウエハープロセス大口径化における課題

PZT薄膜*を用いた圧電MEMSデバイスは、インクジェットヘッド、ジャイロセンサーの市場拡大に伴い、需要が増大すると予想されています。このため、圧電MEMSデバイスの製造に用いられている100、150 mmウエハープロセスを200 mmウエハープロセスへ大口径化することによる、製造能力の向上や低コスト化が求められています。しかし、200 mmウエハ上にPZT薄膜を均一に形成することが難しいため、200 mmウエハープロセス化は実現されていませんでした。

ゾルゲル法により200 mmウエハープロセス化を実現

私たちはこれまで、ゾルゲル法によるPZT薄膜の形成や、これを用いた圧電MEMSデバイス作製の100 mmウエハープロセス技術を確立しており、企業と共同でさまざまな圧電MEMSデバイスの研究試作を行ってきました。

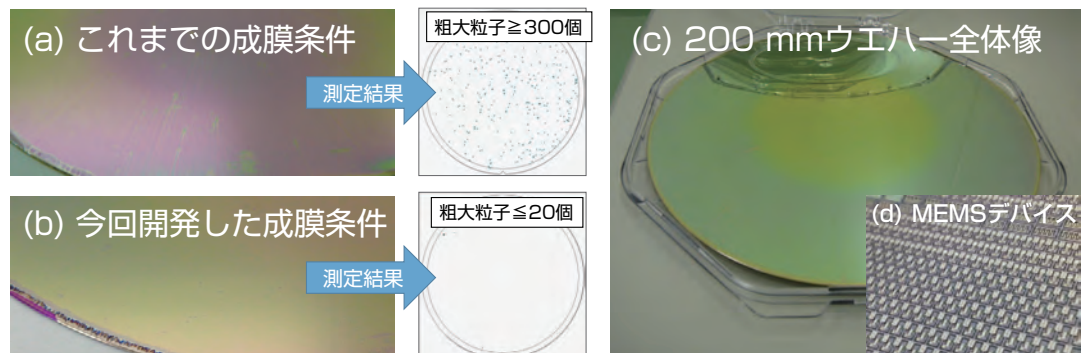
そこで今回は、100 mmウエハープロセスで行う研究試作から、200 mmウエハープロセスで行う量産試作へのスムーズな移行のために、100、150、200 mmウエハ上にPZT薄膜を同一条件で形成できる自動ゾルゲル形成装置を開発しました。これまで研究試作で100 mmウエハ上に形成していた条件では、歩留まり低下の原因となる粗大粒子(直径5 μm 以上)が200 mmウエハ上に300個以上生成していました。そこ

で、形成時の雰囲気や熱処理条件を工夫することで、良好な圧電特性に有利な(100)/(001)結晶配向性を維持しながら、200 mmウエハあたりの粗大粒子の数を、これまでの300個以上から20個以下に低減したPZT薄膜を形成できました(図)。これにより圧電MEMSデバイスの歩留まりが大幅に向上できると考えられます。

このPZT薄膜を形成した200 mmウエハを、圧電MEMSデバイスに微細加工するプロセス技術を、企業と共同開発しました。作製した圧電MEMSデバイス上のPZT薄膜に、電界強度100 kV/cmの直流電圧でポーリングすることで、圧電定数 d_{31} で-90 pm/V (-2~2 V駆動時)、-140 pm/V (0~20 V駆動時)と、実用レベルの圧電定数をデバイスの状態で実現できました。さらに、直流電圧にかえて500 kV/cmのパルス電圧を印加することで、 d_{31} で-105 pm/V (-2~2 V駆動時)と、直流ポーリングの場合を上回る圧電定数を実現しながら、電圧印加の処理時間を1チップあたり1秒以下と、直流電圧印加の1/100以下に短縮することに成功しました。

今後の予定

今後は200 mmウエハ面内でのPZT薄膜の均一性を向上させるとともに、研究試作が完了した圧電MEMSデバイスの量産試作を行います。また、企業のニーズに即した研究開発支援体制の構築を目指します。



(a) これまでどおりの条件で形成したPZT薄膜表面(粗大粒子が溶液塗布時のムラとして現れている)

(b) 今回の開発条件で形成したPZT薄膜表面

(c,d) 今回の開発条件で形成したPZT薄膜形成後の200 mmウエハと、200 mmウエハ上に微細加工して作製した圧電MEMSデバイス