

# Si 異方性エッチングによる超高周波デュアルチャンネル無線 QCM 製作プロセスの基礎検討 Fundamental Study on Ultra-High Frequency Dual-Channel Wireless QCM Fabrication Using Si Anisotropic Etching

日工大<sup>1</sup> °篠原 淳希<sup>1</sup>, 吉野 学<sup>1</sup>, 加藤 史仁<sup>1</sup>

Nippon Inst. of Tech.<sup>1</sup>, °Junki Shinohara<sup>1</sup>, Manabu Yoshino<sup>1</sup>, Fumihito Kato<sup>1</sup>,

E-mail: kato.fumihito@nit.ac.jp

微小質量の物質を高感度に検出する技術に、QCM (quartz-crystal-microbalance) 法がある。QCM は、共振振動する水晶表面に検出目的物質が吸着することによる質量変化を共振周波数変化として検出するセンサである。既存の QCM は、水晶振動子の励振と信号受信に、金属電極を使用しているため、基本共振周波数は、30 MHz 程度が限界である。また、複数の同時センシングには、その数だけ測定セルが必要となるため、装置が大型となる。

本研究では、電磁波を用いた水晶振動子の無線駆動を利用し<sup>1)</sup>、QCM を無電極化することで、高周波化(水晶の薄型化)を目指す。具体的なアプローチとして、Si 異方性エッチングを利用することで、板厚 2.5  $\mu\text{m}$  (基本共振周波数: 約 668 MHz) のダイヤフラム型水晶振動子を形成し、超高周波デュアルチャンネル無線 QCM チップ製作を試みた。今回、水晶の代替として、Si 熱酸化膜を用いてプロセス検討を実施した。その際、Si 異方性エッチングを用いて、Si 基板(100)面に対して、ウェットエッチングによる深堀加工を行った。製作したデュアルチャンネル無線 QCM チップの外観図を Fig. 1 に示す。本検討で製作したデュアルチャンネル共振子を Fig. 2 に示す。製作プロセスは、工程数の簡略化を目指し、ネガレジストをマスクとして、 $\text{SiO}_2$  層をエッチング除去した。0.3 $\times$ 0.3 mm<sup>2</sup> 角のダイヤフラム形成に際して、 $\text{SiO}_2$  エッチングでは、ファインパターンが得られ、除去部をエッチングホールとして、Si 異方性エッチングを行った。熱酸化膜のため座屈を生じているものの、ダイヤフラム型デュアルチャンネル共振子の形状製作に成功した。今後、AT-cut 水晶と Si の接合基板に対して、本プロセスを適用し、共振子製作に取り組む。

## <参考文献>

1. F. Kato, Y. Sato, H. Ato, H. Kuwabara, Y. Kobayashi, K. Nakamura, N. Masumoto, H. Noguchi, and H. Ogi, Jpn. J. Appl. Phys. 60, pp. (2021) SDDC01.

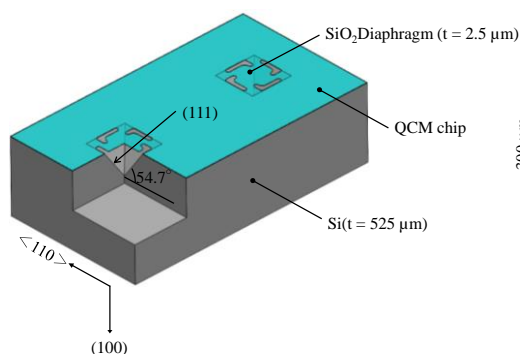


Fig 1. Partial cross-section of diaphragm-type dual-channel wireless QCM chip

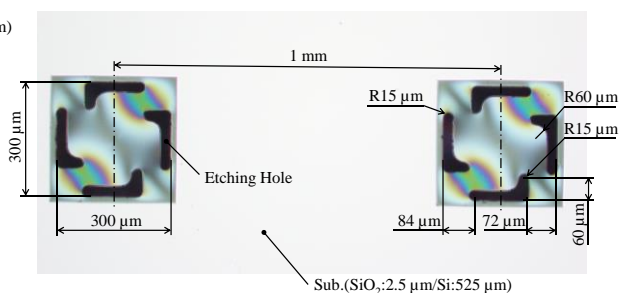


Fig 2. Photograph image of dual-channel resonator