

フォトリソ・エッチング技術による水晶素子の形成

○加工技術課 小幡 勤 評価技術課 奈須野雅明 丹保浩行

株式会社富山村田製作所 井田有彌、杉村茂昭、指崎和彦

1. 緒言

スマートフォンなどの情報通信端末の高機能化や自動車のさらなる電装化が進む中、産業の塩とも呼ばれる水晶デバイスの高精度・小型化、および、高信頼性の要求が高まっている。

水晶デバイスの代表である水晶振動子の心臓部となる水晶素子は、従来機械加工により形成されているが、上記要求に対し物理的な限界に到達しつつある。本研究では、微細な加工やウェハレベルの一括加工による高い生産性を実現できるフォトリソ・エッチング技術を用いた水晶素子の形成を試み、共振子特性評価を実施した。

2. 水晶素子の形成

Fig.1 に、フォトリソ・エッチングによる水晶素子の形成プロセスを示す。

水晶基板エッチング時のマスク材はスパッタリング形成した Au/Cr 膜を用い、所望の素子形状をフォトリソグラフィ技術によりパターンニングした。エッチング工程で保護膜となるフォトレジストはスピコートにより塗布、マスクアライナーを用いて紫外線露光後に現像することでレジストパターン形成を行った。また、ウェハ裏面にも同様に、Au/Cr パターンを形成、両面マスクアライナーを用いてフォトリソグラフィによるパターン形成を行った。次にフォトレジストパターンの開口部に露出している Au/Cr 膜をエッチングすることで、残った膜を水晶エッチング保護膜とした。

表面にパターン形成された水晶基板は水晶エッチング液に浸し、素子外形を形成した。さらにエッチング時の

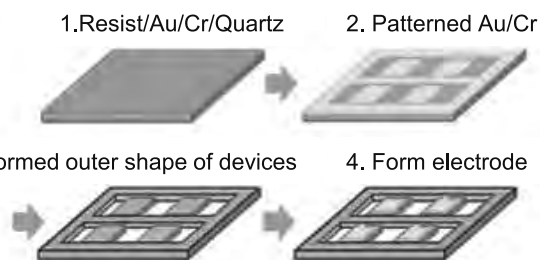


Fig.1 Photolithography and etching process of crystal blank.

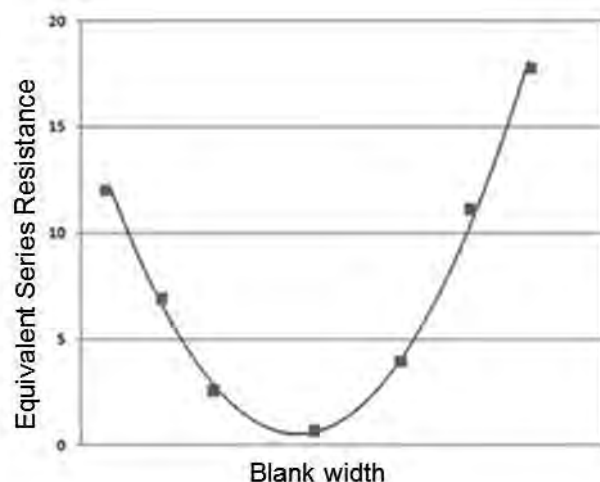


Fig. 2 Dependence of crystal blank width on equivalent series resistance (ESR) .

保護膜として使用した Au/Cr 膜パターンを除去した後、前述プロセスを繰り返すことで表裏電極を形成し、水晶素子を完成させた。

3. 水晶素子の共振子特性評価

形成した水晶素子をセラミックス基板に実装し、真空中で共振子特性を評価した。水晶素子のインピーダンス特性を測定すると特定の周波数で共振特性が確認された。Fig.2 に、水晶素子の幅寸法と共振子特性の重要な指標となる等価直列抵抗(R1)の関係を示す(得られた R1 最小値を 1 とし相対値で示す)。R1 値は水晶素子の幅寸法に大きく依存し適切な幅寸法が確認できた。また、わずかな寸法ずれが特性に悪影響することも示唆された。

4. 結言

従来、機械加工で形成していた水晶素子を、フォトリソ・エッチング技術により作製した。試作した水晶素子の共振子特性を評価したところ特定周波数の発振が確認できた。一方で、水晶素子の R1 は幅寸法に大きく依存しており、最適値の見極めと、加工再現性が重要なことが示唆された。