

利用課題番号 : F-13-NM-0043  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名 (日本語) : 気相中の汚染物質検出用温度補償型 QCM 素子の作製  
Program Title (English) : Fabrication of Temperature-compensated QCM (Quartz Crystal Microbalance) device for detecting contamination  
利用者名 (日本語) : 土屋 佑太  
Username (English) : Yuta Tsuchiya  
所属名 (日本語) : 宇宙航空研究開発機構  
Affiliation (English) : Japan Aerospace Exploration Agency

### 1. 概要 (Summary) :

観測機器等の光学特性に影響を与える汚染(コンタミネーション)の評価と管理が、衛星機器において重要なテーマとなっている。現在、水晶振動子を利用した QCM (Quartz Crystal Microbalance) 法を用いて汚染物質量の定量的評価を行っているが、真空下で低温から高温(例えば液体窒素温度(-196℃)~125℃)まで温度を変化させる必要があるため、製品化されている QCM 用デバイスは大きく、また高価である。そこで広い試験温度範囲に対応できるように励振電極を単一水晶板上に複数(ch.1:測定用/ch.2:参照用)の電極を作製しそれぞれの差分により温度補償を実現するとともに、同一基板に測温抵抗体(RTD)を設け、汚染物質感応領域の温度を直接測定するデバイスを試作した。これにより温度補償機能及び測温機能を水晶基板上に一体化でき、デバイスのサイズ低減及び信頼性向上、低価格化に寄与することが期待される。

### 2. 実験 (Experimental) :

【利用した主な装置】レーザー露光装置, 12 連電子銃型蒸着装置

【実験方法】水晶基板:厚み 185 $\mu$ m の両面に Cr/Au (10nm/150nm)を蒸着し、両面をレーザー露光装置によりパターンニング後、ウェットエッチングによって、励振電極を作製する。その後、片面に測温抵抗体のパターンをレーザー露光装置を用いて描画し、白金を 50nm 蒸着後リフトオフにより測温抵抗体のパターンを得た。

### 3. 結果と考察 (Results and Discussion) :

図 1 に作製したデバイスの外観写真を示す。複数(ch.1/ch.2)の励振電極と、その励振電極から 200 $\mu$ m と近い位置に測温抵抗体(白金薄膜抵抗パターン)配置した。作製素子を常温(25℃)から約 70℃まで加熱したところ、発振周波数の変化は ch.1:120Hz/ch.2:90Hz となり差分をとることで周波数変化は約 30Hz と減少し、温度補償

されていることが分かる。また、振動子を駆動させた状態で測温抵抗体の抵抗値を測定した結果を図 2 に示す。励振電極駆動による高周波ノイズが抵抗電極に出力されるが、直流の抵抗値成分に影響はなく図 2 の測定温度範囲において安定度良く(<100ppm)測定できることを確認した。今後温度補償精度を上げるために治具や周辺回路の改良及び汚染物質評価用真空チャンバでの評価を行う。

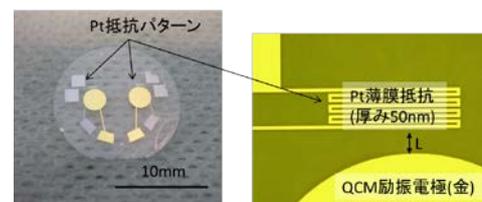


図 1. 作製した QCM 用デバイス

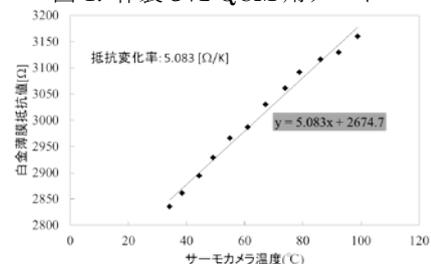


図 2. 白金薄膜抵抗体の温度特性

### 4. その他・特記事項 (Others) :

単一水晶基板に参照用電極を含んだ 2ch の QCM 素子を作製した。また測温抵抗体を同一基板上に作製し精度良く温度データを取得できることが確認でき、デバイスのサイズ低減及び信頼性向上、低価格化に寄与することが期待される。今後、温度変化用のヒータ電極等も集積化することで更なる小型化や低消費電力化が見込まれる。

本試作に当たり、多くのご協力を頂きました物材研スタッフの皆様に感謝申し上げます。

### 5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation) :

なし

### 6. 関連特許 (Patent) :

なし