

課題番号 : F-16-KT-0160  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : 水晶振動子の不良再現試験  
 Program Title(English) : Failure test of crystal oscillator  
 利用者名(日本語) : 佐藤 昌紀<sup>1)</sup>, 江原 英樹<sup>2)</sup>, 西村 道明<sup>2)</sup>  
 Username(English) : M. Sato<sup>1)</sup>, H. Ebara<sup>2)</sup>, M. Nishimura<sup>2)</sup>  
 所属名(日本語) : 1) 京セラ株式会社分析センター, 2) 京セラクリスタルデバイス株式会社  
 Affiliation(English) : 1) Kyocera Analysis Center, 2) Kyocera Crystal Devices.

### 1. 背景・目的(Introduction)

32 kHz の周波数を持つ水晶振動子は真空中でないと共振を起こし難い。通常は封止された状態(真空状態)で特性解析を行うが、これでは形態観察ができない。今回、ドライブレベルの上昇により水晶振動子の振動形態がどのように変化するのか、開封された状態の振動子で調査することを目的とした。そのために、真空中でこの振動子のインピーダンス特性を測定して特性発現を確認すると共に、ドライブレベルを上げて振動特性変化及び形態変化の観察をした。

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

・インピーダンスアナライザ-4294A (真空プローバ/PLV50)

#### 【実験方法】

真空封止をされていない水晶振動子(12個)を真空プローバ内に並べ(Fig. 1)、ドライブレベル(DL)が 0.1, 1.0, 5.0( $\mu$ W)となるように電圧を調整しながら共振周波数測定を行なった。

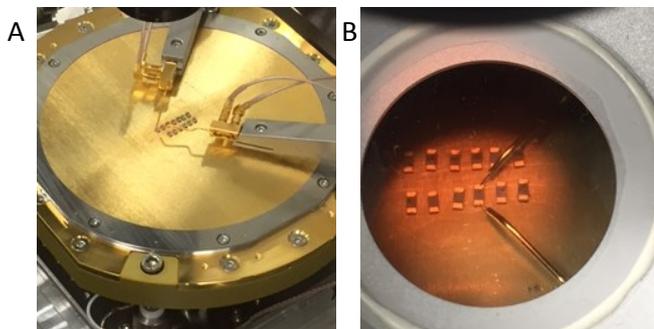


Fig. 1 Set of crystal oscillators in the prober.  
 A) Atmosphere, B) Vacuum state.

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

ドライブレベル 0.1  $\mu$ W 及び 1.0  $\mu$ W 狙いで電圧を調整した場合、それぞれの実測値として 0.101  $\mu$ W と 0.991  $\mu$ W の値を示し、共振周波数は共に 32 kHz を示した。

一方、ドライブレベルを理論上 5.0  $\mu$ W になるように電圧を上げた場合、その実測値は 3.2  $\mu$ W に留まった。このドライブレベルでは共振周波数は変化しなかったもののインピーダンス特性に異常が見られた(Fig. 2B, yellow arrow)。これは、ドライブレベルを上げることで水晶振動子に応力負荷が増大し、局所的な形態変化が生じている可能性を示している。

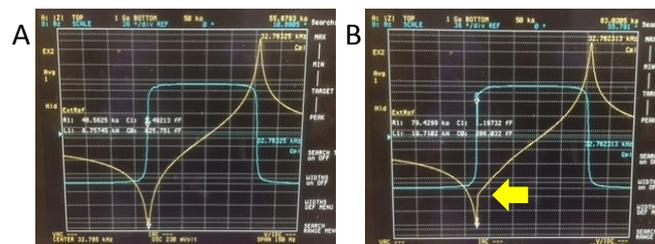


Fig. 2 Impedance characteristics of  
 A) DL: 1.0  $\mu$ W, and B) DL: 5.0  $\mu$ W (Act. 3.2).

今回、真空封止状態で特性発現をする水晶振動子を開封した状態で動作確認し、ドライブレベルを変化させて不具合を再現することが出来た。これにより、開封加工により不良の原因を乱すことなく、新たな不良要因を混入させてしまうことを防いで、純粋なドライブレベル変化による形態変化観察を可能にすることができた。

これまで弊社の調査では水晶素子以外のパッケージ、実装バンプ、マウント形態には異常が認められておらず、水晶素子自体に何らかの物理的な不具合が生じていると仮定している。現在、振動シミュレーションの結果から応力集中箇所を特定し、詳細な変化形態の観察を進めている。

### 4. その他・特記事項(Others)

なし。

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

なし。

### 6. 関連特許(Patent)

なし。