

エンジンオイルの劣化評価における弾性表面波センサの周波数依存性

Frequency dependence of surface acoustic wave sensor in degradation evaluation of engine oil

静岡大学 ○仲山和希, 近藤淳 静岡大学

Shizuoka Univ., °K. Nakayama, J. Kondoh

E-mail: kondoh.jun@shizuoka.ac.jp

1. はじめに

エンジンオイルは部品間の潤滑材や機構の一部として使われ、自動車において欠かすことのできない重要な要素である。劣化エンジンオイルの使用は燃費等に悪影響を与える。よってオイル交換のタイミングは重要な問題である。エンジンオイルの劣化判断は経過時間や走行距離という曖昧な基準で判断されている。横波型弾性表面波(SH-SAW)は高感度・安価・小型・無線で使用できるといった利点を持つ。これらの利点より、SH-SAW は簡易で高感度なオイルセンサとして用いることができる。これまでに 50 MHz の SH-SAW センサを用いたスクーターのエンジンオイルの劣化評価が行われている¹⁾。SH-SAW センサの感度は周波数に依存する。そこで、本研究では 30 MHz 及び 155 MHz の SH-SAW センサを用いて自動車用エンジンオイルの劣化評価に対する SH-SAW センサの周波数依存性について検討する。

2. 原理

36YX-LiTaO₃ 表面を伝搬する SH-SAW は、粒子変位は伝搬面に平行で、かつ伝搬方向に垂直であるので、液体中に縦波を放射することなく固液界面を伝搬可能である(Fig. 1)。本研究で用いた SH-SAW センサデバイスを Fig. 2 に示す。センサデバイスは入出力用すだれ状電極 (IDT) と伝搬面から構成される 2 組の SAW 遅延線である。伝搬面の一方は金蒸着膜により電気的に短絡している短絡 ch, 他方は圧電基板が直接液体と接する開放 ch である。IDT に高周波信号を印加すると SH-SAW が励振され、固液界面を伝搬し、出力 IDT で再び高周波信号に変換される。SH-SAW は、短絡 ch では液体の力学的特性、開放 ch では液体の電気的特性と力学的特性両方の影響を受ける。電気的特性は開放 ch と短絡 ch の差動出力より求められる。

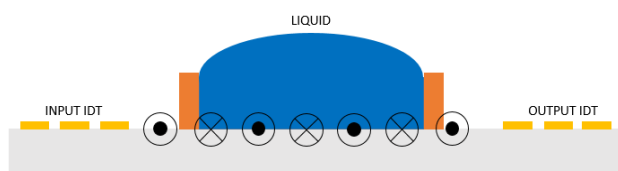


Fig. 1 Schematic illustration of SH-SAW propagation at solid-liquid interface.

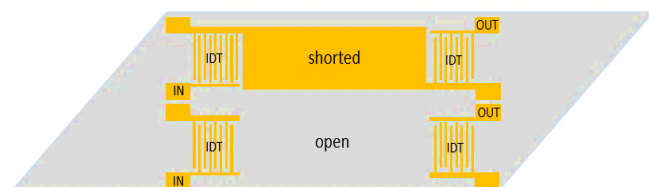


Fig. 2 SH-SAW sensor device.

3. 測定方法

センサデバイス上にはシリコンにより壁が設けられており、実験時にはプール内にピペットで液体を入れた。測定にはネットワークアナライザを用いた。

4. 結果と検討

使用前エンジンオイルを基準として使用済みエンジンオイルを測定した。力学的特性に着目した結果を Fig. 3 に示す。また、電気的特性に着目した結果を Fig. 4 に示す。Fig. 3 では周波数による検出量の違いはあまり明確ではない。これは、Fig. 4 では周波数が高くなるほど使用後の変化が大きいことがわかる。従って使用前と使用済みと比較するには、周波数が高いセンサデバイスの電気的特性を利用すればよい。また、このことは劣化過程を測定可能であることを示唆している。

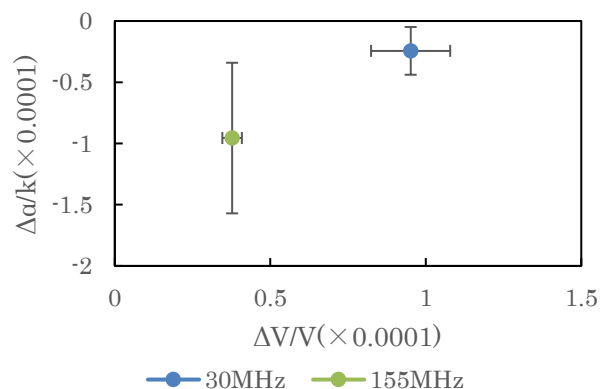


Fig. 3 Comparisons of the SH-SAW sensor responses for mechanical properties of used engine oil.

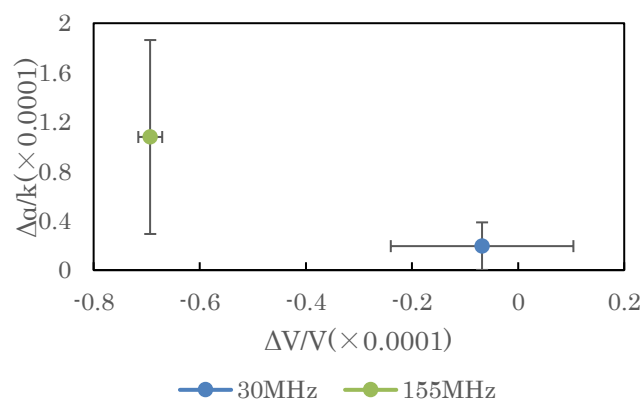


Fig. 4 Comparisons of the SH-SAW sensor responses for electrical properties of used engine oil

文献

- 1) S. Kobayashi, et al., Jpn. J. Appl. Phys., 57, 07LD09 (2018).