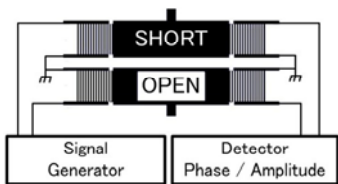


# ディップ式SAW溶液センサの開発と諸特性

塩川祥子 (SAW&SPR-Tech(有))、  
 中尾彩弥子、奥田貞直、尾塩 晋、中野一男 (理想科学工業(株))、  
 小貝 崇、森 敏正、谷津田博美 (日本無線(株))

## SAW溶液センサ

- SH-SAW を利用し力学的特性(重量負荷効果・粘性)と電気的特性(導電率・比誘電率)を高感度に検出するセンサ。
- 2種類センシングエリア構造(SHORT/OPEN)により検出。



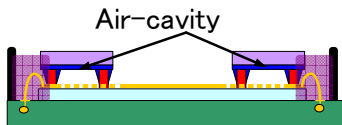
SHORT : **力学的相互作用**

OPEN : **力学的相互作用** + **音響電気相互作用**

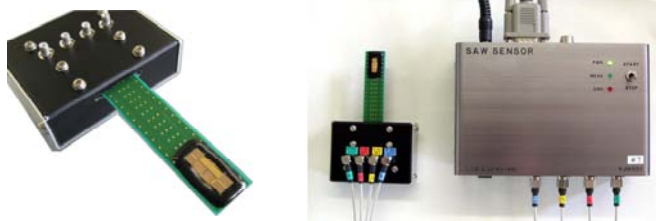
(Shear-Horizontal Surface Acoustic Wave: 横波型弾性表面波)

## スティックタイプセンサ

- 電極封止構造  
 フォトリソグラフィにより形成し伝搬減衰を低損失化



- 30MHz系センサシステム



## 音響電気相互作用によるセンサ感度式

- 音響電気相互作用による変化を位相差(速度変化)と振幅比(減衰)により求められる式。

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{K_s^2}{2} \frac{(\sigma'/\omega)^2 + \epsilon_0(\epsilon_r' - \epsilon_r) \cdot (\epsilon_r' \epsilon_0 + \epsilon_p^T)}{(\sigma'/\omega)^2 + (\epsilon_r' \epsilon_0 + \epsilon_p^T)^2}$$

$$\frac{\Delta \alpha}{k} = \frac{K_s^2}{2} \frac{(\sigma'/\omega)(\epsilon_r' \epsilon_0 + \epsilon_p^T)}{(\sigma'/\omega)^2 + (\epsilon_r' \epsilon_0 + \epsilon_p^T)^2}$$

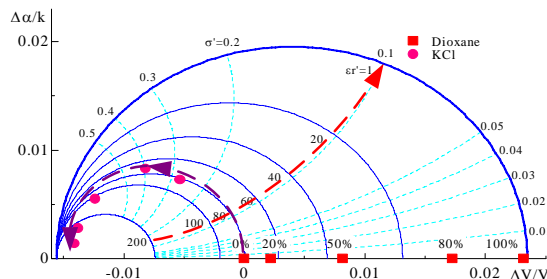
$\Delta V$ : 速度変化,  $V$ : 音速,  $\Delta \alpha$ : 減衰変化,  $k$ : 波数  
 $K_s^2$ : 電気機械結合係数(液体中),  $\epsilon_0$ : 空気中の誘電率,  $\epsilon_p^T$ : 基板実効誘電率  
 $\epsilon_r$ : 基準液体比誘電率,  $\sigma$ : 導電率, ('): 被測定液体

## 比誘電率・導電率チャート

- センサ感度式より得られるチャート  
 円弧変化により導電率・比誘電率を特定可能

$$\text{比誘電率変化} \left( \frac{\Delta V}{V} + \frac{K_s^2}{4} \frac{\epsilon_0(2\epsilon_r' - \epsilon_r) + \epsilon_p^T}{\epsilon_r' \epsilon_0 + \epsilon_p^T} \right)^2 + \left( \frac{\Delta \alpha}{k} \right)^2 = \left( \frac{K_s^2}{4} \frac{\epsilon_r' \epsilon_0 + \epsilon_p^T}{\epsilon_r' \epsilon_0 + \epsilon_p^T} \right)^2$$

$$\text{導電率変化} \left( \frac{\Delta V}{V} + \frac{K_s^2}{2} \right)^2 + \left( \frac{\Delta \alpha}{k} - \frac{K_s^2}{4} \frac{\epsilon_r' \epsilon_0 + \epsilon_p^T}{(\sigma'/\omega)} \right)^2 = \left( \frac{K_s^2}{4} \frac{\epsilon_r' \epsilon_0 + \epsilon_p^T}{(\sigma'/\omega)} \right)^2$$



導電率変化 ●: 塩化カリウム、比誘電率変化 ■: ジオキサン

## 測定範囲

周波数 (MHz)	導電率 $\sigma'$ (mS/m)	比誘電率 $\epsilon_r'$	粘性 $\eta$ (mPa·s)
30	7 ~ 600 $\Delta\sigma' = 0.6$	2.1 ~ 100 $\Delta\epsilon_r' = 0.3$	0.6 ~ 40 $\Delta\eta = 0.6$
50	11 ~ 1100 $\Delta\sigma' = 1$	2.1 ~ 100 $\Delta\epsilon_r' = 0.3$	0.3 ~ 25 $\Delta\eta = 0.3$

## 低比誘電率溶液の測定

	比誘電率(*)
脂肪酸エステル	3.2
ヘキサン	1.9
ミネラルオイル	1.8
ジオール	35.0

(\*) 文献値

