

1 Sawyer-Tower 回路

Sawyer-Tower 法は強誘電体の残留分極値を計測するときに使用される測定方法である。測定の際に使用される回路図を図 1 に示す。

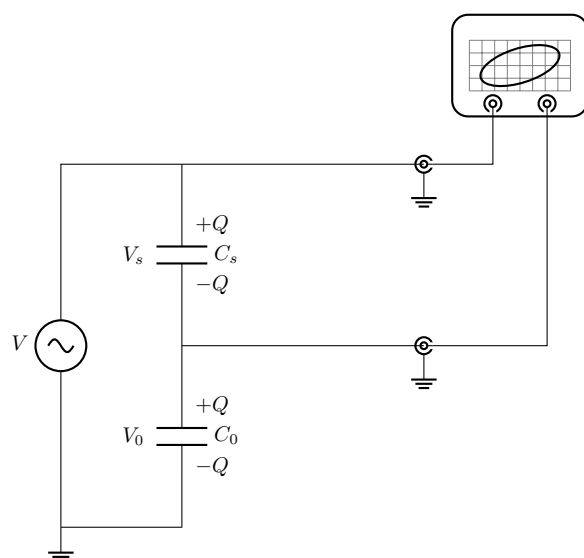


図1 Sawyer-Tower 回路の概略図

図 1 から、

$$Q = C_s V_s = C_0 V_0 \quad (1)$$

ここで $C_0 \gg C_s$ とすると、 $V_s \gg V_0$ となることから、 $V \approx V_s$ となる。よって、キャパシタ C_s の強誘電体層の膜厚を d とすると、 $E_s \approx V/d$ となる。次に、 Q は電気変位 D に電極面積 S をかけたものであることから、

$$V_0 = \frac{Q}{C_0} = \frac{DS}{C_0} \quad (2)$$

$$D = \frac{C_0 V_0}{S} \quad (3)$$

となる。ここで

$$P = D - \varepsilon_0 E_s \quad (4)$$

であるので、

$$P = \frac{C_0 V_0}{S} - \varepsilon_0 E_s \quad (5)$$

$$\approx \frac{C_0 V_0}{S} - \varepsilon_0 \frac{V}{d} \quad (6)$$

である。よって、 V と V_0 を測るだけで、 $P - E$ 曲線を計算できる。ただし、`rempolcal.py` による計算では、 E_s を近似せずに計算している。よって、以下の式で計算を行っている。

$$P = \frac{C_0 V_0}{S} - \varepsilon_0 E_s \quad (7)$$

$$= \frac{C_0 V_0}{S} - \varepsilon_0 \frac{V - V_0}{d} \quad (8)$$

2 微分による $I - E$ 曲線の算出

`currca.py` を使用することにより、数値計算を用いて $P - E$ 曲線から $I - E$ 曲線を導出することができる。差分法、Savitzky-Golay 法を用いている。差分法により微分、Savitzky-Golay 法によりスムージングを行っている。