何故　複素誘電率が　$\tilde{\varepsilon} \equiv \varepsilon_0 \varepsilon_r (1 - jtan\delta) - j\dfrac{\sigma}{\omega}$　なるのでしょうか？

Murata Software

$(\nabla \times H)$を含むマクスウェル方程式から考えます。
正弦波で振動しているとして、$\partial / \partial t$ を $j\omega$ に置き換えると、次のように書けます。ωは角周波数です。

$$\nabla \times H = j\omega D + J \qquad (1)$$
$$D = \varepsilon E \qquad (2)$$
$$J = \sigma E \qquad (3)$$

E:電場、H:磁場、D:電束密度、J:電流密度、ε：誘電率、σ：導電率
誘電率は、比誘電率εr、真空中の誘電率ε0,誘電正接tanδ、を使って次式のように、複素数で表現する事ができます。

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \varepsilon_r (1 - jtan\delta)$$

これを(1)式に代入します。

$$\begin{aligned}\nabla \times H &= j\omega D + J \\ &= j\omega\varepsilon E + \sigma E \\ &= \{j\omega\varepsilon_0\varepsilon_r(1 - jtan\delta) + \sigma\}E \\ &= j\omega\left\{\varepsilon_0\varepsilon_r(1 - jtan\delta) - j\frac{\sigma}{\omega}\right\} E \\ &= j\omega\tilde{\varepsilon}\, E\end{aligned}$$

この検討により、複素誘電率を次のように置くことも可能なことが分かりました。

$$\tilde{\varepsilon} \equiv \varepsilon_0\varepsilon_r(1 - jtan\delta) - j\frac{\sigma}{\omega}$$