



電気化学デバイスの反応解析に向けた水晶振動子電極法の開発

水晶振動子

水晶板の両面にコートされた電極に交流電圧を印加

⇒ 逆圧電効果によって、厚さに応じた周波数の**ずり振動**が発生。

振動子上に物質が吸着、膜が形成されると**質量変化**に応じて**共振周波数**が低下。

⇒ 膜厚計, バイオセンサー

9 MHz振動子の場合、感度は約**1ng/Hz**

水晶の揺れにくさ(**共振抵抗** R_{res})は振動子近傍での溶液の**粘性率・密度**を反映する。



水晶振動子とずり振動

$$\Delta f_m = -\frac{2f_0^2 \Delta m}{A(\mu_q \rho_q)^{1/2}}$$

G. Z. Sauerbrey, Z. Phys., 155, 206 (1959).

$$R_{res} = \frac{A(2\pi f_0 \eta_L \rho_L)^{1/2}}{k^2}$$

H. Muramatsu, et al., Anal. Chem., 60, 2142 (1988).

f_0 : 基準周波数

A : 電極面積

μ_q : 水晶振動子のせん断弾性係数

ρ_q : 水晶振動子の密度

η_L : 電解液の粘性率

ρ_L : 電解液の密度

k : 電気機械結合定数

電気化学デバイス・プロセス

二次電池, 燃料電池, 表面処理(めっき, 電解研磨), 工業電解(電解合成, 金属精錬), センサー

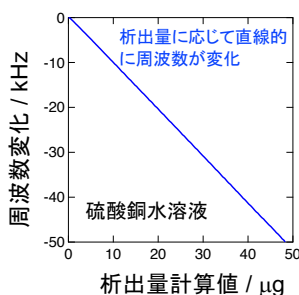
水晶振動子を電極に使用して電気化学測定

EQCM: *Electrochemical Quartz Crystal Microbalance*

電気化学反応や副反応の多くは電極の質量変化を伴う。

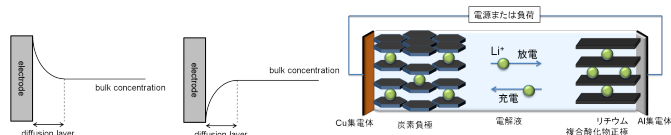
電極の微小質量変化を“**その場**”測定

電流効率・電着効率
反応種・副反応の推定



電流値一定での銅めっき

電極近傍では電解質の濃度分布が形成



電極近傍での濃度分布

リチウムイオン電池の充放電概念図

濃度変化を反映した電解液の局所物性を測定

充放電速度や電解速度に影響する物質輸送過程を調べることができる。

期待される効果

- ・副反応解析により高性能化・長寿命化に寄与
- ・用途に適した電解液の選定
- ・劣化や腐食のモニタリング

研究者名

応用化学科 / 総合デザイン工学専攻

助教 芹澤 信幸 (Nobuyuki SERIZAWA)

お問合せ先

メールアドレス: serizawa@applc.keio.ac.jp

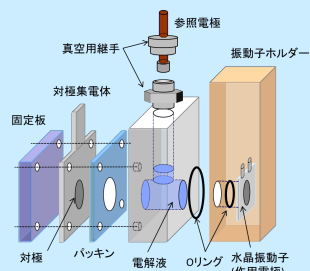
研究紹介HP: <http://echem.applc.keio.ac.jp/>

Keio University



電気化学デバイスの反応解析に向けた水晶振動子電極法の開発

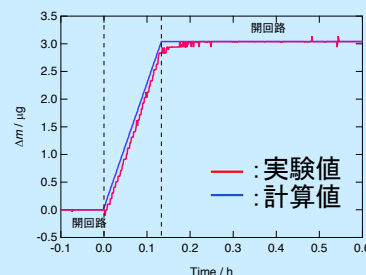
密閉電解セル



水分や空気の影響を排除して
リチウム二次電池や非水電解
液系(有機電解液・イオン液体)
の測定が可能

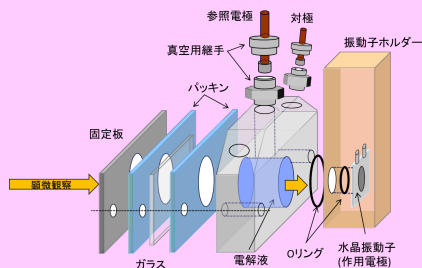


(左) 水晶振動子電極
(右) 二次電池材料コート電極

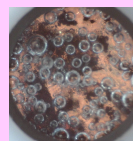
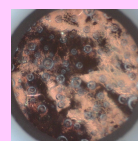
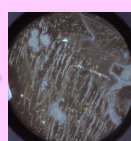


$\text{Li}[\text{Li}_{1/3}\text{Ti}_{5/3}]\text{O}_4 + \text{Li}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Li}_2[\text{Li}_{1/3}\text{Ti}_{5/3}]\text{O}_4$
チタン酸リチウム電極への Li^+ 挿入反応
J. Power Sources, **295**, 162 (2015)

同時顕微観察電解セル



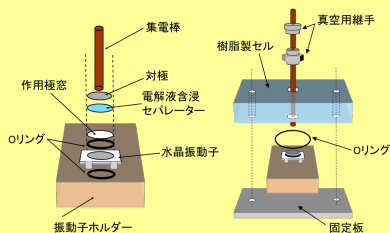
電極表面を同時観察して核発生, 均一電着性,
ガス発生競争などを調べることが可能.



銅めっき中のその場観察像

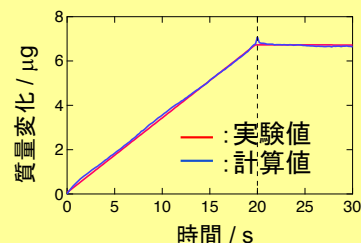
水素発生(副反応)の様子

セパレーター圧下電解セル



二次電池や工業電解槽内部
を模擬して短い電極間距離で
の測定が可能.

圧下条件でも理論式を用い
た質量変化の解析ができる.



セパレーター圧下条件での銀電析反応

実デバイスやプロセス内部に近い環境下での反応解析に向けた電解セルや解析手法の開発を行っています.

連携の実績 ・リチウム二次電池の反応解析について連携

研究者名

応用化学科 / 総合デザイン工学専攻

助教 芹澤 信幸 (Nobuyuki SERIZAWA)

お問合せ先

メールアドレス: serizawa@applc.keio.ac.jp

研究紹介HP: <http://echem.applc.keio.ac.jp/>

Keio University