電気二重層間の導電率について

正員 渡辺 茂 男 (愛知工業大)

正員 藤 井 求 (福井工業大)

正員 田 辺 孝 一 (福井工業大)

正員 大 橋 朝 夫 (愛知工業大)

液体と固体との接触界面には電気二重層が形成される。以前に二重層の導電率を導電電流から求める方法を報告したが⁽¹⁾、その場合、二重層電荷分布が印加電圧によって変化するために解析が困難であった。今回、流動帯電現象から二重層の導電率を推定したので報告する。

液体が固体面に接触すると、液体の負イオン（正イオンでもよい）の一部が固体面に選択吸着され、液体中には正イオンが過剰になって電荷は図1のように分布する。固体面から数分子層の厚さの範囲は固着層と呼ばれる。その外側（液体側）は拡散層を形成するイオンのみが液体の流動や外部電界によって動き得る⁽²⁾。固着層と拡散層の境はずり面と呼ばれている⁽³⁾。ずり面を原点とし、 x の位置の電位分布は次式で表される⁽²⁾。

$$V(x) = V_s \exp(-x/\delta) \dots \dots \dots (1)$$

また、ポアソン式から電荷分布は次式で与えられる。

図1 電気二重層モデル

Fig. 1. Electric double layer model.

On Conductivity Values in the Electric Double Layer. By Shigeo Watanabe, Member (Aichi Institute of Technology), Motomu Fujii, Member (Fukui Institute of Technology), Kouichi Tanabe, Member (Fukui Institute of Technology) & Asao Ohashi, Member (Aichi Institute of Technology).

渡辺茂男：正員，愛知工業大学電気工学科

藤井 求：正員，福井工業大学電気工学科

田辺孝一：正員，福井工業大学電気工学科

大橋朝夫：正員，愛知工業大学電気工学科

$$\rho(x) = (\sigma/\delta) \exp(-x/\delta) \dots \dots \dots (2)$$

ここで、 V_s はずり面の電位で $V_s = \sigma\delta/\epsilon$ 、 σ は拡散層の面電荷密度であり $\sigma = \int_0^\infty \rho(x)dx$ 、 δ は拡散層の厚さの目安を与える量で、デバイ長と呼ばれ次式で与えられる。

$$\delta = (\epsilon k T / e^2 n) \dots \dots \dots (3)$$

ここで n は液体中のイオン密度の平均である。 ϵ, k, T, e はそれぞれ誘電率，ボルツマン定数，絶対温度，および素電荷量である。

さて、ここで液体を流動させると、拡散層のイオンが下流へ流され、これをファラデーカップで受け取れば、流動帯電量が測定できる。帯電電荷はすべて拡散層に存在していたはずであるから、その電荷量は σS である。 S は、測定中に流動液体が固体面に接触した面積である。 σS を δS （界面とデバイ長の間の体積）で割れば、拡散層の平均の電荷密度 $\bar{\rho}$ が求められる。拡散層部分の平均の導電率を K とすれば、 $K = \bar{\rho}\mu$ で与えられる。 μ はイオンの移動度である。

前回報告した方法により⁽⁴⁾ n -ヘプタンの流動帯電の実測の結果から、 $\bar{\rho} = 1.1 \cdot 10^2 \text{C/m}^3$ 、また、 $\mu = 1 \cdot 10^{-9} \text{m}^2/\text{sV}$ と仮定して、 $K = 1.1 \cdot 10^{-7} \text{S/m}$ と求められる。これは、バルクの導電率より4けたほど大きい。

これまで、界面と二重層間の比誘電率ならびに導電率は増加するという報告⁽⁵⁾も見られる。しかし、二重層間の導電率を求めた報告は見あたらないようである。今後、界面現象を考察する場合には、界面と二重層の間の比誘電率のみならず導電率の増加も考えなければならない。また、同時に Helmholtz-Smoluchowski の式⁽⁶⁾を用いる場合には表面伝導の影響を考慮したうえで解析を進める必要がある。

(昭和61年6月30日受付)

文 献

- (1) 下川・大橋・上田：静電気学会誌，4，2（昭55）
- (2) 大橋・上田：豊田研究報告 34（昭56）
- (3) 高分子学会：静電気ハンドブック p. 74（昭42）地人書館
- (4) 渡辺・藤井・田辺・大橋：電気論A，106，41（昭61-5）
- (5) 吉沢：電気化学，p. 87（昭49）共立出版
- (6) 北原・渡辺：界面電気現象論，p. 108（昭53）共立出版