

ノート

# PEA 法を用いた電気二重層キャパシタの内部電荷分布の測定

大坪 昌久<sup>\*1</sup>, 田島 大輔<sup>\*</sup>, 本田 親久<sup>\*</sup>, 房野 俊夫<sup>\*</sup>

(2004年1月20日受付; 2004年2月3日受理)

## Measurement of Internal Charge Distribution of Electric Double Layer Capacitor by PEA Method

Masahisa OTSUBO, Daisuke TASHIMA, Chikahisa HONDA and Toshio BOUNO

(Received January 20, 2004; Accepted February 3, 2004)

The device for the accumulation of electric energy is used generally in distributed generators, and especially the accumulator with a chemical reaction such as lead battery has been used chiefly as the electric accumulative device. However, application of Electric Double Layer Capacitor (EDLC) with good performances which is a physical battery is recently paid attention to. As features of this capacitor, it has a long cycle life time and a large capacity of F(farad) order and its time constant is shorter than that of the lead accumulator. The internal charge distribution of the EDLC was examined by PEA method.

### 1. はじめに

クリーンエネルギーとしての風力発電, 太陽光発電, 燃料電池発電などの研究が盛んに行われているが, 太陽光・風力発電は天候の影響を受け易く, 出力が不安定であることや, 発電施設が需要地から離れていることから蓄電して使用することが行われている所もある. その蓄電装置には主に鉛蓄電池などの化学反応を伴う二次電池が使われている<sup>1)</sup>が, 最近物理電池である電気二重層キャパシタ (EDLC: Electric Double-Layer Capacitor) の利用が注目されている. このキャパシタの特徴として, 容量が F (ファラド) オーダの大容量である, サイクル寿命が長い, 急速大電流充放電が可能なことなど従来の鉛蓄電池にない利点を有している. そのため, 鉛蓄電池の代替としての利用も検討されている. また, 充電時間と共に充電電荷量が増加することが分かっている<sup>2)</sup>が, 電荷の蓄積状態は十分明らかになっていない. そこで, 本研究ではこのエネルギーを貯蔵するための電気二重層キャパシタの内部電荷分布をパルス静電応力法(Pulsed Electro Acoustic Method: PEA 法)<sup>3)</sup>により調べたので報告する.

### 2. 実験装置と方法

図1に, 実験に用いた PEA 装置 (PEANUTS: Pulsed Electro Acoustic Nondestructive Test System, (株)FiveLab 製) を示す. ま

た図2に, 実験に用いた厚み 30 $\mu\text{m}$  の集電極 2 枚, 厚み 150 $\mu\text{m}$  の分極性電極 2 枚, 厚み 20 $\mu\text{m}$  のセパレータ 1 枚からなる試作 EDLC (厚み 380 $\mu\text{m}$ ) のサンプルを示す. このサンプルに 2.5V 印加し, 充電時間を 10 min とした時の内部電荷分布を, 空气中で電解液を注入した場合, 真空中で脱ガス処理後電解液を注入した場合について調べた. また充電時間を 0.5min, 1min, 5min, 10 min と変化させた時の直流電圧印加時間と体積電荷密度との関係を調べた. PEA 法では, 厚さ 1mm 以下の薄い試料に高電圧パルス (5ns, 600V), 直流電圧を印加すると, 絶縁体中の蓄積電荷が静電応力を発生し, それにより弾性波が絶縁体中を伝導し圧電素子に到着する. 圧電素子から電気信号を出力し, 検出インピーダンスにより電圧信号に変換してオシロスコープで波形観測するという原理である.

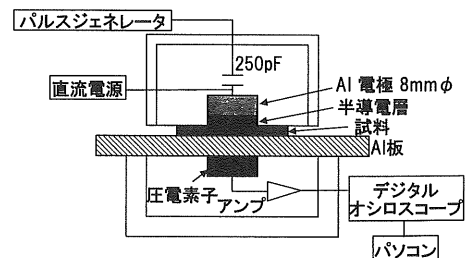


図1 PEA 装置

Fig.1 Experimental equipment of PEA.

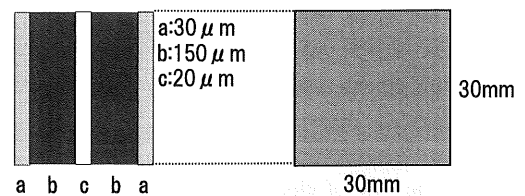


図2 試料に用いたキャパシタ

Fig.2 Structure of EDLC.

キーワード: 電気二重層キャパシタ, PEA 法, 内部電荷分布, エネルギー貯蔵, 新エネルギー

<sup>\*</sup> 宮崎大学 (889-2192 宮崎市学園木花台西 1-1)  
University of Miyazaki, 1-1, Gakuenkibanadai-Nishi, Miyazaki  
889-2192, Japan

<sup>1</sup> otsubo@cc.miyazaki-u.ac.jp

3. 実験結果

図3(a)は、印加電圧 0V の場合、図3(b)は、空气中で電解液を注入した場合、図3(c)は、真空中で脱ガス後試作キャパシタに電解液を注入した場合の内部電荷分布である。材料中の音波の速度を仮定すると厚みが求められる。同図から、真空中で脱ガス処理後電解液を注入した場合の方が空气中で電解液を注入した場合に比べて体積電荷密度が増えていることが分かる。体積電荷密度の評価として、電極表面に現われているピークの部分を積分し、体積電荷密度を計算した。図4に真空中で脱ガス処理後電解液を注入した場合、空气中で電解液を注入した場合の体積電荷密度を示す。同図から、真空中で脱ガス処理後電解液を注入した場合は空气中で電解液を注入した場合と比べて約7倍に増えている。これは、材料中の水分を除去することにより分極性電極の内部に効率良く電解液が注入されたためと考えられる。また図5(a)は空气中で電解液を注入した場合、図5(b)は真空中で脱ガス処理後電解液を注入した場合の直流電圧印加時間と体積電荷密度との関係を示す。充電時間の増加と共に、より深部に電解液と電荷が侵入し、体積電荷密度が増加していることが分かる。以上の結果から、分極性電極を真空中で十分に脱気することにより電解液がマクロ孔からミクロ孔領域まで侵入し易くなり、電荷を多く蓄えることができたと考えられる。

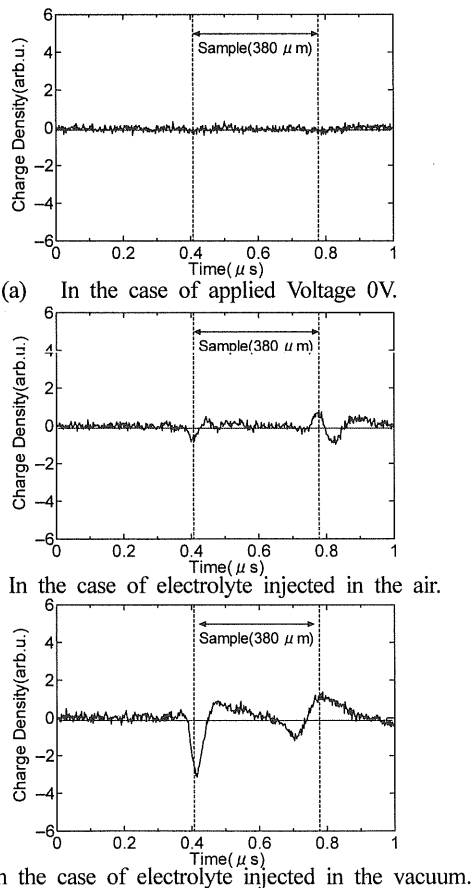


図3 内部電荷分布

Fig.3 Charge distribution in EDLC.

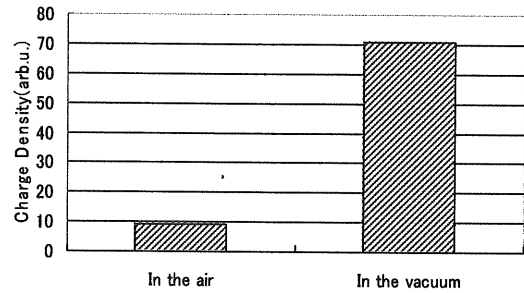
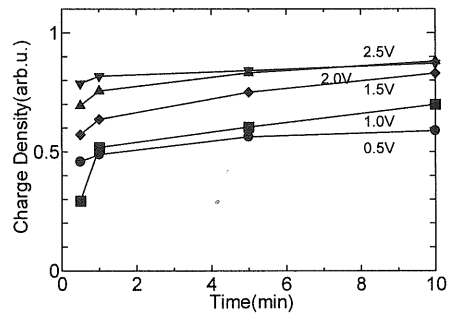
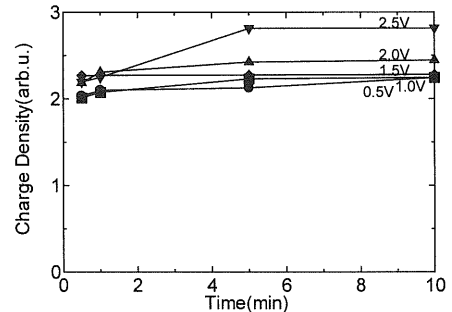


図4 体積電荷密度の比較

Fig.4 Comparison of densities of volume charge.



(a) In the case of electrolyte injected in the air.



(b) In the case of electrolyte injected in the vacuum.

図5 充電時間と体積電荷密度の関係

Fig.5 Relation between charging time and density of volume charge.

4. まとめ

パルス静電応力法を用いて試作電気二重層キャパシタの電荷分布を明らかにした。その場合、真空脱気を利用して分極性電極中の水分を除去することにより効果的に電解液が注入され、蓄積される体積電荷密度を増やすことができた。また、充電時間の増加と共により深部に電解液と電荷が侵入し、電荷蓄積密度が増えることが分かった。

参考文献

- 1) B.E. Conway: 電気二重層キャパシタ, p.11, (株)エヌ・ティー・エス (2001)
- 2) 山田 哲, 山城 迪, 佐々木正和, 荒木修一: 電気学会論文誌 B, **123** (2003) 1011
- 3) 「誘電・絶縁材料の空間電荷分布計測法と標準化」, 電気学会技術報告書, 第834号 (2001)