

全固体電池の性能評価・比較と ウェアラブル機器・IoT デバイスへの応用

Performance evaluation and comparison of all solid-state batteries and Application to Wearable Devices and IoT Devices

エネルギー応用研究室¹⁾

大川 莉央¹⁾

指導教員 高木茂行

東京工科大学 工学部 電気電子工学科 エネルギー応用研究室

キーワード：全固体電池

1. はじめに

現在、ウェアラブル機器や IoT デバイスなどの蓄電池としてリチウムイオン蓄電池や燃料電池の利用が進んでいる。しかし、これらの蓄電池は液体を溶媒とするために破損した際の電解液の液漏れ、発火、爆発の危険性、サイズが大きいといった問題が示唆されている。このような欠点を改善するために、小型で可燃性のない全固体電池の研究が行われている。

そこで液体電解質を用いている電池の代わりに、TDK 株式会社の酸化物全固体電池 (CeraCharge) や Maxell 株式会社の硫化物全固体電池 (セラミックパッケージ型)、日本ガイシ株式会社の半固体電池 (EnerCera) で代用し電池交換が不要で安全、そして小型なウェアラブル機器の開発、また、どの全固体電池が適しているかを模索していく。具体的には、図 1 のような IoT デバイスの開発を目指す。

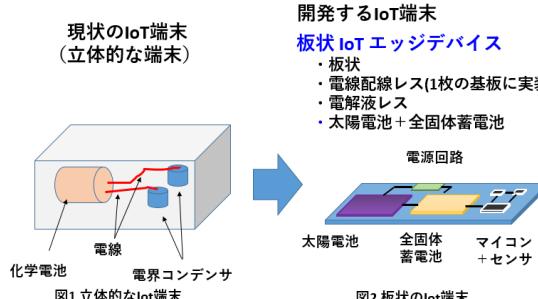


図 1 現状と開発を目指す IoT 端末^[1]

現在の IoT 端末は左図のように、立体的な端末大きなスペースを使ってしまうというデメリットがある。そこで右図のように、1枚の基板に小型かつ、

はんだ付けで実装が出来る全固体電池と太陽電池を組み合わせて、爆発や発火の危険性のない、より小型かつ高性能なデバイスの開発を目標とする。

図 2 のように全固体電池は、従来のリチウムイオン電池で用いられる電解液のかわりに固体電解質を使用し、かつセパレータを使用していないのでよりコンパクトに設計を行なうことが出来る。

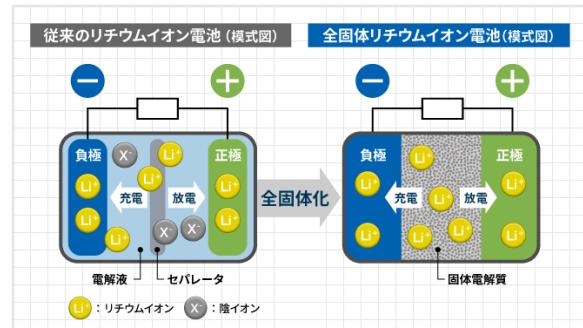


図 2 従来のリチウムイオン電池との違い^[2]

2. 全固体電池の性能比較

	TDK株式会社 CeraCharge	マクセル株式会社 セラミックパッケージ型 PSB331515L	日本ガイシ EnerCera Pouch EC271704P-H
外観			
電気的特性			
公称電圧[DC]	1.5V	2.3V	2.3V
通常動作電圧[DC]	0~1.6V		
最大充電電圧[DC]	1.8V	2.6V	2.7V
公称容量	100 μ Ah	6000 μ Ah	5000 μ Ah
公称放電電流	20 μ A	30mA	100mA(放電ピーク電流)
はんだ付け方法	表面実装可能	表面実装可能	表面実装不可
電解質	酸化物型	硫化物型	半固体電池

図 3 全固体電池性能比較表
候補となる全固体電池を、性能比較したもの

まとめた。ここで公称容量に注目すると TDK 株式会社の CeraCharge は他二つより容量が少ないが、直並列に接続することにより容量と電圧を増やすことができ、特に IoT デバイスやウェアラブル機器など、さまざまな可能性を広げることができる。

3. 全固体電池の充放電特性評価

充放電特性に $1\text{ M}\Omega$ の抵抗を使用した。図 4 は充電特性を示している。1.8 V 電圧を約 3 時間流し、充電特性測定を行なった。全固体電池は 0.6V 付近で電圧の上昇値が小さくなり、電池の充電特性と同じような性質を得られた。

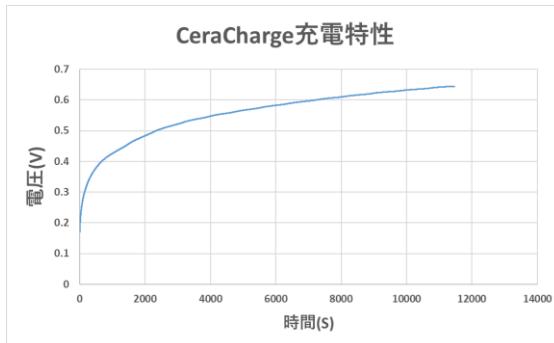


図 4 CeraCharge 充電特性

図 5 は放電特性を示している。全固体電池の電圧は緩やかに低下していき、電圧が低くなるにつれ変化量も小さくなる結果が得られた。また、初めの電圧が下がっているのは、全固体電池の内部抵抗が影響しているのが原因だと考えている。そして、放電特性から時定数を求めて静電容量を算出する。 RC 回路における放電の開始時間を 0 とした時の電池の電圧が 36.8% に相当する時間を時定数とした。

$$\tau = RC \quad (1)$$

式(1)から静電容量を、 $5492\text{ }\mu\text{F}$ と求めることができる。

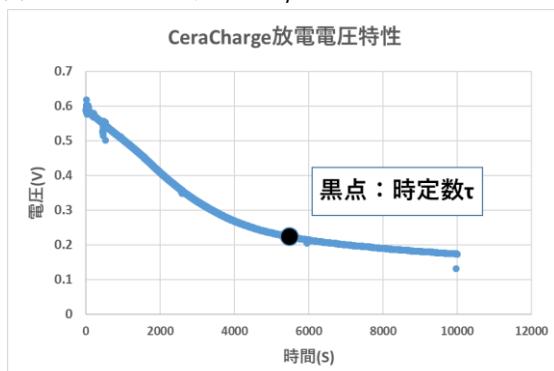


図 5 CeraCharge 放電電圧特性

4. コールコールプロットによる測定

全個体電池の特性を評価する指標としてコールコールプロットの測定を行なった。図 6 は容量性半

円のナイキスト線図と呼ばれ、横軸にインピーダンスの実数成分、縦軸に虚数成分を示し、コールコールプロットと呼ばれる。図 7 のエクセルのマクロプログラムで 6 直 3 並列接続の CeraCharge を測定した波形を調べることによって、被測定対象の等価回路成分の各パラメータを調べることができる^[3]。

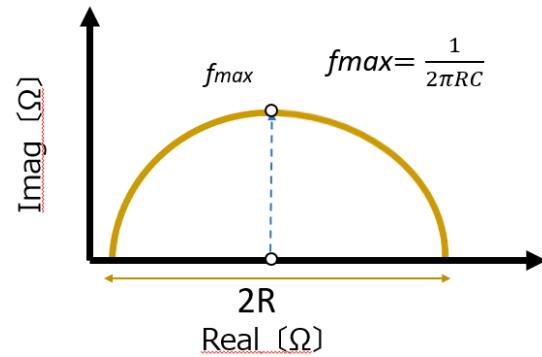


図 6 ナイキスト線図

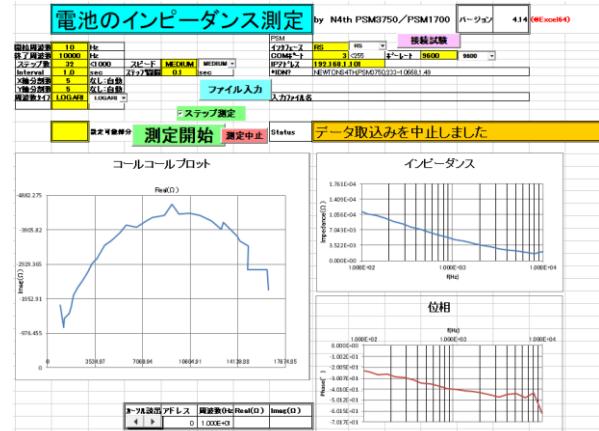


図 7 エクセルのマクロプログラム

5. 終わりに

後期では、電子顕微鏡で全固体電池の構造観察やウェアラブル機器や IoT デバイスへの応用。最終的には、1 枚の基盤に固体電池と太陽電池や無線モジュールを組み合わせ、新たなウェアラブル機器や IoT デバイスの開発をしていきたい。

文 献

[1] 及川武 「全固体電池の性能評価と IoT デバイスへの応用」卒業論文 2021 年

[2] TDK 株式会社：IoT 社会の発展に向けたウェアラブル生体センサの活用

(https://www.tdk.com/ja/tech-mag/front_line/006)

[3] 板垣昌幸 「電気化学インピーダンス法」 2008 年 丸善株式会社

[4] 東京エレクトロン株式会社：ウェアラブルを美しくタフにする酸化物型全固体電池

(https://www.tel.co.jp/museum/magazine/023/report01_02/)