

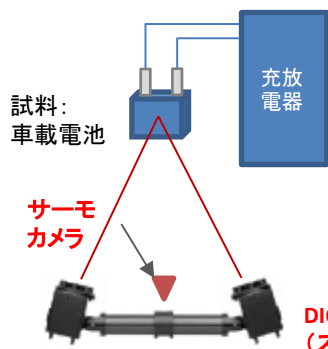
車載電池の分析技術2

充放電時の発熱・変形挙動の解析

リチウムイオン電池は、充放電反応、および、充放電時のジュール発熱により膨張/収縮するため、モジュール化の際には、その温度や形状変形を考慮する必要がある。充放電時の発熱と形状変化の同時計測により、寸法や温度制御の最適化などの設計課題を解決するための重要な情報が取得できる。

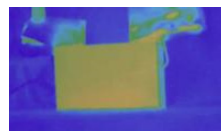
充放電時の発熱と変形の同時計測⁽¹⁾

(1)特願2021-62582 リチウムイオン電池の充放電に伴う変化の測定方法
青木 靖仁、的場 伸啓、遠藤 亮



- DIC法により、試料の膨張/収縮、および、面内方向のひずみ分布を解析
- サーモカメラで同時観察を行うことで、発熱挙動を同時計測

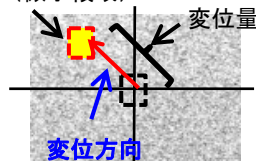
サーモグラフィによる観測



- ・温度範囲: $-40 \sim 150^{\circ}\text{C}$
- ・温度分解能: 0.02°C
- ・測定波長: $7.5 \sim 14 \mu\text{m}$

デジタル画像相関(DIC)法

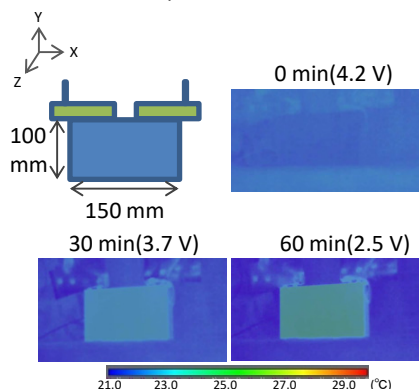
サブセット
(微小領域)



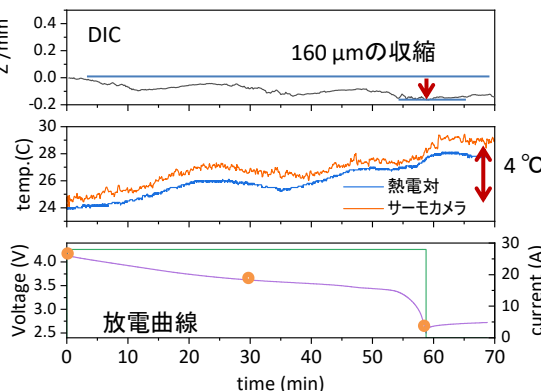
変形前後でのランダムパターンの変化から、各領域の変位量を求める。

充放電試験時の温度及び形状変化(車載用リチウムイオン電池(28 Ah))

● 1C CC放電(4.2 V $\rightarrow$ 2.5 V、28Aで1時間)

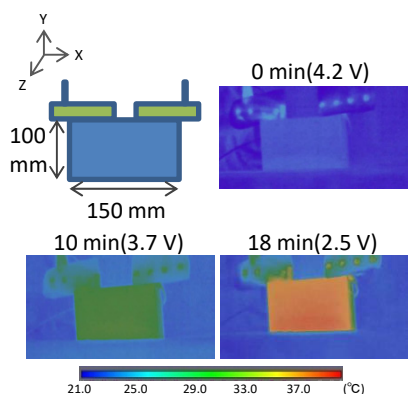


セルの膨張/収縮、温度変化⁽²⁾と充放電曲線

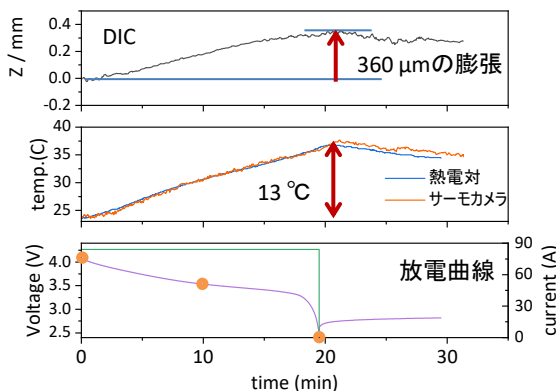


- 表面温度に分布は観測されない(図中には代表値として中央部のデータを抽出)。
- 放電に伴い表面温度は約 4°C 上昇するが、単調に増加しない。
→ 放電電流によるジュール発熱と周囲への放熱、放電反応に伴う吸熱の重ね合わせ
- セルは $160 \mu\text{m}$ 収縮(片側、全体として、 $320 \mu\text{m}$ 収縮)
→ 放電に伴い、巻回体が収縮

● 3C CC放電(4.2 V $\rightarrow$ 2.5 V、84Aで20分)



セルの膨張/収縮、温度変化⁽²⁾と充放電曲線



- 表面温度に分布は観測されない(図中には代表値として中央部のデータを抽出)。
- 放電に伴い、表面温度は単調に増加(約 13°C 上昇)
- セルは $360 \mu\text{m}$ 膨張(片側、全体として、 $720 \mu\text{m}$ 膨張)
→ 放電時の発熱による熱膨張と、巻回体の収縮の重ね合わせ
→ 熱膨張の影響が大きく、1C放電で見られた、放電反応に伴う吸熱の影響は見えない。

- 外装缶の変形には、「熱膨張」と「巻回体の膨張/収縮」が寄与
 - 低レート: 巻回体の膨張/収縮による変形が主体(充放電反応とともに電極形態が変化)
 - 高レート: 外装缶の熱膨張による変形が主体(巻回体の変形より、発熱の影響が大きい。)
- モジュール化した際の冷却条件や、モジュール化の締付圧に関する定量的な指標を提供可能