

10年後の特性を予測する充電電池シミュレーションと電池開発

(FDK 株式会社) ○山中 哲, 加藤 彰彦

[1. 背景]

ニッケル水素二次電池は内部抵抗が低いために大電流での放電特性に優れ、また環境への負荷が小さく燃えにくい特徴を持つ。FDK はニッケル水素電池の自己放電を大幅に抑制する技術を研究しており、充電後 10 年経過した後も放電可能な電池が実現されている。しかし一方で、電池特性の経時変化や寿命の予測が難しいという問題があり、長期保存が可能な電池を開発する際の課題となっていた。今回、我々は数値シミュレーションによりニッケル水素電池内部の化学反応速度を計算し、反応に関わる化学種の濃度と平衡電位の変化を再現する手法を開発した。この手法により、長期保存時など様々な使用状況における充放電特性の短期評価が可能になったので報告する。

[2. 計算の原理]

電池内部の各素反応の電流密度 J_n は、Butler-Volmer 方程式(1)より電極界面での過電圧 η と化学種濃度 C_n から求められる。端子間電圧 V は過電圧 η と平衡電位 U_{ref} との電位差 $\Delta\phi$ と電池の内部抵抗 R_{int} より算出される(2)。ここで、 η を未知数とした収束計算を行い、時間 t における負荷電流 $I(t)$ を満たす η を求めることで J_n と V が計算できる。ニッケル水素電池の解析においては、正負極からの水素解離や内部ガス相から電解液への水素溶解反応を計算式に追加しており、幅広い温度域で高精度な特性予測を可能としている。

[3. 結果と考察]

2500mAh 容量のニッケル水素電池について、充放電カーブと 10 年間経過した際の残存容量を計算したところ、いずれも広い環境温度 (25~65°C) で実測とよく一致した。この手法により、充電後、数年以上経過した電池の特性を短期間で評価できるようになった。本発表では、電池内部の反応電流や発熱挙動などの検証結果や電池開発への適用例について報告する。

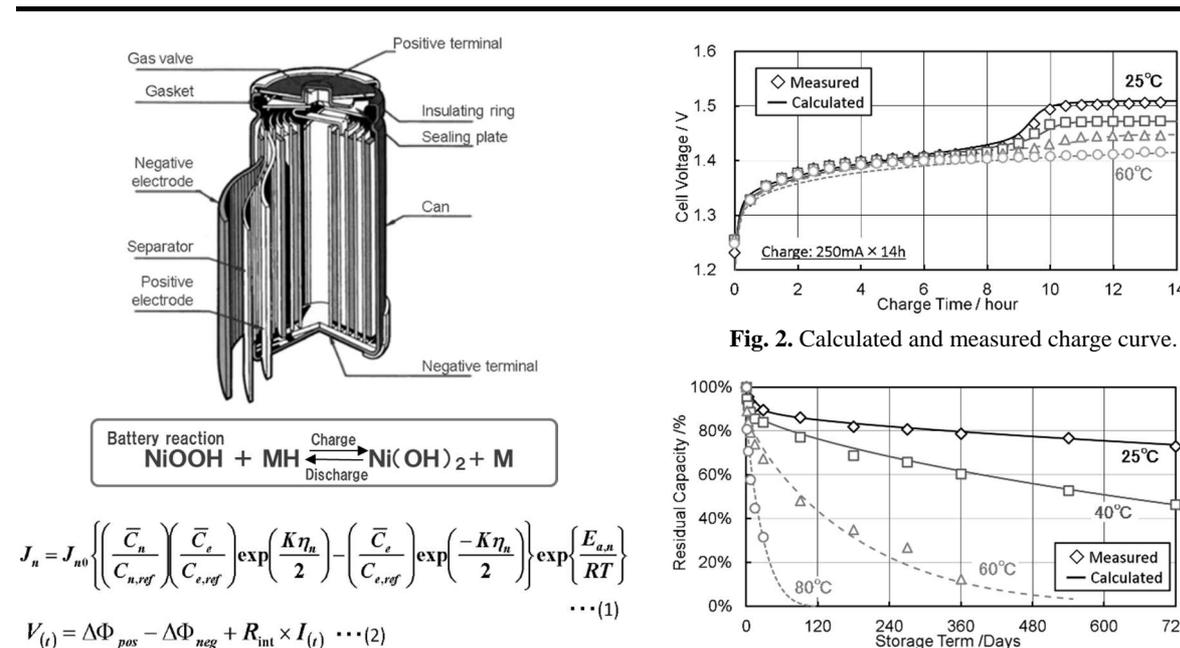


Fig. 1. Schematic illustration of simulation model.

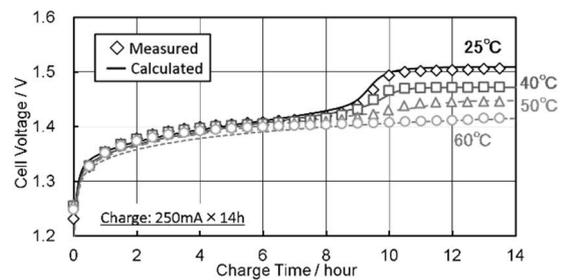


Fig. 2. Calculated and measured charge curve.

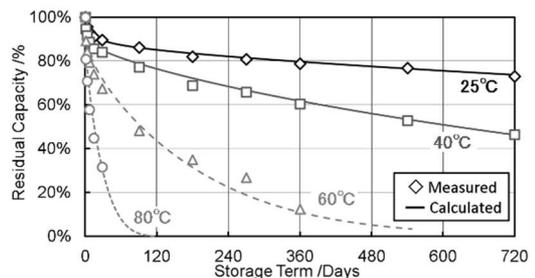


Fig. 3. Calculated and measured residual capacity rate.