

## リン酸鉄系リチウムイオン電池の SOC 均等化技術

大型リチウムイオン電池は、通常、複数の電池が組み合わされた組電池として使用される（●図1参照）。電池を直列に接続して構成される組電池において、十分な性能を発揮するためには、複数の電池の充電状態（以下、「SOC」という）または電池電圧を均等化する必要がある。特に、リン酸鉄系リチウムイオン電池（以下、「LFP 電池」という）の組電池では、特殊な均等化技術が求められる。

本稿では、SOC 均等化技術の概要と、LFP 電池で構成される組電池に有用なGSユアサの SOC 均等化技術を紹介する。

### 1. SOC 均等化技術の概要

組電池では、それぞれの電池の初期容量の微小なバラツキや劣化速度のバラツキにより、充放電の繰返しにともなって電池の SOC が不均一になる。組電池の両端に充電器を接続して、それぞれの電池の SOC を 100% に充電しようとしても、SOC が高い電池が他の電池より先に 100% に到達してしまうため、他の電池を 100% に充電することができない。このような不均一状態では、組電池は十分な充電性能および放電性能を発揮できない。そこで、組電池では一般的に、SOC 均等化のための放電回路が各電池に並列に接続されている。他の電池よりも SOC が高くなった電池は、放電回路（以下、「ランサー」という）のスイッチが閉じて、その電池の SOC および電圧を他の電池と同等レベルに下げられる（●図2参照）。

SOC は電池の電圧と相関がある。そのため、複数の電池の電圧を測定し比較することで、それら電池の SOC 不均一を検出することが一般的である。

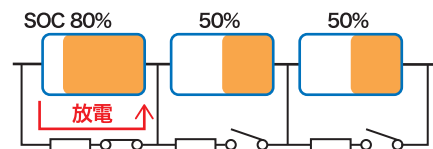
### 2. LFP 電池の場合

「Part 1」でも述べたように、LFP 電池は、SOC の変化にともなう電池電圧の変化が微小なフラット領域が広い（●図3、A参照）。LFP 電池が組み合わされた組電池では、個々の電池がこの広いフラット領域をもつ。フラット領域では、組電池における各電池の電圧を測定しそれらを比較しても、差が小さく、複数の電池の SOC が不均一になっているかどうかを検出しにくい。また、ある電池をランサーで放電してその SOC を低下させても、フラット領域では電圧が下がりにくいため、その電池の SOC が他の電池と同等レベルに下がったかどうかを判断することがむずかしい。

●図1 大型リチウムイオン電池の組電池



●図2 ランサーの動作



### 3. LFP 電池に有用な均等化技術

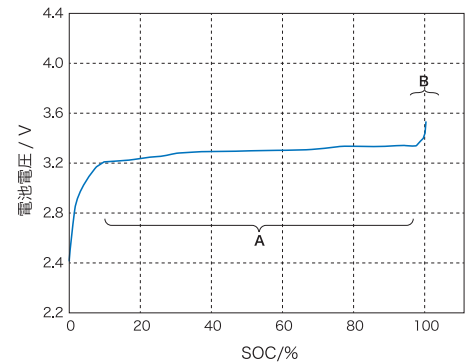
LFP 電池は、SOC95%以上の領域では、SOC の変化にともなって OCV が比較的大きく変化する（●図3、B 参照）。GSユアサは、この変化領域で、SOC が他の電池より高くなった電池を検出し、その電池と他の電池との電圧差が十分に小さくなるまでその電池をバルンサーで放電することを考案した<sup>※1</sup>。変化領域においてバルンサーを使った放電をおこなうと、その電池の電圧が短時間で下がる。この技術により、複数の電池の SOC が不均一になったことを的確に検出でき、かつ、それら電池の SOC の差を短時間で小さくできる。したがって、個々の電池の容量を有効活用して、組電池としての十分な充電性能および放電性能を発揮することができる。

LFP 電池に有用なもう一つの均等化技術を図4に示す。直列接続された複数の LFP 電池を充電する場合に、それら電池の SOC が不均一なときは、ある電池は基準電圧に早く到達し、他の電池は基準電圧に遅れて到達する（●図4上参照）。GSユアサは、複数の電池が基準電圧に到達する順位を監視し、順位に応じてバルンサーを使った各電池の放電の時間を異ならせることを考案した<sup>※2</sup>。具体的には、電池管理システムのメモリに、基準電圧に到達する順位と順位ごとに設定した放電時間とを対応付けて記憶しておく（●図4下参照）。この対応表に基づいて、基準電圧に早く到達した電池（順位の高い電池）は、バルンサーを使った放電をより長い時間おこなう。基準電圧に遅れて到達した電池（順位の低い電池）は、バルンサーによる放電を短時間とするか、またはおこなわない。

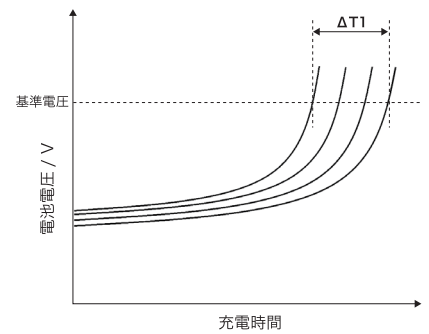
LFP 電池の組電池は、上述した SOC95%以上の変化領域でバルンサーを動作させる。一つの電池が変化領域に到達した時点で組電池の充電を停止し、その電池についてバルンサーによる放電を開始したのでは、電池間に電圧差がほとんど生じていないためすぐにバルンサーが動作を停止し、実際の SOC 不均一を是正できない。基準電圧に到達する順位ごとに設定した放電時間にわたって各電池を放電させることで、バルンサーによる放電時間を確保して SOC 均等化を実現できる。

以上、本稿では、組電池における均等化技術の概要と、LFP 電池の組電池に特に有用なGSユアサの均等化技術とを説明した。「Part 3」では、LFP 電池の組電池を用いたアイドルストップ車用バッテリーの制御技術を紹介する。

●図3 LFP 電池の SOC と電池電圧の関係



●図4 到達順位と放電時間



順位	放電時間 / 秒
1	60
2	40
3	20
⋮	⋮
N	0

※1 日本特許第 5573075 号 (2009 年出願)

※2 日本特許第 6106991 号、米国特許第 9225180 号、中国特許第 201210323500.X 号 (2011 年出願)