

トピック

● GSユアサによるバッテリーマネジメント技術の開発の歩み（その2）

—車両の状況に応じたスイッチ制御—

GSユアサによる
バッテリーマネジメント技術の
開発の歩み（その2）

—車両の状況に応じたスイッチ制御—

車両の電動化や自動運転技術の進歩にともない、リチウムイオンセルを用いた12ボルト（12V）バッテリーに対する需要が高まっている。12Vバッテリーは、バッテリーマネジメントシステム（BMS）を搭載して、車両の電気負荷（負荷）への安定的な電力供給を実現する（図1）。

BMSは、12Vバッテリーが過充電状態や過放電状態に至らないよう、リレーや電解効果トランジスタ（FET）といったスイッチを開閉制御する。具体的には、12Vバッテリーの電圧や充電状態（SOC）が、上側のしきい値を超えた場合や下側のしきい値を下回った場合はスイッチを開いて充放電経路を遮断し、上下のしきい値の範囲内にある場合はスイッチを閉じて12Vバッテリーに電流が流れる状態を維持する。

負荷に安定的に電力を供給する観点からは、充放電経路を頻繁に遮断することは好ましくない。12Vバッテリーを適切に保護しつつも、バッテリー能力を最大限発揮させることが望まれる。本稿では、GSユアサが開発した、車両の状況に応じてスイッチ制御を最適化するための技術コンセプトを紹介する。

1 走行中と駐車中とで条件を切り換え

12Vバッテリーは、ライトやステアリングシステム、ブレーキシステムなどの負荷に電氣的に接続され、車両ECUと通信可能に接続される。電気自動車における高電圧バッテリー（またはエンジン車におけるオルタネーター）から負荷に電力が供給されない場合、12Vバッテリーが負荷に電力を供給する。また、

駐車している車両の、高電圧バッテリーシステムの起動やエンジン始動のために、12Vバッテリーからの電力が用いられる。

例えば車両走行中に、何らかの故障により高電圧バッテリーから電力が供給されなくなった場合、車両を安全な場所に停止させるまで12Vバッテリーが可能な限り負荷に電力を供給するべく、BMSはスイッチを閉じ続けなければならない。したがって、スイッチを開くか否かの条件としての、12Vバッテリーの電圧しきい値（またはSOCしきい値）は、小さい値に設定する必要がある。

対照的に車両の駐車中は、スイッチを閉じ続けていると、12Vバッテリーから負荷に微弱な電流（暗電流）が流れて12VバッテリーのSOCが徐々に低下していき、走行再開時の高電圧バッテリーシステムの起動やエンジン始動に支障が生じる可能性がある。そのため駐車中は、スイッチを開くトリガーとなるしきい値は比較的大きい値に設定し、12Vバッテリーの電圧が比較的高いうちにスイッチを開くことで、走行再開時に再使用可能な電力を12Vバッテリーに温存することが望まれる。

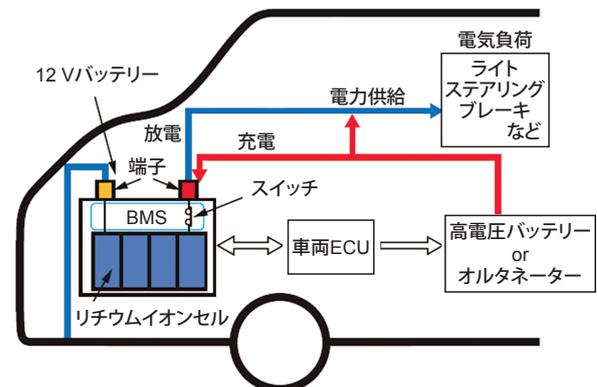


図1 車両電源システムのブロック図

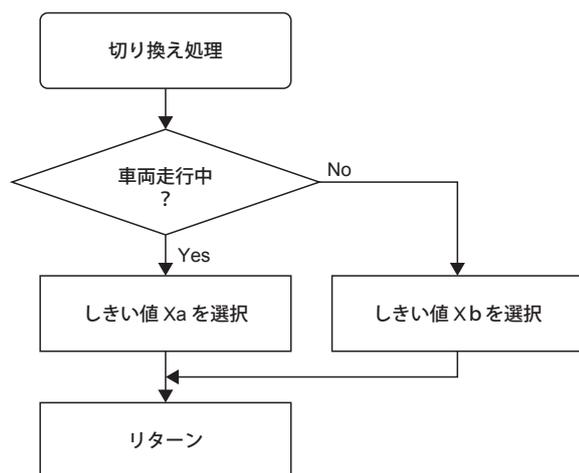


図2 しきい値切り換えのフローチャート

そこでGSユアサは、車両走行中と駐車中とで、スイッチを開くか否かの判断基準としてのしきい値を、切り換えるコンセプトを考案した^{*1}。図2に示すように、BMSは、車両が走行中か否かを、例えば12Vバッテリーに流れる電流や車両ECUとの通信頻度から判定し、走行中であれば、しきい値Xaを選択する。車両が駐車中であると判定されれば、しきい値Xaより大きい、しきい値XbをBMSは選択する。

このように、スイッチを開く条件を車両の状況に応じて切り換えることで、バッテリーの能力をより適切に発揮することが可能となった。

2 外部短絡時のスイッチ制御

12Vバッテリーは一对の端子（正端子、負端子）が外部に露呈しており、外部短絡と呼ばれる事象が生じることがある。例として、車両へのバッテリーの取り付け時に、作業員が誤って金属製の工具で12Vバッテリーの端子間を短絡させてしまう場合が挙げられる（図3）。外部短絡が生じた場合、12Vバッテリーに流れる大電流（過電流）からリチウムイオンセルなどのバッテリー構成部品を保護するために、スイッチを開けて充放電経路を遮断する必要がある。12Vバッテリーが電力を供給する電気負荷（図1）において短絡が生じた場合も、同様にスイッチを開く必要がある。

12Vバッテリーは、充放電経路に設けられた電流センサと、BMSに設けられて時間を計測するカウンターを有する。電流のしきい値を超える過電流が流れ

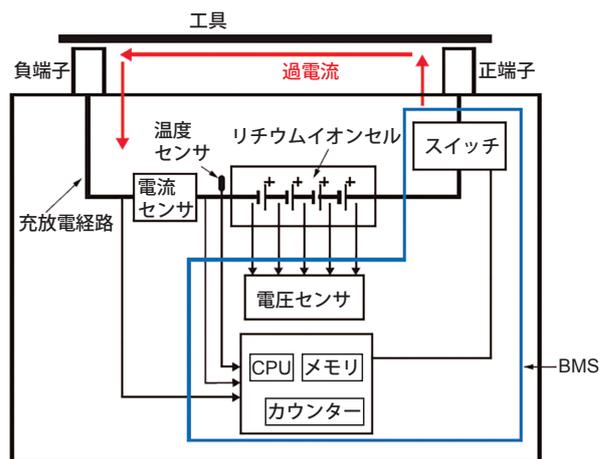


図3 12Vバッテリーのブロック図

たことを電流センサで検出し、過電流の継続時間をカウンターで計測し、過電流が所定時間にわたって継続したとき、外部短絡が発生したと判定してスイッチを開けることができる。

しかし、外部短絡による過電流は、非連続的に複数回発生することがある。上述の方法では、1回の過電流の継続が所定時間に満たないときはスイッチが閉じられたままである。そのため、そのような過電流が非連続的に複数回、充放電経路に流れた場合にバッテリーの構成部品がダメージを受ける。スイッチを開くか否かの条件としての、過電流の継続時間を短く設定すると、本来必要とされる瞬間的な負荷への大電流放電時にもスイッチを開くこととなり、負荷への安定的な電力供給機能が損なわれる。

そこで、電流しきい値を超える過電流の継続時間を累積し、その累積値が累積しきい値を超えた場合にスイッチを開くことが考案された^{*2}。電流しきい値を超える過電流が3回非連続的に流れる場合を考える（図4）。時間t1からt2までの間、電流しきい値を超える過電流が充放電経路に流れ（図4上）、カウンターによるカウント値が右肩上がりに累積されている（図4下）。時間t2～t3までの間、瞬間的に電流が電流しきい値を下回っているが、この間の時間 X_{23} がリセット時間 TR より短いため、カウント値はリセットされずに保持されている。その後、断続的に過電流が流れて時間t6でカウント値が累積しきい値に到達した時点で、スイッチを開けて充放電経路を遮断する。

このように、非連続的に複数回生じる過電流の継続時間を累積して、スイッチを開く判定に用いること

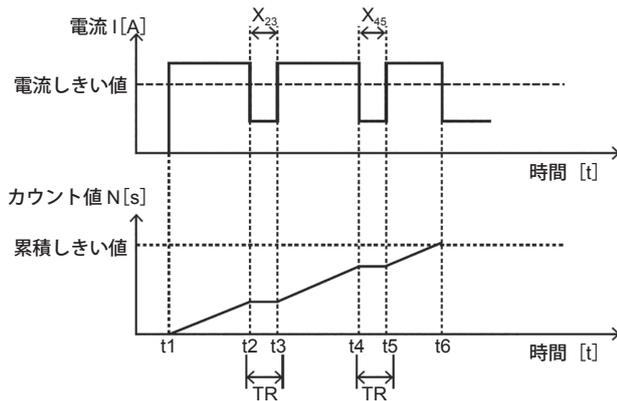


図4 電流波形と累積カウント値

で、より柔軟性高く、12 Vバッテリーの構成部品を外部短絡によるダメージから保護することが可能となった。

本稿では、車両用 BMS における、12 V バッテリーを適切に保護しつつバッテリー能力を最大限発揮させるためのスイッチ制御技術を紹介した。GS ユアサは、リチウムイオンセルの特性の理解に基づくバッテリーマネジメント技術の高度化を推進していく。

※1 日本特許第 6807018 号 (2016 年出願),
 米国特許第 10,615,616 号,
 中国特許第 201710907101.0 号,
 ドイツ特許公開 102017217547

※2 日本特許第 7528926 号 (2019 年出願),
 米国特許公開 2022/0200307,
 中国特許公開 113597718,
 ドイツ特許公開 112020001393

<問合せ先>

(株)GS ユアサ 知的財産部