

アイドリングストップ車用バッテリーの制御技術

アイドリングストップシステムは、電気自動車およびハイブリッド車と比べると、燃料節約や CO₂ 排出量削減効果は相対的に小さいものの、自動車全体の開発コストおよびシステムコストを抑制できる。これまでに、鉛蓄電池を用いたアイドリングストップ車が欧州や日本で広く普及しているが、近年、リチウムイオン電池を用いたシステムも採用され始めている。

GSユアサは、リン酸鉄系リチウムイオン電池の組電池を用いたアイドリングストップ車用 12ボルトバッテリー（以下、「12V バッテリー」という）を、2013 年に開発した（図1参照）^{*1}。また、この 12V バッテリーへの適用を想定した各種制御技術の開発に取り組んでいる。

本稿では、12V バッテリーを概説するとともに、各種制御技術の中から、バッテリー上がりを防止する技術を紹介する。

1. 12V バッテリーの概要

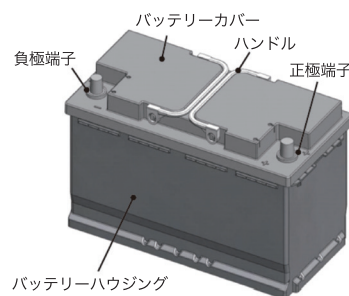
GSユアサの 12V バッテリーは、4 個のリン酸鉄系リチウムイオンセル（以下、「LFP 電池」という）を直列接続した組電池と、電池管理システム（以下、「BMS」という）とを内蔵している。質量は、同サイズの鉛蓄電池と比べて、ほぼ半分に軽減されている。

図2に示すように、12V バッテリーには、車載機器やランプ、スタータといった電気負荷と、発電機であるオルタネータとが接続されている。車両のエンジン運転中にオルタネータが発生する電力は、車載機器やランプに供給されるとともに、12V バッテリーを充電する。エンジン停止時には、12V バッテリーが放電して電気負荷に電力を供給する。エンジン始動時には、12V バッテリーからスタータに大電流が流れる。

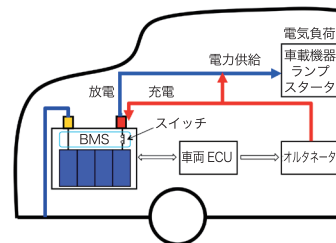
12V バッテリーには、頻繁にアイドリングストップする市街地での走行パターンにおいても、車載機器に安定した電力を供給できる十分な放電容量と、オルタネータにより短時間で充電できる充電受入れ性能とが求められる。また、いかなる環境においてもエンジンを確実に始動できる出力性能が、長期間維持される必要がある。

BMS は、12V バッテリーに流れる電流、各 LFP 電池の電圧、および 12V バッテリー内部の温度を監視して、各 LFP 電池の SOC 推定や、LFP 電池の SOC 均等化を実現する。BMS は、車両のパワーマネジメント ECU と通信して、適切なアイドリングストップのタイミング判断のための情報、およびオルタネータによる適切な充電のための情報として、電流、電池電圧、温度、SOC などの情報を送信する。BMS は、LFP 電池から電力を供給されて動作する。

●図1 12V バッテリーの外観



●図2 車両電源システムのブロック図



2. バッテリー上がりの防止

車両が駐車放置される場合、オルタネータによる 12V バッテリーの充電がおこなわれない状態で、12V バッテリーから車載機器に対して暗電流とよばれる微弱な電流が供給され続ける。BMS は、車両駐車中もバッテリー監視を継続し、LFP 電池から若干の電力を消費する。車載機器への暗電流の供給と、BMS による電力消費があるため、車両が長期間にわたり駐車放置されると、いわゆるバッテリー上がりの状態となり、12V バッテリーでエンジンを始動できなくなる。

図3に示すように、12V バッテリーには、LFP 電池の過充電および過放電を防止するために、スイッチがもうけられている。GSユアサは、このスイッチを適切に開閉制御して効果的にバッテリー上がりを防止する技術を考案した。

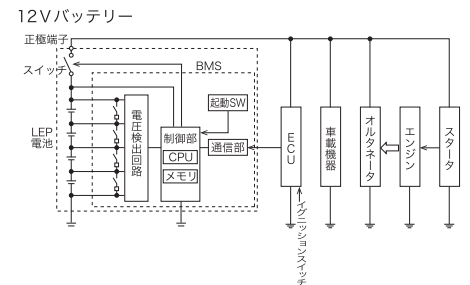
図3に示す、12V バッテリーの正極端子と LFP 電池との間にもうけられたスイッチ（例えばリレー）は、オルタネータからの充電を許容し、かつ車載機器やスタータに電力供給するべく、通常は閉じている。スイッチは、BMS の制御部からの信号により開いて、電源経路を遮断することができる。

図4に示すように、車両駐車中に暗電流や BMS の電力消費で個々の LFP 電池の SOC が低下していくと、電池の開放電圧（以下、「OCV」という）も低下する。OCV がエンジン始動のための下限レベル V_{th3} （「下限 SOC」に対応する OCV）を下回ると、12V バッテリーでエンジンを始動できなくなる。そこで、OCV が、 V_{th3} よりやや高い V_{th1} （「省電力 SOC」に対応する OCV）に達した時点でスイッチを開くことで、暗電流の流出をストップする。同時に、BMS による電力消費を抑えるために、BMS の動作モードをディープスリープモードにしてもよい。

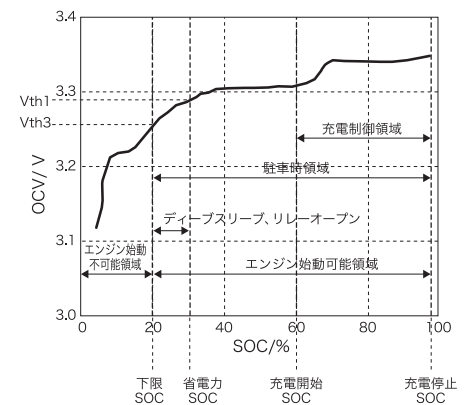
車載機器への暗電流の供給を遮断し、BMS をディープスリープモードにすると、LFP 電池における SOC と OCV の低下が顕著に抑制され、図4における「省電力 SOC」から「下限 SOC」に至るまでの時間を大幅に長期化できる。この技術により、車両が駐車放置されて 12V バッテリーがオルタネータにより充電されない状態が長期間におよんでも、バッテリー上がりを防止することができる。なお、開いたスイッチを閉じるために、イグニッションスイッチの状態を検知してもよいし、外部信号を受信してもよい。

以上、本稿では、リチウムイオン電池を用いたアイドルストップ車用 12V バッテリーの概要と、その 12V バッテリーに適用可能な、BMS によるバッテリー上がり防止技術を説明した。過酷な使用環境に耐えつつ、車両の高度な電装化に対応できる電池制御システムの実現に向けて、GSユアサはさらなる技術開発を継続していく。

●図3 12V バッテリーの BMS とスイッチ※2



●図4 スwitch制御のタイミング



※1 GS Yuasa Technical Report 第10巻第2号2013年

※2 日本特許第6234127号、米国特許第9165736号、米国特許第9463699号、米国特許第9701207号、中国特許第201310466821.X号（2012年出願）