

一般論文

関連するSDGs



新型蓄電池用 パワーコンディショナの開発

Development of a New Type of Power Conditioning System for Storage Batteries

野原 淳之介
Nohara Junnosuke
雨森 一洋
Amemori Kazuhiro
坪田 慎二
Tsubota Shinji

山口 俊夫
Yamaguchi Toshio
綾部 宏規
Ayabe Kouki

概要

近年、カーボンニュートラル実現に向け、太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーの導入が進んでいる。しかし、再生可能エネルギーは天候や日照時間などの気象条件により発電量が変動するため、系統安定化用途として蓄電池システムが使用されている。また、工場の電力ピークカットや昼夜電力需要の平準化、停電時の電力供給などに対応するための手段として蓄電池システムの需要が高まっている。当社はこのような需要に応えるソリューションとして、新型蓄電池用パワーコンディショナを開発したので紹介する。

Synopsis

Recently, the introduction of renewable energy such as solar power generation and wind power generation has been progressing in order to achieve carbon neutrality. However, the amount of power generated by renewable energy sources fluctuates depending on weather conditions, so storage battery systems are being used for grid stabilization. In addition, there is a growing need to cut peak power demand in factories, to implement power leveling during the day and night, and to supply power during blackouts. To reward these requirements, we have developed a new type of power conditioning system for storage batteries. We introduce these topics in this report.

1. はじめに

蓄電池システムは従来、工場の電力ピークカット・ピークシフトなどに使用されてきた。しかし近年は、太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギー（以下、再エネ）の導入拡大に伴い、天候や日照時間などの気象条件による発電電力の変動抑制や、余剰電力による逆流防止対策など、系統安定化用途の需要が高まっている^{(1)・(2)・(3)}。また、地域マイクログリッドや電力取引市場における調整機能も今後期待されている。

当社は新型の蓄電池用パワーコンディショナ（以下、蓄電池用PCS）を開発し、2023年より販売を開始した。本蓄電池用PCSは、蓄電池や連系変圧器などを組み

合わせることで蓄電池システム一式としての提案が可能であり、当社が開発した蓄電池制御装置を用いることで、用途に応じた制御機能を柔軟に実現することができる。

2. 蓄電池用PCSの概要

開発した蓄電池用PCSの外観を図1に、仕様を表1に示す。装置定格出力は625kVA（625kW）であり、力率0.8でも500kWの出力が可能である。

また、直流電圧は595～1,000Vの範囲で定格出力が可能であり、定置用リチウムイオン電池に適した仕様となっている。外形寸法はW2,100×D950×H2,050mmと、従来機種より39%の小型化（当社比）を実現した。



図1 蓄電池用PCSの外観

表1 蓄電池用PCSの仕様

| 項目 | 仕様 | 備考 |
|---------|--------------------|----------------------|
| 定格出力 | 625kVA (625kW) | 放電および充電 |
| 直流電圧範囲 | DC595~1,000V | DC550~594Vは出力制限により運転 |
| 交流定格電圧 | 340Vrms | |
| 交流定格周波数 | 50Hz / 60Hz | |
| 効率 | 97.0% | 定格運転時 |
| 冷却方式 | 強制風冷 | |
| 外形 (mm) | W2,100×D950×H2,050 | チャンネルベース (50H) を含む |
| 運転周囲温度 | 0~40℃ | |
| 相対湿度 | 15~85% | 結露なきこと |
| 標高 | 1,000m以下 | |

3. 蓄電池用PCSの特徴

3.1 小型化による設置面積の削減

蓄電池用PCSを屋外設置する場合、シェルタに収納することで塩害や騒音などさまざまな環境条件に対応した設置が可能となる。本蓄電池用PCSは小型化により設置面積が削減されており、屋外設置用シェルタに2台が収納可能である。シェルタ内部の配置を図2に示す。これによりシェルタ台数を減らすことができ、導入コストが削減される。

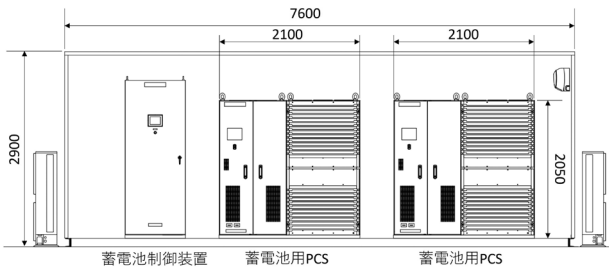


図2 シェルタ内機器配置

3.2 パワースタック

蓄電池用PCSの小型化を実現するにあたり、変換部に搭載するパワースタックを開発した。パワースタックの外観を図3に示す。

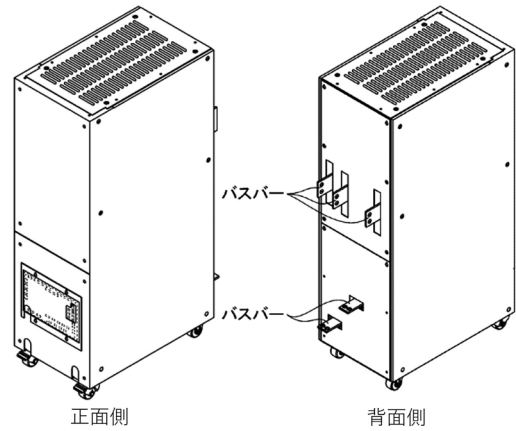


図3 パワースタック外観

本パワースタックは、冷却部に冷媒循環型ヒートシンクを採用した結果、出力密度2.2kVA/ℓを実現できた。本パワースタックと従来品との比較を表2に示す。

従来品に対し、ヒートシンクの熱抵抗を約70%下げることができたため、出力密度が向上し、本パワースタックを小型化。それにより、本蓄電池用PCSを小型化することができた。

表2 パワースタックの仕様

| | 従来品 (単相) | パワースタック (三相) |
|--------------|-------------------------|--------------------------|
| 定格電流 | 723Arms (3台使用時) | 700Arms (1台使用時) |
| 容量 (AC340V時) | 426kVA (3台使用時) | 412kVA (1台使用時) |
| 外形 (mm) | W242×D855×H523×3台: 325ℓ | W340×D550×H1040×1台: 190ℓ |
| 出力密度 | 1.3kVA/ℓ | 2.2kVA/ℓ |
| ヒートシンクの熱抵抗 | 0.017K/W | 0.005K/W |

3.3 温度特性と効率

パワースタックを搭載した際の本蓄電池用PCSの定格運転 (625kW放電・充電) 時の温度試験結果を表3、動作波形を図4および図5に示す。絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ (IGBT) の温度上昇値は42Kで、温度上限値より28K温度的に裕度のある運用が可能となった。

本蓄電池用PCSの定格運転時は放電・充電時ともに安定して動作しており、出力電流の総合電流歪率が5%以下、各次調波電流歪率が3%以下の系統連系

規程 (JEAC 9701-2019)⁽⁴⁾ を満たす。また、効率特性を図6および図7に示す。放電・充電時ともに定格運転時は効率98%以上、90kW以上で効率97%を維持している。各主回路機器の温度上昇を抑えることで損失を低減し、高効率を実現した。

表3 温度試験結果

| 測定機器 | 温度上昇値 [K] | 上限 [K] |
|-------------|-----------|--------|
| IGBT (最大値) | 42 | 70 |
| フィルタコンデンサ表面 | 21 | 25 |
| リアクトル巻線 | 80 | 140 |

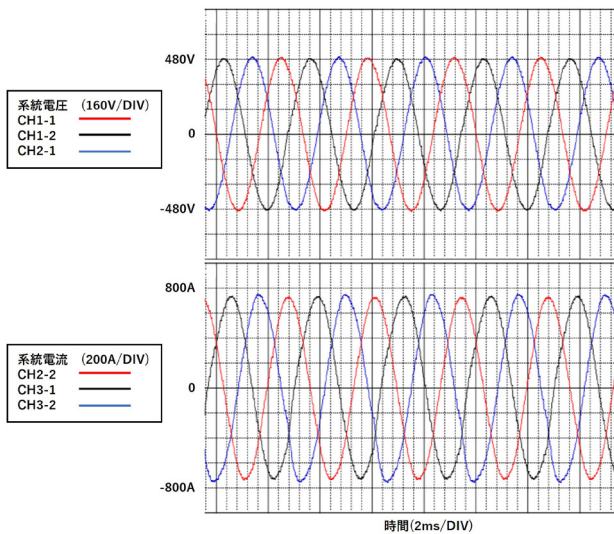


図4 625kW放電時の動作波形

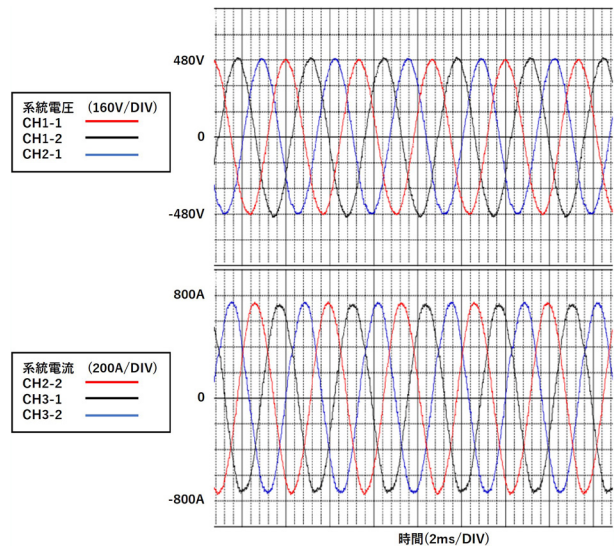


図5 625kW充電時の動作波形

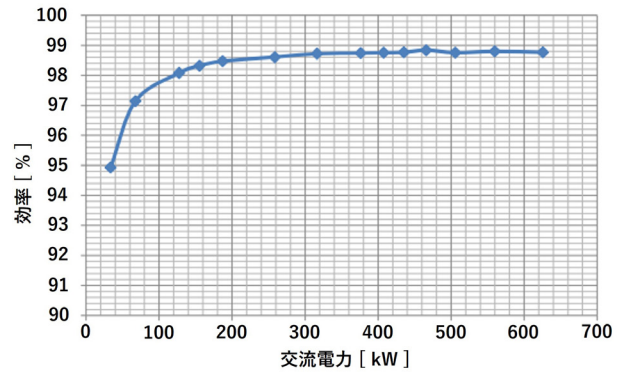


図6 放電側効率特性 (60Hz)

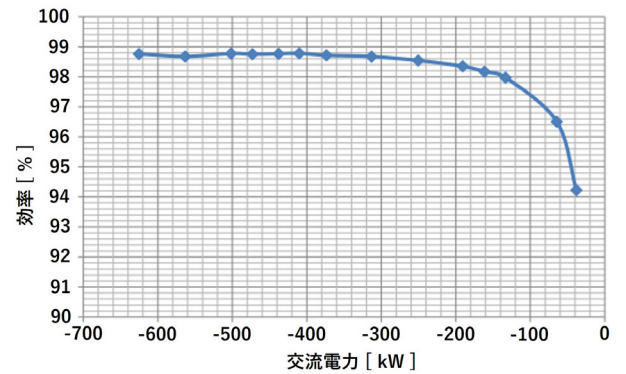


図7 充電側効率特性 (60Hz)

3.4 制御機能

表4に本蓄電池用PCSが有する制御機能を示す。本蓄電池用PCSは、本体タッチパネルまたは外部の制御装置からの指令により電力制御を行う。外部からの指令値は光信号とアナログ信号の両方に対応している。また、災害などによる停電時においても電力系統に接続することなく負荷に給電する自立運転機能を有している。さらに、ピークカット制御、受電電力一定制御などの自動制御機能を有している。

表4 蓄電池用PCSが有する制御機能

| 制御機能 | 動作説明 |
|-----------------|-----------------------------------|
| 電池充放電制御 (ローカル) | 蓄電池用PCSのタッチパネルにより運転・電力制御を行う |
| 電池充放電制御 (リモート) | 外部の制御装置からの指令により運転・電力制御を行う |
| 自立運転 | 蓄電池用PCSのタッチパネルにより自立運転の開始・停止を行う |
| ピークカット制御 (自動制御) | 受電電力が契約電力を超過しないように放電して受電電力を抑える |
| 受電電力一定制御 (自動制御) | 受電電力が一定となるように充放電を行う |
| スケジュール運転 (自動制御) | 1週間の運転パターンを設定し運転パターンに基づいて毎日の運転を行う |

3. 4. 1 ピークカット制御

本蓄電池用PCSは、負荷が契約電力を超過しないよう、受電電力を抑えるピークカット機能を有している。運転状況を図8に示す。

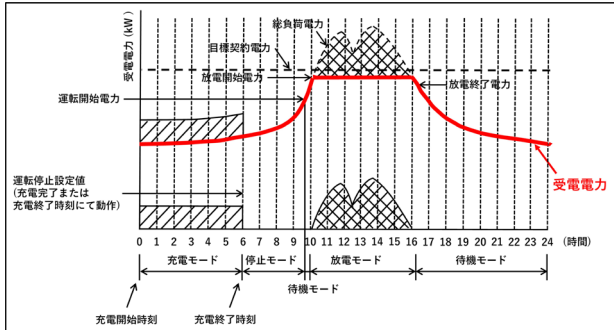


図8 ピークカット制御

3. 4. 2 受電電力一定制御

本蓄電池用PCSはまた、受電電力が一定となるよう放電と充電を自動で行う。運転状況を図9に示す。

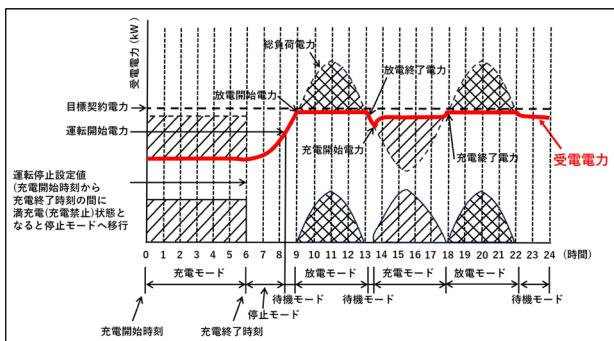


図9 受電電力一定制御

3. 5 保護機能・FRT機能

本蓄電池用PCSが有するその他の機能を表5に示す。系統連系規程 (JEAC 9701-2019) に定める系統の異常時に出力を遮断する系統連系保護機能、蓄電池用PCS内部の異常時に装置を保護する機能、連系用の事故時運転継続 (FRT) 要件⁽⁴⁾に対応した機能などを備えている。図10にFRT試験の動作波形を示す。残電圧20%の状態が300ms継続している間も運転を継続し、電圧の復帰後100ms以内に電圧低下前の80%の出力まで復帰したことを示している。

本蓄電池用PCSは、充放電電力および積算電力量のトレンドグラフや、交流電圧・交流電流・周波数・直流電圧・直流電流などの計測値をタッチパネル画面に表示する。また、蓄電池と通信接続し、蓄電池充電状態 (SOC) などをタッチパネル画面に表示する。外部からの指令値による運転も、蓄電池制御装置と通信接続することで可能となる。

表5 蓄電池用PCSが有するその他の機能

| 項目 | 動作説明 |
|-----------------|--------------------------------------|
| 系統連系保護 | 系統異常時に出力を遮断する |
| 装置保護 | PCS内部の異常時に装置を保護する |
| FRT機能 | 瞬時電圧低下などの系統事故に運転を継続する |
| 計測表示 | 各種トレンドグラフ、交流電圧・電流値などを表示する |
| 蓄電池制御装置・蓄電池との通信 | 蓄電池のSOCなどを表示する、電力指令値による放電・充電動作を可能にする |

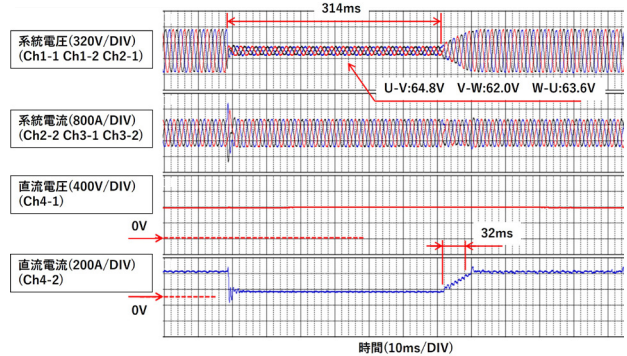


図10 FRT機能動作波形

4. 蓄電池システムへの適用

本章では、今回開発した蓄電池用PCSと蓄電池制御装置および他社製蓄電池などを組み合わせて構築した蓄電池システムを紹介する。

4. 1 蓄電池システムの特長

本蓄電池システムの構成例を図11に示す。本蓄電池システムでは、顧客のニーズに合わせてシステムが構築される⁽⁵⁾。例えば、系統と連系し運用するために必要な蓄電池用PCS、受変電設備、蓄電池、エネルギー管理システム (EMS) などと組み合わせたシステム一式として提案することが可能である。

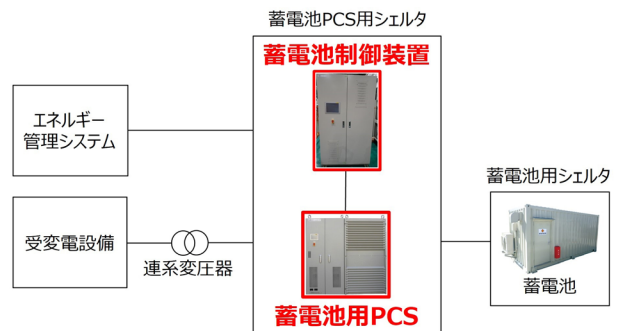


図11 蓄電池システム構成例

4. 2 蓄電池制御装置

本蓄電池用PCSの開発を機に、当社では蓄電池システムに特化した制御装置を開発した。本装置の製品化においては、蓄電池用PCSの特長を最大限活かすとともに、受電設備やその他設備との多様な接続形態の簡略化を目指した。

また、本装置は当社製の太陽光発電用パワーコンディショナとの連携に対応しており、顧客の多様な要望に対して柔軟に対応可能なシステム構成が実現できる。この蓄電池制御装置は今回開発した蓄電池用PCSと同様に、ピークカット制御、受電電力一定制御、ピークシフト制御の基本機能を備えており、複数台の蓄電池用PCSを同時に制御することが可能である。また、SOCを常時監視することで、個々の蓄電池の過充電および過放電を防止するとともに、運用スケジュールに応じて所定の蓄電池SOCへ移行することが可能である。さらに、太陽光発電設備の出力制御・外部指令機能を活用することにより、蓄電池SOCに応じた蓄電池システムと太陽光発電設備の出力の調整、運用の維持、再エネの有効活用および蓄電池の適正運用を実現している。また顧客インターフェイスのタッチパネルについても、使いやすいレイアウトとシンボル表示を採用している。

5. 納入事例紹介

本章では当該システムの納入事例を示す。当社は2024年2月、本蓄電池用PCSを、ピークカット用の蓄電池システムとして株式会社メディテックジャパン三重工場に納入した。蓄電池システムを図12に、納入品一覧を表6に示す。

本蓄電池システムの導入により、工場ではピークカットを行うことで、特別高圧受電契約を回避し、一般的な高圧受電契約が可能となった。またこれにより新工場の工期が短縮され、契約料金が低減した。



図12 蓄電池システム

表6 納入品一覧表

| 機器 | 仕様 |
|-------------|---------------------|
| 蓄電池用PCS | — |
| 蓄電池 | リチウムイオン電池 |
| 蓄電池PCS用シエルタ | 蓄電池用PCSおよび蓄電池制御装置収納 |
| 蓄電池用シエルタ | 蓄電池収納 |
| 太陽光発電用PCS | — |
| 蓄電池制御装置 | — |
| 受電設備他 | — |

6. あとがき

本稿では新型蓄電池用PCSの開発内容とその特徴を紹介し、本システムのピークシフト制御や受電電力一定制御などの制御機能および保護機能について詳述した。また、本システムと、他社製蓄電池、当社製蓄電池制御装置とを組み合わせた蓄電池システムについて概説し、最後に納入実績として株式会社メディテックジャパン納入蓄電池システムについて紹介した。

蓄電池システムについては、離島向けのニーズや系統用の大規模蓄電池システムに対応させる要望が出てきており、市場の拡大が見込まれる^{(6)・(7)}。蓄電池制御装置との組合せによる系統安定化制御（ガバナフリー制御、慣性力制御）の技術を構築し、市場の要求と期待に応える蓄電池システムを今後も提案していく。

参考文献

- (1) 内藤, 山本:「SDGsの達成に貢献するパワーエレクトロニクス技術」, 日新電機技報Vol.66 No.2, pp.21-23 (2021.11)
- (2) 藤原, 井尻:「分散型電源を統合管理するエネルギー管理システム「ENERGYMATE-Factory」の開発」, 日新電機技報Vol.62 No.3, pp.76-81 (2017.10)
- (3) 張, 綾部, 長谷部:「電池電力貯蔵用パワーコンディショナの開発」, 日新電機技報, Vol.59, No.2, pp.51-55(2014.10)
- (4) 日本電気協会「系統連系規程JEAC 9701-2019」
- (5) 日新電機株式会社:「蓄電池システム」
<https://nissin.jp/product/stb/index.html>
(参照:2024/11/5)
- (6) 環境省:「離島における再エネ自給率向上ガイド」(2023.3)
<https://www.env.go.jp/content/000130649.pdf>
(参照:2024/11/5)
- (7) 経済産業省資源エネルギー庁:「令和6年度「再生可能エネルギー導入拡大・系統用蓄電池等電力貯蔵システム導入支援事業費補助金」に係る補助事業者募集要領」https://www.enecho.meti.go.jp/appli/public_offer/2024/data/0520_01_01.pdf
(参照:2024/11/5)

執筆者紹介



野原 淳之介 Nohara Junnosuke
電力・環境システム事業本部
システム装置事業部
パワエレ機器部



山口 俊夫 Yamaguchi Toshio
電力・環境システム事業本部
システム装置事業部
パワエレ開発部



雨森 一洋 Amemori Kazuhiro
電力・環境システム事業本部
システム装置事業部
パワエレ機器部



綾部 宏規 Ayabe Kouki
電力・環境システム事業本部
システム装置事業部
パワエレ機器部 グループ長



坪田 慎二 Tsubota Shinji
電力・環境システム事業本部
システム装置事業部
パワエレ開発部 グループ長