

データセンター向けニッケル水素電池搭載ミニ UPS 「LX シリーズ」

LX Series: Mini-UPS products with NIMH Batteries for Data Centers

大島 雅文 OSHIMA Masafumi

森藤 裕治郎 MORITO Yujiro

椎名 啓順 SHIINA Hiroyuki

データセンターでは、電力使用効率を上げるため冷房設備の電力使用量を減らし、外気温度による冷却方式が採用されつつある。そのため、内部で使用する機器には高温環境化での長寿命の要求が高まっている。富士電機は、データセンター向けにニッケル水素電池を採用したミニ UPS 「LX シリーズ」を開発し、製品化した。富士電機独自のデュアルコンバージョン方式を適用し、高温環境下におけるバッテリーの長寿命化、装置の小型化ならびに高周波 PWM 制御による高性能化を実現している。豊富なオプション群をそろえ、RoHS 指令にも対応している。

To increase power usage efficiency, data centers continue to reduce the power usage of their cooling equipment and use outdoor temperatures for their cooling methods. This has increased the demand for longer life of devices used inside in high-temperature environments. Fuji Electric has developed and released the LX series of Mini-UPS products, which use nickel-metal hydride batteries and are intended for data centers. This uses Fuji Electric's unique dual conversion method to increase battery life in high-temperature environments, decreases equipment size, and realizes high-performance through high-frequency PWM control. A wide range of optional products is available and the series complies with the RoHS directive.

① まえがき

近年、情報サービスの発展に伴う情報処理量の急激な増加により、データセンターの処理能力の増強が図られており、サーバなどの ICT 機器による電力消費量が増えている。また、サーバの安定稼動を実現するために周囲温度環境を 25℃ に保つよう空調設備を導入しており、増大するサーバの発熱量を抑えるための空調設備による電力消費量も増えてきている。環境問題や省エネルギーへの対応として、データセンターの電力使用効率 (PUE)^(注1) の向上が必要であり、電力の消費比率が大きい空調設備を極力使用しない方法などが検討されている。ICT 機器には、いっそう高い温度環境下での動作や長寿命化が要求されることにつながる。

データセンターでは、電源障害によるシステムの誤動作など、サービスの停止を回避するために使用している無停電電源装置 (UPS) に対して、従来の高効率だけでなく、小型化による省スペースと高温環境下 (周囲温度 35℃) における長寿命化が求められている。しかし、基幹部品である蓄電池は、従来の鉛蓄電池では高温環境下における寿命が短く、データセンターの要求を満たすことができなかった。

富士電機では、高効率ミニ UPS 「GX200 シリーズ」⁽¹⁾ をベースとし、装置の小型化と高温環境下での電池の長寿命化を実現するためにニッケル水素電池を適用した薄型のラックマウント型 UPS である「LX シリーズ」を開発し、製品化した。

〈注 1〉 PUE : 260 ページ「解説 3」参照

② 特徴

図 1 に LX シリーズの外観を示す。LX シリーズは、常時インバータ方式の電圧安定性と、ラインインタラクティブ方式の高効率特性の両方の特徴を兼ね備えた富士電機独自のデュアルコンバージョン方式を適用している。小型・省スペース、高性能、長寿命化、豊富なオプション対応、環境対応という五つの特徴がある。

2.1 小型・省スペース

図 2 に 19 インチラックに実装した際の外観を示す。本装置は、データセンター内の 19 インチサーバラックに搭載することを前提に設計した専用機種である。

出力容量は、標準機種の GX200 シリーズの 10kVA/8kW (M-UPS100 AD2B) と比較して約 12% 増加した負荷率 0.9 の 10kVA/9kW である。ニッケル水素電池は鉛蓄電池と比較して体積当たりのエネルギー密度が 2 倍以上あるため、同容量の鉛蓄電池より小型化



図 1 「LX シリーズ」



図2 19 インチラック搭載時

が可能である。標準機種に比べて、体積が 85%、質量が 70% に低減できている。10kVA クラスの UPS としては、トップクラスの高出力・小型軽量化を実現している。19 インチラックに搭載する場合、占有スペース 5U (1U = 44.5mm) で搭載することができ、ラック搭載時の省スペース化を実現している。

2.2 高性能

LX シリーズは、通常運転時において IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) を用いたスイッチング周波数約 16kHz の高周波 PWM (Pulse Width Modulation) 制御により、電源変動を抑制しながらひずみの少ない正弦波の電圧を負荷に供給する。出力電圧精度 2% 以下、線形負荷定格時のひずみ率 4% 以下を実現している。図 3 は、装置の入力電源電圧が変動しているときの出力波形の一例である。入力電流は高力率制御方式を採用しているため、負荷機器から発生する無効電流や高調波電流の流出を抑制している。また、図 4 に示すように、停電時は入力電圧の異常を瞬時に判断し、出力電圧を無瞬断にて切換えを実現している。復電時は、入力電圧が安定した後にバッテリー運転から通常運転に切り換え、停電時と同じ出力電圧を無瞬断にて切り換えている。さらに、入力電圧異常やバッテリー異常などの各種警報出力も備えている。

2.3 長寿命化

ニッケル水素電池を高温環境下 (周囲温度 35℃) で長寿命化するためには、最適な充放電制御が必要となる。鉛蓄電池と同じ充電方法では、ニッケル水素電池の長寿命性能が期待できない。

ニッケル水素電池は、満充電後に充電を継続すると過充電の状態となり、発熱する。この発熱による温度上昇は寿命に大きな影響を及ぼす。そのため、過充電の状態になる前に充電を停止する満充電検出が重要となる。また、充電を停止するニッケル水素電池に自己放電により容量低下が発生するため、定期的に補充電を行う必要がある。

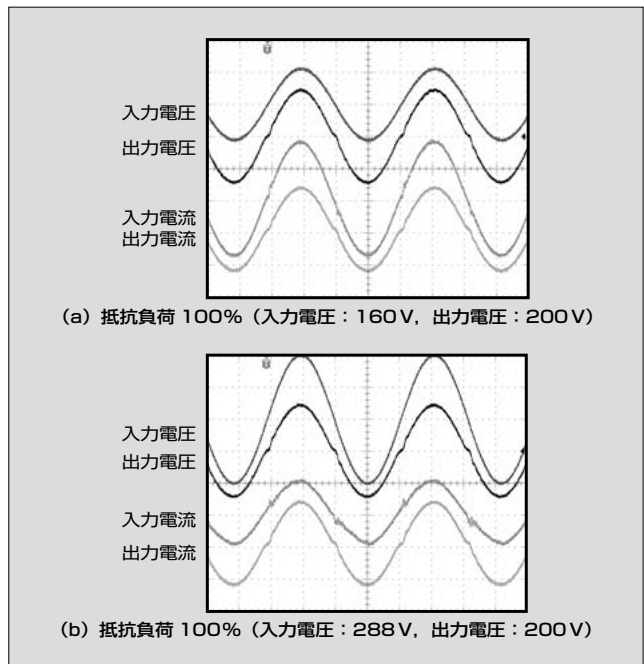


図3 入出力波形 (200V/div, 50A/div, 4ms/div)

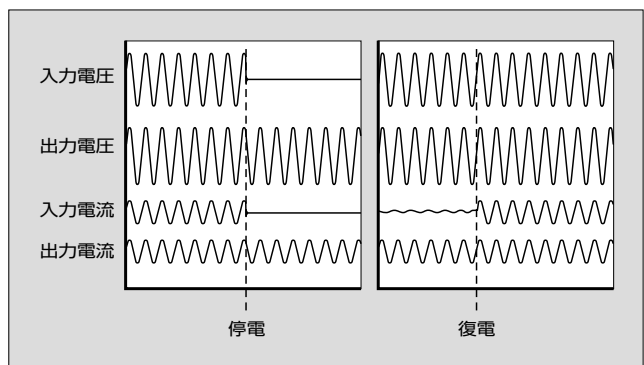


図4 停電時と復電時の切換波形

電池の充放電の最適制御を行うために、電圧と温度および充放電容量を監視する専用制御回路を内蔵し、UPS の制御と通信連携を行った。これにより、過充電および過放電を防止する充放電制御を実現した。また、電池の充放電時の内部発熱による劣化を抑えるために、電池部に冷却ファンを設置し、内部温度の上昇を抑えた。その結果、鉛蓄電池では周囲温度環境 25℃ でバッテリーが寿命 4 年であったが、このニッケル水素電池では同一温度環境にてバッテリー寿命 8 年を実現し、周囲温度 35℃ 環境下においてはバッテリー寿命 4 年を実現した。冷却ファンにおいても、長寿命ファンを採用することで高温環境下での長寿命を実現している。

2.4 豊富なオプション対応

(1) オプションカード

(a) 標準インタフェースカード

外部とのインタフェースとして、D-SUB9 ピンを用いたインタフェースカードを標準装備している。このカードは、異常情報信号や UPS 自動シャットダウン信

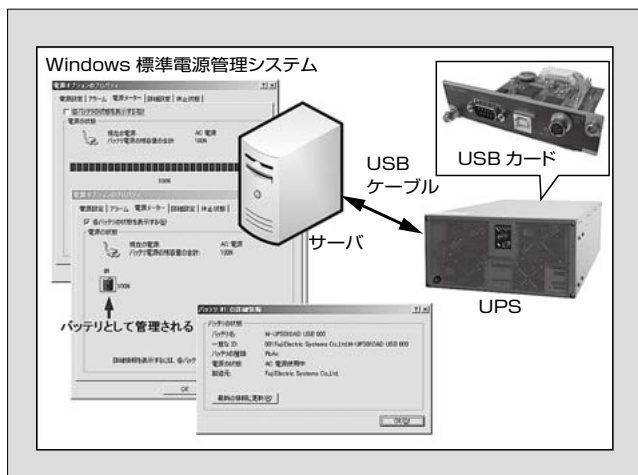


図5 USBカードの使用例

号の出力や、RS-232C のシリアル通信の入出力などに対応している。

(b) USB カード

図5にUSBカードの使用例を示す。USBカードは、USBケーブルを接続するだけで、サーバにアプリケーションやドライバをインストールすることなく、停電時にWindowsに標準の電源管理システムからシャットダウンやUPSの停止ができる。また、UPSのイベントログやデータログを内部メモリに保存する機能があり、サーバと接続するだけでこのメモリがドライブに割り付けられるため、ログデータの取得が容易である。

(c) 「Web/SNMP カード」

「Web/SNMP カード」は、Webブラウザなどを利用して遠隔地から複数のサーバの電源管理と操作ができる。

① リアルモニタリング機能

クライアントパソコンから特別なソフトウェアをインストールすることなしに、ネットワークに接続されているWeb/SNMPカードを介して、汎用ブラウザでUPSの状態が管理できる。

② マルチサーバシャットダウン機能

ネットワーク全体をバックアップする場合、複数台のサーバがUPSの負荷に接続される。これらの複数台のサーバを停電時やスケジュールに従って停止するときに、安全にシャットダウンする必要がある。

停電発生時、Web/SNMPカードはシャットダウン指令のソフトウェアのモジュール「Netshut」をインストールした複数のサーバにネットワーク経由でシャットダウン指令を送る。シャットダウン指令を受けたサーバは、さらに他のサーバにシャットダウン指令を転送する。シャットダウン指令により、UPSから電源を供給されている各サーバは安全にシャットダウンを行うことができる。

この転送を繰り返すことにより、複数台のサーバをシャットダウンするシステムが構築できる。



図6 ダウンコンバータボックス

表1 「LX シリーズ」の仕様

型 式		M-UPS100 AN2 V
運転方式		デュアルコンバージョン方式
冷却方式		強制空冷方式
入 力	電 圧	160 ~ 288 V
	相数・線数	単相二線
	周波数	50/60 Hz
	最大電流	50 A
出 力	出力容量	10 kVA/9 kW
	相数・線数	単相二線
	電 圧	200/208/220/230/240 V
	電圧精度	±2%
	波 形	正弦波
	停電切替時間	無瞬断
商用切換		無瞬断 (サイリスタ切換方式)
効 率		96%
バッテリー	種 類	ニッケル水素電池 (NIMH電池)
	バックアップ時間	5分
	公称電圧	259.2 V
外部寸法		W436.4×D780×H212 (mm)
19インチラック占有スペース		5U
質 量		89 kg
外部接続	入 力	端子台 (M6)
	出 力	端子台 (M6) NEMA L6-30×2口
使用環境	周囲温度	0 ~ 40 °C
	騒 音	55 dB (A) 以下
	相対湿度	20 ~ 95%以下

(2) ダウンコンバータボックス

図6にダウンコンバータボックスの外観を示す。ラック内に搭載されるサーバやサーバの周辺機器の中には、100V電源が必要なものもある。UPSの200V出力をダウンコンバータで100Vに変換して、100V機器への電源供給を行う。出力容量は2kVAであり、100V対応のコンセントを5個搭載している。装置前面にはトランスの負荷量が表示できるようにインジケータで表示している。

ダウンコンバータボックスは、19インチラックへの搭載用に超薄型・高効率トランスを使用することにより、19インチラックでの占有高さ2U (86.25 mm) を実現している。また、負荷の過負荷警告、地絡検出などの各種警報出力も備えている。

2.5 環境対応

標準機種は、RoHS 指令^(注2)に対応した部品を採用し、鉛フリーはんだを使用してプリント板を組み立てており、RoHS 指令に対応している。本装置は、小型制御弁式鉛蓄電池を使用せず、ニッケル水素電池を使用しており、装置全体として鉛を使用しない製品である。

③ 製品仕様

表 1 に LX シリーズの仕様を示す。装置の交流入力電圧範囲は 160 ～ 288 V とワイドレンジ対応である。出力電圧は 220/230/240 V を外部からディップスイッチで簡単に設定できるので、国内外の電源事情に対応できる。

④ 回路構成と動作

図 7 に、従来の常時インバータ方式、ラインインタラクティブ方式および富士電機独自のデュアルコンバージョン方式の比較を示す。

デュアルコンバージョン方式では、交流入力電源が変動しても電源電圧の変動分を直列コンバータが補償する。その結果、負荷には安定した電圧が供給される。このとき並列コンバータは、直列コンバータが電圧補償を行う際に使用するエネルギー分だけを補償しながら直流中間電圧を一

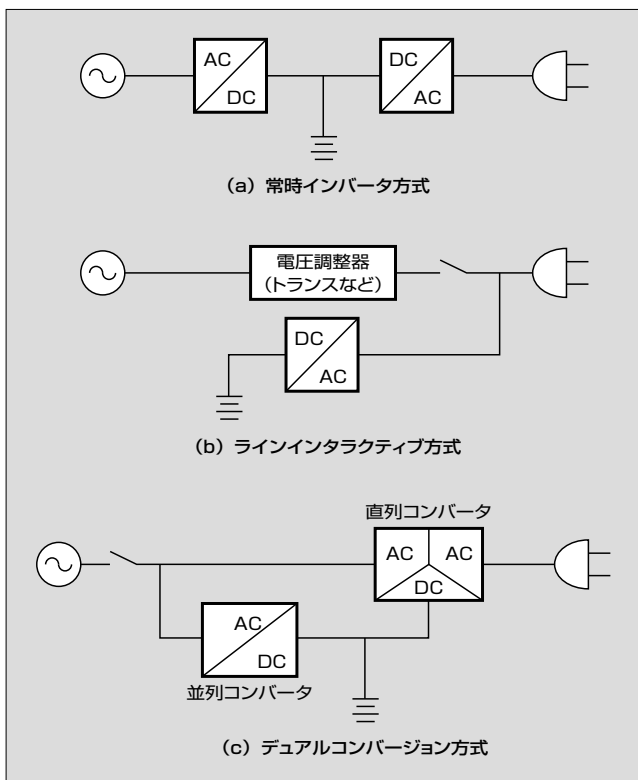


図 7 主回路ブロック図の比較

〈注 2〉 RoHS 指令：電子電気機器における特定有害物質の使用制限についての EU（欧州連合）の指令

定に制御する。入力電圧をトランスなどで電圧補正をしているラインインタラクティブ方式と比べ、デュアルコンバージョン方式では直列コンバータで出力電圧を補償するため電圧が安定する。また、出力する全ての電力をコンバータとインバータで変換している常時インバータ方式に比べ、デュアルコンバージョン方式では並列コンバータ部で電圧補償分だけのエネルギーを変換するので、変換損失を大幅に低減し、ラインインタラクティブ方式並の高効率化を実現している。

交流電源に停電が発生すると、入力側を開放すると同時に直列コンバータを用いてバッテリーから負荷に連続的に安定した電力を供給する。また、過負荷および UPS 異常時には、交流入力電源に無瞬断で切り替えが可能なバイパス回路を内蔵している。

⑤ あとがき

データセンター向けニッケル水素電池搭載ミニ UPS 「LX シリーズ」を紹介した。高温環境下でのバッテリーの長寿命化および装置の小型化を実現し、データセンターで要求される環境に十分対応できる製品である。また、この UPS が 200 V 系であることを生かし、データセンターだけでなく、各種製造装置への組み込み分野への展開が期待される。今後は、容量機種の拡大といっそうの信頼性向上を図るとともに、幅広い顧客のニーズに応えるために UPS の開発と製品化に注力していく所存である。

参考文献

- (1) 松尾浩之ほか. 高効率オンラインミニ UPS 「GX200 シリーズ」. 富士時報. 2007, vol.80, no.2, p.145-148.
- (2) 内藤英臣ほか. 富士ミニ UPS 「GX シリーズ」. 富士時報. 2004, vol.77, no.6, p.449-452.



大島 雅文

無停電電源装置の開発、設計に従事。現在、富士電機株式会社技術開発本部製品技術研究所パワエレ技術センター製品技術開発部。



森藤 裕治郎

無停電電源装置、装置のネットワーク対応、ソフトウェア設計に従事。現在、富士電機株式会社技術開発本部製品技術研究所パワエレ技術開発センター製品技術開発部。



椎名 啓順

主に小型 UPS の商品戦略・企画業務に従事。現在、富士電機株式会社パワエレ機器事業本部パワーサプライ事業部パワーサプライ企画部。



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。