

高機能・高信頼性を備えたコンパクト設計の ミニ UPS「Acrostar THA1000-10」の開発

Development of Compact Design MINI-UPS "Acrostar THA1000-10" with Multi-Function and High Reliability

小見山 慎 二* 武 本 修 一* 土 手 芳 浩*
増 岡 裕 晃* 山 中 雅 雄* 岸 本 真 治*

Shinji Komiyama Syuichi Takemoto Yoshihiro Dote
Hiroaki Masuoka Masao Yamanaka Shinji Kishimoto

Abstract

Information processing system and communications equipment network system have been showing development as an infrastructure for information-oriented society in these years. The multi-functionalization and cost reduction of computers distributed these systems resulting in the acceleration of lower power consumption. Many uninterruptible power supplies (UPS) introduced as measures against the troubles of the power supply in the market field of large and intermediate capacities are being replaced by MINI-UPS of 10kVA or less equipped with multi-functions and high reliability. Moreover, it is imperative for UPS to respond to both the monitoring system for efficient operation management and the designing for the chemical management called EU Directive, RoHS on the saving resource, and recycling. The newly developed on-line MINI-UPS "THA1000-10" of 1 kVA 800 W has achieved the smallest class in the world by adopting the further compact design with new circuit system leading to multi-function and higher reliability.

Key words: On-line UPS; Lead free solder; RoHS

1 まえがき

近年、情報処理システムおよび通信装置によるネットワークシステムは情報化社会のインフラとして発展

を続けている。コンピュータの高機能化と低価格化がシステムを分散化させ、その低消費電力化が加速している。また、その電源トラブル対策として、多くの無停電電源装置（UPS）が導入されている。そのため、市場分野は、大・中容量 UPS であったものが、10 kVA 以下のミニ UPS にシフトし、高機能・高信頼性が求められている。また、ネットワークの中で分散使

* (株)ジーエス・ユアサ パワーエレクトロニクス
技術開発部

用されるUPSを、効率よく運用管理するためのモニタリングシステムに対応することもかせない。一方、環境対応としてRoHS指令対応といった化学物質管理や省資源、さらには、リサイクルなどを考慮した環境にやさしい設計が大きな市場の要求となってきている。このような要求に対し、(株)ジーエス・ユアサ パワーエレクトロニクスでは、すでに「YUMIC-Sシリーズ」²⁾、「BIROSminiシリーズ」³⁾を商品化している。

今回開発した常時インバータ給電方式 1 kVA 800 W のミニ UPS “THA1000-10” は、それらシリーズの性能を引き継いだ統合商品「Acrostar THA シリーズ」として、ネットワーク対応、環境対応するとともに、新しい回路方式の採用により、世界最小クラスのコンパクト設計を実現し、高機能・高信頼性を得ることができたので、以下にその概要を報告する。

2 本装置の概要

2.1 主回路構成

本装置は、商用同期形の常時インバータ給電方式を採用した。Fig. 1 に主回路ブロック図を示す。主回路は、入力交流電圧を直流に変換する整流器と直流を交流に変換するインバータで、安定した交流電圧を負荷に供給する。双方向チョッパー回路は、通常時は電池を充電し、入力停電など入力系統の異常を検出した場合は、電池電圧を昇圧し、無瞬断でインバータに電力を供給する。また、過負荷や故障時は AC スイッチ回路により無瞬断でバイパス給電に切り換え、負荷への電力供給を継続する。定期メンテナンス時の電池交

換は、バイパス回路により負荷へ電力を供給した状態で、充電回路を切り離すという回路構成にすることにより、無停止保守が可能となる。

2.2 外観構造

Fig. 2 に本装置の外観写真を示す。寸法は、143 幅 × 222 高 × 395 奥行 (mm) で、その質量は 16 kg となり、小形化を実現した。また、デザインは、オフィスに設置した場合にも充分映えるようシャープなイメージにした。色調は、パネルを含めすべて黒を基調とした落ち着いた色合いを採用した。正面には、運転状態を表示するランプとその詳細内容を表示する 8 セグメント LED および運転 / 停止や機能設定をするスイッチを配置し、正面から運転操作と確認をおこなう。裏面には、入力プラグ、出力コンセントを 4 個、増設バッテリー用コネクタ、外送・通信コネクタおよび LAN カード・USB などのオプションに対応するスロットを配置した。運転 / 停止スイッチは保護カバーを装備し、出力コンセントは抜け止めタイプを採用したことにより、誤操作および電源コード抜けによる負荷停止の危険性を防止した。

3 回路方式

3.1 整流器とインバータ回路

整流器は昇圧形倍電圧回路、インバータはハーフブリッジ回路を採用した。この回路方式は、入出力の絶縁を省略することができるために、回路構成がシンプルで、高効率を実現することができる。さらに、整流器は主素子 IGBT をスイッチング動作させることによ

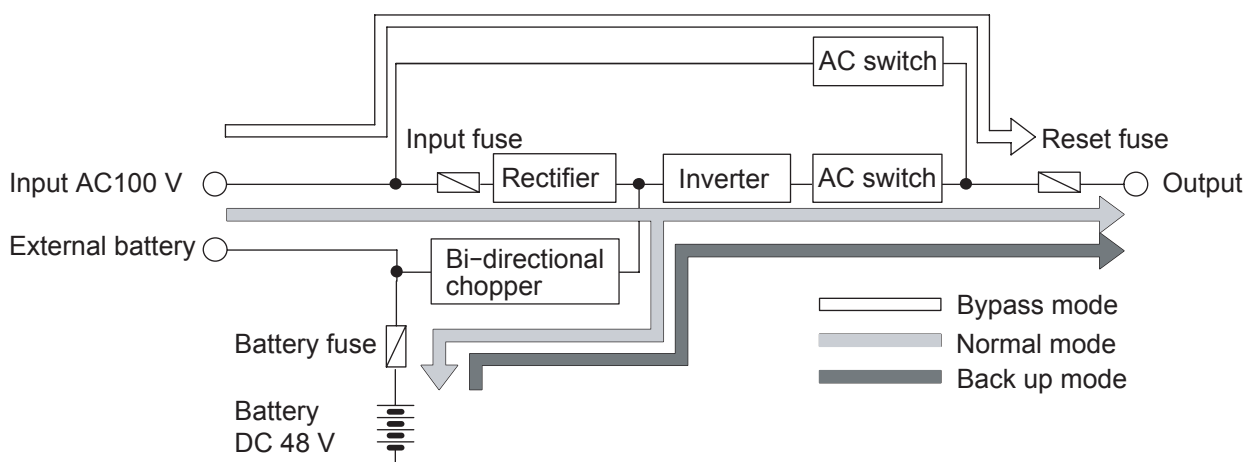


Fig. 1 Main block diagram of newly developed UPS model THA1000-10.



Vertical installation



Horizontal installation

Fig. 2 External appearance of newly developed UPS model THA1000-10.
Dimensions WDH143 x 395 x 222 mm, Mass 16 kg.

り、電流波形と電圧波形とを同相の正弦波に制御し、入力力率をほぼ100%に、その電流歪率を5%以下にすることができる。また、インバータは主素子IGBTを高周波マルチPWM方式のスイッチング動作により低歪の安定した交流電圧を出力することができる。

3.2 双方向チョッパー回路

3.2.1 従来のチョッパー回路の問題点

ハーフブリッジ形コンバータの場合、交流100Vを負荷に供給するためには直流リンク電圧は360V程度が必要であり、昇圧チョッパーを介してバッテリーを接続する回路方式が一般的に用いられる⁴⁾。

バッテリーの使用個数を減らす設計はコストメリットに寄与するが、直列電圧が低くなることによって昇圧チョッパーの昇圧比が大きくなり、チョッパー回路

の効率の低下を招く。また、ハーフブリッジ形インバータの回路構成において、負荷に正負のアンバランス成分が含まれていると、直流リンク電圧の上下の電圧にアンバランスが生じ、交流出力へのDC成分の重畳や、内部回路の耐電圧が問題となる。このため、昇圧チョッパー回路には、この電圧をバランスさせるための回路が必要となる。

3.2.2 新方式の双方向チョッパー回路の動作

今回、1つのリアクトルを正・負独立して交互に変換制御する新しい昇圧チョッパー回路を採用した。この回路は、正・負の中間リンク電圧を個々に昇圧制御することによって、従来のチョッパー回路に比べて昇圧比を半分に抑えることができる。それによって、低耐圧の高速FETを使用することが可能となり、高効率を実現できる。そのうえ、正・負バランス機能の改善も可能となる。さらに、このリアクトルを利用して充電回路も構成できるので、独立した充電器の回路も不要となる。

3.3 制御回路

システムの高機能化のために32ビットの高性能ワンチップマイコンを採用した。このマイコンは、内部に高速・高精度のA/DコンバータやPWM制御等の周辺モジュールを内蔵しているため、整流器・双方向チョッパー・インバータ回路のすべてのシーケンス制御を1個で処理できることから、制御回路の簡略化が実現できた。

4 モニタリングシステムへの対応

本UPSは、RS232Cの通信インタフェースを標準装備することにより、当社の高機能モニタリングソフト“Acroware-BasePRO”⁵⁾の使用を可能にしている。この運用管理の機能としては、UPSの状態監視、バッテリー寿命管理、コンピュータのスケジュール運転がある。本ソフトウェアは、マルチサーバシャットダウン機能や上位ミドルウェア用のインタフェース機能を備えているので、高度なシステム運用にも柔軟に対応することが可能である。また、同時に装備した外送接点信号により、AS400、UPSサービス等のシャットダウンシステムにも対応可能である。さらに、オプションスロットにUPS用LANカード“Acroware-LAN Agent3”を搭載することによりネットワーク経由でのUPSの状態監視、バッテリー寿命管理、コンピュータのスケジュール運転が可能となる。このオプションスロット用には、USBや外送端子台用の通信インター

フェースボードなどを準備している。そのネットワーク管理の代表的な画面を Fig. 3 に示す。

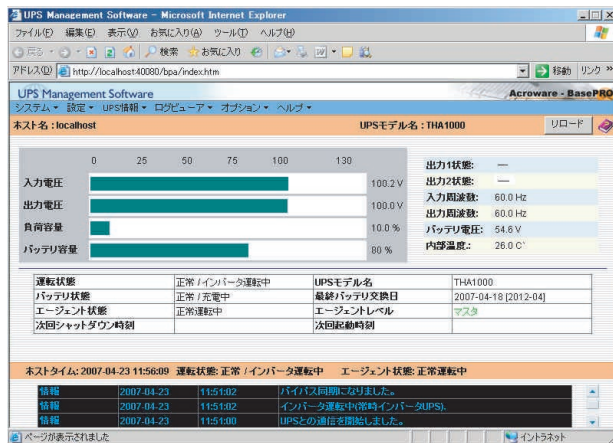
5 電気的特性

Table 1 に本 UPS の要項表を示す。バッテリーは、

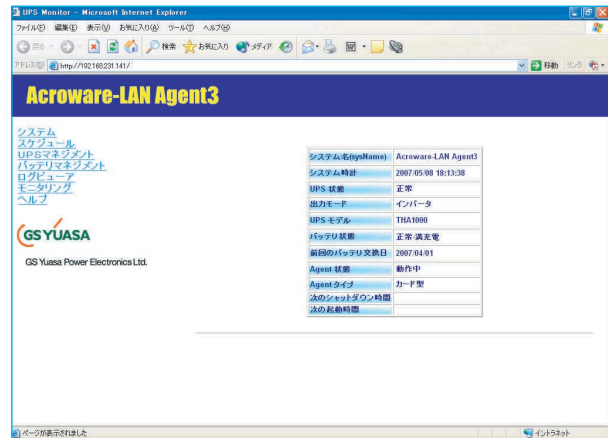
高率放電特性にすぐれた長寿命小形制御弁式鉛蓄電池を採用し、変換効率の向上により 600 W 10 分間の保持時間の切換えを達成した。

5.1 入出力波形

Fig. 4 に本 UPS の出力電圧・電流波形を、Fig. 5 に入力電圧・電流波形を示す。入力電流は、高力率コ



Acroware-BasePRO



Acroware-LAN Agent3

Fig. 3 Representative network management display of Acroware.

Table 1 Details of specification of newly developed UPS model THA1000-10.

| Items | | | Notes |
|----------------------|-----------------------|--|--|
| AC output | Power rating | 1000 VA (800 W) | Rated load |
| | Operating method | Normal inverter power supply | |
| | Transfer mode | Synchronous switched method | |
| | Transfer time | Uninterruption | See (1) |
| | Rating type | 100% continuous rating | |
| | Phase | 1 phase 2 wire | |
| | Voltage | 100 V | |
| | Voltage stability | -1% , +3% | |
| | Frequency | 50 / 60 Hz | |
| | Frequency stability | ± 0.5% | At AC power failure |
| | Voltage THD | Less than 3% | At linear load |
| | Transient response | Less than ± 10% (Less than 100 msec.) | At input voltage step ± 10% or at 0% ⇔ 100% linear load |
| | AC input | Phase | 1 phase 2 wire |
| Voltage | | 100 (max. 132 V – min. 70 ~ 85 V at 0 ~ 100% load) V | |
| Frequency | | 50 / 60 Hz ± 3 Hz | |
| Typical power rating | | 1000 VA | |
| Battery | Power factor | More than 95% | At rated load |
| | Typical backup time | 10 min. | See (2) |
| | Typical charging time | 4.5 hours | Nominal voltage 48 V |
| Others | Type | Small-sized valve regulated lead-acid battery | High rate discharge and long life type |
| | Operating temperature | 0 – 40 °C | Without condensation |
| | Humidity condition | 30 – 90% | |
| | Cooling system | Forced-air cooling | |
| | Typical audible noise | 40 dB (A) (50 dB (A) at fan high-speed) | 1 m from the front At rated load |
| | Dimensions | W 143 x D 395 x H 222 mm | Exclude protuberances |
| | Typical mass | Less than 16 kg | |
| | Color | Black | |
| | Insulation resistance | More than 5 MΩ | At DC500 V megger |
| | Withstand voltage | 1500 V / min. | Input & output-FG |

(1) Exclude inverter failure.

(2) Initial characteristic of battery at temperature 25 °C, load 600 W.

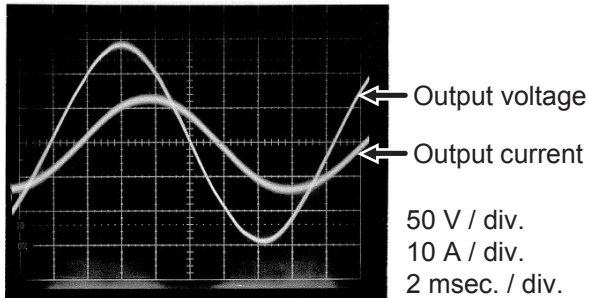


Fig. 4 Representative output waveforms of newly developed UPS model THA1000-10 at input voltage 100 V / 60 Hz and output load 1 kVA / 800 W.

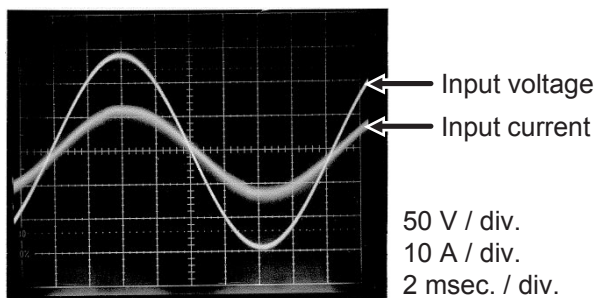


Fig. 5 Representative input waveforms of newly developed UPS model THA1000-10 at input voltage 100 V / 60 Hz and output load 1 kVA / 800 W.

ンバータ回路により、入力電圧波形と同相の低歪みの正弦波波形を実現した。

5.2 静特性

Fig. 6 に本 UPS の効率特性を示す。定格入出力時、AC/AC 変換効率 88.2% DC/AC 変換効率 86.0% と高い値を得た。Fig. 7 に出力電圧歪率特性を示す。定格整流器負荷で 5.2%、定格線形負荷で 1.6% の低歪の波形を得た。Fig. 8 に入力力率特性を示す。高力率コンバータによる力率改善制御の結果、入力力率 98.4% 入力容量 930 VA 以下、入力電流歪率 5% 以下と高性能を実現した。出力電圧はマイコン制御回路で高精度に制御されており、定電圧精度 $\pm 2\%$ を充分満足した。

5.3 動特性

Fig. 9 に停電時の波形を、Fig. 10 に負荷急変時の波形を示す。高周波マルチ PWM 方式にて瞬時値制御しているため、負荷急変 0 ~ 100% において過渡電圧変動 $\pm 10\%$ を満足している。Fig. 11 にバイパス切換え時の波形を示す。同期無瞬断切換えを実現した。

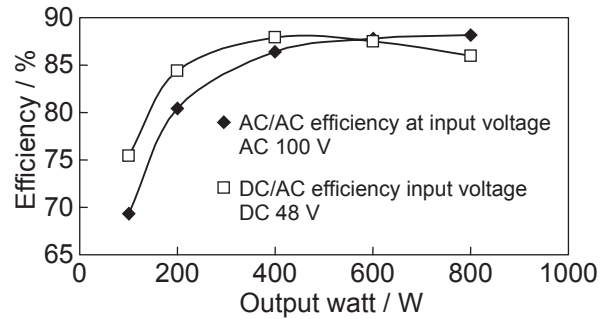


Fig. 6 Representative efficiency characteristics of newly developed UPS model THA1000-10.

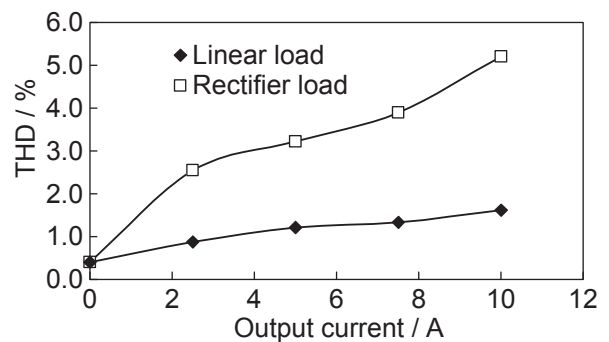


Fig. 7 Representative output voltage total harmonic distortion characteristics of newly developed UPS model THA1000-10.

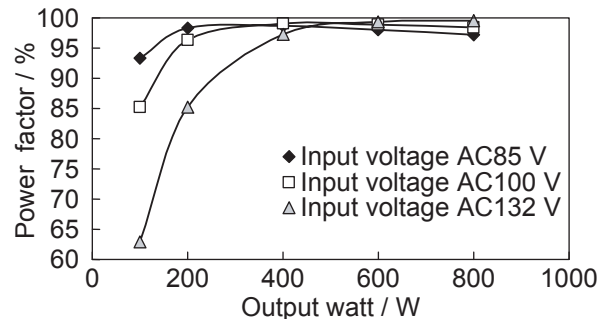
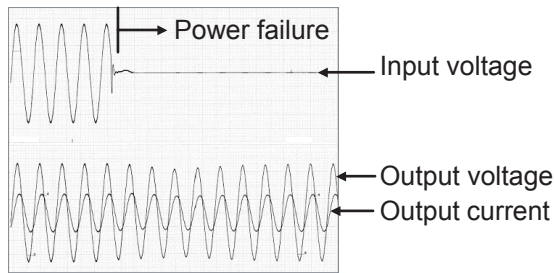


Fig. 8 Representative input power factor characteristics of newly developed UPS model THA1000-10.

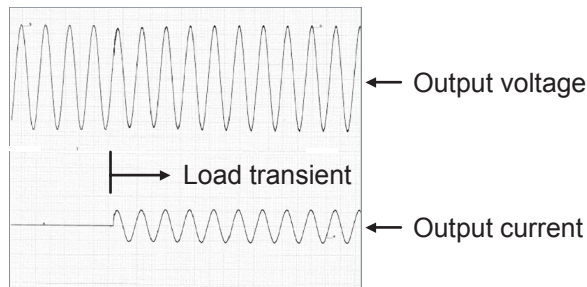
6 機能および特長

今回報告する“THA1000-10”は、当社の統合商品となる「Acrostar THA シリーズ (常時インバータ給電方式、1 ~ 5 kVA)」の 1 kVA 機種である。豊富なオプションと高機能・高信頼性とコストパフォーマンスを兼ね備えた商品であり、サーバー、外部記憶装置



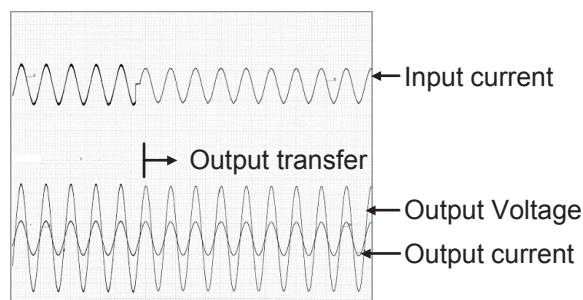
40 V / div.
10 A / div.
10 msec. / div.

Fig. 9 Representative output waveforms of newly developed UPS model THA1000-10 after AC input power failure under the condition of input and output loads of 100 V / 60 Hz and 1 kVA/ 800 W.



40 V / div.
10 A / div.
10 msec. / div.

Fig. 10 Representative output waveforms of newly developed UPS model THA1000-10 after transient response of output load from 0 to 100% under the condition of input voltage 100 V / 60 Hz.



40 V / div.
10 A / div.
10 msec. / div.

Fig. 11 Representative output waveforms of newly developed UPS model THA1000-10 after output transfer inverter to bypass under the condition of input voltage 100 V / 60 Hz.

(ストレージ)、ネットワーク機器、FAシステム、金融システム、通信システム、制御システムおよび防災・監視システムなど、さまざまな用途のユーザーニーズに応えるための多くの機能と特長を搭載した。以下にその一例を示す。

6.1 常時インバータ給電方式UPSで世界最小クラスのコンパクト設計

1 kVA 800 Wの常時インバータ給電方式では、世界最小クラスの小型化を実現した。縦置き横置き兼用タイプで、床面積・高さ方向に対してフレキシブルな設置方法を実現した。

6.2 幅広い入力電圧範囲に対応

入力電圧下限値の範囲を幅広く対応することにより、瞬時電圧低下等による頻繁なバッテリー運転への切換え動作が軽減し、バッテリーの長寿命化に寄与する。動作可能な入力電圧の上限値は、132 V一定で、下限値は、負荷率の0～100%の値により、70～85 Vの範囲で対応する。

6.3 充実したバッテリー診断機能

起動時や手動（正面スイッチ）および自動（管理ソフトウェア）による寿命診断機能と温度監視により、バッテリーの劣化による障害を未然に防止することができる。バッテリー交換時期を超過した場合は、強制的に充電器を停止し、寿命末期のトラブルを未然に防止する。また、残寿命年数を表示し交換時期の目安をユーザーに認識させることを可能とした。

6.4 バッテリーのホットスワップ交換

パック構造のバッテリーは、システムを停止することなく、正面パネルを取り外すことで、安全かつ簡単に交換することを可能とした。

6.5 わかりやすい状態表示

正面パネルの4つのランプと8セグメントLEDの表示状態により、UPSの状態が一目で判定できる。ユーザーから表示状態の連絡を受けるだけで、故障内容等に対してもよりの確な対処方法を指示することが可能となる。8セグメントLEDの表示内容は、通常時は、バッテリーレベルを表示し、切換えスイッチにより負荷率のレベルを表示する。トラブル時は、その詳細内容を数字で表示する。

6.6 バックアップ時間の延長

延長用バッテリーボックスを追加することによって、システム要求にあったバックアップ時間をフレキシブルに選択できる。“THA1000-10”は4時間までの対応が可能である。

6.7 省電力動作モードを搭載

接続された負荷容量により自動で省電力のバイパス運転に切り替える省エネ運転機能を搭載し、負荷停止時の内部消費電力が低減できる。

7 オプション

メンテナンスバイパスボックス、簡易固定金具および接点ボードなど、豊富なオプションを準備してあらゆるニーズに対応できる。

8 むすび

今回開発した“THA1000-10”は、高機能・高信頼性を備えたUPSとして、ネットワーク対応、環境対応するとともに、新しい回路方式を採用することにより、常時インバータ給電方式 1 kVA 800 W のミニUPSとしては、世界最小クラスのコンパクト設計を

実現することができた。

今後は、THA シリーズを出力容量 5 kVA までラインナップ化させることや長寿命対応した Ni-MH 電池搭載モデルも開発していくことによって、さまざまな顧客のニーズに最適な電源ソリューションを提供していく所存である。

文 献

- 1) 山中雅雄, 木村卓美, 谷村吉洋, 今川徹之, 高田知明, 岩出徹, 坂根誠, ユアサ時報, (89), 20 (2000).
- 2) 岩出徹, 谷村吉洋, 今川徹之, 高田知明, 木村卓美, 山中雅雄, 平地克也, ユアサ時報, (94), 9 (2003).
- 3) 松原一郎, 山下健史, 武本修一, *GS Yuasa Technical Report*, **2** (1), 55 (2005).
- 4) 坂根誠, 岩出徹, ユアサ時報, (82), 9 (1997).
- 5) 今泉博文, 今川徹之, 坂根誠, *GS Yuasa Technical Report*, **3** (2), 42 (2006).