

ネットワーク対応の交流無停電電源装置 「バイロスミニ FNJ/REI シリーズ」の開発

Development of Uninterruptible Power Supply “BIROS–mini FNJ/REI Series” for Network

松原 一郎* 山下 健史* 武本 修一*

Ichiro Matsubara Takeshi Yamashita Shuichi Takemoto

Abstract

The uninterruptible power supply "BIROS–mini FNJ/REI series" has been developed to meet the strong demand of more capacious and thinner for high space efficiency of computer network system. The newly developed UPS has the feature of large capacity of 5 kVA with a thickness of the thinnest class of height 4U to cover the load equivalent to 1 or 2 rack-mount in 100 V, 10 minutes backup system. The optional products are also available for the diverse configuration of net work system.

1 まえがき

近年、高度情報化社会において、コンピュータをはじめとする各種電子機器によるシステムを支える電力は、一瞬の停電、電圧低下も許されないきわめて高度な品質が要求される。そのなかでも、コンピュータは高性能・小形化・低コスト化の流れのなかで、増設、容量アップ等が容易な構造のコンピュータサーバーとして、ラックタイプ化が急速に進んでいる。また、通信分野では固定電話、携帯電話からコストパフォーマンスの高い IP 電話への切替が急速に進んでおり、その市場においても、インテリジェントハブやルータはラックタイプであり、ラックタイプのバックアップ電源が重要視されてきている。それに合わせて、ラックタイプ UPS においても、高性能・低コストはもちろん、

1 ラック架台に収納できる装置の高さが限られているため、より多くの負荷機器を収納できる小形、とくに薄形のものが必要されている。

このほど、2 ラック架台分までの負荷機器をバックアップ可能な 100 V, 5 kVA の UPS 「BM5000FNJ/REI シリーズ」を開発した。この UPS は、EIA^{*1} 規格の 19 インチラックのサイズに対応している。高さ 176 mm であり、ラックの最小単位 (1U: 44.45 mm) の 4 倍 (4U) である。常時インバータ給電方式、100 V, 5 kVA, 10 分バックアップ仕様としてはクラス最薄サイズのものである。本報告は、その概要について述べたものである。

* (株) ジーエス・ユアサ パワーエレクトロニクス

* 1: EIA とはアメリカ電子機械工業会のことで EIA-310-D (第一部) に 19 インチラックの規格が定義されている。

2 特長

今回、開発したUPS "BM5000-10FNJ/REI"の外観写真および外形図をそれぞれ Fig. 1 および Fig. 2 に示す。上部にインバータ部、下部にバッテリー部を配置し、バッテリーへの熱影響を考慮したセパレート構成とした。インバータ部の正面に運転状態を表すLED、操作スイッチおよび吸気ファンを配置し、背面には、入出力端子台、配線用遮断器 (MCCB)、バッテリー用コネクタ、無電圧警報接点端子台、排気ファン、ネットワークカード (オプション) および出力コンセントが配置されている。また、フロントパネルはブラックおよびシルバーの2色をラインナップしており、サーバーに合わせてパネル色を選択できるようにしている。その仕様を Table 1 に示す。このUPSはコンピュータサーバーおよび通信



Fig. 1 External appearance of UPS "BM5000-10FNJ/REI".

分野の市場要求に特化した機能を備えている。その特長をつぎのようにまとめることができる。

2.1 常時インバータ方式

高信頼性が要求される市場に合わせて、常時インバータ方式を採用した。その容量は、100 V, 5 kVA である。

Table 1 Detail of Specifications for UPS "BM5000-10FNJ/REI".

Model	BM5000-10FNJ/REI		Note	
AC output	Power rating	5000 VA (3500 W)	Rated load	
	Operating method	Normal inverter power supply		
	Transfer mode	Synchronous switched method	Excluding inverter failure	
	Transfer time	Uninterruption		
	Rating type	100% continuous rating		
	Phase	1 phase 2 wire	Automatic selection	
	Voltage	100 V		
	Voltage stability	-1% , +3%		
	Frequency	50 / 60 Hz		
	Frequency stability	± 0.5%		At AC power failure
	Voltage THD	Less than 5%		At linear load
Transient response	Less than ± 10% (p-p) (Less than 3 msec.)	At input voltage step ± 10% or at 100% linear load		
AC input	Phase	1 phase 2 wire	At rated load	
	Voltage	100 (85-115) V		
	Frequency	50 / 60 Hz ± 5%		
	Typical power rating	5000 VA		
Battery	Typical backup time	10 min.	Load of 3000W at the temperature of 25 °C by initial characteristic of battery	
	Typical charging time	4.5 hours	Normal voltage 252 V	
	Type	Small-sized valve regulated lead-acid batteries	High rate discharge and long life type	
Others	Calorific value	480 W , 1728 kJh ⁻¹	At rating of input & output	
	Operating temperature	0 - 40 °C		
	Humidity condition	30 - 90%		
	Cooling system	Forced-air cooling		
	Typical audible noise		50 dB (A)	1 m from the front
			(55 dB (A) at fan high-speed)	At rated load
	Dimensions 1 (position 1 / normal)	Power processor unit (PPU)	W 478 x D (33 + 700) x H 87 mm	Excluding protuberances
		Battery unit (BU)	W 478 x D (27 + 675) x H 87 mm	
	Dimensions 2 (position 2)	Power processor unit (PPU)	W 478 x D (83 + 650) x H 87 mm	
		Battery unit (BU)	W 478 x D (77 + 625) x H 87 mm	
	Typical mass (PPU / BU)		27 kg / 63 kg	
	Front panel color	-BL	Black metallic	
		-SL	Silver metallic	
Insulation resistance		More than 5 MΩ	At DC 500 V megger	
Withstand voltage		AC 1500 V 1 min.	Input & output - FG	

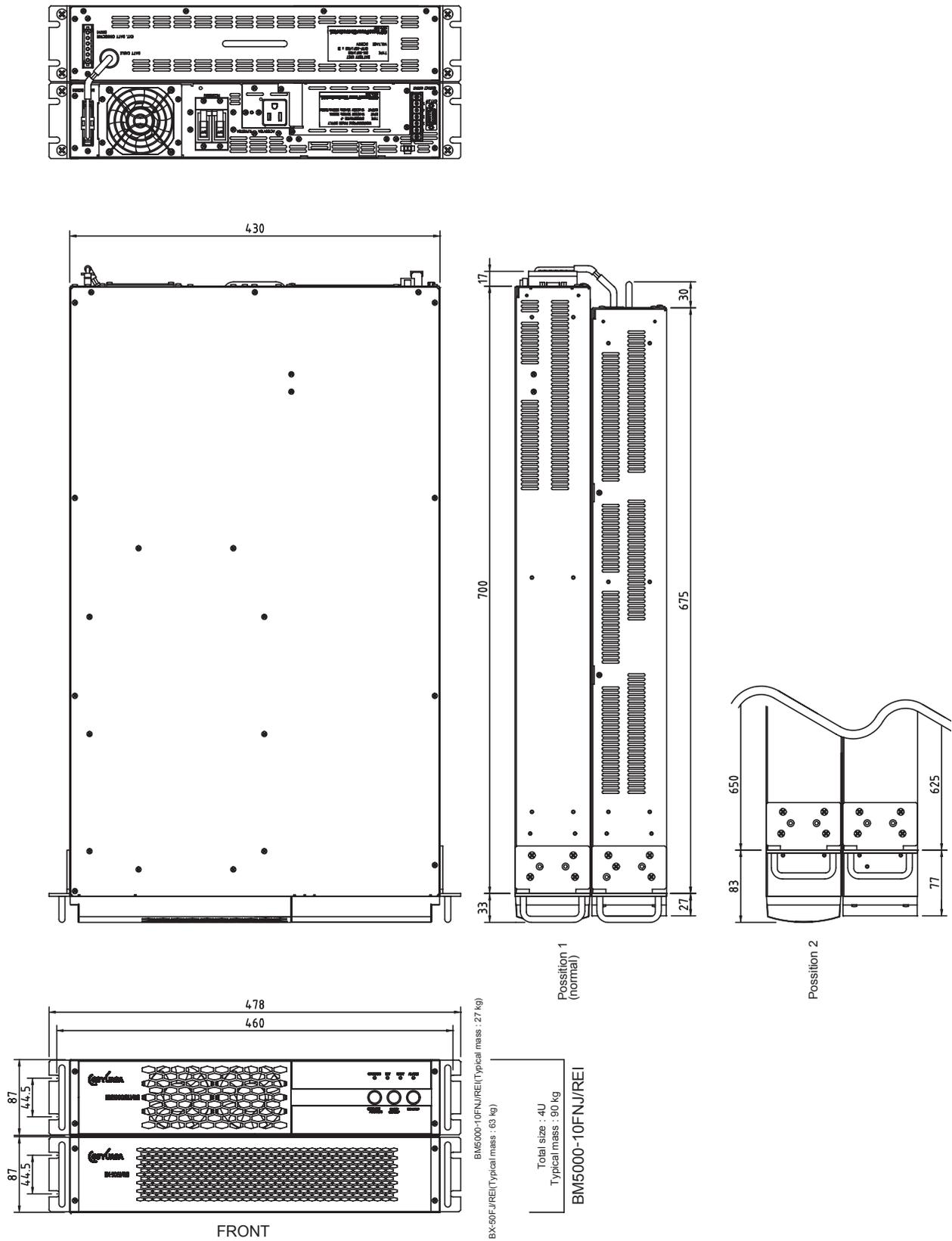


Fig. 2 External view of UPS "BM5000-10FNJ/REI".

2.2 超薄形ラックマウントタイプ

省スペース化が要求される市場に合わせて、クラス最薄の4U（インバータ部2U + バッテリー部2U）サイズとした。その開発には、つぎの点を考慮して設計をおこなった。

2.2.1 小形部品の採用

インバータ部分を当社の従来品より、小形化・省スペース化を実現するために、新規部品採用および実装密度を大幅に向上させた。また、高さ（2Uサイズ／87 mm）寸法の制約のために、主回路を2並列構成として1回路あたりの電流を小さくし、小形部品を採用して装置の小形化をはかった。

2.2.2 効率の向上

寸法制約のために使用できる部品に限られるなか、装置効率を向上させるために、整流器およびチョッパの昇圧電圧を引き下げ、スイッチング周波数についても大幅に引き下げた。それに合わせてチョークコイルの設計を最適化した。切換回路はインバータ給電側がリレー切換となる導通ロスの少ないハイブリッド切換方式を採用した。その結果、当社の従来品と同等の88.0%（定格入出力時）のAC/AC効率を得ることができた。

2.2.3 熱設計の最適化

UPSを小形化するために、熱設計の最適化をおこなった。寿命に対する温度の影響度が大きい部品を発熱部分から分離するとともに、吸気ファンを前面に2個、排気ファンを1個を配置して、さらに、風洞を設けて、その流量、方向も制御することにより、熱の影響を極力排除した。

2.2.4 省スペース化

ほとんどすべての部品を基板実装する設計によって、ハーネス部品の大幅な削減をおこない高密度実装によって省スペース化をはかった。合わせて、その組立工数の低減をはかった。

2.3 寿命対策と保守性

バッテリーは高率放電・長寿命タイプの小形制御弁式（シール）鉛蓄電池を採用した。また、一般的に保守交換部品となるファンおよび電解コンデンサなどの短寿命部品については、長寿命タイプのものを採用し保守負担を低減した。これらの構成部品の長を、その保守性とともにまとめると、つぎのようになる。

2.3.1 バッテリー

トリクル（フロート）期待寿命6年（0.25 CA, 25℃）のPXLシリーズ（当社製）を搭載した。電池の収納箱は、熱の影響を遮断するためにインバータ部分

から分離する構造として、信頼性を高めた。そのために、バックアップ時間の拡張時の増設作業およびバッテリー交換作業が容易に実施できるようになった。

2.3.2 ファン

長寿命タイプを採用して信頼性を高めるとともに、その速度を内部温度および負荷量に応じて制御することにより、長寿命化をはかった。また、保守性の面からは、前面・背面からの交換を可能にして、ラックに搭載したままで、容易に交換できるようにした。

2.3.3 電解コンデンサ

装置の寿命にとって大きなウエイトをもつものであり、温度の影響を大きく受ける。そのために、発熱部となる高周波スイッチング部分から距離を確保して、その間に風洞を設け、外部より空気を直接取り込み、熱の影響を極力少なくした。接続には銅バーを使用しインピーダンスの低減をはかりサージ電圧の発生を低減した。

3 システム構成

開発したUPSのシステム構成をFig. 3に示す。本UPSは、常時インバータ給電方式を採用しており、商用受電時は入力交流電圧を直流電圧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に変換して負荷に電力を供給する。同時に充電器回路により通常時は電池をフロート充電している。入力停電時など入力系統の異常を検出したときには、フロート充電されたバッテリーの直流電圧をチョッパー回路により昇圧し無瞬断で負荷に電力を供給する。過負荷、故障時はACスイッチによりバイパス給電に切り換え、無瞬断で負荷への供給を継続する。

4 主回路構成

4.1 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形の回路を採用した。この回路では入力電源のS（接地）相が入出力共通（トランスレス方式）となり、入出力の絶縁を省略できるために構成を単純化できる。そのために、部品点数を削減できるとともに、高効率化も可能であることから、省スペース化にはとくに有利となる¹⁾。

4.2 チョッパーと充電器回路

チョッパーは、小形化をはかるために、部品点数が少なく、効率の良いシングル昇圧チョッパー回路方式を採用した。充電器回路は、整流器の倍電圧を電源に

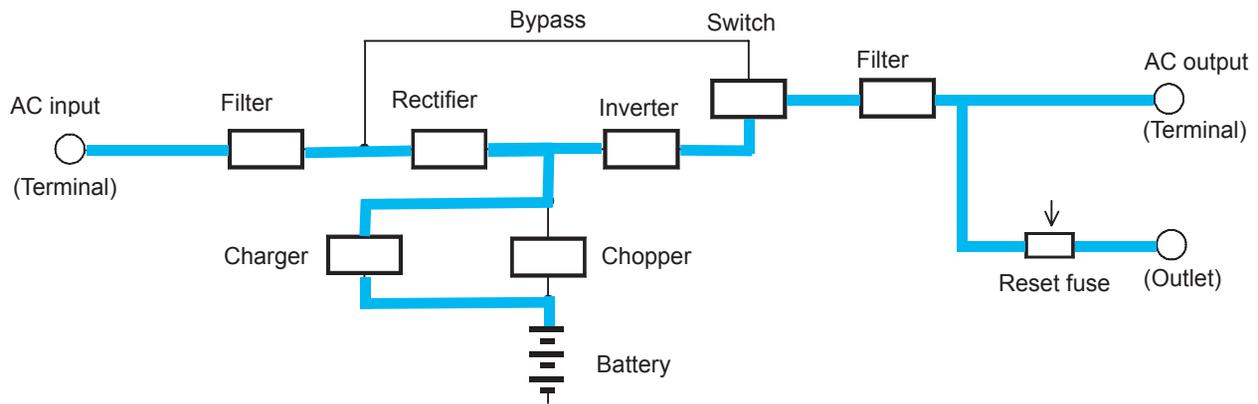


Fig. 3 System diagram for newly developed UPS "BIROS-mini FNJ/REI series" at inverter supply.

した定電圧・定電流制御をおこなう降圧チョッパー回路方式を採用した。

4.3 切換 (AC スイッチ) 回路

商用給電側はSCR (サイリスタスイッチ), インバータ側はリレーを採用した。インバータ側をリレーにすることにより, 従来のSCRの場合に比べて導通ロスを軽減し, ドライブ回路を省略できることから省スペース化に有利である。また, リレーの動作時間を考慮し商用給電側のSCRのOFFを遅らせることにより無瞬断切換を可能にした。

5 特性

5.1 静特性

5 kVA 線形負荷 (力率0.7) 時の入力電圧・電流波形を Fig. 4 に示す。なお, 入力電流は, 高力率コンバータの採用により, 入力電圧波形と同相の正弦波

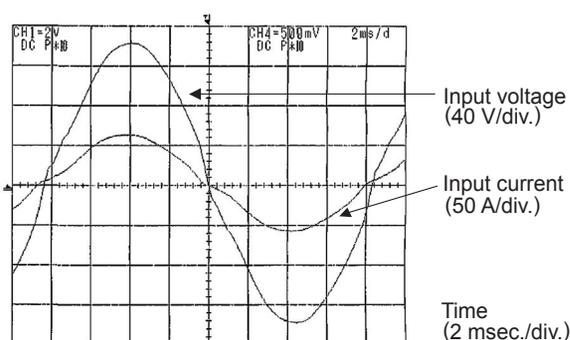


Fig. 4 Input voltage and current waveforms for UPS "BM5000-10FNJ/REI" at input voltage of 100 V and output of 5 kVA / 3.5 kW.

(低歪) 波形となった。入力力率 0.99 (定格入出力時), 5 kVA 線形負荷 (力率0.7) 時の出力電圧・電流波形を Fig. 5 に示す。図のような低歪波形 (歪率5%以下) が得られた。また, 定格入出力時の AC/AC 効率および DC/AC 効率の値は, それぞれ 88.0% および 91.0% となり, 良好な特性が得られた。

5.2 動特性

停電および復電時における出力電圧および電流の波形を Fig. 6 および Fig. 7 にそれぞれ示す。いずれの場合も過渡電圧変動率 $\pm 10\%$ 以下, 電圧瞬時変動回復時間 3 msec. 以下と良好な特性であることがわかる。

6 付加機能

6.1 インターフェイス

無電圧警報接点端子および RS232C ポート (D-SUB9) を標準装備した。

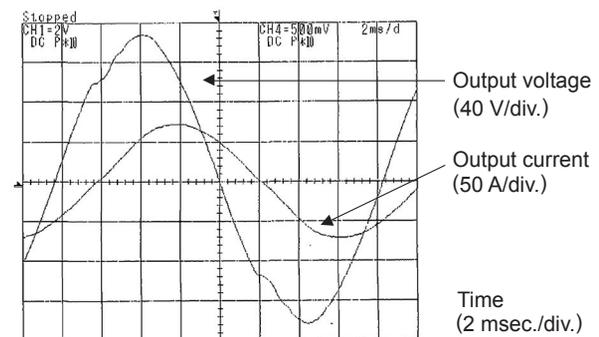


Fig. 5 Output voltage and current waveforms for UPS "BM5000-10FNJ/REI" at input voltage 100 V and output 5 kVA / 3.5 kW .

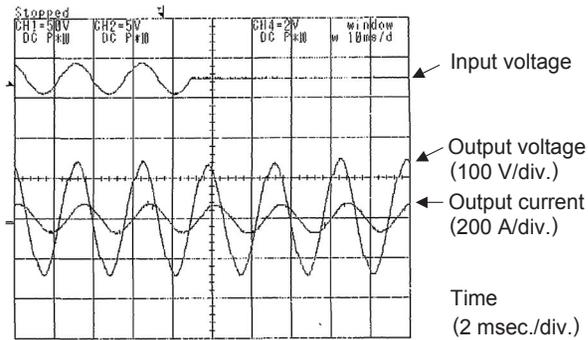


Fig. 6 Output voltage and current waveforms for UPS "BM5000-10FNJ/REI" at AC input fail. Input voltage 100 V, Output 5 kVA / 3.5 kW

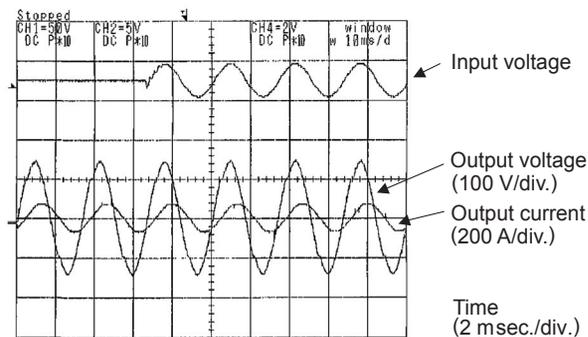


Fig. 7 Output voltage and current waveforms for UPS "BM5000-10FNJ/REI" at AC input release. Input voltage 100 V, Output 5 kVA / 3.5 kW

6.2 ネットワーク対応

"BM5000-10FNJ/REIN" (ネットワークカード付のタイプ) を標準ラインナップした。SNMP (Simple Network Management Protocol) エージェント機能と Web サーバー機能を装備し、あらゆるコンピュータ環境に対応できるようにした²⁾。

6.3 バッテリーチェック

起動時および自動バッテリーチェック (30 日に一度) により、バッテリーの劣化を判定しユーザーに知らせる機能を備えた。

7 オプション

7.1 長時間バックアップ

標準のバッテリー箱 (BX-50FJ/REI) を最大 6 個接続し 110 分までの長時間バックアップ仕様に対応できるようにした。

7.2 メンテナンスバイパスボックス (BOP50FJ/REI-MB)

1U サイズのメンテナンスバイパスボックスを使用することにより、負荷を停止することなくインバータ部やバッテリー部の交換を可能とした。

7.3 トランスボックス (BOP50FJ/REI-TR/MB)

2U サイズのトランスボックスを使用することにより、入力 100/190/200/220 V, 出力 100/190/200/210 V に対応することができるようになった。また、標準でメンテナンスバイパス回路を内蔵しており、負荷を停止することなくインバータ部やバッテリー箱の交換を可能とした。

8 あとがき

今回開発した UPS は、コンピュータサーバー向けに特化して、常時インバータ給電、100 V, 5 kVA, 10 分バックアップ仕様としてクラス最薄サイズ (4U) を実現することができた。また、ネットワーク機能・200 V 対応・長時間バックアップ (110 分)・フロントパネル 2 色ラインナップ等のオプション類も豊富に用意し、ユーザーの要望に答えるものと期待している。さらに、現在開発中の "BM3000-5FNJ/REI" (2005 年秋頃発売予定) をあらたにシリーズに加え、あらゆるシステムに対応できる UPS としていくために、今後とも改良をおこない、ユーザーの要求にマッチした製品を提供していきたい。

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) 大橋正人, 大石幸雄, GS News technical Report, **59** (1), 27 (2000).