

環境対応貨幣識別装置

Eco-friendly Currency Identification Devices

松澤 光明 Mitsuki Matsuzawa

飯嶋 茂 Shigeru Iijima

植田 基之 Motoyuki Ueda

2009年度モデルの硬貨処理装置・紙幣識別装置の環境対応の取組みについて紹介する。既存機種¹の改良である硬貨処理装置は単独で省エネルギーモードに遷移する方法を開発し、既存モデル（前年度モデル）に対し20%以上の消費電力の削減を達成した。紙幣識別装置は、製品ライフサイクルを総合的に見直して、消費電力の削減、軽量化、組立・分解の容易化に取り組み、前年度モデルに対し、消費電力の20%以上の削減、7%の軽量化、約20%の組立時間の短縮を達成した。

This paper describes Fuji Electric's efforts in developing coin processing and paper currency identification devices. The coin processing device, an improvement of the existing model, incorporates an independently developed method for transitioning to an energy-saving mode, and achieves a reduction in electric power consumption of 20% or more compared to the existing model (the prior year model). For the paper currency identification device, we performed a comprehensive review of the product life cycle and worked to decrease power consumption, reduce the weight and simplify assembly and disassembly, and have achieved a 20% or more reduction in electric power consumption, a 7% reduction in weight, and an approximate 20% reduction in assembly time compared to the prior model.

1 まえがき

近年、地球温暖化をはじめとする環境問題や、資源の有限性が世界的にクローズアップされ、地球に優しい製品作りがメーカーとしての使命となっている。自動販売機においても取り巻く環境は同様であり、有害物質の削減についてはRoHS指令への対応、代替フロンガスへの移行を完了している。

自動販売機に搭載する硬貨処理装置（コインメック）や紙幣識別装置（ビルバリ）の、RoHS指令への対応は、2004年に完了させている。さらに有害物質の削減としてポリ塩化ビニル（塩ビ）を含むケーブルとクロムめっき鋼板の削減を一部の部品について完了している。

次なる環境問題への取組みとして資源の有効利用をテーマに、2009年度モデルのコインメックとビルバリの開発を行った。

2 概要

コインメック、ビルバリとは自動販売機の入出金処理を行う装置である。コインメックは、投入された硬貨の識別、つり銭の保留およびつり銭の払出しをする機器である。ビルバリは、紙幣の識別と収納を行っている。

2009年度モデルは資源の有効利用をテーマとし、以下の項目に着目して開発を進めた。

- (a) 低消費電力化
- (b) 製品の軽量化
- (c) 組立・分解の容易化

〈注〉 RoHS：電気電子機器に含まれ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

(a)は24時間稼働を続ける自動販売機における運用時の省エネルギー（省エネ）の手段である。(b)は原材料の削減であり、さらに流通における環境への負荷を低減できる。(c)は製造、廃棄・リサイクルを含んだ環境への取組みとして重要である。

特に(a)は、自動販売機が特定省エネ機器に指定されており、2012年までに30%削減（2007年基準）を目標としている。

3 コインメック

3.1 特徴

環境対応として有害物質の削減は継続的に進めており、コインメック「FMVTシリーズ」の2009年度モデルでは、新たに低消費電力化を主テーマとして開発を行った（表1）。

3.2 消費電力低減による環境対応

コインメックの動作状態は消費電力の多い順に、以下の三つに分類できる。

- (a) つり銭払出し動作
- (b) 投入硬貨の受入れ動作
- (c) 硬貨の投入待ち状態

(a)、(b)についてはモータまたはソレノイドを動作させるため消費電力は大きくなるが、自動販売機にて商品を購入しているときのみ消費する一時的な電力である。一方、継続的に消費する電力である(c)については1日の大半が自動販売機の商品購入待ち状態であり、削減効果が大きい。したがって、コインメックの待機電力低減に絞って開発を進めた。

消費電力の低減は電源を切断する方法が最も有効である。しかし、自動販売機の一連の動作において、硬貨の投入あ

るいは紙幣の挿入が販売開始のトリガであり、コインメックとビルバリがそれぞれを担当しているため、機器全体の電源を切断できない。

そこで、待機状態におけるコインメックの機能を常時動作が必要な機能と、停止可能な機能とに分類し、電源の切断可能な回路を抽出した。

[常時動作が必要な機能]

- 投入硬貨の検出
- いたずら防止機能（機構的）
- 自動販売機の主制御部との通信

[停止可能な機能]

- つり銭硬貨の検出
- つり銭払出し用の機構位置検出
- モニタ表示

回路の一部電源を切断することにより関連機能が停止する。しかし、コインメックは自動販売機との接続互換性が重要視されているため、上位との通信および購入動作の応答性については、従来機と同一にする必要がある。そこで、消費電力の低減と接続互換性を保つために、コインメック自身にて電源の切断・復電タイミングを判断する方式を採用した。

以降に電力低減のための回路と接続互換性を保つための制御について、具体的な取組みを説明する。

3.3 回路による具体的な取組み

(1) 制御プリント基板構成

コインメックを構成するプリント基板は、以下の2枚構成である。

(a) アクセプタ部

硬貨投入検出と受入れ硬貨の振分け機能を持つ。

表1 「FMVT451」製品仕様

項目	仕様	
使用硬貨	10円貨, 50円貨, 100円貨, 新旧500円貨	
エスコロ機能	あり (100円貨×4枚, 500円貨×3枚)	
つり銭払出し硬貨	10円貨, 50円貨, 100円貨, 500円貨	
つり銭保留枚数	10円貨	約90枚
	50円貨	約78枚
	100円貨	約77枚
	500円貨	約68枚
	SUB	約100枚 (10円貨設定の場合)
SUB	約88枚 (100円貨設定の場合)	
制御方式	直列伝送方式 (JVMA, VCCS 準拠)	
使用電源	DC24V, DC8V	
定格消費電流	省エネルギー待機	DC24V: 0.14A / DC8V: 0.24A
	通常待機	DC24V: 0.20A / DC8V: 0.30A
	動作	DC24V: 0.95A / DC8V: 0.30A
使用温度範囲	-15℃ ~ +60℃	
外形寸法	138(W) × 82.3(D) × 356.2(H) (mm)	

(b) つり銭保留部

つり銭保留と払出し機能を持つ。

それぞれのプリント基板上に制御用のCPUを搭載し、二つのCPU間を直列伝送にて接続している(図1)。

(2) 消費電力の低減方法

自動販売機の待機状態において、コインメックは投入硬貨の検出が必須であり、硬貨の投入検出と識別を併せ持つアクセプタ部のセンサ電源は切断できない。その他のつり銭保留監視や払出し機能(いずれもつり銭保留部基板の機能)は、待機状態では停止可能な機能である。そこで、次の2点を実施する。

(a) つり銭保留部センサの電源切断

(b) つり銭保留部CPUのリセット状態の保持

また、アクセプタ部にある状態表示用LEDは、常に状態表示をしている。しかし、自動販売機内部にこのLED表示部があるので、オペレーターが自動販売機の扉を開いたとき以外は認識されない。そこで、上記2点に加えて次も実施し、消費電力の低減を図った。

(c) アクセプタ部の表示電源の切断

(3) 電源切断方法(無接点電源切断回路の搭載)

消費電力の低減方法の内、①つり銭保留部センサの電源切断方法について以下に述べる。

つり銭保留部では、カセットチューブ内に保留しているつり銭が満杯の状態と、つり銭の有無をコイルセンサにて常時監視している。今回の開発ではセンサへの供給電源を切断する回路を搭載することにより、待機時の消費電力低減を図っている。

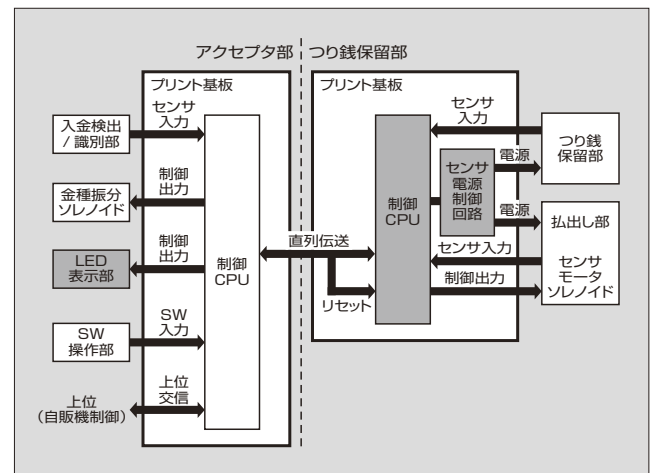
電源切断方式は、有接点と無接点の2方式がある。有接点方式は、製品寿命にも影響を与える次の問題が考えられるため、無接点による切断方式を採用した。

- 接点寿命の問題
- 振動による誤動作の可能性
- 接点動作時のノイズ発生

3.4 制御による具体的な取組み

(1) 直列伝送による電源制御の実現

図1 プリント基板の構成



コインメック内部ではアクセプタ部にメインCPUを搭載し、直列伝送にて上位との交信と、つり銭保留部の制御を行っている(図2)。

省エネ状態への移行または復帰は、アクセプタ部にて判断し、交信あるいは伝送ラインの操作により、つり銭保留部のセンサ電源とCPUリセットの制御を実施している。

(2) コインメックの状態遷移

図3はコインメックの状態遷移であり、非省エネ状態と省エネ状態に分類している。

非省エネ状態はコインメックとしての通常の状態であり、従来モデルからある状態である。これに省エネ状態を加えておのおのの状態を遷移させている。

(3) 省エネ状態への移行と復帰の判断

省エネ状態への移行はコインメック単独で判断して、以下の2点をチェックしている。

- (a) コインメックの待機状態が5分間継続した。
- (b) 販売待機中として自動販売機の扉が閉じている(扉が開いている=オペレーターが操作している)。

(a)については硬貨の投入待ち状態が継続した時間でありコインメック独自で判断できる。しかし、(b)については不明の状態であり、自動販売機の主制御部のみが検知し得る情報である。この扉開閉状態をコインメックが把握することが最も重要ポイントである。電源切断回路の一部に、つり銭の有無を検出するセンサも含んでいるので、電源切断状態を継続すると、オペレーターがコインメックにつり銭を補充しても検出できない。しかも、つり銭がない状態

図2 直列伝送の構成

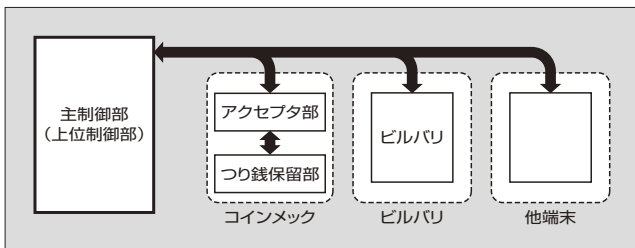
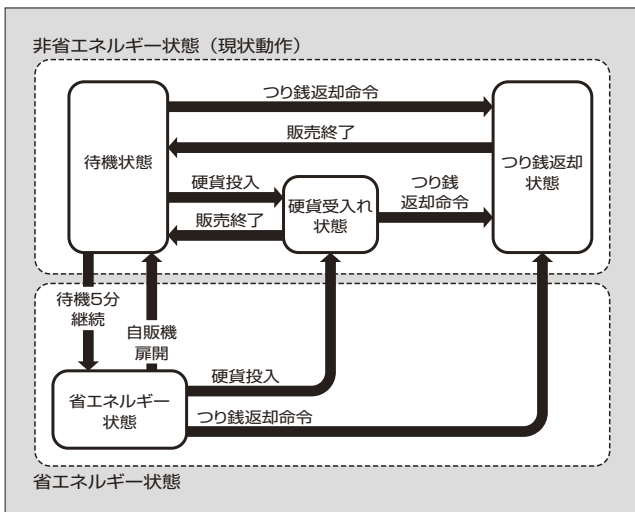


図3 コインメックの状態遷移



であると商品販売ができないので、自動販売機は停止の状態となる。

そこで、従来から防犯目的で使用している命令(インベントリー禁止命令:主制御部→コインメック)を利用して、自動販売機の扉の開閉状態を判別することにより、オペレーター操作時の問題点を解決した。

また、省エネ状態からの復帰については、先のインベントリー禁止命令が解除されたときに加え、以下のいずれかの条件が発生した場合に行っている。

- 硬貨が投入されたとき(正貨を受け入れたとき)
- つり銭返却命令を受信したとき
- コインメックのパネルスイッチが押されたとき

なお、自動販売機の主制御部にて積極的に省エネ状態へ移行できるように、拡張機能として専用命令での制御も搭載している。

以上の施策により、待機状態での消費電力を26%低減した。

4 ビルバリ

4.1 概要

富士電機では自動販売機用として、飲料・たばこなどに向けた低額紙幣(千円紙幣,二千円紙幣)対応のビルバリを開発・製造している。

自動販売機に搭載するビルバリは、外形寸法の互換性を保たせている。

2009年度モデルとしてビルバリ「BVEシリーズ」を新規開発するにあたり、製品ライフサイクルの面で、総合的に環境負荷を低減することを特徴とした製品開発に取り組んだ(表2)。

4.2 ビルバリの環境対応

次に、新規開発したBVEシリーズの環境負荷を低減する取り組みについて紹介する。

(1) 低消費電力化

待機時の平均消費電力を前モデルのビルバリ「BVJRシリーズ」より20%以上削減した。

(2) 製品の軽量化

部品削減により前モデルより7%の軽量化を実施した。

(a) 新防盜構造にて防盜にかかわる機能を兼ねさせ部品点数を削減

(b) プリント基板を5枚から3枚に削減(面積比80%)

(3) 組立・分解の容易化

構造部品の一体化にて部品点数を削減するとともに、組立・分解時間を低減した。

(4) その他

紙幣搬送機構はベルトではなくローラ方式を採用し、長寿命化を図り、メンテナンスにおける部品交換での廃棄物削減を実現した。

表2 ビルバリ仕様比較

項目	ビルバリ仕様比較		環境負荷の低減内容
	BVJR シリーズ	BVE シリーズ	
使用紙幣	千円紙幣, 二千円紙幣	←	—
エスクリ機能	挿入紙幣現物 1 枚	←	—
紙幣挿入方向	4 方向 (表・裏各 2 方向)	←	—
紙幣収納	可能 (混合収納)	←	—
識別時間	約 1.4 秒	←	—
自販機通信方式	VTS シリアル通信	←	—
使用電源	DC24 V, DC8 V	←	—
質量	1,050 g	980 g	輸送エネルギー低減
外形寸法	W99 × D52 × H260 (mm)	←	—
使用温度範囲	-15 ~ +60 °C	←	—
スタッカ	カセット式で着脱可	←	—
識別精度切換え	あり	←	—
抑止機能	あり	←	—
拡張コマンド	拡張 1 (予防保全) 拡張 2 (稼動履歴)	←	—
搬送方式	ローラー搬送	←	—
動作時平均消費電流	DC24 V : 0.18 A/DC8 V : 0.20 A	DC24 V : 0.18 A/DC8 V : 0.19 A	省エネルギー
待機時平均消費電流	DC24 V : 0.020 A/DC8 V : 0.100 A	DC24 V : 0.015 A/DC8 V : 0.074 A	省エネルギー
組立・分解時間	33 分	26 分	組立・分解のエネルギー低減
プリントパン総面積	11,362 mm ²	9,076 mm ²	省資源
電子部品点数	442 部品	376 部品	省資源
機構部品点数	144 部品	131 部品	省資源

4.3 ビルバリの環境対応具体例

(1) 省エネの取組み

従来機やフィールドテスト機で入手した稼動履歴を解析した結果、飲料・たばこ自動販売機における紙幣の受入れ枚数は、約 25,000 台分の稼動履歴データより 11枚/日 (平均) であり、大半の時間は、待機状態であることがデータにて裏付けられた。

したがって、待機状態の消費電力低減が効果的であると判断し、省エネの施策として以下に示す内容を実施した。

ビルバリの待機状態にて常時動作が必要な機能と、停止可能な機能に分類し、電源の切断可能な回路を抽出した。

[常時動作が必要な機能]

- 紙幣挿入の検出
- いたずら検出機能
- 自動販売機の主制御部との通信

[停止可能な機能]

- 紙幣識別機能
- 紙幣搬送機能
- 紙幣収納機能

(a) 紙幣識別機能の電源切断

紙幣識別用の光センサや磁気センサは、動作状態で消費電力が 0.5 W である。そこで、待機時に電源を切断することで消費電力を低減した。

(b) 常時動作が必要な機能の節電

紙幣挿入、位置検知やいたずら検出を行う光センサは、反応速度に支障ない時間まで、LED を間欠点灯することで単位時間内の消費電力を低減した。

(c) 停止中の回路の微量な消費電力削減の積重ね

- バイポーラ IC から MOS-IC への変更
- プルアップ抵抗値の見直し
- LED への供給電源の見直し

これらの施策により、待機状態での平均消費電力を、従来機の 1.28 W から 0.95 W に低減し、約 26% の効果を達成した。さらに他社に先駆けて 1 W 以下を実現したことにより、業界 1 位の低消費電力型ビルバリを製品化した。

(2) 軽量化への取組み

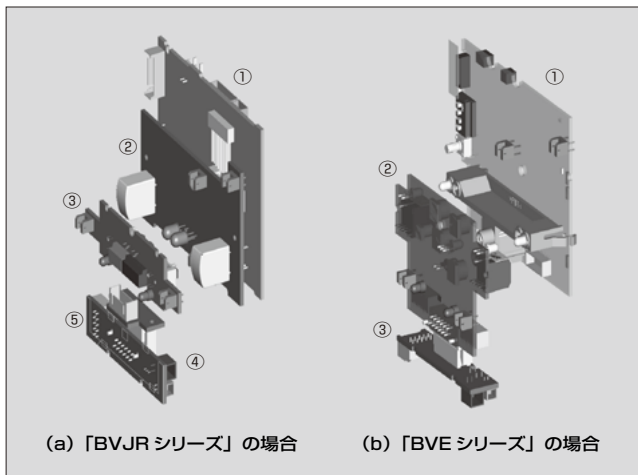
(a) 新防盜構造による部品点数の削減

部品点数の削減による軽量化を検討した。部品点数を削減するには、一つの部品に対して複数の機能を持たせる必要がある。対象としたのは、防盜に関わる部品であり、破壊に対する堅牢 (けんろう) 性を維持したまま、3 部品から 2 部品構成に改善し、軽量化を実現した。

従来機は、挿入口と搬送路を連結するため、識別部を前面に突出させるための穴をフレームに開け、紙幣搬送路の形成と保護のための複雑な形状で厚みのある防盜板 2 枚とフレームの 3 部品からなる構成であった。

BVE シリーズでは、防盜性能を落とさず軽量化するために、フレームを防盜板として使用することを検討した。識別部を突出させる穴を廃止する搬送路構造を開発

図4 ビルバリのプリント基板の構成



することで、フレーム自体を防盜板にすることができた。さらに、簡易形状で薄い板厚の防盜板を1枚のみ追加することで防盜性能を確保し、軽量化を実現した(図4)。

(b) プリント基板面積と枚数の削減

従来、識別センサは位置精度を上げる目的で、センサをプリント基板に実装し、さらに機構部品に固定(一体化)する必要があった。しかし、この方法ではプリント基板の部品は片面にしか実装できず、高密度化が困難であった。プリント基板とセンサの実装位置精度の向上と、光センサの調整方式を新たに開発し、機構部品への固定を不要とし、部品実装の高密度化を図った。

その結果、部品点数を15%減らしてプリント基板枚数と、20%の面積を削減した。

(3) 組立・分解の容易化

特殊工具なしで4ユニットに分解が可能な構造といった従来機のコンセプトを踏襲しながら、組立・分解に必要な時間の短縮を検討した。構造部品の一体化を可能な限り行ったことにより、組立時間を約20%削減した。分解に要する時間も同時に低減しており、組立、廃棄・リサイクルに対する環境負荷を低減した。

5 あとがき

今後は、以下に示す開発・施策を行い、地球に優しい製品づくりを推めていく所存である。

- (a) 回路や制御を改良して、2012年までに自動販売機の省エネルギー目標と合わせて30%削減を達成するとともに、さらなる省エネルギーを目指し、自動販売機の主制御部との共同で積極的な省電力モードを開発していく。
- (b) 市場の要求でもある長寿命化を実現し、コインメック本体やビルバリ本体、使用部品の再利用を可能とし、さらに再利用率向上のためのシステム提案を行っていく。
- (c) さらなる軽量化を図り、移動や輸送により消費されるCO₂の削減に取り組む。



松澤 光明

通貨関連機器の開発に従事。現在、富士電機リテイルシステムズ株式会社通貨機器事業本部生産・開発本部開発部主任。



飯嶋 茂

通貨関連機器の開発に従事。現在、富士電機リテイルシステムズ株式会社通貨機器事業本部生産・開発本部開発部主任。



植田 基之

通貨関連機器の開発に従事。現在、富士電機リテイルシステムズ株式会社通貨機器事業本部生産・開発本部開発部主任。





*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。