

グローバル対応貨幣識別装置「FGCシリーズ」 「FGBシリーズ」

Currency Identification Device for Global Markets “FGC Series” and “FGB Series”

大岩 武 OIWA, Takeshi

田中 伸幸 TANAKA, Nobuyuki

山根 拓也 YAMANE, Takuya

中国や東南アジア諸国連合（ASEAN）地域を視野に入れたグローバル対応の貨幣識別装置「FGCシリーズ」「FGBシリーズ」を開発した。各国のさまざまなサイズや模様の貨幣に対して、迅速に製品化をするため、ベースとなる部品や構成は共用化し、一部の部品とソフトウェアの変更のみで対応できる共用化設計を行った。さらに、硬貨処理装置（コインメック）では、材質の識別を強化した新検銭アルゴリズムや現物エスクロ機能の搭載により、紙幣識別装置（ビルバリ）では、識別アルゴリズムの構築やラインセンサの搭載により、貨幣の識別性能を満たして信頼性を確保した。

Fuji Electric has developed the “FGC Series” and “FGB Series” currency identification devices for global markets such as China and Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) region. To speed up the commercialization of the devices according to the various kinds of size and design of currencies by modifying a portion of the components and software, we have implemented a common design, in which base components and configuration are standardized. Furthermore, we have met an identification performance to ensure reliability by equipping a coin handling device (coin mechanism) with a coin escrow function and new inspection algorithm that enhances the identification of material, as well as equipping a paper currency identification device (bill validator) with a line sensor and identification algorithm.

① まえがき

富士電機は、自動販売機に搭載する貨幣識別装置として、硬貨処理装置であるコインメックおよび紙幣識別装置であるビルバリを製造してきた。本稿では、中国や東南アジア諸国連合（ASEAN）地域を視野に入れて開発した、グローバル対応コインメック「FGCシリーズ」とグローバル対応ビルバリ「FGBシリーズ」のそれぞれの特徴と要素技術について述べる。

② 開発の背景

国内の自動販売機市場は、近年、出荷台数も一台当たりの売上げもともに漸減している。したがって、自動販売機に搭載するコインメックとビルバリも同様に出荷台数は減少傾向にある。富士電機では、他の自動機器市場として、コインパーキングの精算機や証明写真機などの市場へ積極的に展開しているが、自動販売機市場の減少をカバーするまでには至っていない。

このような国内市況を受けて、既存製品・既存市場からの脱却が必要であった。日本における自動販売機市場のこれまでの伸長要因を分析すると、飲料メーカーの販売戦略や、機器のサービス体制など数多くある。機器側（コインメック、ビルバリ）から見た場合、新硬貨や新紙幣に迅速に対応してきたという点が挙げられる。この強みを生かし新たな市場である海外への進出を検討した。

日本においては、高度経済成長に呼応して自動販売機の普及が急速に進んできた。現在、これと同様の状況にあるのが中国であり、富士電機は2004年から中国市場においてコインメックとビルバリを展開している。ここ数年で中国の人々に自動販売機の認知度が高まるとともに、メー

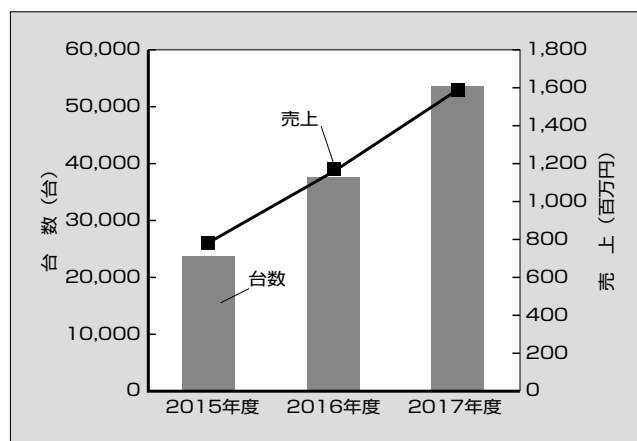


図1 中国市場における富士電機の自動販売機の売上げ規模予測

カーの販売やサービス体制が整いつつあり、普及が加速する見通しである。また、タイやマレーシアといった東南アジア諸国も、未知数ではあるが数年遅れて、中国と同様に自動販売機市場が伸長する可能性を秘めている。中国市場における今後3年間の富士電機の売上げ予測を図1に示す。

③ 開発の狙いと課題

グローバルに展開するために、できるだけ共通部を多くし、国別の最適設計の場合と同等の性能を実現することを狙って開発した。コインメックについてはつり銭収納部を、ビルバリについては識別部の通路部品をそれぞれ複数用意するだけで、各国の硬貨や紙幣に対応できるようにした。

④ グローバル対応コインメック「FGCシリーズ」

コインメックは、投入された硬貨の識別機能、専用筒へ

の振り分け収納機能およびつり銭の払い出し機能を持つ。

図2に今回開発したFGCシリーズの外観と構成を示す。基本的に、四つのユニットから構成されており、それぞれの国に対応する場合は一部の部品を取り替えるか、あるいはアタッチメント部品を追加することで対応できるように共用化設計を行った。これにより、物量の少ない国の通貨への対応も可能になった。

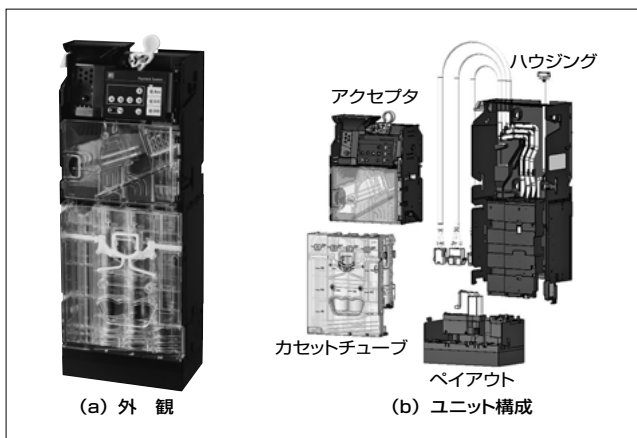


図2 「FGCシリーズ」の外観と構成

表1 「FGCシリーズ」の主な仕様

項目		仕様
使用硬貨		各国対応
つり銭払出し硬貨		各国の硬貨
つり銭保留筒	本数	5本
	つり銭保留方式	カセットチューブ方式 (着脱検知あり)
	カセット開閉機能	あり(2分割)
	チューブ切換え機能	あり (Eチューブ:金種変更可)
	ロック機構	あり (南京錠取付け可)
つり銭払出し	払出し構造	DCモータ(1) + クラッチSOL(5)切換え
	同時払出し枚数	最大2枚
	リカバリー制御	あり
現物エスクロ機能		あり
排水構造		あり (排水シュート取付け可)
制御方式	MDB	あり
	JVMA	あり
	ビルバリ接続機能	あり(MDBビルバリ)
使用電源	MDB接続	DC24V±10%
	JVMA接続	DC24V±10%
定格消費電流	待機状態	0.3A以下
	動作状態	1.0A以下
	ピーク	1.5A以下
使用温度範囲		-15~+60℃
外形寸法		W138.0×H356.2×D82.3 (mm)
質量		約2.0kg

4.1 特徴

他社に先駆けて、投入硬貨を一時保留する現物エスクロ機能(4.3節参照)をFGCシリーズに搭載した。また、制御方式は、海外で主流のMDB(Multi-Drop Bus)方式と日本の規格であるJVMA(日本自動販売機工業会)方式の両方式に対応したインターフェースを設けた。

表1に、FGCシリーズの主な仕様を示す。

4.2 新検銭センサ

硬貨の真贋(しんがん)を判定するための検銭センサは、従来、コイルセンサを直接筐体(きょうたい)に接着し固定していた。FGCシリーズでは、ポビン型センサを基板にはんだ付けし、この基板をねじで筐体に固定する。接着に依存しないため、品質管理項目が減り、品質向上につながる。図3に検銭センサの構成を示す。

また、鉄系の材質の識別などを強化した新検銭アルゴリズムにより、従来よりもさまざまなサイズや材質の硬貨に対応できる。

4.3 現物エスクロ機能

現物エスクロ機能はアクセプタユニットに装備する。図4に示すように一時保留ゲートで保留硬貨を保持しており、自動販売機の返却レバーが押されたら保留硬貨をそのまま返却する仕組みである。これにより、偽貨の不正使用を防止することができる。この機能は、国内では富士電機が業界で先駆けて考案した。ここで培った技術をFGCシリーズにも搭載できるようにし、無人販売である自動販売機の

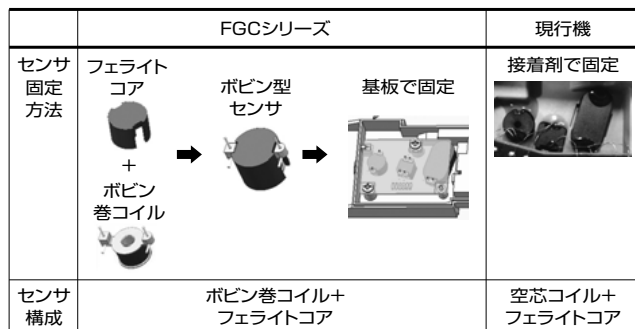


図3 検銭センサの構成

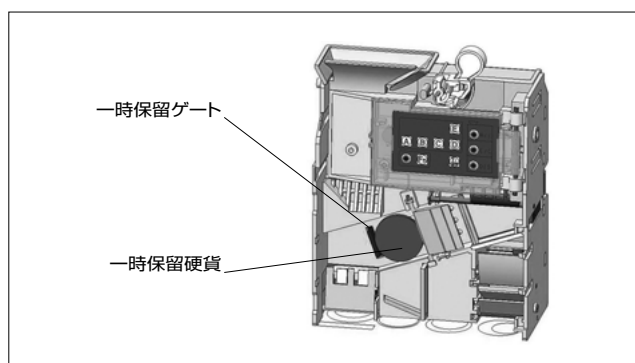


図4 アクセプタユニット(正面カバーを外した状態)

信頼度を上げた。

4.4 チューブ径交換可能開閉式カセット

各国で使用されている硬貨は、外径、板厚、材質などが多種多様である。このため、カセットの基本寸法は、最大径、最大板厚に合わせた。基本寸法よりも小さい径、板厚の場合には部品交換、あるいはアタッチメント部品の取付けなどの組合せで対応できるようにした。

図5に示すように、硬貨の補充を容易にするため、カセットの前面および側面を開閉が可能な構造としているのも大きな特徴の一つである。

4.5 独立払出し（ペイアウト）機構

図6に示すように、各チューブの底部に配置したソレノ

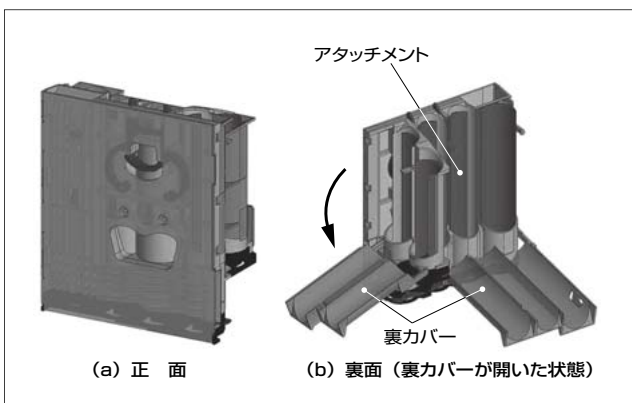


図5 カセットチューブ

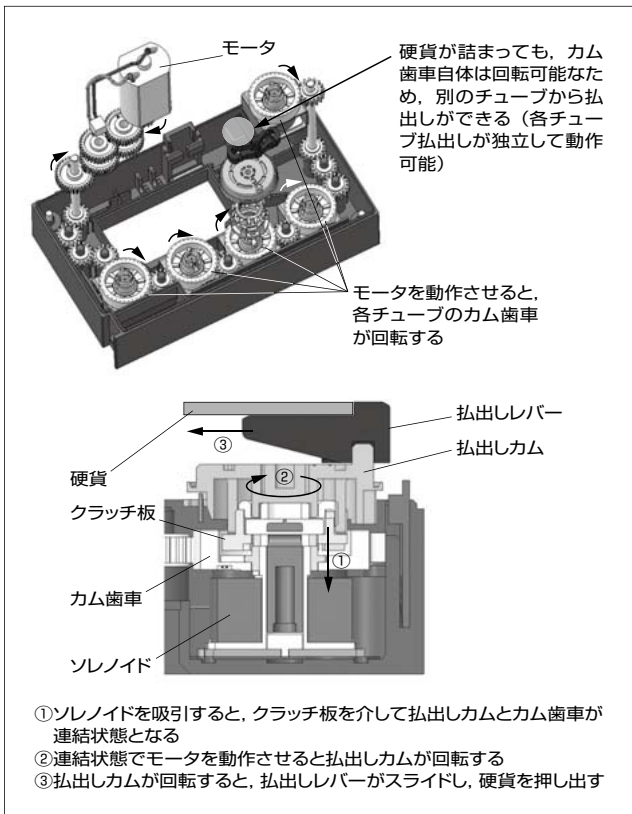


図6 独立払出し機構

イドでクラッチ板を上下させて、カム歯車と払出しカム（緑色）の連結状態と非連結状態を切り替える。連結状態でモータを動作させるとカム歯車が回転し、連結された払出しカムが回転する。払出しカムが回転すると、クランク機構により、払出しレバーがスライドし、つり銭チューブ内の硬貨を押し出す構造とした。

これにより、払い出す該当金種が、何らかの理由で詰まった場合、該当金種のチューブはソレノイドをオフして非連結状態とする。カム歯車自体は回転可能な状態を維持できるため、別の払出しチューブのソレノイドをオンして連結状態とすることで、代替払い出しができるようにした。

5 グローバル対応ビルバリ「FGBシリーズ」

ビルバリは、投入された紙幣の識別、搬送、収納を行う装置である。図7にFGBシリーズの外観と構成を示す。

各国の紙幣に対応したビルバリとするためには、さまざまなサイズの紙幣の搬送と収納の技術に加えて、ポリマーなどの紙ではない材質や、さまざまな模様や色あいなど多種多様な紙幣を識別できる技術が必要である。

5.1 特徴

FGBシリーズでは、各国の多種多様な紙幣に対応できるように、次の項目に着目して開発を進めた。

(1) シリーズ共用化設計

ベースとなる部品や構成は共用化し、一部の部品とセンサの種類、識別ソフトウェアを変更することで、各国の紙幣に対応できるようにした。

対象とする紙幣の横幅は62～77mmであり、77mmの横幅に合わせた通路幅（78mm）とすると、62mmの紙幣が搬送方向に対して大きく横にずれることになる。横にずれると識別センサ上を通る紙幣の位置（トレースライン）がずれてしまい、紙幣の特徴を読み取れなくなる。紙幣を中央に寄せる機構を設ければよいが、構造が複雑になる。

そこでFGBシリーズでは、78mm以外に3種類の通路幅（66mm、70mm、72mm）をラインアップし、横ずれ

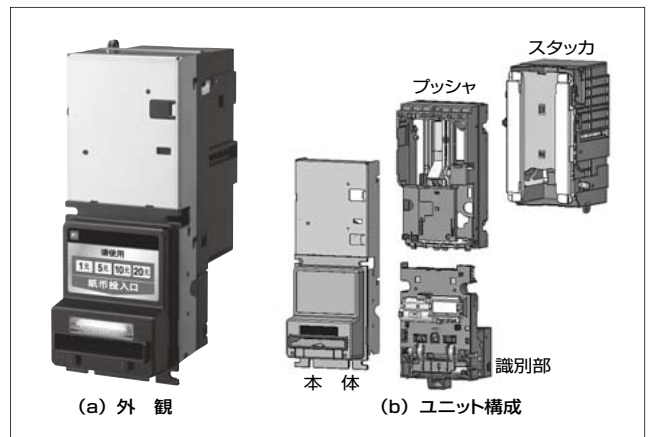


図7 「FGBシリーズ」の外観と構成

表2 「FGBシリーズ」の主な仕様

項目		仕様
使用紙幣		各国の紙幣
紙幣挿入口		1か所
挿入方向		長手4方向
紙幣搬送方式		DCモータによる自動引込み、自動返却
識別時間		約1.4秒
現物エスクロ機能		あり(1枚)
引抜防止機能		あり
制御方式	MDB	あり
使用電源	MDB接続	DC24V±10%
定格消費電流	待機状態	0.2A以下
	動作状態	2.5A以下
紙幣保留		スタックカセット方式(取外し可)
	ロック機構	あり(南京錠取付け可)
満杯検知		あり
紙幣収納枚数		官封券: 600±85枚 流通券: 約400枚
使用温度範囲		-15~+60℃
取付方向		倒立方向
外形寸法		W94×H246×D127 (mm) ※出っ張り含まず
質量		約1.2kg

を最小限に抑える構造とした。さらに、識別センサにラインセンサを使用し、識別ソフトウェアで横ずれを補正できるようにした。

(2) 保守の容易化

海外では日本のようにサービス拠点が充実していないため、オペレータと呼ばれている自動販売機の設置業者が商品補充と保守を行っている。万が一故障が発生しても、難しい保守作業なしに復旧できるようにするには、清掃や保守部品の交換が容易な構造とする必要がある。そこで 5.2 節で述べるように保守部品の交換性を重視した構造とした。

(3) 高信頼性

基本性能である識別性能の確保と紙幣詰まりの低減を満たした上で、各国の紙幣に対応できる構造とした。識別性能については、日本向けのビルバリで培ったシミュレーション技術を用いた識別アルゴリズムの構築や、センサ補正機能を活用した。紙幣詰まりについては、大型ローラの採用により屈曲部の搬送抵抗を低減することなどを基本設計に取り入れた。

表2 に FGB シリーズの主な仕様を示す。

5.2 保守部品ユニット構造

図8 に示すように、現行機では容易に分解できなかった保守部品(モータ、ギヤ、搬送ローラ類)をユニット化し、交換性を高めた。

保守ユニットは、ねじではなくフックで固定しているため、ドライバーなどの工具がなくても取り外すことができる。また、モータの速度低下やローラのスリップを検知し、背面の7セグメントLEDにアラームを表示することによ

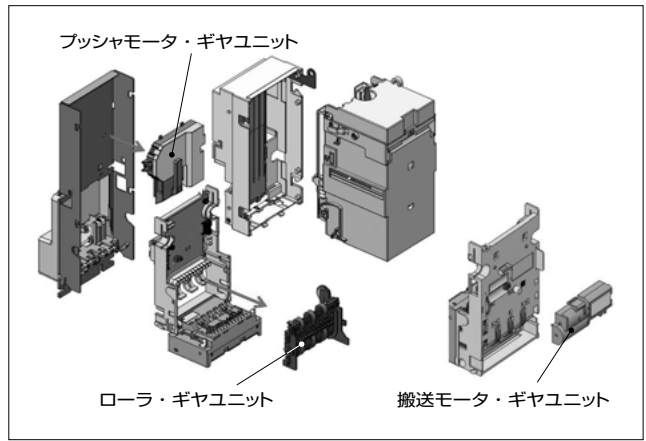


図8 保守部品ユニット構造

り、交換が必要なユニットが故障する前に分かるようにした。

これにより、高度な技能を持った人材が確保できない海外拠点でも訓練を要せず、高品質な保守を行うことができる。

5.3 ラインセンサの採用

従来の紙幣識別装置は、市場が要求する低価格および識別性能を満足するため、紙幣全面をトレースせず、最小限のセンサ数で、最適な配置および最適な波長の発光素子と受光素子からなるセンサを離散的に配置していた(離散センサ方式)。FGBシリーズにおいては、さまざまな国の紙幣に対して網羅的に対応できるセンサ構成でなければならない。全面スキャンができるような画像センサであれば各国の紙幣への対応が可能になるが、コストが高くなる。そ

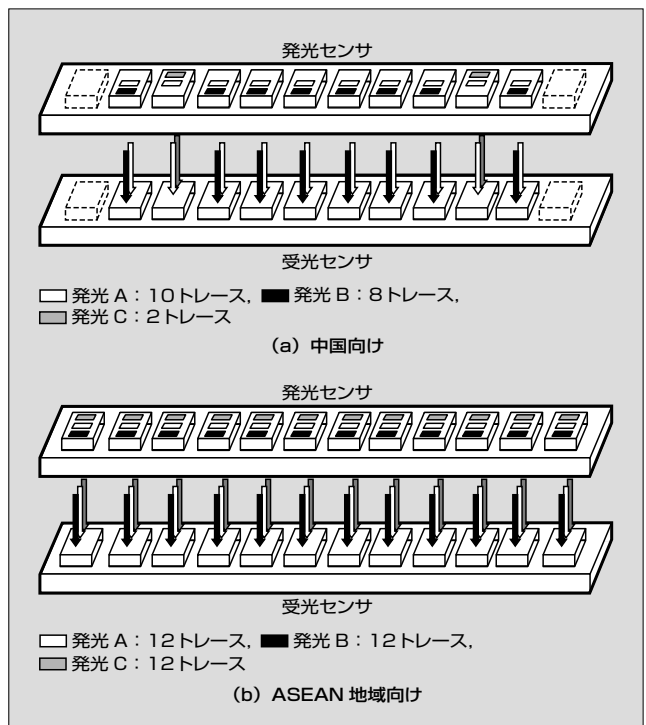


図9 ラインセンサの構成

ここで、ラインセンサを採用し、各国の紙幣に対して特徴が読み取りやすく、最適な波長が選択できる構成とした。具体的には、12個のセンサが実装できるパターンを設け、さらに3波長タイプと2波長タイプセンサのどちらでも実装できるようにした。図9に、ラインセンサの構成例を示す。

5.4 プリズム式紙幣検知センサ

挿入口における紙幣の検知については、防水と破損防止のため、挿入口付近にプリント板を配置しないという思想から、プリズムを用いて識別部のプリント板上のセンサまで導光して検知する方式とした(図10)。

この方式は、受光側に到達するまでに光量が低下する。光量低下の要因には、材料の紫外線劣化、塵埃(じんあい)付着による光量の劣化、紙幣搬送面の傷による劣化、およびセンサ寿命による劣化がある。

光量低下の要因を考慮した上で、プリズムによる導光率をどこまで確保すれば、発光素子や受光素子の下限品同士

の組合せでも検知が可能かの目標を定めて、プリズムの形状最適化に取り組んだ。

また、関連部品をモデル化し、光学シミュレーションにより、材質、距離、断面積、反射角、レンズ形状などのパラメータを変動させながらLED出射光量を評価し、効率良く導光および集光を行うための最適形状を作り、目標導光量を確保した。

これにより、挿入口付近にプリント板を配置しないことによる信頼性の向上に加えて部品点数も削減し、検知性能の維持を図ることができた。

⑥ あとがき

グローバル対応貨幣識別装置「FGCシリーズ」「FGBシリーズ」について述べた。グローバル市場では、セキュリティや取扱い性など、国ごとに異なった対応が求められる。

市場の動向を見ながら、さらなる製品のレベルアップを図ることで利便性を追求し、社会貢献に努めていく所存である。

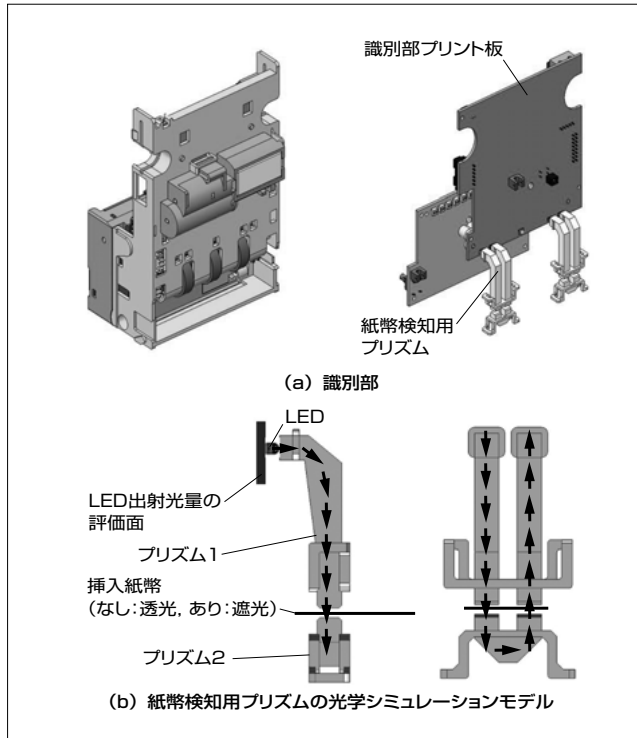


図10 プリズム式紙幣検知方式



大岩 武

金銭関連機器の機構設計に従事。現在、富士電機株式会社食品流通事業本部三重工場設計第一部。



田中 伸幸

金銭関連機器の制御設計に従事。現在、富士電機株式会社食品流通事業本部三重工場設計第三部。



山根 拓也

金銭関連機器の機構設計に従事。現在、富士電機株式会社食品流通事業本部三重工場設計第一部。



*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。