

# 高分解能ライン磁気イメージセンサ “MICMO”

尾込智和\*  
井上 甚\*\*  
下畑賢司\*\*\*

High-resolution Linear Magnetic Image Sensor "MICMO"

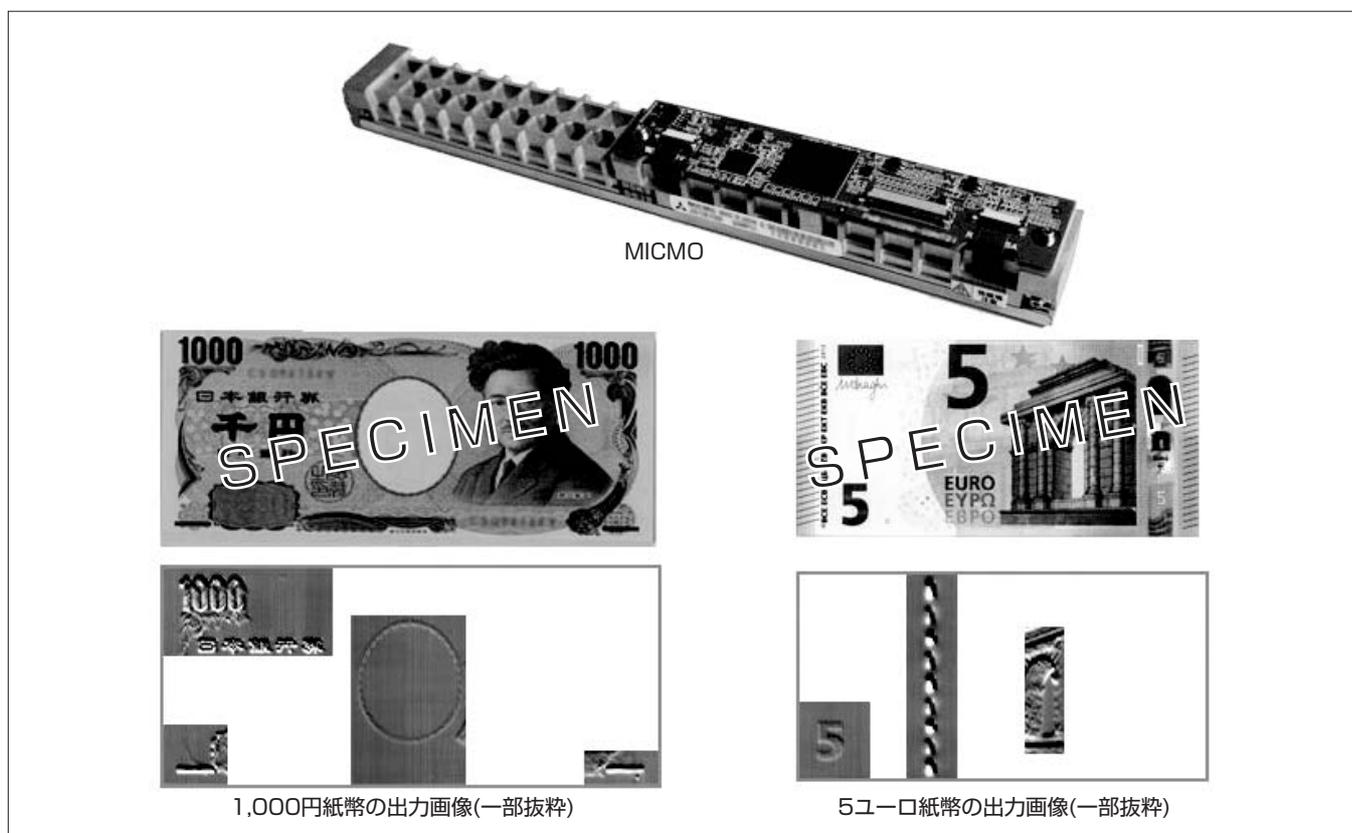
Tomokazu Ogomi, Jin Inoue, Kenji Shimohata

## 要 旨

高分解能ライン磁気イメージセンサ“MICMO (Magnetic Ink Checker Module)”は金融端末装置に搭載され、紙幣や小切手等に含まれる磁気インク等の磁気情報を読み取るデバイスである。従来の磁気センサの画素ピッチ10mmに対して、MICMOは0.5mmピッチと20倍の分解能を実現し、紙幣等に埋め込まれた高精細で微弱な磁気情報をイメージとして出力できることを特長としているため、偽札鑑別能力向上への貢献が期待できる。

このセンサには、感度の高い磁気抵抗効果 (Magnet-

Resistance : MR) 素子を採用し、三菱電機で開発した低雑音増幅器を含むアンプICを内蔵することで、検出媒体の微弱な磁気信号出力を高いS/N比 (Signal-to-Noise ratio) で読み取ることが可能となっている。さらに、マルチプレクサ、アナログ-デジタル変換回路、画素間のばらつき補正等を行う信号処理回路を搭載しており、1系統化して画像処理したものを10ビット長デジタルで出力するため、取り扱いやすいユーザーインターフェースと、ばらつきの小さい安定した出力を実現している。



## 高分解能ライン磁気イメージセンサ“MICMO”の外観と紙幣の磁気情報読み取り結果

高分解能ライン磁気イメージセンサMICMOによって、紙幣に埋め込まれた高精細で微弱な磁気情報をイメージとして出力することが可能となる。これによって、金融端末装置の偽札鑑別能力の向上が期待できる。なお、セキュリティ情報が含まれているため、出力画像は部分的な掲載としている。

\*通信機製作所 \*\*先端技術総合研究所 \*\*\*同研究所(工博)

## 1. ま え が き

近年、偽札が精巧化しており、ATM(Automatic Teller Machine)等の金融端末装置ではより精度の高いセキュリティ対策が求められている。金融端末装置には光学センサ(可視光, 赤外線, 紫外線), 磁気センサ, 厚みセンサ等が搭載されており, 各センサの読み取り精度を上げることで偽札鑑別能力の向上を図っている。当社では, 金融端末装置向け光学センサとしてデジタル出力で差別化した密着イメージセンサ(Contact Image Sensor : CIS)を開発・製造しているが, 今回, 紙幣等に含まれる磁気インク等の磁気情報をイメージとして出力できる高分解能ライン磁気イメージセンサ“MICMO”を開発した。

従来, 金融端末装置の磁気センサは磁気情報の有無を確認する目的で搭載されていたため, ポイントセンサ又は低分解能(10mmピッチ)ラインセンサが多く採用されていた。しかし, 近年, 高精細で微弱な磁気情報が含まれている紙幣が増えてきており, 精巧な偽札対策として磁気センサに対しても高分解能化, 高S/N化の必要性が高まりつつある。MICMOは, このようなニーズに対応するために開発した磁気センサである。

本稿では, その概要と各部の特長, 今後の展開について述べる。

## 2. MICMOの概要<sup>(1)</sup>

MICMOの主要仕様を表1に示す。MICMOは, ①紙幣

表1. MICMOの主要仕様

項目	仕様	
有効読み取り幅	90mm	190mm
画素ピッチ	0.5mm (50dpi相当)	
ライン周期	62.5~1,000 $\mu$ s/line (設定変更可能)	
データ出力方式	10ビット長デジタル出力	
制御インタフェース	SPI(Software Process Improvement)準拠	
電源仕様	5V $\times$ 0.55A	5V $\times$ 0.85A
外形	124 $\times$ 25 $\times$ 24(mm)	224 $\times$ 25 $\times$ 24(mm)
質量	150g	240g

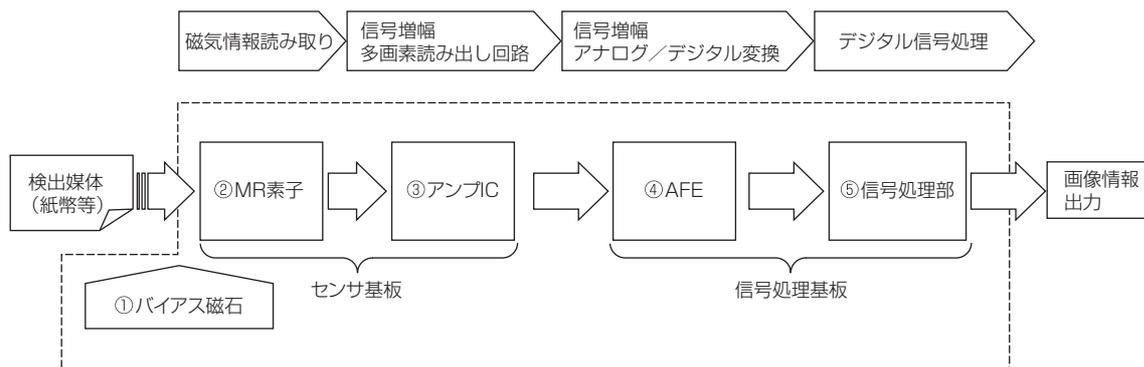


図1. MICMOの基本構成

等の検出媒体とMR(磁気抵抗効果)素子に磁束を印加するバイアス磁石, ②検出媒体に含まれる磁気インク等の磁気情報を電気信号に変換するMR素子, ③MR素子からの出力信号を低ノイズで増幅する低雑音増幅器と多画素読み出し回路(マルチプレクサ)を一体にしたアンプIC, ④アンプIC出力を増幅してデジタル信号に変換するAFE(Analog Front End), ⑤デジタル変換した磁気出力信号に信号処理を行って客先システムへ出力する信号処理部からなる(図1)。従来の磁気センサは①と②だけで構成されたアナログ出力磁気センサデバイスであったのに対して, MICMOでは③~⑤を付加して微弱なアナログ信号をノイズに強いデジタル信号に変換して出力することで, システム側の取扱い性を向上させた。

## 3. MICMOの特長<sup>(2)</sup>

### 3.1 検出原理

MICMOの検出原理を図2, 図3に示す。MICMOは外部磁束密度の変化を抵抗値の変化へ変換するMR素子を使用しており, ハーフブリッジ回路を構成することで温度特性等の品質の安定を図っている。図2にMR素子に印加される外部磁束密度とMR素子の抵抗変化率の関係を示す。バイアス磁石でバイアス磁束を印加することで, MR素子の感度が一番高くなるように構成している。なお, バイアス磁石は検出媒体に磁束を印加する機能も兼ねている。

図3に磁気情報を含む検出媒体がMR素子Aに近づく場合の検出原理を示す。MRチップ(MR素子A, B)には一定の電圧が印加されている。検出媒体がMR素子Aに近づくと, 検出媒体中に含まれる磁気インク等の磁性体によってMR素子Aにかかる磁束密度が変化してMR素子Aの抵抗値が変化する。そのため, 信号出力端子の電圧の変化として検出媒体の磁気情報を検知することができ, さらに, 検出媒体が進んでいくとMR素子Bにも影響が及ぶようになり同じ原理で検出媒体の磁気情報を検知することができる。

### 3.2 高感度/高分解能の実現

MICMOは感度の高いMR素子を採用して, 図4に示す

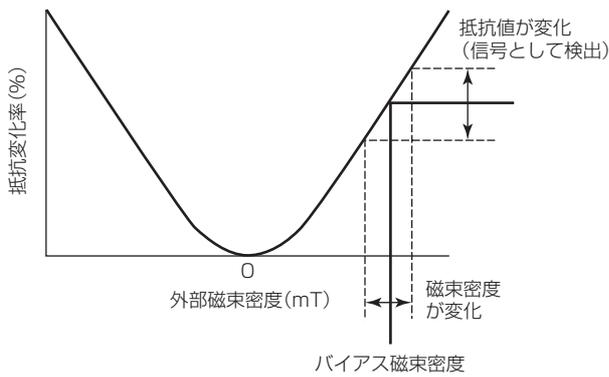


図 2. MR素子の外部磁束密度と抵抗変化率の関係

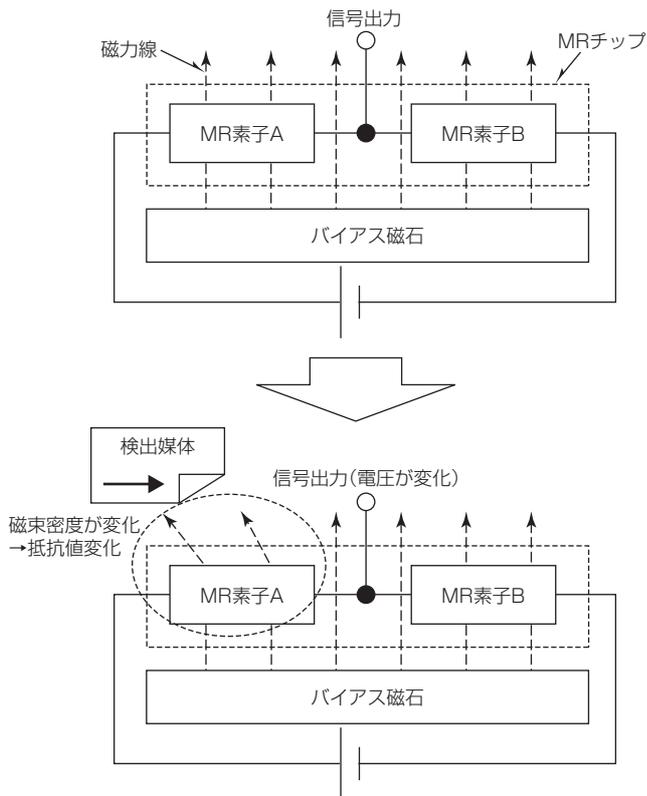


図 3. MR素子検出方法

ようにMR素子を高密度に集積したMRチップを新規開発して、このMRチップを横一列に配置することで所定の読み取り幅の高分解能読み取りを実現している。このMR素子の画素ピッチは0.5mmであり、読み取り幅200mmでは400素子となる。図5の(b)に紙幣の大部分に磁気インクが使用されている1ドル紙幣の読み取り結果、(c)に従来磁気センサ出力相当画像を示す。比較すると情報量に大きな違いがあることが分かる。

### 3.3 高S/N比の実現

紙幣等に含まれる磁気情報出力は非常に弱く、MR素子から出力される信号レベルは極めて微小であり、鑑別に必要なS/N比を確保するためには低雑音増幅回路が必要となる。MICMOでは低雑音増幅器と多画素読み出し回路(マルチプレクサ)を集積した多チャンネルの専用アンプICを新

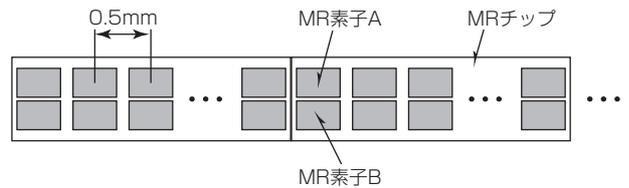


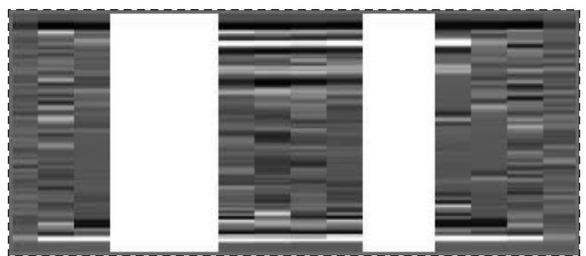
図 4. MRチップ構成



(a) 1ドル紙幣



(b) MICMO出力画像(一部抜粋)



(c) 10mmピッチ磁気センサ出力相当画像(一部抜粋)

(MICMO読取結果を20chごとに平均化し出力)

図 5. 1ドル紙幣読み取り結果

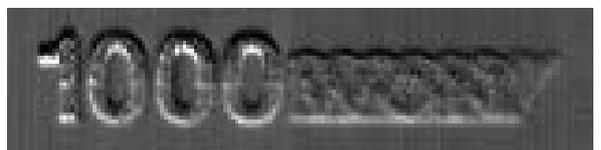


図 6. 1,000ウォン左下磁気インク部出力画像

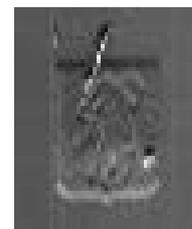


図 7. 1,000ルーブル“OVMI(Optically Variable Magnetic Ink)”出力画像

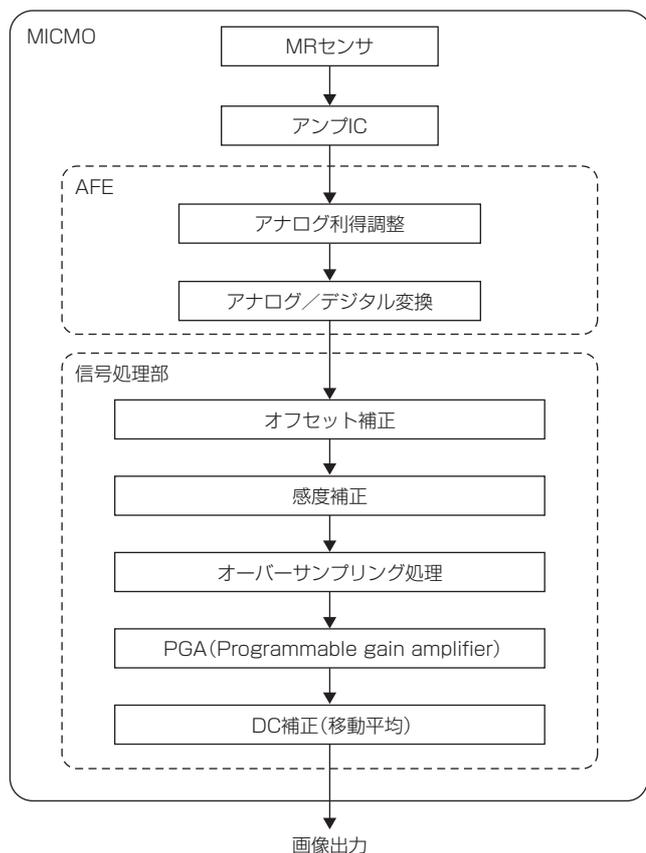


図 8. 信号処理部のブロック図

規開発し、これをMRチップと同一基板上に必要数実装して最短配線としたことでノイズの重畳を極力抑え、高いS/N比を確保している。

なお、低雑音増幅回路には、MR素子やアンプICの温度変動等による基準出力電位の変動に対して安定した出力を実現するため、クランプ回路を採用している。図 6，図 7 に代表的な紙幣の高精細、微弱パターンの取得画像例を示す。

### 3.4 信号処理機能

MICMOには、高分解能磁気イメージセンサ出力に最適化した各種信号処理機能を内蔵している。図 8 に信号処理部のブロック図を示す。また、MICMOの代表的な信号処理機能を次に挙げる。これらの信号処理機能はレジスタで設定可能である。

- (1) アナログ利得調整機能  
識別する紙幣の磁気量に合わせて利得の最適設定が可能
- (2) アナログ/デジタル変換機能  
1ライン400画素分の信号を時分割に高速/高精度でデジタル信号に変換
- (3) オフセット補正機能  
画素ごとの基準出力のオフセットばらつきを補正
- (4) 感度補正機能  
画素ごとのMR素子感度，アンプIC利得ばらつきを工場出荷時に調整したプリセット値で補正
- (5) オーバーサンプリング処理機能  
副走査方向の高分解能化，高速搬送への対応，平均化処理によるS/N比改善を実現

## 4. 今後の展開

金融端末装置用磁気センサには、①検出媒体のソフト磁性体/ハード磁性体識別(当社にはハード磁性体だけを検出するハード磁気センサのラインアップあり)，②出力安定性(外部磁性体影響低減)，③光学センサとの一体化等の更なる高性能化の要求があり、現在これらの新たな要求にも対応する磁気センサの開発を進めている。

## 5. む す び

当社の高分解能ライン磁気イメージセンサ“MICMO”の概要と特長について述べた。高分解能，高S/N比，安定出力を備えたMICMOによって，従来困難であった高精細で微弱な磁気情報のイメージ化が可能となり，金融端末装置の偽札鑑別能力向上に貢献できると考えている。今後製品化を進めていくとともに他分野への展開に向けた市場調査も進め，適用拡大を図っていく。

## 参 考 文 献

- (1) 高分解能ライン磁気センサ“MICMO”：三菱電機技報，89，No.1，16 (2015)
- (2) 井上 甚，ほか：磁気インク強度読取り用の磁気センサの開発，平成25年電気学会全国大会，3-163 (2013)