

高解像度ライン磁気イメージセンサ “MICMO JS1Cシリーズ”

尾込智和* 山内一輝**
武舎武史**
浅村まさ子**

High-resolution Linear Magnetic Sensor "MICMO JS1C Series"

Tomokazu Ogomi, Takeshi Musha, Masako Asamura, Kazuki Yamauchi

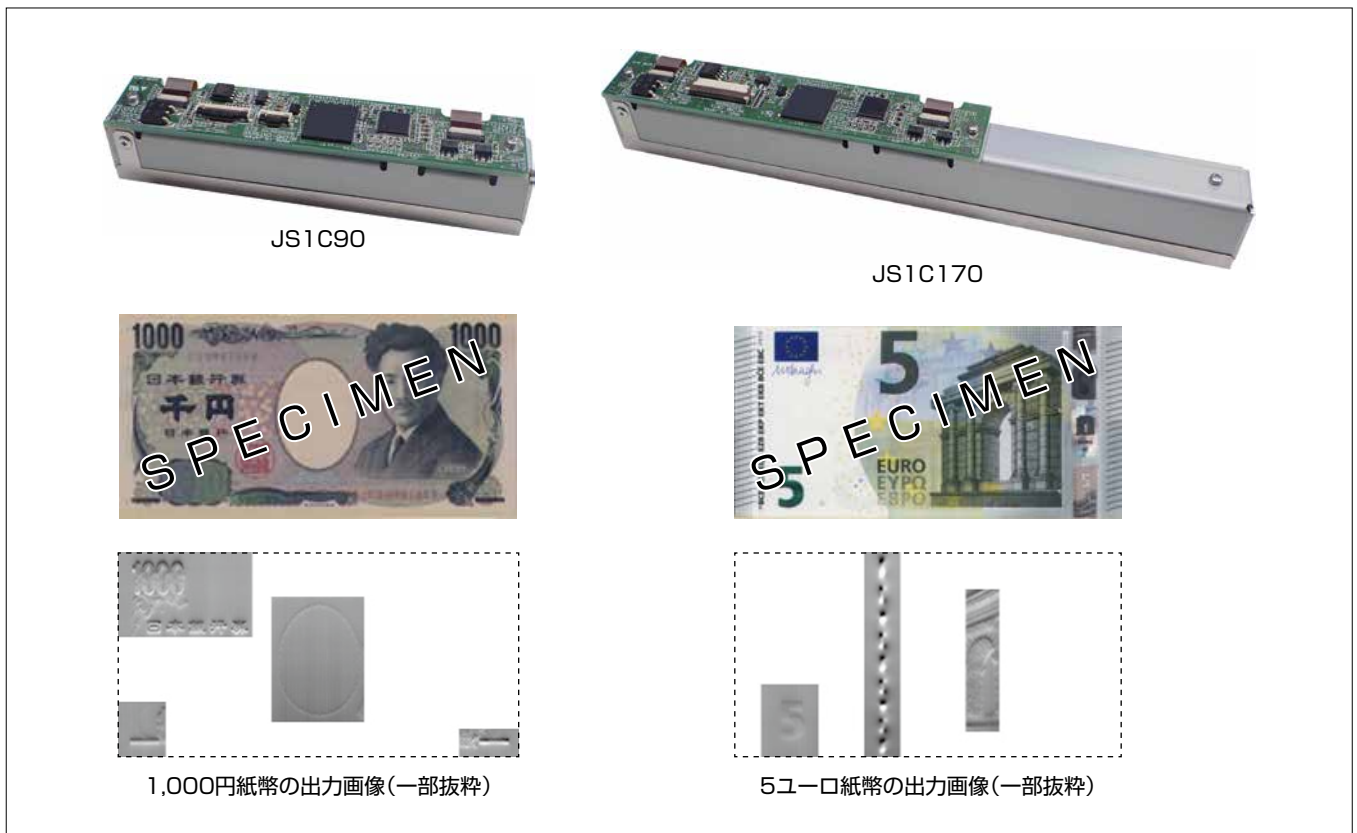
要旨

高解像度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。従来の磁気情報の有無を検知する磁気センサの画素ピッチが10mmピッチであるのに対して、MICMOは0.5mmピッチと20倍の解像度を実現しており、紙幣等のより詳細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。

三菱電機では、センサに感度の高いMR (Magneto-

Resistance：磁気抵抗効果)素子を採用し、独自開発した低雑音増幅器を含むアンプICを内蔵することで高いS/N (Signal-to-Noise)比を実現、さらに画素間のばらつき補正等を行う信号処理回路を搭載し、ばらつきの小さい安定した出力を実現したMICMO初号機“JS1Bシリーズ”を2016年度に開発した。

今回、初号機に対して、狭幅化(搬送幅25→16mmの実現)、低コスト化(従来比40%の低減)、外乱によるノイズの低減(磁気シールド追加、MRリセット機能の追加)等を実現した改良版の“MICMO JS1Cシリーズ”を開発した。



高解像度ライン磁気イメージセンサ“MICMO JS1Cシリーズ”の外観と紙幣の磁気情報読み取り結果

高解像度ライン磁気イメージセンサMICMO JS1Cシリーズによって、紙幣に埋め込まれた高精度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になる。これによって、金融端末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。

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、光学センサとして密着イメージセンサ(Contact Image Sensor : CIS)、磁気センサとして高解像度ライン磁気イメージセンサMICMO、厚み検知センサとして静電容量方式テープ検知センサ(開発中)の開発・製造を行っている。

2016年度に、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解像度ライン磁気イメージセンサMICMO初号機JS1Bシリーズを開発・拡販したが、従来の磁気情報の有無を検知する10mmピッチ磁気センサとの置き換え要求が高く、従来磁気センサと同等のサイズ・単価を求められ、高解像度化のためにサイズ及びコストが拡大したMICMO初号機では、客先採用にまで至らなかった。また、従来磁気センサに比べ感度が高いため、ATM等の金融端末装置に搭載されたときに外乱によるノイズの影響を受けやすいという課題が判明した。

今回、これらの市場要求を踏まえて狭幅化、低コスト化、耐外乱性向上を達成したJS1Cシリーズを開発した。

本稿では、今回のJS1Cシリーズ製品化に当たり、JS1Bシリーズからの改良点と特長について述べる。

2. MICMOの基本構成

図1にMICMOの基本構成を示す⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾。MICMOは、
 ①紙幣等の検出媒体と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)を一体化したアンプ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成る。従来の磁気情報の有無だけを検知する他社製10mmピッチ磁気センサは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、MICMOでは③～⑤も搭載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・出力することで、システム側の取扱い性を向上させている。

図2にMICMOの検出原理を示す。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安定化を図っている。バイアス磁石でMR素子の感度が一番高くなるようにバイアス磁束を印加するとともに、紙幣等の検出媒体にも磁束を印加している。MRチップ(MR素子A、B)には一定の電圧が印加されており、検出媒体が搬送され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に印加さ

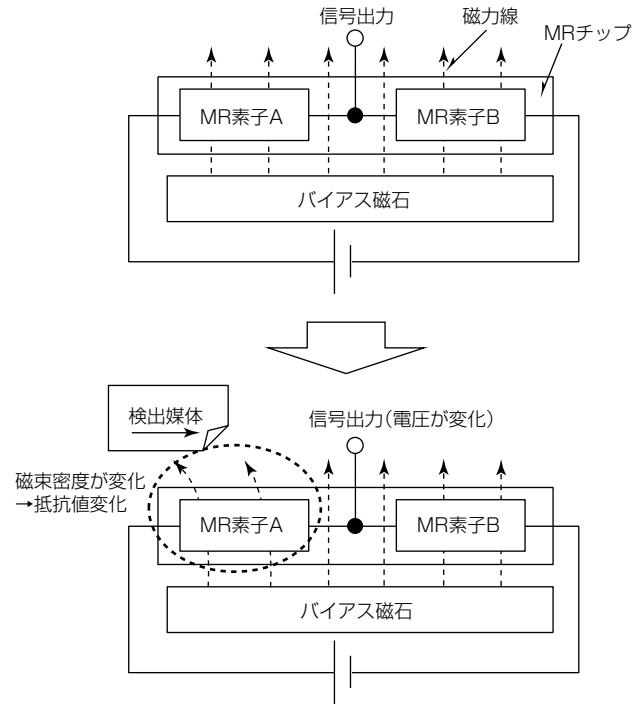


図2. MR素子検出方法

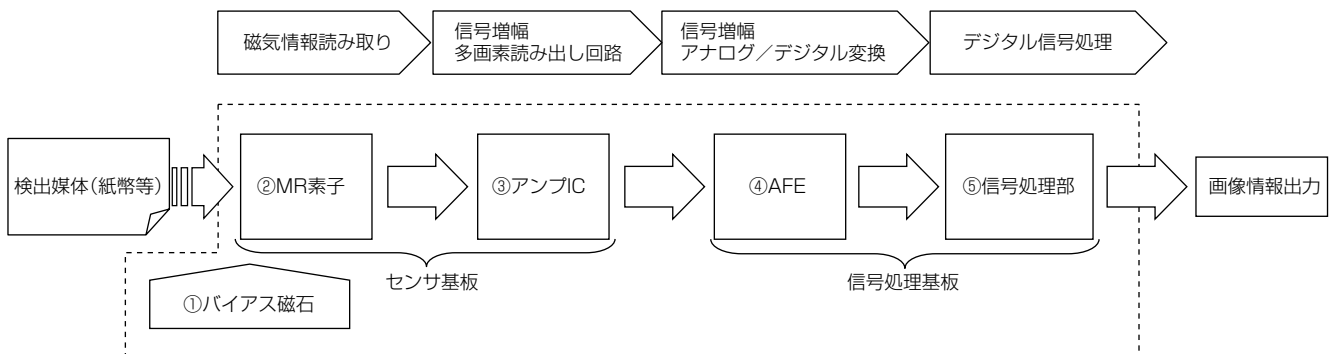


図1. MICMOの基本構成

れている磁束密度が変化してMR素子Aの抵抗値が変化する。それによって、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でき、さらに、検出媒体が搬送されると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できる。

3. JS1Cシリーズの開発

3.1 狭幅化

MICMO初号機であるJS1Bシリーズでは、**図3**に示すように搬送方向幅が25mmあった。これは、高解像度化に伴い、400chとなったMR素子出力を0.5mmピッチでアンプIC入力に接続する必要がある、その方策としてリジット基板の同一面上にMR素子とアンプICを並べて実装したためである。この構成によって検出媒体読み取り位置も搬送方向中心から5mmずれた位置となっていた。

JS1Cシリーズでは、**図4**に示すようにフレキシブル基板を採用し、アンプICをMICMOの側面側に配置したことで、搬送方向幅の短縮が可能になった。これによって外乱による磁気ノイズを遮断する磁気シールドを搭載した状態で、従来磁気センサと同等の搬送幅16mmを実現しただけでなく、従来磁気センサと同じく検出媒体読み取り位置を搬送方向中心に配置できた。

3.2 低コスト化

JS1Bシリーズでは、S/N比を確保するために、高価なネオジム焼結磁石を採用していたが、JS1Cシリーズでは磁石の大幅な原価低減を行うためにネオジムボンド磁石採用を前提にした磁気回路開発を行った。ネオジムボンド磁石に変更することによって搬送面の主磁束がJS1Bシリーズ：150mTに対して、JS1Cシリーズでは80mTまで下がったが、新たな磁気回路の構成でMRセンサの感度を向上させ、JS1Bシリーズと同等のS/N比を達成した。**図5(a)**にJS1Bシリーズでの1,000円札の読み取り結果(抜粋)を、**図5(b)**にJS1Cシリーズでの1,000円札の読み取り結果(抜粋)を示す。

3.3 外部磁性体の影響対策

金融端末装置では、紙幣等の検出媒体を搬送するために磁性ベアリングが磁気センサの前後に配置されており、

MICMOは高感度のMR素子を採用しているため、JS1Bシリーズを客先搬送系に搭載したときに、磁性ベアリングのノイズが大きく信号に影響を与えるという問題が判明した。この問題を回避するため、MICMOの外周に磁気シールドを配置して外部磁性体の影響を低減する対策を実施した(**図4**)。**図6**に外部磁性体の影響評価条件(MICMOと磁性ベアリングの配置)を、**図7**にJS1Bシリーズでの評価結果、**図8**にJS1Cシリーズでの評価結果を示す。この対策によって外部磁性体の影響をJS1Bシリーズに対して1/3まで低減できた。

また、JS1Cシリーズでは主磁束を80mTまで低減させたことから、MICMOが発生する磁場による客先装置への影響も大幅に低減された。

3.4 MRリセット機能の追加

MICMOで採用しているMR素子は磁性体であるためヒステリシスを持つ。ヒステリシスの影響で、クリップ等の磁力の大きな磁性体が搬送されてしまうと、クリップ搬送後に出力MAX値又はMIN値に貼り付いてしまうという課題があった。これは、クリップ等の強磁性体によってMR素子がマイナーループに入ってしまうことが原因であり、正常動作に復帰させるには正しい方向に磁界を印加し直す必要がある。この対策として、MR素子上に大電流を流して強磁界を発生させることで磁界の状態をリセットする回路を追加した。この対策によって、クリップ等の強磁性体が搬送された後に、MR素子リセットを実施するため、次の検出媒体搬送時には正常な出力が得られるようになった。

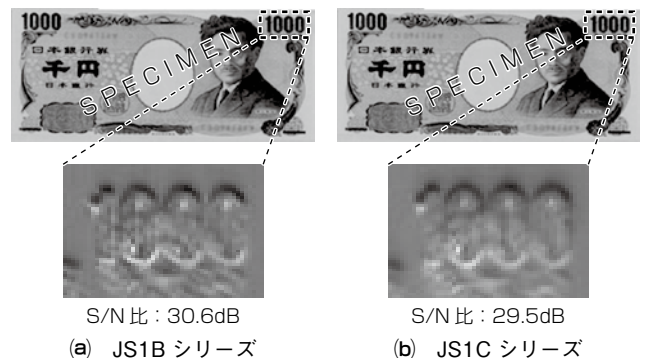


図5. 1,000円札の読み取り結果の比較

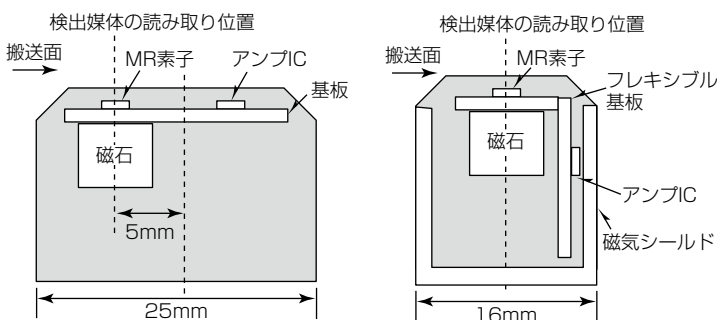


図3. JS1Bシリーズ断面図

図4. JS1Cシリーズ断面図

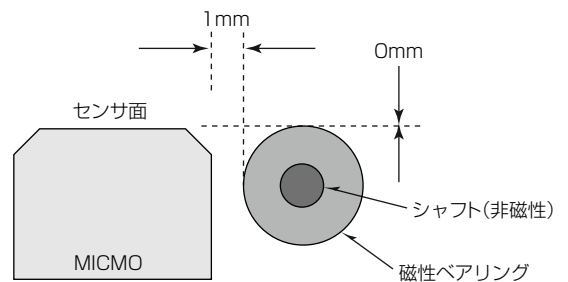


図6. 外部磁性体の影響評価条件

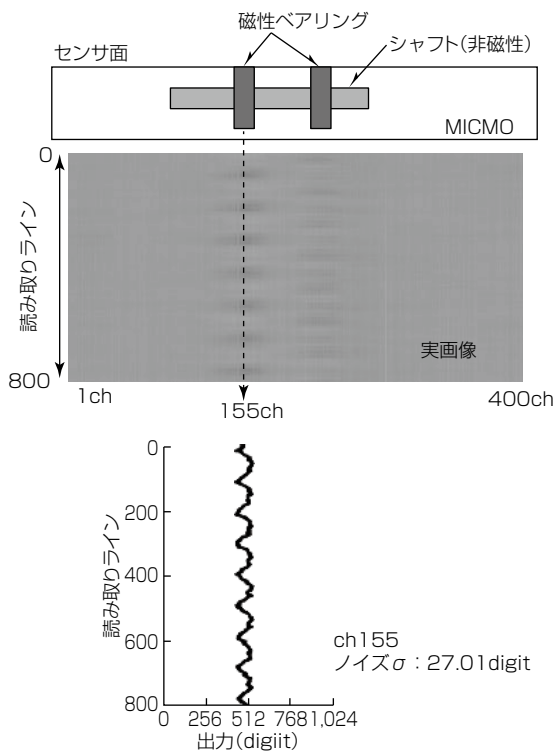


図7. JS1Bシリーズでの影響評価結果

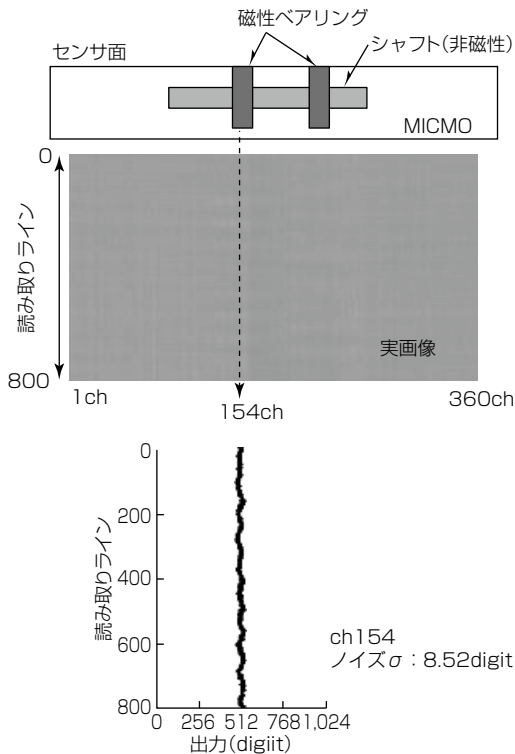


図8. JS1Cシリーズでの影響評価結果

4. 今後の展開

今回開発したMICMO JS1Cシリーズの主な仕様を表1に示す。紙幣のショートエッジ読み取りを想定した“JS1C90”、

表1. JS1Cシリーズの主な仕様

項目	JS1C90	JS1C170
読み取り幅	100mm	180mm
有効読み取り幅	90mm	170mm
有効画素数	180	340
画素ピッチ	0.5mm (50dpi相当)	
ライン周期	62.5~1,000μs/ライン	
データ出力方式	10ビット長デジタル LVDS出力	
制御インタフェース	SPI準拠	
搬送面主磁束	80mT	
電源仕様	5V×0.65A	5V×0.85A
外形寸法(L×W×H)	114×16×25(mm)	194×16×26.5(mm)
質量	110g	200g

LVDS : Low Voltage Differential Signaling
 SPI : Serial Peripheral Interface

ロングエッジ読み取りを想定した“JS1C170”の2種類のラインアップを持ち、JS1C170は2019年3月、JS1C90は2019年夏頃から量産開始予定である。

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、②ハード磁性体の保磁力識別、③高解像度化(100dpi)、④光学センサ、厚み検知センサと磁気センサの一体化等の更なる高性能化の要求があり、今後、これらの新たな要求に対応する磁気センサの開発も進める予定である。

5. むすび

当社の高解像度ライン磁気イメージセンサ“MICMO”の概要と特長、JS1BシリーズからJS1Cシリーズへの改良点について述べた。高解像度、高S/N比、安定出力を実現したJS1Bシリーズに、狭幅化、低コスト化、外部磁性体の影響対策追加、MRリセット機能追加の改良を加えたJS1Cシリーズをリリースすることによって、従来困難であった高精細で微弱の磁気情報のイメージ化が、従来の磁気情報の有無を検知する10mmピッチ磁気センサとの置き換えで対応可能になり、金融端末装置の偽札鑑別向上に貢献できると考えている。今後、更なる拡販と他分野への展開に向けた市場調査も進めて適用拡大を図り、社会に広く貢献していく。

参考文献

- (1) 尾込智和, ほか: 高分解能ライン磁気イメージセンサ“MICMO”, 三菱電機技報, 90, No.2, 143~146 (2016)
- (2) 高分解能ライン磁気センサ“MICMO”: 三菱電機技報, 89, No.1, 16 (2015)
- (3) 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)