

紙幣の高解像度磁気画像取得を可能とする ライン磁気イメージセンサ

三菱電機株式会社

代表執行役 執行役社長 杉山 武史

| | | |
|---------|--------------------------|--------|
| 三菱電機(株) | 通信機製作所 電子デバイス製造第二部 | 尾込 智和 |
| 三菱電機(株) | 先端技術総合研究所 電機システム技術部 | 山内 一輝 |
| 三菱電機(株) | 先端技術総合研究所 センサ情報処理システム技術部 | 武舎 武史 |
| 三菱電機(株) | 先端技術総合研究所 センサ情報処理システム技術部 | 浅村 まさ子 |
| 三菱電機(株) | 設計システム技術センター LSI応用技術推進部 | 中井 貴之 |

はじめに

近年の偽札精巧化に対抗し、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、各センサの読取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) 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解像度ライン磁気イメージセンサ “MICMO (Magnetic Ink Checker Module : 当社登録商標)” を開発し販売を開始した。

開発のねらい

従来、金融端末装置において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、ポイントセンサもしくは低分解能 (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、高精度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解像度化、高 S/N 化の必要性が高まりつつあり、本製品はこのようなニーズに対応すべく開発した磁気センサである。

装置の概要

本製品は紙幣のショートエッジ読み取りを想定した “JS1C90” とロングエッジ読み取りを想定した “JS1C170” の 2 種類のラインナップがあり、図 1 に外観、表 1 に主要仕様を示す。

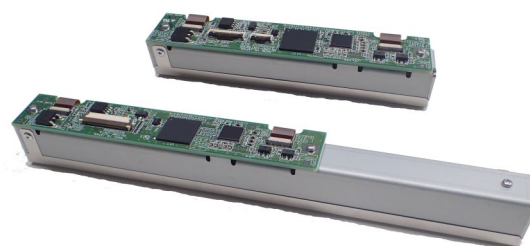


図1 MICMO® 外観(上:JS1C90、下:JS1C170)

表1 MICMO® 主要仕様

| 項目 | JS1C90 | JS1C170 |
|-------------|--------------------|----------------------|
| 読取幅 | 100mm | 180mm |
| 有効読取幅 | 90mm | 170mm |
| 有効画素数 | 180画素 | 340画素 |
| 画素ピッチ | 0.5mm(50dpi相当) | |
| ライン周期 | 62.5~1000 μs/line | |
| データ出力方式 | 10ビット長デジタル LVDS出力 | |
| 制御I/F | 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 |

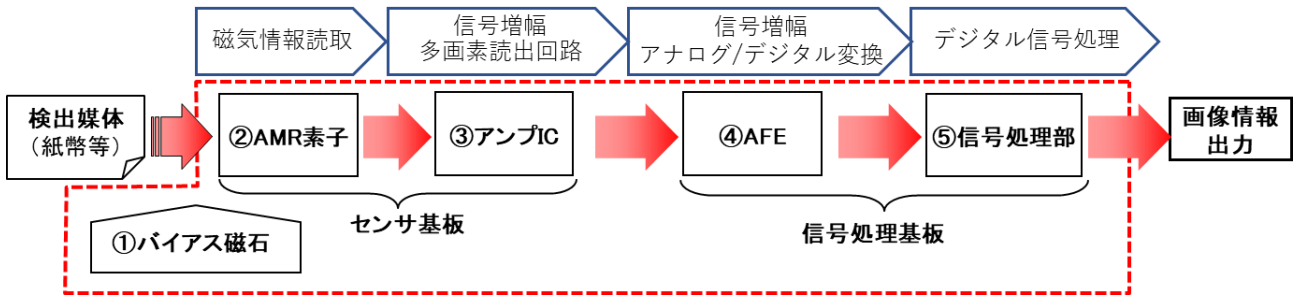


図2 MICMO®の基本構成

図2に本製品の基本構成を示す。①紙幣等の検出媒体とAMR（異方性磁気抵抗効果）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AMR素子、③AMR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出回路（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なる。従来の磁気情報の有無のみを検知する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、本製品は③～⑤を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ことを特徴としている。

技術上の特徴

(1) 検出原理

本製品の検出原理を図3、4にて説明する。本製品には外部磁束密度の変化を抵抗値の変化に変換するAMR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外乱の影響を小さくし品質の安定を図っている。図3にAMR素子に印加される外部磁束密度とAMR素子の抵抗変化率の関係を示す。バイアス磁石によりバイアス磁束を印加することでAMR素子の感度が一番高くなるように構成している。尚、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。

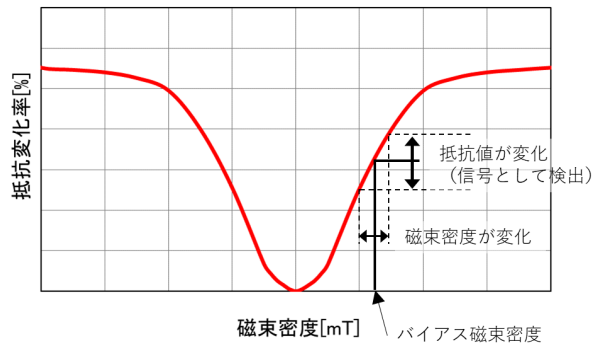


図3 AMRの磁束密度と抵抗変化率の関係

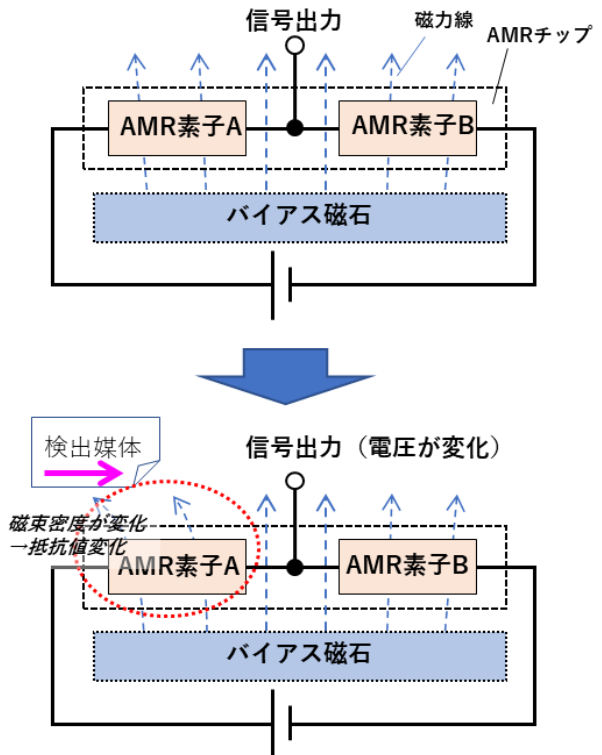


図4 AMR素子検出原理

図4に磁気情報を含む検出媒体がAMR素子Aに近づく場合の検出原理を示す。AMRチップ（AMR素子A、B）には定電圧が印加されている。検出媒体がAMR素子Aに近づく、検出媒体に含まれる磁気インク等の磁性体によりAMR素子Aにかかる磁束密度が変化し、AMR素子Aの抵抗値が変化するため、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る。さらに検出媒体が進んでいくと、AMR素子Bにも影響が及ぶようになり同じ原理にて検出媒体の磁気情報を検知することができる。

(2) 高感度/高解像度の実現

本製品には感度の高い AMR 素子を採用し、AMR 素子を高密度に集積した AMR チップを新規開発し、このチップを横一列に配置することで所定の読取幅の高解像度読取を実現している。AMR 素子ピッチは 0.5mm であり、読取幅 180mm の場合、360 素子並んでいる。

AMR 素子は磁性体であり素子長手方向が容易磁化方向、短手方向が感磁方向となる。一般的にはブリッジさせる AMR 素子を平行に並べ短手方向にバイアス磁束を印加する構成をとるが、その構成では、長手方向の磁束が安定しないことから少し強い磁性体が搬送されると磁気モーメントの反転現象が発生し出力が急激に変化するという課題がある。本製品では、図5に示すようにブリッジさせる AMR 素子をハの字構造とすることで、長手方向の磁束の向きを揃え磁気モーメントの反転を防いだ。また、消費電流を抑えるために抵抗値を増大させつつ小型化可能なジグザグ配線となるミアンダ構造(図示なし)を採用した。

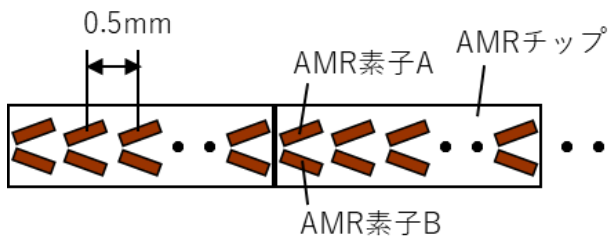


図5 AMRチップ構成

(3) 高 S/N 比の実現

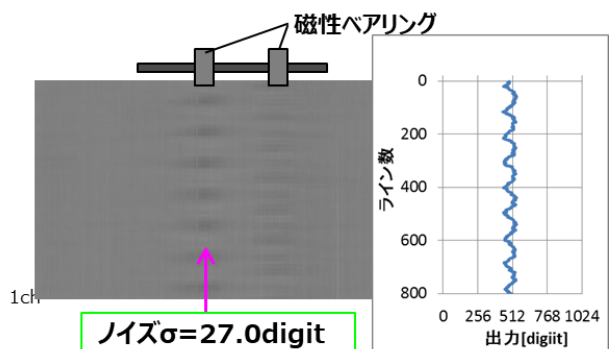
紙幣等に含まれる磁気情報出力は非常に弱く、AMR 素子から出力される信号レベルは極めて微小であり、鑑別に必要な S/N 比を確保するためには低雑音増幅回路が必要となる。本製品では、低雑音増幅器と多画素読出回路(マルチブ

レクサ) を集積した多チャンネルの専用アンプ IC を新規開発し、これを AMR チップと同一基板上に必要な数実装し最短配線とすることでノイズの重量を極力抑え、高い S/N 比を確保した。

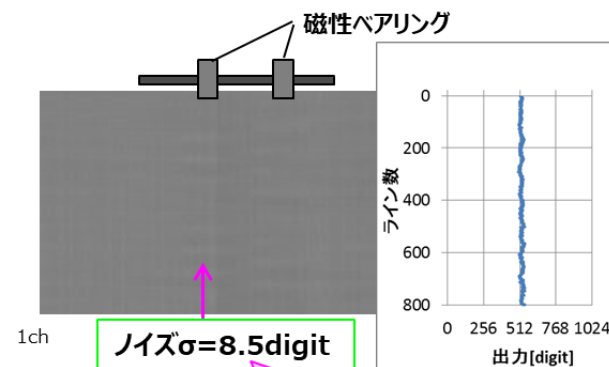
(4) 外部磁性体影響低減

金融端末装置では、紙幣等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、本製品には高感度の AMR 素子を採用しているため、磁性ベアリングのノイズが信号に大きな影響を与える可能性がある。

その対策として、本製品では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6に示すように、磁気シールドを追加することにより外部磁性体の影響を 1/3 まで低減した。



(a) 磁気シールドなし



1/3以下に低減

(b) 磁気シールドあり(本製品)

図6 磁性ベアリングの出力への影響

(5) 信号処理機能

本製品には高解像度磁気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。本製品の代表的な信号処理機能を以下で説明する。

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

アナログ/デジタル変換機能

1ライン 360画素分の信号を時分割に高速/高精度にデジタル信号に変換

オフセット補正

画素ごとの基準出力のオフセットばらつきを補正

感度補正

画素ごとの AMR 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。

実用上の効果

図 7 (b) に紙幣の大部分に磁気インクが使用されている 1ドル紙幣の本製品での読取結果、図 7 (c) に従来磁気センサ相当画像を示す。比較すると情報量に大きな違いがあることが分かる。従来磁気センサでは磁気情報の有無しか判別できなかったが、MICMO[®]を採用することで近年増加している高精細で微弱な磁気情報も画像化することができるようになり、偽札鑑別能力向上への貢献が期待できる。

知的財産権の状況

本件に関する特許登録は下記の通りである。

① 日本国特許第 6316429 号

国際公開番号 WO2016/013650

名称：磁気センサ装置

概要：被検知物搬送方向に対して磁界生成部の中心位置に隣接する抵抗体がブリッジ接続されている磁気抵抗効果素子のブリッジ中心を配置した磁気センサ装置

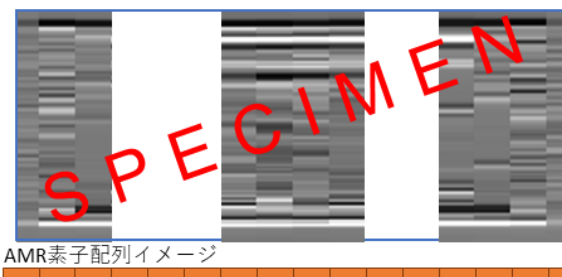
その他 13 件



(a) 1ドル紙幣



(b) MICMO[®]出力画像



(c) 10mmピッチ磁気センサ出力相当画像
(MICMO[®]出力画像を20ch毎に平均化し出力)

図7 1ドル紙幣読取結果(一部抜粋)

むすび

高解像度、高 S/N 比、安定出力を備えた MICMO[®]により、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を実現した。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換えが可能となり、金融端末の偽札鑑別能力向上に貢献できると考えている。

今後もユーザーのニーズに応えつつ、さらなる拡販、他分野への展開に向けた市場調査も進め、適用拡大をはかり、社会に広く貢献していきたい。