

## OS0113 SV-GMR 素子適用による高感度センサの研究

## A Study of High Sensitive Sensor using SV-GMR elements

○ 吉元 崇紘 (小山高専専攻科) 正 小林 一光 (小山高専)

Takahiro YOSHIMOTO, Kazumitsu KOBAYASHI

Oyama National College of Technology, Nakakuki771, Oyama, Totigi

Key Words: Spin-valve Giant Magnetoresistance. Vehicle devices.

## 1. 緒言

自動車において、排気燃費安全性の向上が課題になっており、これらを解決するには従来よりも高精度制御が求められている。

自動車の回転制御に着目するとシステム中でデジタルセンシング、アナログセンシングが行われている。精度やコストにおいて改良を必要とするものがある。回転センシングしている機器や素子は、レゾルバ、ホール素子、MR素子が挙げられる。レゾルバは高精度であるが高価格であり、ホール素子やMR素子は低価格であるが感度（精度）が低いと言う課題がある。

スピンバルブ型GMR素子（以下SV-GMR素子）は高精度でMR素子並の価格であることから、高精度、低価格の可能性はあるがその研究開発は十分に行われていない。本研究ではSV-GMR素子の回転センサへの適用を考え、アナログセンサとして応用を図る。

## 2. SV-GMR素子特性の確認

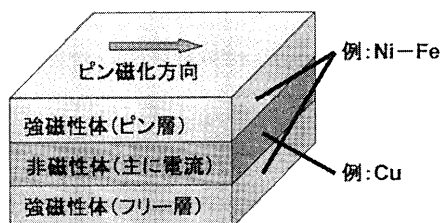


fig.1 Structure of SV-GMR element

## 2.1 SV-GMR素子

SV-GMR素子は fig. 1 に示すように、反強磁性体層と強磁性体層で構成されるピン層と、強磁性体層で構成されるフリー層で非磁性体層を挟んだ構成をしている。ピン層の強磁性体層は反強磁性体層との交換結合により磁化の向きが固定されている。フリー層は外部磁界に反応し、磁化方向が変化する。ピン磁化方向と外部磁化方向の相対角度によって素子の抵抗値が変化するので、外部磁界の変化を検知することができる。ホール素子(MR素子)に比べGMR素子は感度が非常に高いので、この高い感度を利用し高精度回転センサを検討していく。

## 2.2 MR素子との比較

fig. 2 のように素子を空間に固定し、円盤状に固定された一対の磁石を  $180^\circ$  回転させる。磁界によって素子の抵抗が変化しそれに伴い出力が変化するのでSV-GMR素子とMR素子で比較する。fig. 3, tab. 1 よりSV-GMR素子はMR素子に比べて

感度が高く、直線領域が広いことが確認できた。

## 3 レイアウトの検討

## 3.1 磁石形状

希土類マグネットはとても高価であり、コストダウンの為に磁石形状の縮小化を図る必要がある

## 3.1.2 磁石形状の検討

fig. 2 の実験レイアウトに沿って  $\phi 5.0$  の円盤を用意しヨークを用いず、磁石を3種類用意し測定を行う。磁石形状は tab. 2 の通りである。各々で出力測定を行い、結果を tab. 3 に示す。結果より磁石の縮小化を行うと、磁束密度が疎になり出力直線領域が狭まることがわかった。

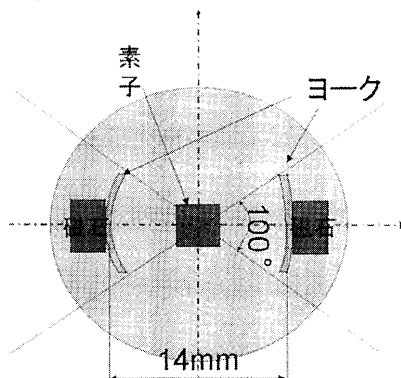


fig.2 Experiment layout

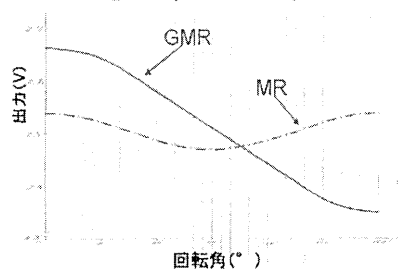


fig.3 Output comparisons of SV-GMR elements, MR elements

tab.1 Output comparisons of SV-GMR elements, MR elements

素子	出力 (V)	周期	直線領域
SV-GMR	Max2.664 Min2.357	$2\pi$	$30-150^\circ$
MR	Max2.540 Min2.471	$\pi$	$30-70^\circ$ $120-160^\circ$

\*直線領域は全て相関係数0.999以上とする。

tab.2 Magnet profile

磁石A	磁石B	磁石C
28×6×5	15×5×5	5×5×3

tab.3 Linearity by each Magnet profile

	磁石A	磁石B	磁石C
直線領域	50-130°	60-120	80-100

### 3.2. ヨーク形状

磁束密度分布を適正化して出力直線領域を拡大することを考え、ヨーク形状の検討を行った。

#### 3.2.1 ヨーク厚の検討

fig. 2の実験レイアウトに沿ってφ50の円盤を用意し、ヨーク間隔L=36mmに1対の磁石Aをセットし、また厚さの違うヨークを4種類用意し測定を行った。ヨーク形状は次の通りで厚さを変化させ材料はFeを用意した。

tab.4 York profile

ヨークA	ヨークB	ヨークC	ヨークD
40*10*0.7	40*10*1.2	40*10*2.2	40*10*3.1

各々で測定を行い、結果をfig. 4, tab. 3に示す。

結果よりヨークC及びヨークDにおいて充分な直線領域を得られた。またこれにより磁石の縮小化が可能であることが分かった。

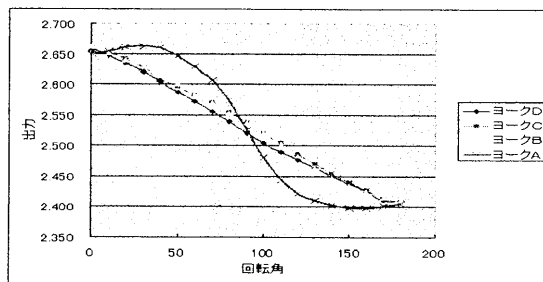


fig. 4 Output characteristic

tab.5 Linearity by each York profile

ヨーク	A	B	C	D
直線領域	60-120°	30-130°	10-170°	10-170°

### 3.3 磁石干渉距離

トルクセンサーに応用することを考える。シャフトのねじり角により軸トルクを測定する方式を考えると磁石、ヨークをセットしたφ50の円盤が1対になる必要がある。そのとき2つの円盤上の磁石間の干渉が考えられるので干渉距離の測定を行った。

#### 3.3.1 磁石干渉距離の測定

向かい合うようにφ50の円盤を1対置き影響値の測定を行った。結果を表に示す。結果より円盤が近いとfig. 5の干渉が生じ、装置を75mm以上離すと影響を及ぼさないことがわかった。

### 3.4 仕様決定

以上の結果よりSV-GMR素子を円周上に120°ずつ、3個用いれば一周360度を直線出力で測定出来ることを想定すると磁石C、ヨークCを用いることで可能となる。

## 4. 磁界の確認

### 4.1 平行磁界の確認

3.4で決定した仕様において中心を原点としたときのX座標

(-10~10) Y座標 (15~20) の範囲においてガウスメータ (東陽テクニカ, 5180/Gauss/Tesla Meter) を用いて磁束密度分布の計測を行った。条件は0.5mm間隔で中心から上に2.5mm, 左右に5.0mmの範囲で計測。

結果をfig. 5に示す。fig. 5が示すように平行磁界が確認できた。

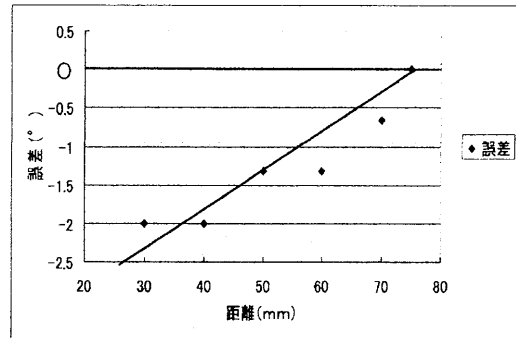


fig. 4 Magnet interference distance

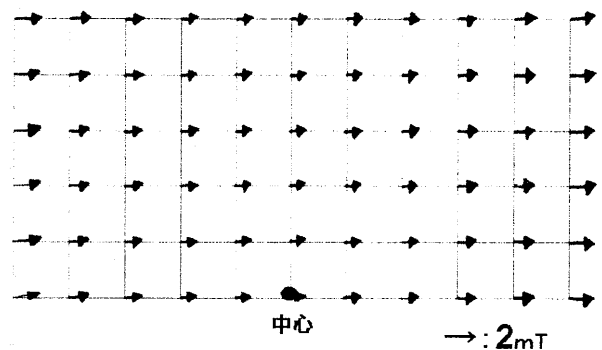


fig. 5 Parallel magnetic field

### 4.2 回転時の磁界の確認

3.4で決定した仕様において中心を原点としたときのX座標 (0) Y座標 (20) の位置においてガウスメータ (東陽テクニカ, 5180/Gauss/Tesla Meter) を固定し、装置を10°毎に磁束密度分布の計測を行った。磁石のN-Sが90°で方向が反転するのに伴って磁束分布の向きが変化している。

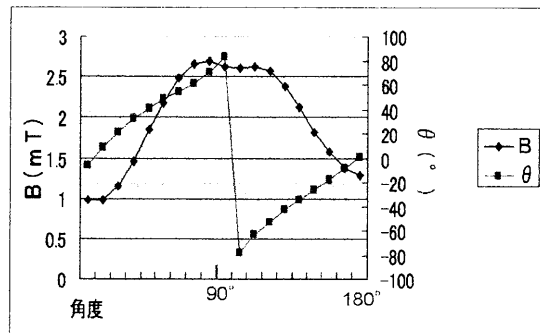


fig. 5 Output characteristic of Magnetic field on rotation

## 5. まとめ

- 1) SV-GMR素子を用いれば、高精度且つ安価なアナログセンサーが製作できる可能性を見出した。
- 2) アナログ方式のトルクセンサーの応用が考えられる。

## 6. 参考文献

- 1) センサのしくみ 谷腰欣司 電波新聞社
- 2) 磁気センサ理工学 毛利佳年男 コロナ社