

Zygmunt KUBIAK, Roman MIELCAREK
Politechnika Poznańska

PRZETWARZANIE PRZEMIESZCZEŃ KĄTOWYCH NA WARTOŚĆ CYFROWĄ Z WYKORZYSTANIEM SENSORÓW MAGNETOREZYSTANCYJNYCH

Streszczenie. W pracy przedstawiono podstawy fizyczne, budowę oraz właściwości dwóch rodzin sensorów: opartych na materiałach AMR i GMR. AMR jest płaskim układem warstwy ferromagnetycznej z wymuszonym w procesie produkcji, wstępnym ustawieniem kierunku wektora magnetyzacji. Sensory typu GMR zawierają warstwy magnetyczne o grubości nanometrów, odseparowane cienkimi warstwami niemagnetycznymi. Zjawisko zmiany rezystancji ferromagnetycznych warstw sensorów w zewnętrznym polu magnetycznym znalazło wiele interesujących zastosowań.

CONVERSION OF ANGULAR DISPLACEMENT TO DIGITAL USING MAGNETORESISTIVE SENSORS

Summary. The paper presents physical basis, constructions and properties of two sensor families based on AMR and GMR materials. AMR type sensor is an element made of properly shaped, thin ferromagnetic film with forced (during production process) initial alignment direction of the magnetization vector. Sensors based of GMR, consist of magnetic layers a few nanometers thick separated by equally thin nonmagnetic layers. Phenomena of ferromagnetic sensor layers resistance variation in external magnetic field has found many interesting applications.

1. Wprowadzenie

Obecnie komputerowe systemy sterowania wprowadzane są ciągle do nowych dziedzin zastosowań. Przykładem może być motoryzacja, gdzie elektronika przyczynia się do poprawy parametrów eksploatacyjnych (np. regulacja kąta wtrysku), wzrostu bezpieczeństwa (np. system wspomagania hamowania - ABS) i komfortu jazdy (np. klimatyzacja). Cechą nowych rozwiązań jest rozproszona struktura układów wejścia/wyjścia, tzw. sieć miejscowa (ang. fieldbus) łącząca inteligentne węzły. Na potrzeby pojazdów specjalnie opracowana została sieć CAN (ang. Controller Area Network). Wspomniane systemy wymagają między innymi wiarygodnej informacji wejściowej. Rośnie w związku z tym zapotrzebowanie na cyfrowe przetworniki różnych wielkości fizycznych. W pracy przedstawiono problem przetwarzania przemieszczeń kątowych (np. obrotów, położen dźwigni, wałków) na wartość cyfrową przy

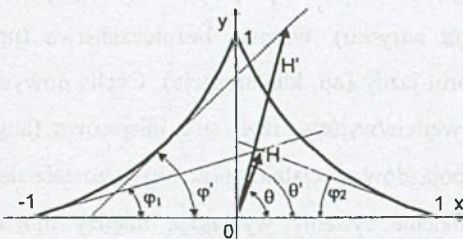
wykorzystaniu sensorów magnetorezystancyjnych (MRS). Poniżej przedstawione zostaną dwie grupy sensorów MRS: AMR (ang. Anisotropic Magnetoresistance) i GMR (ang. Giant Magnetoresistance). AMR jest planarnym układem warstwy ferromagnetycznej z wymuszonym w procesie produkcji wstępnym ustawieniem wektora magnetyzacji. W przypadku GMR mamy do czynienia ze stosem podwójnych super cienkich układów warstw ferromagnetyk/diamagnetyk, a wektory magnetyzacji warstw ferromagnetycznych są wstępnie ustawione (bez zewnętrznego pola magnetycznego) na skutek sprzężenia i kształtu tych warstw. Zewnętrzne pole magnetyczne powoduje zmianę rezystancji czujników. Jeżeli sensor umieszczony zostanie w zmieniającym się polu magnetycznym (tu obracającym się względem elementu), to ma to wpływ na wartość i znak napięcia wyjściowego. Właściwości magnetyczne obu typów sensorów są podobne, ale w drugim przypadku uzyskujemy większy efekt magnetorezystancyjny.

2. Budowa i właściwości sensorów typu AMR

Sensor magnetorezystancyjny typu AMR jest elementem wykonanym z odpowiednio ukształtowanej, cienkiej warstwy ferromagnetycznej (TFF - ang. Thin Ferromagnetic Film). Warstwa najczęściej stopu NiFe (ok. 80% Ni), o grubości z przedziału 10-300 nm, tworzy strukturę jednodomenową. W takiej warstwie wektor magnetyzacji \vec{M}_s leży w jej płaszczyźnie. Cechą TFF jest jednoosiowa anizotropia magnetyczna. Oznacza to, że istnieje położenie o minimalnej energii magnetycznej, które przyjmuje wektor \vec{M}_s . Położenie to nazywa się osią łatwą, a kierunek do niej prostopadły - osią trudną. Anizotropia ta jest przyczyną zmiany rezystancji warstwy ferromagnetycznej w zewnętrznym polu magnetycznym.

W dalszych rozważaniach założono, że warstwa ferromagnetyczna jest jednodomenowa [1], a przemagnesowywanie

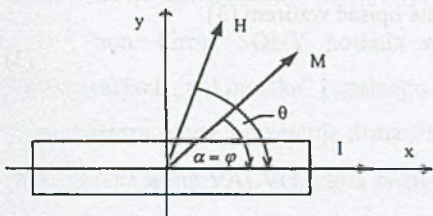
pod wpływem zewnętrznego pola magnetycznego następuje na skutek jednorodnego obrotu wektora magnetyzacji \vec{M}_s [2]. W takim przypadku położenie wektora \vec{M}_s można poglądowo określić na podstawie tzw. krzywej krytycznej (asteroidy). Położenie to (kąt φ) wyznaczamy



Rys. 1. Krzywa krytyczna
Fig. 1. Critical curve

prowadząc styczne do asteroidy z końca wektora pola \vec{H} - rys.1. Każdemu wektorowi pola \vec{H} , którego początek znajduje się w początku układu współrzędnych, pozostającemu wewnątrz płaszczyzny ograniczonej krzywą krytyczną, odpowiadają dwa położenia równowagi trwałej wektora \vec{M}_s . To, które z tych położen przyjmie wektor \vec{M}_s , zależy wyłącznie od historii. Gdy koniec wektora \vec{H} znajduje się na zewnątrz asteroidy, istnieje tylko jedno położenie wektora \vec{M}_s . Powyższy model stanowi użyteczne przybliżenie procesów przemagnesowywania TFF, szczególnie w rotacyjnym polu magnetycznym.

Na rys. 2 przedstawiono najprostszy sensor magnetorezystancyjny wykonany w postaci wąskiego paska TFF. W tym przypadku rezystancję sensora można określić następująco:



Rys.2. Prosty sensor magnetorezystancyjny w polu magnetycznym

Fig.2. Basic magnetoresistive sensor in magnetic field

$$R = R_{\alpha=0^\circ} - \Delta R \sin^2 \alpha \quad (1)$$

lub

$$R = R_{ir} + \frac{1}{2} \Delta R \cos 2\alpha \quad (2)$$

gdzie:

$\Delta R = R_{\alpha=0^\circ} - R_{\alpha=90^\circ}$ - największa zmiana,

$R_{ir} = \frac{1}{2}(R_{\alpha=0^\circ} + R_{\alpha=90^\circ})$ wartość średnia,

$R_{\alpha=0^\circ}$ - rezystancja paska TFF dla $\alpha = 0^\circ$ (największa rezystancja TFF),

$R_{\alpha=90^\circ}$ - rezystancja paska TFF dla $\alpha = 90^\circ$ (najmniejsza rezystancja TFF),

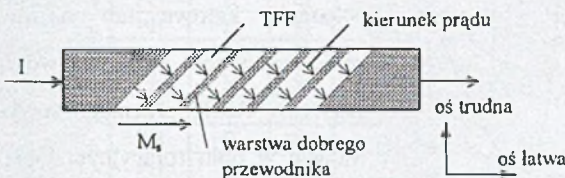
α - kąt zawarty między wektorem magnetyzacji \vec{M}_s a wektorem prądu \vec{I} ,

φ - kąt zawarty między wektorem magnetyzacji \vec{M}_s a kierunkiem osi x ,

θ - kąt zawarty między wektorem zewnętrznego pola \vec{H} a kierunkiem osi x ,
oś x = oś łatwa, oś y = oś trudna,

Bez zewnętrznego pola pasek TFF ma największą rezystancję, oznaczoną $R_{\alpha=0^\circ}$.

We współczesnych sensorach AMR zamiast prostych ścieżek TFF (rys. 2) stosowana jest specjalna konfiguracja nazwana „Barber Pole” [4,7]. Wcześniej już zauważono, że najbardziej



Rys.3. Konfiguracja „Barber Pole”

Fig.3. The „Barber Pole” configuration

liniowe charakterystyki (przy przemagnesowywaniu wzdłuż osi trudnej) otrzymuje się, gdy wektor prądu jest nachylony do osi łatwej pod kątem 45° . Konfiguracja „Barber Pole” polega na naniesieniu

na cienkiej warstwie ferromagnetyka dodatkowych pasków (ścieżek), odpowiednio nachylonych, z materiału dobrze przewodzącego prąd (rys. 3). Wprowadzenie warstwy dobrego przewodnika powoduje powstanie pola elektrycznego, które wymusza zmianę kierunku przepływu prądu przez TFF. Metoda ta, w porównaniu z wcześniej opracowanymi sposobami linearyzacji z wykorzystaniem pól podmagnesowujących (bias field), ma szereg zalet:

- nie ma ryzyka rozbitcia jednodomenowej struktury warstwy przez zbyt duże wartości pola podmagnesowującego,
- wartość początkowa kąta $\alpha = \alpha_B = 45^\circ$ jest dokładnie ustalona przez cały okres eksploatacji MRS,
- nie wymaga wprowadzania pola wstępnego podmagnesowania.

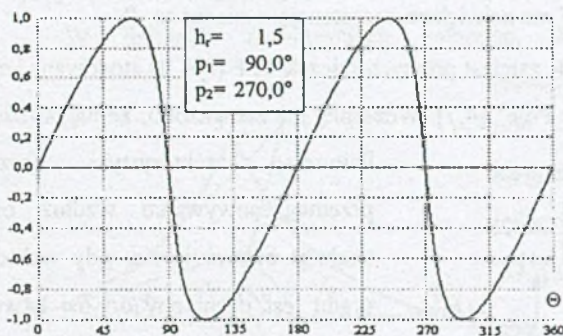
Wprowadzenie przesunięcia wektora prądu można opisać wzorem (3).

$$\alpha = \varphi + \alpha_B \quad (3)$$

Wtedy wzór (1) dla $\alpha_B = 45^\circ$ przyjmie postać

$$R = R_{jr} - \frac{1}{2} \Delta R \sin 2\varphi \quad (4)$$

Ponieważ maksymalna zmiana rezystancji ΔR wynosi tylko około 3% R_{jr} , stąd też praktyczne zastosowanie znalazły konfiguracje mostkowe. Ramiona takiego mostka złożone są z wielu elementarnych TFF. Dla TFF w przyległych ramionach, kąty między wektorem magnetyzacji a wektorem prądu są różne i wynoszą odpowiednio $\alpha_B = 45^\circ$ i -45° . Kąty α_B dla warstw ferromagnetycznych z przeciwległych ramion są równe. Dla takiego mostka, zasilanego prądem stałym I , przy uwzględnieniu równania (3), otrzymujemy wyrażenie (4). Opisuje ono zmianę napięcia na wyjściu mostka.



Rys.4. Charakterystyka rotacyjna sensora AMR [5]
Fig.4. Rotational MRS characteristic

$$U_o = \frac{\Delta R}{2} I \sin 2\varphi \quad (5)$$

W przypadku zastosowań, w których należy przetwarzać położenie katowe lub obroty, wykorzystywane są właściwości sensorów AMR przemagnesowywanych w polu rotacyjnym [3,5]. Wtedy wektor zewnętrznego pola \vec{H} , obraca się względem

AMR w płaszczyźnie TFF. Wartość pola H_r powinna być większa od pola H_x ($h_r > 1$, gdzie $h_r = H_r / H_x$). Ze wzoru (3) wynika, że na jeden obrót wektora \vec{H} , otrzymujemy cztery przejścia sygnału wyjściowego przez zero (rys. 4). Amplituda i kształt nie zależą od częstotliwości rotacji pola.

W Polsce, w roku 1975, w Instytucie Fizyki Molekularnej PAN opracowano proces technologiczny wytwarzania sensorów AMR (w układzie mostkowym) z przeznaczeniem dla producenta przyrządów pomiarowych „Mera Lumel” w Zielonej Górze. TFF ze stopu 57Ni 15Fe 28Co, nanoszona była na podłoże szklane o wymiarach 20*10*0,8 mm, a cały element zalewany był żywicą Durez. W roku 1982, w firmie SHARP, ukazał się komercyjny AMR typu OP-4101m., umieszczony w nietypowej obudowie o wymiarach (bez wyprowadzeń) 6*5*3 mm. Firma SONY posiada w swojej ofercie, od roku 1990, rodzinę MSR, o konfiguracjach „pół mostka” i „pełnego mostka”. TFF naniesiona jest na podłoże krzemowe. Najpełniejszą ofertę prezentuje firma PHILIPS. Pierwsze produkty wytwarzane były (od roku 1987) przez firmę VALVO, która później została włączona do firmy PHILIPS.

Poniżej przedstawiono zestawienie parametrów sensorów wspomnianych firm.

Tabela 1

Zestawienie sensorów AMR

Sensor	Firma	Konfig	Baza	Wymiary (mm ³) lub obudowa	Sensor -pow. (mm ²)	R (kΩ)	Czułość (mV/V) (kA/m)	Zakres (kA/m)	Uwagi
CMR	ML	B	szkło	20x10x1	18x8	0,5...2,5	~15	-2,0...+2,0 ^a	
OR-4101M	SH	HB	-	6x5x3	-	1,2	0,9	-	
DM1061	SN	HB	Si	4x3x2	0,5x1	1,4...3,7	2,0	-	
DM110	SN	HB	Si	7x6,3x2	2,5x5	200...350	2,4	-	
DM111	SN	HB	Si	7x6,3x2	2,5x5	0,5...0,6	3,6	-	
DM211	SN	HB	Si	8x6,5x2,5	2,4x0,9	1,6...3,0	1,8	-	
DM230	SN	B	Si	4,5x4,5x2,5	1x1	0,5...0,8	2	-	
DM231	SN	B	Si	4,5x4,5x2,5	1x1	0,5...0,8	2	-	FE
DM232	SN	B	Si	4,5x4,5x2,5	1x1	0,5...0,8	2	-	FE
DM233	SN	B	Si	4,5x4,5x2,5	1,6x1,6	0,5...0,8	2	-	F
KMZ10A	PH	B	Si	SOT95	1,6x1,6	1,2	16	-0,5...+0,5 ^a	
KMZ10A1	PH	B	Si	SOT95	1,6x1,6	1,3	22	0,05...+0,05 ^a	
KMZ10B	PH	B	Si	SOT95	1,6x1,6	2,1	4	-2,0...+2,0 ^a	
KMZ10C	PH	B	Si	SOT95	1,6x1,6	1,4	1,5	-7,5...+7,5 ^a	
KMZ11B1	PH	B	Si	SO8	1,6x1,6	2,1	4	-2,0...+2,0 ^a	
KMZ41	PH	B	Si	SO8	-	2,5	2,8	100	
KMZ50	PH	B	Si	SO8	-	2	15	-0,2...+0,2 ^a	EC
KMZ51	PH	B	Si	SO8	-	2	15	-0,2...+0,2 ^a	IC

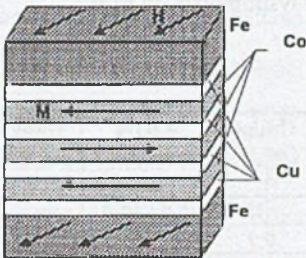
Uwagi: ML - Mera-Lumel, SH - Sharp, SN - Sony, PH - Philips, B - mostek, HB - półmostek, FE - magnes ferrytowy, F - ferryt, EC - zewnętrzna cewka kompensacyjna, IC - wewnętrzna cewka kompensacyjna

^a) dotyczy liniowego zakresu pracy sensora.

3. Budowa i właściwości sensorów typu GMR

Zjawisko sprzężenia antyferromagnetycznego w supercienkich warstwach ferromagnetyka rozdzielonych warstwą nieferromagnetyczną zostało odkryte w roku 1986 [8]. Oznacza ono antyrównoległe ustawienie wektorów magnetyzacji w sąsiadujących warstwach ferromagnetyka. Podjęte zostały intensywne badania tego zjawiska, które wkrótce przyniosły odkrycie dużych zmian rezystancji układu w zewnętrznym polu magnetycznym (GMR - Giant MagnetoResistance) [9,10]. Najlepsze wyniki uzyskano dla warstw Fe/Cr, Co/Cu oraz Py/Cu ($Py=Ni_{80}Fe_{20}$). Badane układy warstw charakteryzowały się umiarkowanymi polami nasycenia (wektory $\uparrow\uparrow$) od 2,4 do 80 kA/m oraz zmianami rezystancji do ponad 20%. Dla warstwy ferromagnetyka Py znaleziono maksimum $\Delta R/R$ przy grubości 1,4 nm, a dla warstwy niemagnetycznej Cu wystąpiły dwa maksima - większe przy ok. 1 nm i mniejsze przy 2 nm [11].

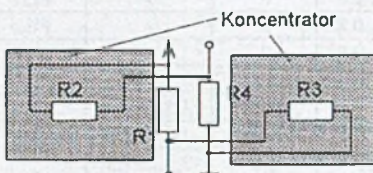
Sensory GMR budowane są jako pojedynczy układ dwóch warstw ferromagnetycznych rozdzielonych warstwą niemagnetyczną (ang. „Sandwich”) oraz jako układy wielowarstwowe (ang. Multilayer). Na rys. 5 pokazano budowę sensora GMR umieszczonego w zewnętrznym



Rys.5. Sensor GMR w polu magnetycznym

Fig.5. GMR sensor in magnetic field

polu magnetycznym. Stos warstw Co/Cu zakończony jest grubszymi warstwami z żelaza. Linie pola magnetycznego w warstwach Fe są zgodne z polem zewnętrznym. Pole to powoduje zmianę położenia wektorów magnetyzacji warstw ferromagnetycznych Co. Rezystancja układu warstw Co/Cu/Co zależy od kąta między wektorami magnetyzacji warstw Co. Największa rezystancja występuje przy ustawieniu antyrównoległym wektorów, a najmniejsza przy równoległym.



Rys.6. Rozmieszczenie elementów sensora typu NVE AAxxx

Fig.6. Arrangement sensor elements - NVE AAxxx

Najbardziej znanym producentem sensorów GMR jest firma Nonvolatile Electronics, Inc. (NVE). Wytwarza dwie grupy MRS: układy monolityczne z dodatkową elektroniką i bez. Podstawą obu rozwiązań jest układ mostkowy złożony z czterech rezystorów GMR (rys. 6). Dwa z nich są ekranowane przed zewnętrznym polem magnetycznym - kompensują wpływ zmian temperatury.

Układ zawiera dodatkowo koncentratory strumienia w postaci pasków permalloyowych, a w szczelinie między nimi umieszczone są dwa pozostałe rezystory GMR.

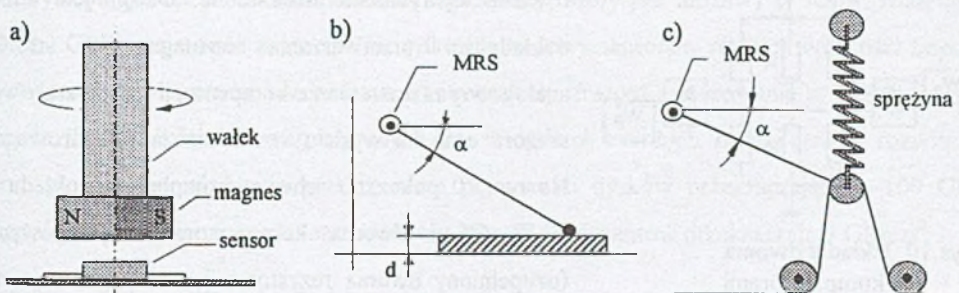
Siemens produkuje wielowarstwowe elementy GMR specjalnie opracowane pod kątem pomiarów przemieszczeń. Zawierają one jedenaście warstw o całkowitej grubości 25 nm (budowa analogiczna jak na rys. 5).

4. Zastosowania MRS

Właściwości MRS wynikające z przemagnesowywania sensorów w zewnętrznym polu rotacyjnym lub wzdłuż osi trudnej (prostopadłej do kierunku pierwotnego ustawienia wektorów magnetyzacji - bez zewnętrznego pola) znajdują zastosowania między innymi do pomiaru przemieszczeń katowych, np. pomiar pozycji/prędkości katowej, pomiar obrotów, wykrywanie kierunku obrotów. Oś trudnego magnesowania jest kierunkiem największej czułości sensora. Pomiar dotyczy zarówno parametrów statycznych, jak i dynamicznych (zakres częstotliwości pracy MRS wynosi 0 do 1 MHz), co jest wyjątkową cechą takich sensorów.

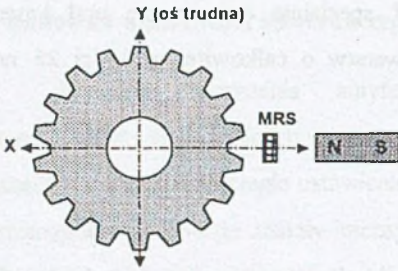
Przykładowo w przemyśle samochodowym MRS są stosowane do pomiaru położenia przepustnicy, pozycji pedałów, w sterowaniu silnikiem, sterowaniu skrzynią biegów, w ABS (ang. Anti-Block System), ASC (ang. Acceleration Skid Control) itp. W zależności od zastosowanych dodatkowych układów elektronicznych można uzyskać wyjścia analogowe napięciowe lub prądowe, PWM (ang. Puls Width Modulation), a także wyjścia cyfrowe, zgodne z różnymi standardami sieci miejscowych (ang. fieldbus), np. CAN, Interbus-S itp.

Rys. 7 i 8 przedstawiają zasady użycia sensorów typu AMR i GMR.



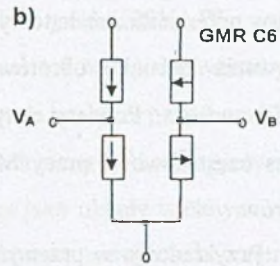
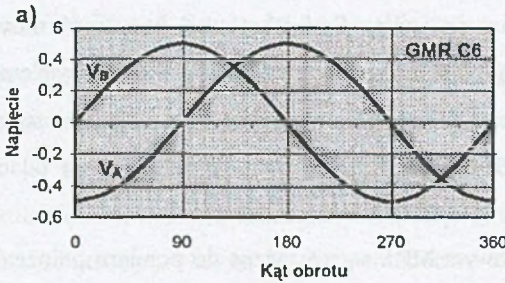
Rys.7. Typowe zastosowania pomiarowe MRS: a) pomiar kąta lub obrotów, b) użycie czujnika kąta do pomiaru grubości, c) pomiar naciągu z sensorem kąta

Fig.7. Typical measurement application of MRS: a) measuring angles or rotations, b) using angle sensor to measure thickness, c) belt tensioning using an angle sensor



Rys. 8. Pomiar położenia kąowego
Fig. 8. Angular position measurement

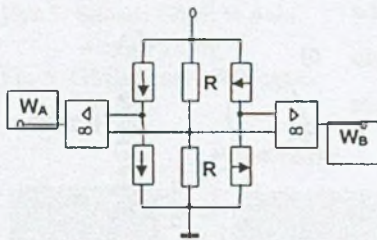
Metody pomiarowe zilustrowane na rys. 7 wyko-rzystują rotacyjne przemagnesowywanie MRS. Na rys. 8 sensor umieszczono blisko trybów koła zębatego. Gdy koło wiruje zmienia się składowa pola magnetycznego (od magnesu trwałego), działająca wzdłuż osi trudnej sensora, co powoduje zmiany magnetorezystancji. Interesującym rozwiązaniem dla przetwarzania przemieszczeń kątowych jest



Rys. 9. Charakterystyki rotacyjne sensora GMR C6
Fig. 9. Rotational characteristic of GMR C6 sensor

sensor GMR C6 firmy Siemens. Sensor zawiera dwa półmostki, których ramiona różnią się kierunkiem wektorów magnetyzacji. Taka konstrukcja (rys. 9b), przy przemagnesowaniu rotacyjnym, pozwala na uzyskanie na wyjściach sensora dwóch przebiegów sinusoidalnych przesuniętych o 90° (rys. 9a). Umożliwia to nie tylko precyzyjne określenie kąta obrotu, ale

również wykrycie kierunku ruchu. Osiągnięcie dużej dokładności przetwarzania wymaga po stronie analogowej zastosowania kompensacji temperaturowej sensora oraz na wyjściu wzmacniacza pomiarowego. Na rys. 10 pokazano schemat kompletnego układu z GMR C6 i dwoma komparatorami analogowymi (uzupełniony dwoma rezystorami), który generuje na wyjściu dwa przebiegi prostokątne przesunięte o 90° .

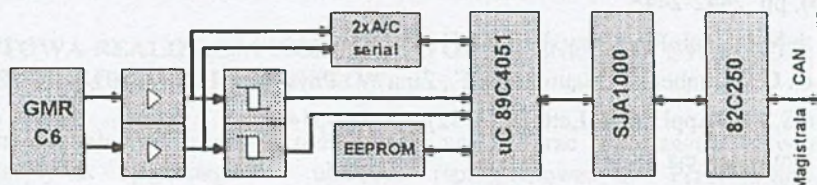


Rys. 10. Układ z dwoma komparatorami
Fig. 10. Double comparator circuitry

Taki układ pozwala na zliczanie obrotów i rozróżnianie kierunku z dokładnością do $1/4$ obrotu.

Cechą nowych rozwiązań cyfrowych systemów sterowania są rozproszone struktury układów wejścia/wyjścia, tzw. sieci miejscowe. Dużą popularność zyskała sieć CAN - uznana

w roku 1992 przez ISO za międzynarodowy standard - ISO11898. Protokół ten w zasadzie opisuje tylko drugą warstwę 7-warstwowego modelu sieci ISO/OSI. Warstwa aplikacji (7) definiowana jest jako oddzielne standardy, np. CANopen, DeviceNet czy SDS. Jest to sieć typu M-M (master-master) z metodą arbitrażu CSMA/CD+AMP. Na rys. 11 przedstawiono schemat blokowy inteligentnego węzła sieci CAN zawierającego MRS.



Rys.11. Schemat blokowy węzła sieci CAN

Fig.11. Block scheme of the CAN node

Układ 82C250 realizuje styk między fizyczną magistralą a kontrolerem protokołu CAN SJA1000. Funkcjami pomiarowymi węzła zarządza mikrokontroler - 89C4051. Bieżące ustawienia węzła przechowuje pamięć EEPROM. Węzeł został zaprojektowany jako przetwornik położenia kąтового. Zastosowany sensor GMR C6 dokonuje pomiaru przesunięcia kąтового, wykorzystując możliwości sensora przedstawione powyżej.

5. Zakończenie

Z braku miejsca w pracy nie zamieszczono tabeli zawierającej zestawienie sensorów GMR. Sensory GMR dostarczają większego sygnału wyjściowego niż AMR, ponadto w GMR nie występuje efekt przeskoku wektora magnetyzacji, który jest możliwy w AMR. Materiały AMR i GMR mają duże znaczenie nie tylko dla budowy sensorów różnych wielkości fizycznych (pomiar pola, prądu, przemieszczeń) ale znalazły również zastosowanie w konstrukcjach głowic dla czytników kart magnetycznych oraz w dyskach twardych. Dzięki nowym rozwiązaniom głowic zapowiada się przekroczenie pojemności dysków przekraczających 100 GB. Gęstości zapisu osiągnęte w laboratoriach czołowych producentów przekraczają 3 GB/cal².

LITERATURA

1. Prutton M.: Thin Ferromagnetic Films, London Butterworths 1964.
2. Irons H.R., Schewe L.J.: Magnetic Thin-Film Magnetometers for Magnetic-Field Measurement, IEEE Trans.Magnetics, vol.MAG-8, March 1972.
3. Kubiak Z., Stobiecki F.: Patent UP PRL, P-182778, 1975.

4. Kuijk K.E., Gestel W.J., Gorter F.W.: The Barber Pole, a Linear Magnetoresistive Head, IEEE Trans. Magnetics, vol. MAG-11, September, 1975 pp.1215-1217.
5. Kubiak Z.: Doctoral dissertation, Poznań University of Technology, 1980.
6. Magnetoresistive sensors and modules, Semiconductor Sensors, Philips, 1995.
7. Philips angle sensing solutions, Semiconductor Sensors, Philips, 1996.
8. Grünberg P., Schreiber R., Dang Y., Brodsky M.B., Sowers H.: Phys. Rev. Lett. 57 (1986), pp. 2442-2445.
9. Baibich M.N. in: Phys. Rev. Lett. 61 (1988), pp. 2472.
10. Binasch G., Grünberg P., Saurenback F., Zinn W.: Phys. Rev. B39 (1989), pp.4828.
11. Parkin S.S.P.: Appl. Phys. Lett. 60 (1992), pp. 512-514.
12. <http://www.can-cia.de>

Recenzent: Dr inż. T. Szkodny

Abstract

The paper presents physical basis construction and properties of two magnetoresistive sensor families based on AMR and GMR materials. AMR type sensor is an element of properly shaped thin ferromagnetic film (TFF). Permalloy ($\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}$) 10-300 nm thick, creates single-domain structure. In such film, vector of magnetization lies in its plane. TFF characterizes a uniaxial magnetic anisotropy. It means that there exists a positioning of the \vec{M}_s vector with minimal magnetic energy. Such positioning is called the easy axis and the direction perpendicular to it is called the hard axis. The coherent rotation model is a useful approximation of the TFF magnetization processes, especially in a rotational magnetic field. Sensors based of GMR consist of magnetic layers a few nanometers thick separated by equally thin nonmagnetic layers. This creates anti-parallel alignment of neighbouring magnetic layers. Ferromagnetic MRS layers resistance variation in external magnetic field phenomena has found many interesting applications. Overview of the MRS applications is restricted to angle shift processing. In this case the MRS remagnetization in external rotational field or along hard axis peculiarities are used.

Fierce development of digital control systems creates growing demand on sensors of various physical values, including MRS. The main feature of the new designs of such systems is distributed input/output structures, so-called fieldbuses aggregating intelligent nodes. The paper presents structure of the MRS system, being a node of a CAN network.

Success of the MRS applications results from advantages of discussed solutions such as: high sensing, reliability and stability, contactless measurement/detection, wide frequency operating range (0Hz - 1MHz) and high operating temperatures (up to 150C, 190C peak).