



Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 03.07.1972 (P. 156 460)

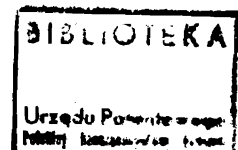
Fierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 30.05.1973

Opis patentowy opublikowano: 20.06. 1975

Kl. 42k,45/03

MKP G01l 1/12



Twórcy wynalazku: Henryk Lachowicz, Andrzej Hildebrandt, Maciej Kwie-
cień, Krystyna Burkiewicz

Uprawniony z patentu tymczasowego: Polska Akademia Nauk (Instytut
Fizyki), Warszawa (Polska)

**Sposób przetwarzania siły na sygnał elektryczny oraz układ do
stosowania tego sposobu**

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób przetwarzania siły na sygnał elektryczny oraz układ do stosowania tego sposobu.

Wśród wielu metod przetwarzania siły na sygnał elektryczny znane są także sposoby przetwarzania siły na sygnał elektryczny z wykorzystaniem cienkiej warstwy magnetycznej. Jeden ze znanych sposobów wykorzystuje zjawisko galwanomagnetyczne i polega na tym, że cienka warstwa ferromagnetyczna o jednoosiowej anizotropii poddawana jest działaniu mierzonej siły, która wywołuje w warstwie naprężenia jednoosiowe. Jednocześnie przez warstwę jest przepuszczany prąd elektryczny doprowadzany do niej za pomocą pary elektrod prądowych. Druga para elektrod, tak zwane elektrody napięciowe, zbierają napięcie wyjściowe. Wartość napięcia wyjściowego jest miarą siły działającej na warstwę.

Wadą omówionego wyżej sposobu jest to, że zależność pomiędzy zmianą napięcia wyjściowego i siłą jest uwarunkowana zarówno ustawieniem w warstwie wektora namagnesowania, jak też anizotropią magnetyczną, zewnętrznym polem magnetycznym oraz kierunkiem naprężenia wywołanego działaniem siły względem kierunku prądu. Stąd też występuje ograniczony zakres proporcjonalności sygnału wyjściowego do mierzonej siły.

Znany jest także sposób przetwarzania siły na sygnał elektryczny z wykorzystaniem cienkiej warstwy ferromagnetycznej polegający na tym, że

2

w warstwie ferromagnetycznej obciążonej siłą wywołuje się zjawisko rezonansu ferromagnetycznego o uzyskany impuls rezonansowy przetwarza się w układzie elektronicznym na napięcie proporcjonalne do interwału czasu między impulsem początkowym i impulsem rezonansowym. Interwał czasu między tymi impulsami jest miarą siły przyłożonej do warstwy.

Urządzenie do stosowania opisanego wyżej sposobu zawiera cienką warstwę ferromagnetyczną o jednoosiowej anizotropii, o poobwodowym kierunku osi łatwego magnesowania, naniesioną na sprężyste niemagnetyczne podłoże w postaci drutu. Warstwa ferromagnetyczna jest umieszczona w polu magnetycznym wytworzonym przez obwód generatora autodynowego o częstotliwości radiowej oraz w polu magnetycznym wytworzonym przez obwód generatora prądu o przebiegu piłokształtnym. Cienka warstwa jest tak usytuowana, że pole magnetyczne wytworzone przez obwód generatora autodynowego jest równoległe do łatwej osi anizotropii magnetycznej, a pole wytworzone przez obwód generatora prądu o przebiegu piłokształtnym jest prostopadłe do tej osi.

Impulsy z wyjścia generatora autodynowego są podawane do multiwibratora dwustabilnego. Na wyjściu multiwibratora otrzymuje się falę prostokątną o częstotliwości równej częstotliwości przebiegu piłokształtnego i o wypełnieniu proporcjonalnym do odstępu czasowego pomiędzy impulsem

początkowym i impulsem rezonansowym. Przebieg ten jest następnie całkowany w integratorze. Wartość napięcia na wyjściu integratora jest proporcjonalna do wypełnienia przebiegu prostokątnego, a więc i do siły działającej na warstwę magnetyczną. Wyjście integratora jest połączone z miernikiem lub rejestratorem.

Opisany sposób, aczkolwiek zapewnia większą dokładność pomiarów niż sposób wykorzystujący zjawisko galwanomagnetyczne, ma również wady. Przede wszystkim wymaga stosowania układu elektronicznego zawierającego generator autodynowy, a więc układu podatnego na zakłócenia zewnętrzne oraz zmieniającego swe parametry w funkcji temperatury. Ponadto dokładność pomiaru jest tu szczególnie zależna od dyspersji anizotropii warstwy ferromagnetycznej. Wynika to z tego, że szerokość impulsu rezonansowego jest zależna od dyspersji anizotropii, zaś właśnie szerokość impulsu wpływa bezpośrednio na dokładność pomiaru. Zmiana szerokości impulsu rezonansowego dodaje się bowiem do interwału czasowego będącego miarą mierzonej siły.

Celem wynalazku jest rozwiązanie zagadnienia przetwarzania siły na sygnał elektryczny z wykorzystaniem cienkiej warstwy ferromagnetycznej, w kierunku zwiększenia dokładności pomiarów i wyeliminowania wpływów zewnętrznych źródeł zakłócających.

Cel ten został osiągnięty w sposobie według wynalazku przez to, że warstwę ferromagnetyczną poddawaną działaniu siły magnesuje się w kierunku osi trudnego magnesowania zewnętrznym polem o wartości mniejszej od wartości pola anizotropii warstwy i jednocześnie z magnesowaniem dokonuje się odczytu wartości strumienia magnetycznego warstwy przetwarzając go na napięcie. Magnesowanie prowadzi się zmieniając tak wartość prądu magnesującego, aby utrzymana była stała amplituda odczytywanego napięcia. Zmiany wartości prądu magnesującego odwzorowuje się w mierniku lub rejestratorze i są one miarą siły przyłożonej do warstwy. Magnesowanie warstwy prowadzi się korzystnie prądem przemiennym o przebiegu sinusoidalnym.

Do stosowania sposobu wynalazek przewiduje urządzenie zawierające czujnik z cienką warstwą ferromagnetyczną poddawaną działaniu siły. Istotnym według wynalazku jest to, że czujnik z warstwą ferromagnetyczną jest umieszczony współosiowo w dwóch cewkach, z których cewka zewnętrzna jest cewką magnesującą a cewka wewnętrzna jest cewką odczytu, a obie cewki są włączone w obwód sprzężenia zwrotnego wzmacniacza o regulowanym wzmocnieniu sterowanego z generatora napięcia sinusoidalnego. Cewka magnesująca jest dołączona do wyjścia wzmacniacza, zaś cewka odczytu jest połączona poprzez detektor wartości szczytowej z sumatorem, do którego jest także doprowadzane napięcie odniesienia. Wyjście sumatora jest połączone z elementami regulującymi wzmocnienie wzmacniacza. Do wyjścia wzmacniacza, równolegle z cewką magnesującą jest dołączony także detektor z miernikiem i/lub rejestratorem.

Sposób oraz urządzenie według wynalazku poz-

walają uzyskać w szerokim zakresie proporcjonalność napięcia do zmian strumienia magnetycznego warstwy, przy czym możliwa jest praca urządzenia w zakresie odkształceń względnych rzędu $1 \cdot 10^{-3}$.

Przedmiot wynalazku zostanie bliżej omówiony na przykładzie wykonania urządzenia, którego schemat blokowy jest przedstawiony na rysunku.

Wynalazek zawiera czujnik 1 który stanowi cienka warstwa ferromagnetyczna o jednoosiowej anizotropii, o poobwodowym kierunku osi łatwego magnesowania, naniesiona na sprężyste niemagnetyczne podłoże w postaci drutu. Czujnik 1 jest umieszczony współosiowo w dwóch cewkach z których zewnętrzna cewka 2 jest cewką magnesującą, a wewnętrzna cewka 3 jest cewką odczytu. Cewka magnesująca 2 służy do wytwarzania pola magnesującego warstwę w kierunku poosiowym. W cewce odczytu 3 indukuje się napięcie proporcjonalne do zmian strumienia warstwy w kierunku poosiowym.

Urządzenie według wynalazku ma generator 4 napięcia sinusoidalnego połączony z wejściem wzmacniacza 5 o regulowanym wzmocnieniu. Do wyjścia wzmacniacza 5 jest dołączona cewka magnesująca 2 oraz detektor 6. Osadzona w cewce magnesującej 2 cewka odczytu 3 jest połączona poprzez detektor 7 wartości szczytowej z sumatorem 8, do którego jest doprowadzane napięcie odniesienia U. Wyjście sumatora 8 jest połączone z elementami regulującymi wzmocnienie wzmacniacza 5. Jak z tego widać, obie cewki 2 i 3, detektor 7 wartości szczytowej oraz sumator 8 tworzą pętlę sprzężenia zwrotnego wzmacniacza 5 o regulowanym wzmocnieniu.

Napięcie przemienne, sinusoidalne, o stałej amplitudzie i częstotliwości, wytwarzane przez generator 4, jest zamieniane we wzmacniaczu 5 prądowym na prąd, który przepływa przez cewkę magnesującą 2. Wartość wzmocnienia wzmacniacza 5 jest zależna od wartości napięcia na wyjściu sumatora 8. Sumator 8 jest sterowany różnicą napięć na wyjściu detektora 7 wartości szczytowej i napięcia odniesienia U.

Z detektorem 6, dołączonym do wyjścia wzmacniacza 5, jest połączony miernik 9 i/lub rejestrator 10. Detektor 6 i miernik 9 pozwalają na pomiar zmian wartości prądu magnesującego.

Układ według wynalazku dąży do zachowania stałej wartości amplitudy napięcia indukowanego w cewce odczytu 3, czyli do zachowania stałej wartości amplitudy zmian strumienia magnetycznego warstwy w kierunku poosiowym. Dokładność spełnienia tego warunku zależy jedynie od wartości wzmocnienia w pętli sprzężenia zwrotnego wzmacniacza 5 zawierającej czujnik 1. Czujnik 1 reaguje na zmiany pola anizotropii H_k warstwy, wywołane działaniem siły F przyłożonej do warstwy.

Przy założeniu, że proces przemagnesowania w warstwie zachodzi poprzez obrót wektora namagnesowania, jego składowa w kierunku trudnym H_T jest liniową funkcją pola magnesującego H_T działającego w tym kierunku. Nachylenie cha-

rakterystyki $M_T = f(H_T)$, a więc także i charakterystyki

$$\Phi_T = f(H_T)$$

gdzie Φ_T oznacza strumień warstwy w kierunku osi trudnego magnesowania — zmienia się wraz ze zmianami pola anizotropii H_k . Jeżeli w czasie zmian H_k zostanie zachowany warunek $\Phi_T = \text{const}$, to zmiany H_T są wprost proporcjonalne do zmian H_k , a zatem także do siły wywołującej zmiany H_k . Ponieważ wartość H_T jest wprost proporcjonalna do prądu płynącego przez cewkę magnesującą 2, zmiany amplitudy prądu na wyjściu wzmacniacza 5 są wprost proporcjonalne od siły F rozciągającej element cienkowarstwowy czujnika 1.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób przetwarzania siły na sygnał elektryczny, polegający na działaniu siłą na cienką warstwę ferromagnetyczną o jednoosiowej anizotropii, **znamienny tym**, że warstwę ferromagnetyczną poddawaną działaniu siły magnesuje się w kierunku osi trudnego magnesowania zewnętrznym polem o wartości mniejszej od wartości pola anizotropii warstwy i jednocześnie z magnesowaniem dokonuje się odczytu wartości strumienia magnetycznego warstwy przetwarzając go na napięcie z tym, iż magnesowanie prowadzi się zmieniając tak war-

tość prądu magnesującego aby utrzymana była stała amplituda odczytywanego napięcia, zaś zmiany wartości prądu magnesującego odwzorowuje się w mierniku lub rejestratorze i są one miarą siły przyłożonej do warstwy.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że magnesowanie prowadzi się korzystnie prądem przemiennym o przebiegu sinusoidalnym.

3. Urządzenie do stosowania sposobu według zastrz. 1 i 2, zawierające czujnik z cienką warstwą ferromagnetyczną poddawaną działaniu siły oraz zawierające miernik i/lub rejestrator, **znamiennie tym**, że czujnik (1) z warstwą ferromagnetyczną jest umieszczony współosiowo w dwóch cewkach (2 i 3) z których cewka (2) zewnętrzna jest cewką magnesującą a cewka (3) wewnętrzna jest cewką odczytu, a obie cewki (2 i 3) sąłączone w obwód sprzężenia zwrotnego wzmacniacza (5) o regulowanym wzmocnieniu sterowanego z generatora (4) napięcia sinusoidalnego z tym, iż cewka magnesująca (2) jest dołączona do wyjścia wzmacniacza (5), zaś cewka odczytu (3) jest połączona poprzez detektor (7) wartości szczytowej z sumatorem (8), do którego jest także doprowadzane napięcie odniesienia (U), natomiast wyjście sumatora (8) jest połączone z elementami regulującymi wzmocnienie wzmacniacza (5) do wyjścia którego to wzmacniacza (5) równolegle z cewką magnesującą (2) jest dołączony także detektor (6) z miernikiem (9) i/lub rejestratorem (10).

