RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **222093** (13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **410027**

(22) Data zgłoszenia: **03.11.2014**

(51) Int.Cl.
H01F 41/02 (2006.01)
H01F 41/14 (2006.01)
H01F 41/18 (2006.01)
C23C 14/00 (2006.01)
H01F 37/00 (2006.01)
H01L 23/64 (2006.01)

(54) **Sposób wytwarzania bezuzwojeniowej indukcyjności do układów mikroelektronicznych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
03.08.2015 BUP 16/15

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
30.06.2016 WUP 06/16

(73) Uprawniony z patentu:
POLITECHNIKA LUBELSKA, Lublin, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
TOMASZ KOŁTUNOWICZ, Lublin, PL
PAWEŁ ŻUKOWSKI, Lublin, PL
VITALII BONDARIEV, Lublin, PL
JULIA FEDOTOVA, Mińsk, BY
ALEXANDER FEDOTOV, Mińsk, BY

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Tomasz Milczek

PL 222093 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania bezuzwojeniowej indukcyjności do układów mikroelektronicznych.

Dotychczas z książki A. Chochowski „Podstawy elektrotechniki i elektroniki dla elektryków – część 2", Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne Spółka Akcyjna, Warszawa 2003, Wydanie drugie 2009, s. 11, znane są cienkowarstwowe elementy indukcyjne o uzwojeniu płaskim w kształcie spirali lub spiralnego meandra prostokątnego, zaś z polskiego opisu patentowego nr 69 138 znane są cienkowarstwowe elementy indukcyjne o uzwojeniu płaskim w kształcie spirali, w których magnetowód stanowi cienka warstwa ferromagnetyczna leżąca w płaszczyźnie równoległej do płaszczyzny cewki. Stosowane są jedynie cewki tego typu na podłożu dielektrycznym lub magnetycznym w postaci jednolitej w płaszczyźnie warstwy.

W powyższych rozwiązaniach uzyskiwana jest mała wartość indukcyjności z jednostki powierzchni, element indukcyjny w układzie mikroelektronicznym zajmuje dużą powierzchnię, co powoduje obniżenie stopnia integracji, oraz występowanie znacznego strumienia rozproszenia charakterystycznego dla płaskiego uzwojenia spiralnego.

W polskim opisie patentowym nr 216971 przedstawiono sposób wytwarzania bezuzwojeniowej indukcyjności do układów mikroelektronicznych polegający na naniesieniu przy użyciu rozpylania magnetronowego warstwy ferromagnetycznej składzie $(Co_{0,45}Fe_{0,45}Zr_{0,10})_{0,38}(Al_2O_3)_{0,62}$ na płytkę podłożową z krzemu przy temperaturze pokojowej w atmosferze argonu i tlenu w zakresie ciśnień argonu od 10^{-2} Pa do 10^{-1} Pa, korzystnie $5,19 \cdot 10^{-2}$ Pa i tlenu od 10^{-2} Pa do 10^{-1} Pa, korzystnie $4,41 \cdot 10^{-2}$ Pa, a następnie wykonaniu wygrzewania stabilizującego w temperaturze 575°C, w czasie 10–30 minut, korzystnie 15 minut.

W polskim zgłoszeniu patentowym nr P. 399392 przedstawiono sposób wytwarzania bezuzwojeniowych indukcyjności do układów scalonych polegający na naniesieniu przy użyciu rozpylania jonowego warstwy materiału o składzie $(FeCoZr)_{0,28}[Pb_{0,81}Sr_{0,04}(Na_{0,5}Bi_{0,5})_{0,15}(Zr_{0,575}Ti_{0,425})O_3]_{0,72}$ na płytkę podłożową z krzemu w czasie od 130 do 140 minut, w atmosferze argonu i tlenu w zakresie ciśnień argonu od 10^{-2} Pa do 10^{-1} Pa, i tlenu od 10^{-3} Pa do 10^{-2} Pa.

Istotą sposobu wytwarzania bezuzwojeniowej indukcyjności do układów mikroelektronicznych, na płytce podłożowej z krzemu, poddaną wcześniej wszystkim operacjom technologicznym wymaganym do wykonania układu mikroelektronicznego jest to, że wykonuje się naniesienie rozpylaniem jonowym warstwy materiału o składzie $(FeCoZr)_{45,7}(CaF_2)_{54,3}$ w atmosferze argonu w zakresie ciśnień od 10^{-2} Pa do 10^{-1} Pa.

Korzystnym skutkiem wynalazku jest to, że nie stosuje się wygrzewania. Wynalazek pozwala na wytwarzanie bezuzwojeniowej indukcyjności o indukcji 20 $\mu H/\mu m^3$. W konsekwencji pozwala to na zmniejszenie powierzchni struktury półprzewodnikowej przy zwiększeniu stopnia integracji.

Sposób według wynalazku został objaśniony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia przekrój poprzeczny płytki podłożowej z wytworzonym obszarem bezuzwojeniowej indukcyjności, fig. 2 – zależność kąta przesunięcia fazowego, wyrażony w stopniach, w wytworzonej bezuzwojeniowej indukcyjności w funkcji częstotliwości napięcia pomiarowego.

Warstwa 1 naparowana przy użyciu rozpylania 6 jonowego na warstwie 2 izolacyjnej z dwutlenku lub azotku krzemu na płytce 3 podłożowej z krzemu poddanej wcześniej wszystkim operacjom technologicznym wymaganym do wykonania układu mikroelektronicznego i z warstwami 4 metalizacji oraz maską 5 do fotolitografii wykonany jest sposobem według wynalazku.

P r z y k ł a d.

Płytkę 3 podłożową z krzemu o rezystywności 10 $\Omega \cdot$cm pokrytą warstwą 2 izolacyjną z dwutlenku krzemu o grubości 0,5 μm poddano nanoszeniu rozpylaniem 6 jonowym materiałem $(FeCoZr)_{45,7}(CaF_2)_{54,3}$ w atmosferze argonu o ciśnieniu $1,1 \cdot 10^{-1}$ Pa przez otwór w masce 5 do fotolitografii do uzyskania grubości 1 μm. Tak dobrane parametry nanoszenia pozwalają na wytworzenie obszaru 1 bezuzwojeniowej indukcyjności. Na rysunku fig. 2 pokazano zależność kąta przesunięcia fazowego mierzonego w stopniach od częstotliwości f, który wykazuje, że przy częstotliwościach powyżej 9 kHz występuje kąt przesunięcia fazowego +90° charakterystyczny dla indukcyjności.

Uzyskano bezuzwojeniową indukcyjność o indukcji względnej 20 $\mu H/\mu m^3$ i rezystywności 10^9 $\Omega \cdot$m w zakresie częstotliwości powyżej 9 kHz.

Zastrzeżenie patentowe

Sposób wytwarzania bezuzwojeniowej indukcyjności do układów scalonych, na płytce (3) podłożową z krzemu, poddaną wcześniej wszystkim operacjom technologicznym wymaganym do wykonania układu mikroelektronicznego, **znamienny tym**, że wykonuje się naniesienie rozpylaniem jonowym (6) warstwy (1) materiału o składzie $(FeCoZr)_{45,7}(CaF_2)_{54,3}$ w atmosferze argonu w zakresie ciśnień od 10^{-2} Pa do 10^{-1} Pa.

Rysunki

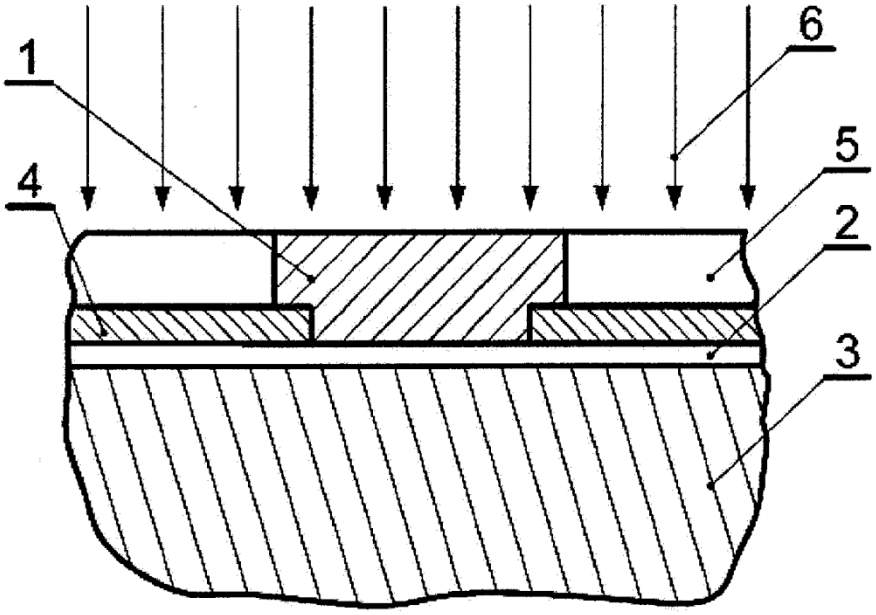

Fig.1

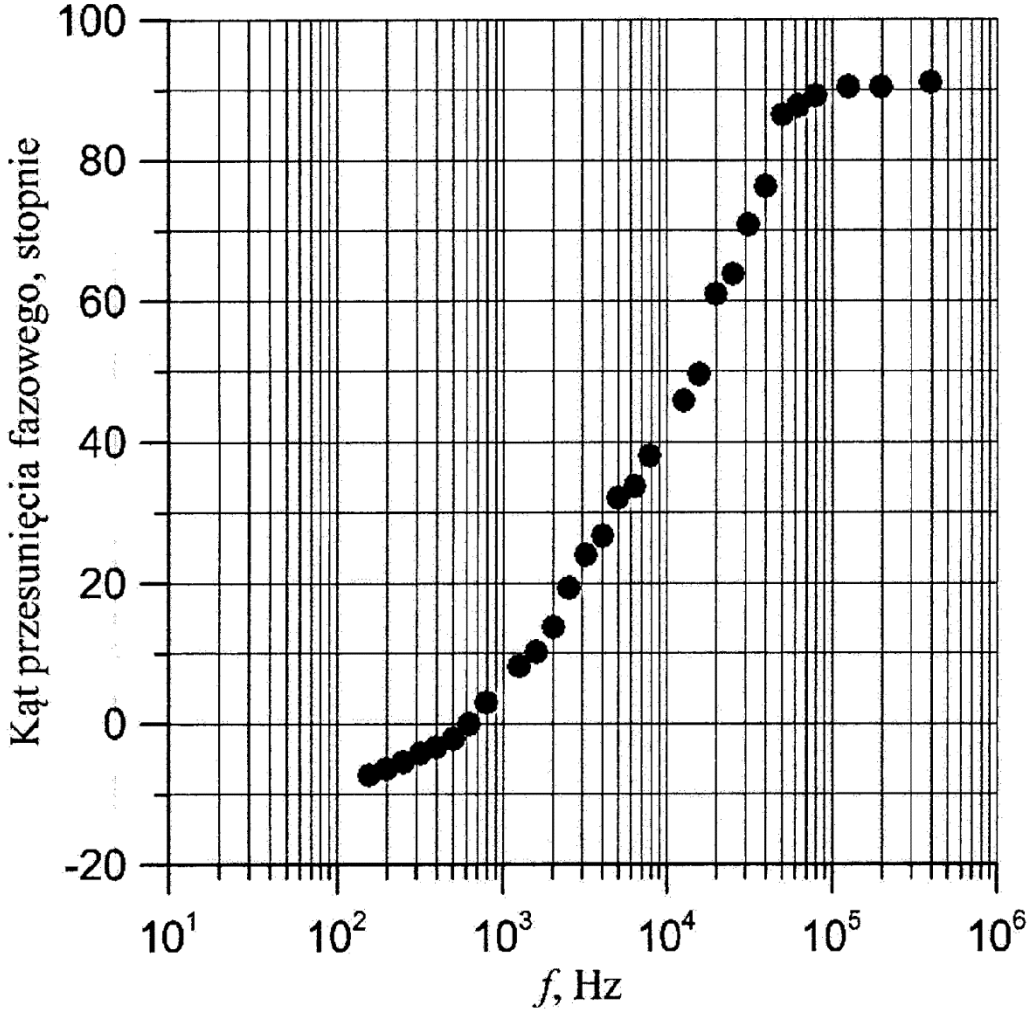

Fig.2

Departament Wydawnictw UPRP
Cena 2,46 zł (w tym 23% VAT)