

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **219975**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **399392**

(51) Int.Cl.
H01F 41/14 (2006.01)
G23C 14/34 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **01.06.2012**

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

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
09.12.2013 BUP 25/13

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
31.08.2015 WUP 08/15

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

(72) Twórca(y) wynalazku:
TOMASZ NORBERT KOŁTUNOWICZ,
Lublin, PL
PAWEŁ ZHUKOWSKI, Lublin, PL
JULIA FEDOTOVA, Mińsk, BY
ALEXANDER FEDOTOV, Mińsk, BY

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Tomasz Milczek

PL 219975 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania bezuzwojeniowej indukcyjności do układów scalonych.

Dotychczas z książki A. Chochowski „Podstawy elektrotechniki i elektroniki dla elektryków – część 2”, Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne Spółka Akcyjna, Warszawa 2003, Wydanie drugie 2009, str. 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 PAT. 216971 przedstawiono sposób wytwarzania bezuzwojeniowych indukcyjności do układów mikroelektronicznych polegający na naniesieniu przy użyciu rozpylania magnetronowego warstwy ferromagnetycznej o składzie $(\text{Co}_{0,45}\text{Fe}_{0,45}\text{Zr}_{0,10})_{0,38}(\text{Al}_2\text{O}_3)_{0,62}$ na płytce podłożowej 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.

Istotą sposobu wytwarzania bezuzwojeniowej indukcyjności do układów scalonych, na płytce podłożowej z krzemu, poddanej wcześniej wszystkim operacjom technologicznym wymaganym do wykonania układu scalonego jest to, że wykonuje się naniesienie rozpylaniem jonowym warstwy materiału o składzie $(\text{FeCoZr})_{0,28}[\text{Pb}_{0,81}\text{Sr}_{0,04}(\text{Na}_{0,5}\text{Bi}_{0,5})_{0,15}(\text{Zr}_{0,575}\text{Ti}_{0,425})\text{O}_3]_{0,72}$ 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.

Korzystnym skutkiem wynalazku jest to, że nie stosuje się wygrzewania jak dotychczas odbywało się to w znanym stanie techniki. Wynalazek pozwala na wytwarzanie bezuzwojeniowej indukcyjności o indukcji $20 \mu\text{H}/\mu\text{m}^3$. 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 scalonego i z warstwami 4 metalizacji oraz maską 5 do fotolitografii wykonany jest sposobem według wynalazku.

P r z y k ł a d. Płytke 3 podłożową z krzemu o rezystywności $10 \Omega \cdot \text{cm}$ pokrytą warstwą 2 izolacyjną z dwutlenku krzemu o grubości $0,5 \mu\text{m}$ poddaje się nanoszeniu rozpylaniem 6 jonowym materiału $(\text{FeCoZr})_{0,28}[\text{Pb}_{0,81}\text{Sr}_{0,04}(\text{Na}_{0,5}\text{Bi}_{0,5})_{0,15}(\text{Zr}_{0,575}\text{Ti}_{0,425})\text{O}_3]_{0,72}$ w czasie 134 minut w atmosferze argonu o ciśnieniu $6,67 \cdot 10^{-2}$ Pa i tlenu o ciśnieniu $3,2 \cdot 10^{-3}$ Pa przez otwór w masce 5 do fotolitografii do uzyskania grubości $1 \mu\text{m}$. Tak dobrane parametry nanoszenia pozwalają na wytworzenie warstwy 1 bezuzwojeniowej indukcyjności. Na rysunku fig. 2 pokazano zależność kąta przesunięcia fazowego mierzonego w stopniach od częstotliwości f , który wykazuje, że przy częstotliwościach powyżej 10 kHz występuje kąt przesunięcia fazowego $+90^\circ$ charakterystyczny dla indukcyjności.

Sposobem według wynalazku uzyskuje się bezuzwojeniową indukcyjność o indukcji względnej $20 \mu\text{H}/\mu\text{m}^3$ i rezystywności $10^9 \Omega \cdot \text{m}$ w zakresie częstotliwości powyżej 10 kHz.

Zastrzeżenie patentowe

Sposób wytwarzania bezuzwojeniowej indukcyjności do układów scalonych, na płytce (3) podłożowej z krzemu, poddanej wcześniej wszystkim operacjom technologicznym wymaganym do wykonania układu scalonego, **znamienny tym**, że wykonuje się naniesienie rozpylaniem jonowym (6) warstwy (1) materiału o składzie $(\text{FeCoZr})_{0,28}[\text{Pb}_{0,81}\text{Sr}_{0,04}(\text{Na}_{0,5}\text{Bi}_{0,5})_{0,15}(\text{Zr}_{0,575}\text{Ti}_{0,425})\text{O}_3]_{0,72}$ 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.

Rysunki

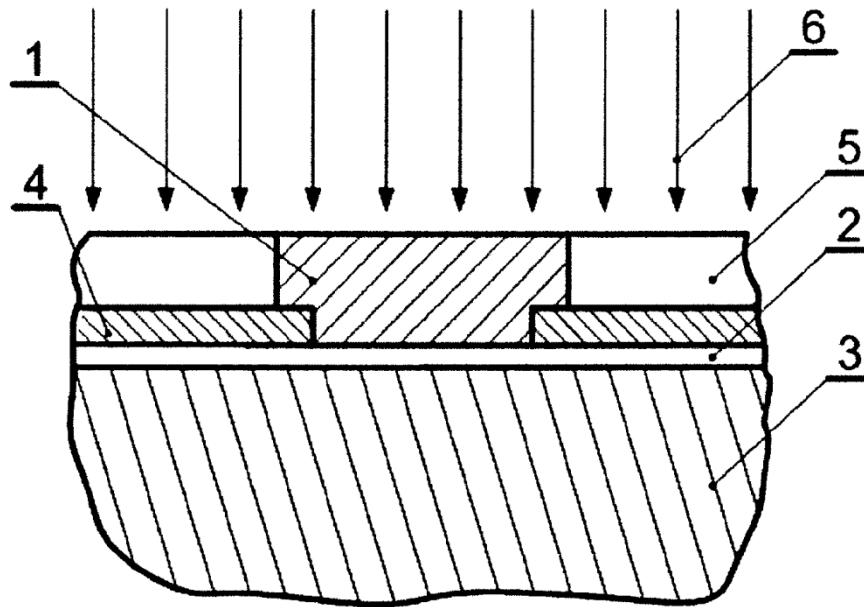


Fig. 1

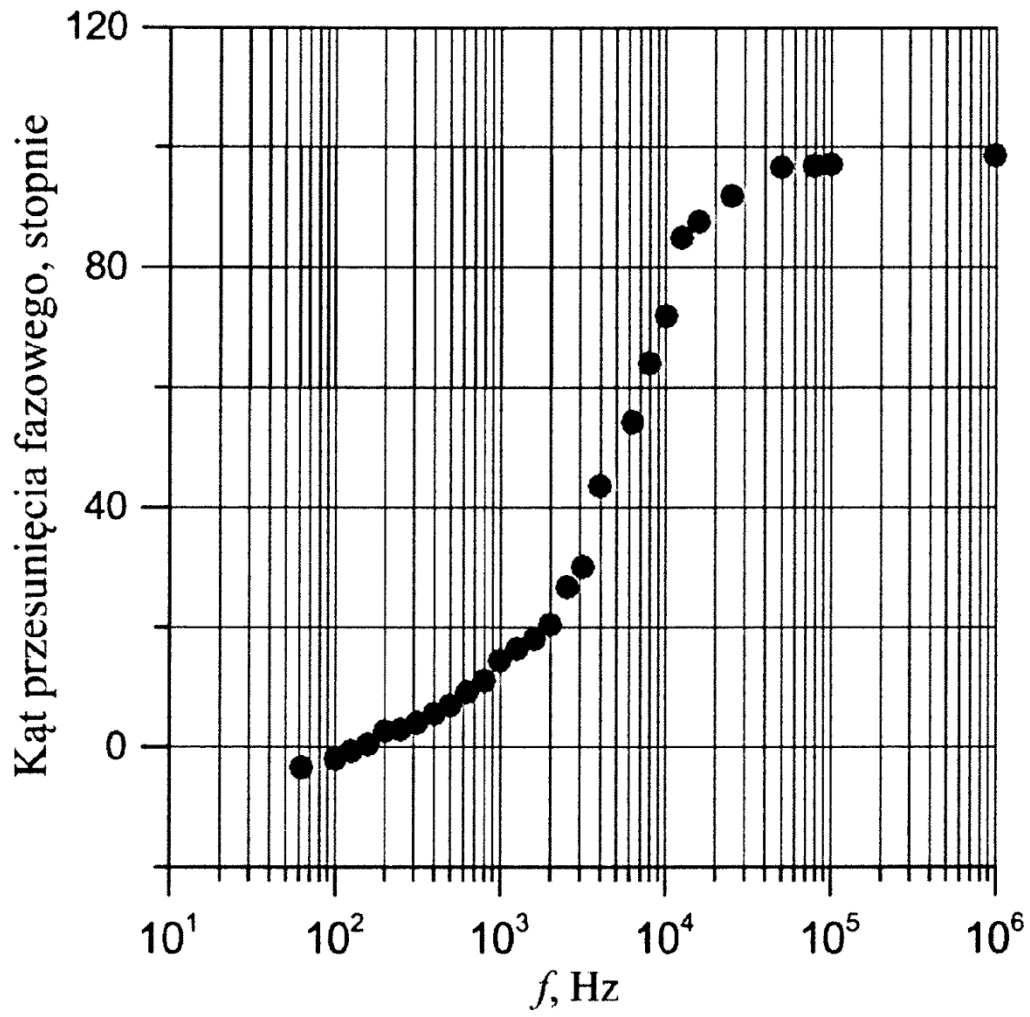


Fig. 2