

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **222094**
(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **410024**

(22) Data zgłoszenia: **03.11.2014**

(51) Int.Cl.
H01G 4/33 (2006.01)
H01L 27/00 (2006.01)
H01F 41/14 (2006.01)
H01F 41/02 (2006.01)
H01F 41/18 (2006.01)
H01L 23/64 (2006.01)
C23C 14/00 (2006.01)

(54) **Sposób wytwarzania szeregowego układu pojemność-indukcyjność
do układów scalonych**

(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 222094 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób szeregowego układu pojemność-indukcyjność 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, s. 11, znane są cienkowarstwowe elementy indukcyjne o uzwojeniu płaskim w kształcie spirali lub spiralnego meandru 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 190454 przedstawiono sposób wytwarzania pojemności do układów mikroelektronicznych polegający na tworzeniu kondensatorów półprzewodnikowych poprzez wytworzenie w płytce krzemowej domieszkowanej warstwy półprzewodnikowej o podwyższonej przewodności uzyskanej poprzez implantację borem, która to warstwa stanowi okładzinę wewnętrzną, następnie wygrzewa się tę płytkę w temperaturze 1000–1100°C w czasie 10 minut, a następnie poprzez implantację neutralnym neonem wytwarza się warstwę silnie zdefektowaną pełniącą funkcję dielektryka, po czym wytwarza się warstwę metalu stanowiącą okładzinę zewnętrzną. Tak podwójnie implantowaną płytkę krzemową domieszkowaną z wytworzonymi warstwami wygrzewa się impulsowo w temperaturze 700–800°C w czasie 1 sekundy. Następnie poddaje się wygrzewaniu w czasie 15 minut w temperaturze 350°C.

W polskim opisie patentowym nr 218600 przedstawiono sposób wytwarzania szeregowego układu pojemność-indukcyjność do układów mikroelektronicznych polegający na naniesieniu przy użyciu rozpylania magnetronowego warstwy materiału ferromagnetycznego o składzie $(\text{Co}_{0,45}\text{Fe}_{0,45}\text{Zr}_{0,10})_{0,38}(\text{Al}_2\text{O}_3)_{0,62}$ w atmosferze argonu o ciśnieniach od 10^{-2} Pa do 10^{-1} Pa, korzystnie $5,19 \cdot 10^{-2}$ Pa i tlenu o ciśnieniach od 10^{-2} Pa do 10^{-1} Pa, korzystnie $4,41 \cdot 10^{-2}$ Pa na płytkę podłożową z krzemu, poddaną wcześniej wszystkim operacjom technologicznym wymaganim do wykonania układu mikroelektronicznego, a następnie przeprowadza się izotermiczne wygrzewanie stabilizujące w temperaturze 550°C, w czasie 10–30 minut, korzystnie 15 minut.

Istotą sposobu wytwarzania szeregowego układu pojemność-indukcyjność do układów scalonych na płytce podłożowej z krzemu, poddaną wcześniej wszystkim operacjom technologicznym wymaganim do wykonania układu scalonego jest to, że wykonuje się naniesienie rozpylaniem jonowym warstwy materiału o składzie $(\text{FeCoZr})_{62,7}(\text{CaF}_2)_{37,3}$ w atmosferze argonu i tlenu w zakresie ciśnień argonu od 10^{-2} Pa do 10^{-1} Pa oraz tlenu w zakresie ciśnień od 10^{-2} Pa do 10^{-1} Pa, a następnie wykonuje się wygrzewanie stabilizujące w temperaturze 150°C, w czasie 1–20 minut.

Korzystnym skutkiem wynalazku jest to, że pozwala na wytwarzanie obszaru o bezuzwojeniowej indukcyjności z indukcją $100 \mu\text{H}/\mu\text{m}^3$ i pojemności z przenikalnością dielektryczną względną 10000 w jednym procesie technologicznym. 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 szeregowego układu pojemność-indukcyjność, fig. 2 – zależność kąta przesunięcia fazowego, wyrażony w stopniach, w wytworzonym szeregowym układzie pojemność-indukcyjność 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 wymaganim 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.

Płytkę 3 podłożową z krzemu o rezystywności $100 \Omega\text{-cm}$ pokrytą warstwą 2 izolacyjną z dwutlenku krzemu o grubości $0,5 \mu\text{m}$ poddano nanoszeniu rozpylaniem 6 jonowym materiałem

$(\text{FeCoZr})_{62,7}(\text{CaF}_2)_{37,3}$ w atmosferze argonu i tlenu w zakresie ciśnień argonu $8,5 \cdot 10^{-2}$ Pa oraz tlenu $4,3 \cdot 10^{-2}$ Pa przez otwór w masce 5 do fotolitografii do uzyskania grubości $1 \mu\text{m}$. Tak dobrane parametry nanoszenia pozwoliły na wytworzenie obszaru i układu pojemność-indukcyjność. Przygotowaną w taki sposób płytkę 3 podłożową poddano izotermicznemu wygrzewaniu stabilizującemu w temperaturze 150°C w czasie 10–20 minut. Na rysunku fig. 2 pokazano zależność kąta przesunięcia fazowego mierzonego w stopniach od częstotliwości f , który wykazuje, że w obszarze częstotliwości do $8 \cdot 10^3$ Hz występuje ujemny kąt przesunięcia fazowego charakterystyczny dla pojemności, a w obszarze powyżej $8 \cdot 10^3$ Hz dodatni kąt przesunięcia fazowego charakterystyczny dla indukcyjności.

Uzyskano warstwę o bezuzwojeniowej indukcyjności o indukcji względnej $100 \mu\text{H}/\mu\text{m}^3$ i pojemności z przenikalnością dielektryczną względną 10000 w jednym procesie technologicznym.

Zastrzeżenie patentowe

Sposób wytwarzania szeregowego układu pojemność-indukcyjność do układów scalonych, na płytce (3) podłożowej z krzemu, poddaną wcześniej wszystkim operacjom technologicznym wymaganym do wykonania układu scalonego, **znamienny tym**, że wykonuje się naniesienie rozpylaniem jonowym (6) warstwy (1) materiału o składzie $(\text{FeCoZr})_{62,7}(\text{CaF}_2)_{37,3}$ w atmosferze argonu i tlenu w zakresie ciśnień argonu od 10^{-2} Pa do 10^{-1} Pa oraz tlenu w zakresie ciśnień od 10^{-2} Pa do 10^{-1} Pa, a następnie wykonuje się wygrzewanie stabilizujące w temperaturze 150°C , w czasie 10–20 minut.

Rysunki

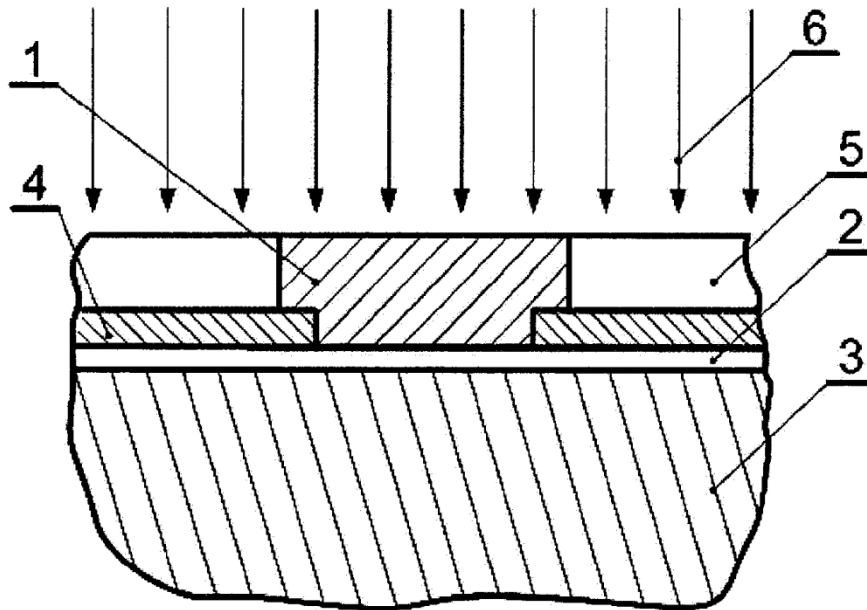


Fig.1

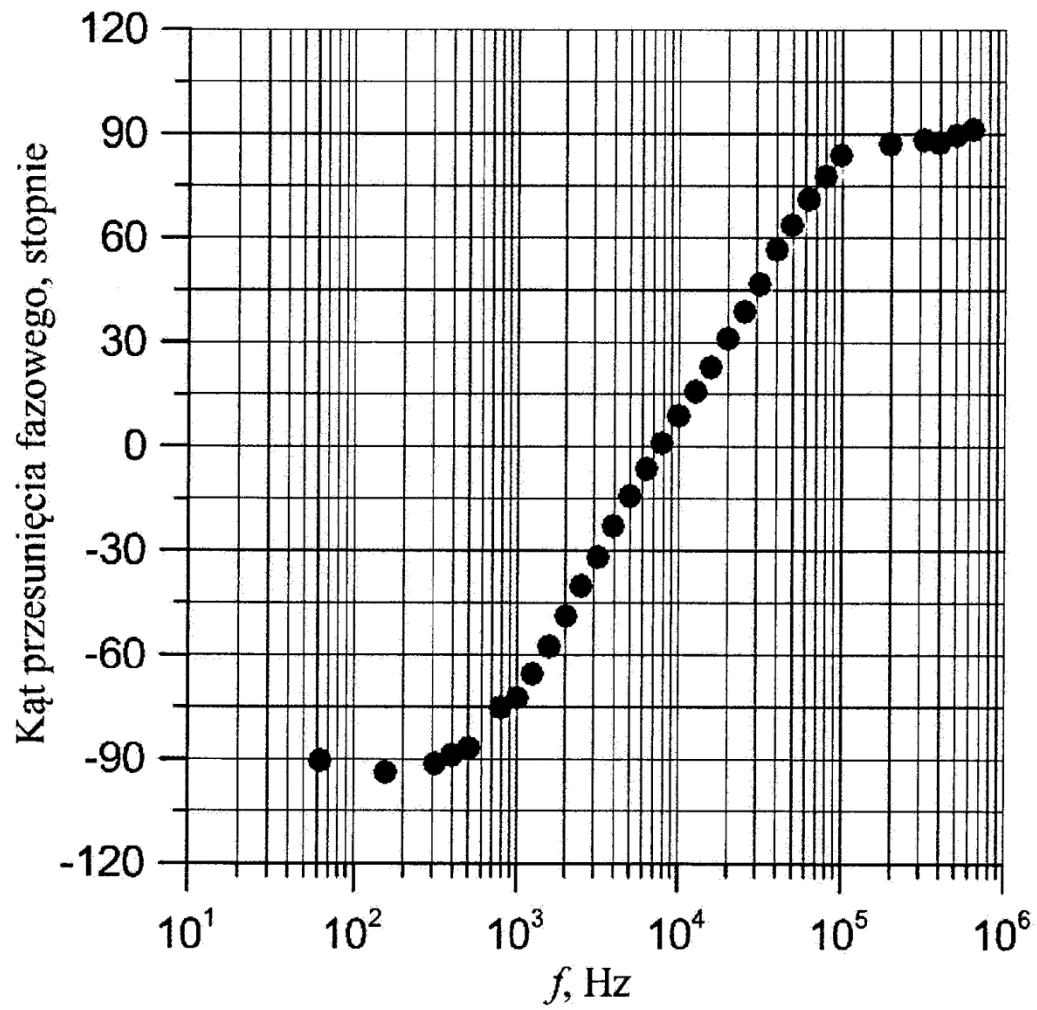


Fig.2