

-1-

## **Sposób wytwarzania bezuzwojeniowej indukcyjności do układów scalonych**

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 zgłoszeniu patentowym nr P 390789 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 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  $575^\circ\text{C}$ , w czasie 10 – 30 minut, korzystnie 15 minut.

Istotą sposobu wytwarzania bezuzwojeniowej indukcyjności do układów scalonych 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, korzystnie 134 minuty w atmosferze argonu i tlenu w zakresie ciśnień argonu od  $10^{-2}$  Pa do  $10^{-1}$  Pa, korzystnie  $6,67 \cdot 10^{-2}$  Pa i tlenu od  $10^{-3}$  Pa do  $10^{-2}$  Pa, korzystnie  $3,2 \cdot 10^{-3}$  Pa na płytkę podłożową z krzemu, poddaną wcześniej wszystkim operacjom technologicznym wymagany do wykonania układu scalonego.

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.

Obszar 1 naparowanego 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 wymagany do wykonania układu scalonego i z warstwami 4 metalizacji oraz maską 5 do fotolitografii wykonany jest sposobem według wynalazku.

Przykład. Płytkę 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  $6,67 \cdot 10^{-2} \text{ Pa}$  i tlenu o ciśnieniu  $3,2 \cdot 10^{-3} \text{ Pa}$  przez otwór w masce 5 do fotolitografii do uzyskania grubości  $1 \mu\text{m}$ . 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 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.