



URZĄD
PATENTOWY
PRL

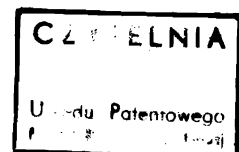
Patent dodatkowy
do patentu nr ———

Int. Cl.⁴ H01L 21/66

Zgłoszono: 83 05 02 (P. 241738)

Pierwszeństwo ———

Zgłoszenie ogłoszono: 84 11 08



Opis patentowy opublikowano: 1987 05 30

Twórcy wynalazku: Alicja Gluzińska, Andrzej Aleksander Czerwiński, Maria Czerwińska

Uprawniony z patentu: Instytut Technologii Elektronowej,
Warszawa (Polska)

Struktura próbna do elektrycznego pomiaru zdecentrowania obszarów bramek względem obszarów dyfuzji w układach MOS

Przedmiotem wynalazku jest konstrukcja struktury próbnej do elektrycznego pomiaru zdecentrowania obszarów bramek względem obszarów dyfuzji w układach MOS.

Bardzo szybki wzrost skali integracji układów scalonych MOS i zmniejszenie wymiarów podstawowych elementów tych układów powoduje, że coraz większe wymagania stawiane są operacji centrowania podczas procesu fotolitografii. Wielkość rozcentrowania między obszarami, szczególnie wrażliwymi na zdecentrowanie — z punktu widzenia konstrukcji układu — w sposób bardzo istotny wpływa na uzysk produkcyjny układów. Zbyt duże rozcentrowanie może spowodować spadek uzysku do zera. Przy zwiększających się wymaganiach na dokładność centrowania dotychczas stosowana ocena wizualna wielkości zdecentrowania jest niewystarczająca. W firmach wytwarzających układy scalone są opracowane specjalne struktury próbne do elektrycznego pomiaru zdecentrowania.

Znana jest struktura do elektrycznego pomiaru zdecentrowania obszarów bramek względem obszarów dyfuzji w technologii MOS z bramką aluminiową według rozwiązania IBM. Struktura ta składa się z czterech tranzystorów MOS, z których każdy jest czuły jednocześnie na dwa kierunki zdecentrowania — mierzony i prostopadły do mierzonego, ze względu na brak zakładek obszarów tworzących tranzystor MOS. Taka konstrukcja struktury powoduje bardzo duże błędy pomiaru zdecentrowania.

Znana jest również struktura firmy Philips do pomiaru zdecentrowania obszarów polikrzemu względem obszarów dyfuzji w technologii MOS z bramką polikrzemową. Struktura ta składa się jednakże z dwóch par rezystorów dyfuzyjnych. Konstrukcja każdego z rezystorów jest taka, że jest on bardzo wrażliwy na przewężenie wąskiego obszaru dyfuzji, a tym samym na jakość krawędzi obszarów dyfuzji i obszarów bramki polikrzemowej. Taka konstrukcja ogranicza zakres mierzonego zdecentrowania, lub prowadzi do dużych błędów pomiarowych.

Istotą wynalazku jest struktura próbna do elektrycznego pomiaru zdecentrowania obszarów bramek względem obszarów dyfuzji w układach MOS, z tranzystorami MOS, u których każdy jest czuły na jeden kierunek zdecentrowania, oraz każdy ma dwa obszary kanału: długiego i krótkiego, połączone pośrednim obszarem o zmiennej długości kanału. Bramka każdego tranzystora MOS

pokrywa obszar długiego i krótkiego kanału, natomiast zakładki obszarów tworzących tranzystor MOS są większe od maksymalnego zdecentrowania. Zdecentrowanie bramki w kierunku krótkiego czy długiego kanału zmienia wielkość prądu tranzystora w stanie przewodzenia. Zakładki obszarów bramki względem obszarów dyfuzji i zakładki obszarów dyfuzji względem obszarów bramki oraz zakładki obszarów metalizacji względem obszarów bramki w strukturze próbnej dla układów MOS, z bramką metalową według wynalazku są większe od maksymalnego zdecentrowania. W strukturze z baramką polikrzemową zakładki obszarów bramki względem obszarów dyfuzji są większe od maksymalnego zdecentrowania. Para przeciwnych tranzystorów w strukturze według wynalazku określa zdecentrowanie w jednym kierunku przez proporcjonalną do wielkości zdecentrowania wartości ilorazu różnicy prądów do sumy prądów tranzystorów tworzących tę parę.

Struktura próbna do elektrycznego pomiaru zdecentrowania według wynalazku pozwala w sposób prosty i szybki określić wielkość zdecentrowania w kierunku x i y , z dokładnością rzędu $0,1\mu\text{m}$ przy dokładności pomiaru prądu $1\mu\text{A}$. Dokładność tę można zwiększyć przez zwiększenie dokładności pomiaru prądu. Pomiar może być wykonany automatycznie na testerze struktur próbnych. Bardzo ważną właściwością struktury próbnej jest to, że wyniki pomiarów zdecentrowania nie zależą od wartości napięcia progowego tranzystorów MOS w strukturze próbnej. Struktura próbna według wynalazku może być wykorzystana do pomiaru lokalnego zdecentrowania na płycie z gotowymi układami MOS, do badania centrowalności masek i wyznaczania rozkładu zdecentrowania na płycie, oraz do kontroli prawidłowości wykonania operacji centrowania podczas procesu fotolitografii bramki.

Struktura próbna do elektrycznego pomiaru zdecentrowania obszarów bramek względem obszarów dyfuzji w układach MOS według wynalazku zostanie bliżej objaśniona w przykładzie wykonania, przedstawionym na rysunku. Fig. 1 rysunku pokazuje topologię jednego z czterech tranzystorów MOS struktury próbnej, wykonanej w technologii MOS z bramką metalową.

Struktura próbna według wynalazku posiada dwie pary tranzystorów MOS o zmiennej długości kanału. Obszar kanału każdego z tranzystorów ma dwa podobszary: obszar kanału długiego 5 i krótkiego 3. Obszary te są połączone obszarem pośrednim 4, który ma postać progu o lekko skośnej krawędzi. Przy idealnym zcentrowaniu bramki względem źródła i drenu bramka 2 zachodzi w połowie na obszar długiego kanału 5 i w połowie na obszar krótkiego kanału 3 tranzystora. Obszary dyfuzji 1, bramki 2 i metalizacji 6 tworzące tranzystor MOS posiadają nadatki w postaci zakładek dla zapewnienia kontaktu elektrycznego. Zakładki a są zakładkami obszarów bramki na obszar dyfuzji, zakładki b są zakładkami obszarów dyfuzji poza obszar bramki, a zakładki c są zakładkami obszaru metalizacji na obszar bramki. Fig. 2 rysunku pokazuje topologię jednego z czterech tranzystorów MOS struktury próbnej, wykonanej w technologii MOS z bramką polikrzemową. Analogicznie obszary 1 są tutaj obszarami dyfuzji, obszar 2 jest obszarem bramki polikrzemowej. Obszar 3 jest obszarem krótkiego kanału, obszar 4 obszarem pośrednim o zmiennej długości kanału, a obszar 5 jest obszarem długiego kanału. Zakładki a są zakładkami obszarów bramki poza obszary dyfuzji, natomiast zakładki d są zakładkami obszarów dyfuzji na obszar bramki o szerokości, równej głębokości dyfuzji lateralnej.

Fig. 3 rysunku pokazuje konfigurację czterech tranzystorów MOS struktury próbnej, wykonanej w technologii MOS z bramką metalową. Tranzystory 7 i 8 struktury służą do pomiaru zdecentrowania w kierunku x , a tranzystory 9 i 10 służą do pomiaru zdecentrowania kierunku y . Tranzystory te posiadają obszary dyfuzji 1, bramki 2, kontaktów 11 i metalizacji 6, których wzajemne usytuowanie pokazuje rysunek.

Fig. 4 rysunku przedstawia przykładową krzywą kalibracyjną Z struktury próbnej do elektrycznego pomiaru zdecentrowania obszarów bramki względem obszarów dyfuzji w układach MOS.

Przy idealnym centrowaniu obszarów bramek względem obszarów dyfuzji, w każdym z czterech tranzystorów MOS struktury próbnej szerokość obszaru kanału krótkiego i długiego jest taka sama, a różnica prądów przeciwnych tranzystorów mierzona w stanie nienasycenia jest równa zero. Jeśli założymy, że wystąpiło tylko zdecentrowanie obszarów bramek względem obszarów dyfuzji w kierunku $+x$, to wówczas zmienia się wartość prądów tranzystorów 7 i 8 w stosunku do wartości zmierzonych w stanie idealnego centrowania. Wartość prądu tranzystora 7 wzrośnie, a wartość prądu tranzystora 8 zmaleje, odpowiednio do zmiany szerokości obszarów krótkiego i długiego kanału. Wielkość zdecentrowania $+ \Delta x$ jest opisana wzorem:

$$\Delta x = k \frac{I_7 - I_8}{I_7 + I_8}$$

gdzie k — współczynnik proporcjonalności.

Analogicznie przedstawia się zdecentrowanie w kierunku $-x$, które również opisuje wzór. Jeśli założymy, że nastąpiło tylko zdecentrowanie obszarów względem obszarów dyfuzji w kierunku $+y$, to wówczas zmieniają się wartości prądów tranzystorów **9** i **10** w stosunku do wartości prądów tych tranzystorów w stanie idealnego centrowania. Wartość prądu tranzystora **9**, wzrośnie, a tranzystora **10** zmaleje odpowiednio do zmiany szerokości obszarów długiego i krótkiego kanału.

Wielkość zdecentrowania $+ \Delta y$ jest opisana wzorem:

$$\Delta y = k \frac{I_9 + I_{10}}{I_9 - I_{10}}$$

gdzie k — współczynnik proporcjonalności.

Zależność ta opisuje również zdecentrowanie w kierunku $-y$. Ze względu na symetrię topologii struktury próbnej współczynnik proporcjonalności k jest taki sam dla kierunków x i y . Ogólnie więc dla wszystkich kierunków zdecentrowania wielkość bezwzględna zdecentrowania Δm jest opisana wzorem:

$$(\Delta m) = k \frac{(\Delta I)}{\Sigma I}$$

gdzie dla kierunku x :

$$\Delta m = \Delta x$$

$$\Delta I = I_7 - I_8$$

$$\Sigma I = I_7 + I_8$$

a dla kierunku y :

$$\Delta m = \Delta y$$

$$\Delta I = I_9 - I_{10}$$

$$\Sigma I = I_9 + I_{10}$$

Przykładową zależność opisaną tym wzorem pokazuje fig. 4 rysunku. Krzywa kalibracyjna Z struktury jest linią prostą, przechodzącą przez początek układu współrzędnych. Jeśli w stanie idealnego centrowania szerokości obszaru krótkiego i długiego kanału każdego tranzystora MOS w strukturze próbnej nie jest jednakowe, to wówczas krzywa kalibracyjna Z nie przechodzi przez początek układu współrzędnych. Nachylenie krzywej kalibracyjnej Z określa czułość struktury na zdecentrowania. Czułość zależy od wymiarów obszarów krótkiego i długiego kanału tranzystorów MOS w strukturze w stanie idealnego centrowania. Krzywą kalibracyjną wyznacza się na podstawie jednoczesnych pomiarów optycznych i elektrycznych zdecentrowania.

Zastrzeżenia patentowe

1. Struktura próbna do elektrycznego pomiaru zdecentrowania obszarów bramek względem obszarów dyfuzji w układach MOS, z tranzystorami MOS, **znamienna tym**, że ma tranzystory MOS, z których każdy jest czuły na jeden kierunek zdecentrowania, oraz każdy ma dwa obszary kanału długiego (**5**) i krótkiego (**3**), połączone pośrednim obszarem (**4**) o zmiennej długości kanału, przy czym bramka (**2**) każdego tranzystora MOS pokrywa obszar długiego i krótkiego kanału, natomiast zakładki obszarów tworzących tranzystor MOS, są większe od maksymalnego zdecentrowania, zaś zdecentrowanie bramki (**2**) w kierunku krótkiego czy długiego kanału zmienia wielkość prądu tranzystora w stanie przewodzenia.

2. Struktura według zastrz. 1, **znamienna tym**, że bramka (**2**) jest bramką metalową, a zakładki (**a**) obszarów bramki (**2**) względem obszarów dyfuzji (**1**) i zakładki (**b**) obszarów dyfuzji (**1**) względem obszarów bramki (**2**) oraz zakładki (**c**) obszarów metalizacji (**6**) względem obszarów bramki (**2**) są większe od maksymalnego zdecentrowania.

3. Struktura według zastrz. 1, **znamienna tym**, że bramka (2) jest bramką polikrzemową, a zakładki (a) obszarów bramki (2) względem obszarów dyfuzji (1) są większe od maksymalnego zdecentrowania.

4. Struktura według zastrz. 1, **znamienna tym**, że para przeciwnych tranzystorów określa zdecentrowanie w jednym kierunku przez proporcjonalną do wielkości zdecentrowania wartość ilorazu różnicy prądów do sumy prądów tranzystorów tworzących tę parę.

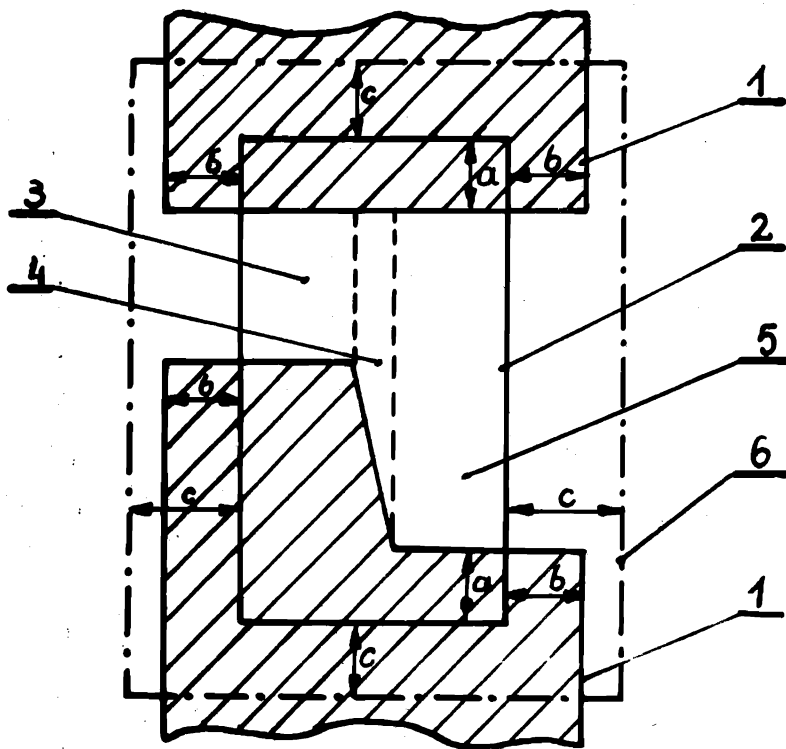


Fig.1

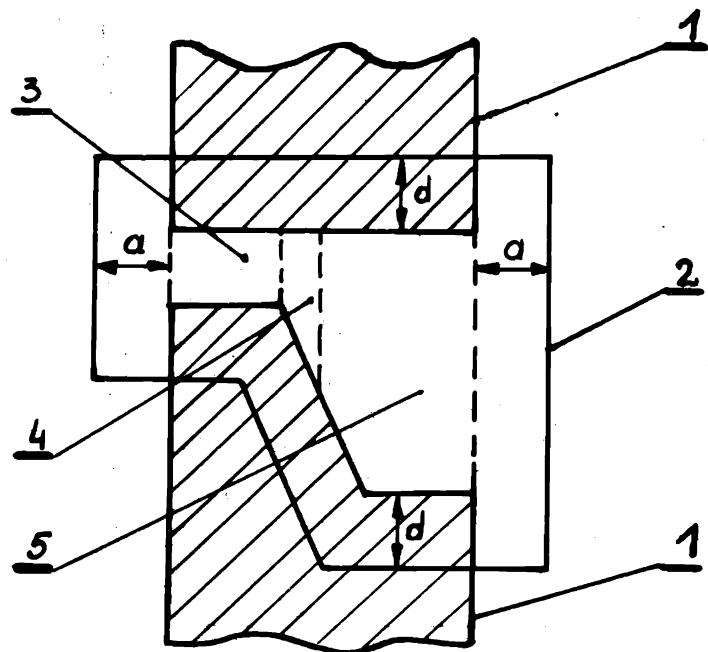


Fig.2

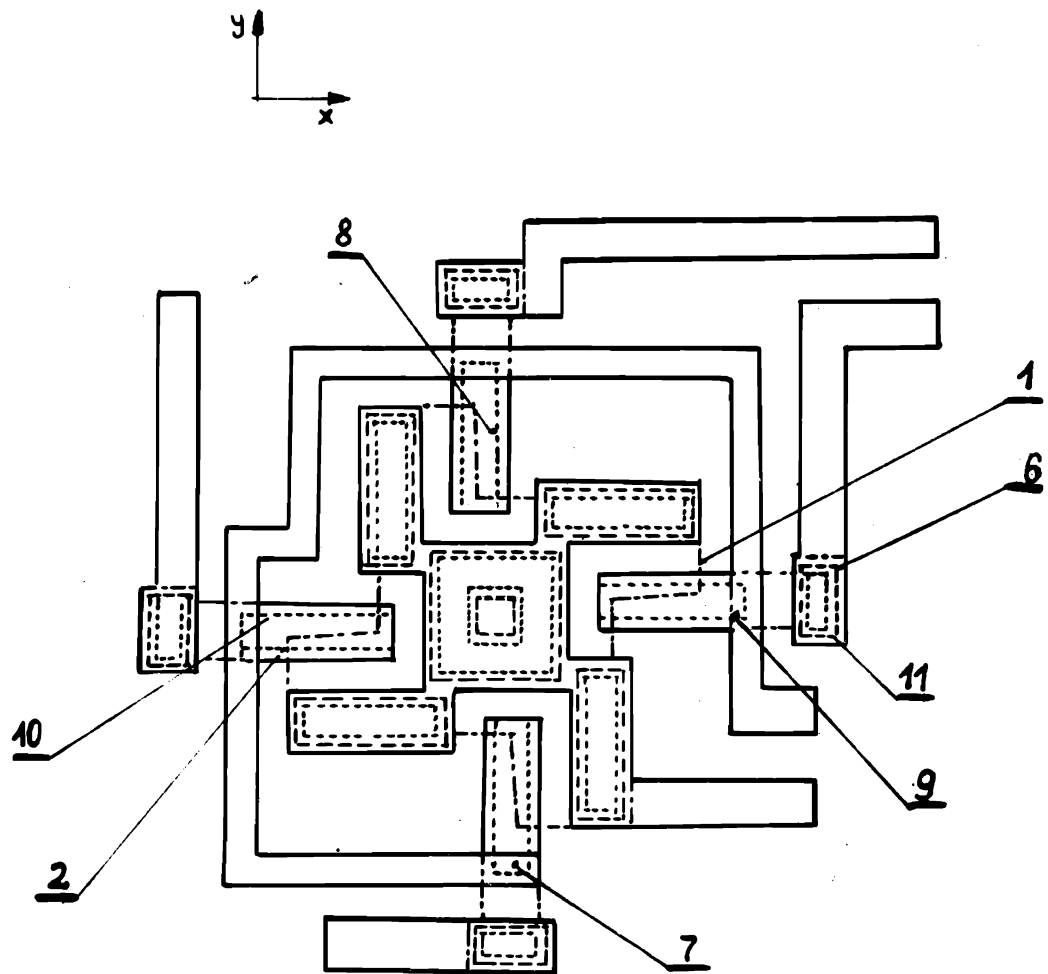


Fig.3

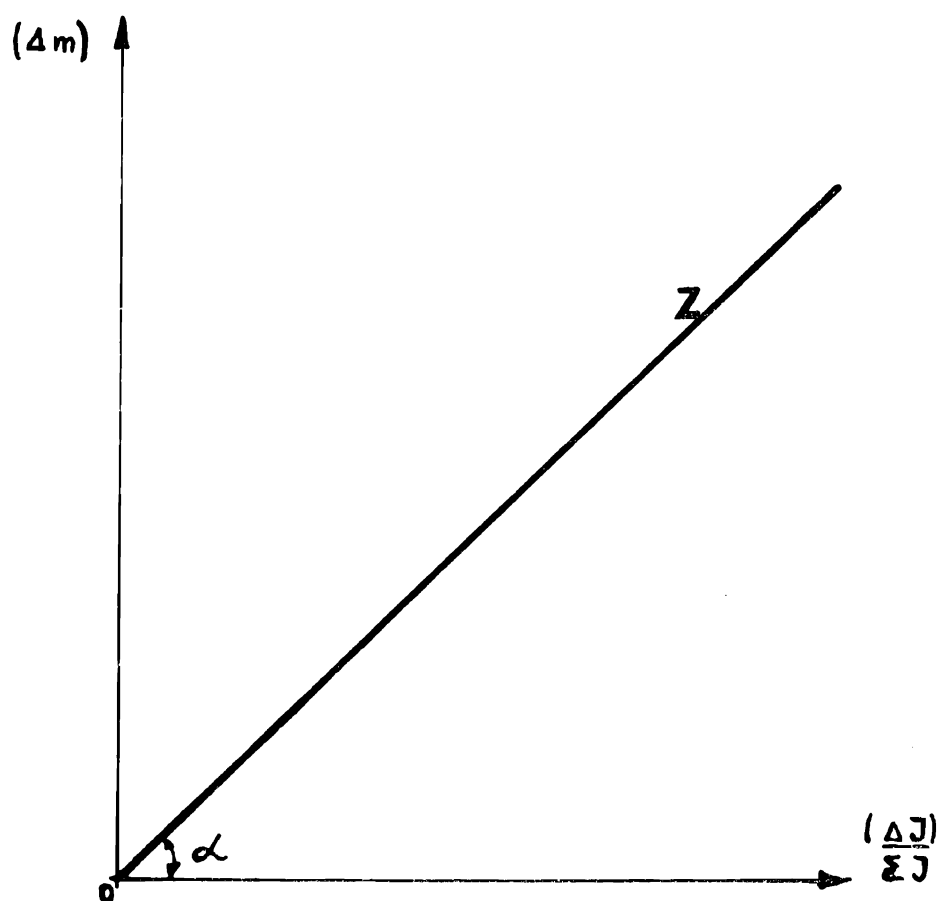


Fig.4