

**OŚRODEK
NAUKOWO-
PRODUKCYJNY
MATERIAŁÓW
PÓŁPRZEWODNIKOWYCH
WARSZAWA**

PRACE ONPMP

**NIEKTÓRE PROBLEMY POPRAWY
PARAMETRÓW GEOMETRYCZNYCH
POLEROWANYCH PŁYTEK KRZEMOWYCH**

**WPŁYW WARUNKÓW POLEROWANIA
NA CHROPOWATOŚĆ POWIERZCHNI
PŁYTEK KRZEMOWYCH**

**ZASTOSOWANIE
METODY KARBAMINIANOWEJ
DO OZNACZANIA ŚLADOWYCH ILOŚCI
ARSENU W TRÓJCHLORKU FOSFORU,
TLENOCHLORKU FOSFORU
I TRÓJTLENKU BORU
DO CELÓW PÓŁPRZEWODNIKOWYCH**

1978

Zeszyt 2

**OŚRODEK NAUKOWO-PRODUKCYJNY
MATERIAŁÓW PÓLPRZEWODNIKOWYCH**

**Bronisław PIĄTKOWSKI
Anna CZERWIŃSKA
Krzysztof BIELICKI**

**NIEKTÓRE PROBLEMY POPRAWY
PARAMETRÓW GEOMETRYCZNYCH
POLEROWANYCH
PŁYTEK KRZEMOWYCH**

**Anna CZERWIŃSKA
Krzysztof BIELICKI
Bronisław PIĄTKOWSKI**

**WPŁYW WARUNKÓW POLEROWANIA
NA CHROPOWATOŚĆ POWIERZCHNI
PŁYTEK KRZEMOWYCH**

Janina WITKOWSKA

**ZASTOSOWANIE METODY
KARBAMINIANOWEJ
DO OZNACZANIA ŚLADOWYCH ILOŚCI
ARSENU W TRÓJCHLORKU FOSFORU,
TLENOCHLORKU FOSFORU
I TRÓJTLENKU BORU
DO CELÓW PÓLPRZEWODNIKOWYCH**

Wydawnictwa Przemysłu Maszynowego „WEMA”

KOLEGIUM REDAKCYJNE

Redaktor Naczelny: Bolesław JAKOWLEW
Z-ca Redaktora Naczelnego: Paweł DRZEWIECKI

Redaktorzy Działowi:

Jan BEKISZ
Bohdan CISZEWSKI
Zenon HORUBAŁA
Andrzej HRUBAN
Czesław JAWORSKI
Edward SZABELSKI
Andrzej TACZANOWSKI
Władysław WŁOSIŃSKI

Sekretarz Redakcji: Krystyna GÓRSKA

Adres Redakcji:

ul. Konstruktorska 6, 02 673 Warszawa
tel. 43-74 61, 43 54-24

Bronisław PIĄTKOWSKI

Anna CZERWIŃSKA

Krzysztof BIELICKI

NIKTÓRE PROBLEMY POPRAWY PARAMETRÓW GEOMETRYCZNYCH POLEROWANYCH PŁYTEK KRZEMOWYCH

WSTĘP

Wzrost skali integracji elementów półprzewodnikowych pociąga za sobą zastrzeżenie wymagań dotyczących jakości krzemowych płytek polerowanych. Wprowadzenie do produkcji elementów VLSI spowoduje zapewne konieczność wytwarzania płytek o parametrach zastrzonych w stosunku do parametrów płytek przeznaczonych dla LSI - przy jednoczesnym zwiększaniu średnicy. Obecnie produkowane są już płytki o średnicy 5". Produkcja płytek dostosowanych do zwiększonych wymagań nie może opierać się na zwiększonej selekcji płytek po poszczególnych operacjach. Dokładna znajomość zmian parametrów płytek w zależności od stosowanych urządzeń i sposobu prowadzenia procesów obróbki umożliwia opracowanie takiej metody produkcji, która gwarantuje uzyskanie płytki polerowanej o wymaganej jakości z zadowalającym uzyskiem.

Typowy cykl obróbki płytek obejmuje cięcie monokryształu na płytki, szlifowanie, trawienie chemiczne i polerowanie płytek. Produkcja płytek przeznaczonych do wytwarzania niektórych układów scalonych o małej i średniej integracji możliwa jest z pominięciem procesu szlifowania, o ile maszyny zastosowane do cięcia charakteryzują się odpowiednią precyzją. Jednak do uzyskania płytek polerowanych o specjalnych wymaganiach geometrycznych /np. płytek o średnicy 76 mm, których błąd płaskorównoległości nie może przekroczyć 10 μm / konieczne jest stosowanie jednoczesnego dwustronnego szlifowania. Metoda ta umożliwia wytwarzanie płytek, których rozrzut grubości i płaskości powierzchni gwarantują wymaganą jakość produktu końcowego. Podczas trawienia chemicznego kształt płytki ulega zmianie z powodu nierównomiernego przebiegu procesu na całej powierzchni płytki - parametry geometryczne ulegają pogorszeniu. Proces polerowania, który decyduje o ostatecznym kształcie płytki, jest najtrudniejszy do opanowania w całym cyklu obróbki. Konieczna jest znajomość zmian geometrii płytek, związanych z usuwa-

waniem w trakcie polerowania ok. $40\ \mu\text{m}$ warstwy krzemu /zależnie od sposobu przygotowania i metody prowadzenia procesu/, gdyż dokonanie pomiarów płytek po polerowaniu jest niewskazane ze względu na niebezpieczeństwo uszkodzenia i zanieczyszczenia wypolerowanej powierzchni.

W niniejszym opracowaniu ograniczono się do przedstawienia zagadnień dotyczących procesu polerowania.

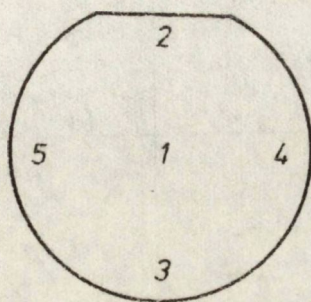
1. WPŁYW GRUBOŚCI WARSTWY WOSKU NA PARAMETRY GEOMETRYCZNE POLEROWANYCH PŁYTEK

Powszechnie stosuje się przyklejanie płytek na krążki polerskie za pomocą różnego rodzaju wosków, jednak uzyskanie równomiernej i odpowiedniej grubości warstwy wosku pod płytką, zwłaszcza o dużej średnicy, wymaga specjalnych metod przyklejania. Prowadzone są również próby mocowania płytek do krążków innymi metodami, lecz metody te nie znalazły do tej pory szerokiego zastosowania.

Używane do przyklejania spoiwo powinno zapewniać dobrą przyczepność płytki do krążka i możliwość rozprowadzenia go na krążku cienką, równomierną warstwą. Nierówna warstwa wosku powoduje pofalowania i wyginanie się płytek. W efekcie, podczas polerowania kształt płytek ulega zmianie, gdyż na obszarach, pod którymi znajdują się grubsza warstwa wosku, warstwa spolerowanego krzemu jest większa.

Najczęstszą przyczyną zachodzenia zmian geometrii płytek podczas polerowania jest wadliwe ich naklejanie na krążek polerski. Gdy warstwa wosku jest nierównomierna i ma największą grubość pod środkowym obszarem płytki, otrzymywane płytki mają kształt soczewki jednostronnie wklęsłej. Wklęsłość osiągać może nawet $20\ \mu\text{m}$. Zbyt gruba warstwa wosku przy brzegu płytki jest przyczyną powstawania klinowości płytek.

Analizując błędy płaskorównoległości wypolerowanych płytek w zależności od grubości warstwy wosku, na którą były naklejone, stwierdzono, że im cieńsza jest warstwa wosku, tym mniejsza jest możliwość ułożenia się płytki nierównolegle do powierzchni krążka. Przytoczone poniżej przykłady pomiarów wypolerowanych płytek wykazują, jak wpływa grubość warstwy wosku na kształt płytki.



Rys. 1. Ułożenie punktów pomiaru grubości na płytce

Wszystkie płytki obrabiane były w identyczny sposób na jednym urządzeniu i przyklejane na te same krążki o wklęsłości ok. 10 μm . Pomiarów dokonywano przed i po polerowaniu w tych samych miejscach na płytce /wg rys. 1/ czujnikiem punktowym. Podane w tab. 1 wartości są średnimi arytmetycznymi z pomiarów 10 płytek o średnicy 76 mm. Podana również maksymalna wartość błędu płaskorównoległości w danej partii. Prawidłowe porównanie otrzymanych rezultatów możliwe było przy użyciu płytek trawionych o zbliżonym, niewielkim błędzie płaskorównoległości.

Zmiana błędu płaskorównoległości płytek $\varnothing 76$ mm w zależności od grubości warstwy wosku

Lp. krążka	Płytki przed polerowaniem		Płytki wypolerowane		Grubość warstwy wosku [μm]
	średni błąd płaskorównoległości na krążku [μm]	maksymalny błąd płaskorównoległości płytki na 1 krążku [μm]	średni błąd płaskorównoległości na krążku [μm]	maksymalny błąd płaskorównoległości płytki na 1 krążku [μm]	
1	3,9	5	4,7	7	do 5
2	5,6	10	4,1	7	
3	6,3	10	4,9	6	
4	4,2	8	5,4	9	
5	6,0	9	4,7	6	
6	8,2	12	6,4	8	
7	4,1	5	5,3	8	
8	5,8	10	8,1	12	do 10
9	6,2	9	8,1	11	
10	4,6	8	5,8	11	
11	4,7	8	8,2	12	do 15
12	5,6	9	10,4	15	
13	5,6	8	11,8	15	

Przy zachowaniu grubości warstwy wosku do 5 μm , błąd płaskorównoległości żadnej płytki nie przekroczył 9 μm , a średni błąd płaskorównoległości nie uległ pogorszeniu. Niewielki, lecz w dopuszczalnych granicach wzrost błędów płaskorównoległości następuje przy zwiększaniu grubości warstwy wosku do 10 μm . Dalsze zwiększenie grubości warstwy wosku powoduje znaczną deformację płytek. Grubość warstwy wosku powyżej 15 μm powoduje najczęściej wygięcie się płytki podczas przyklejania na skutek pozostawienia większej warstwy wosku pod środkiem płytki. Zmiany grubości tak naklejonnych płytek przedstawiono w tab. 2.

Tabela 2

Rozkład grubości na płytkach \varnothing 76 mm polerowanych

/grubość warstwy wosku - powyżej 15 μm ; średni błąd płaskorównoległości 10 płytek przed polerowaniem - 4,9 μm ; maksymalny błąd płaskorównoległości jednej płytki przed polerowaniem - 8 μm /

Lp. płytki	Grubość płytki w punktach pomiarowych [μm]					Błąd płaskorównoległości [μm]
	1	2	3	4	5	
1	370	385	384	390	385	20
2	370	390	377	390	388	20
3	360	374	362	371	368	14
4	375	395	385	387	390	15
5	368	396	377	393	382	28
6	340	354	365	365	344	25
7	365	383	390	393	387	28
8	363	374	371	374	376	13
9	360	366	387	388	382	28
10	365	369	384	384	382	19

Grubość płytki w środku jest znacznie mniejsza niż na obszarze brzegowym i decyduje o wartości błędów płaskorównoległości całej płytki. Przyklejanie płytek warstwą wosku o grubości do 10 μm możliwe jest tylko przy stosowaniu wosków wolnych od zanieczyszczeń mechanicznych i zachowaniu specjalnych warunków czystości krążków, płytek i pomieszczenia podczas przyklejania.

2. WPŁYW KSZTAŁTU POWIERZCHNI KRĄŻKA NA PARAMETRY GEOMETRYCZNE POLEROWANYCH PŁYTEK

Wiadomo, że szybkość polerowania /grubość warstwy krzemienu usunięta w jednostce czasu/ maleje wraz ze wzrostem odległości od środka krążka polerskiego. Zjawisko to potęguje się ze wzrostem nacisków jednostkowych. Podczas polerowania płytek o małych średnicach naklejonych na krążek w dwóch lub trzech kręgach efektem tego zjawiska jest przede wszystkim zróżnicowanie grubości płytek z poszczególnych kręgów, natomiast na płytkach \varnothing 76 mm - występowanie zjawiska klinowości. Zmniejszenie efektu różnic szybkości polerowania można uzyskać przez odpowiednie wyprofilowanie powierzchni krążków. W celu określenia, jaki kształt po-

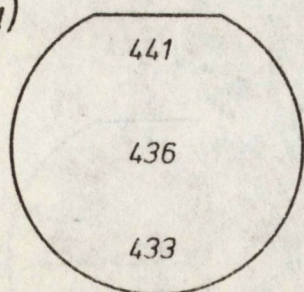
wierzchni krążków. W celu określenia, jaki kształt powierzchni krążka jest najbardziej odpowiedni, przeprowadzono próby polerowania płytek przyklejonych na krążek płaski. Płytki $\varnothing 76$ mm polerowano na polerce Haldor-Topsøe alkaliczną zawiesiną krzemionki QUSO G-32 na tkaninie Polcorfam, stosując naciski jednostkowe $0,2 \text{ kg/cm}^2$ płytki. Usuwno warstwę krzemu o grubości ok. $40 \mu\text{m}$ /sq to typowe warunki polerowania w cyklu produkcyjnym/. Grubość warstwy wosku wynosiła do $5 \mu\text{m}$. Naklejano 6 sztuk płytek ścięciem bazowym do środka na jednym krążku. Pomiaru płytek /wg schematu przedstawionego na rys. 1/ wykonano czujnikiem punktowym z dokładnością do $1 \mu\text{m}$. Podane rezultaty liczbowe są średnimi arytmetycznymi pomiarów 6 płytek z jednego krążka. Pomiaru wypolerowanych płytek wykazały, że różnice grubości usuwanej warstwy na płytce są dość znaczne. Na rys. 2 wykazano, jak zmienia się grubość, a tym samym błąd płaskorównoległości na skutek występowania opisanego powyżej zjawiska. W przypadku gdy średnia grubość płytek przy ścięciu bazowym była największa - błąd płaskorównoległości uległ zmniejszeniu /rys. 2a/. Inny rozkład grubości płytki powoduje zwiększenie błędów płaskorównoległości /rys. 2b/. Tak więc stosowanie płaskich krążków do przyklejania płytek tylko w jednym, szczególnym przypadku ułożenia płytek na krążku /zobrazowanym na rys. 2a/ poprawia geometrię płytki. We wszystkich innych przypadkach następuje zwiększenie błędów płaskorównoległości średnio o $10 \mu\text{m}$, przy czym błąd ten wynika z różnic grubości w pobliżu ścięcia bazowego i na przeciwległym brzegu płytki. Z tego względu przeprowadzono próby z krążkami, którym nadano $10 \mu\text{m}$ wklęsłość w celu zniwelowania różnic wynikających z różnic szybkości polerowania. Zmiany grubości zachodzące podczas polerowania płytek przyklejonych na takie krążki przedstawiono na rys. 3, a schematyczne położenia płytek w stosunku do powierzchni tarczy polerskiej - na rys. 4. Z kształtu krążka wynika, że usuwanie krzemu na obszarze zewnętrznym krążka jest większe i omówione poprzednio zjawisko ulega zmniejszeniu. Dlatego też błąd płaskorównoległości wypolerowanych płytek nie jest większy niż błąd płaskorównoległości płytek przed polerowaniem.

średnia grubość
płytki przed
polerowaniem
(μm)

średnia grubość
spolerowanej
warstwy
(μm)

średnia grubość
płytki po
polerowaniu
(μm)

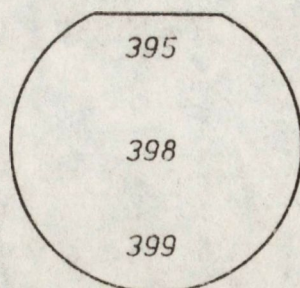
a)



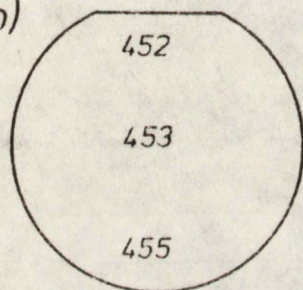
- 46 -

- 38 -

- 34 -



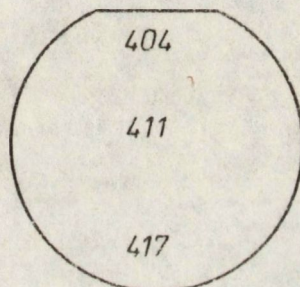
b)



- 48 -

- 42 -

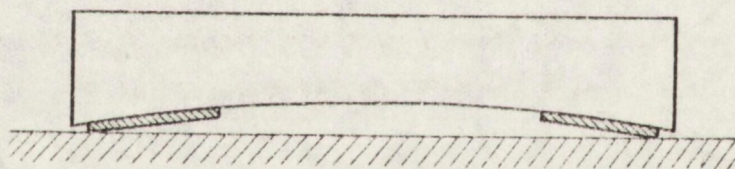
- 38 -



Rys. 2. Różnice grubości spolerowanej warstwy krzemu przy stosowaniu krążków płaskich

średnia grubość płytki przed polerowaniem (μm)	średnia grubość spolerowanej warstwy (μm)	średnia grubość płytki po polerowaniu (μm)
421	- 51 -	370
420	- 53 -	367
425	- 52 -	373

Rys. 3. Różnice grubości spolerowanej warstwy krzemu przy stosowaniu krążka wklęsłego



Rys. 4. Schematyczne położenie płytek naklejonych na wklęsły krążek względem tarczy polerskiej

Próby przeprowadzone na polerkach o większej średnicy tarczy i krążków potwierdziły rezultaty poprzednich badań. Nadana krążkom wklęsłość $10\ \mu\text{m}$ umożliwia otrzymanie płytek obarczonych niewielkim błędem płaskorównoległości /tab. 3/.

Tabela 3

Zmiana błędów płaskorównoległości płytek $\varnothing 76$ mm polerowanych na polerze Speedfam z zastosowaniem krążków wklęsłych /pomiaru wykonano wg schematu przedstawionego na rys. 1; grubość warstwy wosku - do $3 \mu\text{m}$; P_1 - błąd płaskorównoległości przed polerowaniem, P_2 - błąd płaskorównoległości po polerowaniu/

Lp. płytki	Grubość płytki w punktach pomiarowych przed polerowaniem [μm]						Grubość płytki w punktach pomiarowych po polerowaniu [μm]					
	1	2	3	4	5	P_1	1	2	3	4	5	P_2
1	420	421	420	422	421	2	371	371	370	370	371	1
2	421	420	420	421	420	1	373	371	368	371	369	5
3	422	418	419	419	418	4	377	375	376	370	377	7
4	421	419	422	419	423	4	371	375	376	373	372	5
5	423	418	419	422	420	5	373	372	373	368	371	5
6	422	419	417	420	417	5	367	371	365	368	367	6
7	418	418	422	420	422	4	373	372	369	370	374	5
8	423	421	422	418	422	5	374	370	370	371	369	5
9	423	421	420	419	418	5	373	377	373	372	373	5
10	420	418	417	420	421	4	374	375	372	373	374	3

PODSUMOWANIE

Geometria wypolerowanych płytek w znacznym stopniu zależy od prawidłowego przyklejenia płytki na krążek polerski. Wiąże się to ze stosowaniem możliwie cienkiej warstwy wosku. Grubość warstwy wosku przy polerowaniu płytek $\varnothing 76$ mm nie powinna przekraczać $10 \mu\text{m}$. Zastosowanie krążków wklęsłych wyrównuje szybkość polerowania na całej powierzchni krążka.

SPIS TREŚCI

B. Piątkowski, A. Czerwińska, K. Bielicki: Niektóre problemy poprawy parametrów geometrycznych polerowanych płytek krzemowych	3
Wstęp	3
1. Wpływ grubości warstwy wosku na parametry geometryczne polerowanych płytek	4
2. Wpływ kształtu powierzchni krążka na parametry geometryczne polerowanych płytek	7
Podsumowanie	11
A. Czerwińska, K. Bielicki, B. Piątkowski: Wpływ warunków polerowania na chropowatość powierzchni płytek krzemowych	12
Wstęp	12
1. Metody oceny jakości powierzchni polerowanej	12
2. Wybór materiałów polerskich	14
3. Opis przeprowadzonych badań	16
Podsumowanie	20
J. Witkowska: Zastosowanie metody karbaminianowej do oznaczania śladowych ilości arsenu w trójchlorku fosforu, tlenochlorku fosforu i trójtlenku boru do celów półprzewodnikowych	21
Wstęp	21
Część doświadczalna	22
1. Sporządzanie krzywej wzorcowej	23
2. Oznaczanie arsenu w tlenochlorku fosforu	24
3. Oznaczanie arsenu w trójchlorku fosforu	26
4. Oznaczanie arsenu w trójtlenku boru	27
Omówienie wyników	27
Literatura	30

WEMA - Warszawa 1978 - 250+25 egz. - 407/78/Z/C - 428/78

<http://rcin.org.pl>

