

## Wpływ defektów strukturalnych podłoża na doskonałość strukturalną heteroepi- taksjalnych warstw $\text{GaAs}_{1-x}\text{P}_x/\text{GaAs}$ ( $x = 0,4$ )

Jednym z ważniejszych czynników wpływających na luminescencyjne właściwości warstw  $\text{GaAs}_{1-x}\text{P}_x$  są defekty strukturalne. Źródłem defektów mogą być następujące czynniki: materiał podłoża, niedopasowanie sieci podłoża i warstwy epitaksjalnej, technologiczne warunki procesu epitaksji /temperatura, gradient składu, szybkość wzrostu/.

Celem pracy było badanie wpływu niektórych defektów struktury krytalicznej podłoża na doskonałość strukturalną warstw epitaksjalnych.

Ten problem jest bardzo ważny przy określaniu wymagań technicznych dla struktury materiału podłoża.

Badano heteroepitaksjalne warstwy  $\text{GaAs}_{1-x}\text{P}_x$  ( $x=0,4$ ), otrzymywane metodą fazy gazowej na podłożach (100)  $\text{GaAs:Te}$ . Do obserwacji zastosowano metodę integralnych obrazów katodoluminescencji przy wykorzystaniu skaningowego mikroskopu elektronowego typu JSM-2. Obserwowano powierzchnie podłoży i warstw epitaksjalnych, szlify skośne pod małym kątem w stosunku do powierzchni oraz przełomy prostopadłe do płaszczyzny wzrostu warstw. Wybrano do badań następujące grupy próbek:

- A. Warstwy epitaksjalne wzrastające na podłożach o gęstości dyslokacji  $>10^5 \text{ cm}^{-2}$ , ze ścieżkami dyslokacyjnymi /rys. 1/.
- B. Warstwy epitaksjalne wzrastające na podłożach mających obszary o strukturze mozaikowej; przeciętna gęstość dyslokacji  $< 10^5 \text{ cm}^{-2}$  /rys. 2/.
- C. Warstwy epitaksjalne wzrastające na podłożach o standardowej jakości, o gęstości dyslokacji  $< 10^5 \text{ cm}^{-2}$  /rys. 3/.

### Wyniki

Ad. A. Dyslokacje i ścieżki dyslokacyjne obserwowane w podłożu /rys. 1a, 1b/ bezpośrednio nie przechodzą do warstwy epitaksjalnej o stałym składzie /rys. 1b/. Dyslokacje niedopasowania, generowane w obszarze warstwy o zmiennym składzie w pewnych obszarach, istnieją również na powierzchni warstwy o stałym składzie. Tworzą one charakterystyczną sieć ciemnych linii

zorientowanych równolegle do kierunków krystalograficznych  $\langle 110 \rangle$  /rys. 1c, 1d/. Oprócz tego na powierzchni warstwy epitaksjalnej obserwowano dyslokacje nachylone o gęstości  $2,5 \times 10^5 \text{ cm}^{-2}$  /rys. 1c/.

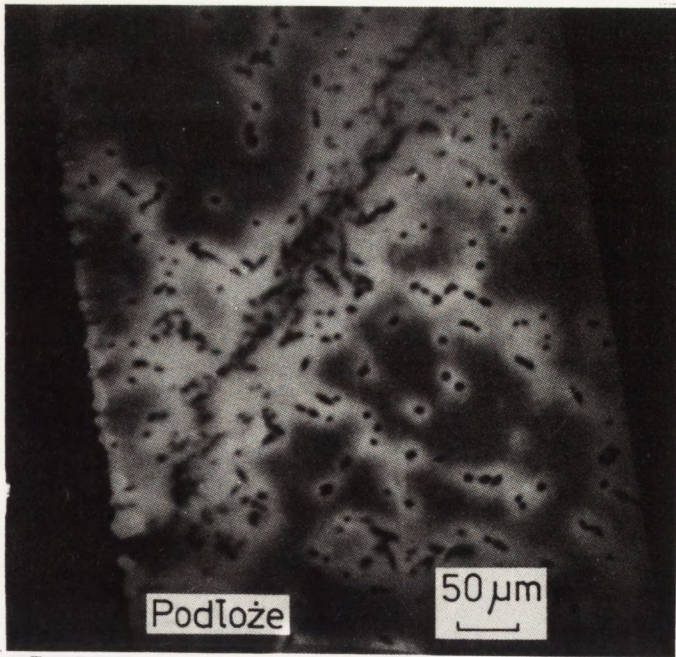
Ad. B. Tylko struktura mozaikowa istniejąca w podłożu przechodzi do powierzchni warstwy epitaksjalnej /rys. 2a, 2b/. Oprócz tego na powierzchni warstwy o stałym składzie istnieją defekty strukturalne, jak opisano w punkcie A. Przeciętna gęstość dyslokacji nachylonych wynosi  $5 \times 10^5 \text{ cm}^{-2}$  /rys. 2c/.

Ad. C. W tym przypadku katodoluminescencyjne obrazy defektów są podobne jak opisano w punkcie A /rys. 3/. Przeciętna gęstość dyslokacji na powierzchni warstwy wynosi  $2,9 \times 10^5 \text{ cm}^{-2}$ .

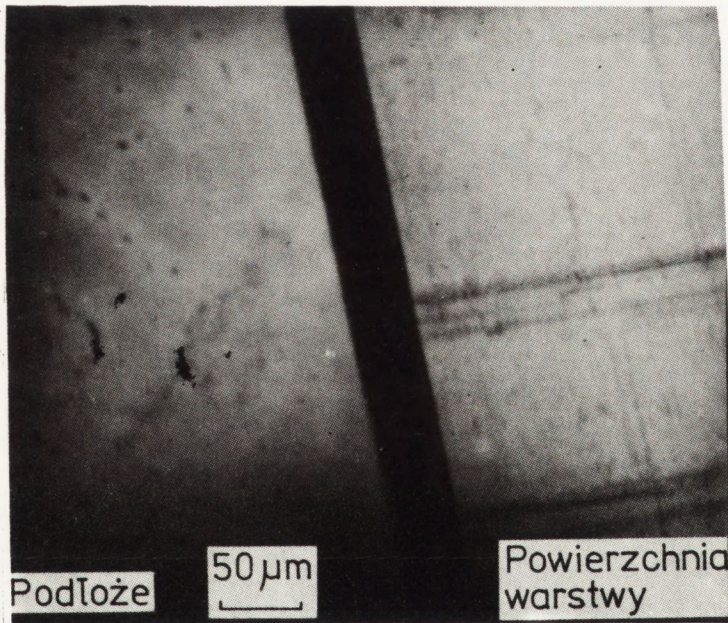
#### WNIOSKI

W przypadku heteroepitaksjalnego wzrostu  $\text{GaAs}_{1-x}\text{P}_x/\text{GaAs}$  ( $x=0,4$ ) wartość niedopasowania stałych sieci  $\Delta a/a$  wynosi 1,4%. Dyslokacje niedopasowania generowane powyżej podłoża z GaAs relaksują niedopasowanie sieci. Na heterogranicy ma miejsce oddziaływanie między dyslokacjami podłoża i dyslokacjami niedopasowania. Jednakże ze względu na dużo większą gęstość dyslokacji niedopasowania w stosunku do gęstości dyslokacji w podłożu /min. 2 rzędy wielkości/ nie obserwowano bezpośredniego przechodzenia pojedynczych dyslokacji a nawet ścieżek dyslokacyjnych do obszaru warstwy o stałym składzie. Dyslokacje nachylone obserwowane w obszarze warstwy o stałym składzie powstają w wyniku wzajemnego oddziaływania dyslokacji niedopasowania. Gęstość dyslokacji niedopasowania głównie zależy od parametrów technologicznych epitaksjalnego wzrostu i te czynniki decydują o doskonałości strukturalnej obszaru o stałym składzie. Tylko makrodefekty struktury, jak bloki mozaiki, przechodzą z podłoża do powierzchni warstwy epitaksjalnej.

Powyższy tekst był prezentowany w trakcie Międzynarodowej Szkoły Fizyki Związków Półprzewodnikowych - Jaszowiec '86 /21.04-25.04.1986 r./.

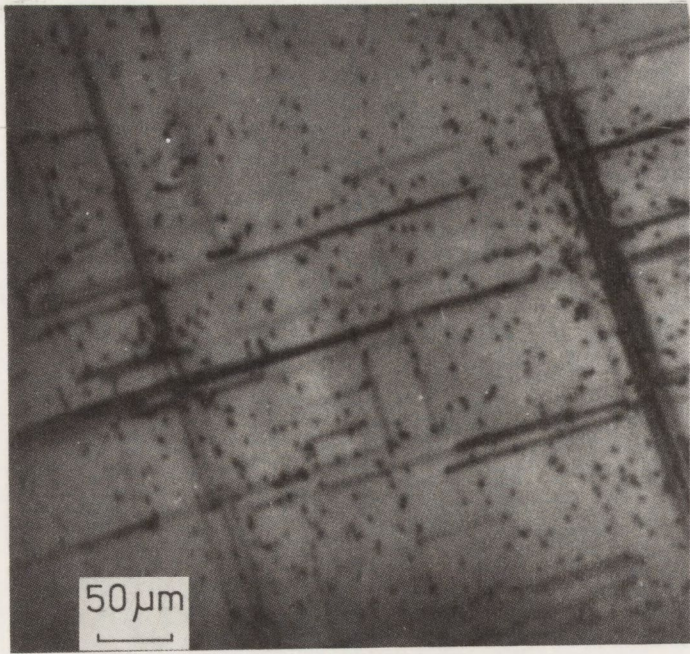


Rys. 1a

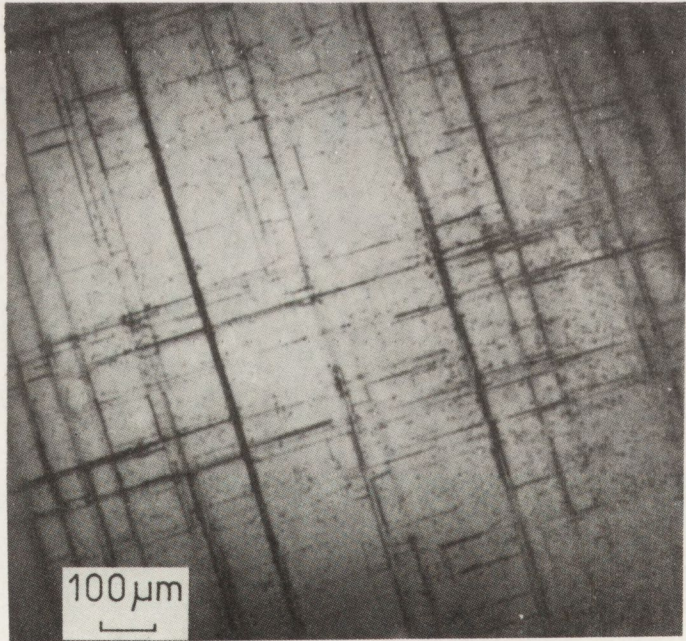


Rys. 1b

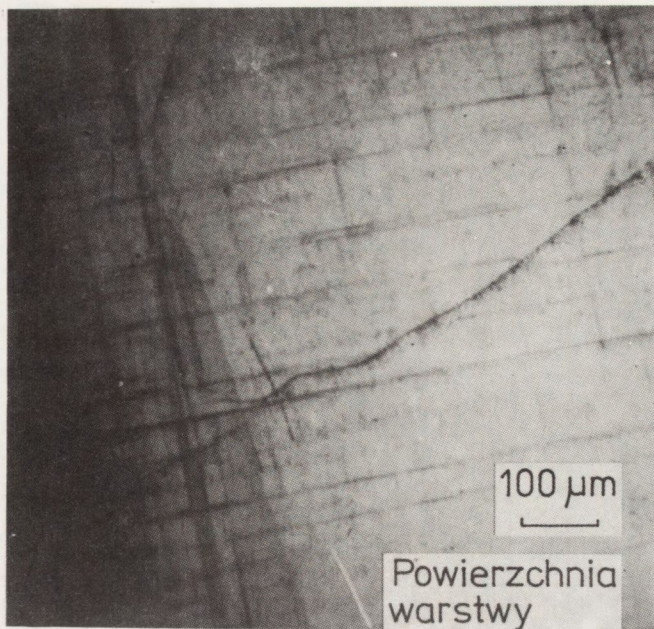
Rys. 1. Katodoluminescencyjne obrazy próbki A  
 a) płaszczyzna przełomu w obszarze podłoża (8 mm = 50 μm), b) płaszczyzna  
 przełomu z widocznymi obszarami podłoża, warstwy epitaksjalnej oraz  
 powierzchni warstwy epitaksjalnej (11 mm = 50 μm), c,d) powierzchnia  
 warstwy (10 mm = 50 μm), (7 mm = 100 μm)



Rys. 1c



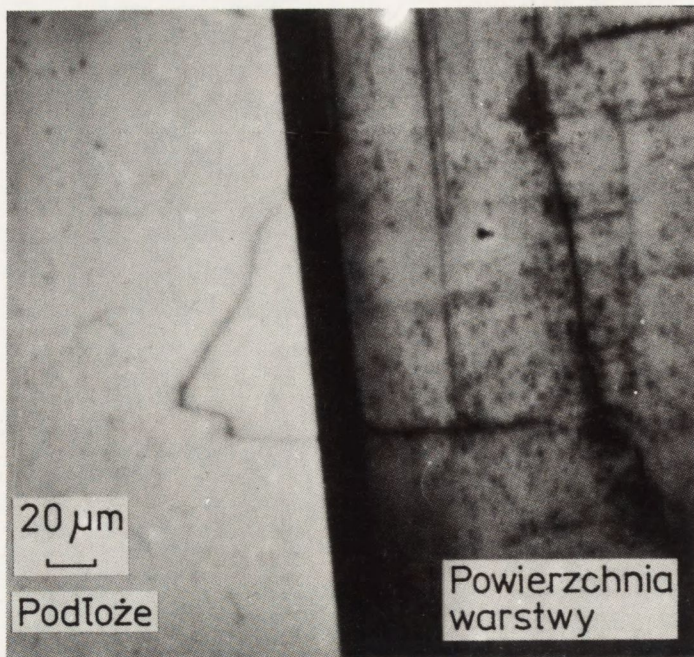
Rys. 1d



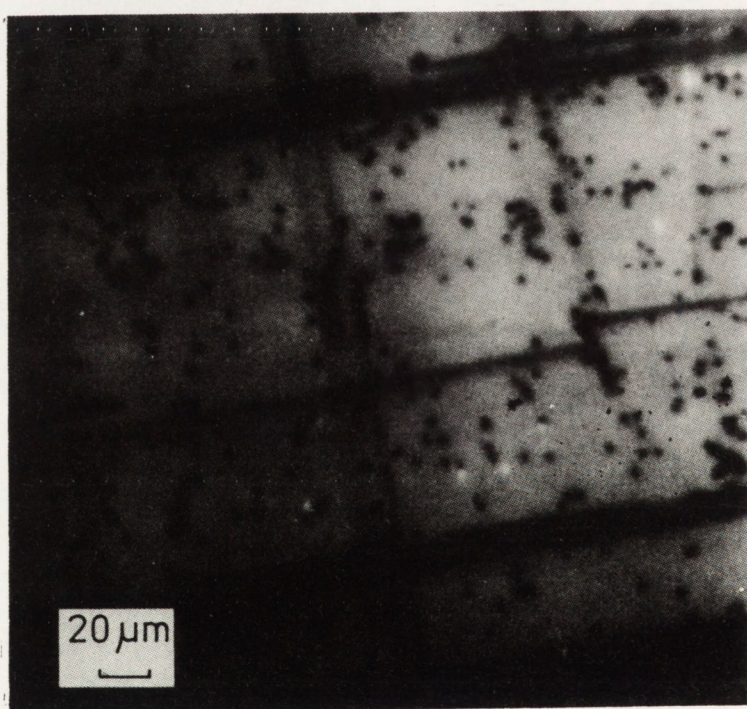
Rys. 2a



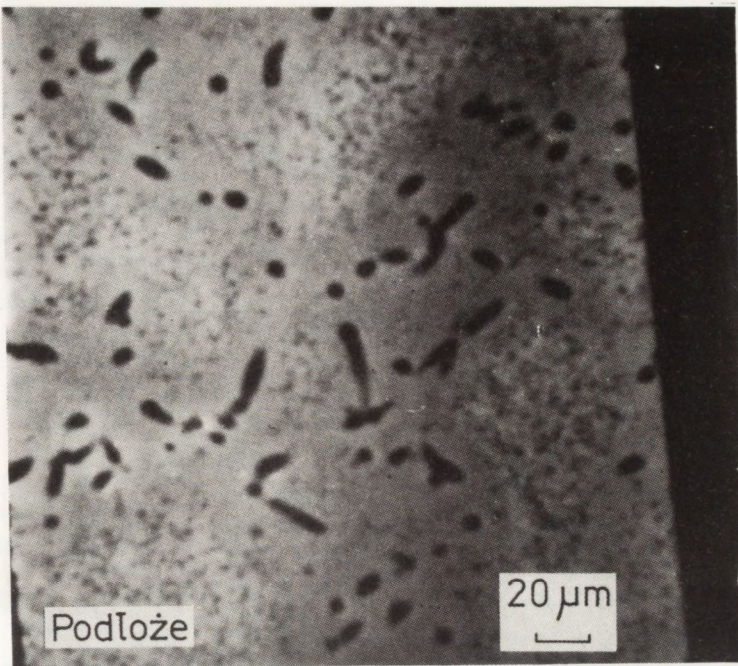
Rys. 2. Katodoluminescencyjne obrazy próbki B  
 a) szlif skośny w stosunku do powierzchni próbki (7 mm = 20 μm), (10 mm = 100 μm); b) płaszczyna przełomu z widocznymi obszarami podłoża, warstwy epitaksjalnej oraz powierzchni warstwy epitaksjalnej (6,5 mm = 20 μm);  
 c) powierzchnia warstwy (6,5 mm = 20 μm)



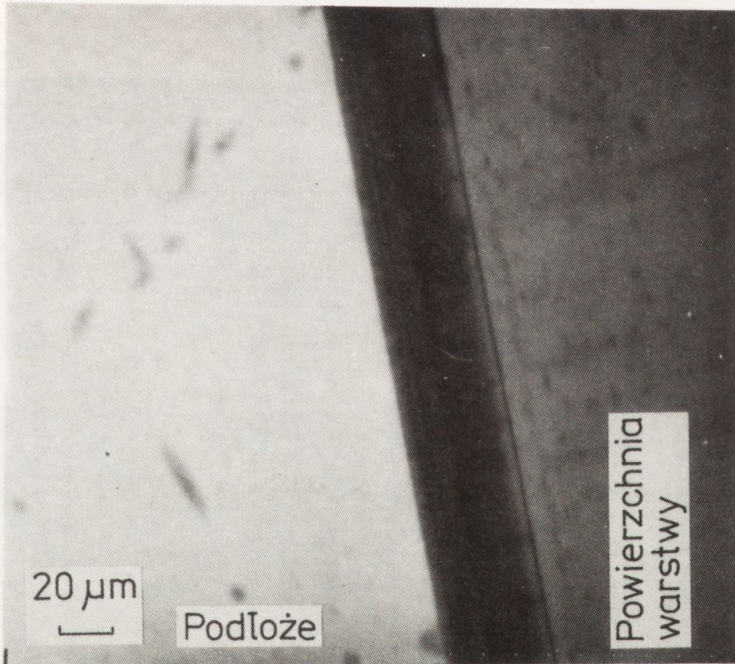
Rys. 2b



Rys. 2c

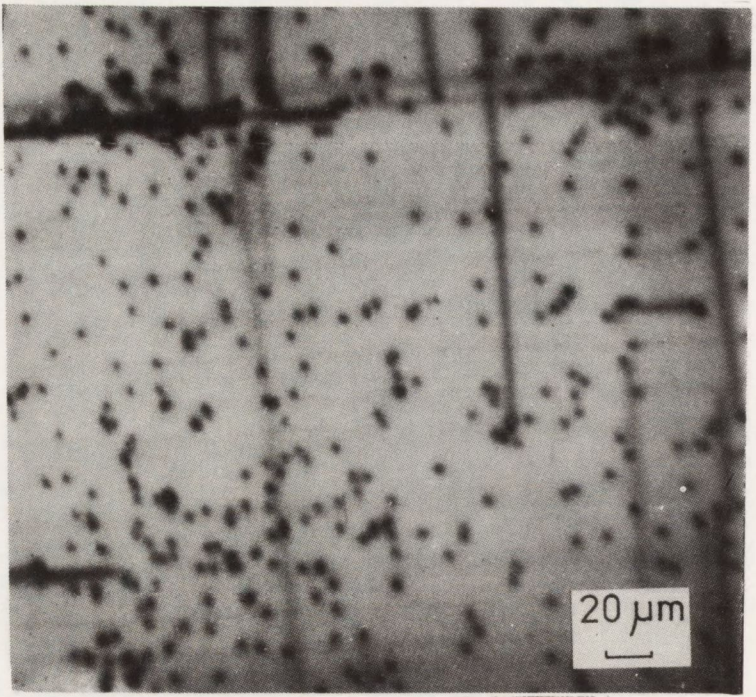


Rys. 3a

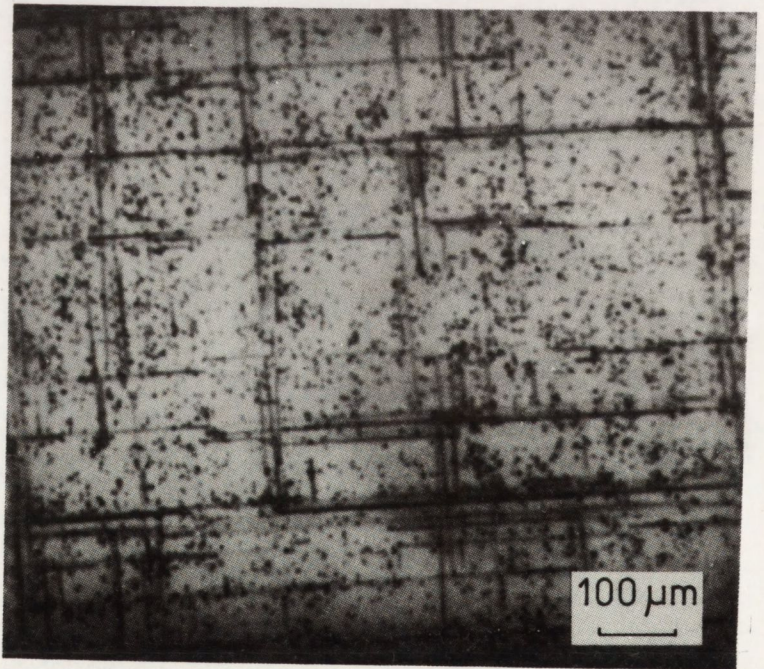


Rys. 3b

Rys. 3. Katodoluminescencyjne obrazy próbki C  
 a) płaszczyzna przełomu w obszarze podłoża (7 mm = 20 μm); b) płaszczyzna przełomu z widocznymi obszarami podłoża, warstwy epitaksjalnej oraz powierzchni warstwy epitaksjalnej (7 mm = 20 μm); c,d) powierzchnia warstwy (6 mm = 20 μm), (10 mm = 100 μm)



3c



3d