

Badanie topografii i morfologii nanoigieł krzemków palladu

Joanna Rymarczyk¹, Elżbieta Czerwosz¹, Kamil Sobczak²

1) Instytut Tele- i Radiotechniczny, ul. Ratuszowa 11, 03-450 Warszawa

2) Instytut Fizyki PAN, Al. Lotników 32/46, 02-668 Warszawa

Zainteresowanie wytwarzaniem i badaniem krzemku palladu Pd_2Si wynika z faktu, że związek ten charakteryzuje się dobrym przewodnictwem elektrycznym i wysoką twardością. Stwarza to szerokie możliwości jego zastosowania w elektronice w postaci elektrod, połączeń lokalnych lub elementów sensorowych i pomiarowych w urządzeniach elektronicznych. Krzemek palladu w postaci nanoigły może również znaleźć zastosowanie jako końcówka pomiarowa w w mikroskopii skaningowej SPM.

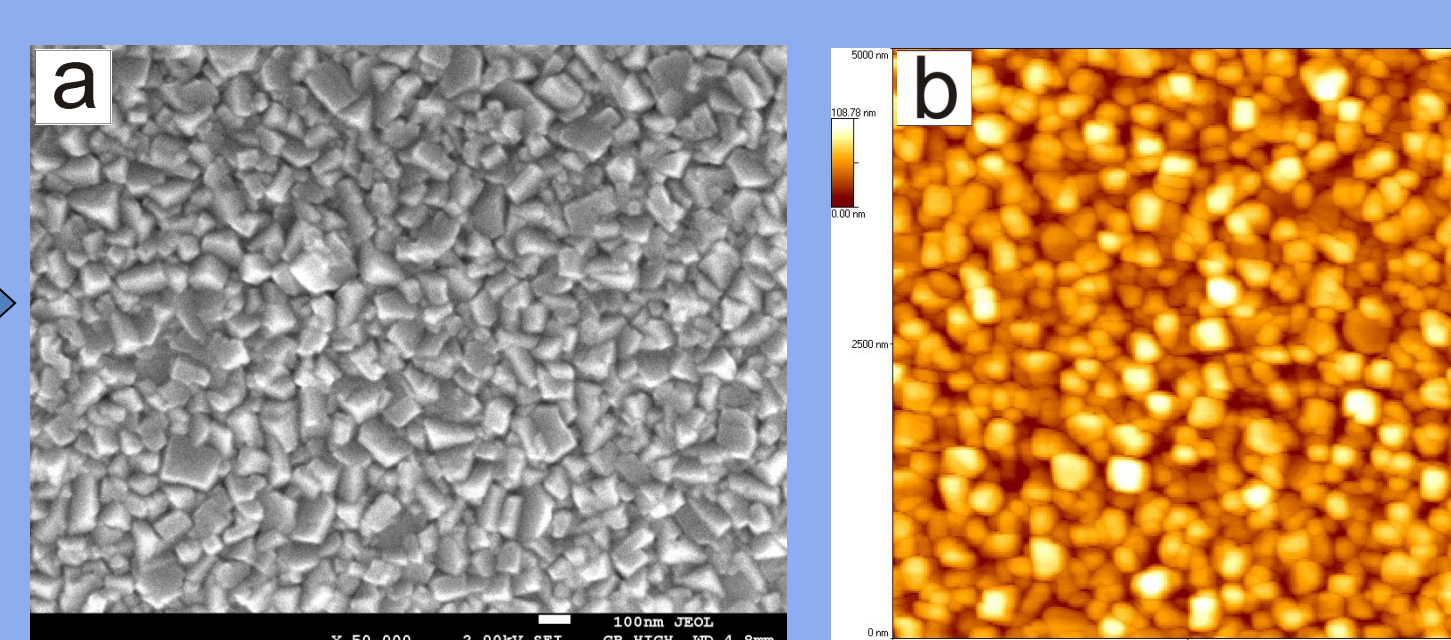
Krzemek palladu w postaci nanoigieł otrzymano w procesie dwustopniowym:

• etap I – PVD proces

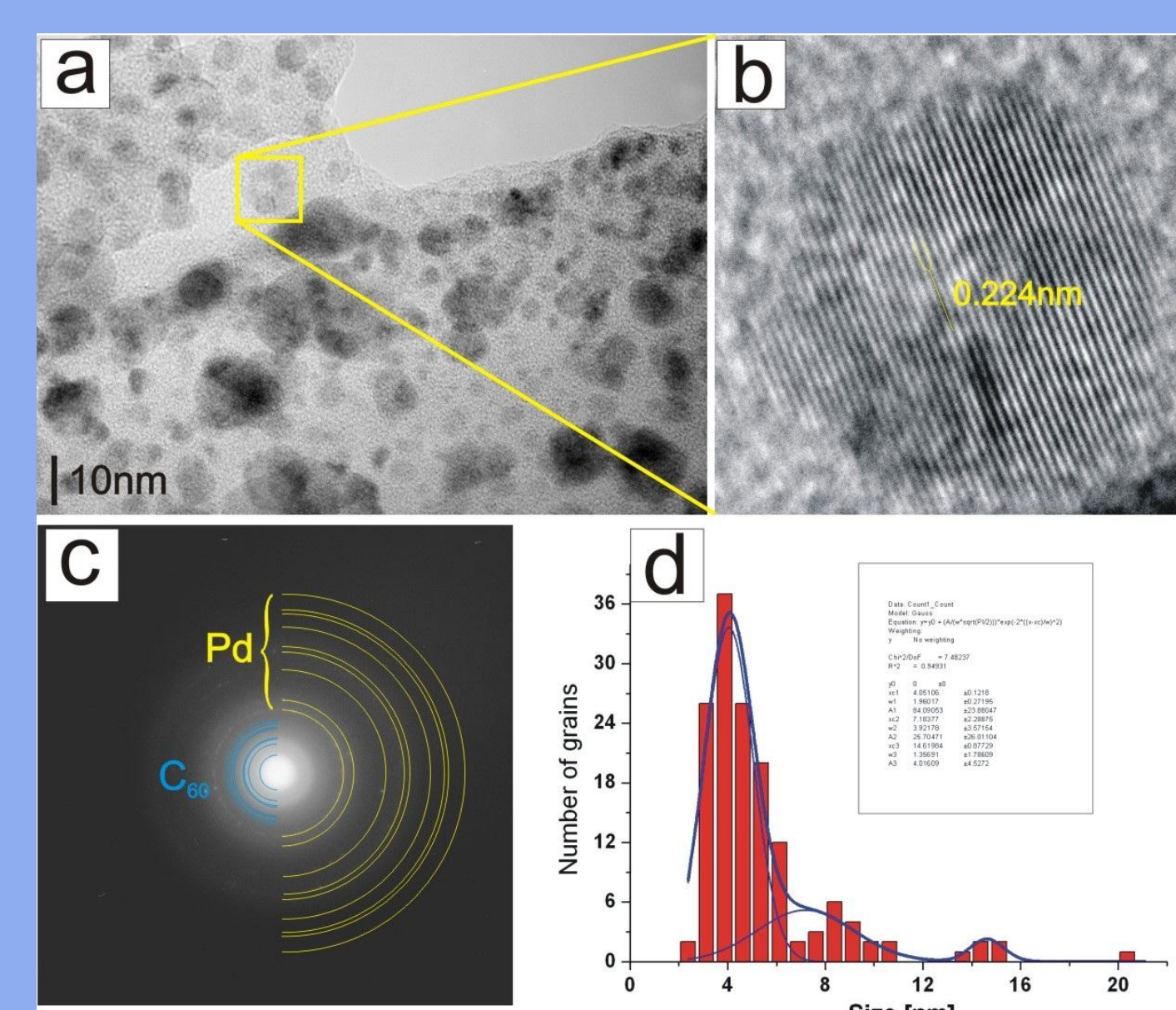
W procesie PVD na krzemowe podłoże naparowywany jest z dwóch odrębnych źródeł fulleren C_{60} i octan palladu. Proces napyłania warstw prowadzony jest w specjalnej komorze próżniowej w warunkach dynamicznej próżni $\sim 2 \cdot 10^{-5}$ mbara. Otrzymane tak warstwy nanokompozytowe C-Pd zawierają nanoziarna Pd o średnicach 2 -10 nm (Rys.2).

• etap II – CVD proces

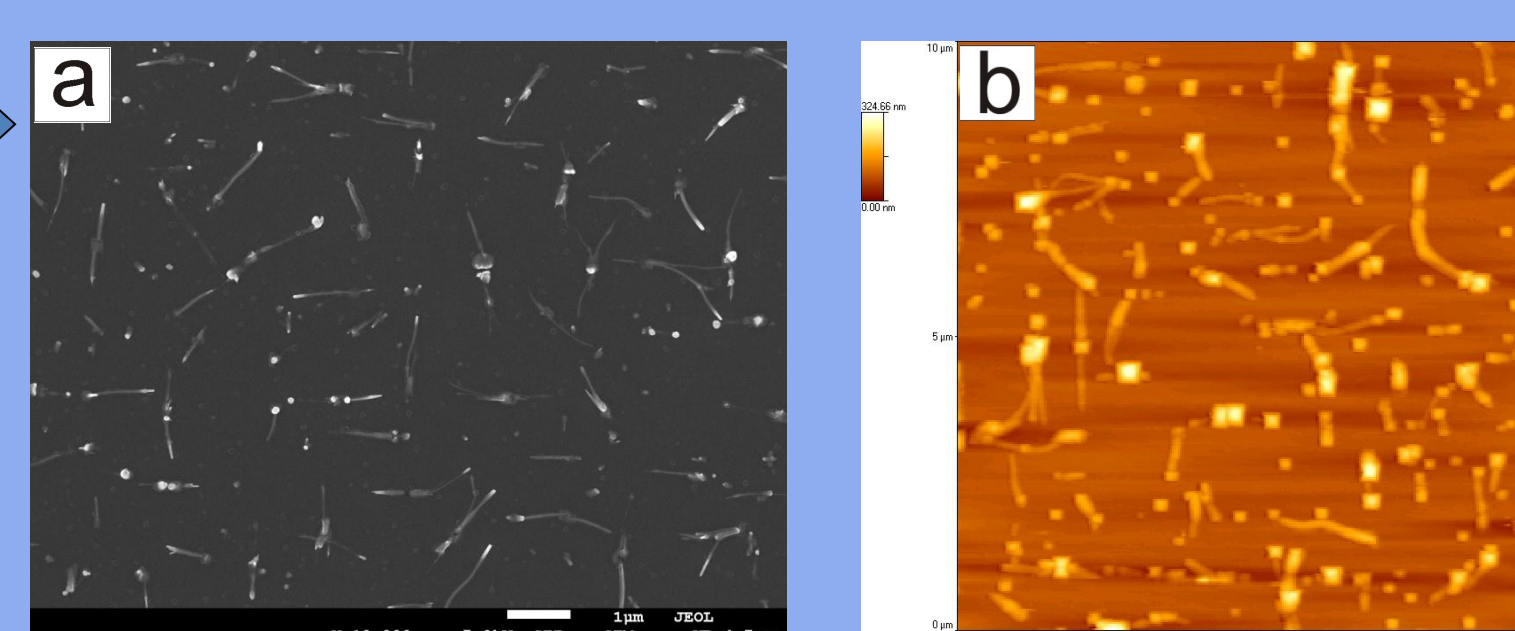
Warstwy z procesu PVD modyfikowane są metodą CVD przy zastosowaniu ksyleny C_8H_{10} jako dodatkowego źródła węgla. Proces prowadzono w reaktorze kwarcowym o dwóch strefach grzania w ciśnieniu atmosferycznym i w przepływie argonu. W strefie o niższej temp. (180°C) ksylen ulega odparowaniu, a następnie w postaci par transportowany jest przez argon do strefy drugiej – reakcyjnej o temp. 650°C , w której znajdują się warstwy z etapu I. W wyniku temperatury procesu CVD nanokrystality Pd dyfundują zarówno na powierzchnię warstw, jak i w kierunku podłoża i ulegają aglomeracji tworząc ziarna o średnicach rzędu 80-150nm. Ziarna Pd osadzone na powierzchni Si reagują z podłożem tworząc początkowo wyspy układu Pd-Si z których wyrastają nanoigły o stechiometrii Pd_2Si .



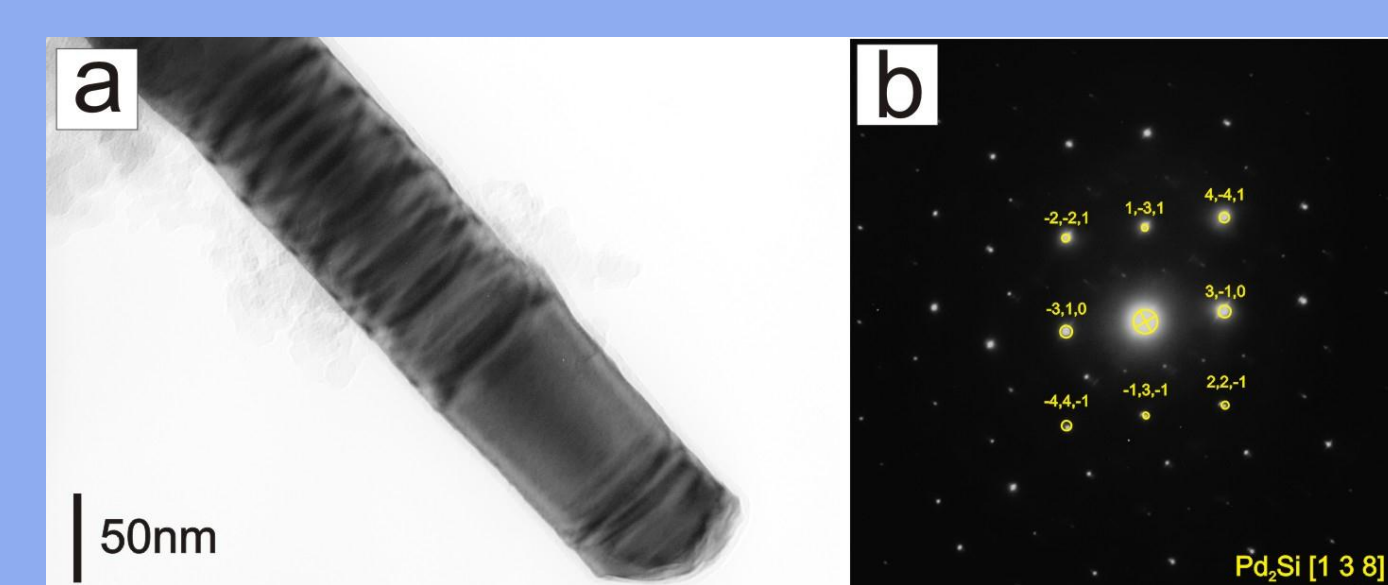
Rys.1 a) Obraz SEM b) obraz AFM warstwy węglowo-palladowej otrzymanej w procesie PVD



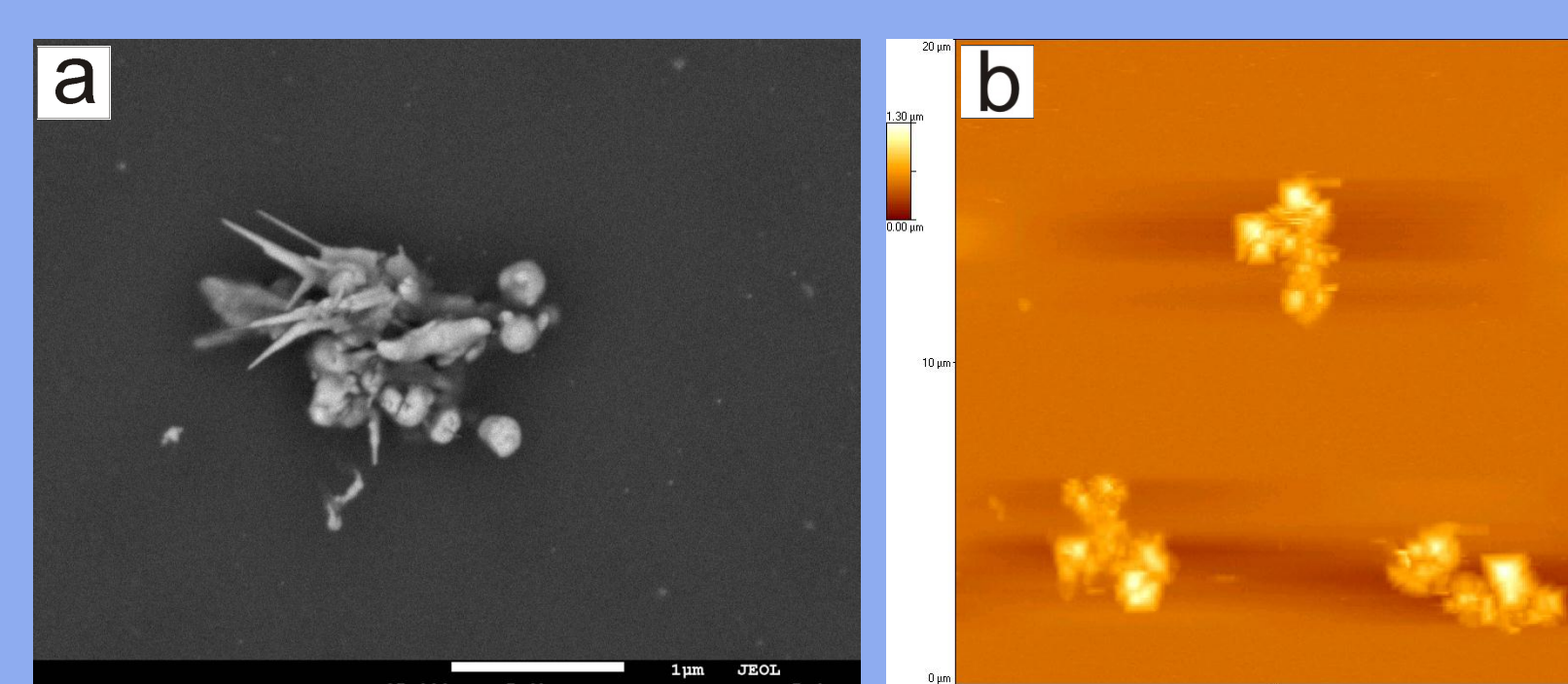
Rys.2 Obraz TEM warstwy C-Pd a) w ciemnym polu, b) wysokorozdzielczy obraz pojedynczego nanokrystalitu Pd, c) elektronogram, d) histogram wielkości nanokrystalitów Pd



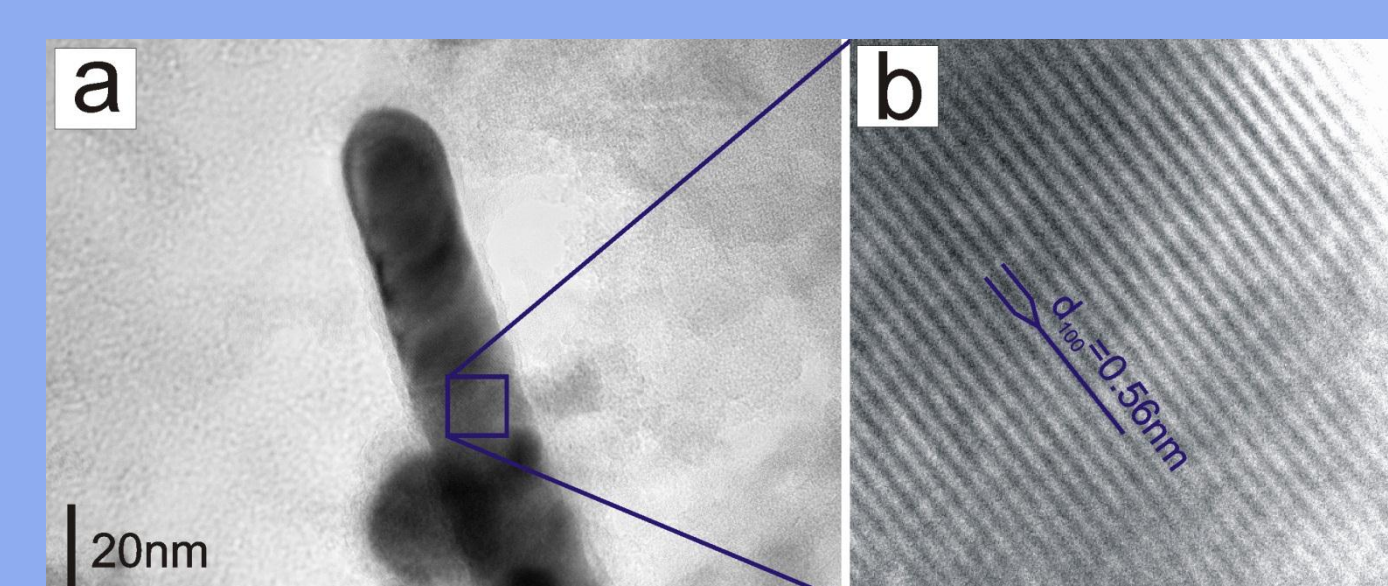
Rys.3 a) Obraz SEM b) obraz AFM warstwy C-Pd po procesie CVD z nanoigłami Pd_2Si na powierzchni warstwy



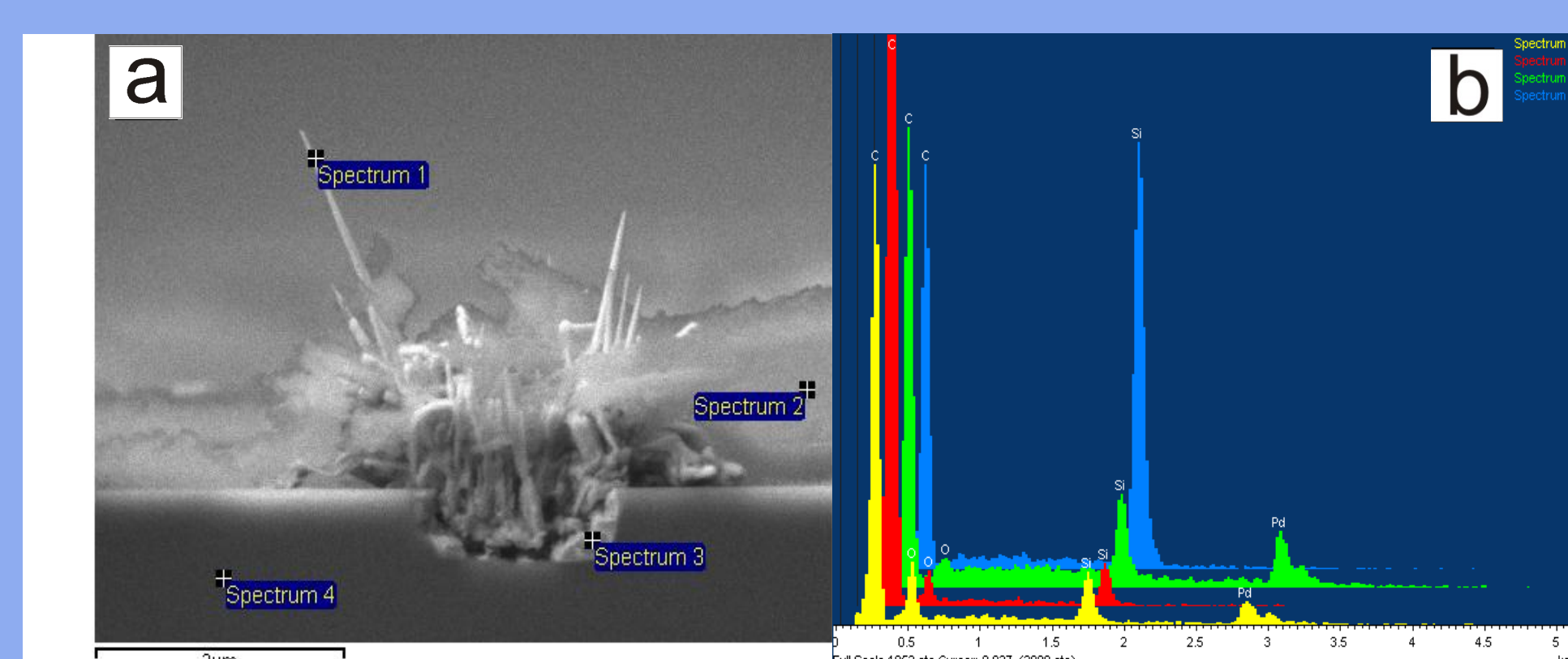
Rys.4 Obraz TEM pojedynczej nanoigły Pd_2Si w a) jasnym polu i b) elektronogram o kierunku osi pasa [138]



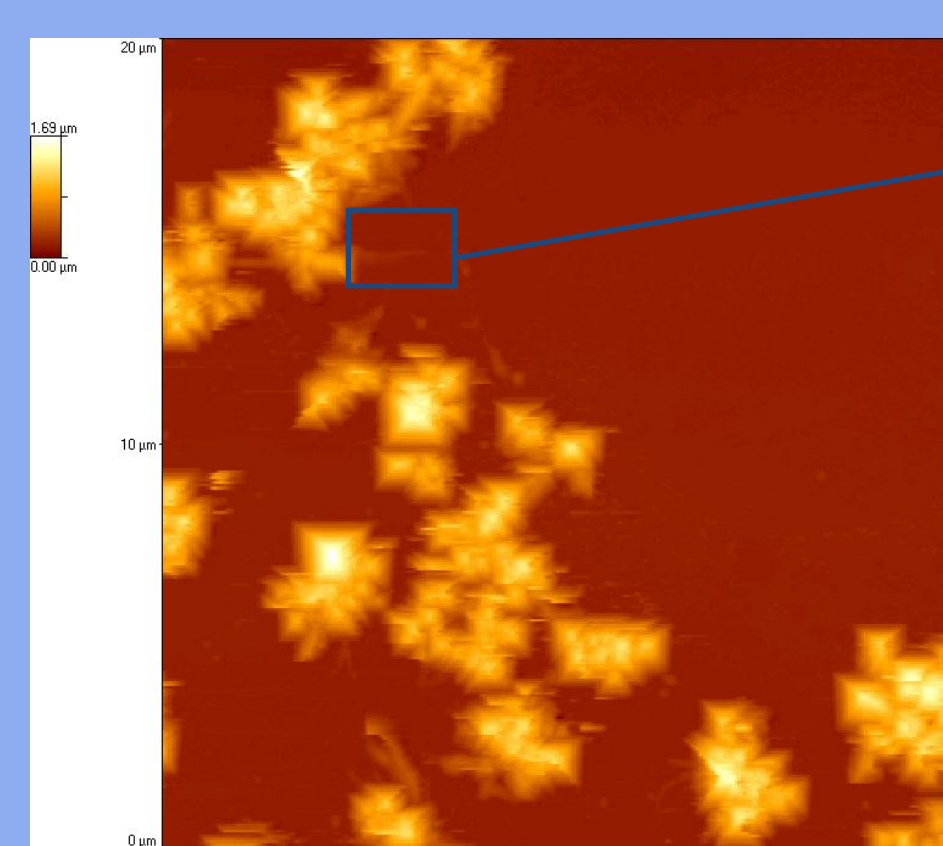
Rys.5 a) Obraz SEM b) obraz AFM nanoigieł Pd_2Si w postaci skupisk na powierzchni warstwy



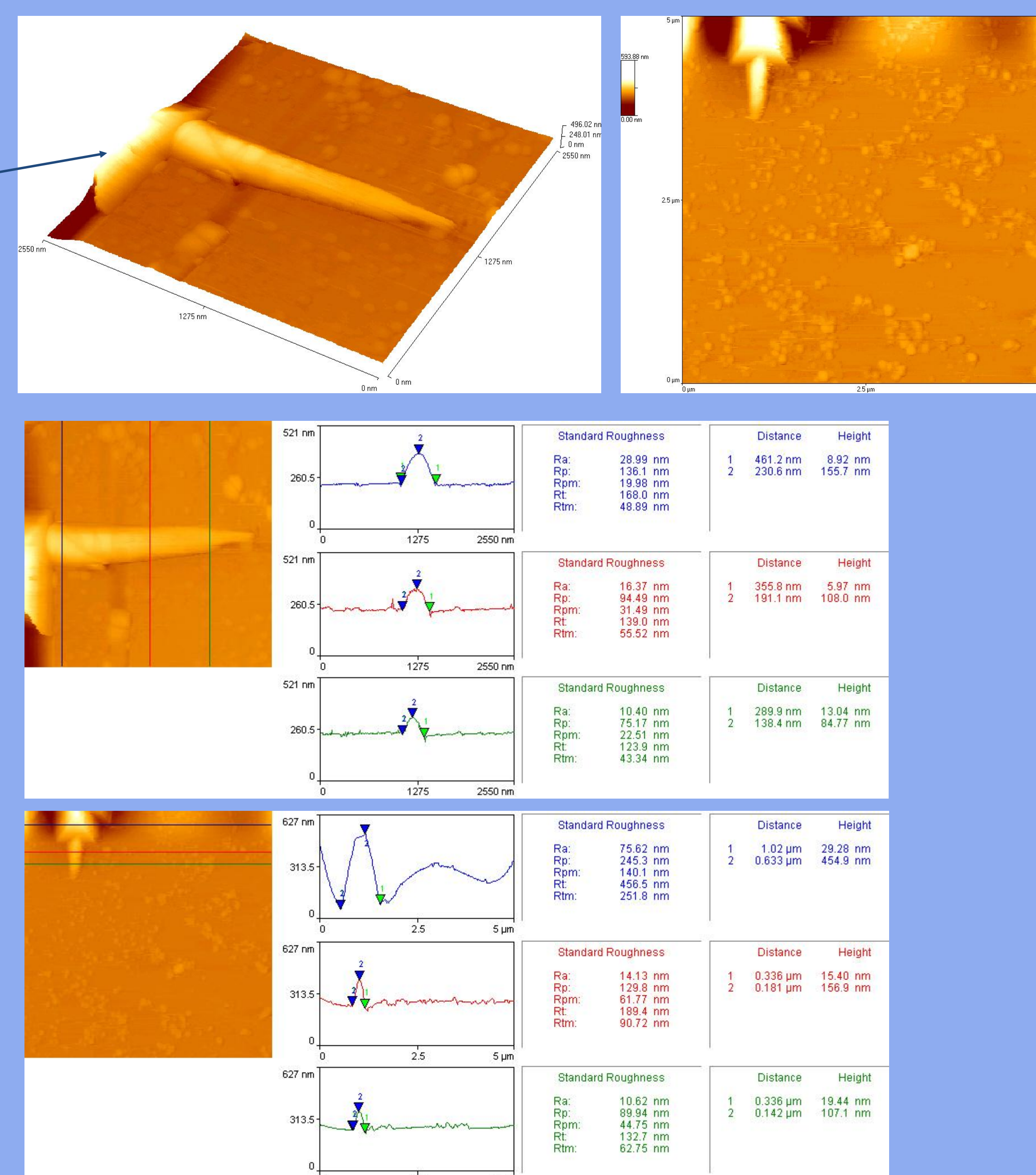
Rys.6 Obraz TEM nanoigły Pd_2Si a) w jasnym polu, b) wysokorozdzielczy obraz w jasnym polu z zaznaczoną odległością międzypłaszczyznową w kierunku $\langle 100 \rangle$



Rys.7 a) Obraz SEM przelomu warstwy z zaznaczonymi punktami, dla których prowadzono analizę EDX, b) zbiorcze widma rentgenowskie dla wyznaczonych punktów 1-4



Rys.8 Obrazy AFM nanoigieł Pd_2Si



Rys.9 Analiza profilowa nanoigieł Pd_2Si

Wnioski:

- Krzemek palladu w postaci nanoigieł można wytworzyć metodą dwustopniową przy wykorzystaniu technik PVD/CVD.
- Aby zainicjować wzrost krzemku palladu w postaci nanoigieł musi istnieć bezpośredni kontakt ziaren Pd z powierzchnią podłoża Si.
- Gęstość upakowania nanoigieł Pd_2Si , ich średnica i długość zależą od temperatury procesu CVD.
- Nanoigły krzemku palladu krystalizują w układzie heksagonalnym.