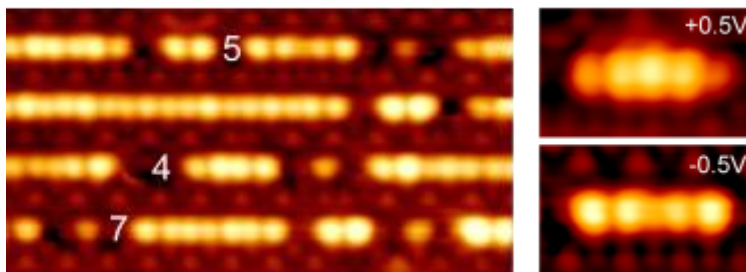


W 1976 r fizycy włoscy G. Alzetta, A. Gozzini, i L. Moi, and G. Orriols zauważyli, że podczas oświetlania wielomodowym światłem laserowym par sodu w niejednorodnym polu magnetycznym, oprócz jasnych linii w widmie fluorescencji pojawiły się ciemne linie, które przyporządkowano poziomom atomowym sodu, ale które najwyraźniej nie uczestniczyły w procesie emisji światła. Linie te nazwano „ciemnymi liniami” (z ang. Dark Lines) a stany elektronowe w takiej sytuacji nazwano „stanami ciemnymi” (z ang. Dark States, DS). Wyjaśniono, że powodem tego zjawiska jest koherentna superpozycja atomowych stanów kwantowych (z ang. coherent population trapping), niezwykle ciekawe zjawisko kwantowe mające źródło w destruktywnej interferencji funkcji falowych stanów, co ujawnia się tym, że ciemne stany nie mogą emitować albo absorbować fal świetlnych.

Wkrótce zauważono, że taki sam mechanizm „blokowania” oddziaływania fal z DS dotyczy nie tylko swobodnych, pojedynczych atomów, ale też mezoskopowych obiektów w postaci kropek kwantowych (z ang. Quantum Dot, QD), w których energie stanów elektronowych mieszczą się w obszarze meV , przez co do detekcji DS stosuje się promieniowanie mikrofalowe.

Projekt p.t. „Ciemne stany w atomowych strukturach na uporządkowanych powierzchniach.” stwarza okazję zbadania czy ciemne stany, takie jak w parach Na i półprzewodnikowych kropkach kwantowych, powstają w układach pojedynczych atomów, a w szczególności łańcuchów atomowych, na powierzchniach kryształów. Charakterystyczne energie tych stanów mieszczą się w zakresie eV. Badania będą miały za cel powiązanie koncepcji fizyki optycznej (ze stanami koherentnymi w obecności pól światła laserowego) z fizyką nanoskopową rzeczywistych wieloatomowych struktur.

W miejsce promieniowania świetlnego/mikrofalowego spełniającej rolę sondy badającej koherencję DS proponujemy zastosowanie atomowego ostrza mikroskopu tunelowego (STM). Funkcja mikroskopu STM w projekcie jest wieloraka – jako instrumentu tworzącego obrazy topograficzne układów, rys. 1, jako analizatora ich struktury elektronowej, jako detektora ciemnych stanów, a także jako elektrody wpływającej na właściwości elektronowe tychże układów.



Rys.1 Obraz topograficzny łańcuchów atomowych Si (z lewej). Obrazy z prawej strony są obrazami łańcucha 5-ciu atomów w obrazie z lewej strony. Wpływ ciemnych stanów ujawnia się w nich poprzez wyraźną modulację topografii, która zależy od polaryzacji próbki.

Atomowe układy w postaci łańcuchów atomów i atomowych klasterów będą wytwarzane na podłożach wicynalnych (schodkowych) kryształów Si oraz na podłożach ultra-cienkich warstw metali z kwantowym efektem rozmiarowym (QSE). Takie podłoża pozwalają na kontrolowanie konfiguracji układów atomowych i wpływania na strukturę elektronową atomów z DS. Wszelkie procesy technologiczne oraz pomiary mikroskopii tunelowej i dodatkowo sił atomowych AFM oraz dyfrakcji wysokoenergetycznych elektronów RHEED, będą przebiegały w warunkach UHV, w próżni rzędu 10^{-11} mBar.

Koherentne stany elektronowe (a takimi są DS) mają duże znaczenie z powodu ich bezpośredniego powiązania z takim zjawiskiem fizycznym jak komunikacja kwantowa. Mają istotne znaczenie w przebiegu procesów chemicznych w molekułach DNA. Uważa się, że stany ciemne będą mogły być użyte do budowy wielobitowej pamięci, a także będą mogły być wykorzystane w spintronice i w budowie komputerów kwantowych.