

# 低温STMでみるシリコン表面量子箱の中の電子波

研究者氏名 横山 崇

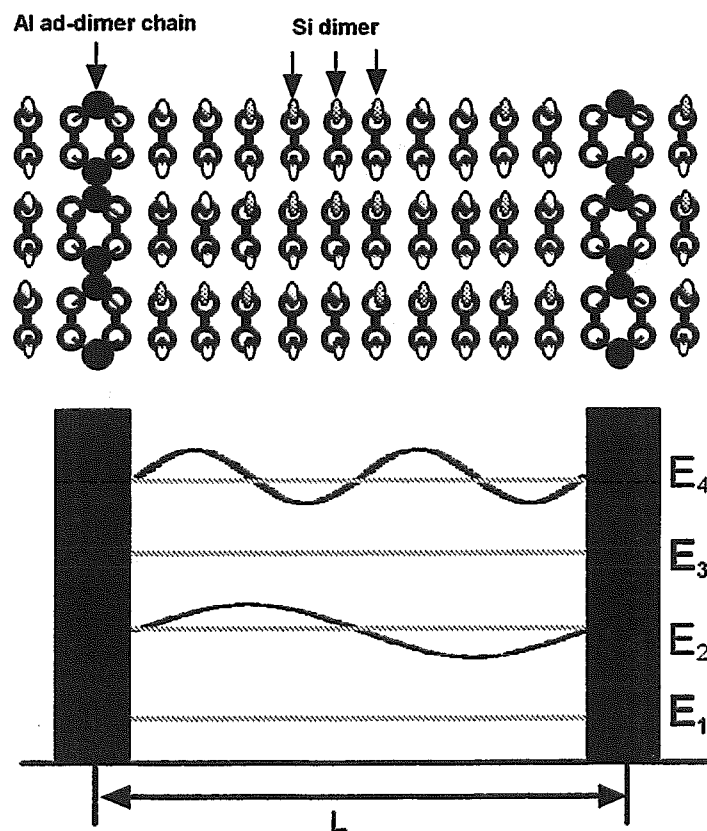
本研究では、Si(001)表面上に一次元Alダイマー鎖を配列させポテンシャル障壁とすることによって[1]、 $\pi^*$ 表面状態にある電子波をナノスケールに閉じ込める一次元量子箱を実現した。試料バイアス電圧を変化させることによって、閉じ込められた電子波の量子状態に対応する定在波がSTM観察された[2]。さらに、それらの量子状態のエネルギー固有値は、トンネル分光によって明らかになった。一次元量子箱の中心で得られたスペクトルは量子数 $n$ が奇数の固有値を示し、1nm中心から離れた場所では $n$ が偶数の固有値を示した。トンネルスペクトルの半値幅が0.2から0.4eVあることから、量子箱に入った電子はフェムト秒の寿命を持つことも分かった。

以上の結果から、Alダイマー鎖で作った一次元量子箱は、Si(001)表面の $\pi^*$ 電子波を閉じ込めることが分かった。

[1] T. Yokoyama, M. Okamoto, and K. Takayanagi, Electron Waves in the  $\pi^*$  surface band of the Si(001) surface. Phys. Rev. Lett. 81, 3423 (1998).

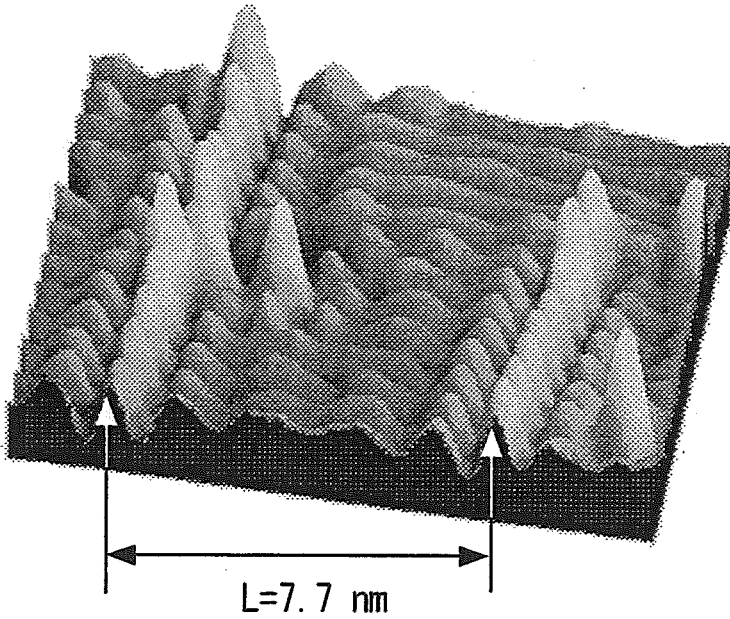
[2] T. Yokoyama and K. Takayanagi, Size quantization of surface-state electrons on the Si(001) surface. Phys. Rev. B59, 12232 (1999).

図1



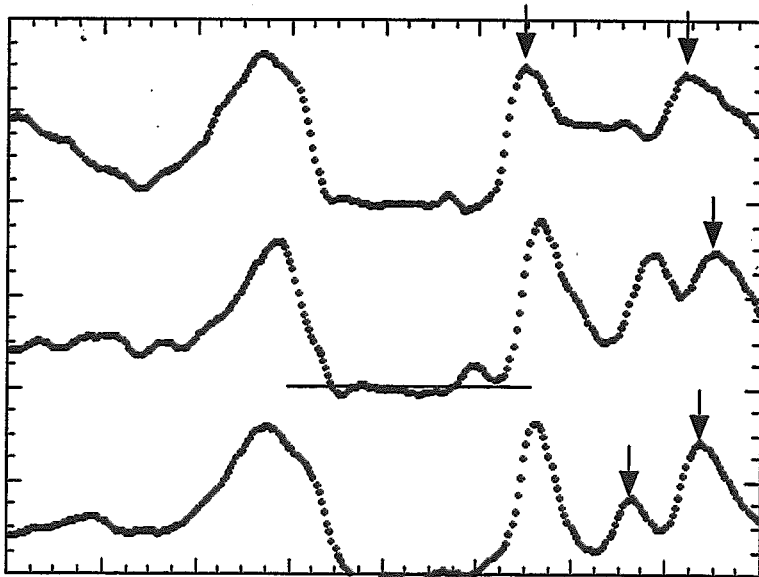
Si(001)清浄表面は、Siダイマーが反強磁性配列をした $c(4 \times 2)$ 構造を示す。ダングリングボンド状態は $\pi$ 、 $\pi^*$ 表面状態を形成し、電子が満たされていない $\pi^*$ 状態に入った電子はSiダイマー列方向に一次的に運動する。Si表面上に形成したAlダイマー鎖は、この $\pi^*$ 表面電子に対して、巾0.43nmの晶癖高さが無限大のポテンシャルとして振る舞う。

図2



Al ダイマー鎖で作った一次元量子箱のSTM象。試料バイアス電圧  $V_s=1.2V$ 、トンネル電流  $I_t=100pA$  の条件において、63Kで観察。L=7.7nm 離れた Al ダイマー鎖間に、エネルギー固有値が 1.15eV、波長が 3.6nm の定在波が観察される。

図3



63K で、L=6.9nm の量子箱から得られたトンネルスペクトル；(a)清浄表面、(b)量子箱の中心、(c)中心から 1nm 離れた場所で測定。比較すると、AとBのピークは量子箱で残るが、 $E_i$  ( $i=1,2,3,4,5$ )の固有状態が新たに現れる。量子箱の中心では、 $i$ が奇数の固有状態の状態密度が高く、1nm 離れた場所では偶数の状態密度が高くなっている。