



球狀矽量子點大小的 拉曼散射研究

THE SIZE OF SPHERICAL Si QUANTUM DOTS
STUDIED BY RAMAN SCATTERING

指導教授：賈至達 博士

報告人：物理研究所研究生 顏弘洛

日期：九十一年八月十五日



報告綱要

- 摘要
- 熱蒸鍍法及樣品製備
- 拉曼散射與量子點大小的理論探討
- 實驗結果與圖形分析
- 結論





摘要：

- ❖ 以熱蒸鍍法製備球狀量子點。
- ❖ 用拉曼散射實驗求證球狀量子點大小與拉曼譜線的關係。



液態氮加入口

頂蓋

冷卻水進水管

電磁鐵

抽氣管

反應腔

觀景窗

PC-811

壓力計

冷卻水管

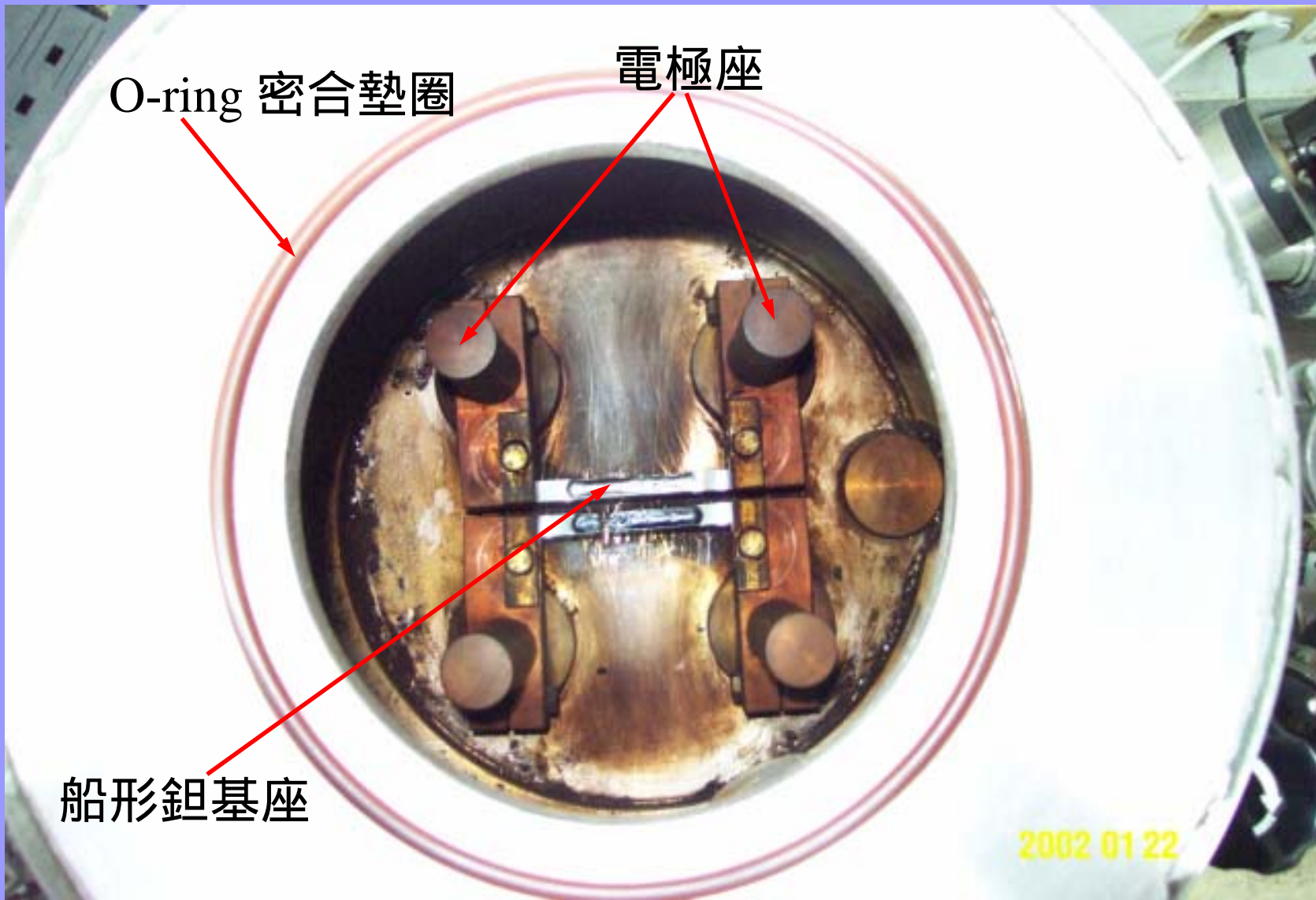
氫氣輸入管

2002 01 22

熱蒸鍍機實體照片

2002/8/15





O-ring 密合墊圈

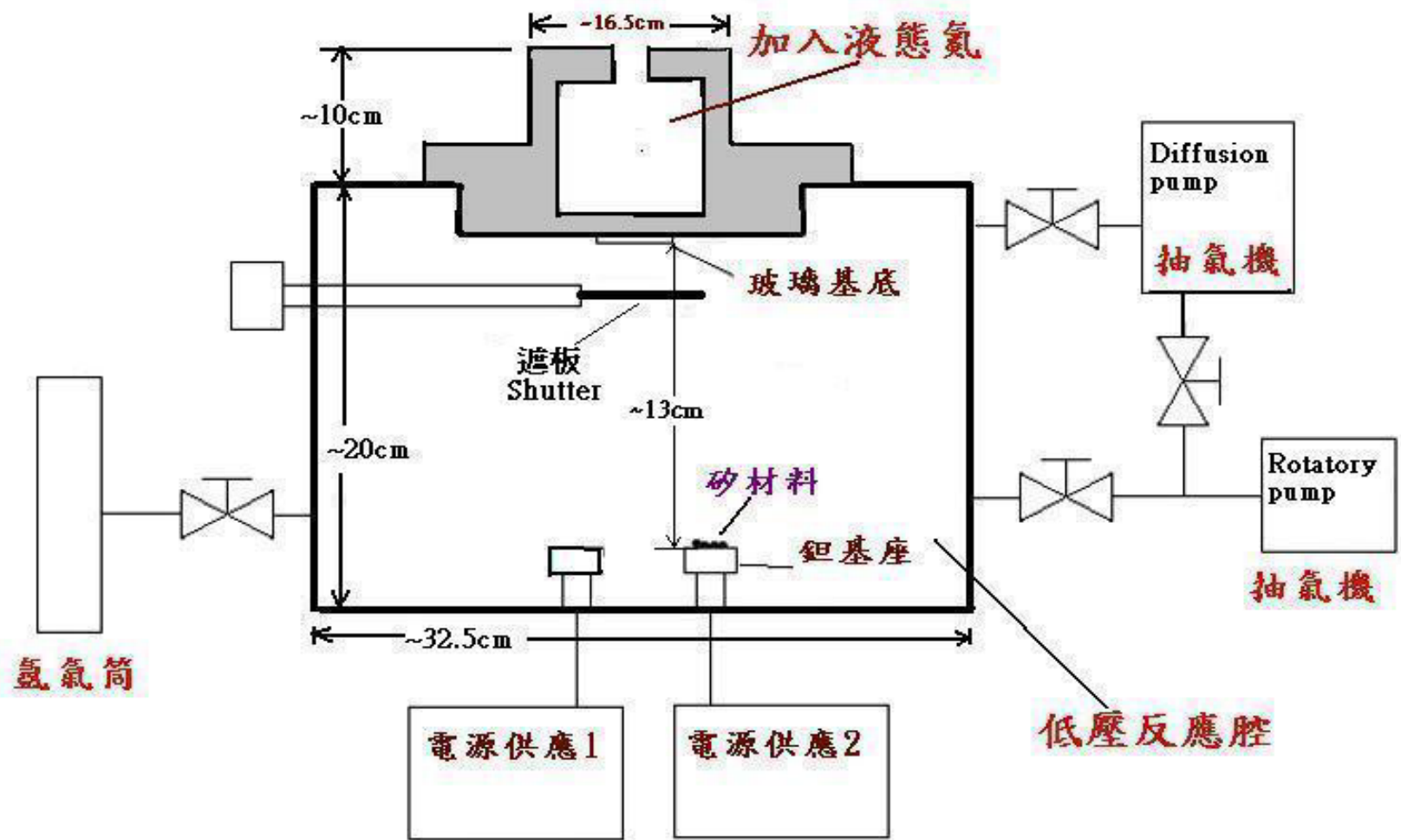
電極座

船形鉭基座

2002 01 22

蒸鍍反應腔基座俯視照片





熱蒸鍍機構造、功能說明圖



各壓力樣品結晶表面100倍光學相片2



0.4 torr



0.6 torr



0.8 torr



1.0
torr



1.5 torr



2.0 torr



3.0 torr

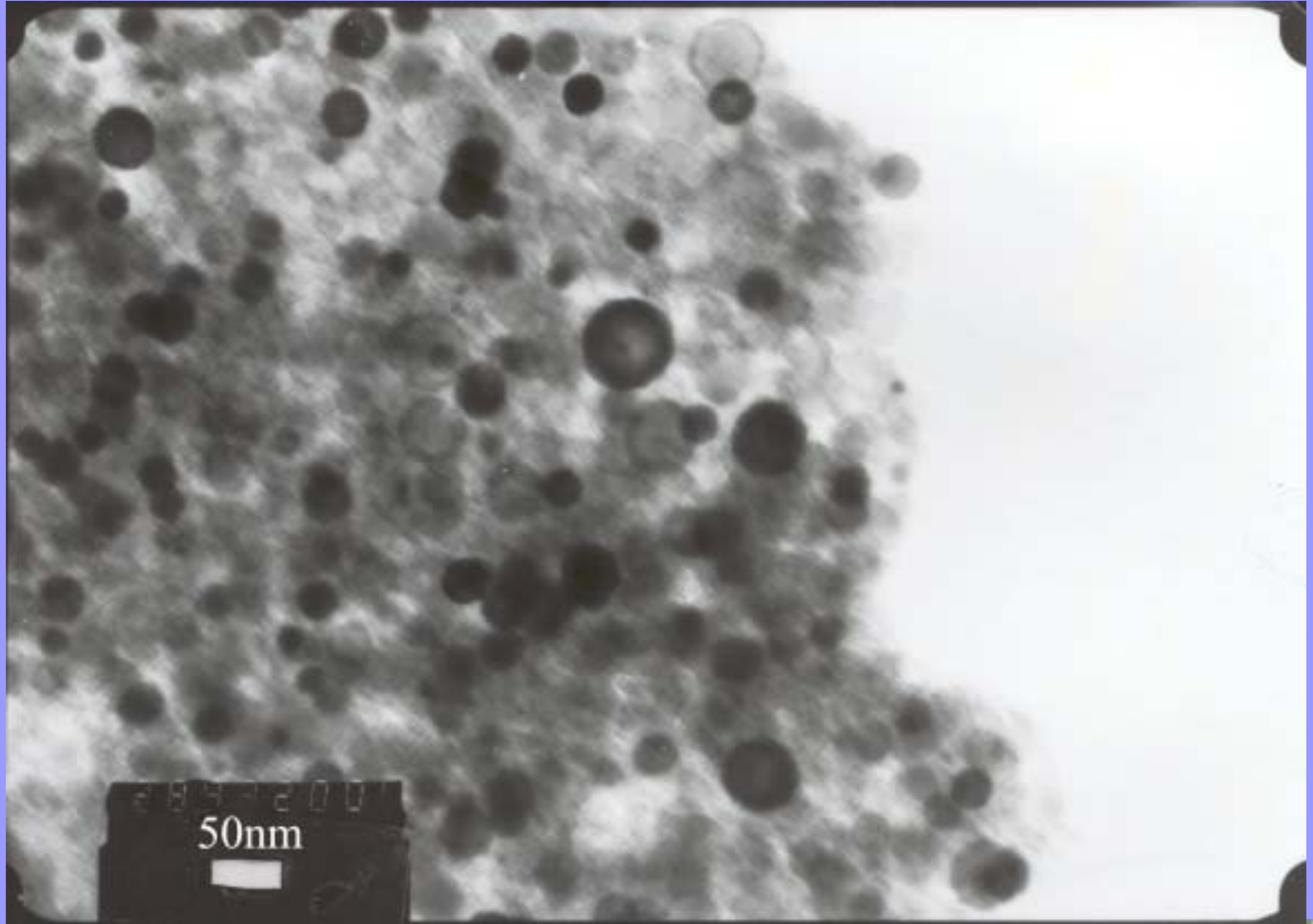


4.0 torr

照片比例 1 : 4000



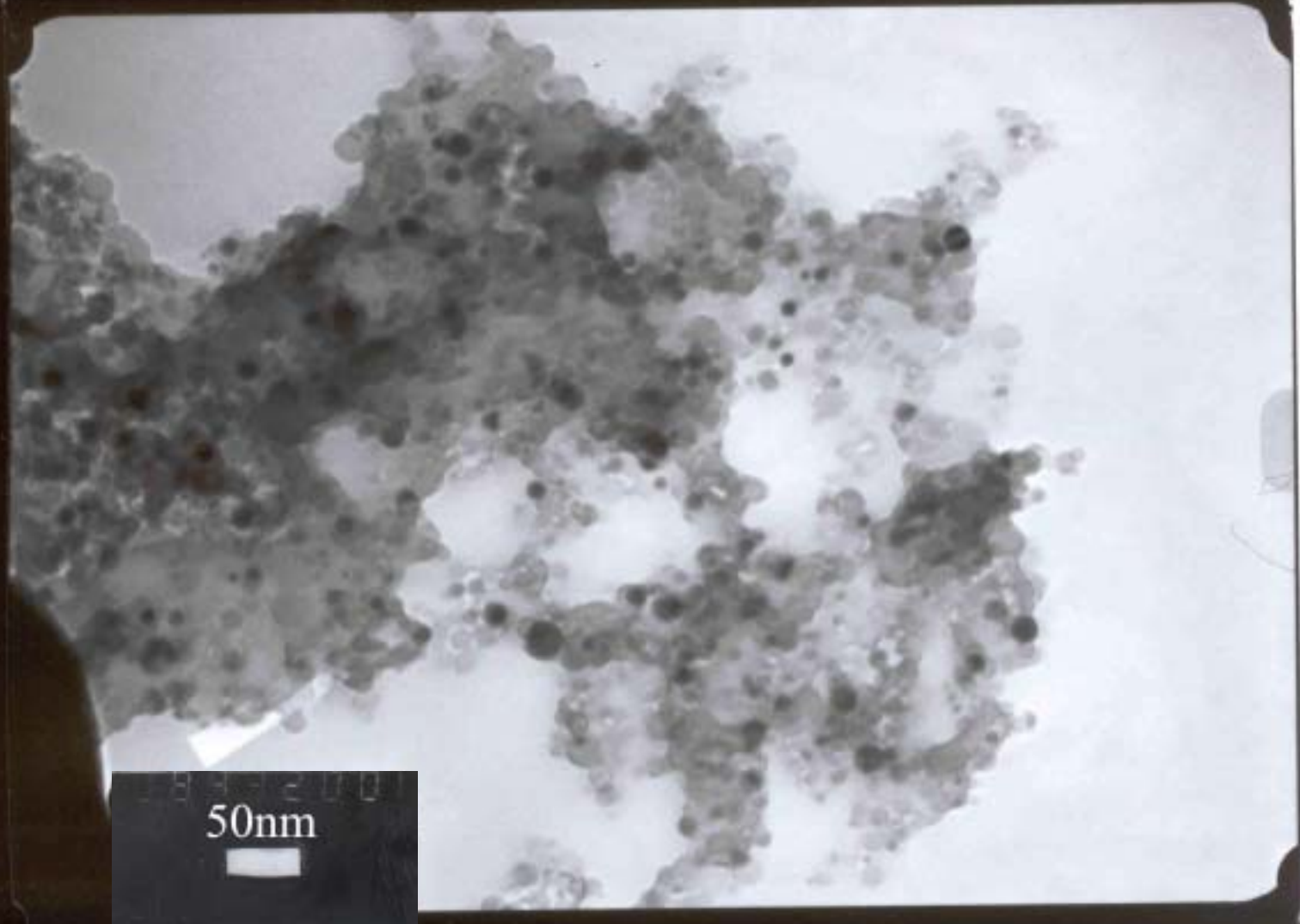
1.0 torr 樣品TEM照片



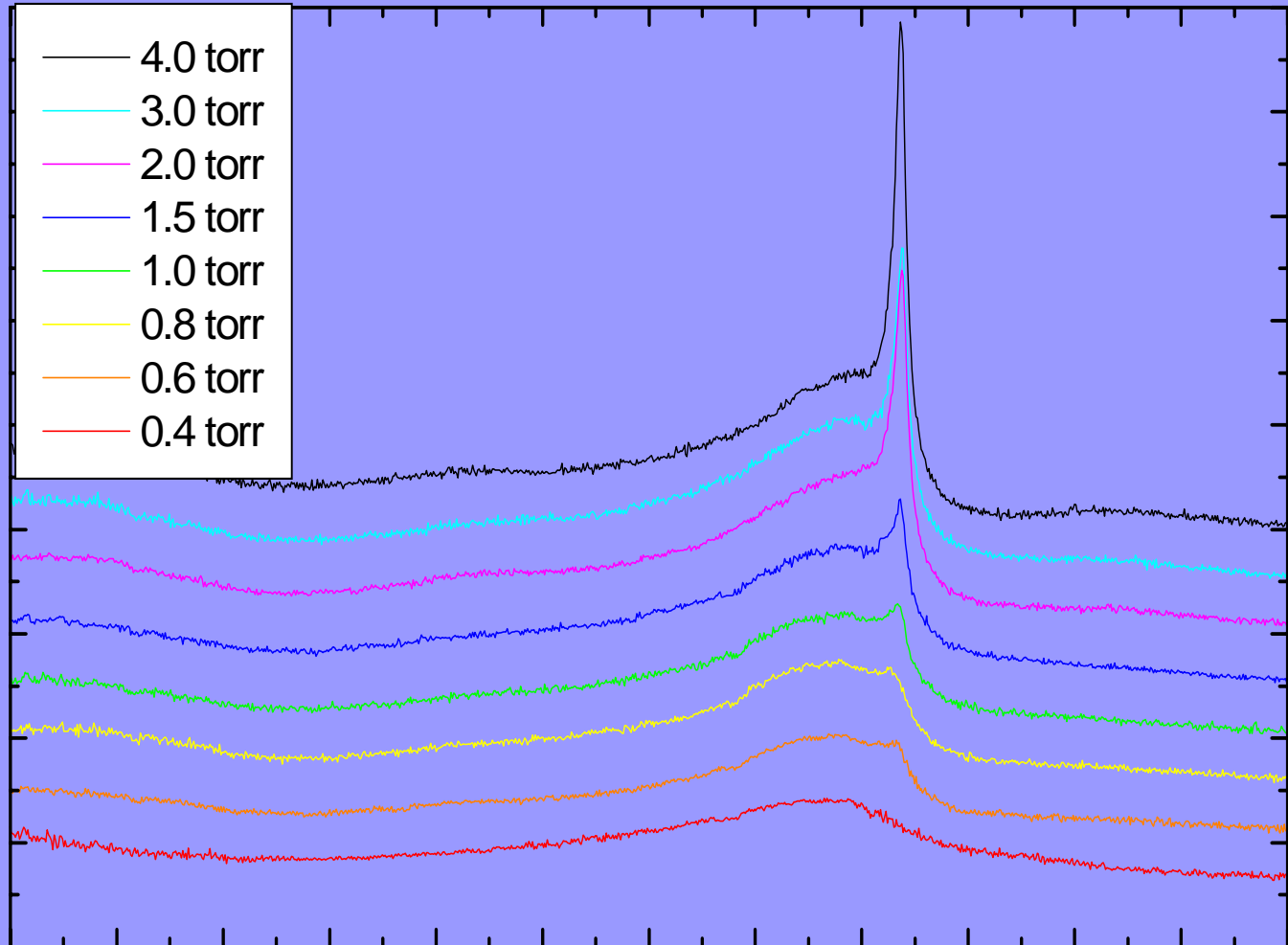
照片比例 1 : 200000



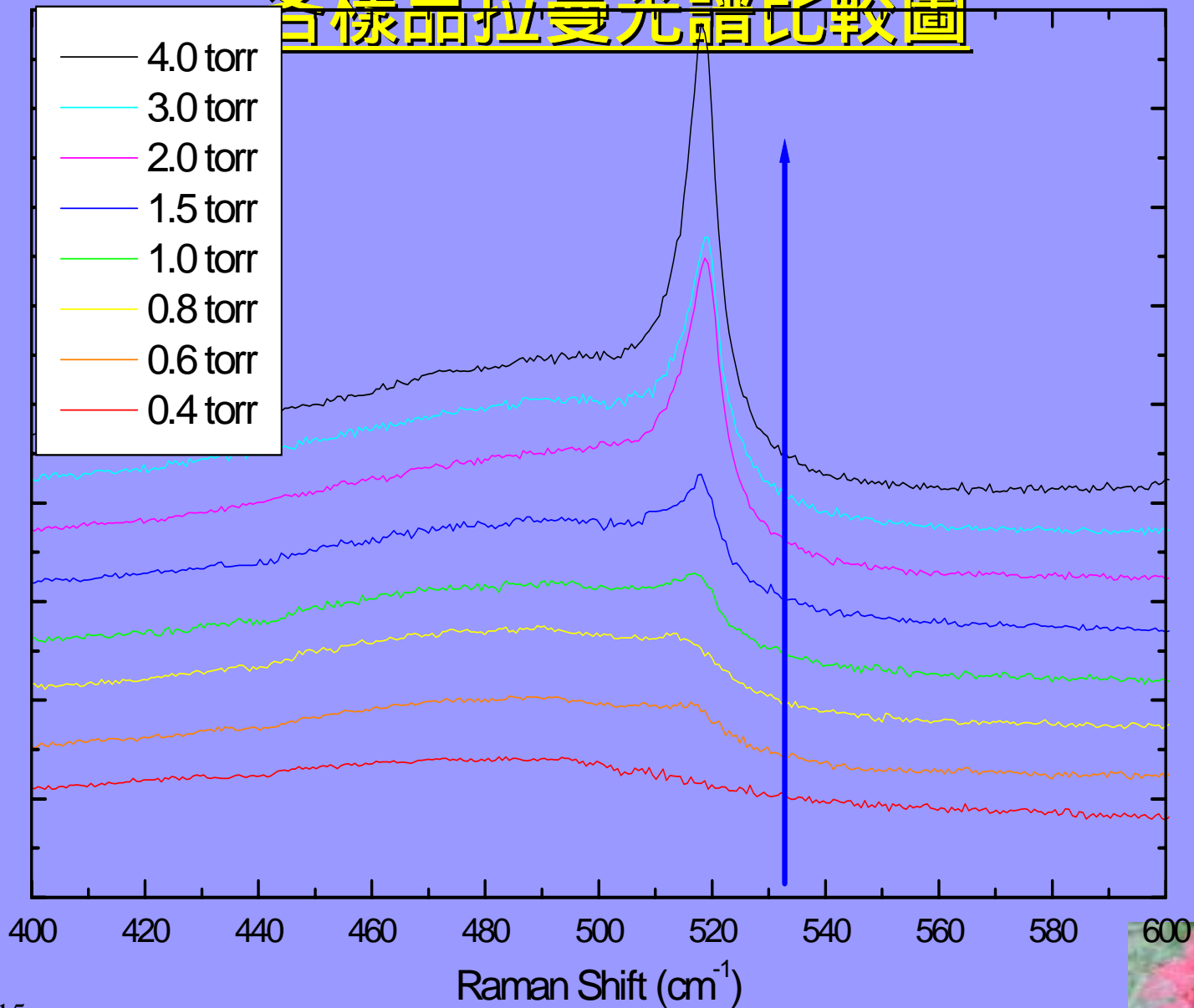
4.0 torr 樣品TEM照片



各樣品拉曼光譜比較圖



各樣品拉曼光譜比較圖



理論：

對球狀量子點而言，拉曼光譜的強度可以由下式得到：

$$I(\omega) = \int_0^1 \frac{d^3 q |C(0, \vec{q})|^2}{[\omega - \omega(q)]^2 + (\Gamma_0 / 2)^2} \quad [1,2,3]$$

$$\omega(q) = [A + B \cos(\pi q / 2)]^{1/2}$$

[1] H. Richter, Solid State Communications, Vol. 39, pp.625-629,1981

[2] I. H. Campbell. Solid State Communications, Vol. 58, No.10, pp.739-741,1986.

[3] B. Pivac. Journal Of Applied Physic, Vol. 86, No.8,15,Oct.1999.



$$W(\vec{r}, L)\Phi(\vec{q}_0, \vec{r}) = \Psi'(\vec{q}_0, \vec{r})u(\vec{q}_0, \vec{r})$$

$$W(\vec{r}, L) = \exp(-2r^2 / L^2)$$

$$\Psi'(\vec{q}_0, \vec{r}) = \int d^3q C(\vec{q}_0, \vec{q}) e^{i\vec{q} \cdot \vec{r}}$$

$$|C(0, \vec{q})|^2 \cong e^{-q^2 L^2 / 4}$$

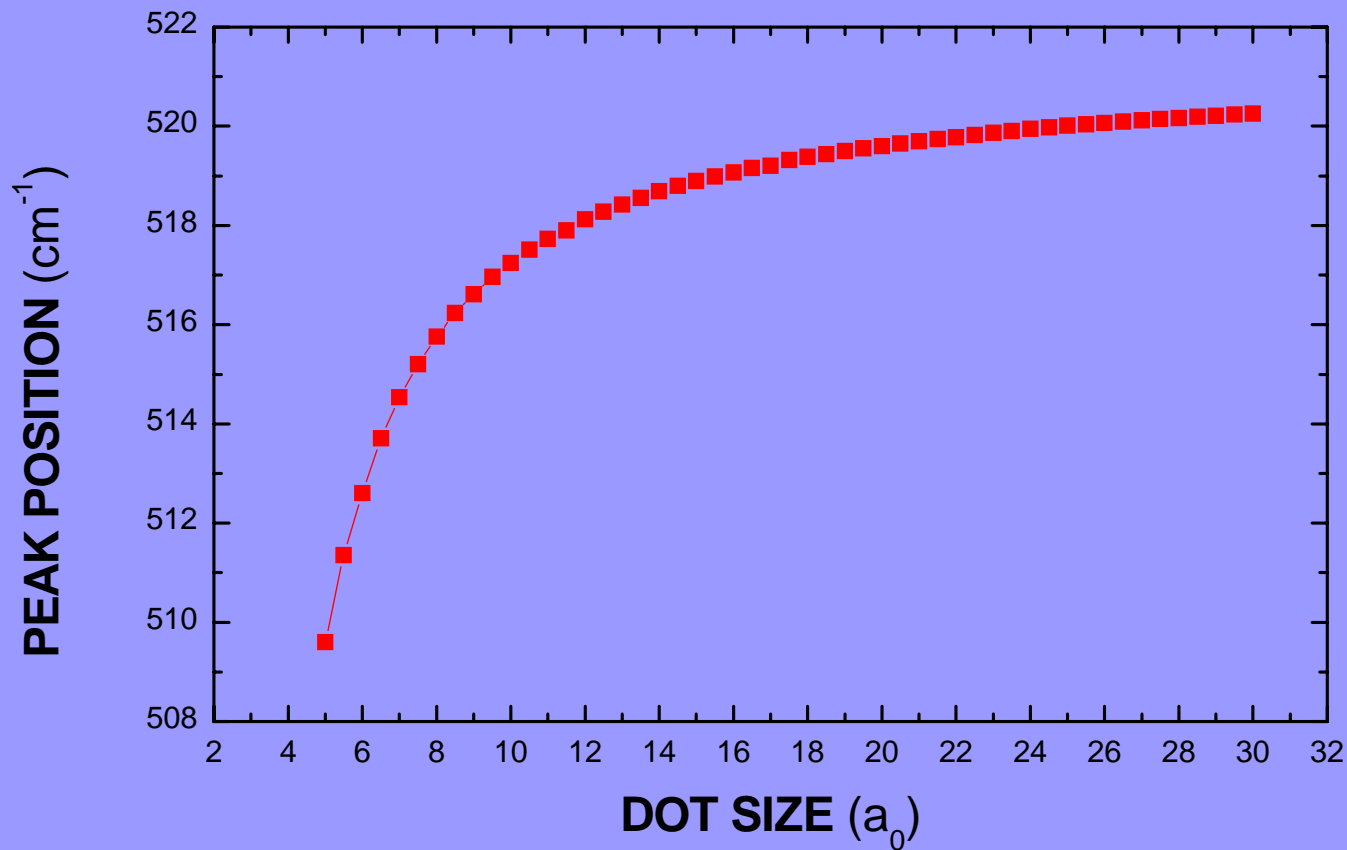


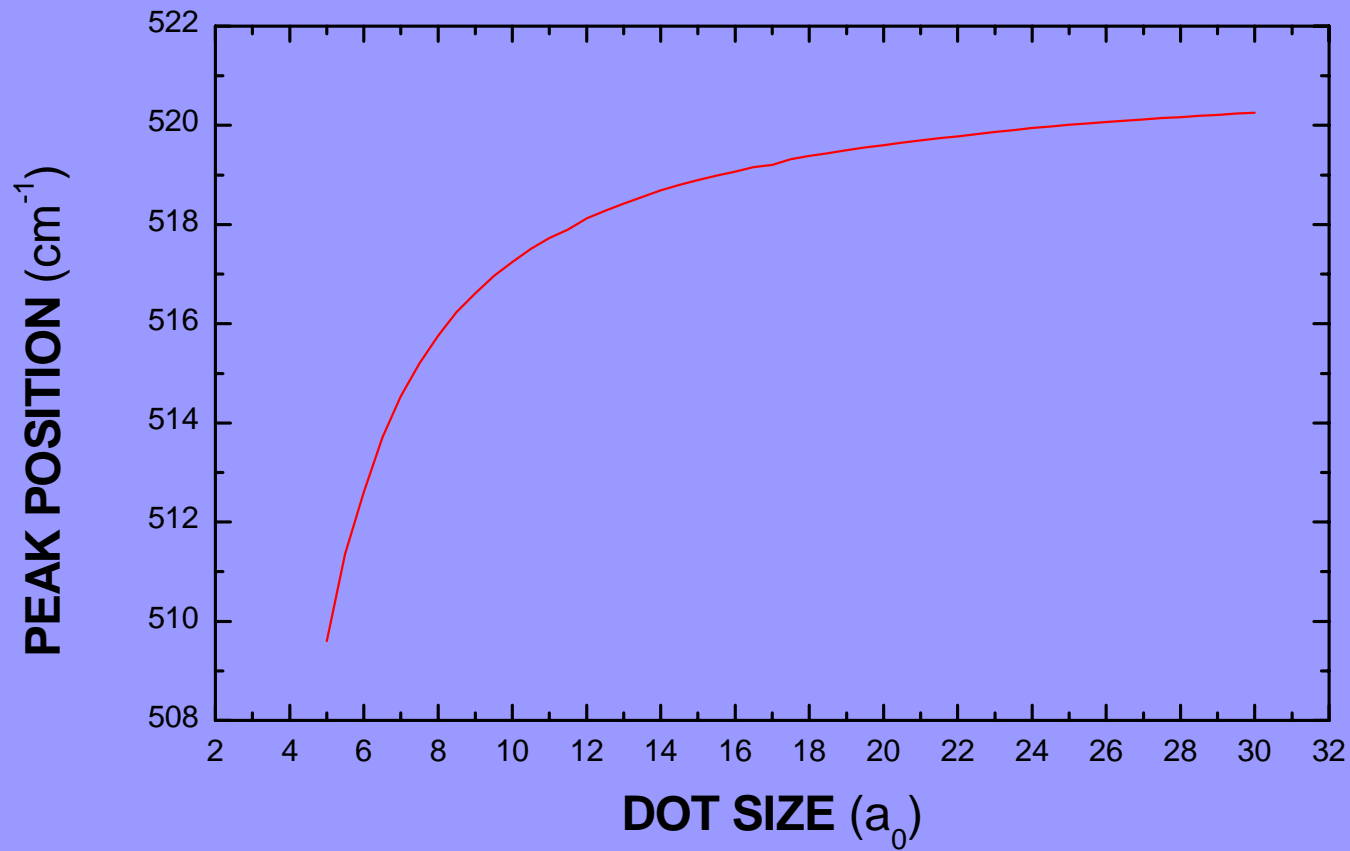


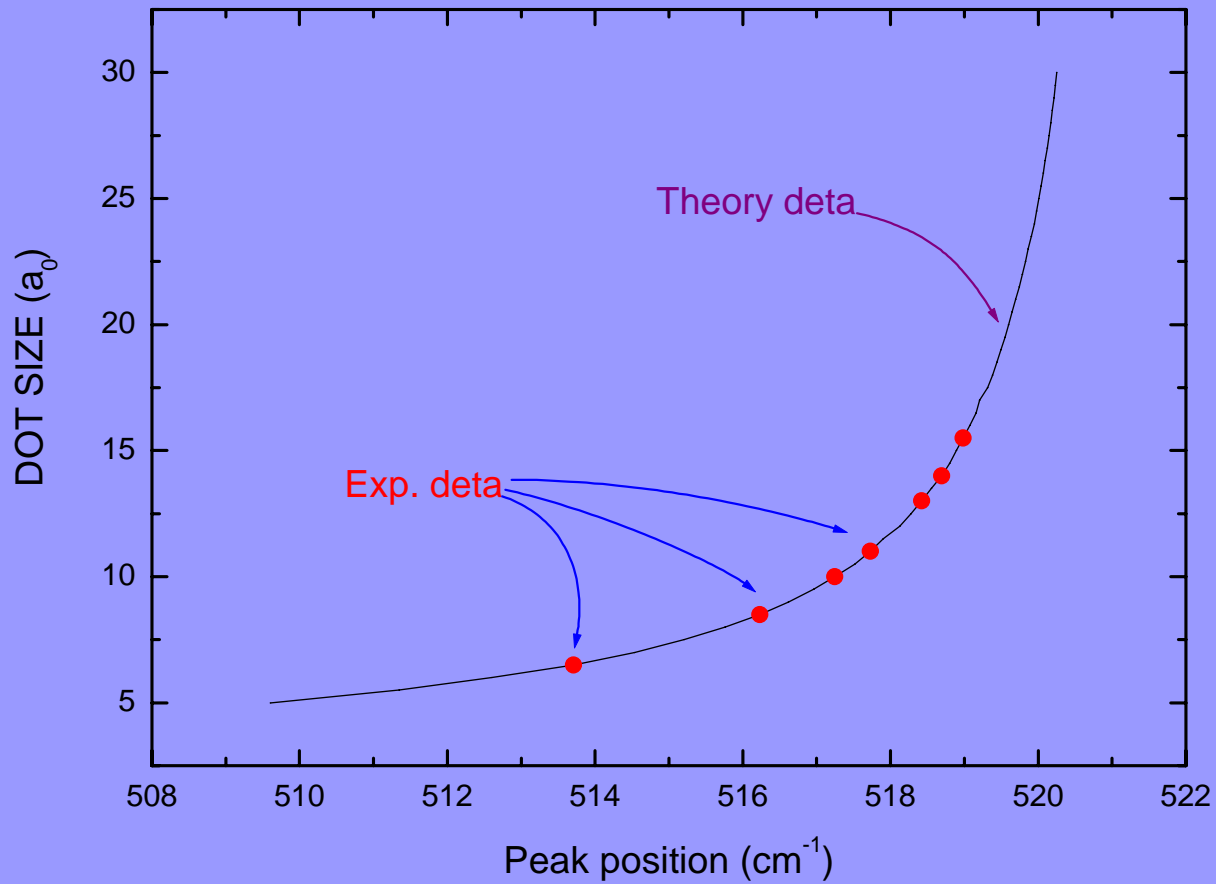
$$I(\omega) = \int_0^1 \frac{\exp(-q^2 L^2 / 4) d^3 q}{[\omega - \omega(q)]^2 + (\Gamma_0 / 2)^2}$$



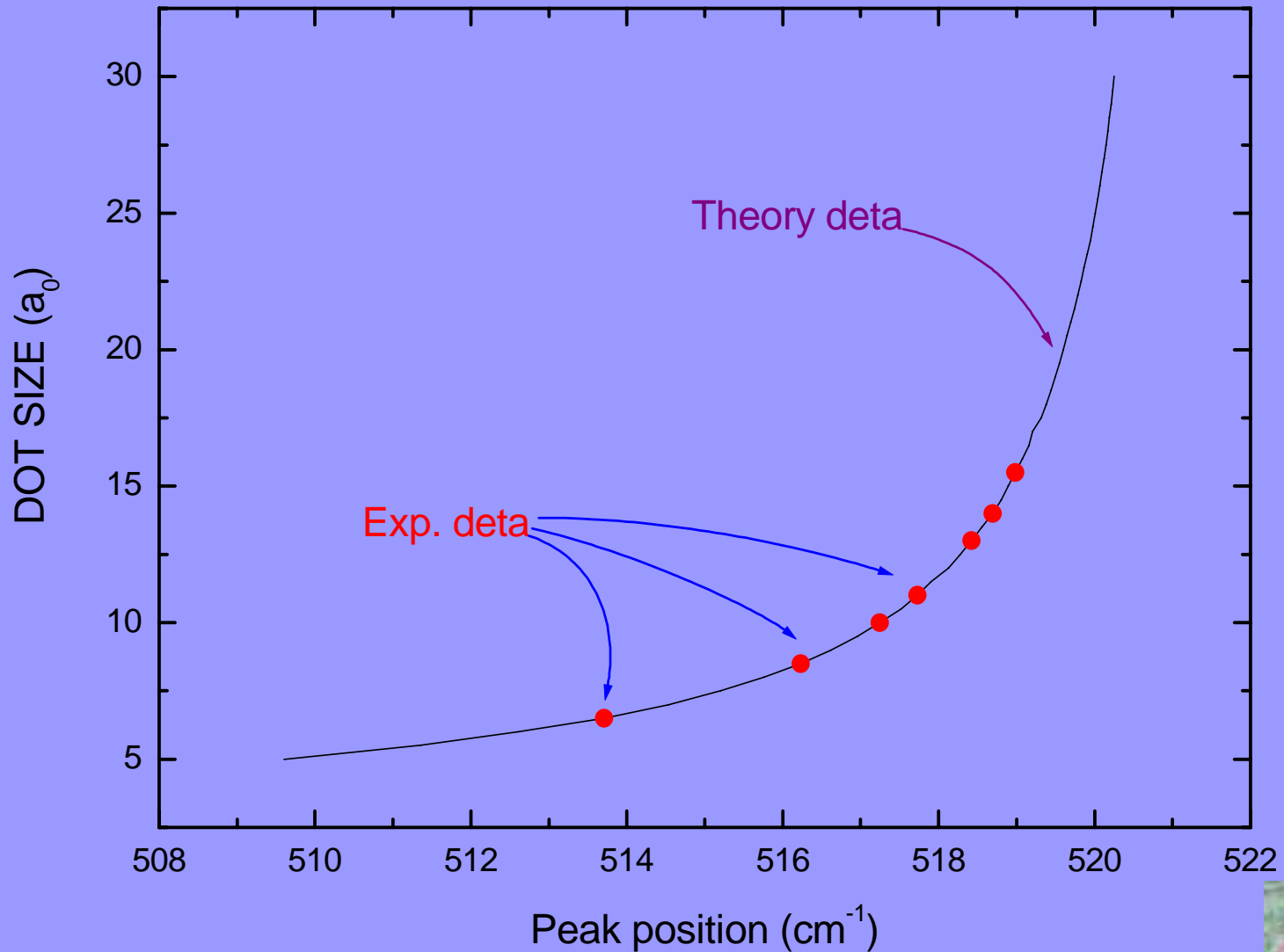
量子點大小與拉曼光譜中心位置理論關係圖



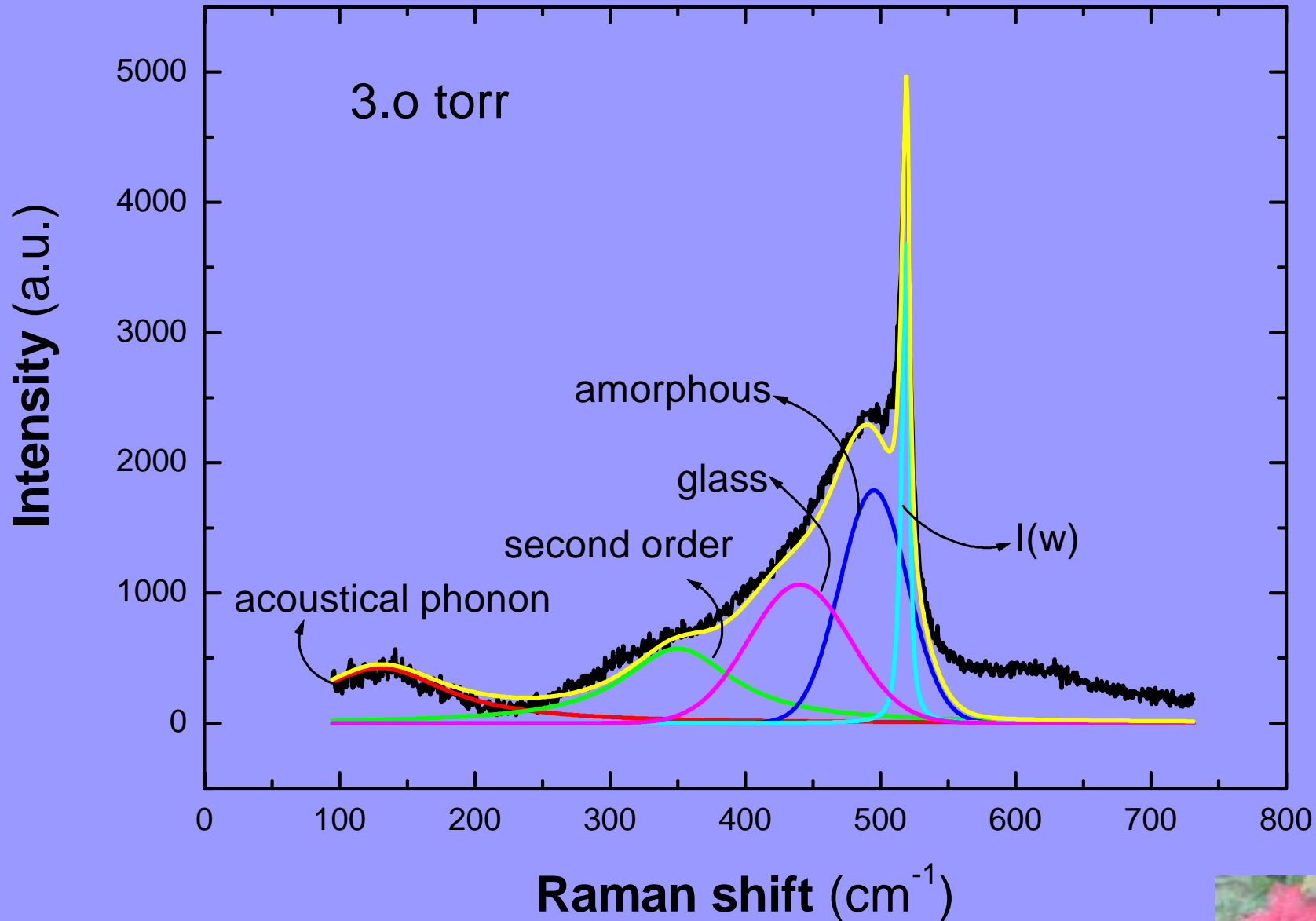




實驗結果與理論值對照圖



3.0 torr 壓力樣品拉曼散射曲線擬合圖

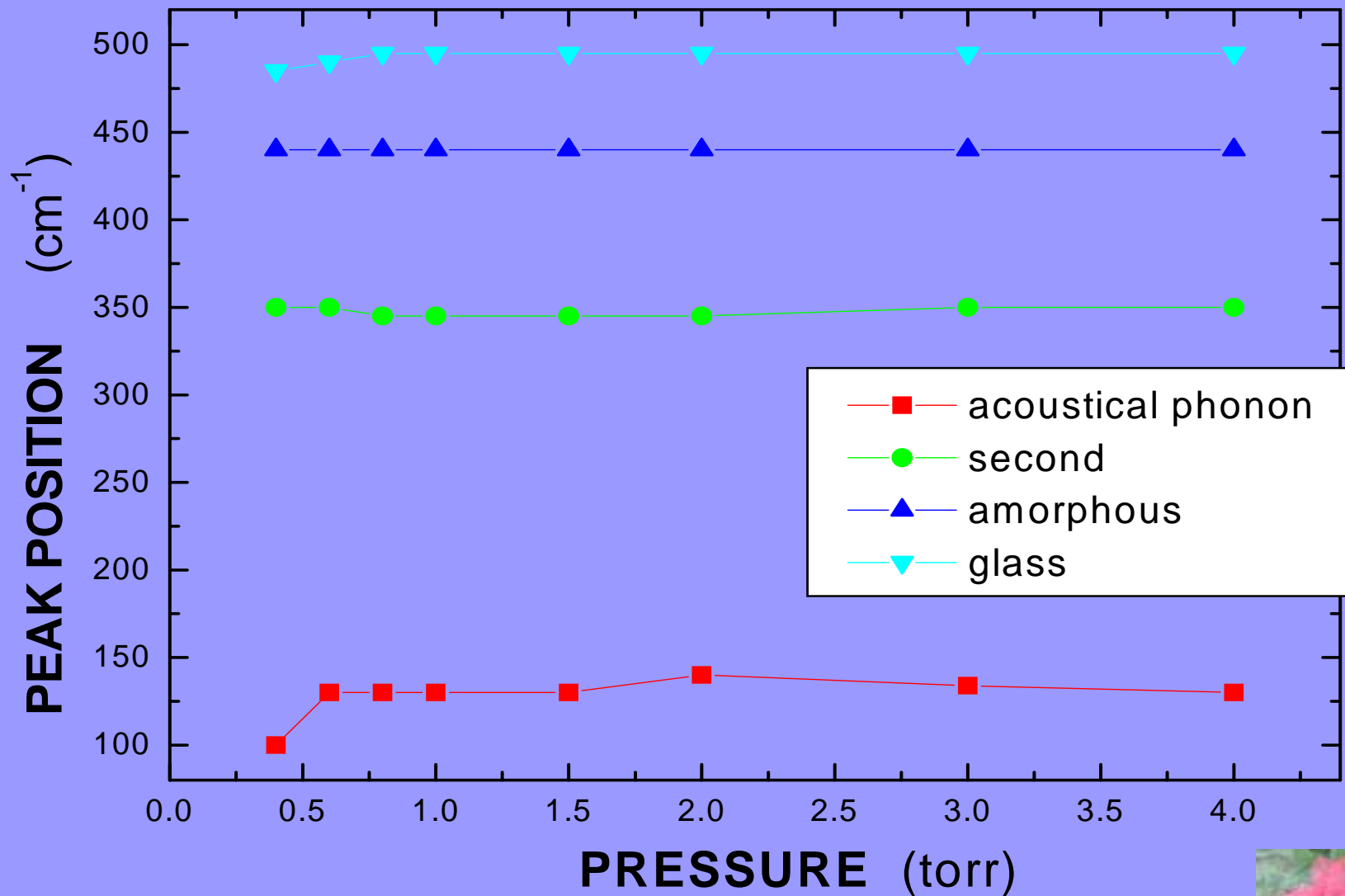


各樣品在拉曼散射的擬合波形中心位置 X_c

樣品 壓力	Acoustical Phonon	Second order	glass	amorphous
0.4 torr	100	350	440	485
0.6 torr	130	350	440	490
0.8 torr	130	345	440	495
1.0 torr	130	345	440	495
1.5 torr	130	345	440	495
2.0 torr	140	345	440	495
3.0 torr	134	350	440	495
4.0 torr	130	350	440	494



各樣品在拉曼散射的擬合波形中心位置關係圖



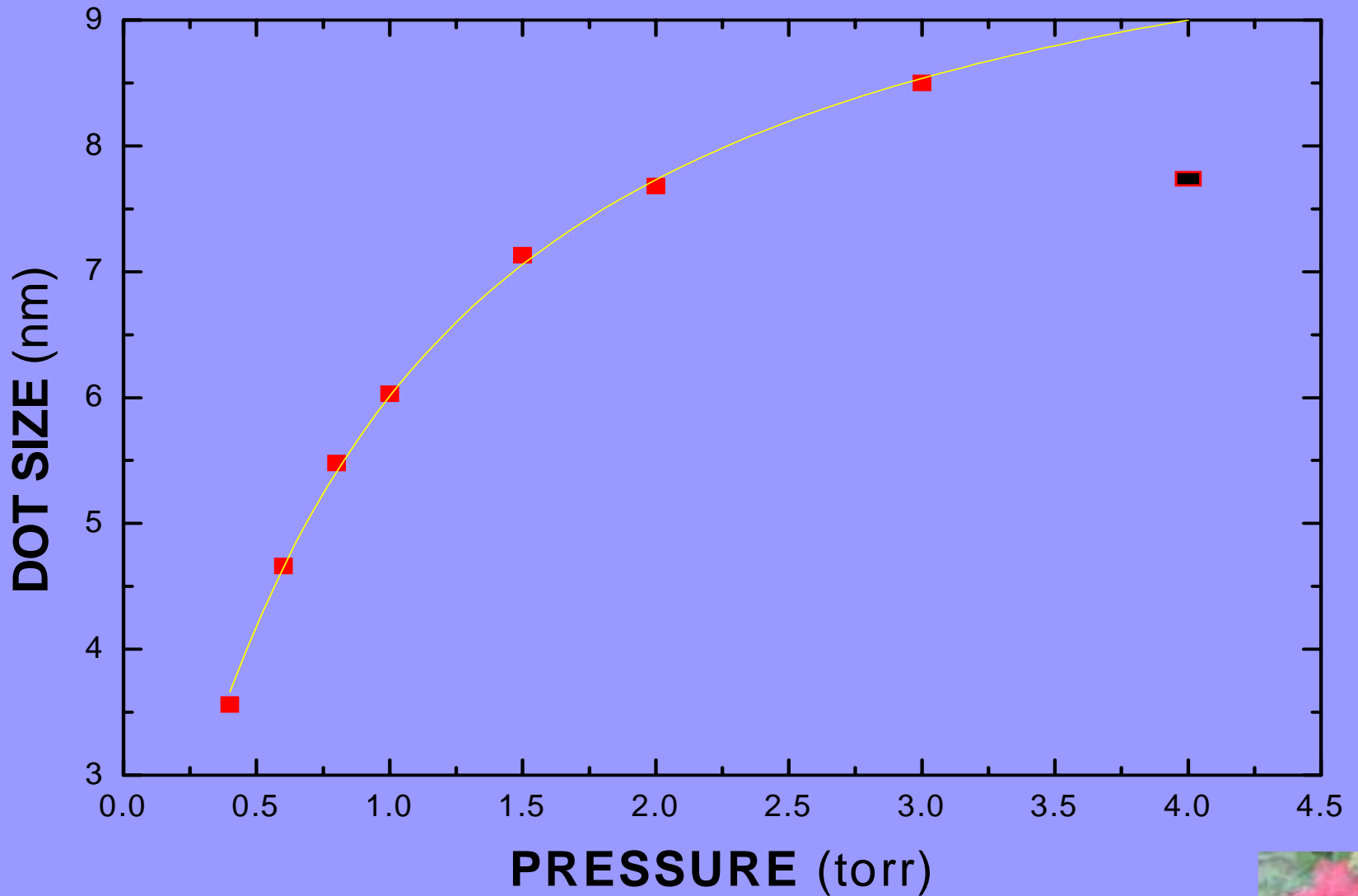
量子點大小與拉曼位移中心位置

樣品壓力	Size(nm)	Peak center
0.4 torr	3.56	513.7
0.6 torr	4.66	516.2
0.8 torr	5.48	517.2
1.0 torr	6.03	517.7
1.5 torr	7.13	518.4
2.0 torr	7.68	518.7
3.0 torr	8.50	519.1
4.0 torr	7.68	518.7

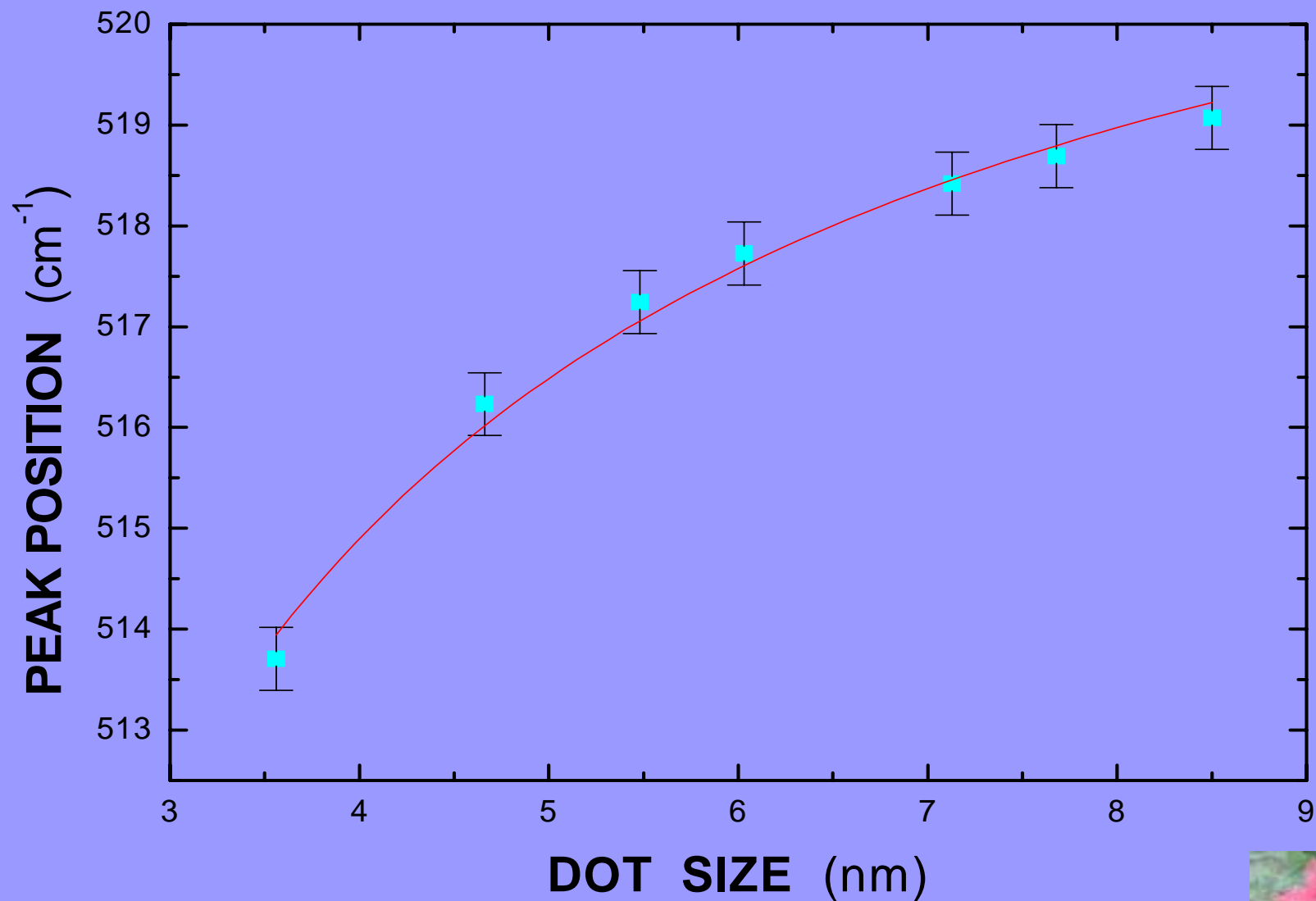
晶格常數 $a=0.5483$ nm



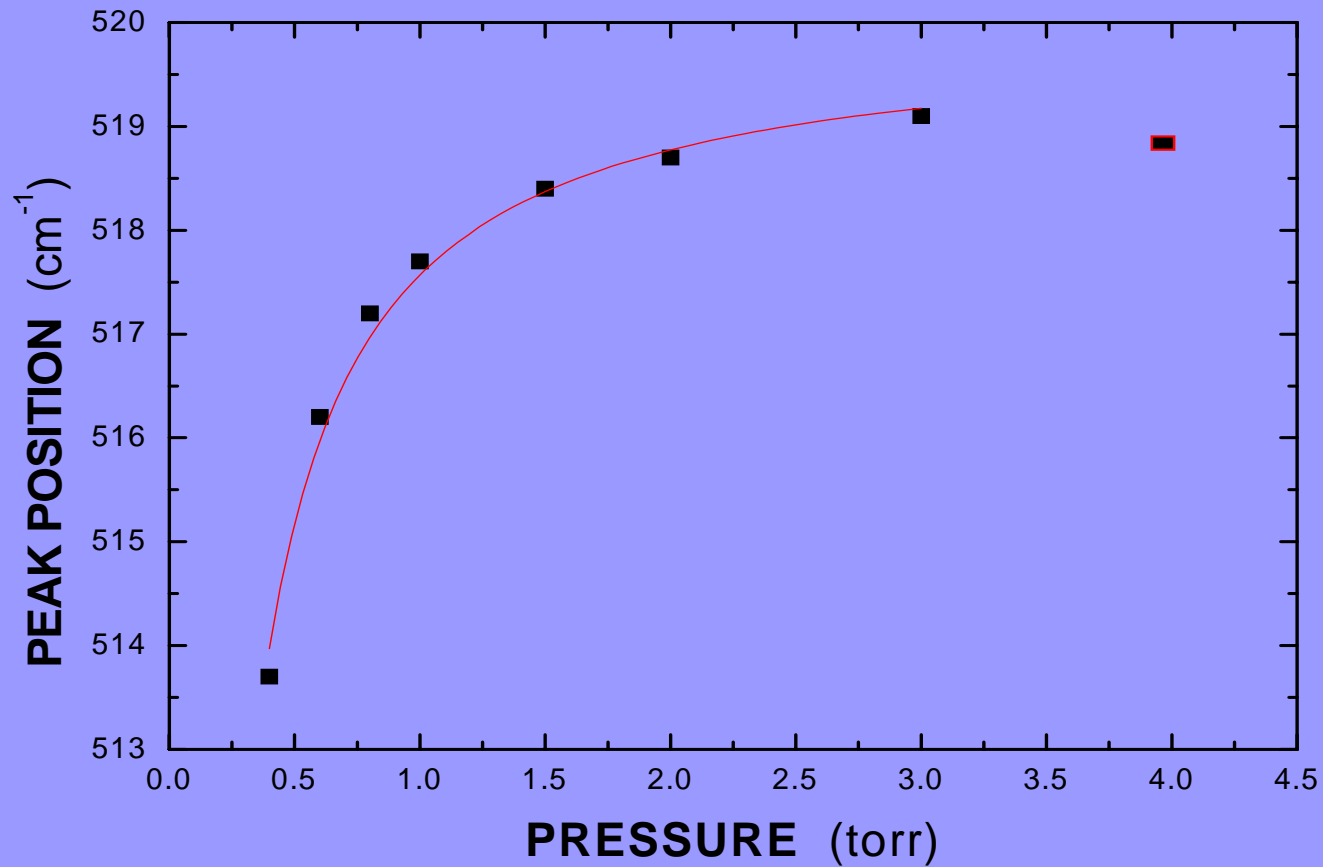
壓力與量子點大小關係圖(二)



實驗結果之量子點大小與拉曼譜線中心位置關係圖



樣品壓力與拉曼譜線中心位置關係圖



結 論

1. 使用熱蒸鍍法確實可以製作矽量子點的樣品。
2. 矽量子點的大小與拉曼散射光譜有密切的關連。
3. 熱蒸鍍法在壓力變大的情況下，可以製備出結晶尺寸較大的量子點，而且在拉曼光譜上的峰線會向 520cm^{-1} 偏移。





2002 3 26



報告完畢
謝謝！

2002 3 26