



一、目的:了解光激發光劑量計- nanoDot 基本構造及原理，並和光激發光計讀技術做結合。

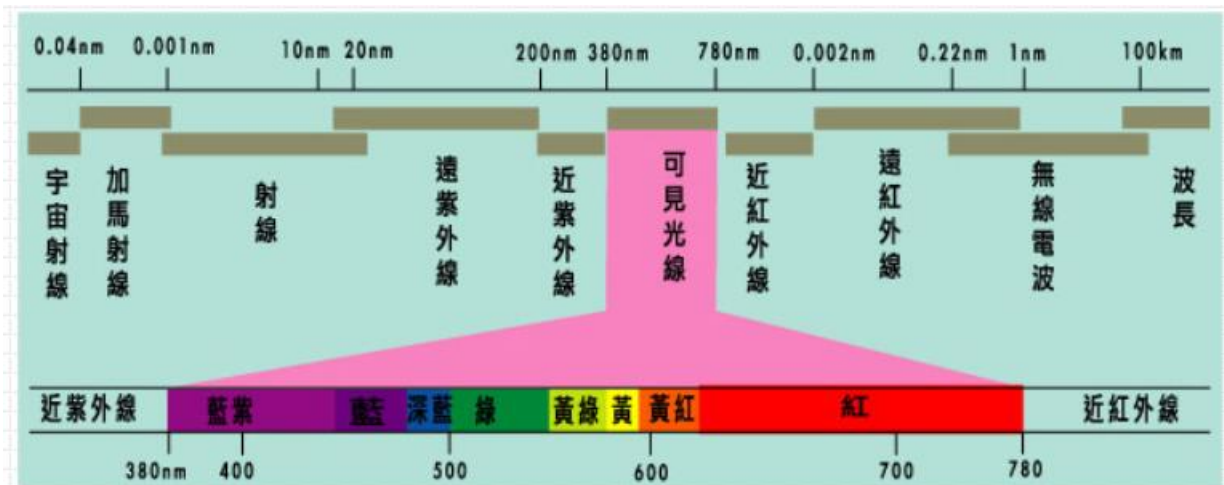
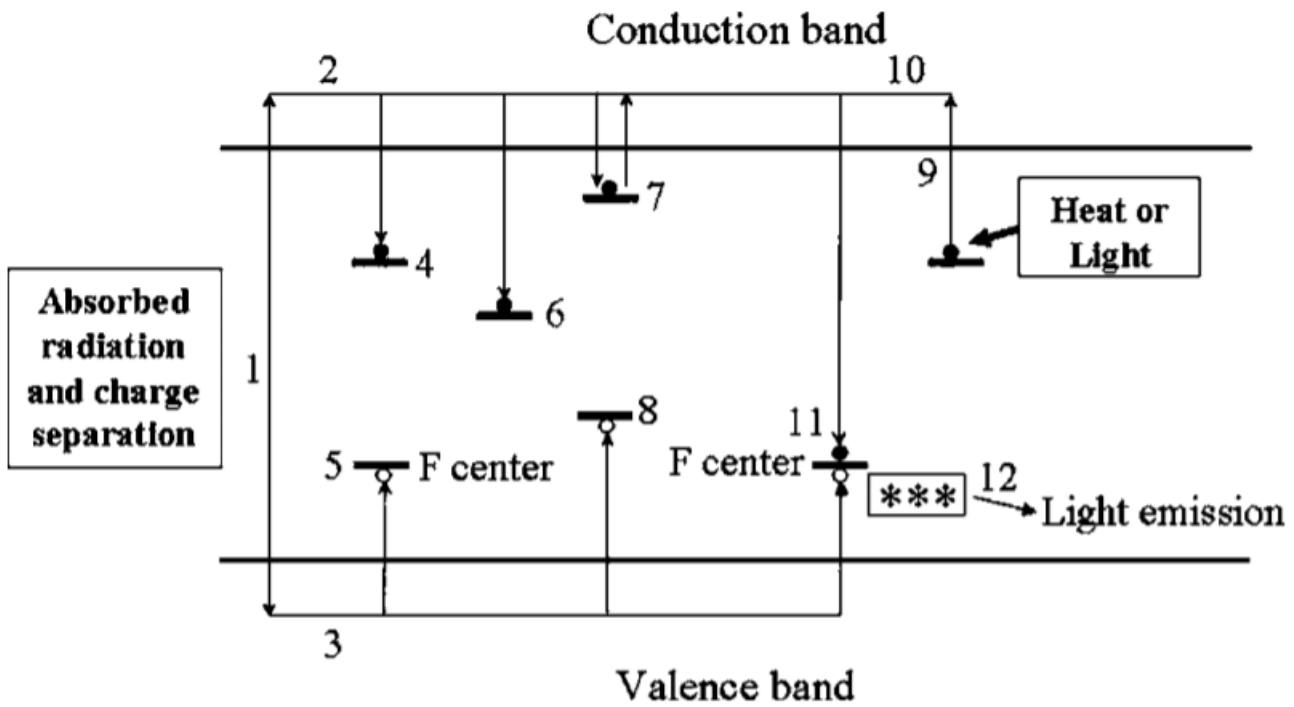
二、名詞解釋:

1. 磷光體(phosphor): crystal material
2. 發光(Luminescence): 利用磷光體在不同激發源(如光激發源或熱激發源)作用下而能發光的現象，磷光體以某種方式吸收能量後，轉換成可見光(包括近紫外和近紅外)電磁輻射而非熱輻射的過程。
3. 活化劑(Activator): 在發光材料中主要是扮演的角色為吸收激發能量後會產生特徵的可見輻射。
4. 光學漂白(Optical bleaching):利用光學的光如日光燈將電子陷阱的電子給激發出來。
5. F-center: 全文為 FARBE center or color center 其原始起源來自德文的 *Farbzentrum*; *Farbe* 意思指的是 *color*, and *zentrum* center，為一種晶體缺陷的種類，其在晶體中陰離子缺陷，由一個電子或不成對的電子所佔據。(在 $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$ 指陰離子缺陷指的是氧缺陷，釋出兩個電子空位)
6. F^+ -center: 也是為晶體缺陷的一種，其被一個電子佔住缺陷位置。OSLD的敏感和 F^+ -center 的密度有關，其範圍在 $10^{15}\sim 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 。

三、光激發光劑量計基本構造/原理:

光激發光劑量計(OSLD)由美國 Landauer 公司所製作，其磷光體材質為 $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$ 經常被運用在太空劑量(space dosimetry)、光子及電子的放射治療上及粒子治療(包括質子及重粒子治療)。一般而言，磷光體分成兩個部分: 一個是磷光主體(host)，另一部分為摻雜的雜質作為活化劑(activator)。這邊的碳雜質含量為 100 和 5000 ppm 做為的活化劑(activator)，用來取代 Al_2O_3 主體(host)中氧晶格中部分離子的格位，形成氧缺陷中心(oxygen vacancy center)，做為再結合中心(Recombination center)、發光中心、F center 或 F^+ center。

電子陷阱內有多少電子和接受到多少劑量通常成正比，



<http://www.chernger.com/adress/index.htm>

在自然的 F- center (nature F- center) 在 oxygen vacancy center 釋出兩個電子，若只有一個電子的 oxygen vacancy 為 F^+ center。

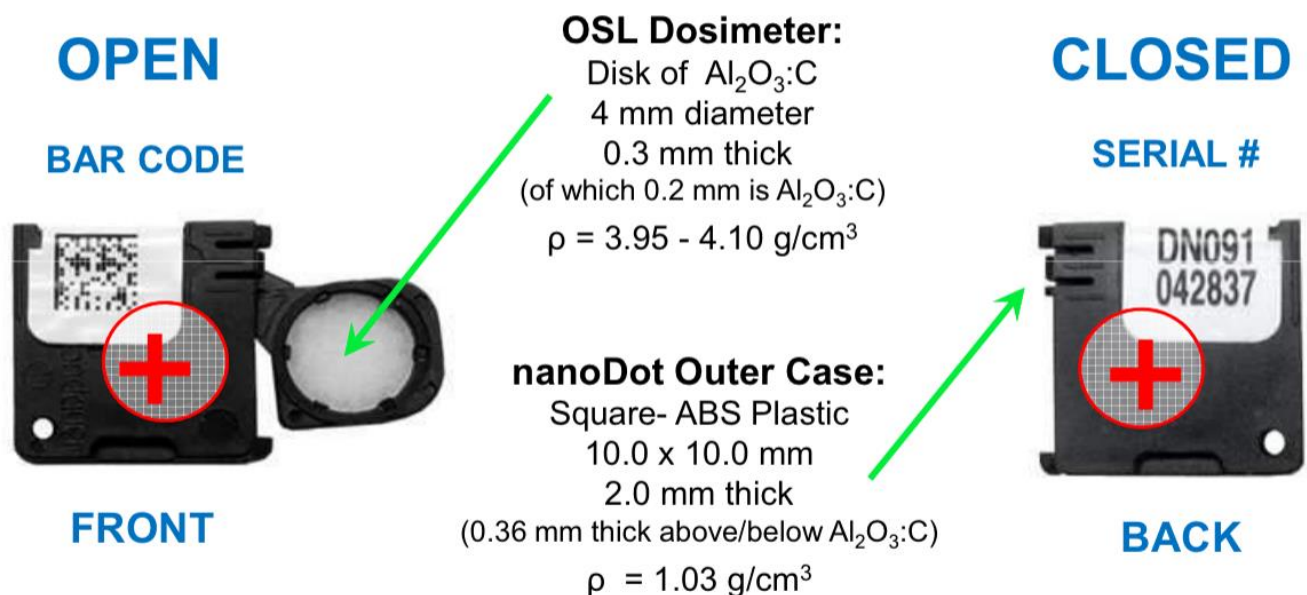
主要的 luminescence 釋出產生 420 nm 波長的光。

F^* 是激發態的 F 中心 (excite F center) 接收到來自傳導帶的電子後釋出 420 nm 波長



的光到激態(ground state)，這過程時間大約為 35 ms。

當發光中心或活化劑離子吸收能量激發後，會促使其電子躍遷至激發態，當電子由激發態緩解回到基態的過程伴隨光能放射，或者電子、電洞再結合而放出能量的形式即為發光現象。



NOTE: Asymmetric position of dosimeter within case

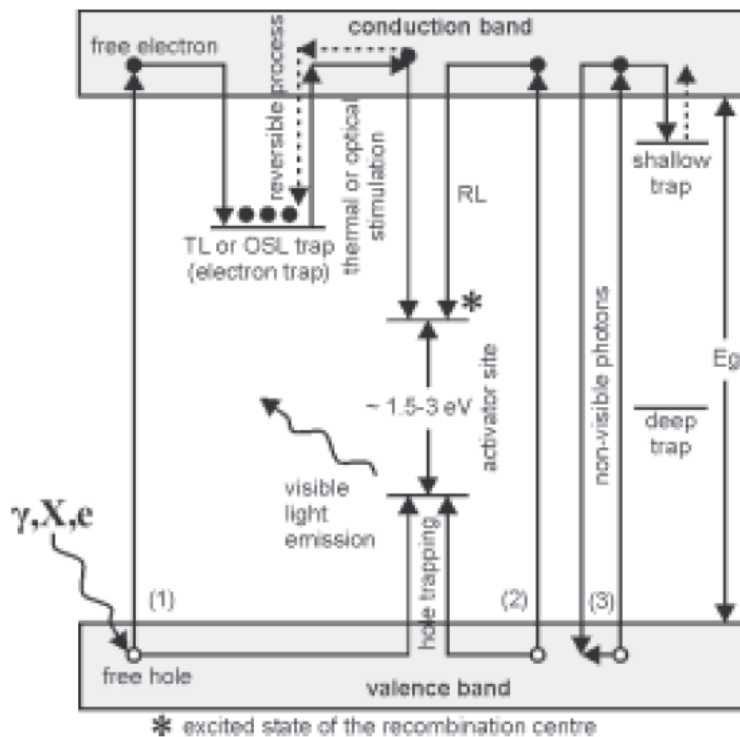
圖一: nanoDot 劑量計的基本構造，外觀包覆材質為ABS-plastic的Cassette，其作用是防止OSLD發生Optical bleaching 的現象，OSLD本身材料為 $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$ ，有效原子序(effective atomic number)為11.28，密度為 $3.95 \sim 4.10 \text{ g/cm}^3$ ，外觀為白色圓盤狀，直徑為4 mm，厚度為0.2~0.3 mm。

有效原子序(Z_{eff})

OSLD 的材質為 $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$ ，有效原子序為11.28，當光子能量低於600 KeV，表示光子和物質作用大多都在光電效應區域，而造成 $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$ 的光電效應總截面(total cross-section)



會高於水、組織或空氣。特別是用於放射診斷學的光子平均能量通常在20 ~ 50 KeV的範圍，在 $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$ 的沉積能量約為組織沉積能量約3~4倍。因此若用 ^{137}Cs 或 ^{60}Co 的r-ray射源做為診斷x-ray的calibration，會有量測劑量會有高估的現象。



四、與熱發光劑量計(TLD)比較:

光激發光劑量計與熱發光劑量計兩者皆為被動式劑量計(passive dosimeter)，相較於熱發光劑量計(TLD)，OSLD 為較新型量測輻射劑量技術，其與熱發光劑量計較不同的地方為熱發光劑量計是利用加熱的方式將電子陷阱的全部電子激發至傳導帶後再掉入 F+center，而光激發光劑量計是利用光每次只激發“部分”的電子陷阱內的電子激發出，因此 OSLD 在一次照射有重複計讀上優勢，但 TLD 卻



只能計讀一次

	OSLD	TLD
Dose Deposition	Electron/hole capture at site of dosimetric traps in crystalline structure	Electron/hole capture at site of dosimetric traps in crystalline structure
Readout Mechanism	Optically-Stimulated Luminescence	Thermally-Stimulated Luminescence
Precision	Very good	Very good*
Accuracy	Very good to Excellent	Very good*
Readout speed	Fast	Slow
Re-read capability	Multiple re-reads	None, single-read only
Operational overhead (man-hours, equipment)	Low	High