**光電材料與元件期末考試題**

**電機一甲70305143陳重明**

1. **先進國家極力的發展太空雷射武器，以雷射原理說明其可行性與關鍵問題？**

**可行性:**

 太空雷射武器主要著眼於攔截彈道飛彈。由於彈道飛彈本身結構極為脆弱，因此無法承受高能雷射的照射。部屬在太空的高能量化學雷射，足以對飛行於3千公里以上的彈道飛彈頭射有校的殺傷能量，加上可有校藍結推升階段的彈道飛彈，因此產生了把太空雷射與國家飛彈防禦結合的思維，提高了把雷射武器部屬在太空中的可能性。

 這種武器的設計理念是，把雷射光束傳送至遠方時，仍然足以癱瘓所照射的目標，或有校地燒穿飛彈的表層結構。一直徑10公尺的末級反射聚焦，配上氟化氫雷射，可產生0.32微弧度 (「弧度」或「徑度」是角度的單位，一弧度約維57度 )的聚焦角，這一角度可在4千公里外產生一面積為1.3平方公尺的雷射光點。若把兩千萬瓦的能量會聚在這光點上，其能量流通密度大約是每平方公分1,500瓦。具備這種能量的雷射光點必須在目標表面持續照射6.6秒左右才能產生每平方大約1萬焦耳的量低有校殺傷能量。對兩千公里外的目標，僅需照射大約1.7秒就足以毀損飛彈的推升器。太空雷射武器的載臺是低軌道衛星，其運行軌道視威脅的性質而定。雷射武器的位置應盡可能讓他或取較多的照射機會，以提升摧毀正處於推升階段的飛彈數量至最大數額。因此衛星必須位處適當的高度

，使其能夠藍結可見最遠處正處於推升階段的飛彈，而不必在飛彈道達極盡的距離後才進行接戰。

**關鍵問題**:

 太空雷射武器還存在許多上未解決的難題，包括:怎樣把大行的雷射裝置送入軌道，主要原因就是發光裝置主鏡的直徑過大，解決的主要辦法是研製能在運載火箭貨艙內放的下的折疊式主鏡，並且在太空雷射武器進入預定軌道後能自動打開。還有一個問題就是，怎樣像軌道上的太空雷射武器補充化學介質，在將來雷射武器使用的都是化學雷射，沒有借直就不能發生化學反應也就不能產生雷射。美國科研局和美國空軍，在太空雷射武器的下一階段的主要任務是及中精力攻克上述難題。

1. **光纖在現代通訊具有相當重要發展，請說明光纖使用雷射波長範圍為何限定在近紅外範圍？請從材料、光學原理說明。**

**限定紅外範圍**:

 由於在通訊、電腦資料光纖網路、醫學、環保、監測及軍事等用途上之特殊應用，使得中紅外線範圍 (2-5μm) 之半導體雷射光源已引起人們廣泛的注意與研究在光纖通訊系統上，資料以光脈衝數碼型式在光纖中傳輸。在傳過程中由於光纖的內部損耗及Rayleigh彈性散射，資料訊號會變弱而失真，所以在一定的傳輸距離”L”上必須安裝中繼器 (repeater；為偵測器-放大器-傳送器之結合)。 因此，在經濟的考量上，L必須月長越好，及光纖之內部損耗要越低越好。

 對於傳統之矽化物光纖，其最低損耗在波長為1.55μm處。而對於氟化物玻璃光纖 (fluoride-glass fiber)，其具有相當優異之光特性，例如相當寬之透射波長範圍，非常低之折射率、散射、吸收及熱失真。且對氟化物玻璃光鮮而言，其最低損號發生於(2-4μm)之波長範圍，我們得知如此低耗直比矽化物玻璃光先之最低損耗值約低10到100倍。因此，在氟化物玻璃光纖最低損耗波段範圍 (2-4μm)之半導體雷射將成為未來光纖通訊之新寵。

**材料光學源理說明**:

 「光纖」以石英光纖為例，選用高純度的二氧化矽玻璃(及石英玻璃)為原料，先把它熔融體拉成值竟是微米尺寸的細絲及成。用類似的發法也可以把氟玻璃製成「光纖」。

 為了確保光線能保持在光導纖維幾十微米的範圍內傳輸，「光纖」通常設計成兩層。以對光折射率比較高的玻璃細絲做為內蕊，直徑約數十微米，然後在內蕊的外面包覆一層折射率較低的材料。

 「光纖」通常設計成兩層。以對光折射率比較高的玻璃細絲做為內蕊，直徑約數十微米，然後在內蕊的外面包覆一層折射率較低的材料。

 如果以光強度降為原來一半（約3分貝，L分貝表示光強度降為10–L/10倍）處為光的傳送距離，則當「光纖」的光損耗是每公里 0.1 分貝時，光的傳送距離是30公里；若光損耗降到每公里 0.001分貝時，則傳送距離可長達3千公里。目前，用氟玻璃製成的「光纖」，可傳送的距離很遠，把光資訊傳送到太平洋彼岸，中途甚至不需設置中繼站。「光纖」對光的傳送強度與「光纖」的數目有關。把千百根「光纖」組合在一起，做成像電纜一樣的光纜，就可以使光的傳送強度大大增強，通訊容量也隨之增加。

1. **LED在高亮度的發展上，從內部與外部效率有那些作法，從學理上，LED亮度的最大極限為何？**

**內部效率:**

內部量子效率表示每秒從LED發光層發射出光子數除以每秒從外部注入電子數。簡單說，就是LED元件本身電光轉換效率。

**外部效率**:

LED發光效率一般稱為元件的外部量子效率(External quantum efficiency)，其為元件的內部量子效率(Internal quantum efficiency)及元件的光萃取率(Light extraction efficiency)的乘積。

**LED亮度最大極限**

早期元件發展集中在提升其內部量子效率，方法主要是利用提高 磊晶的品質及改變磊晶的結構，使電能不易轉換成熱能，進而間接提 高 LED 的發光效率，而可獲得約 90%左右的理論內部量子效率。但 是這樣的內部量子效率幾乎已經接近理論的極限，在這樣的狀況下， 光靠提升元件的內部量子效率是不可能提升元件的總光量，因為 LED 所產生的光線在經過多次全反射後，大部份都被半導 體材料與封裝材料所吸收。因此若使用會吸光的GaAs作為AlGaInPLED的基板時，將使得LED內部的吸收損失變更大，而大幅降低元件的光萃取率。為了減少基板對LED所發出光線的吸收，HP首先提出透明基板之粘貼技術。所謂的透明基板黏貼技術主要是將發光二極體晶粒先在高溫環境下施加壓力，並將透明的GaP基板粘貼上去，之後再將GaAs除去，如此便可提高二至三倍的光萃取率。

藉由將元件的內部及外部的幾何形狀粗化，破壞光線在元件內部的全反射，提升元件的光萃取率這樣的方法最早是 由日亞化學(Nichia)所提出，其粗化方法基本上是在元件的幾何形狀上形成規則的凹凸形狀，而這種規則分佈的結構也依所在位置的不同 分為兩種形式，一種是在元件內設置凹凸形狀，另一種方式是在元件上方製作規則的凹凸形狀，並在元件背面設置反射層。目前若使用波 長為400nm 的紫外元件，可獲得35%外部量子效率，取出效率為60%，為目前全球最高的外部量子效率與取出效率。

對於使用藍寶石基板(Sapphire Substrate)的Ga系列材料而言，因為其P極及N極的電極必須做在元件的同一側，若使用傳統的封裝方法，佔元件大部分發光面積的上方發光面將會因為電極的擋光而損失相當程度的光量，又因為藍寶石基板是透明的，如果可以將光由 藍寶石基板端取出，勢必光量大增，因此有 Flip Chip 的構想。

所謂的Flip Chip結構，即是將傳統的元件反置，並在p型電極上方製作反射率較高的反射層，藉以將原先從元件上方發出 的光線從元件其他的發光角度導出，而由藍寶石基板端緣取光。這樣的方法因為降低了在電極側的光損耗，可有接近於傳統封裝方式兩倍左右的光量輸出。另一方面，因為覆晶結構可直接藉由電極或是凸塊與封裝結構中的散熱結構直接接觸，而大幅提昇元件的散熱效果，進一步提升元件的光量。

1. **從近代物理的理論，雷射的發現是必然還是偶然？先解釋愛因斯坦的受激輻射理論**

首先，愛因斯坦主張，一個孤立的受激原子會釋放出光子而回到低能量狀態，他稱此過程為「自發輻射」〈spontaneous emission〉。自發輻射決定了所有如吸收與受激等輻射作用的頻率大小。原子只能吸收正確波長的光子，當光子消失而原子的能量增加時，便提供了自發輻射的機會；此外，他的理論還預測，當光通過一個物質時，會激發出更多的光放射出來。愛因斯坦假設說，光子喜歡在相同的狀態中集體移動，假如有一大群原子帶有過多的能量時，它們會 隨時隨機地釋放出光子。然而，當一個帶著正確波長的光子經過時（或在雷射裝置中，發射到已受激的原子上），它會刺激原子提前釋放出光子，而被釋放出的光子會以和原先的光子相同的頻率和相位在同一方向移動；接下來就會產生一連串的效應：當一群相同的光子行經其他的原子時，就會有更多的光子從它 們的原子中釋放出來，加入光子群。雖然要發明雷射器只需要找出合適的原子，加上反射鏡，藉由連鎖反應來加強受激輻射的過程，但物理學家還是一直到1940和1950年代才找出了此觀念的用途。Charles Townes 在第二次世界大戰期間曾從 事雷達系統的研究，大戰結束後，他轉而研究分子光譜學，這是研究光被分子吸收的技術。正如雷達一般，分子光譜學以光來撞擊分子的表面，然後分析四散的輻射，以決定分子的結構。

1. **從光纖的特性，如果你從美國加州矽谷發一封mail回台灣，訊號傳遞在光纖中光走的模式(single,multi)轉換情況？**

現代的光纖通訊系統多半包括一個發射器，將電訊號轉換成光訊號，再透過光纖 將光訊號傳遞。光纖多半埋在地下，連接不同的建築物。系統中還包括數種光放 大器，以及一個光接收器將光訊號轉換回電訊號。在光纖通訊系統中傳遞的多半 是數位訊號，而光在光纖內部作長距離的傳輸而不穿透出光纖本體之外，就是不斷的形成全反射。為了形成全反射，行走在光纖內部的光，其材質的折射率必須大於外部包覆材質的折射率，使在一定的入射角下只有光的反射而無光的折射出現。每一條耦合入光纖的光，其入射角必須小於全反射角才能形成第一個可傳導模態的條件。另外，光可視為電磁波的一種型式，其傳遞時會產生相互正交之電場及磁場，一般以電場的方向來描述偏極化的現象。當與光前進之垂直方向存在電場之分量且能形成駐波時能量才能保存，第二個可傳導模態的條件才成立。滿足上述兩個傳導模態的條件，光才能在光纖內進行長距離的傳輸。

光束經耦合入光纖，若入射角不同則在行經一定距離交會後，會產生光程差所造成的色散現象，一般將此現象稱為結構相關的色散或謂模態失(ModeDispersion)，單位是 ns/(km)，其所造成的延遲約在數十個ns左右。其次，對不同波長的光在玻璃內行走來說，波長越長速度越慢、波長越短速度越快的現象(紅光速度慢折射小，藍光速度快折射大)亦將產生光程差而形成色散現象，一般將此現象稱為頻率相關的色散(Chromatic Dispersion)，其造成的延遲約在數個ps左右。