**電機一甲 70305130 蔡志銘**

**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？(20%)**

一、可行性:

天基（太空）雷射　天基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。部署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投射有效的殺傷能量，加上可有效攔截推升階段的彈道飛彈，因此產生了把天基雷射與國家飛彈防禦相結合的思維，提高了把雷射武器部署在太空中的可能性。  
 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，或有效地燒穿飛彈的表層結構。一直徑10公尺的末級反射聚焦鏡，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，一弧度約為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，才能產生每平方公分大約1萬焦耳的最低有效殺傷能量。對2千公里外的目標，僅需照射大約1.7秒就足以毀損飛彈的推升器。  
 天基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它獲取較多的照射機會，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，使其能夠攔截可見最遠處正處於推升階段的飛彈，而不必在飛彈到達極近的距離後才進行接戰。其最佳的高度依飛彈推升段引擎燃盡的高度、雷射光束的強度，以及飛彈彈體的強度而定。最佳的部署方案，是把衛星置於某些與地球赤道形成大約70度切角的軌道面上。  
 1997年3月，美國TRW及洛克希德‧馬丁公司攜手完成首次的雷射地面測試，總共歷時0.5秒。1998年3月，TRW及波音公司合作成立團隊，受命規劃天基雷射戰備能量機具的初步設計並定義其規格。原預定在2005至2006年間完成布放，但可能展延至2008年。  
 天基雷射武器發展的目標，是具備在彈道飛彈上升至同溫層上層，約距地表4萬至5萬公尺高度，以及在太空飛行時加以攔截的能力。這類天基武器運行高度約為1千3百公里，有效殺傷範圍可達4千至5千公里，而一枚雷射衛星最大可單獨涵蓋十分之一的地球表面。

二、關鍵問題 :

因氫氟雷射會被大氣層內的水蒸氣吸收而減損，雷射無法有效穿透至地球表面，這一物理特性可避免衛星背負自太空向地面發射「死光武器」的污名。  
**2.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(20%)**

1. 請說明光纖使用雷射波長範圍為何限定在近紅外範圍？

單模光纖的材料色散和波導色散一為正、一為負，大小也正好相等。這就是說在1.31μm波長處，單模光纖的總色散為零。從光纖的損耗特性來看，1.31μm處正好是光纖的一個低損耗窗口。這樣，1.31μm波長區就成了光纖通信的一個很理想的工作窗口，也是現在實用光纖通信系統的主要工作波段。

1. 請從材料、光學原理

A、光纖傳輸的原理：  
 一般的光纖維是由導光芯材（core）與覆蓋膜（clad）兩種材料所組成，因此依所使用材料的折射率可分為全反射型（Step-Index，SI）與集束型（Grad –lndex，GI）兩型。SI 型的外層覆蓋膜折射率比芯材折射率低，入射光在此兩界間起全反射來傳送光能，目前市售的塑膠光纖維多屬於SI型，芯材料為聚甲基丙烯酸甲酯（Po1ymethyl methacrylate，PMMA）。GI型是芯的折射率從纖維中心向外連續遞減，此種設計使得光沿著芯的中心軸以曲線向中心軸集束傳送，如新的塑膠光纖的材質氟化聚合物則屬於GI型。

B、光纖的材料：  
光纖的材料分成三類：  
（1）玻璃光纖：玻璃核心及玻璃纖衣（光纖的玻璃是非常純的二氧化矽或溶解石英,再參雜其他化學原料以達到所須的折射率,如鍺或磷可增加折射率，硼則減少折射率）。  
（2）膠套矽光纖：玻璃核心及塑膠纖衣。  
（3）塑膠光纖：塑膠核心及塑膠纖衣。

**3.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？(20%)**

一、LED在高亮度的發展上，從內部與外部效率有那些作法

LED照明燈具技術為一種系統整合的概念，其系統中心為LED光源，LED光源技術目標為提供更好的發光效率，更低的熱阻，更佳的光譜特性，如演色性及相關色溫等，以光源為主體可將LED照明燈具展開4項技術的整合，分別為光學、電控、散熱與機構，光學技術目的為替照明燈具設計符合需求的燈具

光型，透過光學分析及模擬並且利用光學元件將光源的光型轉換為燈具需求的光型；電控則可大致分為電源驅動及控制系統，電源驅動目的為將外部電源轉換為LED所需求的電壓或電流，控制系統則可以讓燈具結合傳輸及數位化操作，賦予燈具生命；由於LED光源在發光的同時也產生大量的廢熱，因為散熱結構設計將使得LED燈具與光源保持適當的溫升，以避免減低效能及壽命；由於LED燈源體積小，使用變化

大，因此機構設計可以讓LED燈具有別於傳統螢光燈或HID燈具，展現更多樣化的連接方式，因此LED照明燈具不論是如圖1的取代式燈泡或者是新一代的LED照明模組，皆為上述技術的整合，由於LED產品的普及率尚未達到飽和，所以各家廠商在光源及光機電熱的技術都在繼續不斷的改良及進步中，以下將簡單介紹目前各項技術的最新發展情況。

LED晶粒:

目前高功率高亮度LED晶粒為一般所熟知的約3V電壓驅動的低壓LED以及前陣子所推出的AC LED，近期晶電提出的HV LED為利用自身研發的倒裝焊大功率高壓LED芯片模組，其特色在於並沒有利用金線互連，HV LED單元間的互聯是利用基板上的布線完成的，因此能有簡單的封裝製程及低廉的封裝成本，此高壓低電流的設計產生更佳的發光效率，在與封裝廠的合作下晶電宣稱此產品能達到162 lm╱W的冷白光以及150lm╱W的暖白光，HV LED暖白光為使用紅光整合藍光晶粒，此款暖白光的效率比起傳統的藍光激發暖色系螢光粉更能兼顧高效率及演色性，其效能大約能增進20∼30％。由於HVLED的推出，使得不同瓦數的燈具可以選擇其適合的LED晶粒，AC LED的市場主要集中在2W以下，由於瓦數小導致廢熱少，因此在市電直接供應下可以維持一定的穩定性；HVLED則由於發光效率較高，因此可以承擔2W至10W的任務，此階段瓦數多為燈泡型燈具；而高瓦數的燈具可由DC LED繼續來扮演光源的角色，因此AC LED、DC LED與HV LED將有各自發揮的市場。

LED基板:

目前大部分製作LED所使用的基板為藍寶石（Sapphire）與碳化矽，此兩者的技術已經很成熟，而晶圓尺寸也愈來愈大，從2005年至今晶圓直徑從2吋擴大至4吋，並且未來朝向6吋為主流，由於大基板的成本高、加工困難以及貨源不易取得，因此使得LED成本至今無法如傳統光源一般，但是對於矽基板而言，卻早已達到大尺寸的水準，因此目前許多廠商漸漸朝向矽基LED的方向前進，美國LED大廠Bridgelux所生產的矽基板LED已達成135 lm╱W，預計未來矽基LED產品的低成本優勢將使得其占有率愈來愈高。

LED螢光粉:

傳統的LED封裝螢光粉塗抹方式是將螢光粉直接塗抹在藍光晶粒上，而近期則有遠離螢光粉（Remote

Phosphor），其螢光粉塗抹於擴散板上，相較於傳統的塗布方式，這項技術的加工較簡單，能將稀土金屬的磷化物嚴格控制在同一封層（Bin）內，並且可以避免螢光粉受到晶粒的廢熱影響，此外由於螢光粉的壽命不如LED晶粒本身，所以一旦光源出現老化現象只需換掉擴散板便可繼續使用，除了以上所提到的優勢之外，這項技術可以消除因光波波長不同的干擾，比起傳統方式有更佳的顏色一致性，未來LED在某些應用產品端能大量使用此封裝技術。

智慧照明:

傳統的 LED 供應鏈從元件端一路擴展到整體燈具，在整個供應鏈中每項技術都在不斷的發展當中，就如同本文前面所敘述的，在技術以及成本都還有進步的空間，然而未來燈具系統發展則會朝向智慧照明前進，智慧照明可分為幾個層面，但一切都是以人為出發點，自古以來人長期於日光下工作，直至日落而息，人工光源的出現使得人們的生活可延伸至夜晚，因此智慧照明的目標之一為提供人們如同日光般的人工光源，此光源必須擁有平滑的光譜曲線，除此之外整體照明空間的照度規劃以及眩光控制也是必須被重視的，此層面著重於人因工程（是指研究產品對人的身心影響而加以設計）；另一方面，則是提供人們便利性的智慧照明，未來照明融入感測技術、傳輸技術以及控制技術，感測器感測照明環境的各項資訊，將此資訊經由控制策略處理後藉由傳輸介面送至燈具，以達到自動控制的目的，智慧照明的自動感測及自動控制有助於智慧節能的推動。

二、LED亮度的最大極限為何？  
 發光亮度有3種單位，分別是照度單位勒克司（Lux）、光量單位流明（Lumen；lm）、發光強度單位燭光（Candle power；CD），3種單位各自有適合使用的領域，但是在數值上是互通的。

1 CD表示完全輻射的物體，在白金凝固點溫度下，每六十分之一平方公分面積的發光強度。適合用在主動發光燈具領域，如白熱燈泡。

1 lm表示1 CD光照射在距離為1公分，面積為1平方公分平面上的光量。適合用在反射燈具與穿透燈具領域，如投影機。

1 Lux表示指1 Lm光量均勻分佈在1平方公尺面積上的照度。適合用在攝影領域。

一般而言，單一LED的發光強度以CD為單位，並配上視角參數，而LED的發光強度從各位數mCD到5,000mCD不等。廠商在標示LED單一產品時，其發光強度規格是說LED在20mA電流下點亮時，最佳視角上和中心位置上發光強度最大點的發光強度。

**4.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(20%)**

一、雷射的發現是偶然  
 雷射（laser）的英文名稱是由描述其動作原理的5個英文字的字首結合而成（light amplification by stimulated emission of radiation），它的含義是「藉著激發放射方式使得光子數目放大」，因此雷射又稱為激光。  
 雷射的出現可以說是人類科學「知而後行」具體實現的例子。在愛迪生發明燈泡的時代，科學是處於一種「不知而行」的情況，各式各樣的東西都拿來測試，看看是否適合做為燈絲。當裝上鎢絲時，整個愛迪生電力試驗場足足明亮了5分鐘，全試驗場的科學家為之一致歡呼，而在這之前，他們對於鎢絲是否適合做為燈絲並無把握。然而雷射就不同了，在雷射系統尚未問世之前，科學家在理論上就已經預言，技術上可以產生這種高同調光束。  
 1950年二次世界大戰結束後，微波技術已頗發達，當時選定氨做為微波活性介質，進而發展出鎂射。然而鎂射實用價值較低，各界希望進一步研發能把可見光放大的裝置，終於導致1960年第1部紅寶石脈衝雷射的誕生。

二、愛因斯坦的受激輻射理論

達到熱平衡，則原子在躍遷時必須分成3種類型:

1. 自發輻射:即在高能階狀態的原子會自然地落到低能階狀態菪並發出一個光子。
2. 受激吸收:即在低能階狀態的原子會吸收一個光子而跳到高能階狀態。
3. 以及最後一種也是最令人意外的一種，受激輻射:即在高能階狀態的原子會受到其他光子的激發而落到低能階狀態，同時發出一個光子。

愛因斯坦把蒲朗克所提出的理論，加以一個更深的物理意義，認為光就是一個一個獨立的粒子，而每個光子的能量就是光的頻率乘以蒲朗克常數。因此，頻率較高波長較短的光，其光子的能量就比較大。

光子（Photon）是一種[基本粒子](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%9F%BA%E6%9C%AC%E7%B2%92%E5%AD%90)，是[電磁輻射](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%94%B5%E7%A3%81%E6%B3%A2)的[量子](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%87%8F%E5%AD%90)。在[量子場論](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%87%8F%E5%AD%90%E5%A0%B4%E8%AB%96)裏是負責傳遞[電磁力](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%9B%BB%E7%A3%81%E5%8A%9B)的[力載子](https://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E5%8A%9B%E8%BC%89%E5%AD%90&action=edit&redlink=1)。這種作用力的效應在微觀層次或宏觀層次都可以很容易地觀察到，因為光子的[靜止質量](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%B8%8D%E5%8F%98%E8%B4%A8%E9%87%8F)為零，它可以移動至很遠距離，這也意味著它在[真空](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%9C%9F%E7%A9%BA)中的傳播速度是[光速](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%85%89%E9%80%9F)。如同其它微觀粒子，光子具有[波粒二象性](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%B3%A2%E7%B2%92%E4%BA%8C%E8%B1%A1%E6%80%A7)，能夠展現出波動性與粒子性。例如，它能在[雙縫實驗](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%9B%99%E7%B8%AB%E5%AF%A6%E9%A9%97)裏展示出波動性，也能在[光電效應](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%85%89%E9%9B%BB%E6%95%88%E6%87%89)實驗裏展示出粒子性。

[阿爾伯特·愛因斯坦](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%98%BF%E5%B0%94%E4%BC%AF%E7%89%B9%C2%B7%E7%88%B1%E5%9B%A0%E6%96%AF%E5%9D%A6)在1905年至1917年間發展出光子的現代概念，這是為了解釋一些與光的古典波動模型不相符合的實驗結果。當時被普遍接受的[經典電磁理論](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%94%B5%E7%A3%81%E5%AD%A6)，儘管能夠論述關於光是[電磁波](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%94%B5%E7%A3%81%E6%B3%A2)的概念，但是無法正確解釋[黑體輻射](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%BB%91%E9%AB%94%E8%BC%BB%E5%B0%84)與[光電效應](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%A4%96%E5%85%89%E7%94%B5%E6%95%88%E5%BA%94)等實驗現象。[半古典理論](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%99%AE%E6%9C%97%E5%85%8B%E9%BB%91%E4%BD%93%E8%BE%90%E5%B0%84%E5%AE%9A%E5%BE%8B)在[麥克斯韋方程組](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%BA%A6%E5%85%8B%E6%96%AF%E9%9F%A6%E6%96%B9%E7%A8%8B%E7%BB%84)的框架下將物質吸收光和發射光所涉及的能量量子化，而行進的光波仍採古典方法處理；如此可對黑體輻射的實驗結果做出合理解釋。愛因斯坦的主張與普朗克的半古典理論明顯不同，他提出光本身就是量子化的概念，當時愛因斯坦稱之為「光量子」（[德語](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%BE%B7%E8%AF%AD" \o "德語)：das Lichtquant；[英語](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%8B%B1%E8%AF%AD" \o "英語)：light quantum）。雖然半古典理論對於量子力學的初始發展做出重大貢獻，從於1923年觀測到的電子對於單獨光子的[康普頓散射](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%BA%B7%E6%99%AE%E9%A0%93%E6%95%A3%E5%B0%84)開始，更多的實驗證據使愛因斯坦光量子假說得到充分證實。

**5,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？(20%)**

Single-> Multi

單模式光纖(SMF Single Mode Fiber)：軸芯直徑較細，約5~10微米，適合長距離傳輸，價格昂貴，散射率小，傳輸效能極佳。  
多模式光纖(MMF Multi Mode Fiber)：軸芯直徑較寬，約50~100微米，適合短距離傳輸，價格較低，傳輸效率略差於單模式光纖。

PS:1微米=10-6公尺