

第一章 序論

近幾年，有些研究群指出[1-8]，當電磁波通過一個具有週期性有序結構的物質時，此電磁波在該介質中的傳播性質，猶如電子在晶格中傳遞般一樣，該電磁波之頻率與波向量間具有帶狀的關係(Band-like dispersion relation)。進一步的分析發現，對一固定的有序結構之介質而言，某些頻率的電磁波是無法在此介質中傳播的，即所謂的光譜帶隙(Photonic band gap)。圖 1-1 顯示出由無限長介電物質棒在空氣中所排成的有序結構陣列及其相對應的光譜帶隙。

目前最常用來製作此有序結構介質的材料是半導體物質[2,3,7]，藉由薄膜製程及電子束蝕刻技術，可製作出週期約為次微米的有序陣列薄膜。這種半導體有序排列所引發的光譜帶隙特性會隨所採用的半導體介電常數、有序結構的排列型態及排列週期而變。適當地調整這些參數，可讓其光譜帶隙落於紅外光或微波的波段中。有研究結果顯示出，如果將落於光譜帶隙的電磁波入射該有序結構，此入射電磁波會於有序結構邊界上反射回來[8]，這現象顯示此有序結構之邊界可當為一反射鏡，如圖 1-2(a)所示。

另外，若於有序結構中存在一條線缺陷，例如將有序結構中的一排晶格點除去而形成線空缺，那麼其原本有序結構所對應的光譜帶隙中將可出現一條傳導帶[1,2]。此結果表示原本無法在此有序結構傳遞的電磁波，現在可以在此線缺陷上傳播。因此，具有線缺陷的有序結構可被應用當成光波導管，如圖 1-2(b)所示。若我們將線缺陷改成點缺陷，則此有序結構會將某一特定波長的電磁波聚集於該點缺陷上，具有共振腔的作用[6]，如圖 1-2(c)所示。而反射鏡、光波導管及共振腔於光通訊、雷射工程、積體光路及其他領域的高度應用價值，自是無庸置疑。

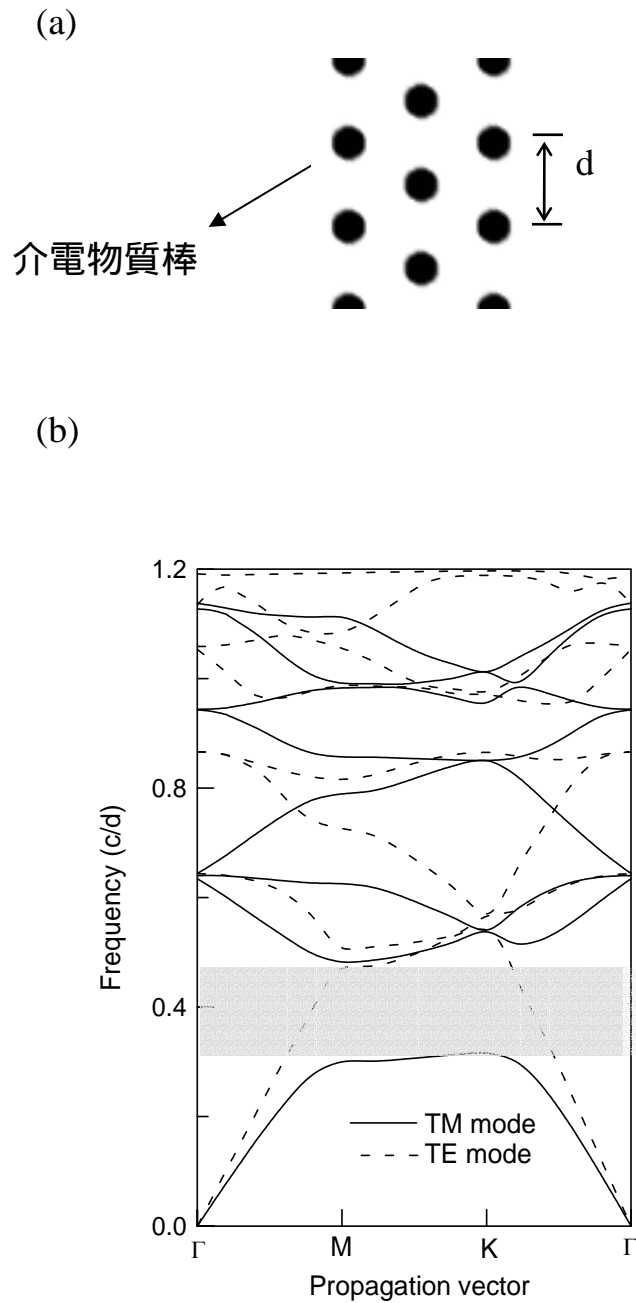


圖 1-1. (a)由無限長介電物質棒(介電常數 = 8.9)在空氣中所排成的有序結構陣列及(b)相對應的光譜帶隙結構。對 TM mode 而言，有一光譜帶隙(灰色帶)存在，頻率落於光譜帶隙內的電磁波無法在此有序陣列中傳播。

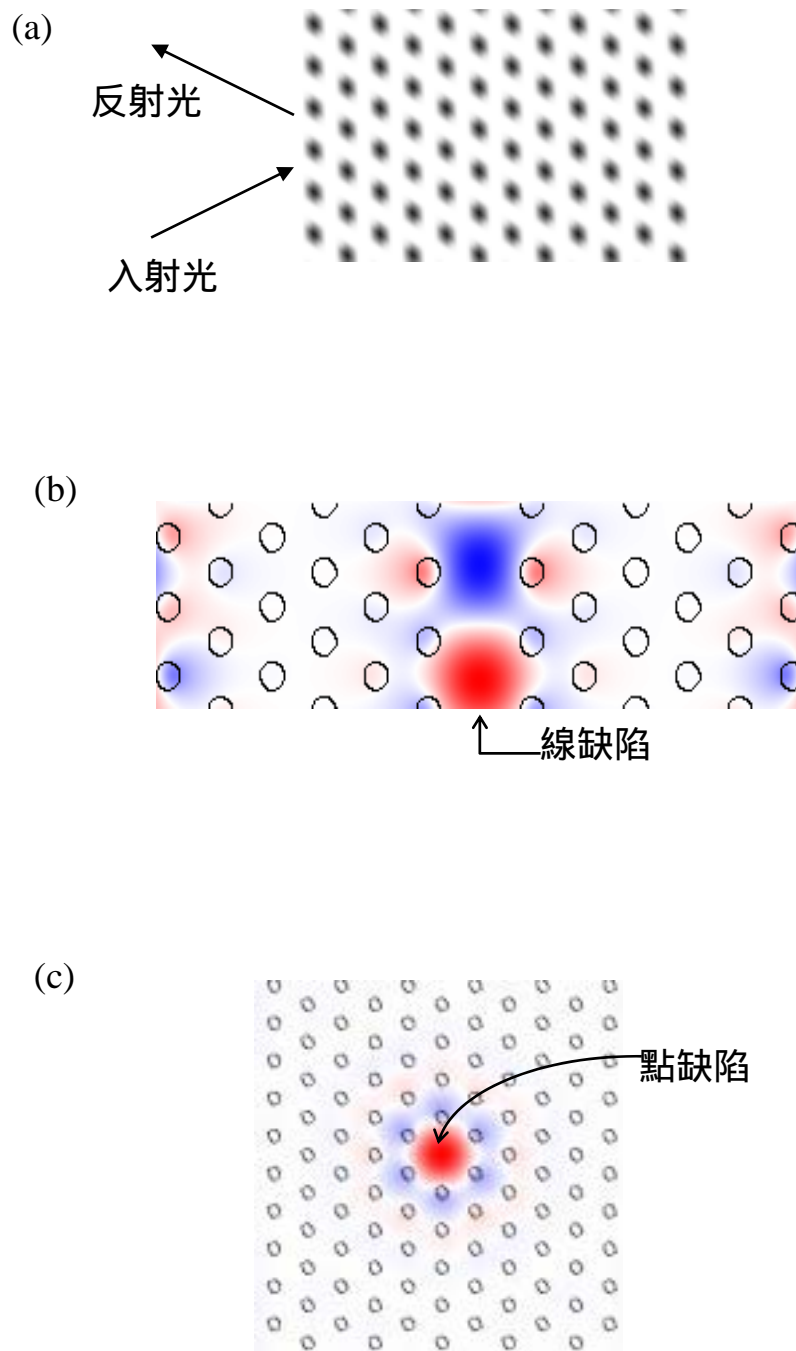


圖 1-2. 利用有序結構陣列製成(a)反射鏡,(b)光波導管及(c)共振腔。(b)中表示在線缺陷中傳導的電場。(c)中表示電磁波電場強度集中於點缺陷上。

然而，半導體有序結構薄膜於製作成後，其光譜帶隙及相關特性便固定而無法調變。也就是說，如果有一個具有序結構之半導體薄膜，其所引發的光譜帶隙是在紅外光波段，則無法將其調整成適用於其他波段的電磁波。此一缺點將可能嚴重地限制這類光電元件的應用發展。我們實驗室近年來所研發出的高同質性磁性流體薄膜，在外加磁場下不但擁有有序結構，亦發現此有序結構具有可調性。這些磁性流體薄膜在外加磁場下形成的有序結構已引發出許許多多的特殊光學性質，如磁色效應[11-13]、雙折射效應[10,14]、穿透率[9,15]及折射率[16]等。因此，在本研究中，我們將進一步研究此有序結構之光譜帶隙特性及其受外加磁場調制行為。