

EE110300 電機資訊工程實習 實驗手冊

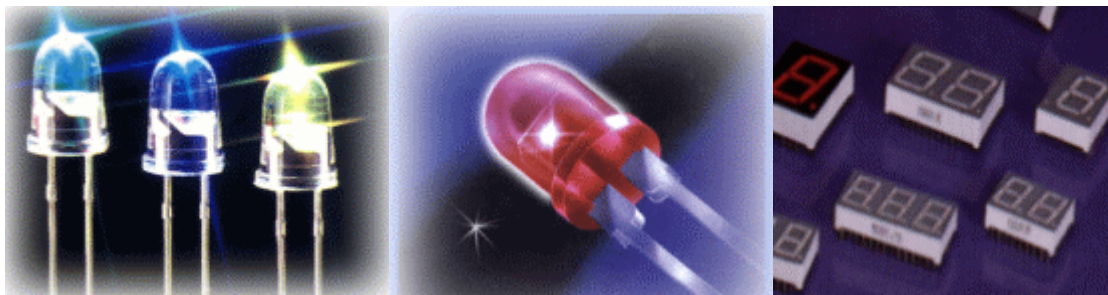
認識固態電子元件

一. 實驗目的

簡單了解生活周遭可能用到的電子元件的特性，期使各位粗略了解其應用，內容重點在於特性的了解，及思考其特性的應用，工作原理則是爾後課程學習的內容，此處並不強調

二. 實驗內容與步驟

一. 發光二極體 (LED)



1. 極性的判斷：

如圖 1，限流電阻 R1 的目的在於避免電流過大而使發光二極體燒毀

- (a) 觀察發光二極體是否有極性的差別，即觀察發光二極體是否只在某個特定方向的電流下才發亮
- (b) 如果發光二極體有方向性的話的話，觀察哪一隻接腳是正極（長腳或是短腳），那一隻接腳是負極（長腳或是短腳）

2. 電壓（電流）大小對亮度的影響：

如圖 1，慢慢增加 V1 的電壓

- (a) 觀察電壓大小的改變對亮度的影響
發光二極體在導通的情況下，加大電壓會加大流過發光二極體的電流，觀察電壓大小與發光二極體亮度的相對變化

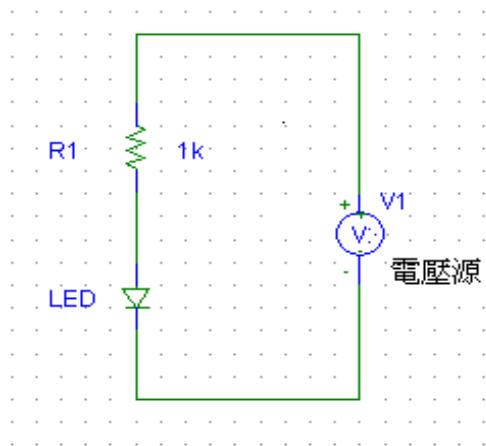


圖 1

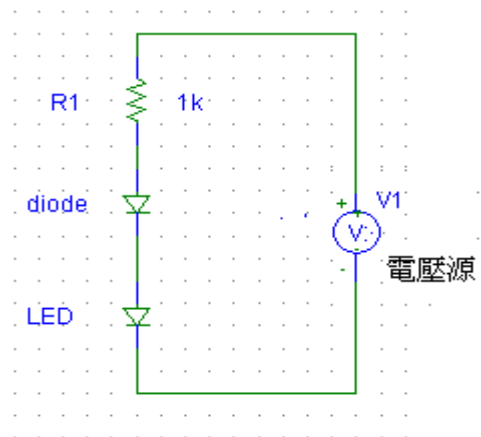
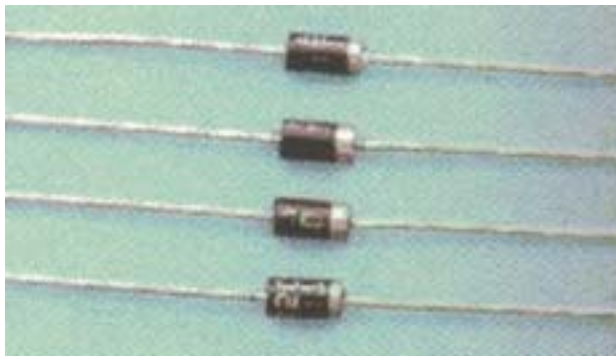


圖 2

二．二極體 (Diode)



由實驗一，我們已大略知到發光二極體的特性，接下來我們可以利用發光二極體來當做指示燈，方便我們觀察其它元件的導通與關閉的特性

如圖 2，我們仍須加限流電阻 R1 來保護電路

1. 觀察二極體的極性（觀察有白線端的接腳為正極或負極）
2.
 1. 理想的二極體特性是如圖 3 般，在正向的電壓下，二極體會如同短路般導通，在負向的電壓下，二極體會如同斷路般關閉

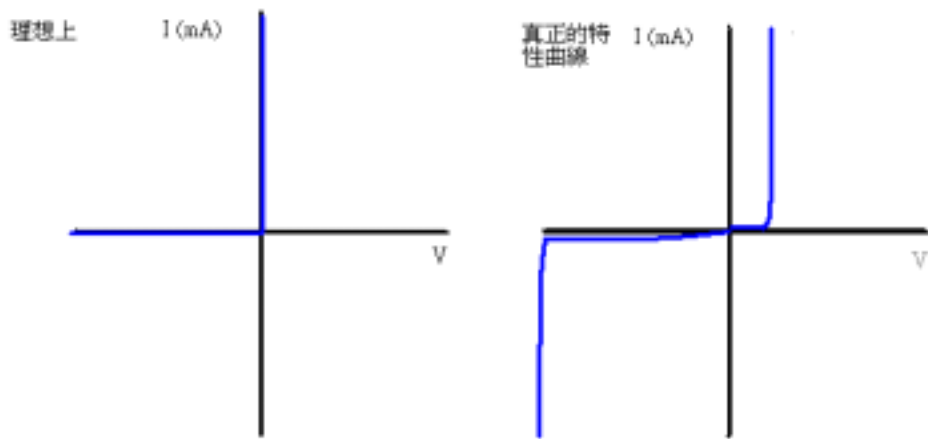


圖 3

- II. 現在我們觀察真實的二極體的特性，如圖 3 所示，二極體的正接電壓必須大過一個值（**導通電壓 V_{on}** ），其導通的特性方能明顯
 - III. 二極體在導通後，也非真的完全能理想的短路，就如同導線，它仍會存在一個很小的**導通電阻（ r ）**
 - IV. 此外，二極體也不是能承受無限大的反向偏壓，在太大的反向電壓下，二極體也會有大電流流過，在通常的情況下，此為二極體崩潰，而我們稱二極體能承受的最大反向電壓值為**崩潰電壓（breakdown voltage）**，隨著製程的參數不同，這個值的大小也會不同
3. 如上面所述，現在我們約略估計二極體導通時，正接電壓要大到多少才能使二極體出現近乎短路的情況（即約略量測導通電壓 V_{on} 的大小）
 - I. 如圖 4，將輸入電壓 V_1 由 0V 慢慢往上升，觀察發光二極體開始發光時 V_2 的值，此時的 V_2 大約就是二極體導通的電壓（ V_{on} ）
 4. 觀察二極體導通時的電阻有多大，仍如圖 4，觀察輸入電壓 V_1 上升時，電流 I_2 和 V_2 間的變化，其斜率的倒數即二極體的導通電阻 r

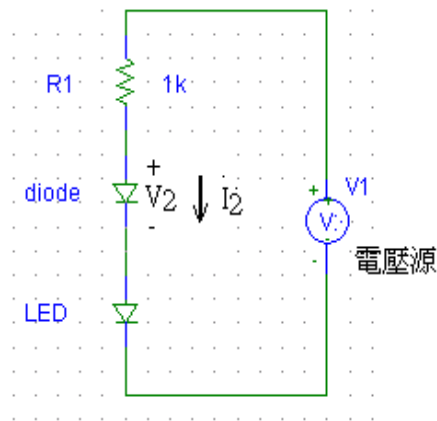


圖 4

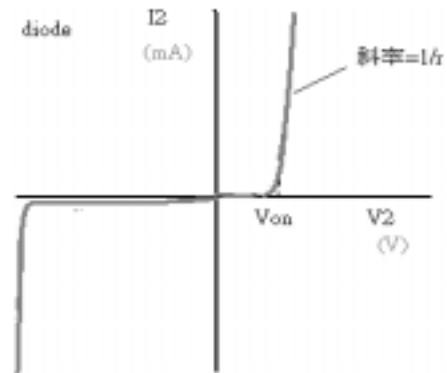


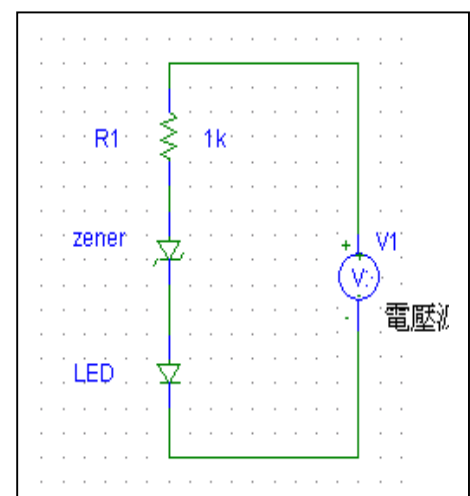
圖 5

5. 過大的反接電壓，二極體仍會導通（崩潰），因為在此我們提供的二極體的崩潰電壓通常大於電源供應器所提供的電壓，所以我們無法觀察如圖 5 左半平面的曲線圖，此特性可與下面的 Zener 二極體做比較

三. Zener 二極體



1. 同實驗二，如圖 6，我們仍以 LED 當做指示燈 R1 做為限流電阻，然後觀察其極性
2. 觀察 Zener 二極體的崩潰電壓，觀察在夠大的反向電壓下，LED 是否會開始發光
3. 觀察其穩壓的效果
Zener 二極體能穩定電壓，原因是因為即使有很大的電流流過，二極體不管是在順向或反向導通時，其跨壓壓變動只有一點點，而 Zener 二極體因為崩潰電壓通常可以控制的比一般二極體低，較適合我們一般的使用上



這裡強調一點，**崩潰並非一定為破壞性**，若電流在某種程度以下，則功率 $P = I \times V$ 就不會大到能產生足夠的熱來燒毀元件，我們之所以建議在順偏或反偏的情況下都要加限流電阻，就是避免電流升的太高而使元件燒毀

四．雙極電晶體 BJT

1. 觀察 BJT 的非對稱性：

如圖 7，觀察(a)和(b)兩種做法中，哪一種接法的發光二極體較亮，進而可知 BJT 是一種非對稱性原件

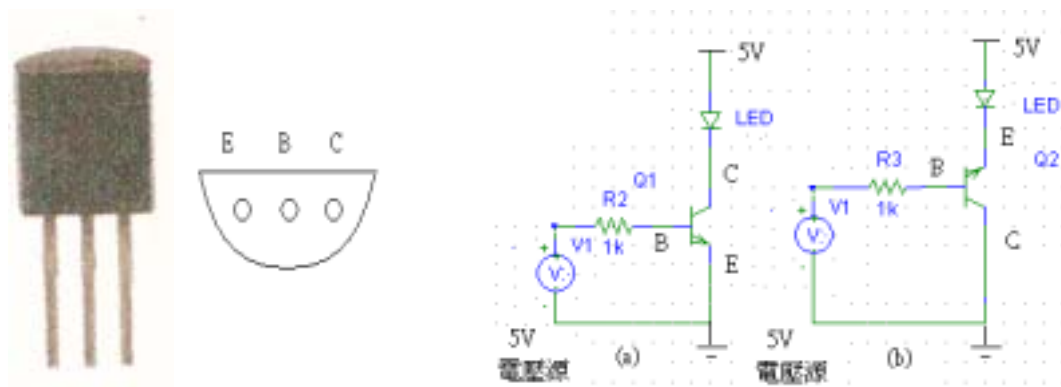


圖 7

2. 觀察 BJT 的開關效應：

I. 如圖 8，觀察輸入端 B 接上 5V 的電源和不接上電源下 LED 的變化，如此我們便可得知 B 點可控制輸出端 C 的開與關

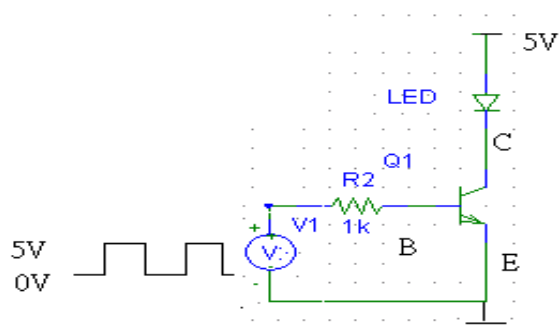


圖 8

II. 因為電晶體有以第三點控制開與關的開關能力，所以可以建構成 logic 0 與 logic 1，形成 logic 電路，最後構成整個 VLSI 電路

五．熱感半導體

熱感半導體是一種溫度的感測器，我們此處的熱感半導體是利用溫度的變化而輸出訊號，我們在利用此訊號對BJT做開和關的控制，經由LED的發光與否便可得知熱感半導體對溫度高低的反應

1. 如圖 9，觀察熱感半導體對溫度的反應

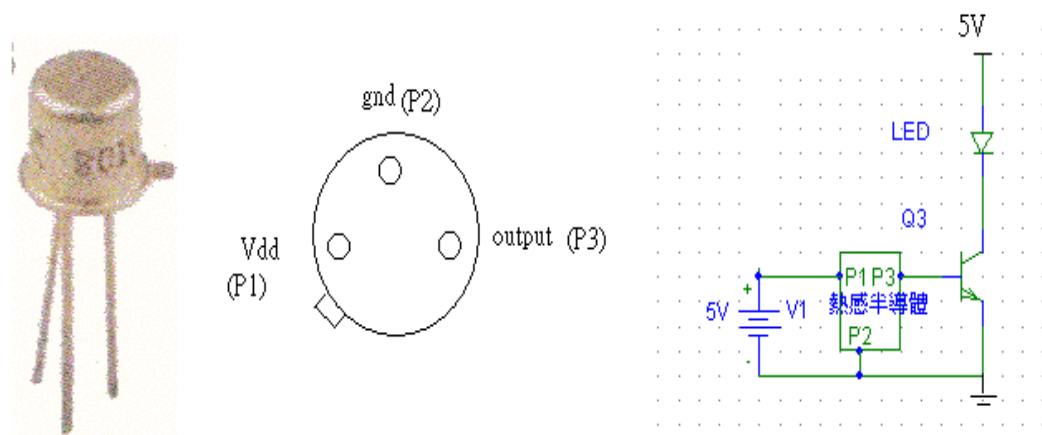
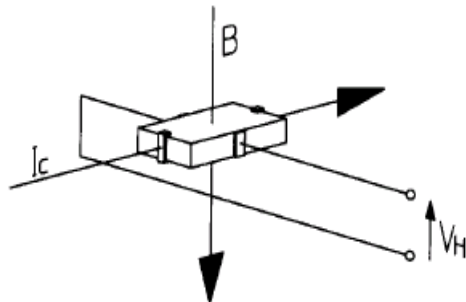


圖 9

- I. 輸出端 P3 接到 BJT 的 B，再利用 BJT 放大訊號到發光二極體，看在室溫下會不會亮，將手碰到熱感半導體上，再看會不會亮
 - II. 室溫若不夠低，很可能接上後發光二極體就亮了，因此可利用一些特殊的方法降低其溫度，也許自備冰塊，或利用冷氣降低溫度
2. 用 BJT 有放大訊號的用途，各位有興趣的話可以觀察圖 8 中，輸入端 B 的電流和輸出端 C 的電流會有不小的差異

六.磁感半導體

1. 霍耳效應：



在垂直電流流動的方向上加一個磁場，會使電荷受力而往垂直於電流方向與磁場方向的方向移動，所以這會造成電荷不會在導線內均勻的分布，使的正負電荷往兩處移動，形成了電場，因此可利用此電場的產生來感測磁場，做為磁的感測器

2. 依圖 10，BJT 仍是希望放大信號用，看磁鐵靠近後（建立磁場），輸出的變化，因為此感測器不是很敏感，所以我們直接量測 V1 的，發光二極體可能觀察不出來

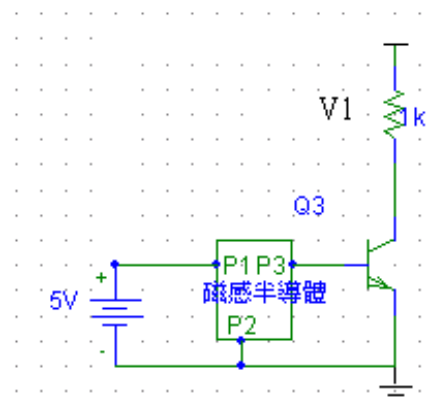
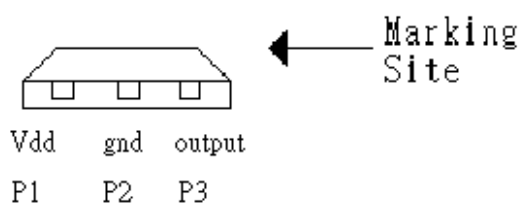


圖 10

七.光敏電阻

是一種會感應光線的明暗而改變其電阻值大小的元件

1. 觀察光敏電阻有沒有極性

2.如圖 11 ， 接到發光二極體 ， 看照光和不照光下（ 用手指蓋住表面即可 ）， 發光二極體會不會亮 ， 就可知道照光下或不照光下電阻那一個電阻會很大

3.有時間的話也可以去量照光下和不照光下的電阻值

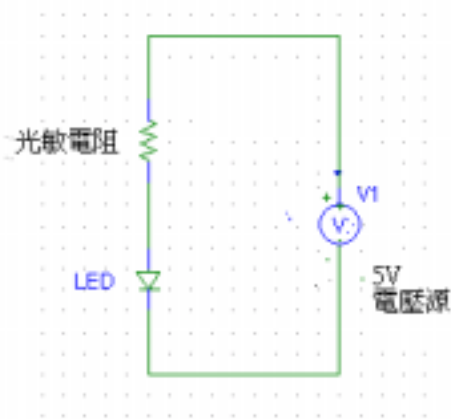
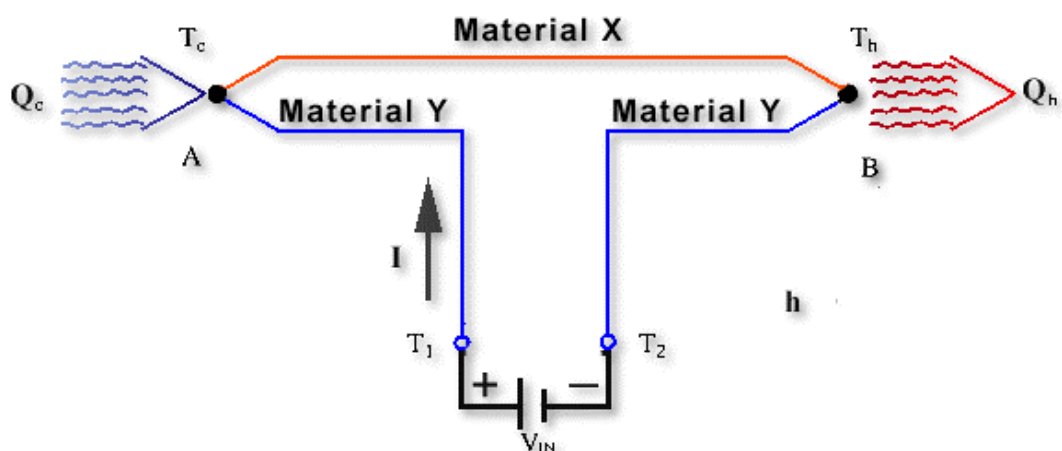


圖 11

八.熱電半導體

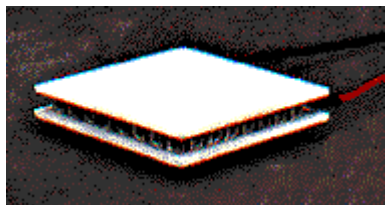
其工作原理類似電冰箱和冷氣機的做法 ， 是將熱帶往令一個地方 ， 而非平白讓熱消失 ， 不同的是電冰箱與冷氣機是利用氣態和液態的相位轉換來達成熱的移動 ， 而此處是利用 **Peltier effect** 來達成

考慮下圖 ， 我們取兩段不一樣材質的接線 ， material Y 分別接出電源的两端 ， material X 再將兩段 material Y 連接 ， 如我們用銅當 material Y ， 用鐵當 material X ， 我們就可以發現 A 點溫度會下降 ， B 點溫度會上升 ， 這就是 Peltier effect

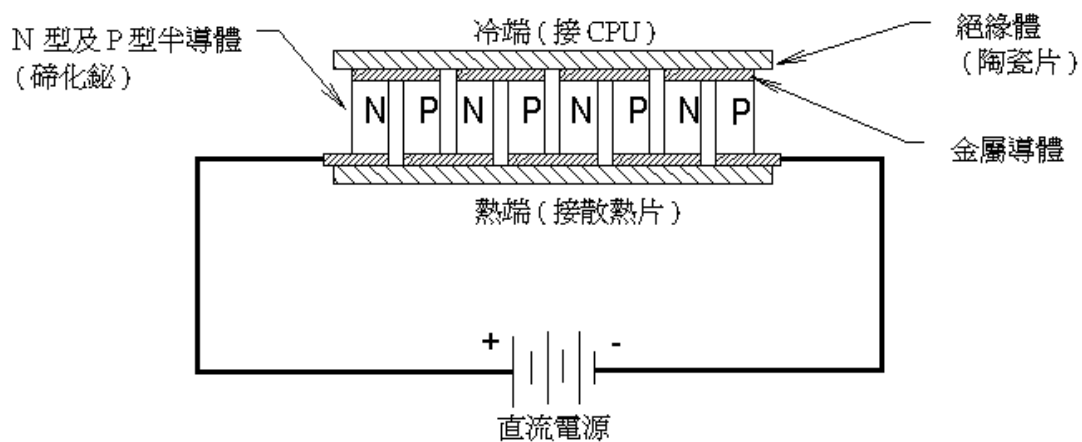


1. 熱電半導體，又叫致冷器，thermoelectric module，thermoelectric cooler，T.E.，T.E.C. 以前應用在 CPU 超頻時，用來幫助散熱用的（不過要接對面，若接錯面，反而會更熱）

2. 加上直流電壓 5V，用手摸即可發現有一面會熱起來，另一面卻會變冷



感應



三. 問題與討論

思考做過的這些元件的特性在那些方面上可能可以利用，或者是討論其在傳統的應用中的一些優缺點，能否改善，沒有標準答案，是想法的討論，只要合理都是可接受的，這才是寫本實驗討論所要的重點

1. 發光二極體的應用

（如：可討論為何交通號誌燈會考慮以 LED 來取代傳統燈泡）

LED 係將電能直接轉成光能，好的 LED 要有好的發光效率，則熱能的散逸就要盡量的減少，相較傳統的燈泡，是在高溫下讓鎢絲發出光來，因此發光的過程大量電能都耗在熱能上，因此效率先天上比較差

LED 逐漸重要的原因在於其效率佳，故可以較為省電，因此很多人致力於研究發出各種頻率，也就是各種顏色的光，現在的問題多出現在其製造的成

本上

Laser 的工作原理類似於 LED，是利用電子電洞的結合放出光子，不同點在於 Laser 光的要求是高品質的同調光，也就是讓發出的光的頻率要更集中於某一個頻率，使大部份的能量要集中於此頻率上，因此 Laser 對同調要求較高

目前有很多人信心的認為 LED 可以取代許多我們傳統使用的照明設備，這些想法的立基是在於除了較省電外，理論上，LED 是有無限長的壽命的，但也有反面的想法，一來是成本和技術的問題，在來也有人認為如果只單純做照明的 LED，是不太能可能永續經營企業的，因此反而一些其他周邊上的應用可能比較有立基

過去因為綠色光的 LED 並不好做，成本高，所以很多紅綠燈的綠燈為了節省成本，把綠燈改了一個箭頭，但是隨著技術的進步，成本逐漸下降，因此現在有很多紅綠燈才開使正常化

Laser 的用途更是廣範，撇開光通訊不說，光是我們電腦中必備的 CD-ROM 和 DVD-ROM 就必須存在 Laser 讀寫頭，DVD-ROM 其實主要就是要改變 Laser 讀寫頭髮光的頻率，如果頻率愈高，則透鏡聚焦後的 spot 可愈小，相對而言，在固定的面積下，我們對 data 的儲存量就會更高，這也是為何 DVD-ROM 有較高的除存容量，並可以向下相容 CD-ROM

應該都有看過或聽過雷射貼紙吧，大家都知道不同的角度看會有不一樣的圖，換句話說，一張 2D 的貼紙，呈現出有點像是 3D 的儲存量，那麼將其應用來做為儲存裝置不是會有重大的革命性改變嗎，同樣的，這種雷射全像的技術不就可用來做為立體的影像顯示，其發展可能影響的將是整個傳媒，家電，PC 業等等

另外，這種雷射全像的東西不只可應用在儲存媒上與影像上，它也有難偽造的特性，因此也可以用在 security 上，很多雷射標籤的應用也是立基於此

2. 二極體的應用

(如：討論其整流的效果)

二極體的整流效應相信大家實驗中都有發現了，我們考慮以下幾個問題，二極體會濾掉一半的信號，那麼不就表示有一半的能量被浪費了，我們可以怎麼樣的接法使正向和負向的信號都變成正向供我們使用呢？(如橋式整流器)

3. Zener 二極體的應用

(如：如何穩定電壓源)

其實也不是只有 Zener 二極體可以穩住電壓，我們之所以用 Zener 來討論二

極體的穩壓特性，主要是因為它能穩住的電壓點較方便我們觀察罷了，而二極體為何能穩住電壓，經過前面的實驗內容各位應該有點概念了，穩住電壓的目的相信各位也能多少心領神會，想想如果我們的信號會因為外界的一些干擾而上上下下，那麼原本的 logic 0 和 logic 1 不是有可能亂跳，最後整個電路做出誤動作

4. BJT 的應用

（如：用來做為放大器，做開關等的應用）

5. 熱感半導體，磁感半導體和光敏電阻

（如：日常生活中有那些東西可以利用這些東西來做 sensor）

以光敏電阻來說光敏電阻可用來做回汽車車燈的感測器，當光線不足時，如天色變暗或是經過山洞中，我們是不是可以建構一個電路能自動打開燈

為何要做許多型態的感測器？我們可以考慮我們身旁許多東西是以何種方式來表示信號的，例如很簡單的，電腦內的硬碟，除存與讀取都是取磁的信號，在來就是廁所內的自動沖水設備，是感測光的信號的，MRAM，是利用光和磁做成高密度的儲存媒，就算是 RAM，有人想用做 MRAM，所以各種感測器因此蘊育而生

另外一種在發展中的 Home care，其實也是應用許多感測器，使我們居家能更驅向智慧化

6. 熱電半導體

（如：用這種東西來做 CPU 的散熱器可行嗎，有那些缺點，有興趣的也可以找找看其工作原理，即 Peltier effect 的原理）

對 Peltier effect 的原理有興趣的話，各位可以上網查尋，或者是跟各位的普物老師請益

四. 心得感想與建議

討論此單元的內容是否太簡單，以及是否要增刪其內容