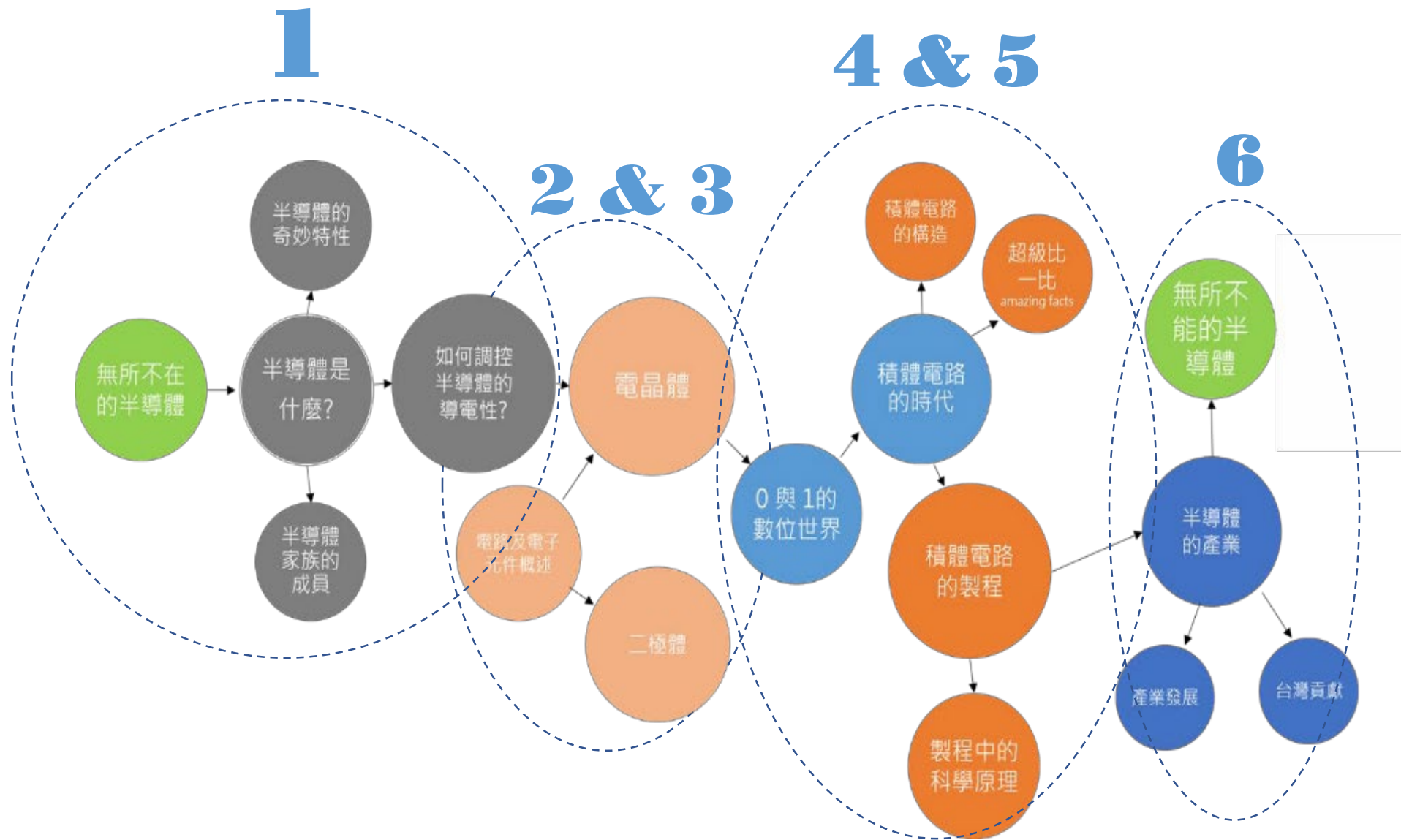


【大哥哥大姊姊講半導體】課程

A 認識半導體	A-1 無所不在的半導體	1 認識半導體 - 材料篇 絕緣體、導體、半導體概述/半導體材料/摻雜技術
	A-2 什麼是半導體	
	A-3 常見的半導體	
	A-4 如何調控半導體的導電性	
B 應用半導體	B-1 半導體可以用來做什麼	2 應用半導體 - 元件篇 二極體及電晶體概述
	B-2 常見的半導體元件	
	B-3 開啟數位時代的電晶體	
	B-4 安安的電子樂園	
	B-5 什麼是積體電路	
C 躍進半導體	C-1 IC探索號	3 躍進半導體之電晶體製程
	C-2 如何製造一顆IC	
	C-3 製程中的科學原理	4 躍進半導體之認識積體電路及數位邏輯閘
	C-4 IC製程有多精密	
	C-5 潔淨室拍照互動牆	
	C-6 如何搬運晶圓	
D 創新半導體	D-1 半導體產業對現代社會發展的影響	5 躍進半導體之積體電路設計及製程
	D-2 半導體產業的創新	
	D-3 台灣在全球IC產業的重要性	
E 想像半導體	E-1 無所不能的半導體	6 創新半導體之想像半導體



大哥哥大姊姊講半導體

I 認識半導體-材料篇



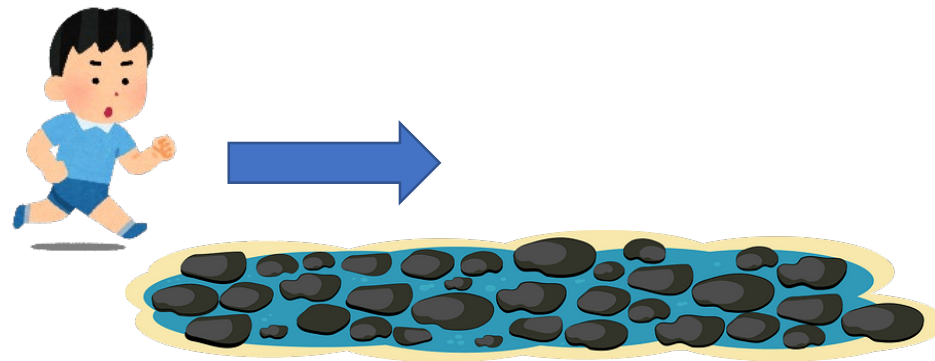
什麼是導體(conductor)

- 導體材料對電子而言是一個容易傳遞的材料，使電流可以自由地流通。金銀銅鐵等金屬都是導體。
- 導體對電子來說，就像是駕駛路平專案的馬路，電子可以在平坦的馬路上飆速前進！



什麼是絕緣體(insulator)

- 絕緣體材料電阻係數很高，電流或是電子流都難以流動。木頭、塑膠、橡膠及玻璃等都是絕緣體。
- 絕緣體就像是一條經過路不平專案的馬路，電子會因為馬路上的大小坑洞、凹凸不平，而無法快速前進，還可能卡住不動。



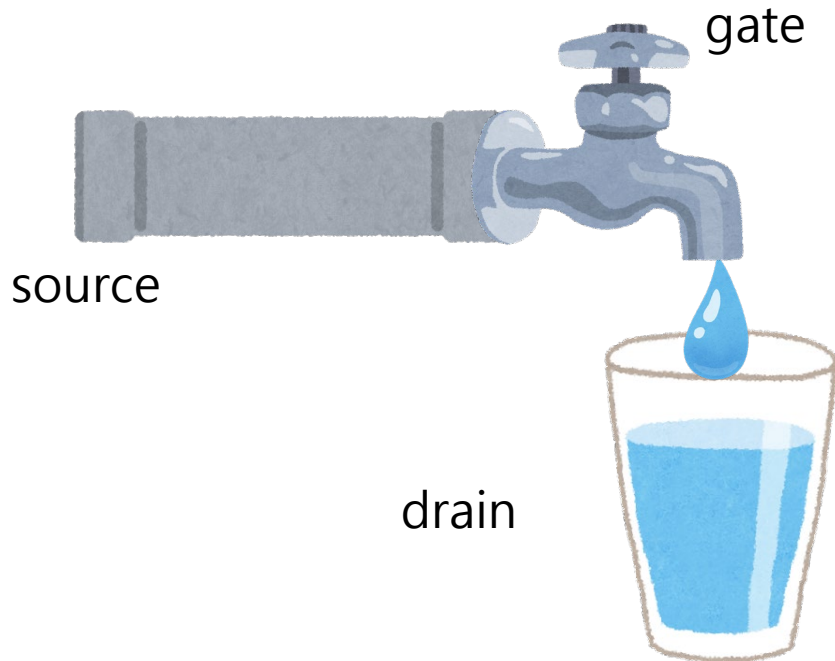
什麼是半導體(semiconductor)

- 半導體材料的導電特性，介於導體與絕緣體之間。導電性可以透過摻雜（doping）進行控制。
- 摻雜就像是在道路路面加上一些減速條，降低車子的行駛速度。

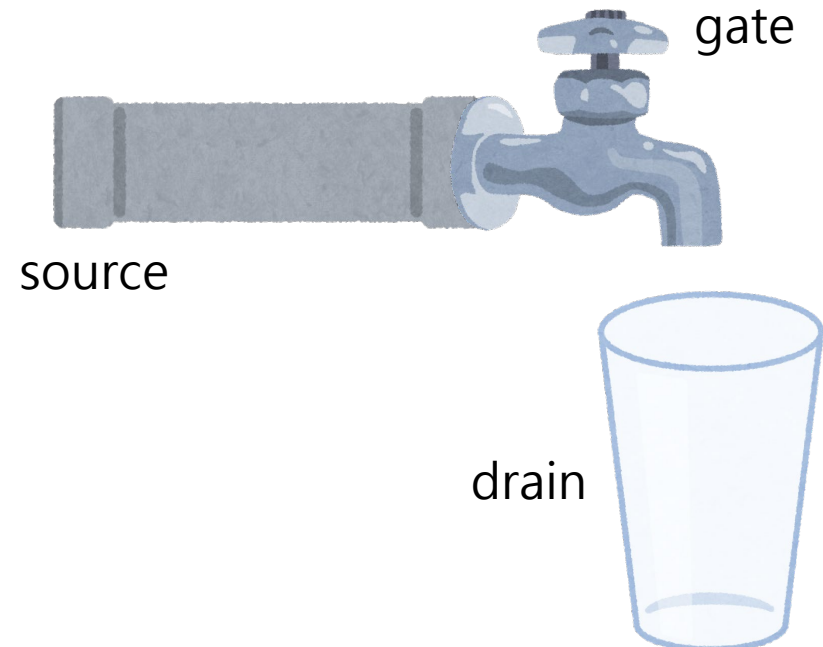


半導體材料可以做成電晶體，用來當作開關

打開水龍頭，水流通；
電路導通



關掉水龍頭，水流不出來；
電路不導通



常見的半導體材料

- 先備知識
 - 價電子：原子最外層電子殼層的電子
 - 八隅體規則 (Octet rule)：原子最外一層電子層有八個電子，便會趨向穩定，若不滿八個時，原子間會互相共享或交換電子達到平衡穩定
- 元素週期表中，四價元素是常見的半導體材料，如：矽、鍺。又或者是化合物半導體：砷化鎵、氮化矽、碳化矽等。

矽，半導體的王者

- 矽和矽的化合物的使用歷史悠久，而且用途非常多樣，像是在建築業的黏土或水泥、瓷器玻璃、甚至是各種金屬或化工工業上都需要矽。當然半導體、太陽能板、光纖等高科技產業也是不可缺少。因此，不論是科學家或是工程師都對矽元素和應用一點都不陌生。
- 純矽材料在常溫長壓下，各原子之間會形成共價鍵，此時並沒有多餘的自由電子。

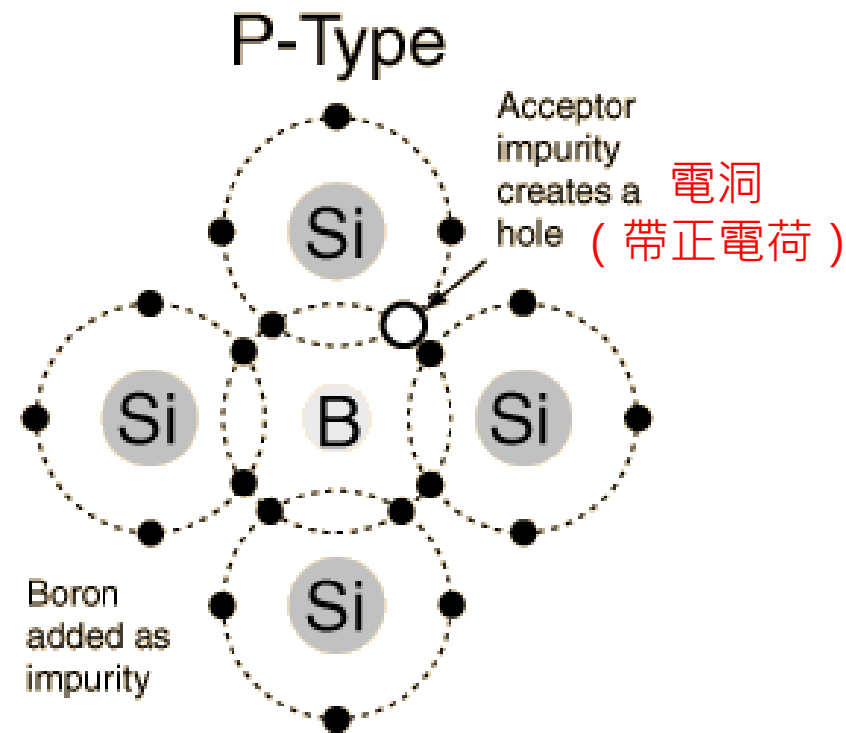
摻雜：矽的微整形

- 在純矽裡摻雜入其他元素，就可以讓矽改變導電性
 - 摻雜三價材料 (如鎵、銦)，少一個電子形成電洞成為 P型半導體。
 - 摻雜五價材料(如磷、砷、銻)，多一個電子成為自由電子，成為 N型半導體。

族 →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
↓ 週期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	鐳系	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	鐳系	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og
鐳系元素	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu			
鐳系元素	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr			

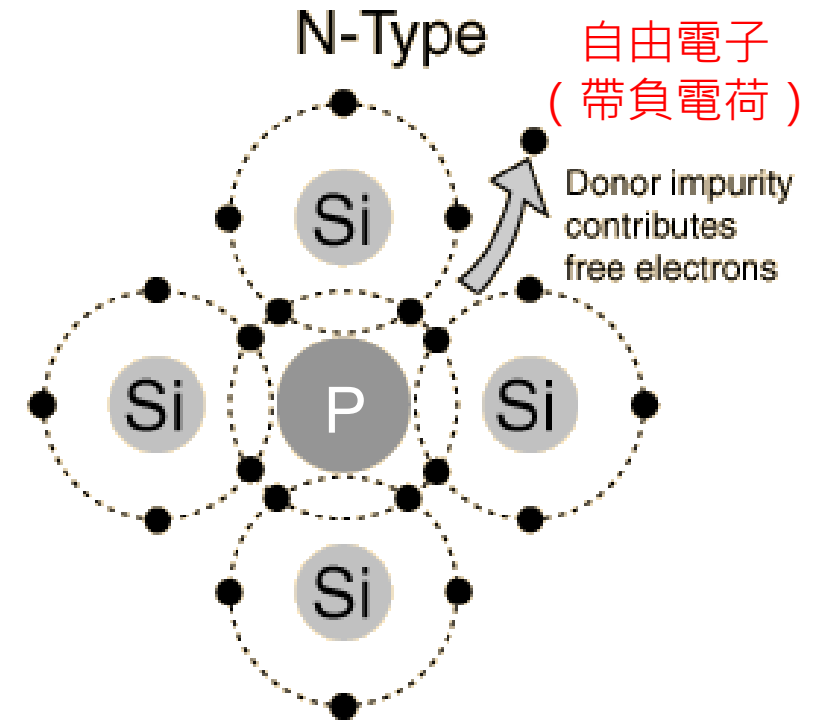
矽摻雜三價元素

- 與周圍矽產生鍵結時，會缺少一個電子，為滿足八隅體規則，將會搶(吸引)周圍電子，可視為此共價鍵有一個電洞，形成P型半導體
- 常用三價元素：硼 (B, Boron)



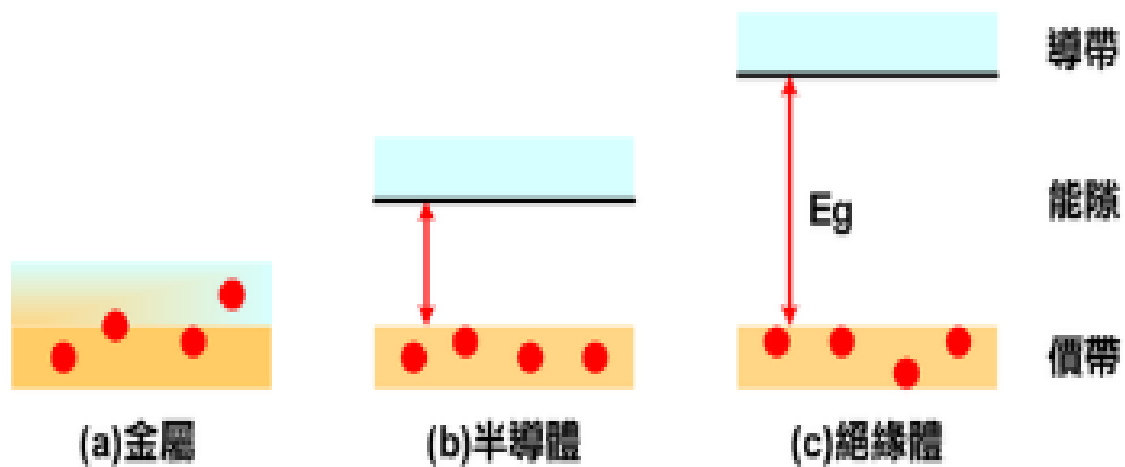
矽摻雜五價元素

- 與周圍矽產生鍵結時，會多出一電子，為滿足八隅體規則，將會丟出一電子，此時產生一自由電子，形成 N 型半導體
- 常用五價元素：磷 (P, Phosphorus)

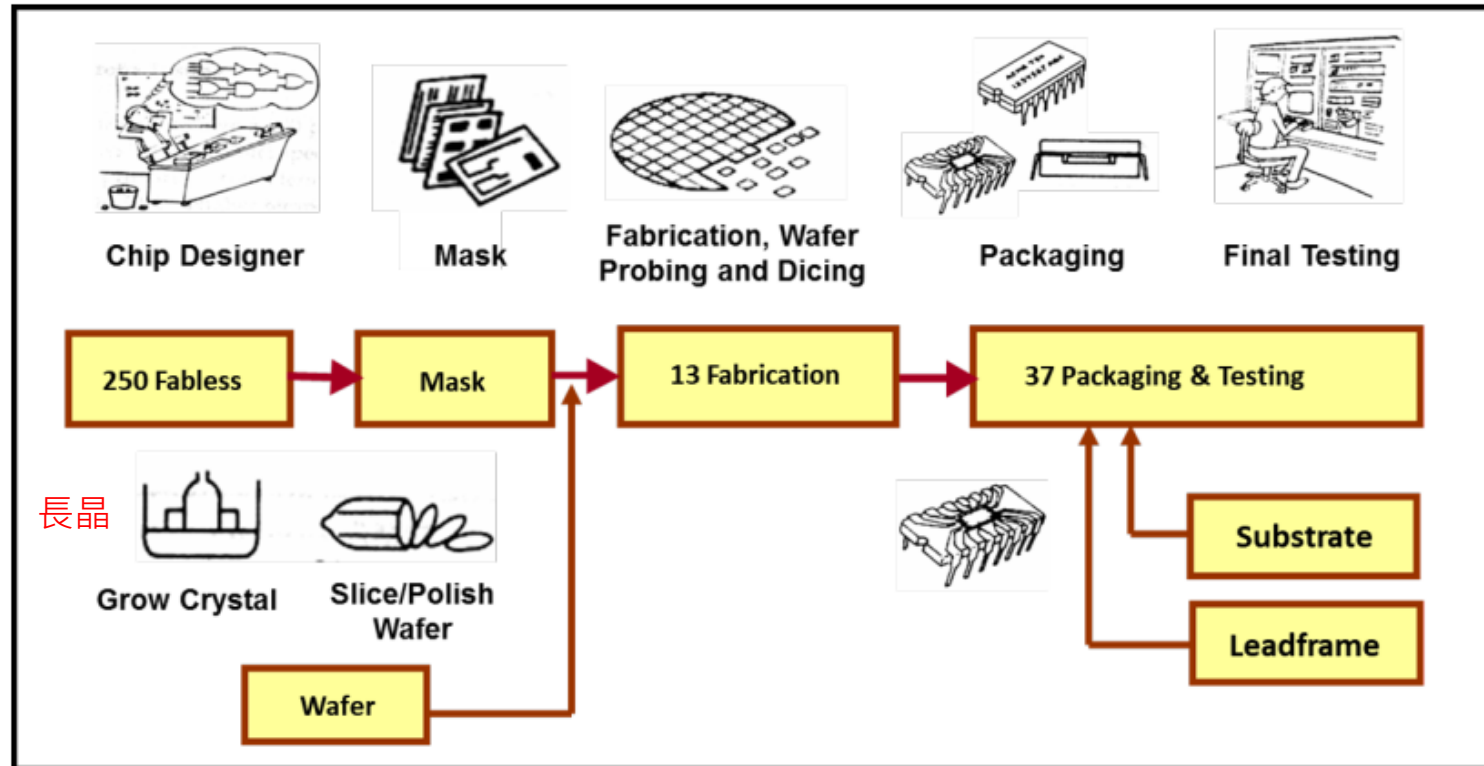


補充：能帶理論

導體、半導體、絕緣體特性圖



補充：半導體技術簡易流程



Source : TSIA, ISTI-ITRI (May 2022)