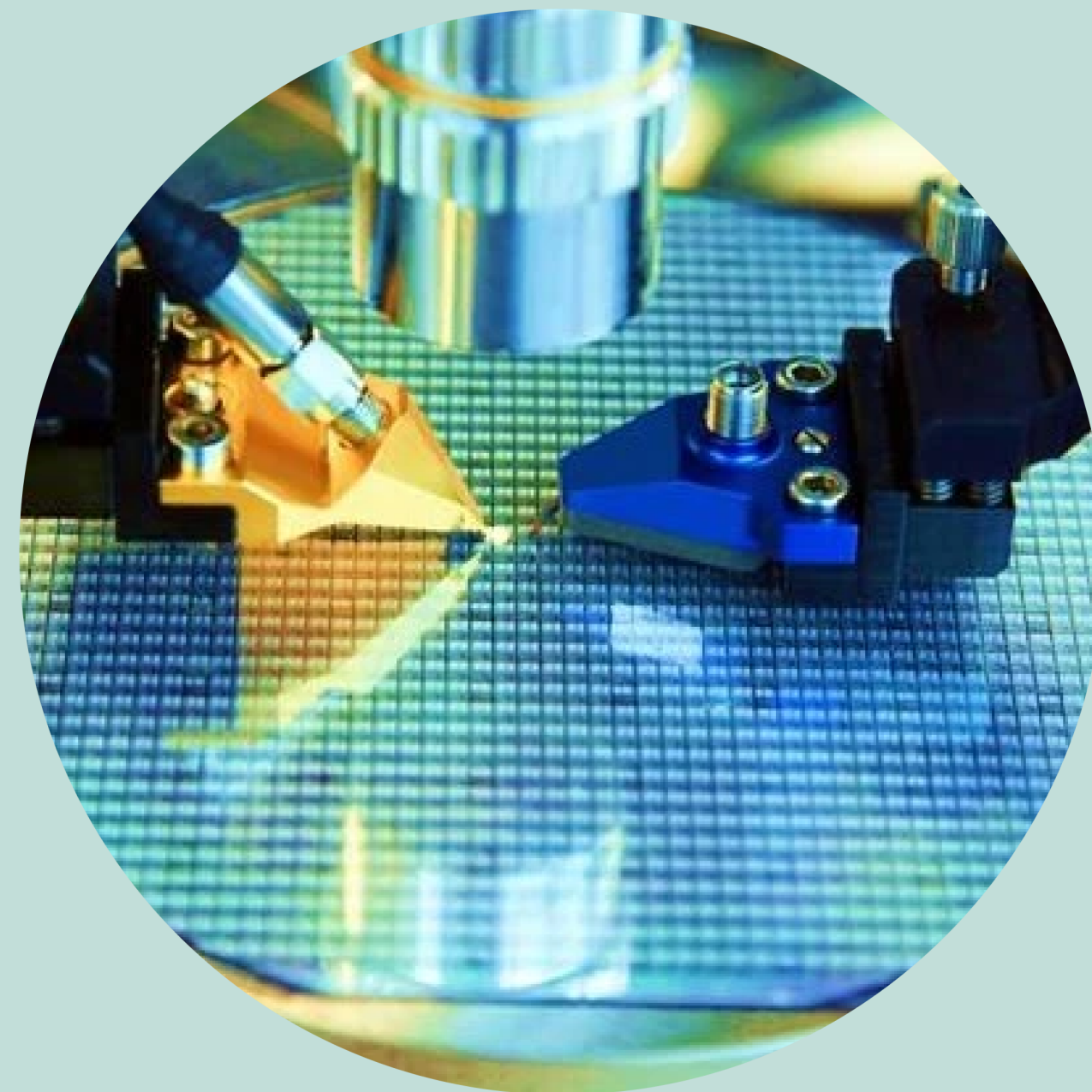


製程篇

電晶體製程

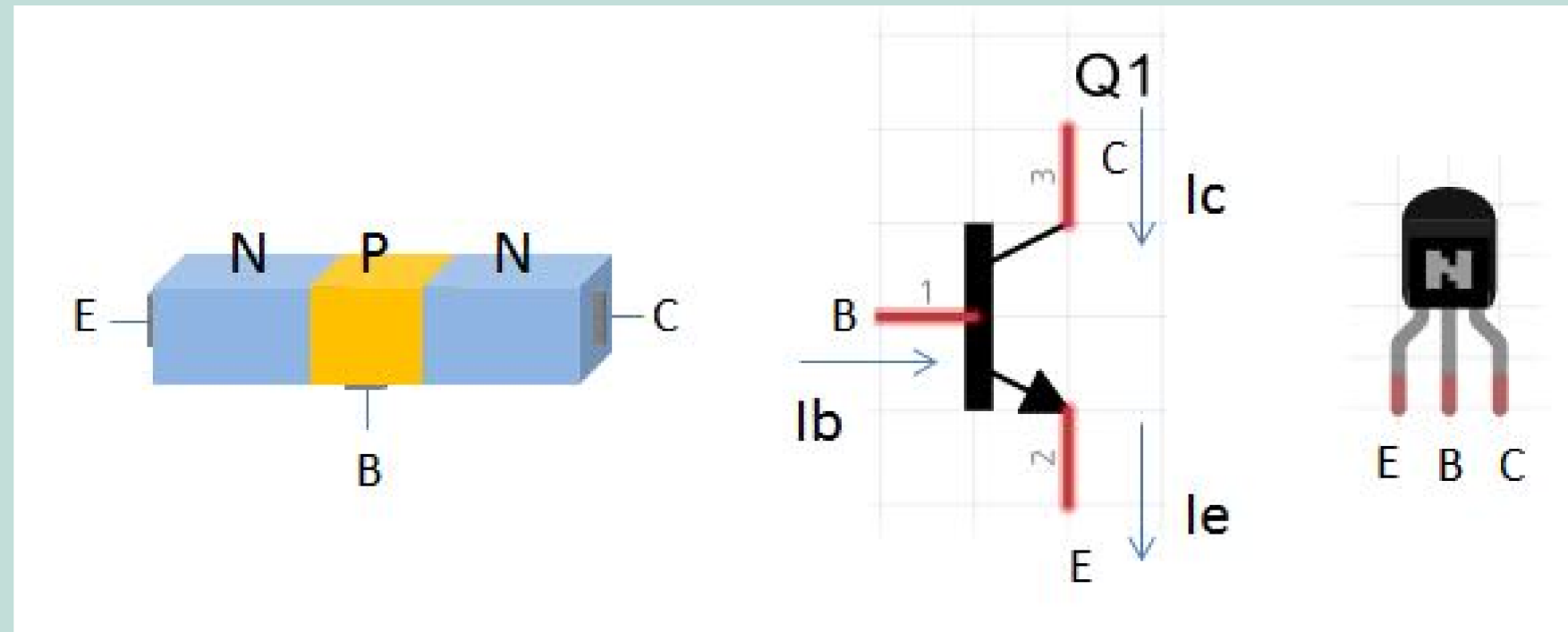
新竹女中 余佳紘



先大概了解一下電晶體

電晶體的定義和基礎原理

電晶體是一種非常重要的半導體元件，它可以用來放大和開關電流。



結構：電晶體通常由三個半導體層組成

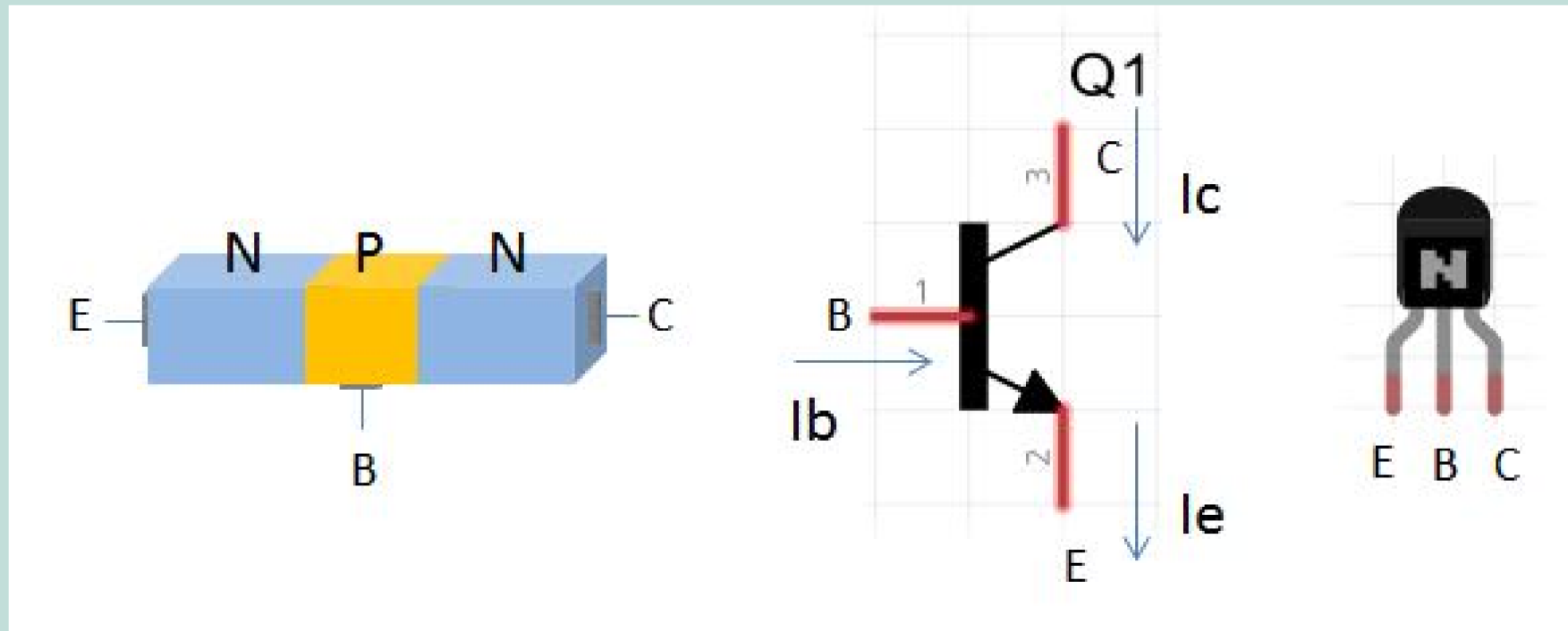
- 射極 (Emitter)：電流源頭，發射電子（或電洞）供電流流向其他區域。
- 基極 (Base)：它控制著電流的流動，決定了電晶體的開關狀態。
- 集電極 (Collector)：它負責收集從射極流出的電子。

這三層形成了典型的 NPN 或 PNP 結構，取決於半導體材料的類型。

矽(Si)是最常用的材料，但還有其他材料如砷化鎵(GaAs)和碳化矽(SiC)等。

電晶體的定義和基礎原理

電晶體是一種非常重要的半導體元件，它可以用來放大和開關電流。



結構：電晶體通常由三個半導體層組成

- 射極 (Emitter)：電流源頭，發射電子 (或電洞) 供電流流向其他區域。
- 基極 (Base)：它控制著電流的流動，決定了電晶體的開關狀態。
- 集電極 (Collector)：它負責收集從射極流出的電子。

這三層形成了典型的 NPN 或 PNP 結構，取決於半導體材料的類型。

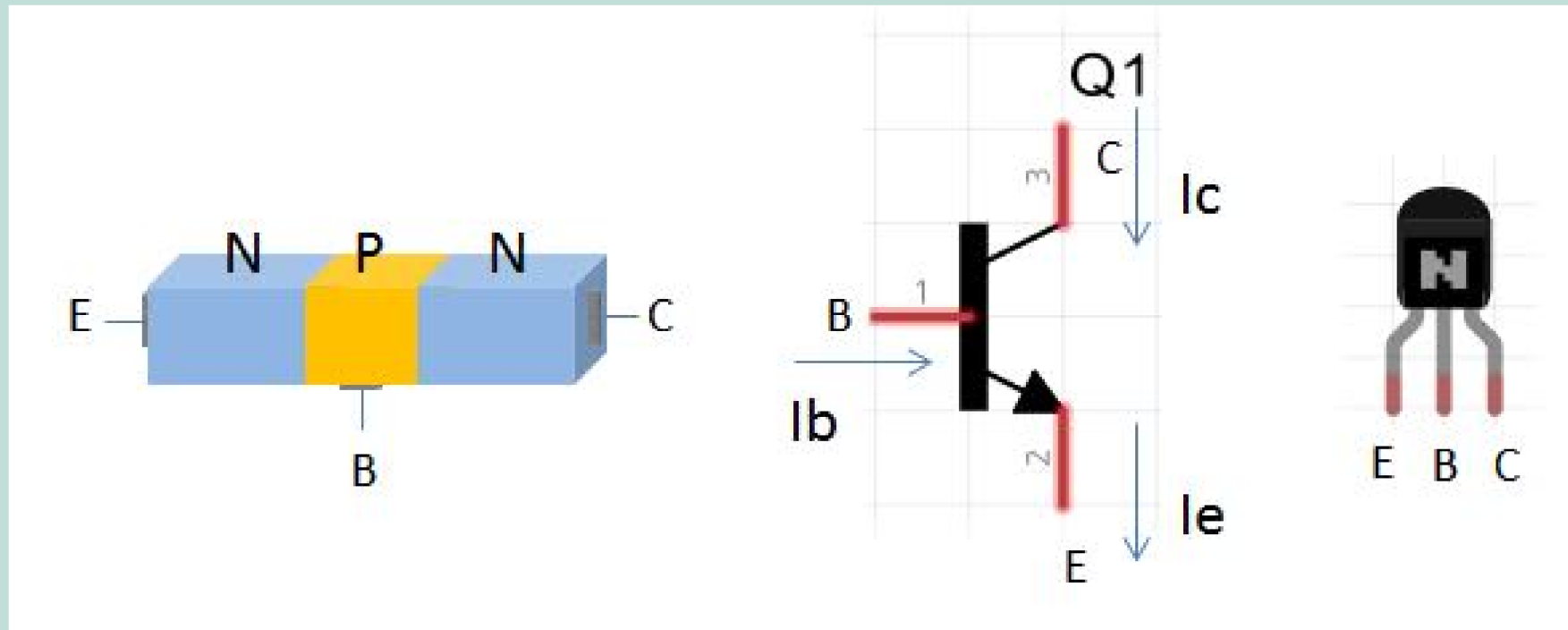
矽 (Si) 是最常用的材料，但還有其他材料如砷化鎵 (GaAs) 和碳化矽 (SiC) 等。

N型半導體 (Negative)：
帶有額外的電子 (電子數多於平衡狀態)。

P型半導體 (Positive)：
帶有電洞 (電子數少於平衡狀態)。

電晶體的定義和基礎原理

電晶體是一種非常重要的半導體元件，它可以用來放大和開關電流。



N型半導體 (Negative) :
帶有額外的電子(電子數多於平衡狀態)。

P型半導體 (Positive) :
帶有電洞(電子數少於平衡狀態)。

結構：電晶體通常由三個半導體層組成

- 射極 (Emitter)：電流源頭，發射電子 (或電洞) 供電流流向其他區域。
- 基極 (Base)：它控制著電流的流動，決定了電晶體的開關狀態。
- 集電極 (Collector)：它負責收集從射極流出的電子。

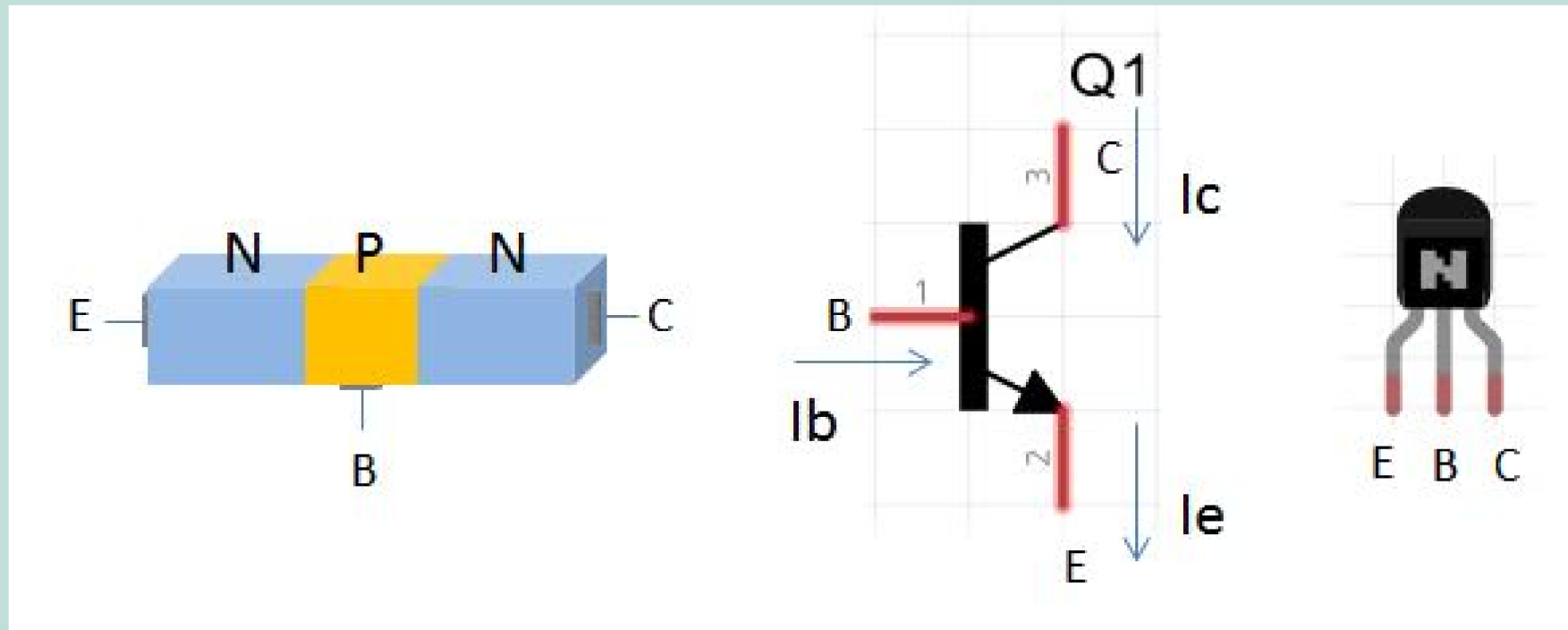
這三層形成了典型的 NPN 或 PNP 結構，取決於半導體材料的類型。

矽(Si)是最常用的材料，但還有其他材料如砷化鎵(GaAs)和碳化矽(SiC)等。



電晶體的定義和基礎原理

電晶體是一種非常重要的半導體元件，它可以用來放大和開關電流。



N型半導體 (Negative) :
帶有額外的電子(電子數多於平衡狀態)。

P型半導體 (Positive) :
帶有電洞(電子數少於平衡狀態)。

結構：電晶體通常由三個半導體層組成

- 射極 (Emitter)：電流源頭，發射電子（或電洞）供電流流向其他區域。
- 基極 (Base)：它控制著電流的流動，決定了電晶體的開關狀態。
- 集電極 (Collector)：它負責收集從射極流出的電子。

這三層形成了典型的 NPN 或 PNP 結構，取決於半導體材料的類型。

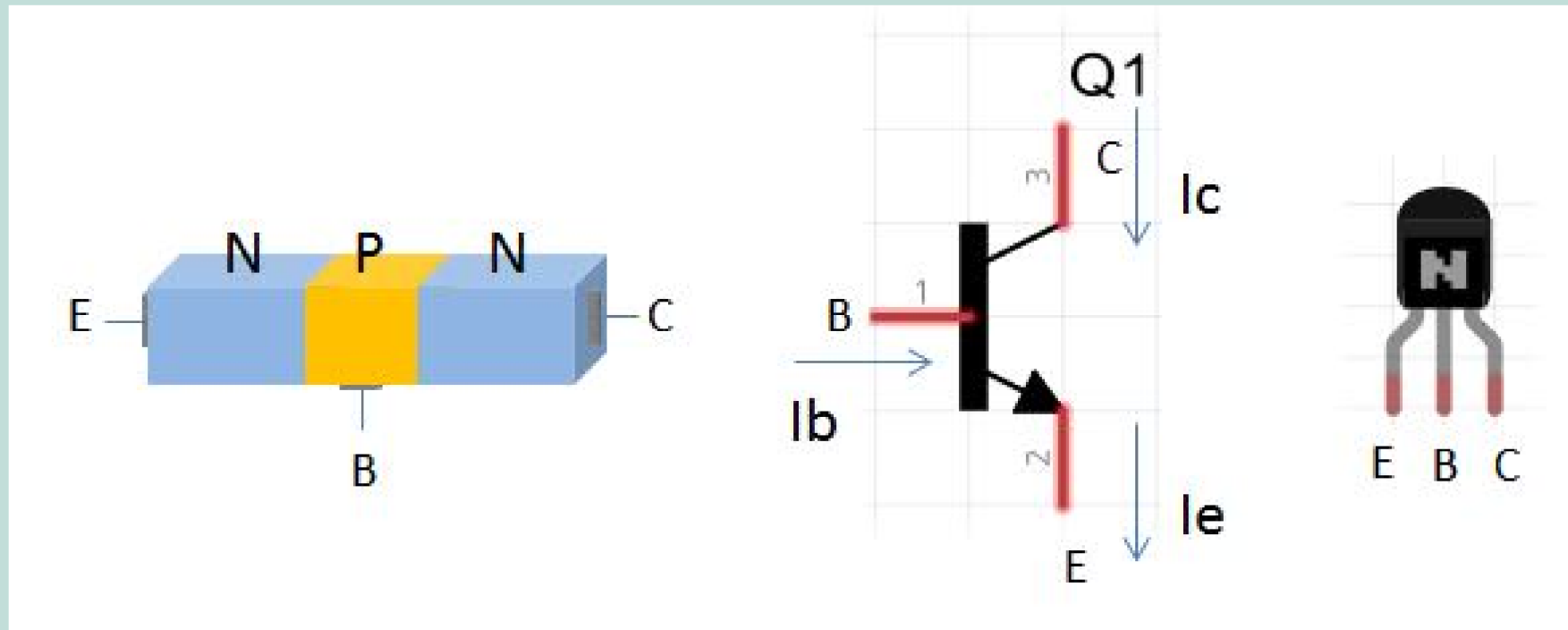
矽(Si)是最常用的材料，但還有其他材料如砷化鎵(GaAs)和碳化矽(SiC)等。

P型



電晶體的定義和基礎原理

電晶體是一種非常重要的半導體元件，它可以用來放大和開關電流。



N型半導體 (Negative) :
帶有額外的電子(電子數多於平衡狀態)。

P型半導體 (Positive) :
帶有電洞(電子數少於平衡狀態)。

結構：電晶體通常由三個半導體層組成

- 射極 (Emitter)：電流源頭，發射電子 (或電洞) 供電流流向其他區域。
- 基極 (Base)：它控制著電流的流動，決定了電晶體的開關狀態。
- 集電極 (Collector)：它負責收集從射極流出的電子。

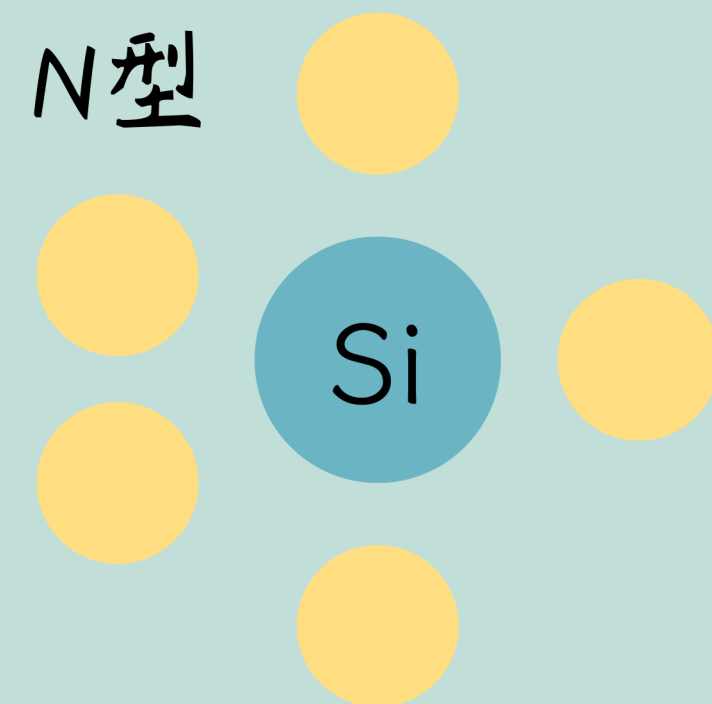
這三層形成了典型的 NPN 或 PNP 結構，取決於半導體材料的類型。

矽(Si)是最常用的材料，但還有其他材料如砷化鎵(GaAs)和碳化矽(SiC)等。

P型

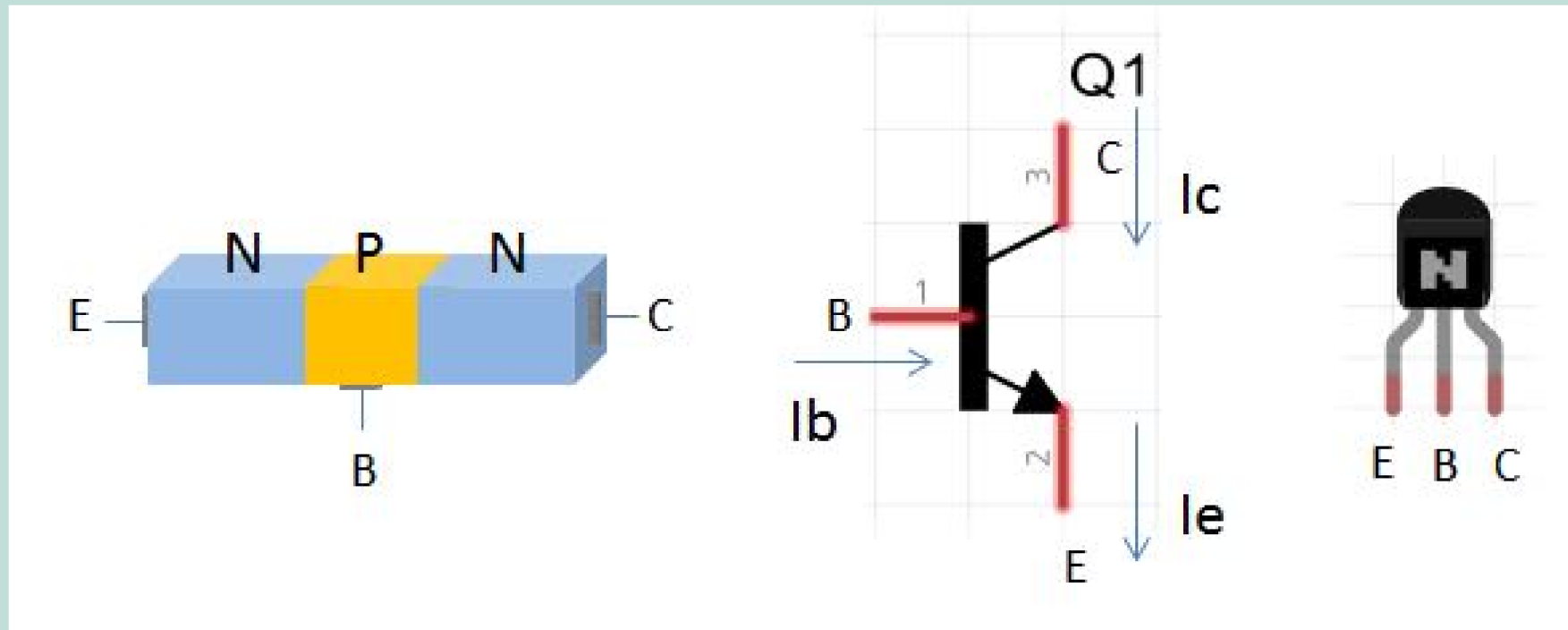


N型



電晶體的定義和基礎原理

電晶體是一種非常重要的半導體元件，它可以用來放大和開關電流。



N型半導體 (Negative) :
帶有額外的電子(電子數多於平衡狀態)。

P型半導體 (Positive) :
帶有電洞(電子數少於平衡狀態)。

結構：電晶體通常由三個半導體層組成

- 射極 (Emitter)：電流源頭，發射電子 (或電洞) 供電流流向其他區域。
- 基極 (Base)：它控制著電流的流動，決定了電晶體的開關狀態。
- 集電極 (Collector)：它負責收集從射極流出的電子。

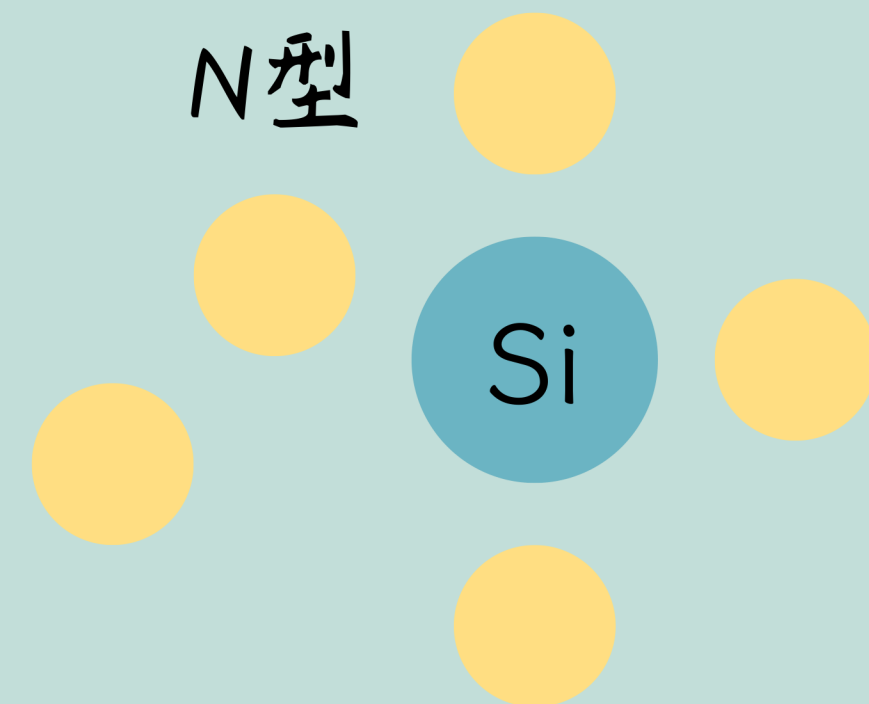
這三層形成了典型的 NPN 或 PNP 結構，取決於半導體材料的類型。

矽(Si)是最常用的材料，但還有其他材料如砷化鎵(GaAs)和碳化矽(SiC)等。

P型

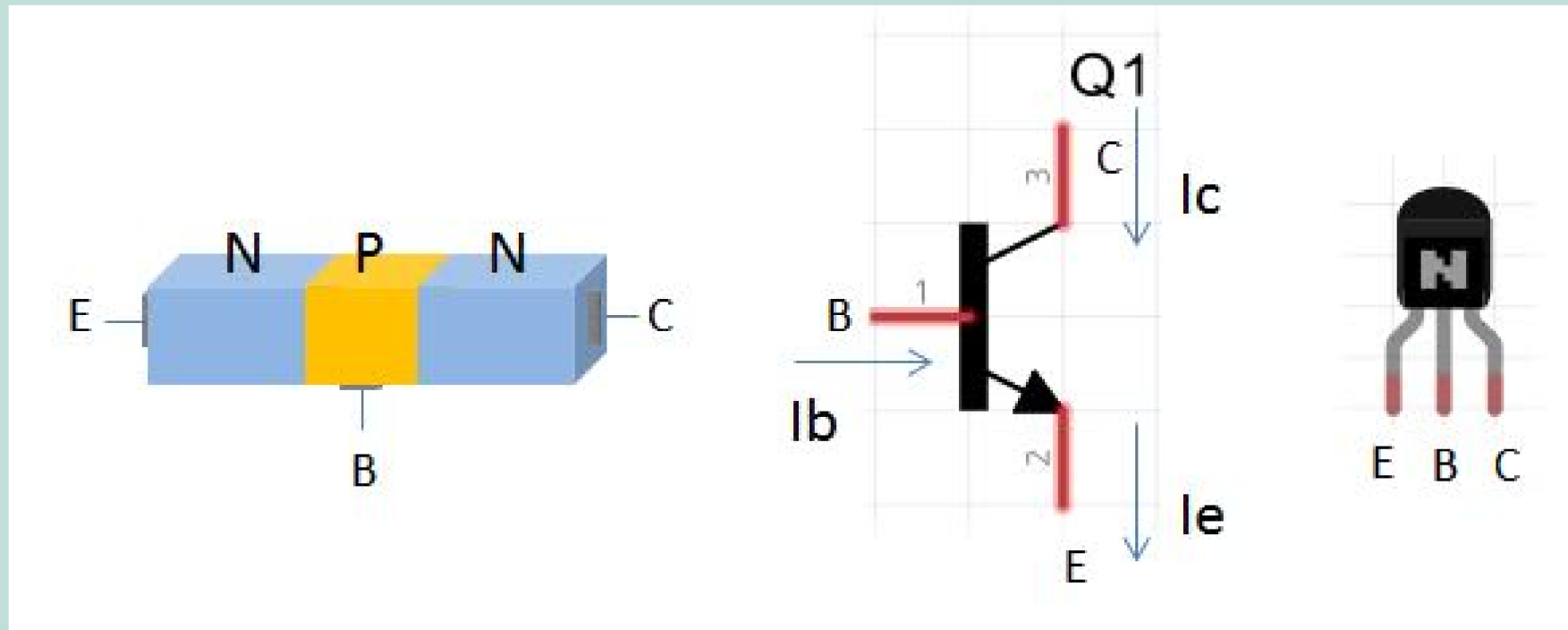


N型



電晶體的定義和基礎原理

電晶體是一種非常重要的半導體元件，它可以用來放大和開關電流。



N型半導體 (Negative) :
帶有額外的電子(電子數多於平衡狀態)。

P型半導體 (Positive) :
帶有電洞(電子數少於平衡狀態)。

結構：電晶體通常由三個半導體層組成

- 射極 (Emitter)：電流源頭，發射電子 (或電洞) 供電流流向其他區域。
- 基極 (Base)：它控制著電流的流動，決定了電晶體的開關狀態。
- 集電極 (Collector)：它負責收集從射極流出的電子。

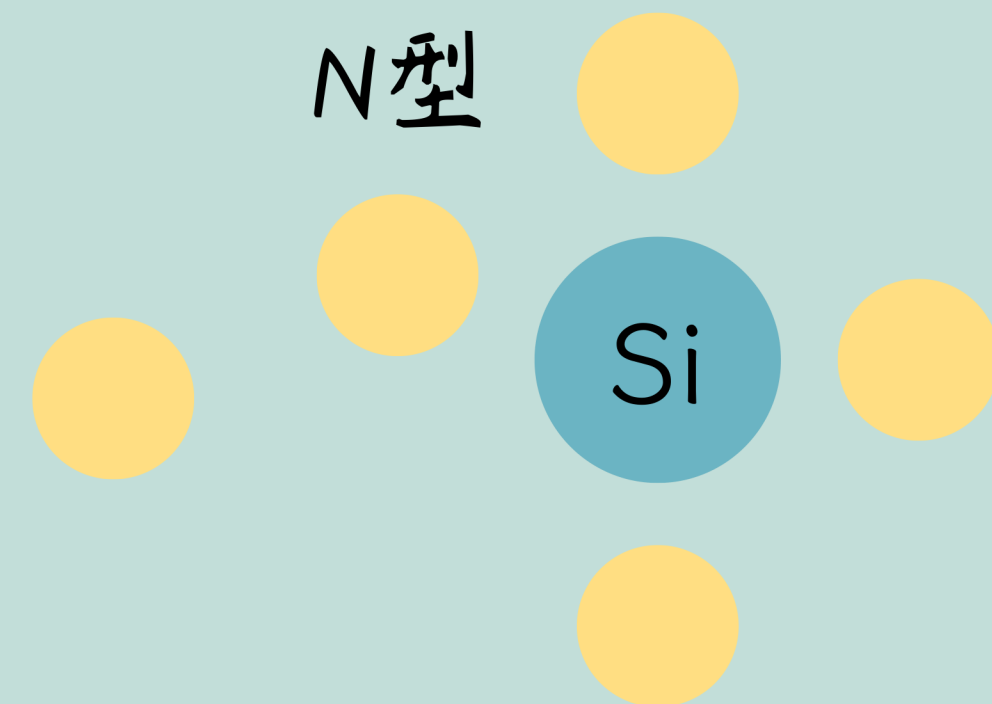
這三層形成了典型的 NPN 或 PNP 結構，取決於半導體材料的類型。

矽(Si)是最常用的材料，但還有其他材料如砷化鎵(GaAs)和碳化矽(SiC)等。

P型

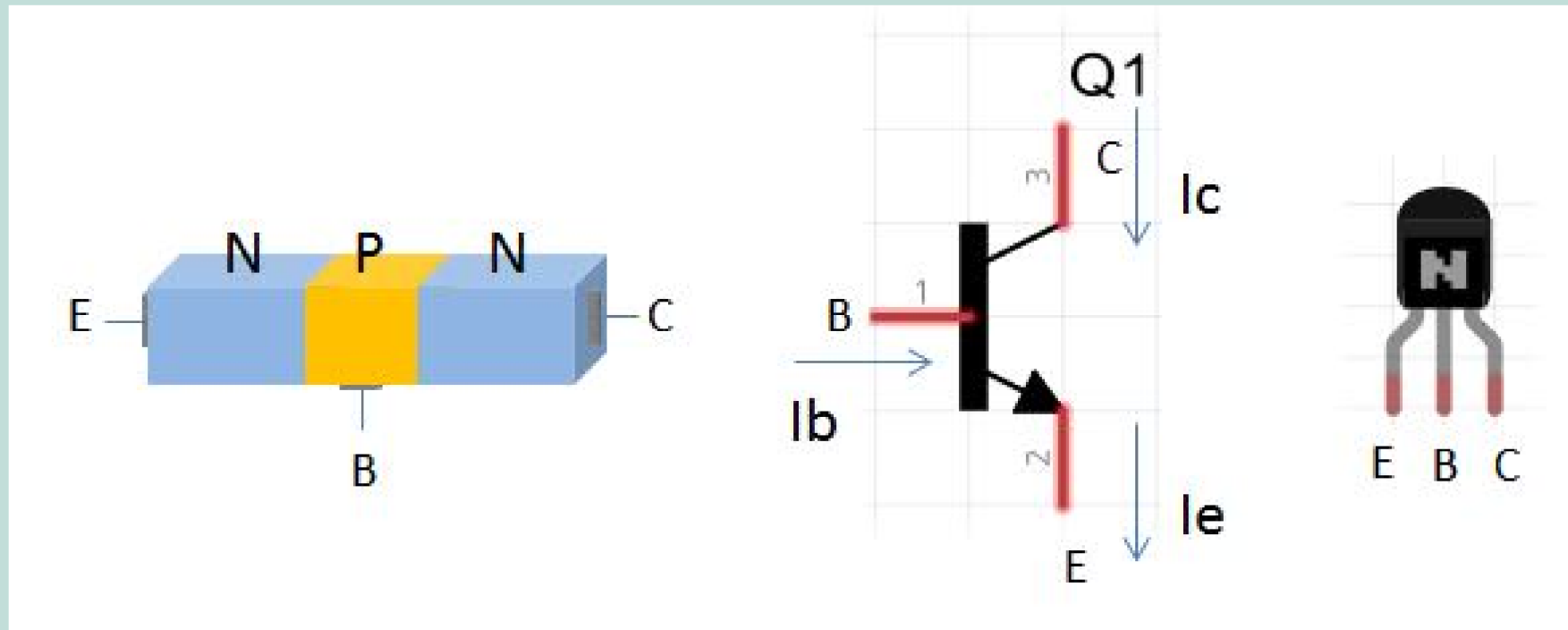


N型



電晶體的定義和基礎原理

電晶體是一種非常重要的半導體元件，它可以用來放大和開關電流。



N型半導體 (Negative) :
帶有額外的電子(電子數多於平衡狀態)。

P型半導體 (Positive) :
帶有電洞(電子數少於平衡狀態)。

結構：電晶體通常由三個半導體層組成

- 射極 (Emitter)：電流源頭，發射電子 (或電洞) 供電流流向其他區域。
- 基極 (Base)：它控制著電流的流動，決定了電晶體的開關狀態。
- 集電極 (Collector)：它負責收集從射極流出的電子。

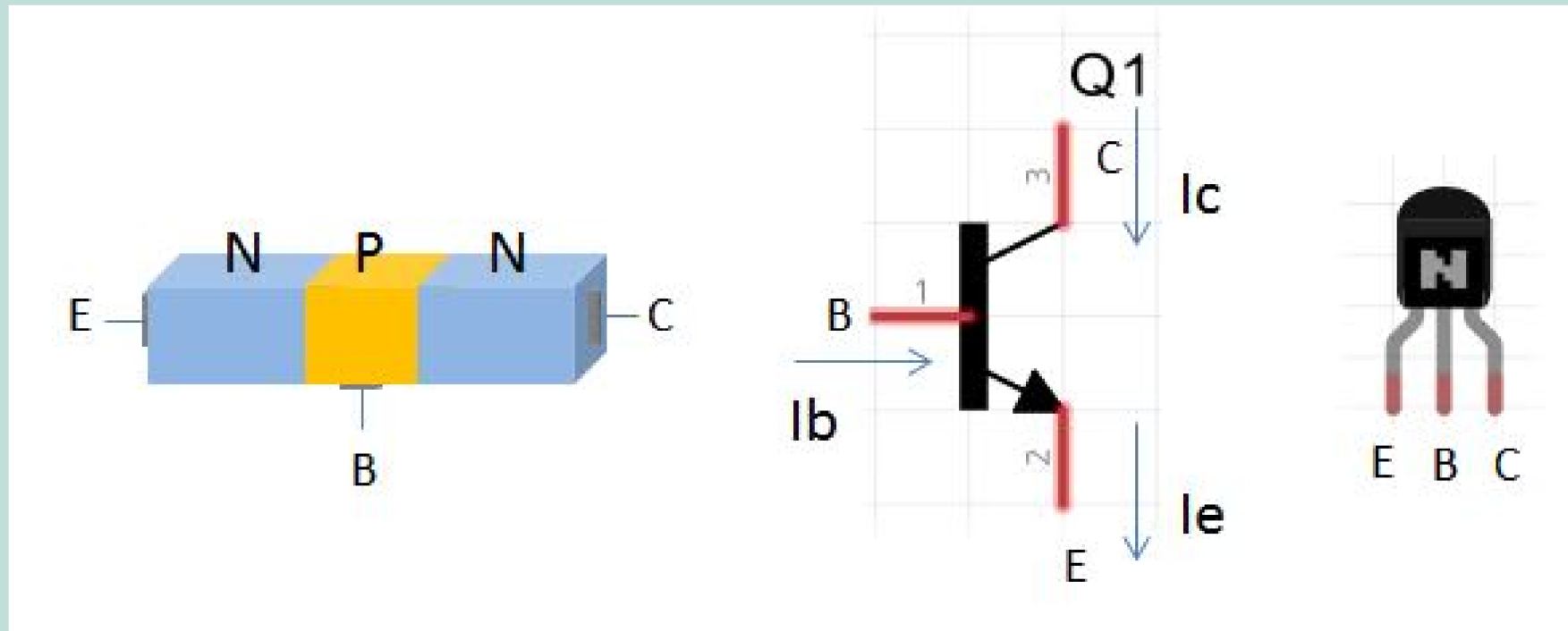
這三層形成了典型的 NPN 或 PNP 結構，取決於半導體材料的類型。

矽(Si)是最常用的材料，但還有其他材料如砷化鎵(GaAs)和碳化矽(SiC)等。



電晶體的定義和基礎原理

電晶體是一種非常重要的半導體元件，它可以用來放大和開關電流。



結構：電晶體通常由三個半導體層組成

- 射極 (Emitter)：電流源頭，發射電子 (或電洞) 供電流流向其他區域。
- 基極 (Base)：它控制著電流的流動，決定了電晶體的開關狀態。
- 集電極 (Collector)：它負責收集從射極流出的電子。

這三層形成了典型的 NPN 或 PNP 結構，取決於半導體材料的類型。

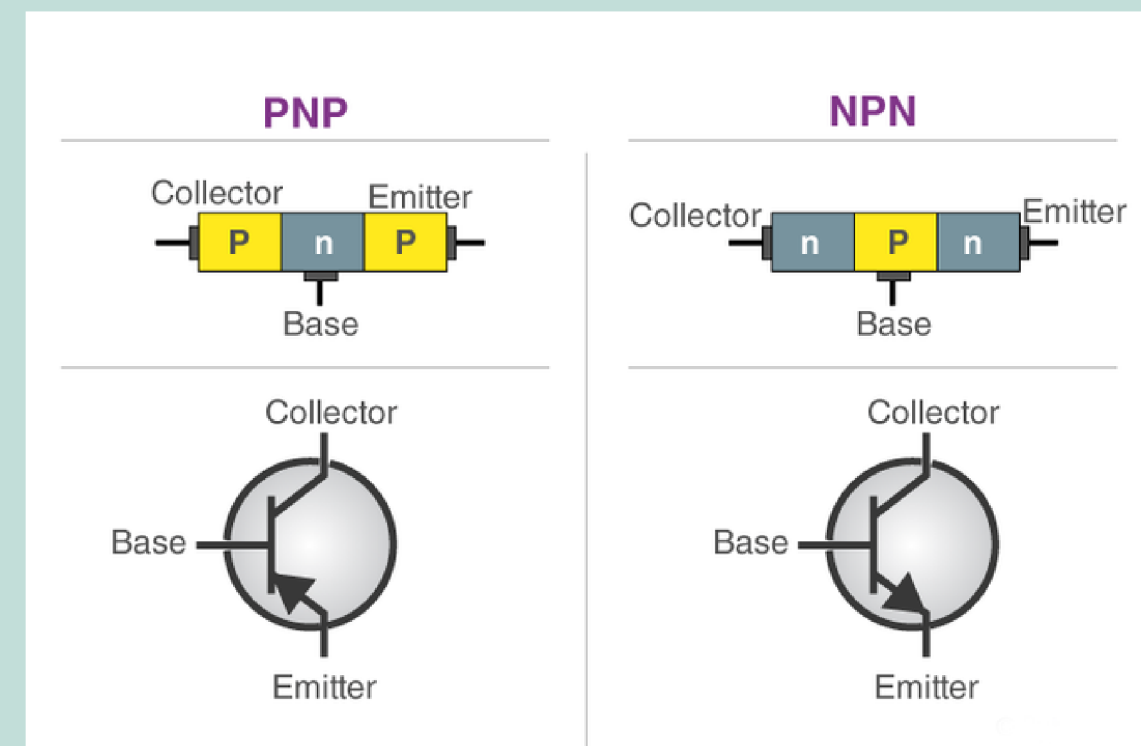
矽 (Si) 是最常用的材料，但還有其他材料如砷化鎵 (GaAs) 和碳化矽 (SiC) 等。

NPN型電晶體：

電流流向：電子從集電極流向基極，然後再從基極流向集極。

PNP型電晶體：

電流流向：電洞從集電極流向基極，然後再從基極流向集極。

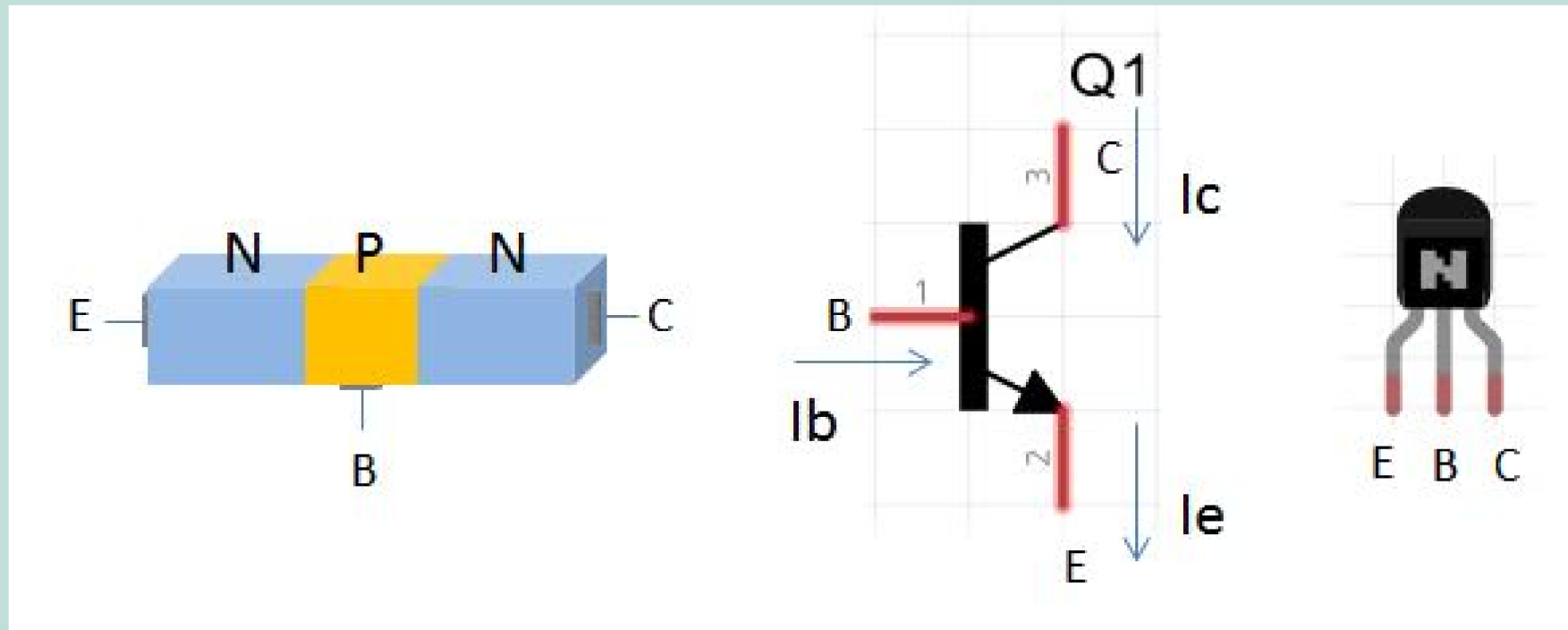


N型半導體 (Negative)：帶有額外的電子 (電子數多於平衡狀態)。

P型半導體 (Positive)：帶有電洞 (電子數少於平衡狀態)。

電晶體的定義和基礎原理

電晶體是一種非常重要的半導體元件，它可以用來放大和開關電流。



結構：電晶體通常由三個半導體層組成

- 射極 (Emitter)：電流源頭，發射電子 (或電洞) 供電流流向其他區域。
- 基極 (Base)：它控制著電流的流動，決定了電晶體的開關狀態。
- 集電極 (Collector)：它負責收集從射極流出的電子。

這三層形成了典型的 NPN 或 PNP 結構，取決於半導體材料的類型。

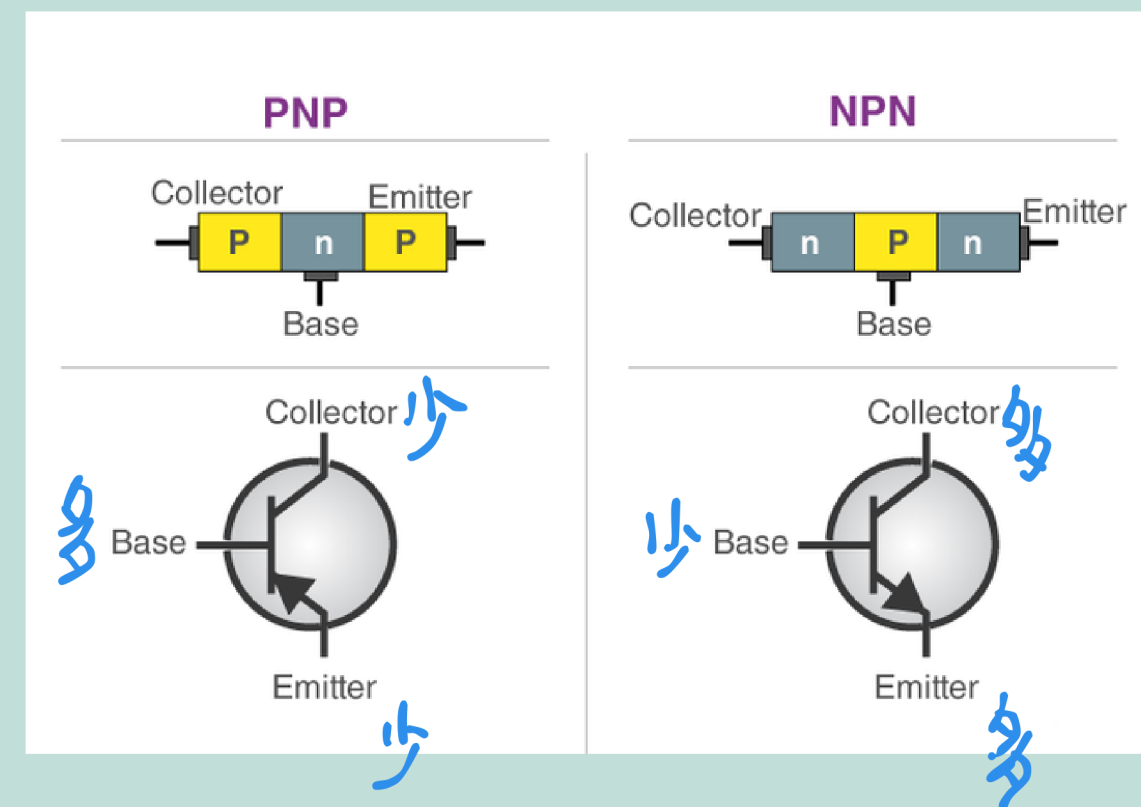
矽 (Si) 是最常用的材料，但還有其他材料如砷化鎵 (GaAs) 和碳化矽 (SiC) 等。

NPN型電晶體：

電流流向：電子從集電極流向基極，然後再從基極流向集極。

PNP型電晶體：

電流流向：電洞從集電極流向基極，然後再從基極流向集極。

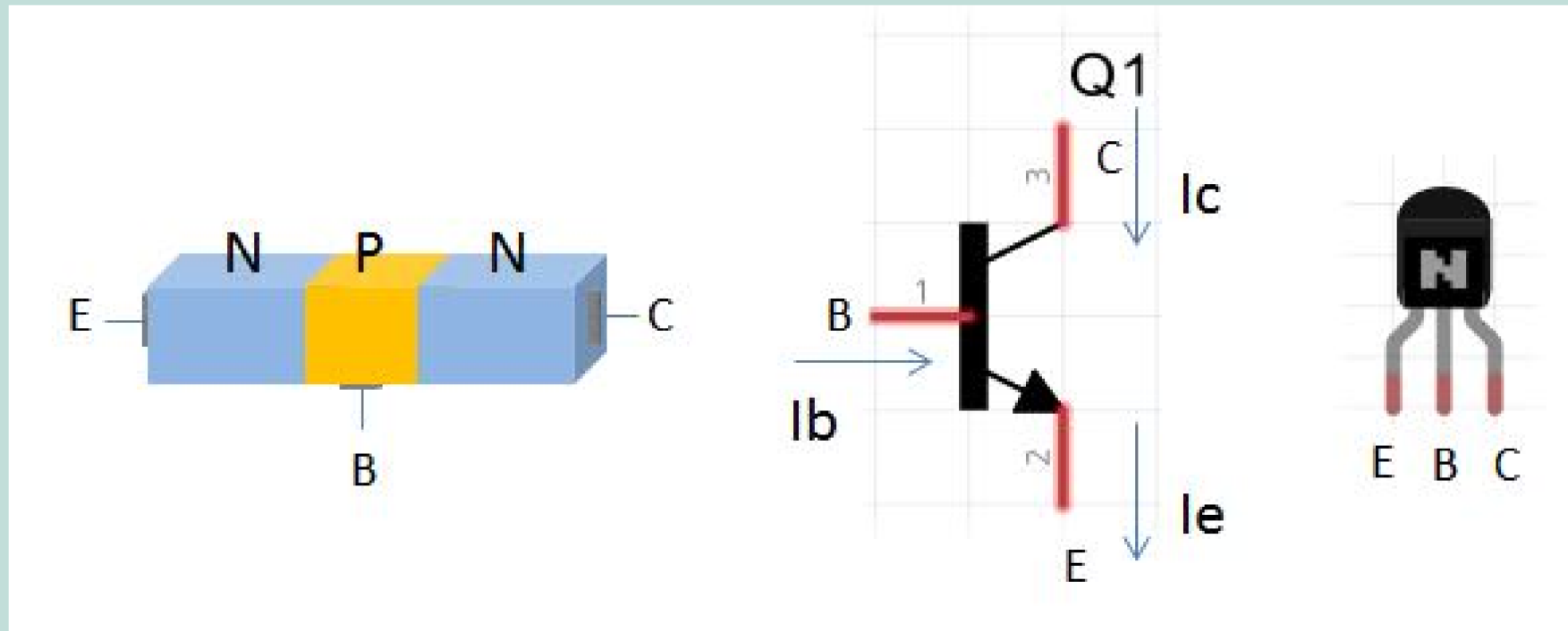


N型半導體 (Negative)：帶有額外的電子 (電子數多於平衡狀態)。

P型半導體 (Positive)：帶有電洞 (電子數少於平衡狀態)。

電晶體的定義和基礎原理

電晶體是一種非常重要的半導體元件，它可以用來放大和開關電流。



NPN型電晶體：

電流流向：電子從集電極流向基極，然後再從基極流向集極。

PNP型電晶體：

電流流向：電洞從集電極流向基極，然後再從基極流向集極。

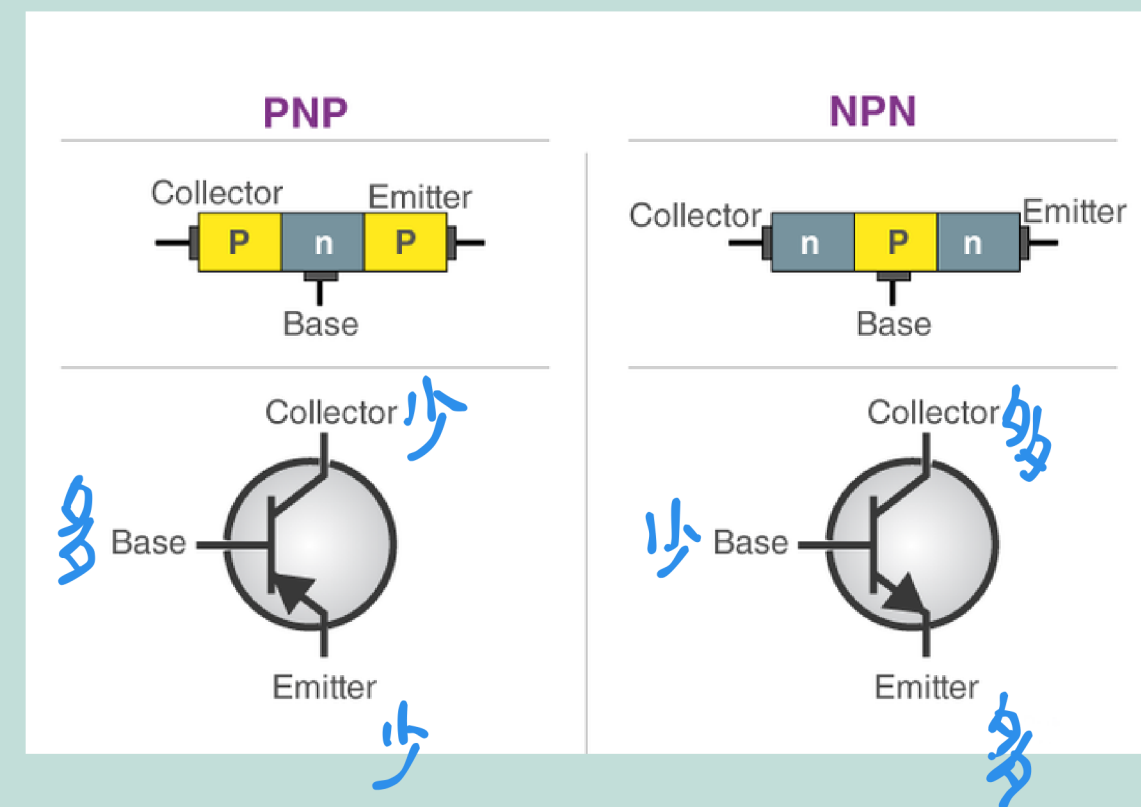
電流與電子流向相反

結構：電晶體通常由三個半導體層組成

- 射極 (Emitter)：電流源頭，發射電子 (或電洞) 供電流流向其他區域。
- 基極 (Base)：它控制著電流的流動，決定了電晶體的開關狀態。
- 集電極 (Collector)：它負責收集從射極流出的電子。

這三層形成了典型的 NPN 或 PNP 結構，取決於半導體材料的類型。

矽 (Si) 是最常用的材料，但還有其他材料如砷化鎵 (GaAs) 和碳化矽 (SiC) 等。



N型半導體 (Negative)：帶有額外的電子 (電子數多於平衡狀態)。

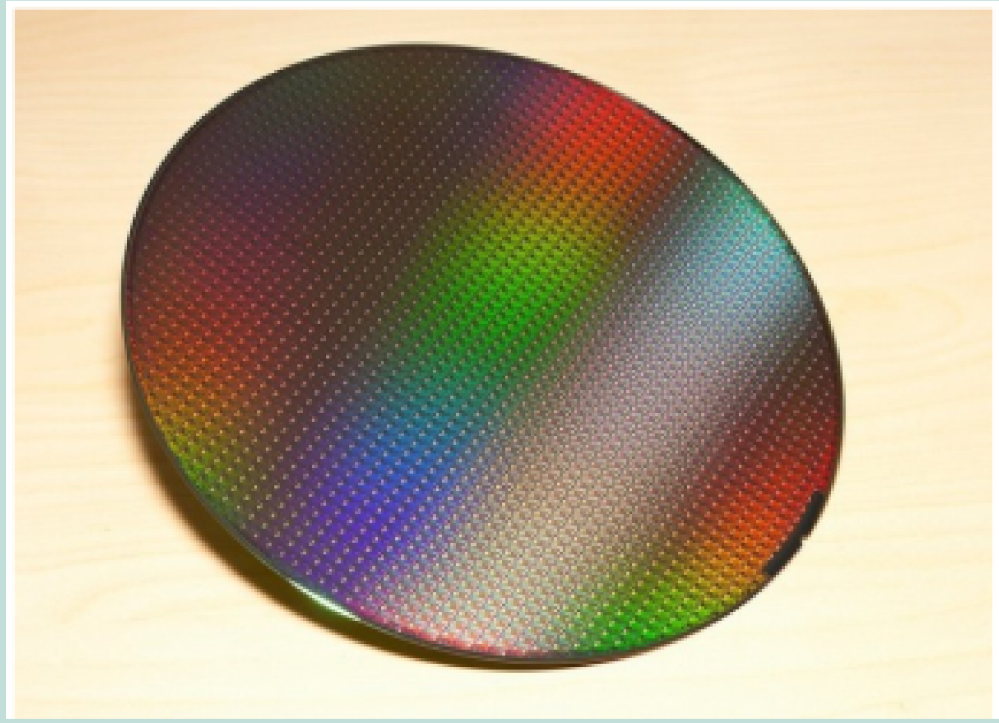
P型半導體 (Positive)：帶有電洞 (電子數少於平衡狀態)。

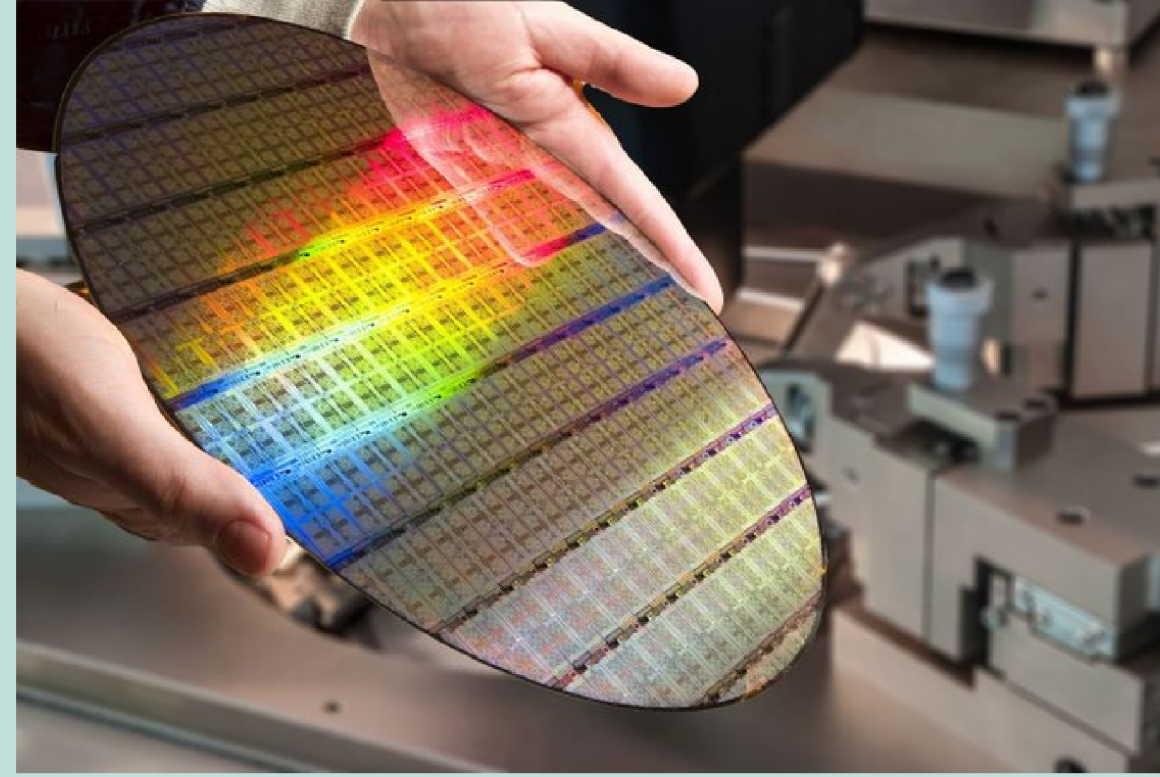
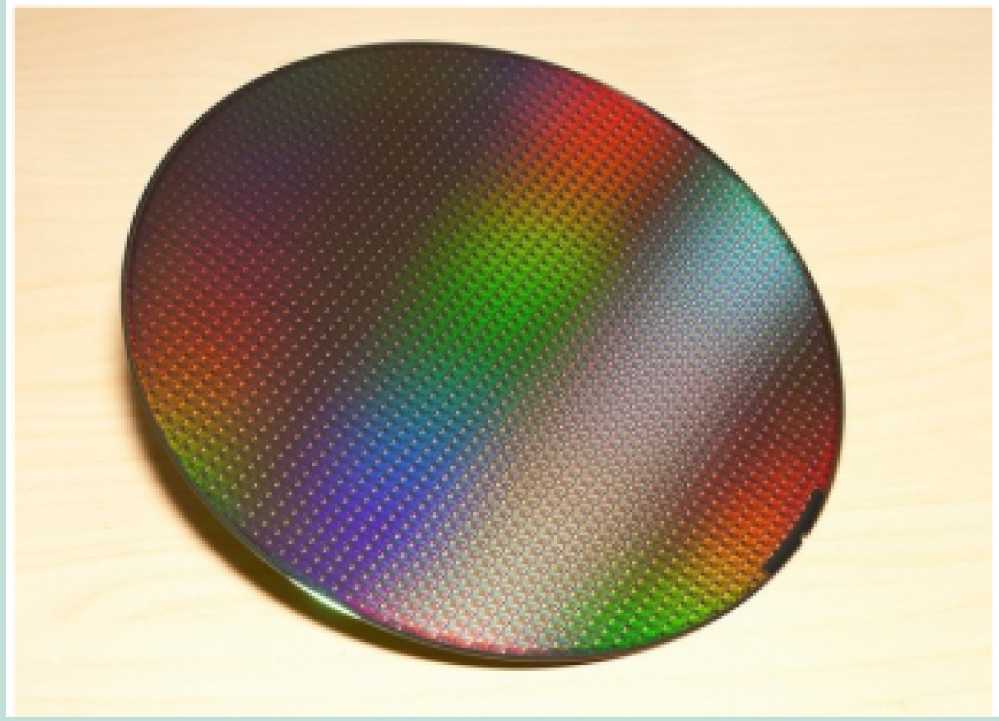
到底在製程甚麼？

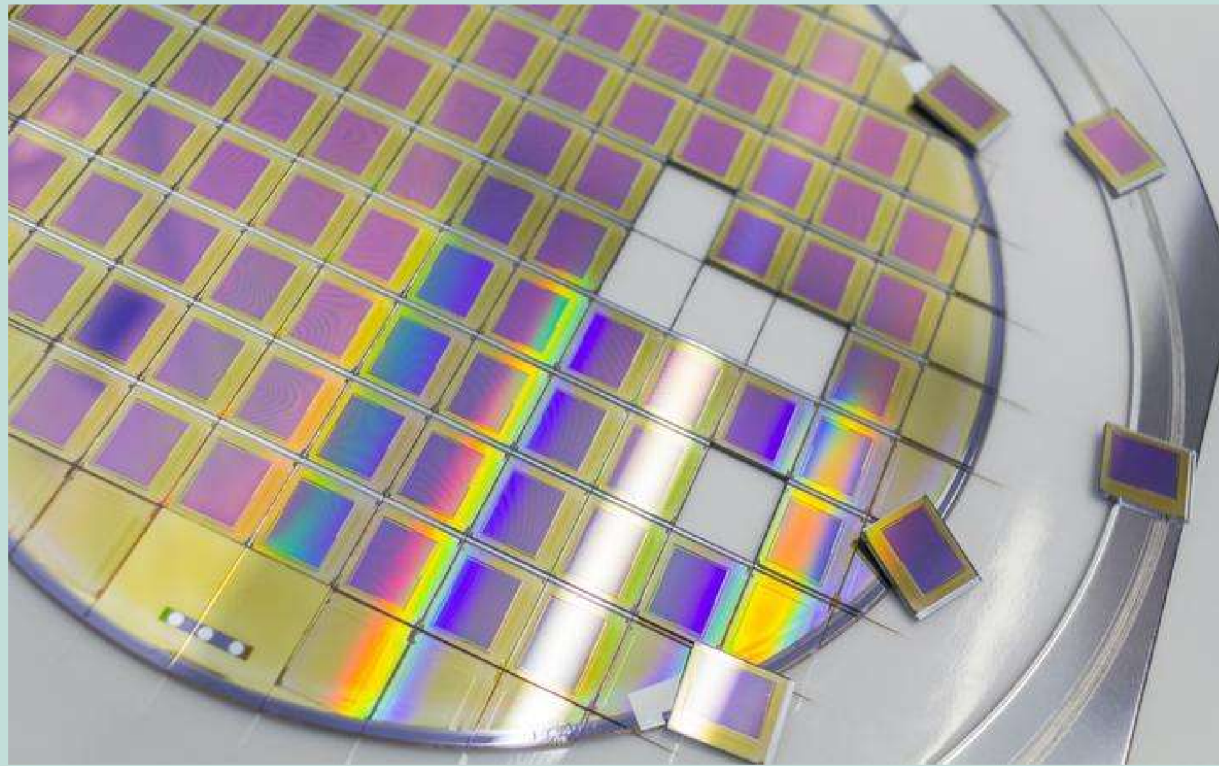
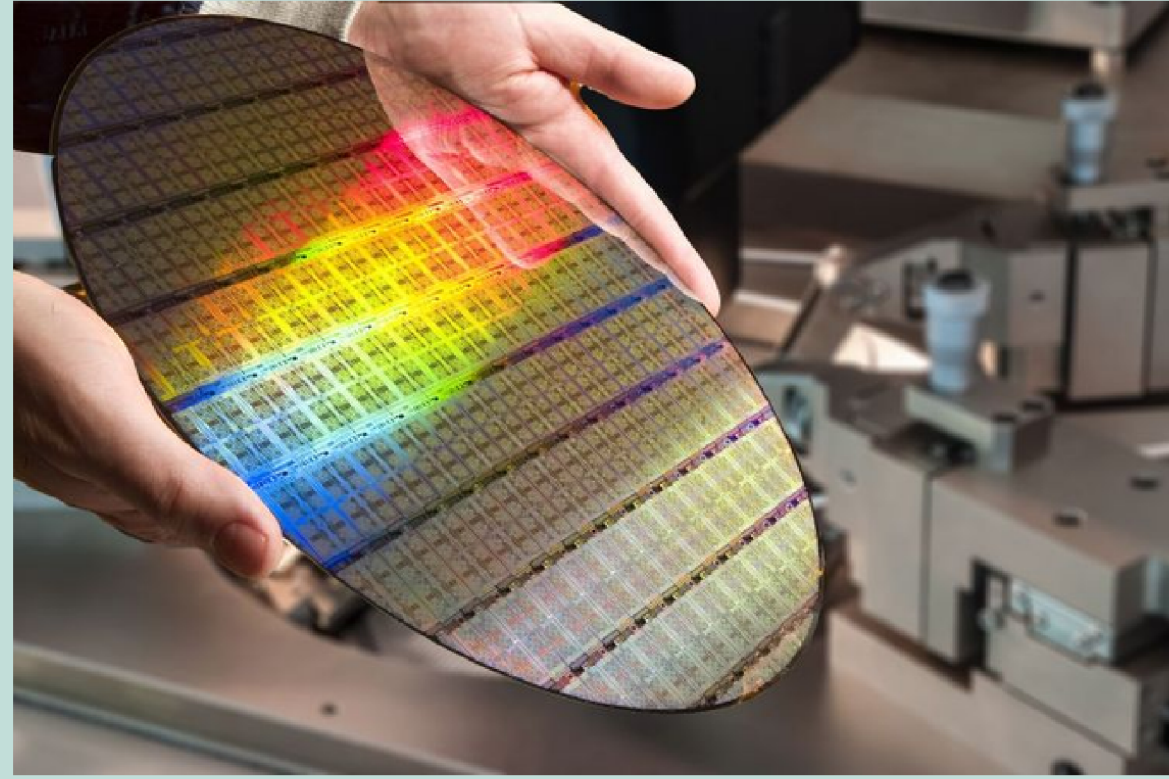
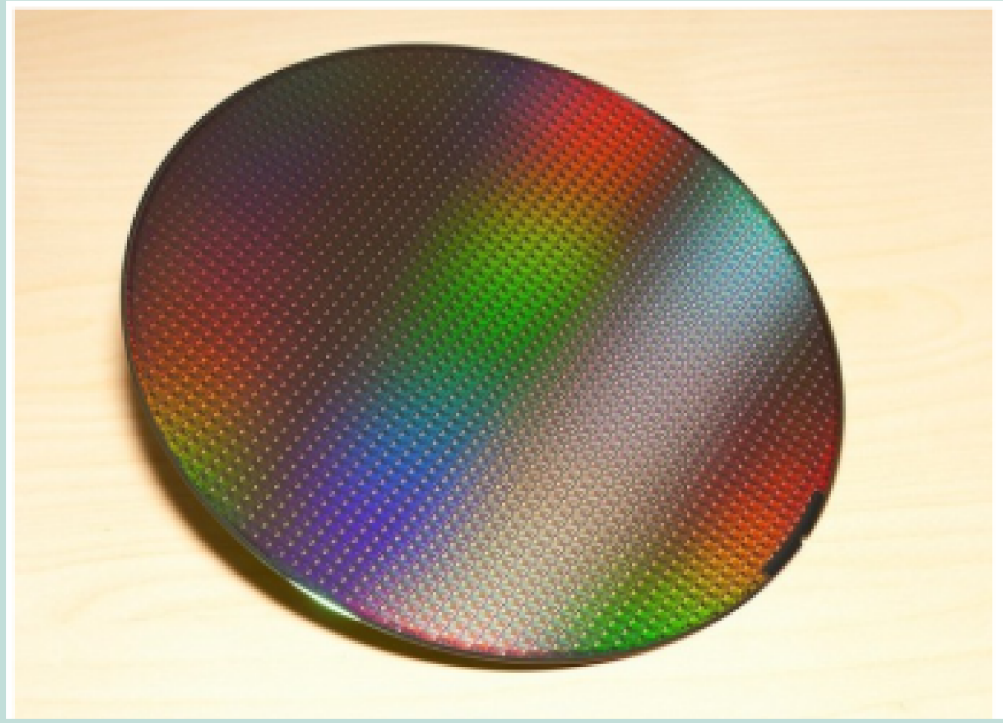
到底在製程甚麼？

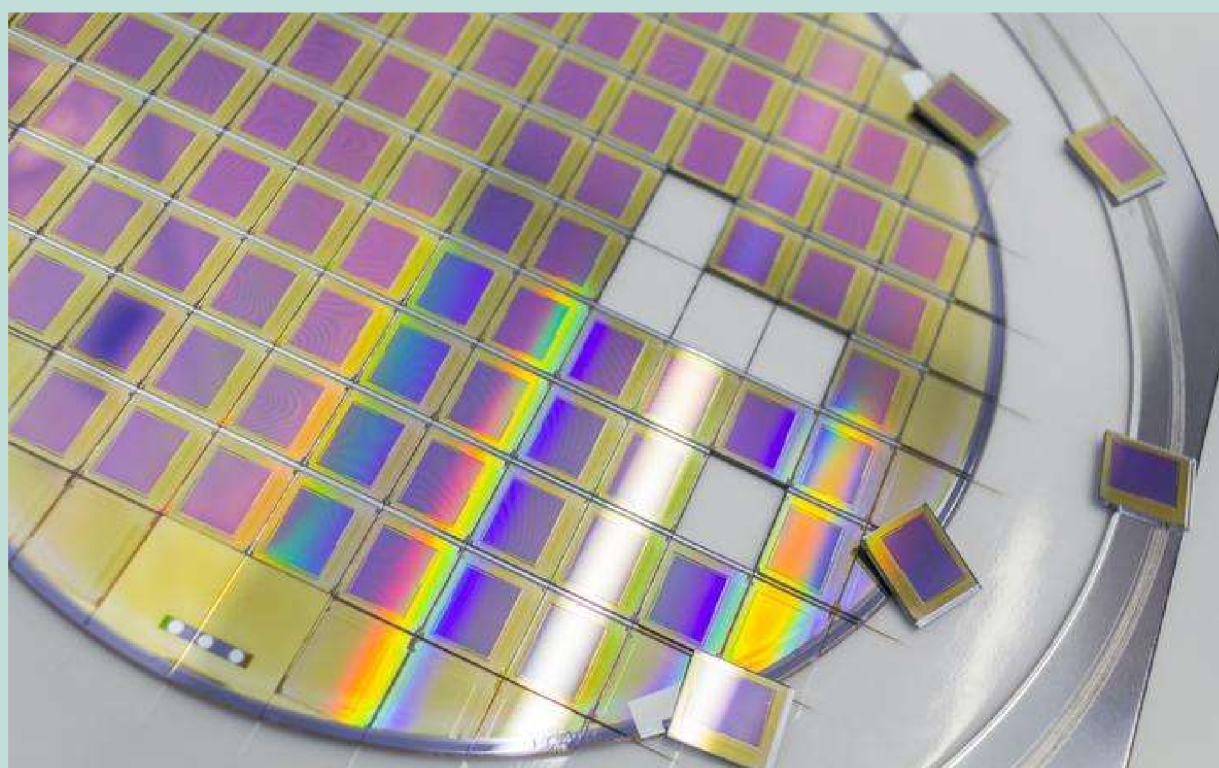
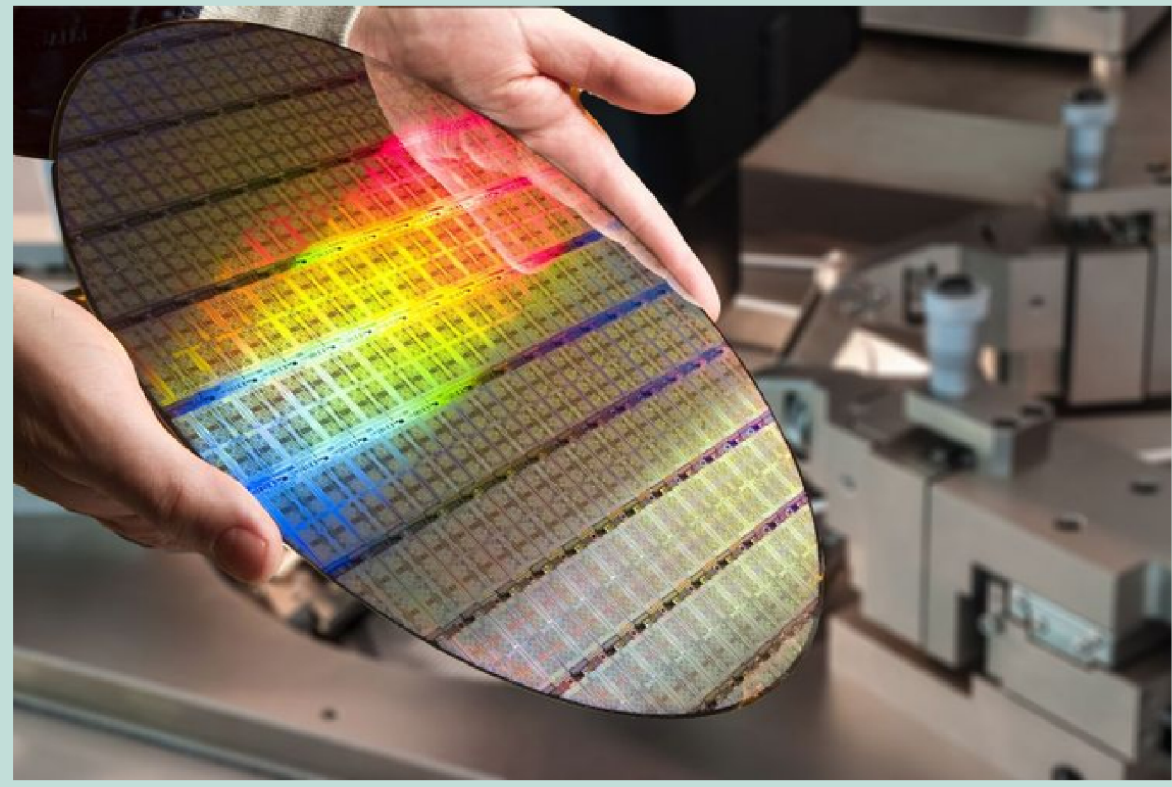
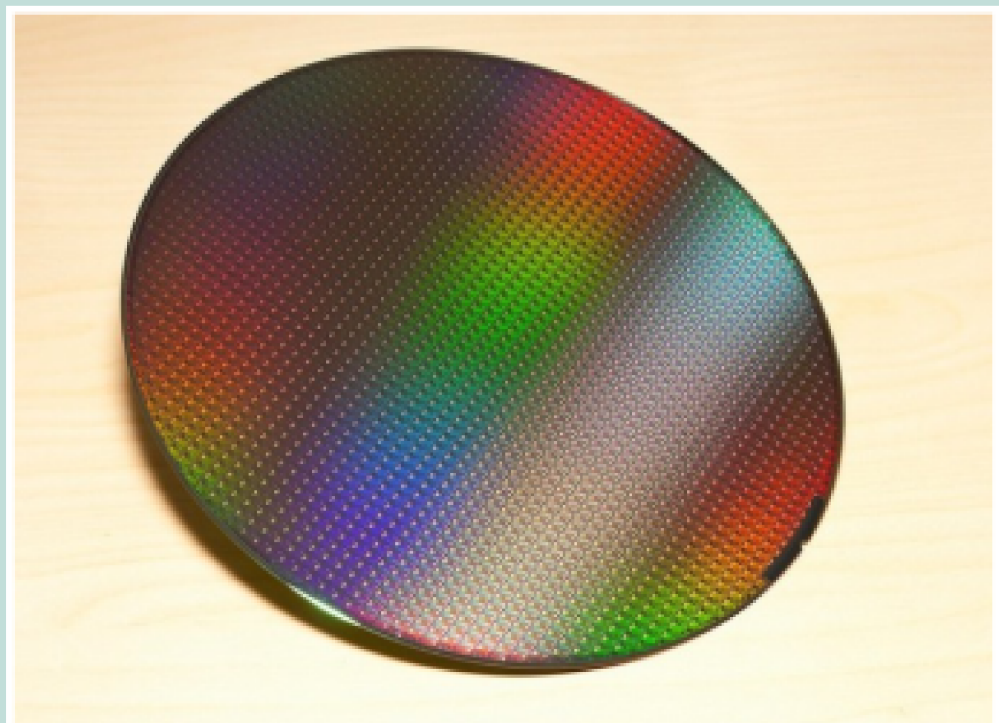
把電晶體做到晶片上！

經過不同的閘門演算來運行機器

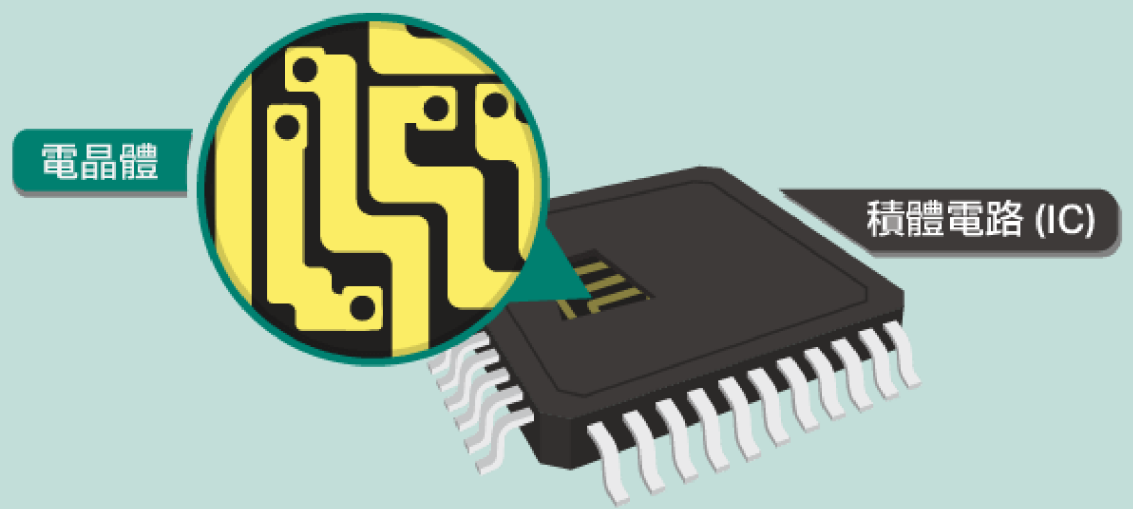






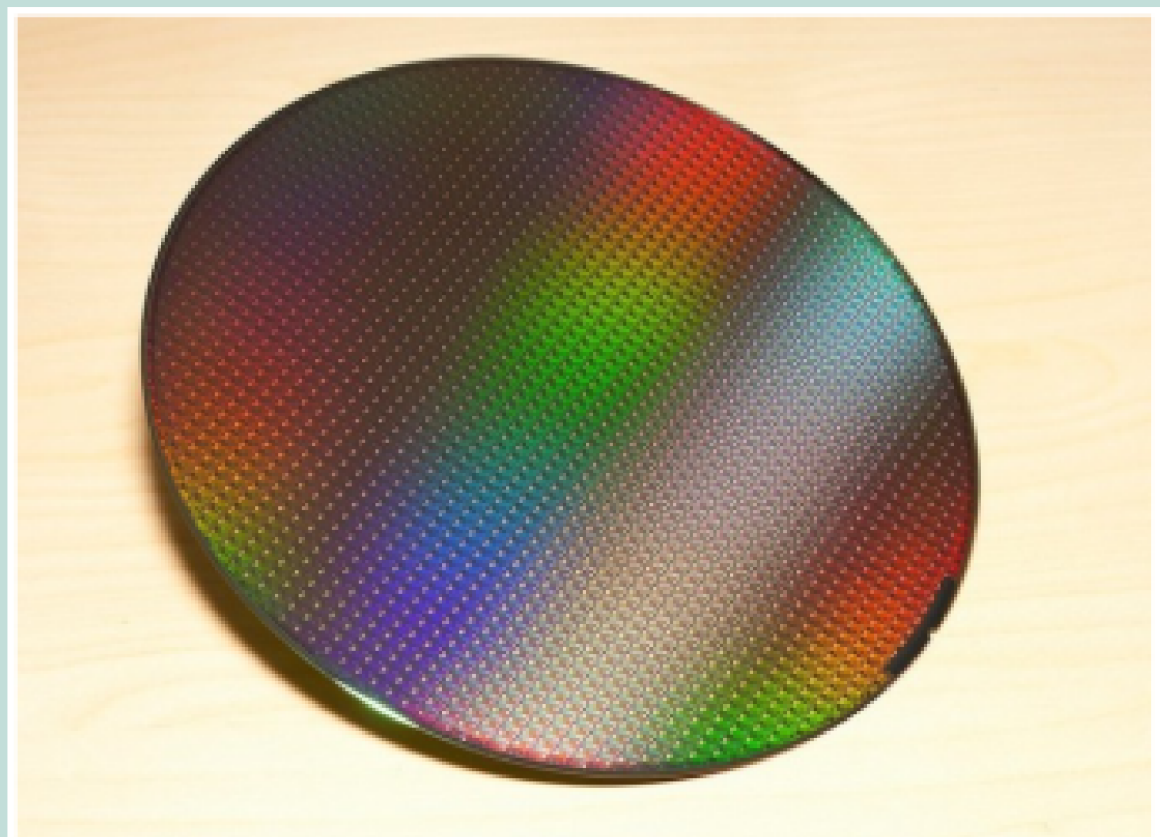


積體電路與電晶體



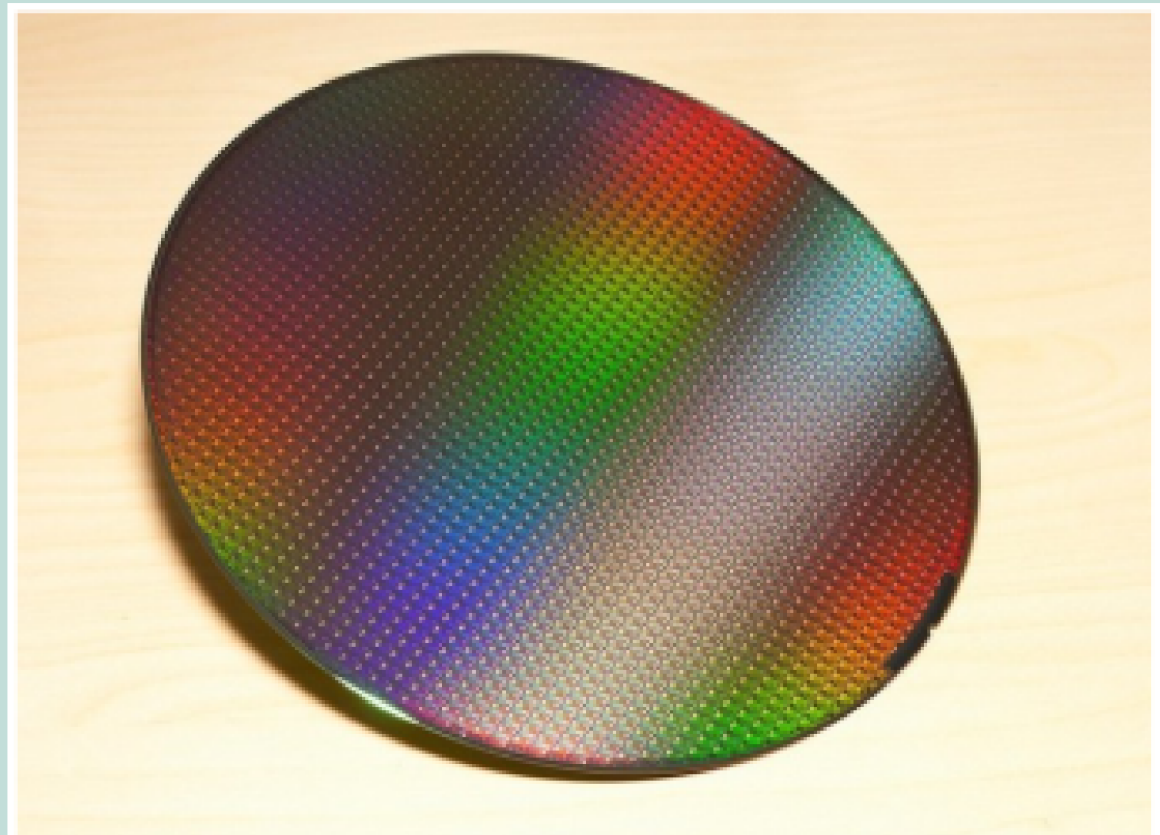
超大規模積體電路約有十萬個電晶體

製程---晶圓製備



?

製程---晶圓製備

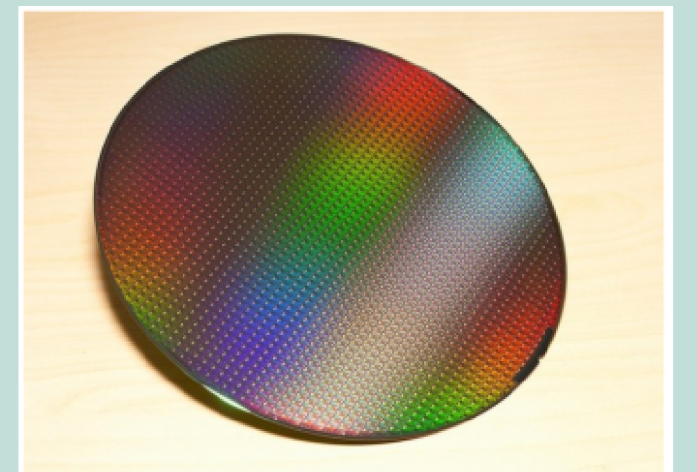


?

(矽)晶圓

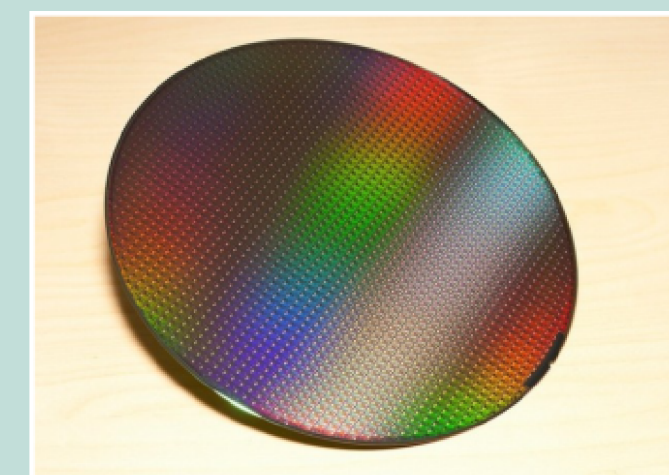
製程---晶圓製備

1. 純化



製程---晶圓製備

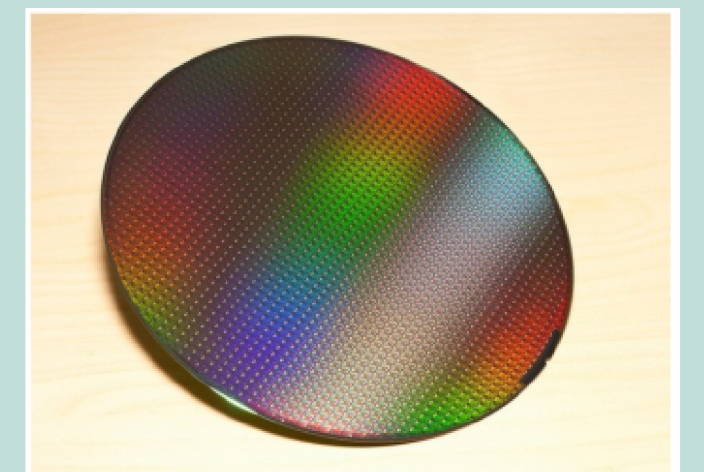
1. 純化 洗一洗、燒一燒



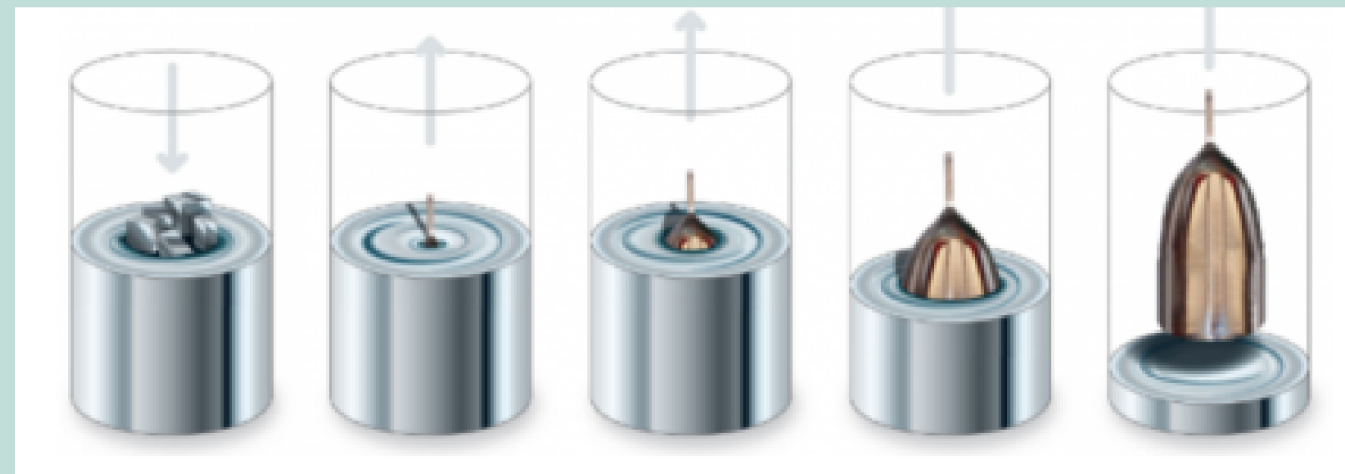
製程---晶圓製備

1. 純化 洗一洗、燒一燒

2. 形成矽晶柱(長晶)

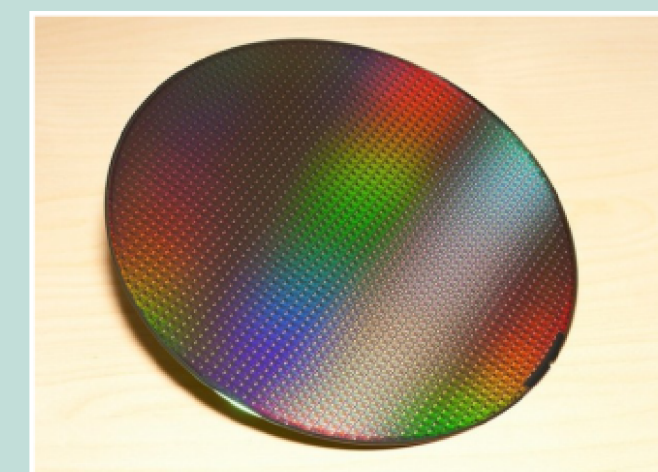


製程---晶圓製備



1. 純化 洗一洗、燒一燒

2. 形成矽晶柱(長晶) 從融漿中拉出來

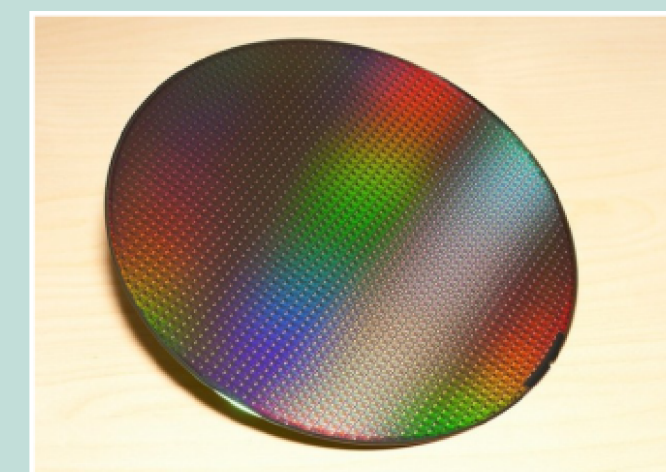


製程---晶圓製備

1. 純化 洗一洗、燒一燒

2. 形成矽晶柱(長晶) 從融漿中拉出來

3. 切片



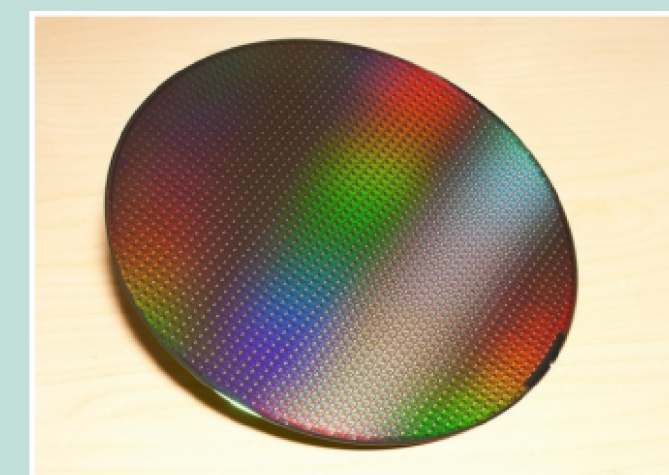
製程---晶圓製備

1. 純化 洗一洗、燒一燒

2. 形成矽晶柱(長晶) 從融漿中拉出來

3. 切片

4. 修飾 圓邊、研磨、蝕刻、去疵、拋光



有了一片晶圓然後？

有了一片晶圓然後？

該把電晶體“蓋”上去了

製程---加工步驟

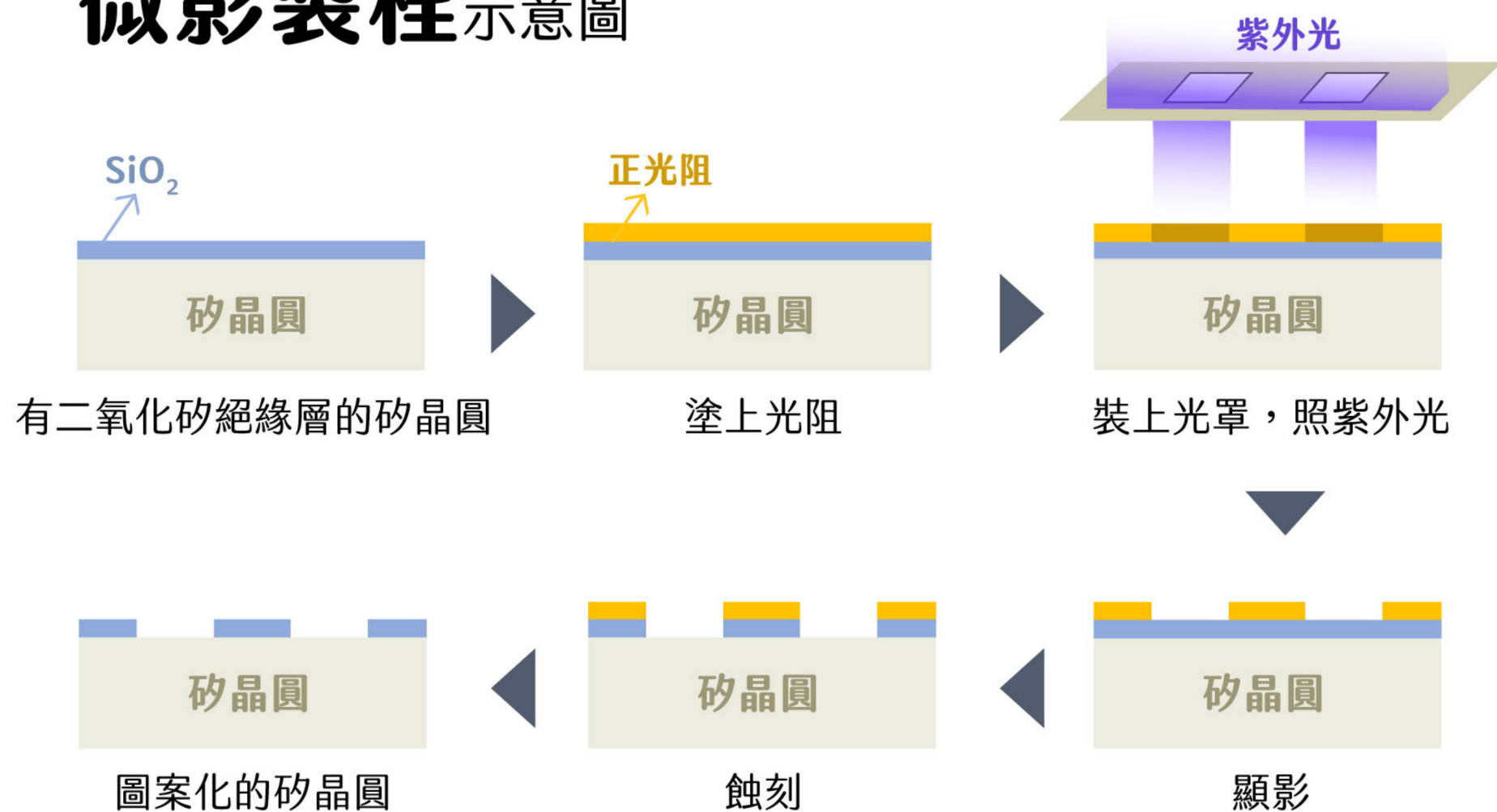
四大步驟

分層、曝光、蝕刻、參雜

製程---加工步驟

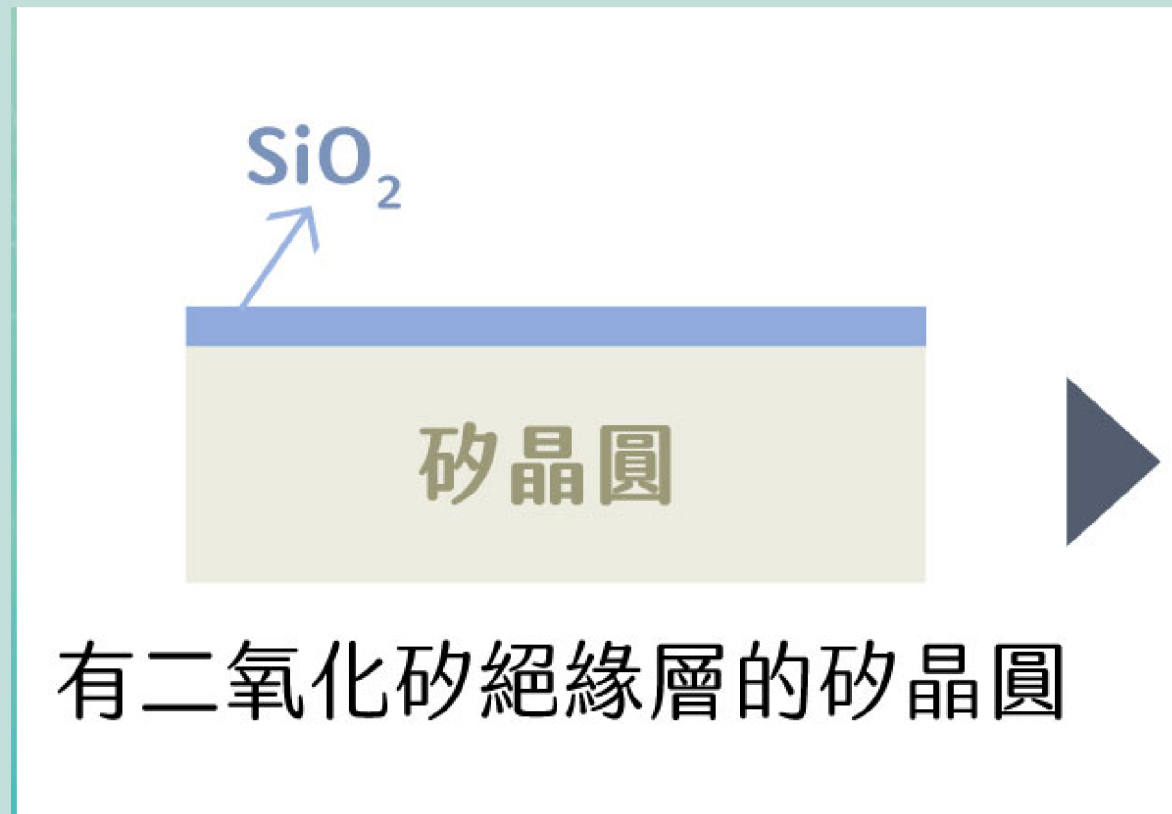
分層、曝光、蝕刻、參雜

微影製程示意圖



製程---加工步驟

分層、曝光、蝕刻、參雜



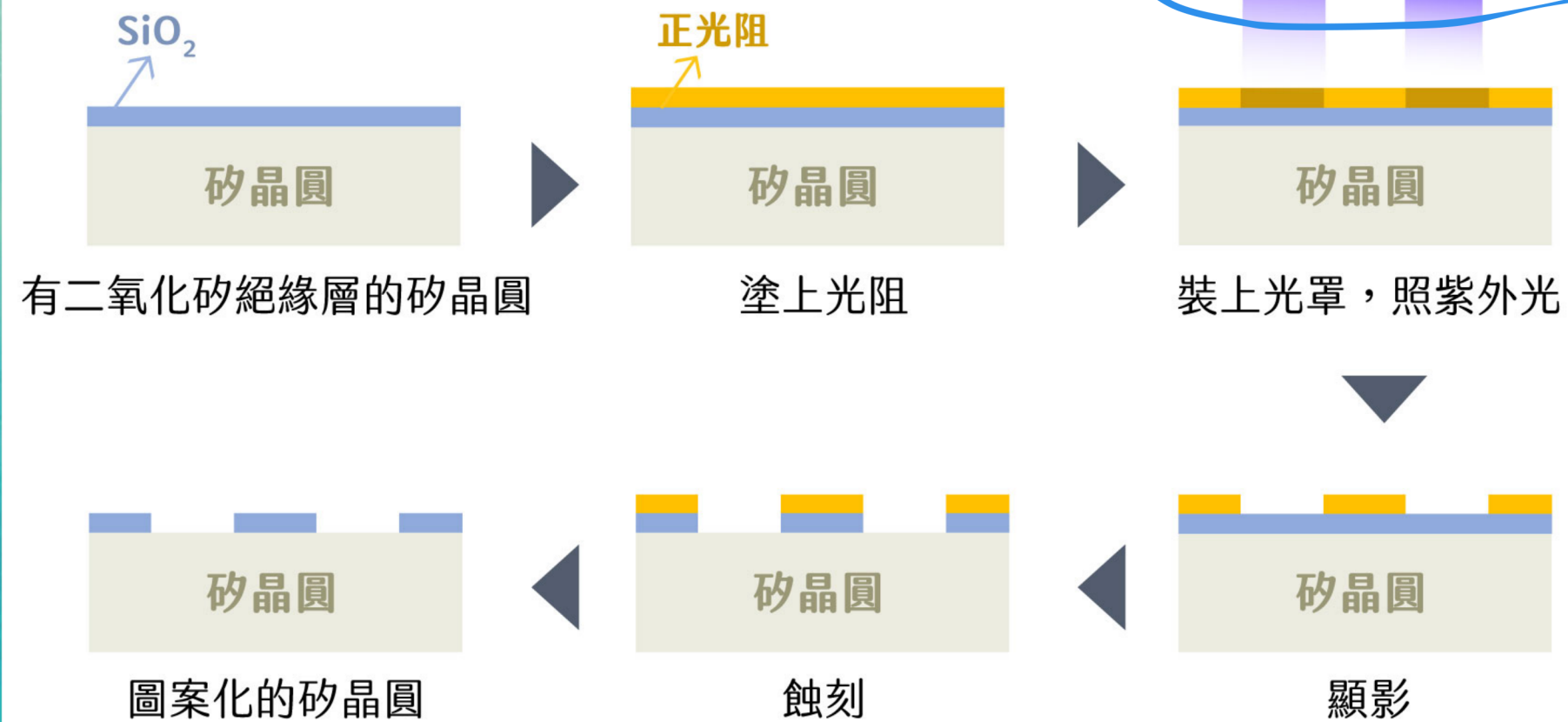
Layering(分層)：

1. 氧化
2. 沉積

製程---加工步驟

分層、曝光、蝕刻、參雜

微影製程示意圖

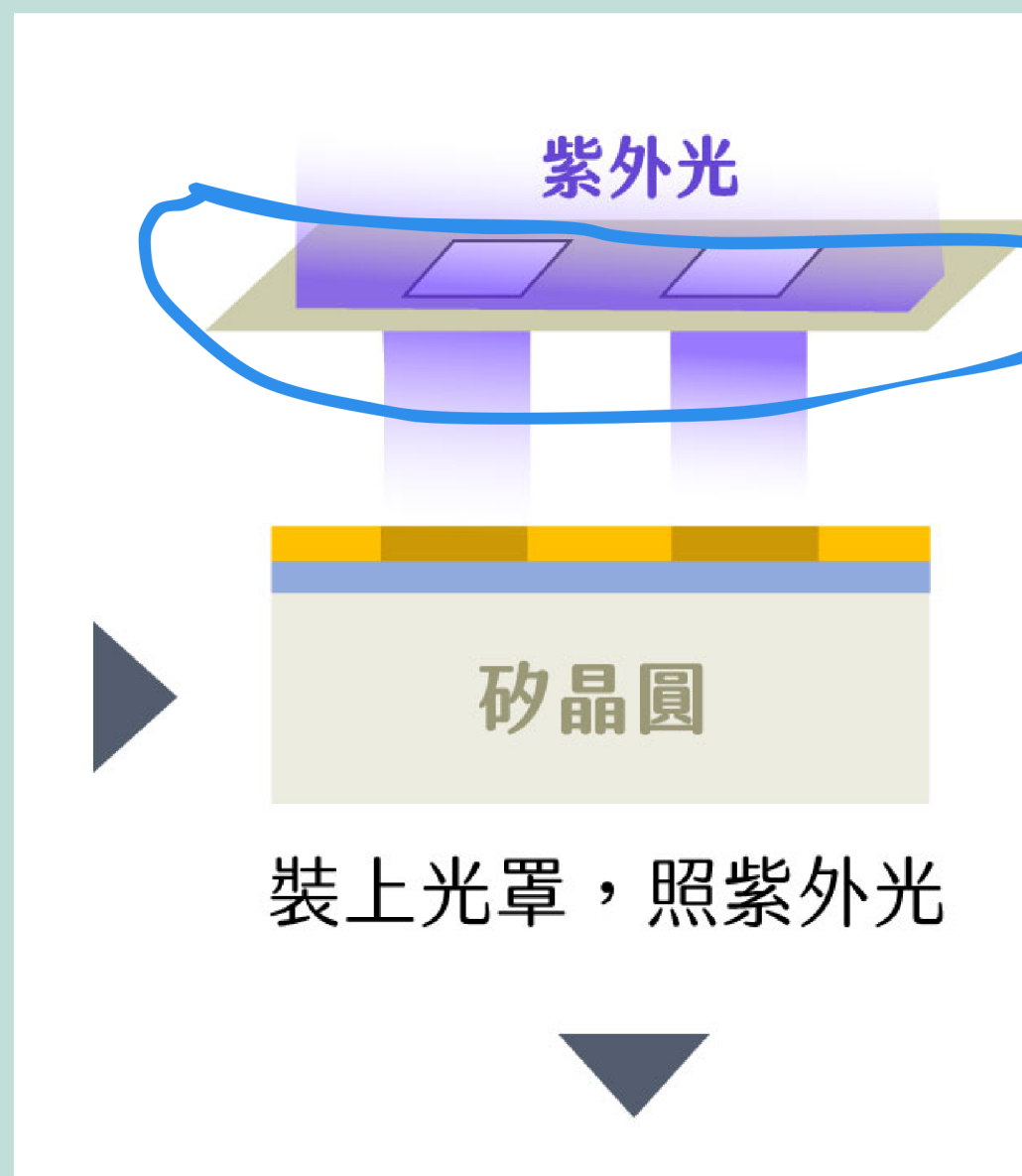


光罩

Layering(分層)：氧化

製程---加工步驟

分層、曝光、蝕刻、參雜



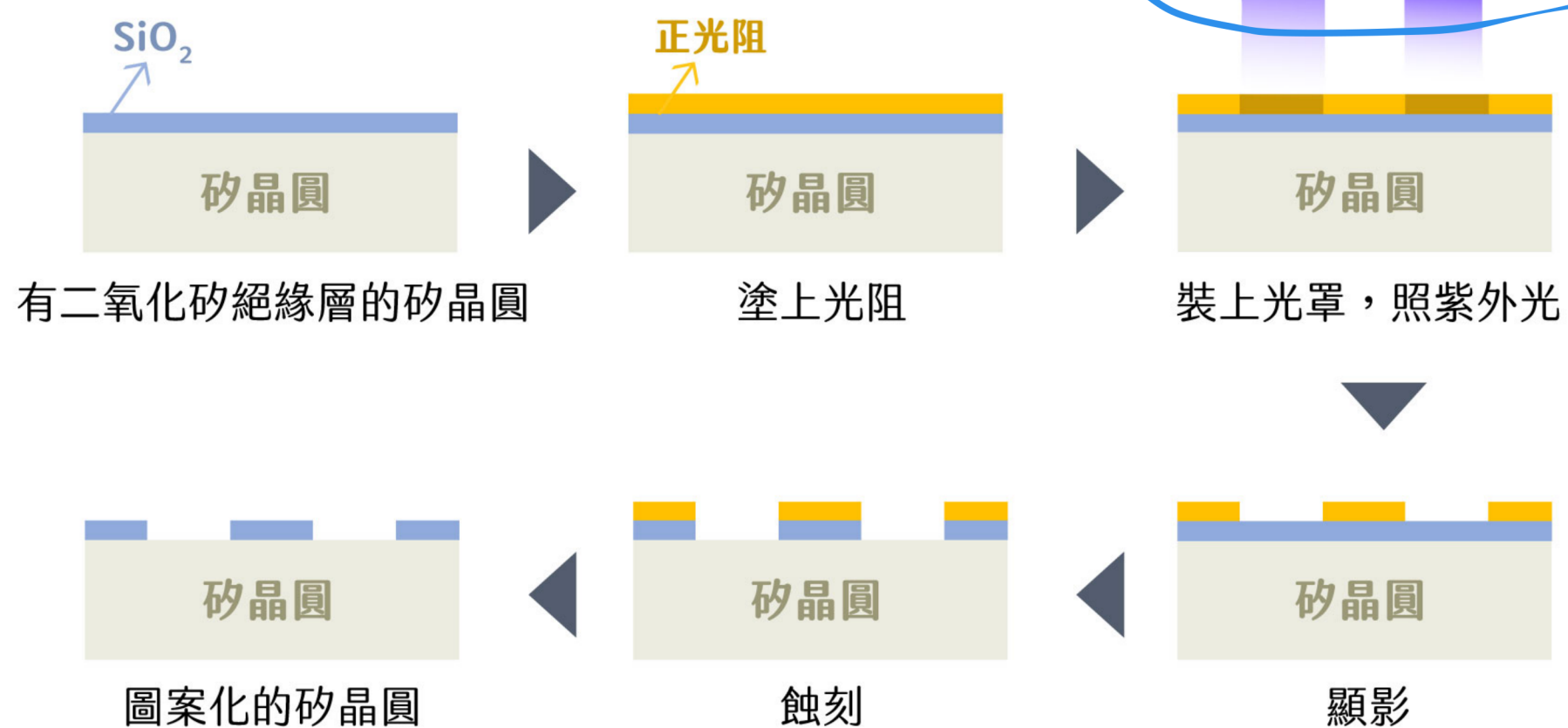
光罩

曝光：使用光罩將電晶體結構影像投影到感光材料上，形成影像模式。

製程---加工步驟

分層、曝光、蝕刻、參雜

微影製程示意圖



Layering(分層)：氧化

光罩

曝光：使用光罩將電晶體結構影像投影到感光材料上，形成影像模式。

製程---加工步驟

分層、曝光、蝕刻、參雜



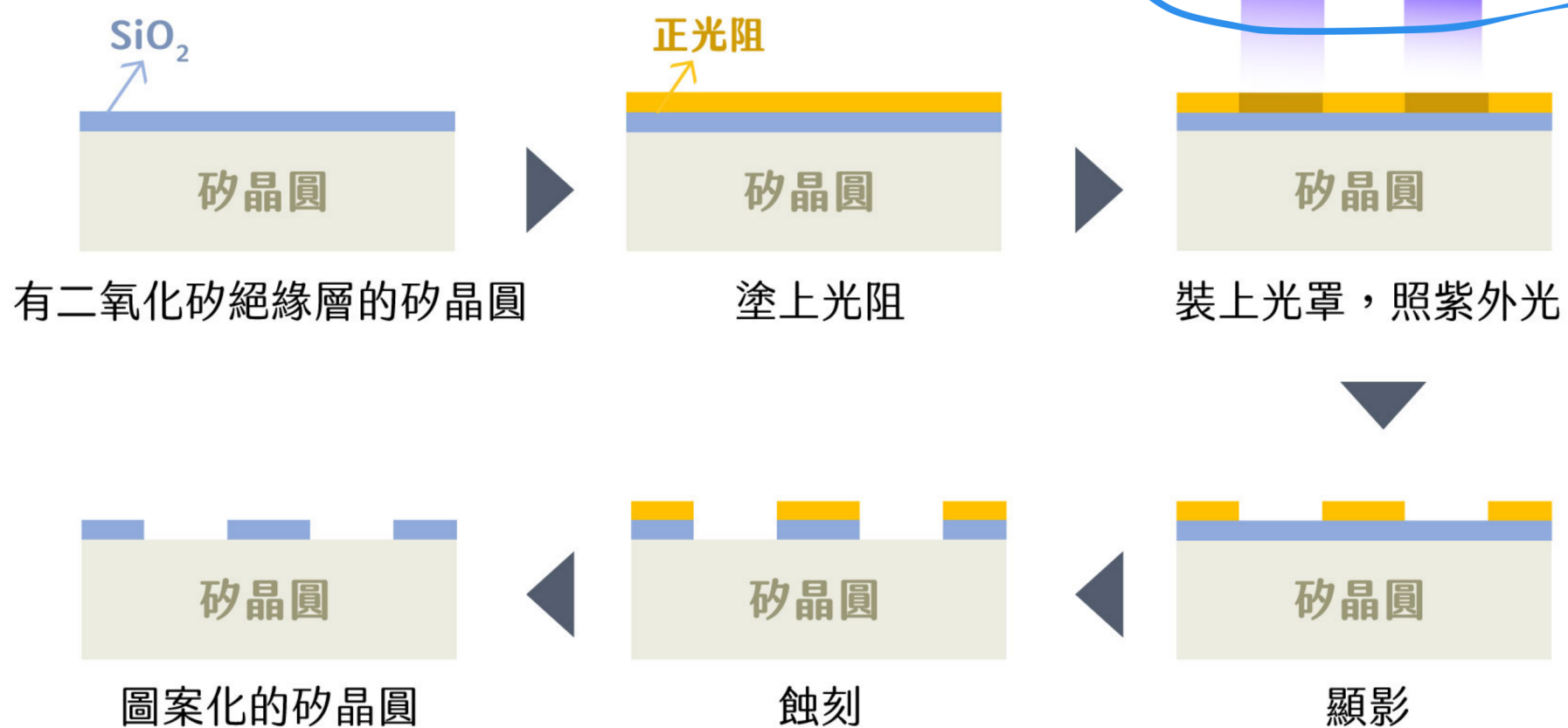
蝕刻

蝕刻：使用化學蝕刻去除感光材料中不需要的部分，露出製程影像的區域。

製程---加工步驟

分層、曝光、蝕刻、參雜

微影製程示意圖



Layering(分層)：氧化

蝕刻：使用化學蝕刻去除感光材料中不需要的部分，露出製程影像的區域。

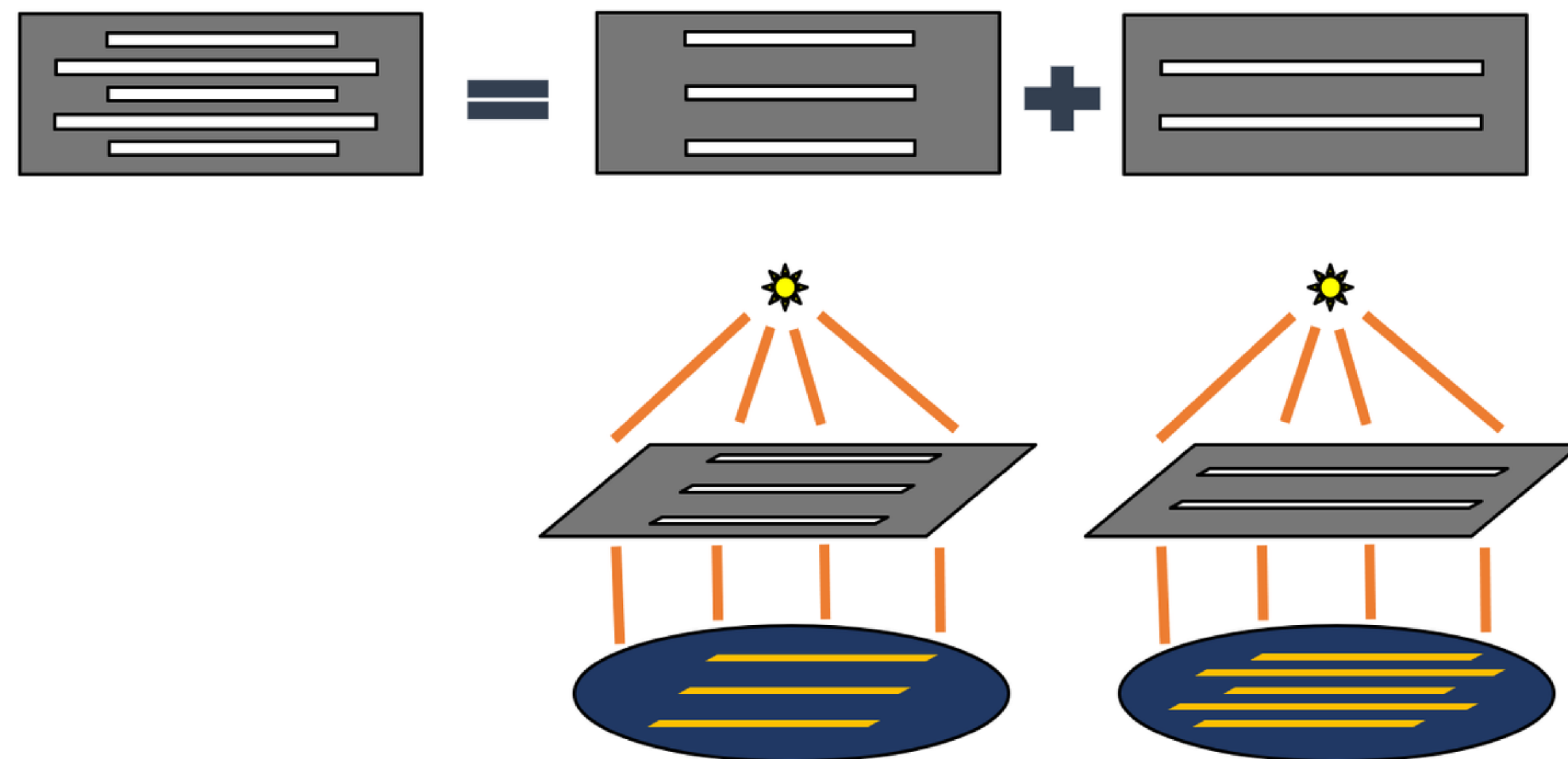
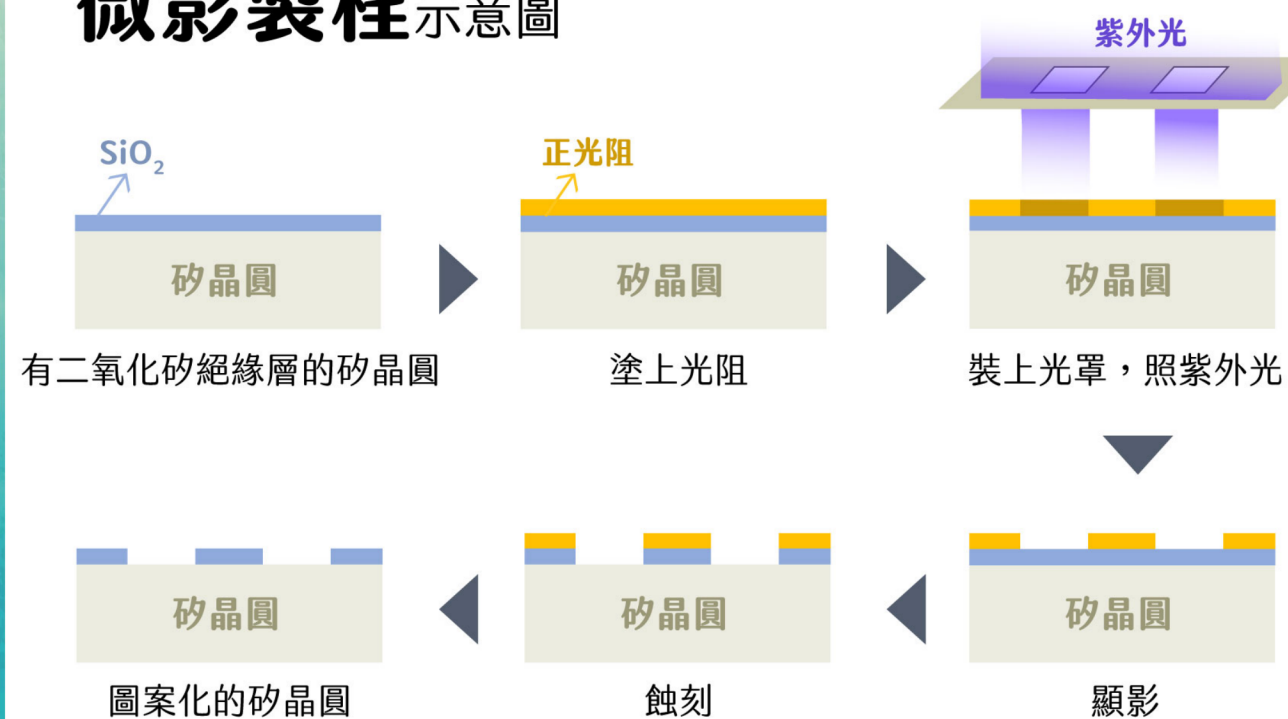
光罩

曝光：使用光罩將電晶體結構影像投影到感光材料上，形成影像模式。

製程---加工步驟

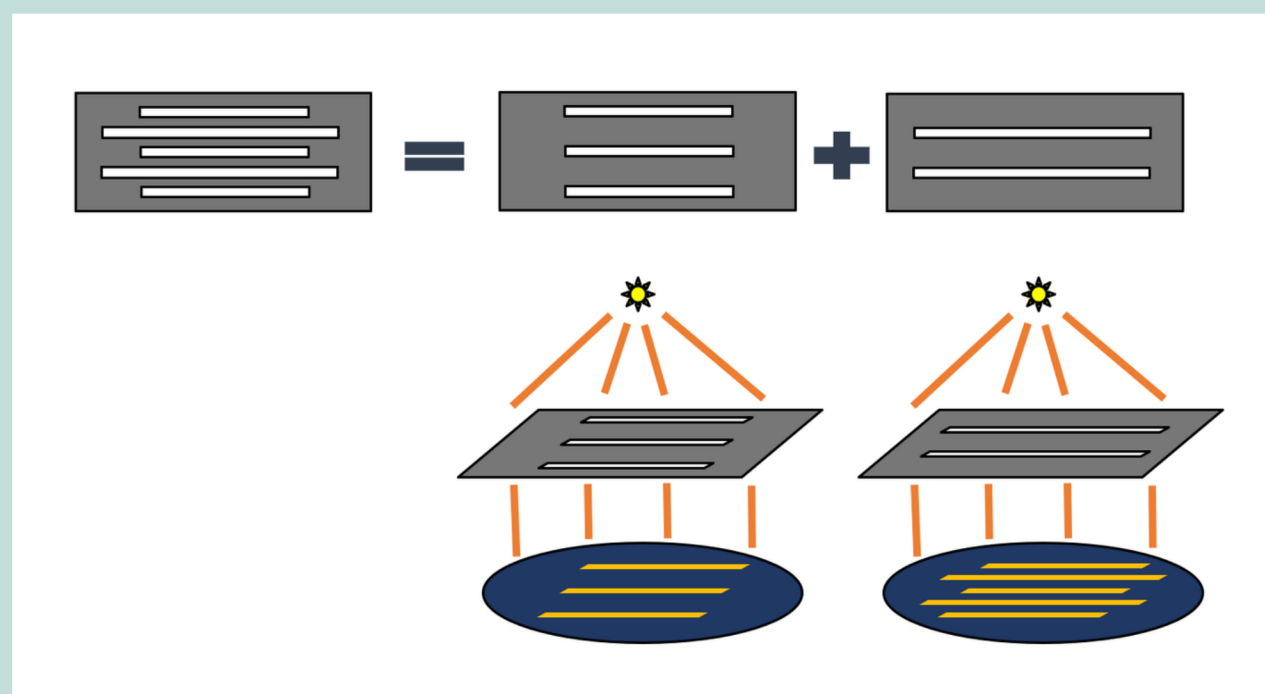
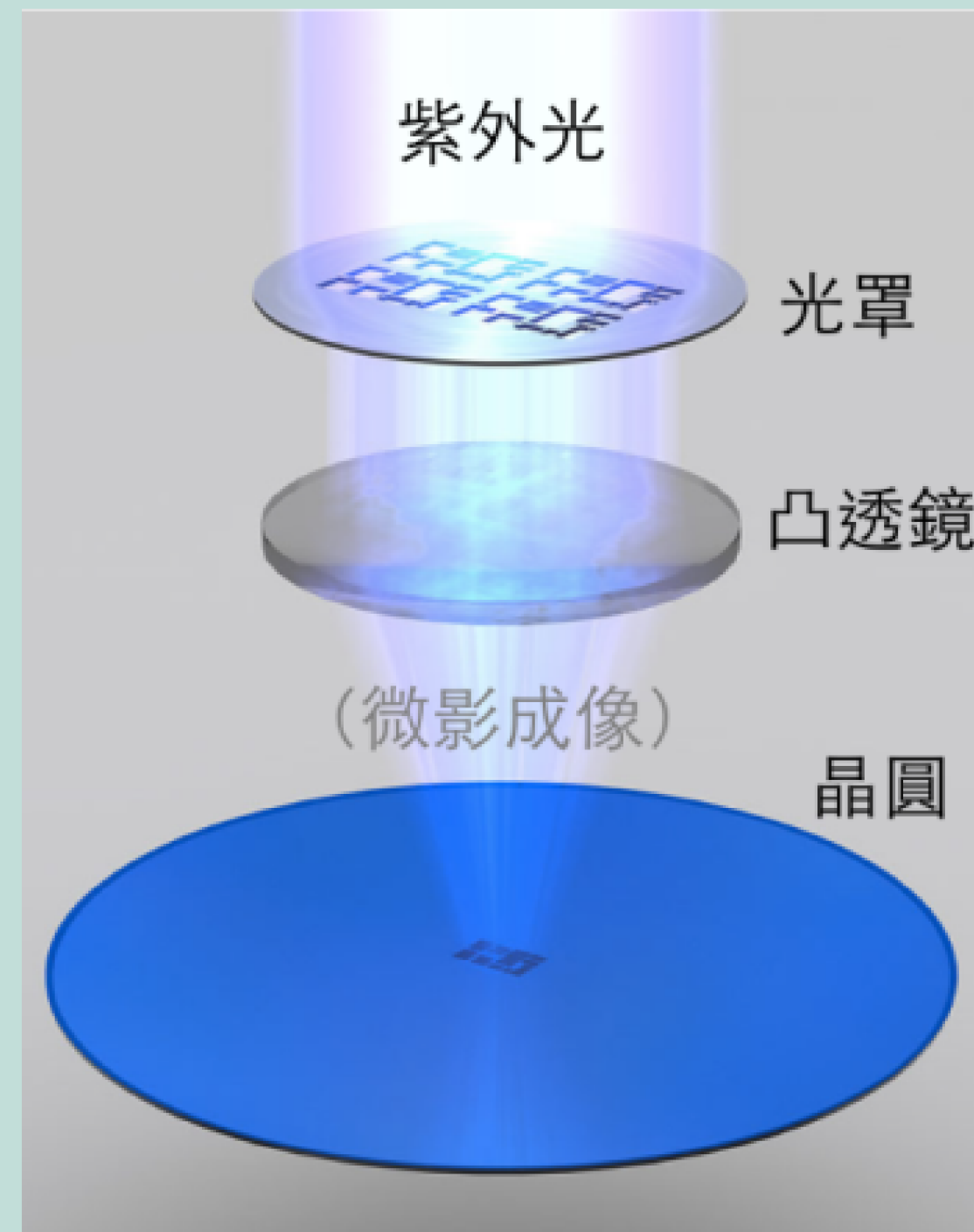
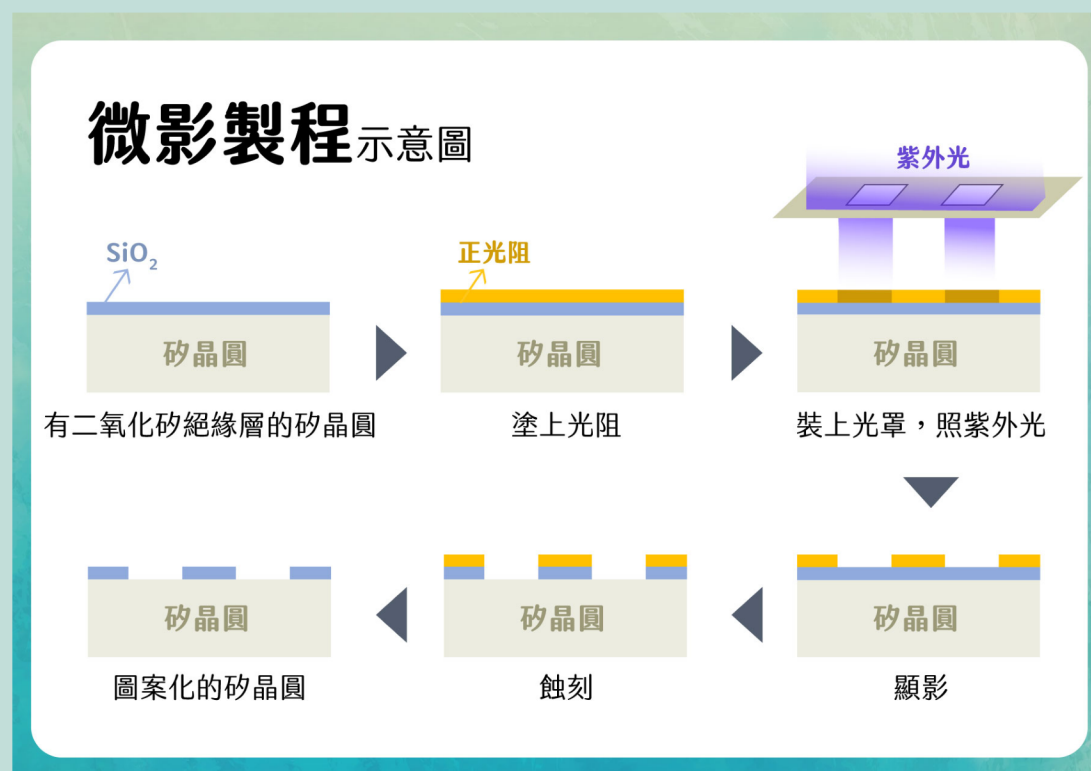
分層、曝光、蝕刻、參雜

微影製程示意圖



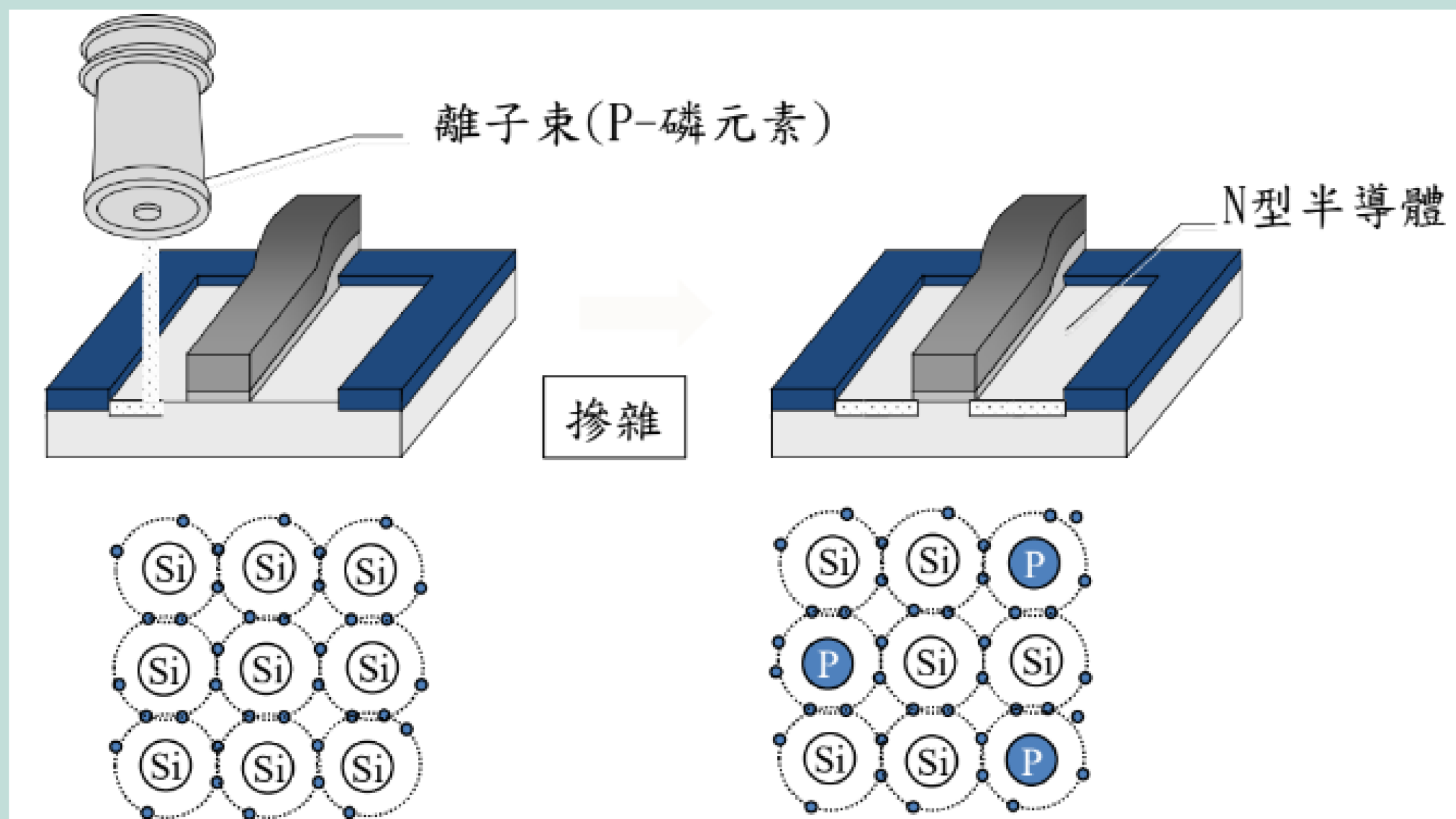
製程---加工步驟

分層、曝光、蝕刻、參雜



製程---加工步驟

分層、曝光、蝕刻、參雜



參雜：晶片表面引入特定元素以改變半導體材料的性質。

最後！

最後!

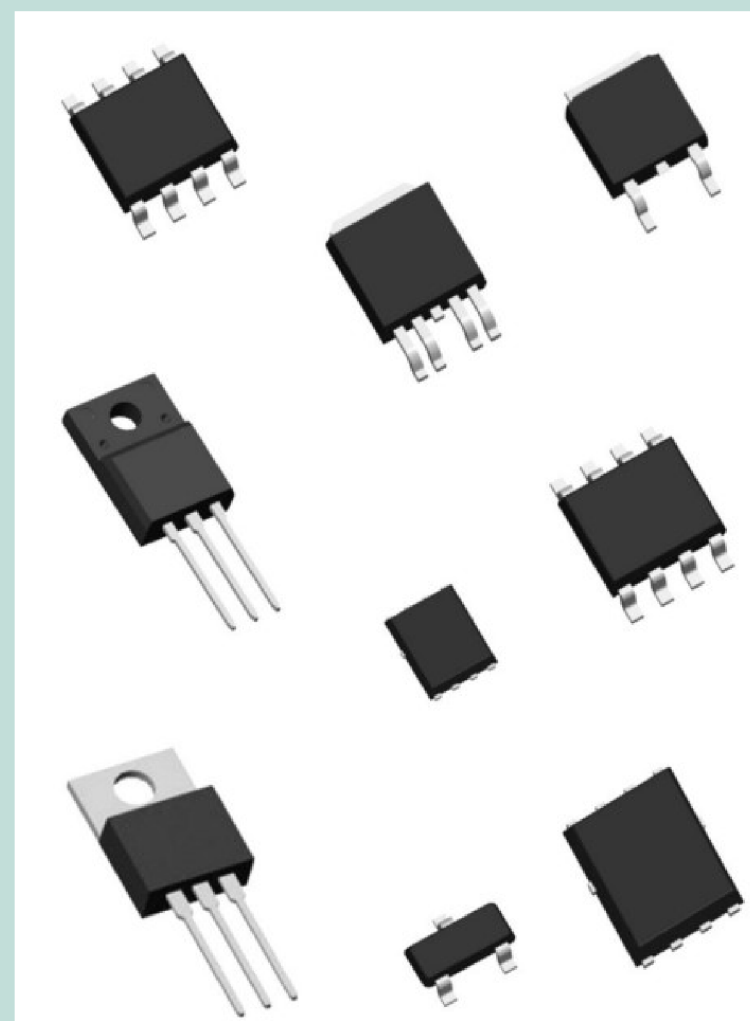
晶圓針測

封裝

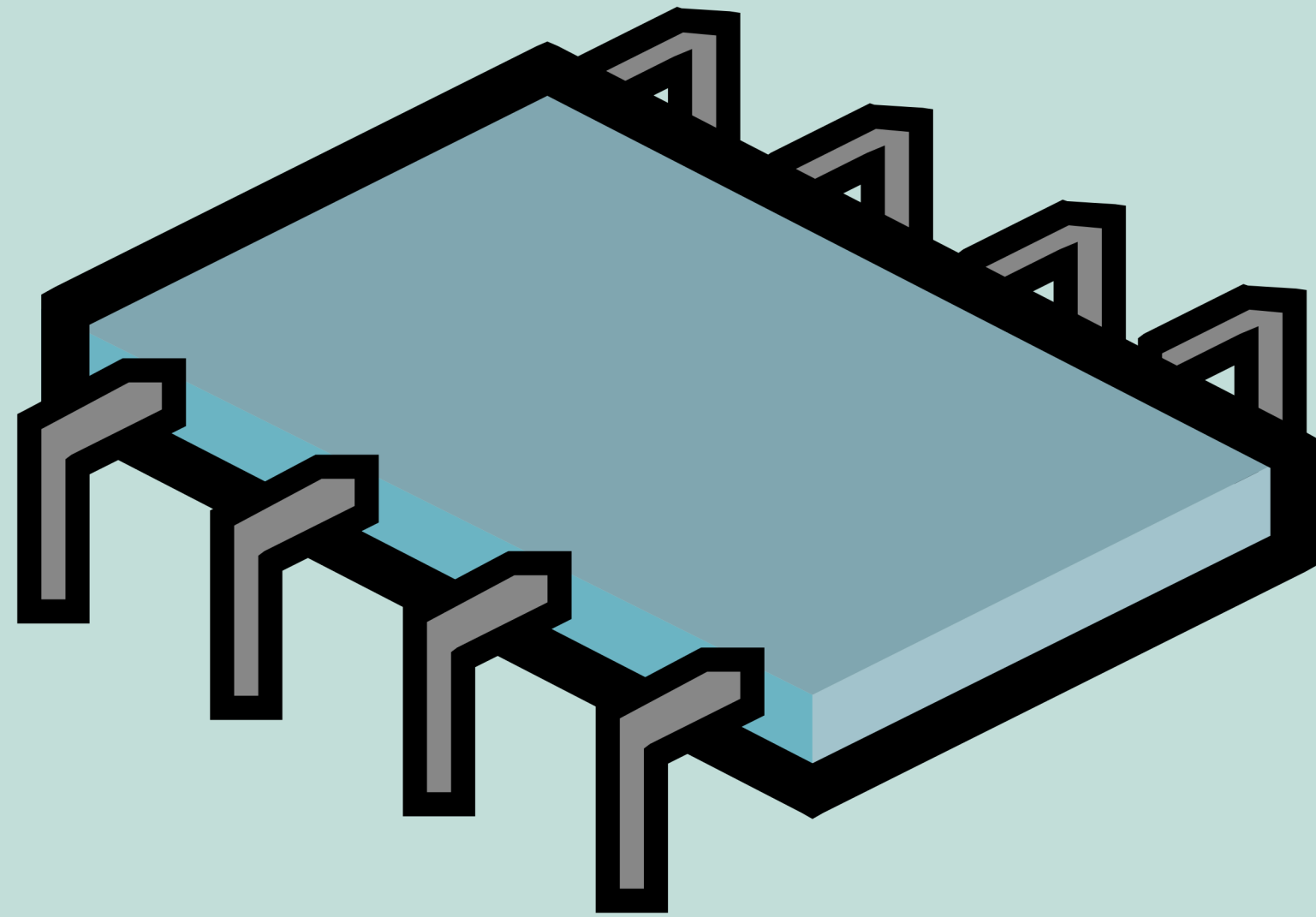
(分割-黏晶-加外接引腳及包覆)

測試

(包裝後晶粒其電氣特性，測試消耗功率、速度、電壓容忍度等等)



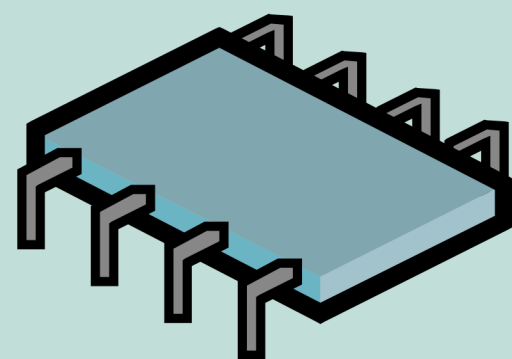
成功獲得道具：電晶體★1



小問題回顧

1. 四大基本步驟有哪些？

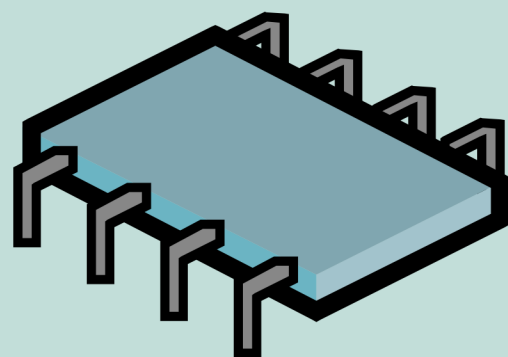
成功獲得道具：電晶體*1



小問題回顧

1. 四大基本步驟有哪些？
2. 其中哪個步驟需要用到紫外光？

成功獲得道具：電晶體*1



參考資料

- https://stockdogblog.files.wordpress.com/2018/03/51062057_46943011-011273.jpg?w=840
- <https://stockdog.blog/2018/03/16/%E9%9B%BB%E6%99%B6%E5%9C%93%E8%88%87%E6%99%B6%E5%9C%93%E8%A3%BD%E7%A8%8B/>
- <https://i1.kknews.cc/cih8mxSzBGEyf0pmZwAbVj8BHVk2GeeYQoh9yeg6scs/0.jpg>
- <https://scitechvista.nat.gov.tw/FileDownload/Article/20201207102349000000164.jpg>
- <https://scitechvista.nat.gov.tw/FileDownload/Article/20201207102349000000525.jpg>
- <https://sites.google.com/nycu.edu.tw/semi101/processing?authuser=0>
- <https://www.moneydj.com/kmdj/GetWikiFile.axd?file=d0f699a7-b436-4136-902f-67323cc53c9a/6651-0.jpg>
- <https://img.digitimes.com/newsimg/2018/0827/540256-1-SS27R.jpg>
- <https://mss-p-009-delivery.stylelabs.cloud/api/public/content/68d12875143744b385b525019bba1668?v=95c1d6d5&t=OnExW720>