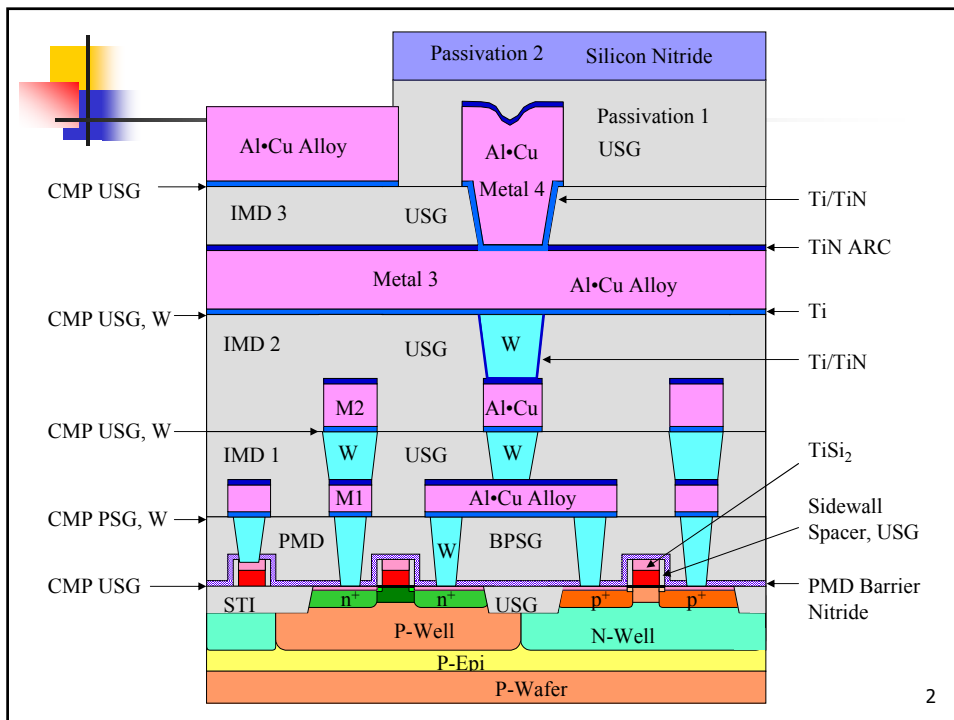


Ch11 Metallization

Introduction to Semiconductor Processing

1



2



Metal structure

Lines (Trench) vs. Through hole (via)

Metal: →

Pros: better conductivity

Cons:

- 1.
- 2.
- 3.

Diffusion barrier:

3



導電薄膜

- 多晶矽:
- 金屬矽化物:
- 鋁合金:
- 鈦金屬:
- 氮化鈦:
- 鎢金屬:
- 銅金屬:
- 鋇金屬

4



Silicon and Silicide

多晶矽

- 閘極及局部連線

- _____
- _____
- _____

矽化物

- 電阻率較多晶矽為低
- TiSi_2 , WSi_2 , 及 CoSi_2 最常被使用

5

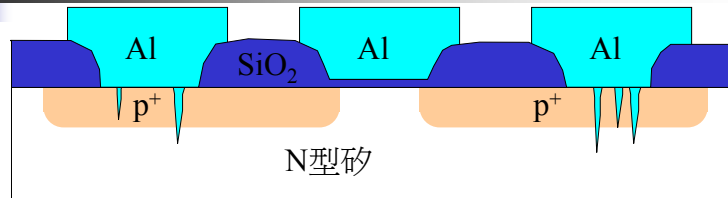


鋁

- 最常使用之金屬
- 導電度最佳的前四種金屬
 - 銀 1.6 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$
 - 銅 1.7 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$
 - Gold silver 2.2 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$
 - 鋁 2.65 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$
- 在1970中葉以前已被作為閘極使用

6

接面尖凸 (Junction Spike)

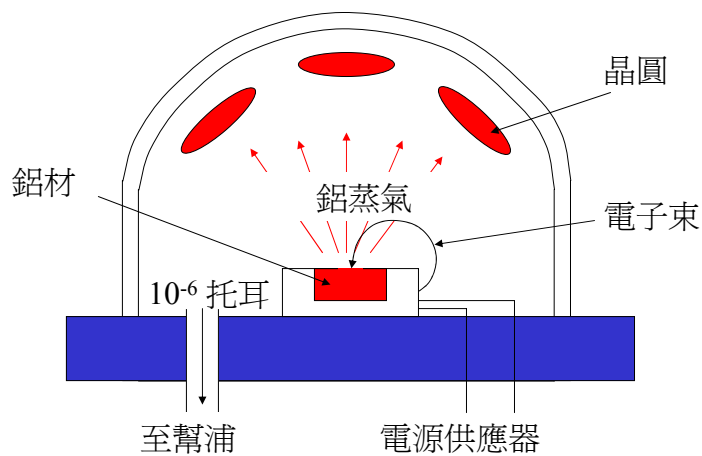


電遷移效應

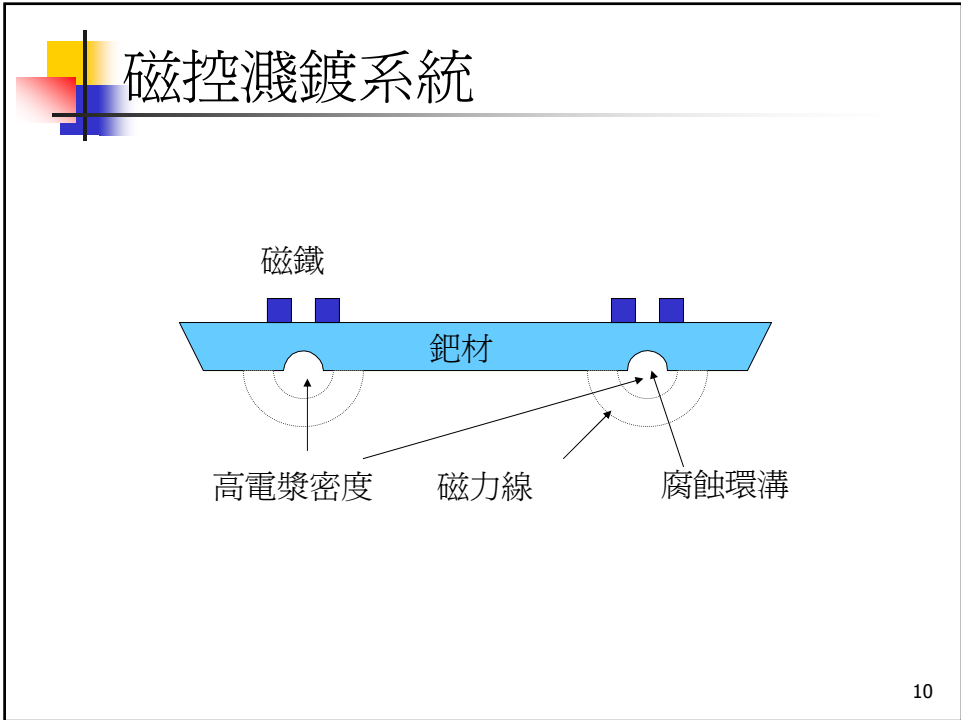
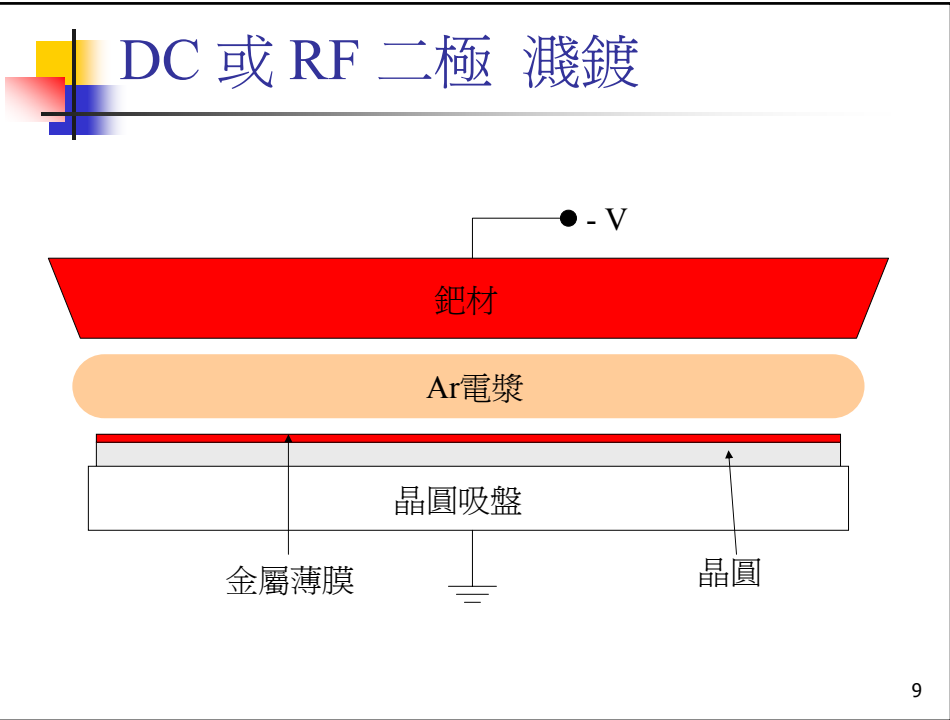
- 鋁為一多晶物質; 許多單晶晶粒; 電流流經鋁線; 電子持續地轟擊晶粒; 較小之晶粒開始移動; 此效應稱做電遷移效應
- Al-Cu (0.5%) 較普遍

7

電子束蒸鍍器

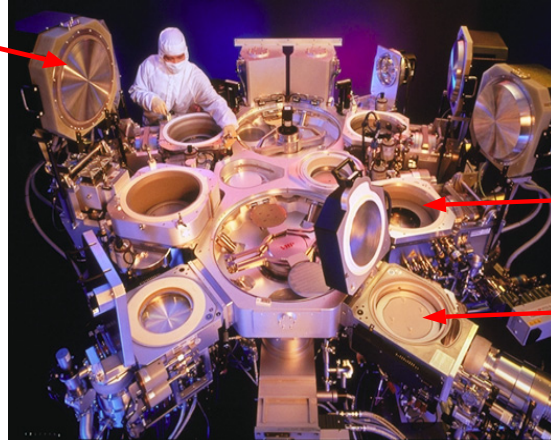


8



Endura® PVD 系統

PVD
鈹材

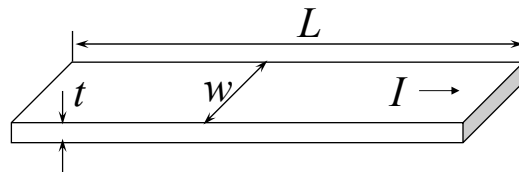


PVD
反應室

CVD
反應室

11

薄片電阻



施加電流 I 並測量電壓 V ,

電阻: $R = V/I = \rho L/(wt)$

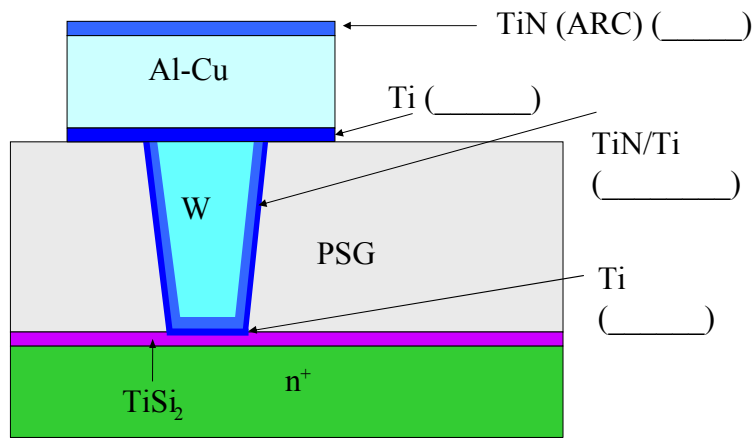
對一正方形薄片, $L = w$, 所以 $R = \rho/t =$

R_s

R_s 單位: 每平方歐姆 (Ω/\square)

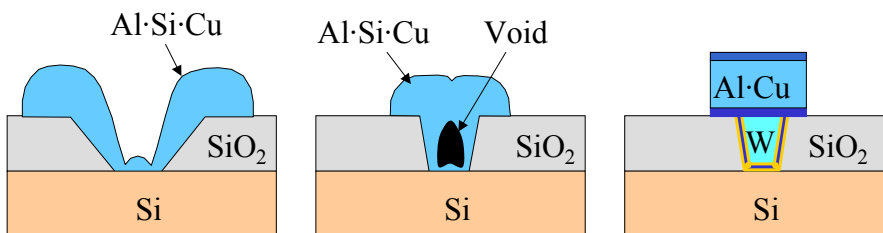
12

鈦之應用



13

接觸窗金屬化製程的演變



大開口的接觸窗

小開口的接觸窗

小開口的接觸窗

PVD 金屬可填入

PVD 金屬填入
產生空洞

CVD 鎢填入

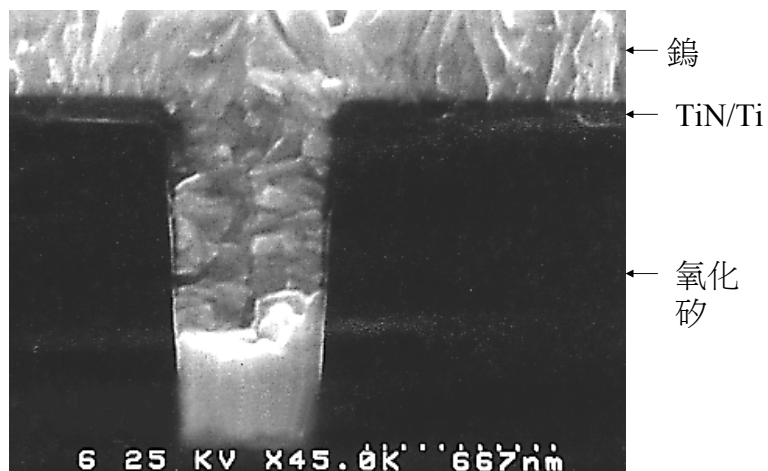
14

鎢 CVD (Plug)

- WF_6 為鎢的先驅物
- 和 SiH_4 反應形成成核層
- 和 H_2 反應作為巨量鎢的沈積
- 需要一 TiN 層以附著在氧化物上

15

W 栓塞及 TiN/Ti 阻擋層/附著層

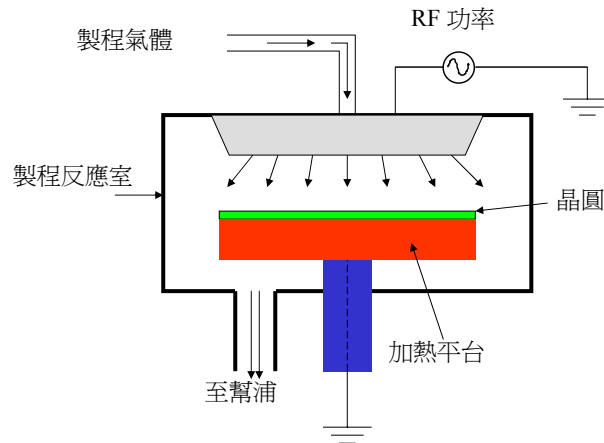
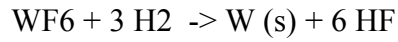
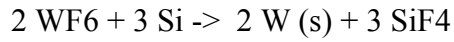


16



金屬 CVD

例如,



17



銅

- 低電阻 ($1.7 \mu\Omega \cdot \text{cm}$),
 - 低功率損耗及較快之IC速率
- 高電遷移阻力
 - 較佳的可靠度
- 對二氧化矽的附著力較差
- 高擴散速率，重度金屬污染
- 非常難進行乾式蝕刻
 - 銅-鹵素化合物揮發性低

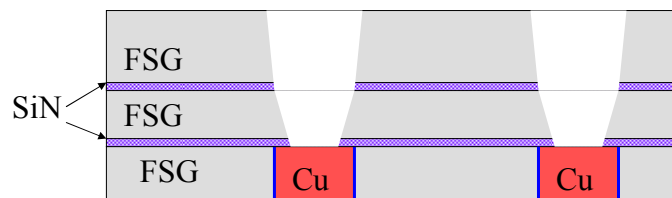
18

銅之沈積

- PVD 種晶層
- ECP 或 CVD 巨量沈積層
- 在巨量銅沈積後進行加熱退火
 - 增加晶粒尺寸
 - 改進導電度

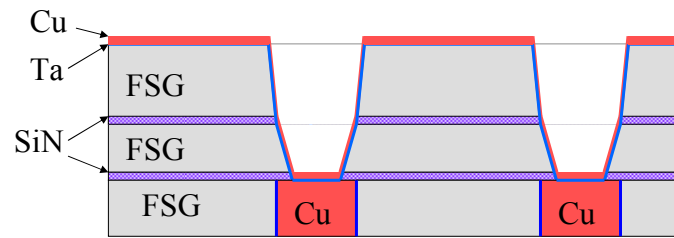
19

Step1: 蝕刻溝槽與空洞



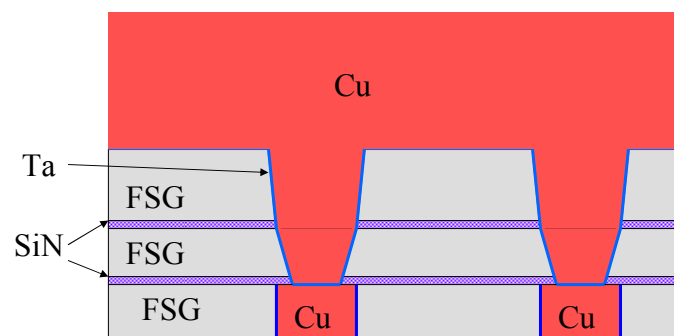
20

Step 2: PVD沈積Ta阻擋層與銅種晶層



21

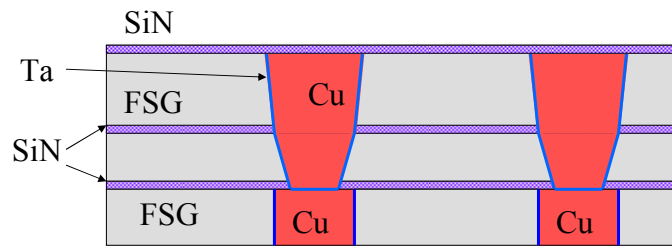
Step 3: 電化學鍍銅



22



Step 4: 銅與鉭CMP製程, CVD 氮化矽



23