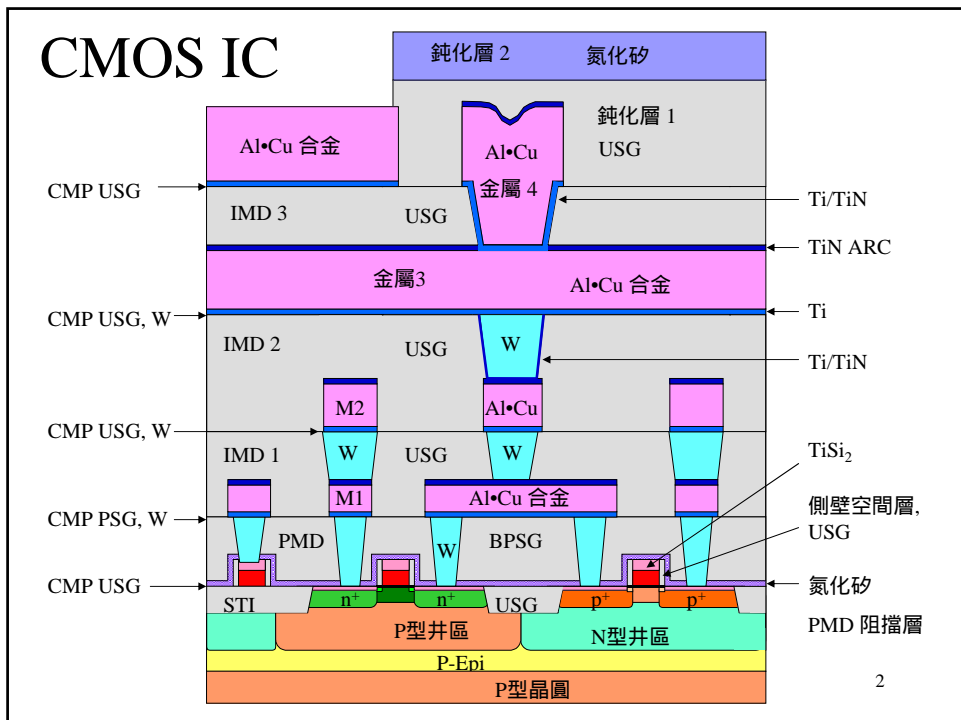


## 第十二章化學機械研磨

### 平坦化

- 平滑化及局部平坦化可就由熱流動以及回蝕刻製程而達成
- 對圖形尺寸小於 $0.35\ \mu\text{m}$ 而言，全面性平坦化是必須的，而這只能藉化學機械研磨才能達成。
- 顯影製程之解析度  $R = K_1\lambda/NA$
- 為增加解析度, :  $NA \uparrow$  或  $\lambda \downarrow$
- $DOF = K_2\lambda/2(NA)^2$ , 兩者皆藉由降低  $DOF$  以達到解析度之增加

1

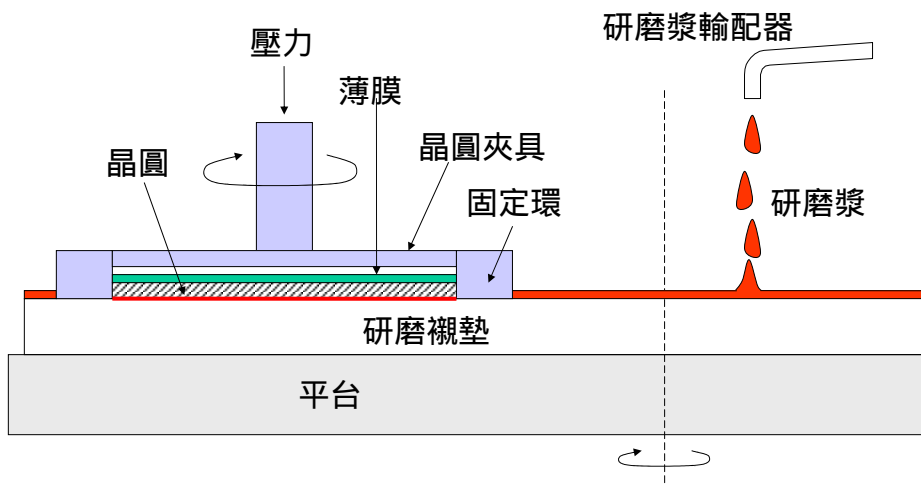


## 鎢的化學機械研磨

- 鎢被用來做為金屬栓塞
- 化學氣相沈積鎢能填充小的接觸窗及連接窗孔並覆蓋整個晶圓表面
- 必須從表面移除鎢的薄膜
- 以氟為基礎的電漿回蝕刻製程
- 鎢的化學機械研磨取代回蝕刻
- 銅連線.
- 銅很難進行乾式蝕刻

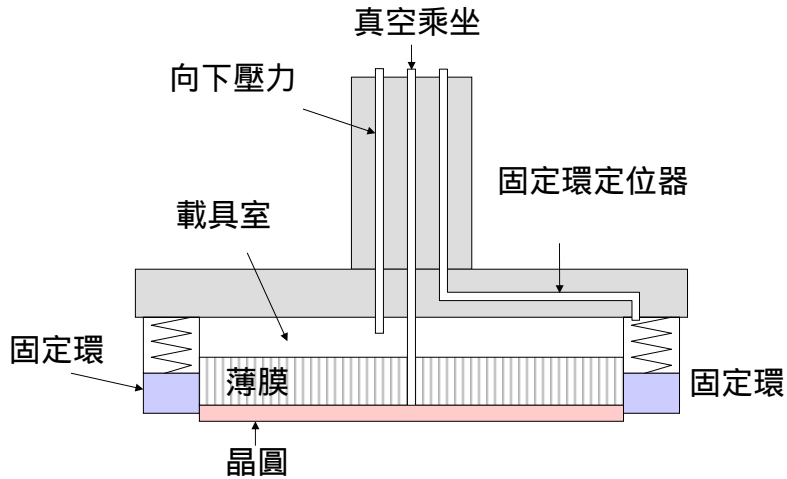
3

## 化學機械研磨



4

## 研磨頭之示意圖



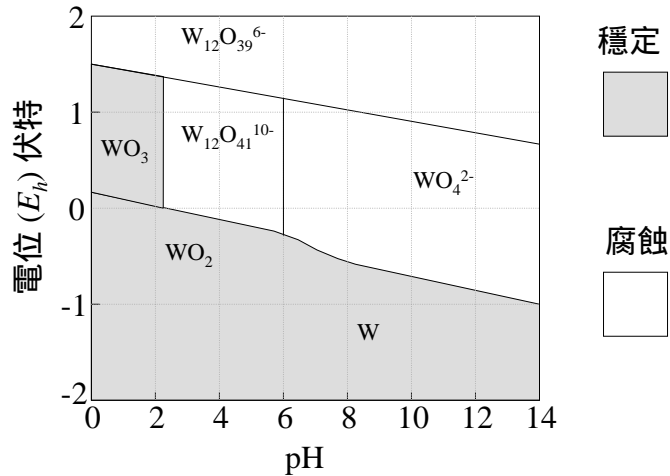
5

## CMP研磨漿

- 氧化物研磨漿: 鹼性溶液及二氧化矽
- 金屬研磨漿: 酸性溶液及氧化鋁
- 控制研磨漿之pH值
  - 氧化物, pH 從 10 到 12
  - 金屬, pH 從 6 到 2
- 研磨漿的pH值控制兩競爭之金屬移除機制
  - 金屬腐蝕濕式蝕刻
  - 金屬氧化鈍化層

6

## 鎢的波貝克斯圖

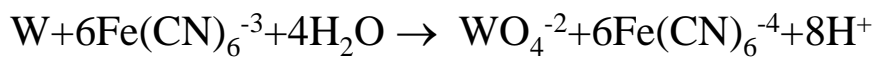


7

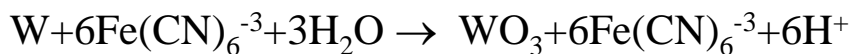
## 鎢的CMP

- 鐵氰化鉀 (  $K_3Fe(CN)_6$  ) 被作為蝕刻劑及氧化劑

- 濕式蝕刻化學反應：



- 競爭之鈍化層氧化反應：



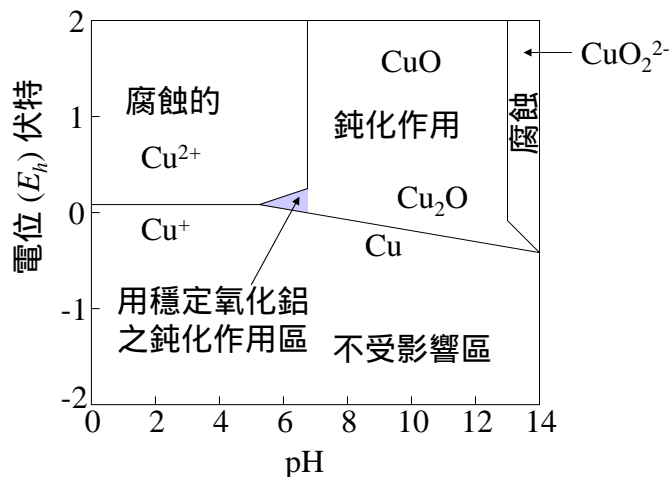
8

# 銅研磨漿

- 酸性溶液
- 氧化劑: 過氧化氫 ( $\text{H}_2\text{O}_2$ )，帶有硝酸 ( $\text{HNO}_3$ ) 的乙醇 ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ )，帶有鐵化鉀或鐵氰化物的氫氧化銨 ( $\text{NH}_4\text{OH}$ )，或是含三氮二烯五圓苯的硝酸
- 氧化鋁為研磨劑

9

# 銅的波貝克斯圖



10

# 移除速率

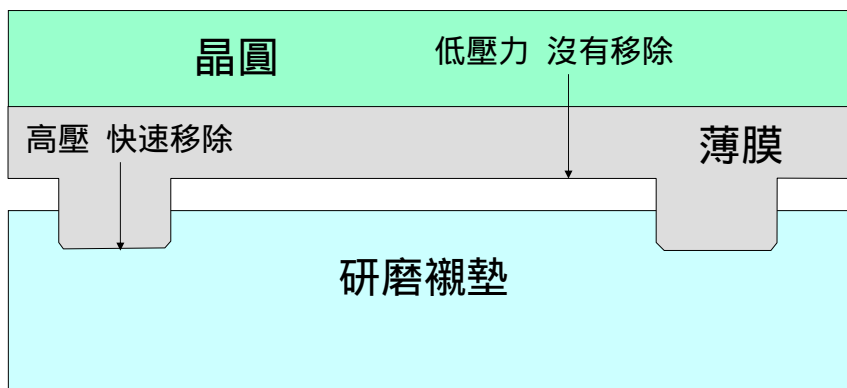
- 機械的移除速率  $R$  由普萊斯頓所發現
- 普萊斯頓方程式可表示成：

$$R = K_p \cdot p \cdot \Delta v$$

- $p$  為研磨壓力
- $K_p$  普萊斯頓係數
- $\Delta v$  晶圓與襯墊間的相對速度

11

# 施予高壓的突出部分



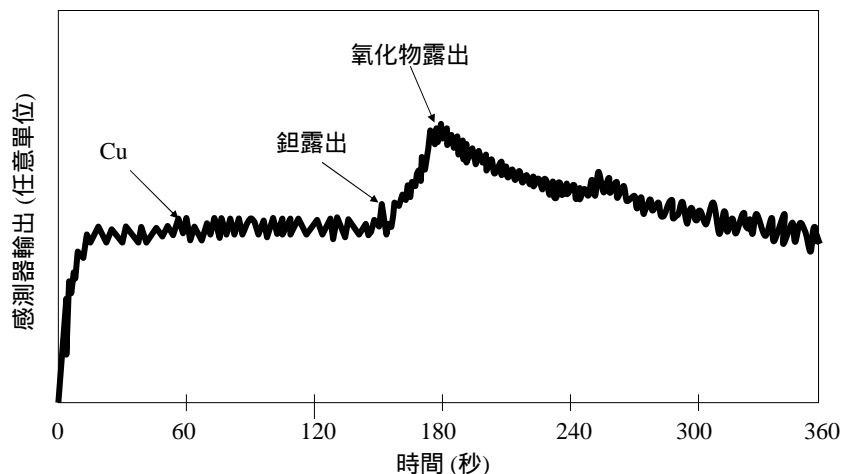
12

## CMP 終端點偵測

- 當CMP 製程接近終點，研磨襯墊會開始接觸並研磨底層
- 摩擦力開始改變
- 為保持固定之襯墊旋轉速度，研磨頭旋轉馬達的電流將會改變
- 藉監視馬達電流改變可找出CMP製程終端點

13

## 銅CMP製程的馬達電流輸出



14