



## 氟化鈣污泥再利用

### 一、廢棄物產生過程

半導體製造業在製造過程中使用氫氟酸 ( HF )，故會產生含氟廢水。此廢水經管線收集至廢水處理系統，以氫氧化鈉調整 pH 值至 7.0 - 8.5，再以石灰水混合氯化鈣與 HF 反應，生成氟化鈣沉澱，經壓濾機脫水過濾即成所謂「氟化鈣污泥」。其主要化學成份與其他相關項目彙集如表一所示。

表一、氟化鈣污泥主要化學成份與其他相關數值

成份項目	氧化鋁	氧化鐵	氧化鈣	氧化鎂	氧化鈉	氧化矽	氯鹽	氟化鈣	亞硫酸鹽	燒失量
數值 %	5.13	0.131	8.8	0.092	0.213	12.7	0.0806	42.4	0.385	30.14

### 二、資源化流程

水泥製造廠利用氟化鈣污泥中尚含有部份水泥製程中之副原料，如氧化矽、氧化鋁、氧化鈣等成份；經過適當之品質控制後（相關生料控制數值，如表二所示），可替代部份副原料，再經研磨、旋窯高溫燒成（約 1,450 °C）等程序，最後加入石膏後研磨，即成為水泥成品。其簡要資源化流程如圖一所示。

表二、生料控制數值

	矽率	石灰飽和度	水硬率	鋁鐵率	污泥 C1 %	生料 C1 %	污泥水份 %	污泥濕基 %
生料	2.36	95.59	2.16	1.47	0.08	0.018	41.44	0.81
控制點	2.2-2.5	92-97	2.1-2.3	1.3 - 1.8	< 1.0	< 0.018	不滲水	摻入石灰石

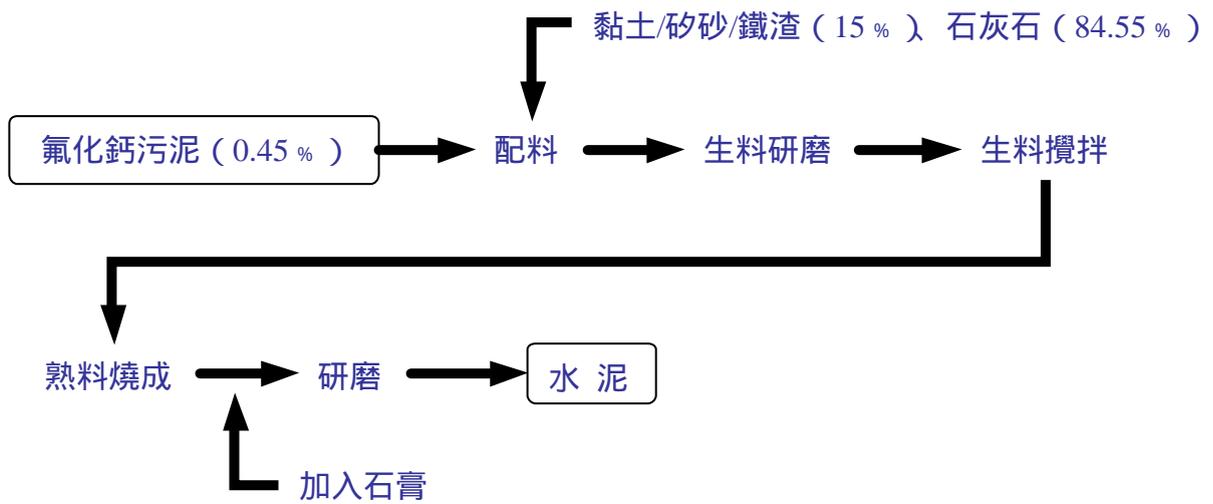
註：1.矽率即  $SM=SiO_2/(Al_2O_3+Fe_2O_3)$

2.水硬率即  $HM=CaO/(SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3)$

3.石灰飽和度即  $LSF=CaO*100/(2.8*SiO_2+1.18*Al_2O_3+0.65*Fe_2O_3)$

4.鋁鐵率即  $IM=Al_2O_3/Fe_2O_3$

5.以上配比可彈性調整，使生料成份符合控制需求



圖一、氟化鈣污泥資源化流程圖

### 三、案例評析

相關電子業因製程特性不同，均可能產生不同成份組成的氟化鈣污泥，以現有實際再利用案例中，可發現水泥業以此廢棄物替代部份原料來使用，其替代率低於 0.5%，在替代使用過程中，氯含量為限制因子。另外，添加氟化鈣污泥所生成熟料中之游離石灰較低且含有  $C_{11}A_7CaF_2$ （亦即  $CaF_2$  與  $CaO$ 、 $Al_2O_3$  結合存在）。相對地，其水泥成品強度增加。而氟化鈣與  $Fe_2O_3$  一樣可做為助熔劑，故添加氟化鈣污泥有利於熟料生成。