

工業技術研究院

Industrial Technology
Research Institute

LCD玻璃奈米孔洞吸附材料於 金屬製程水之循環應用

工研院/材化所/應化組

呂健瑋



現在生產量=未來廢棄量

LCD相關產品



LCD TV



Public Information Display



Mobile device



Navigation device



Monitor



Digital still camera



General display



Notebook PC



Printer

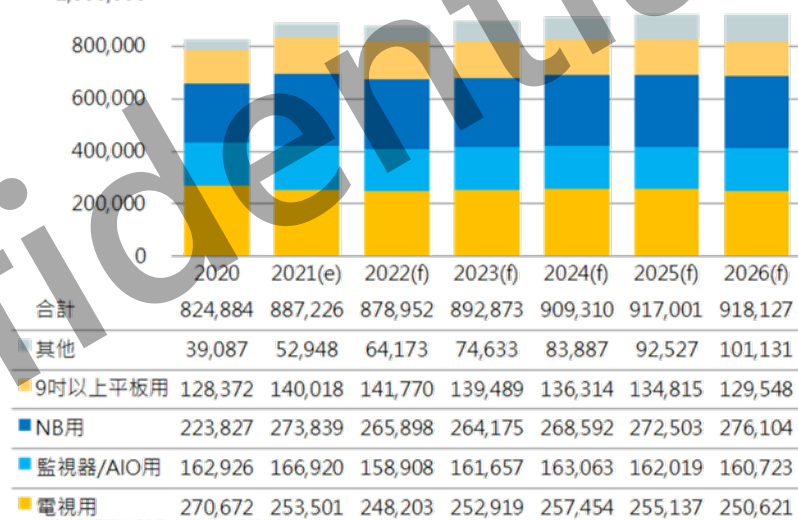


Car display

LCD全球出貨量

單位：千片

1,000,000



資料來源：DIGITIMES Research・2021/10

- ❑ LCD產品生命週期約5~7年
- ❑ LCD之廢棄量將逐年以倍數攀升
- ❑ 未來全球大尺寸LCD廢棄量 >8億台/年



廢棄LCD面板處理現況



拆解



分類再利用

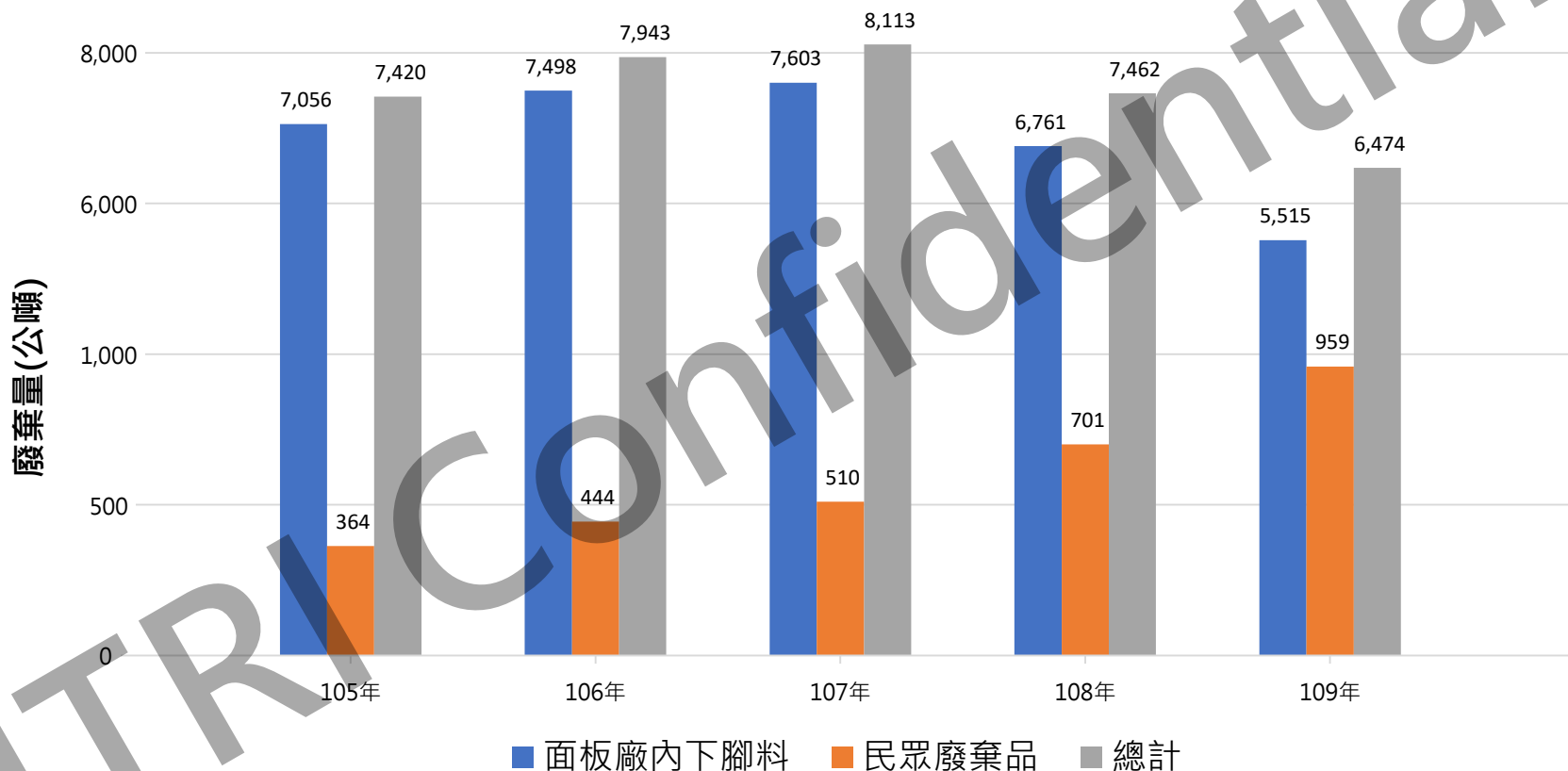


掩埋/物理處理

□廢棄LCD產品經拆解/分類後，除了LCD面板外，大部分物料再利用，惟LCD面板採掩埋或物理處理。

國內廢棄LCD面板現況

國內LCD面板廢棄量



國內每年需處理LCD面板廢棄量約7,000~ 8,000公噸

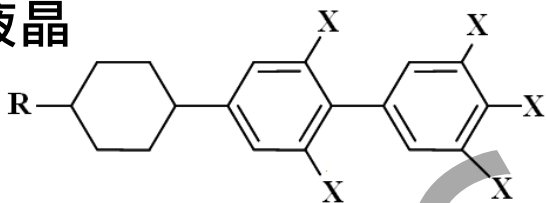
美國國家科學院院刊



不當處理LCD面板的風險



液晶



- ❑ 含**苯環**、**氮**、**氧**和**鹵素**等
- ❑ 脂溶性
- ❑ 不溶於水
- ❑ 密度~1

❑ 生物累積及危害性：

當生物體攝取了脂溶性液晶，很可能會被儲存在生物體中而不會代謝，進而導致各種器官疾病
S. Loew et al., 2nd OECD Workshop, 2000.

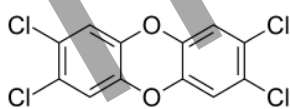
❑ 環境殘留性：

分析中國的液晶材料廠、液晶面板廠周圍及電子垃圾回收站周圍河流中的沉積物，可測得為
0.076 ng/g ~ 26.1 ng/g 的液晶單體殘留
Su, H. et al. Environ. Sci. Technol. 2021, 55, 2336–2345.

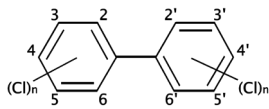
❑ 液晶製造商提供之危害警告訊息

- 可能對**生育能力**或對**胎兒**造成傷害
- 可能對**水生生物**產生長期持續的有害影響...

含液晶廢棄物**不**建議以掩埋或焚化方式處理,處理後也要評估是否**再釋出**

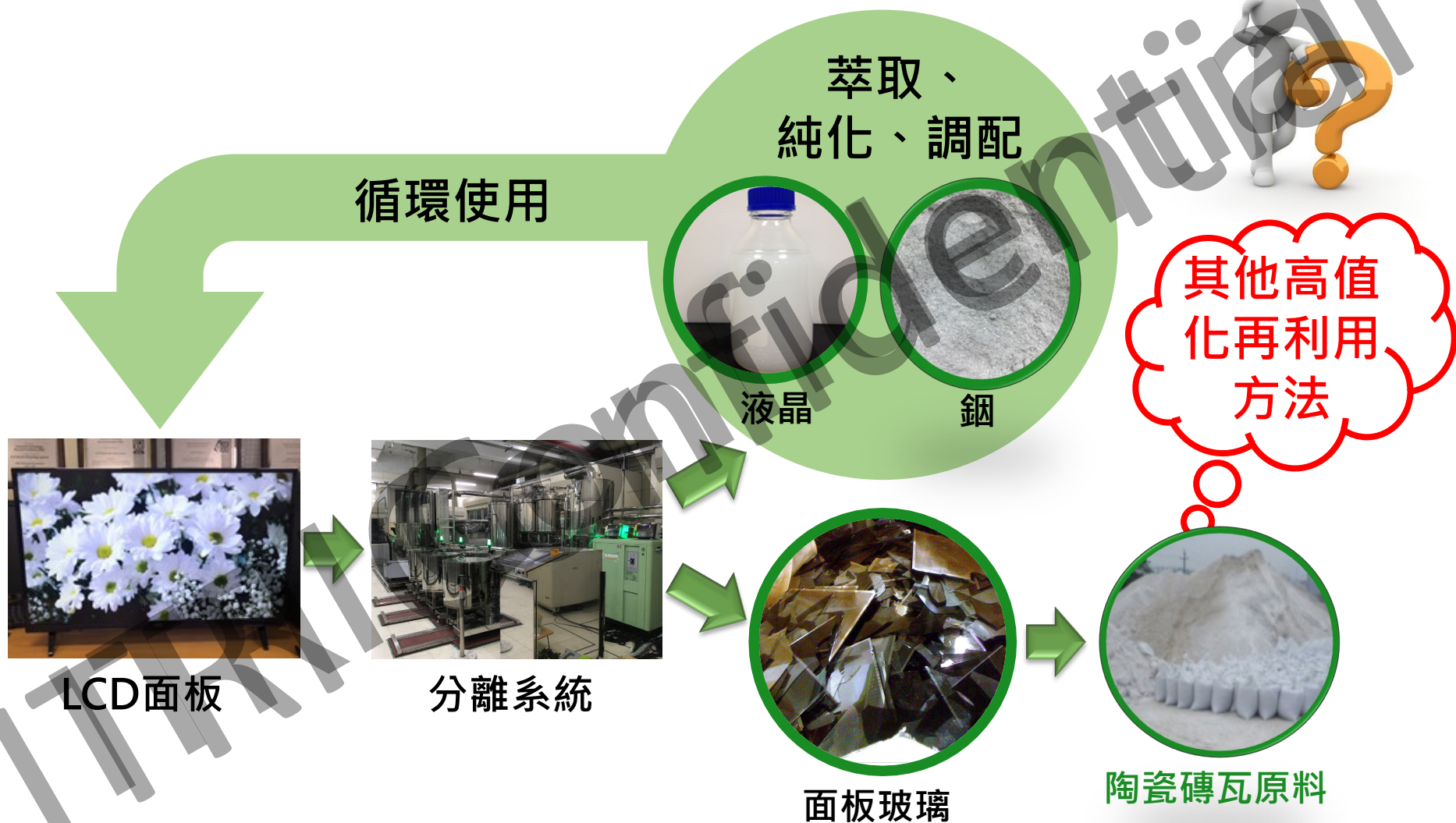


2,3,7,8-四氯雙苯環戴奧辛



多氯聯苯

LCD面板循環利用技術



LCD玻璃轉化為高值玻璃奈米孔洞材料

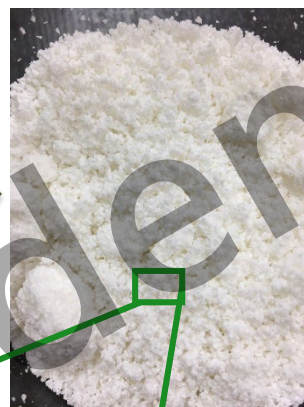
LCD玻璃



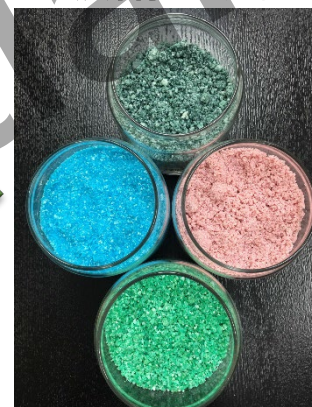
奈米孔洞化技術



孔洞材料



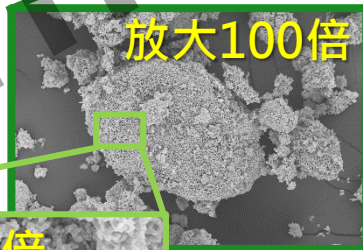
吸附金屬



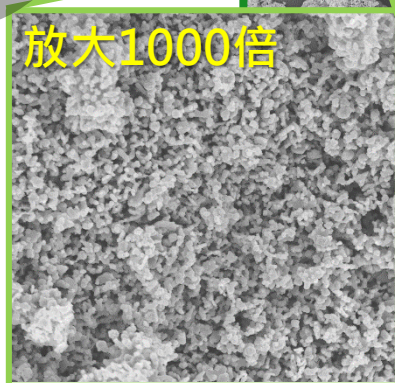
材料特性

1. 奈米孔洞 9~20 nm
2. 比表面積 $\sim 200 \text{ m}^2/\text{g}$
3. 高吸附效能
4. 耐化性佳
5. 可再生循環吸附使用

放大100倍



放大1000倍

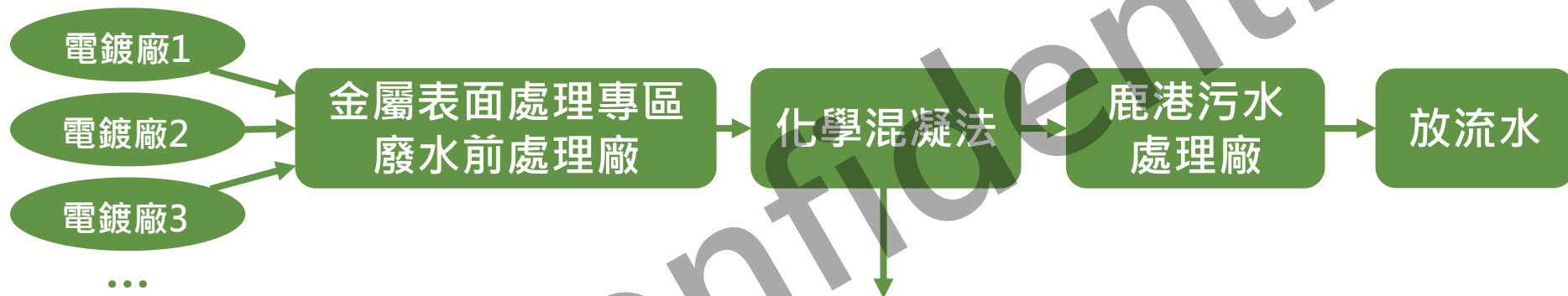


1公斤LCD玻璃奈米孔洞材料可處理約5公噸，相當於2,500個 2公升寶特瓶的電鍍製程水(金屬含量 $\sim 20\text{ppm}$)

電鍍製程水應用案例(1)

產業現況

彰濱工業區1期+2期電鍍專區：每日產出3,500-4,000公噸廢水



重金屬污泥問題



- 電鍍廠製程水由金屬表面處理專區廢水前處理廠進行化學混凝
- 產出重金屬污泥(~1,000公噸/年)
- 重金屬污泥處理費高 (約20,000元/噸)
- 需高效能/低成本/低污染之處理技術

電鍍製程水應用案例(2)

高效能/無污染重金屬廢水處理技術



電鍍
製程

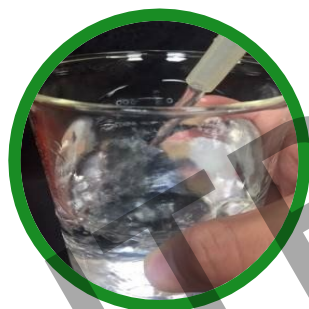


分流
處理

- 酸鹼系、氰系、鉻系
分流
- 不同金屬分流



LCD玻璃
奈米孔洞材料



處理後
潔淨水

可回用

• 金屬去除率 > 99%

模組式吸附
處理系統

- 適用金屬: 銅, 鎳, 鋅, 鉛, 鉻 (三價), 鈷等
- 金屬吸附量: > 16%
- 每管吸附管柱填充100公斤
- 入水條件: - pH5~8
- 流量 < 35L/min



吸附製程水中金屬
日處理量: 50 噸/套

電鍍製程水應用案例(3)

技術效益

以彰濱工業區/金屬表面處理專區為例：

電鍍廠**未安裝**吸附模組

電鍍廠**安裝**吸附模組後

處理水量

每年約100萬公噸

每年70萬公噸
→30萬公噸循環使用

產生污泥量

每年約1,000公噸

每年約700公噸
→污泥減量30%

處理成本

約120元/公噸水

約80元/公噸水
→成本降低1/3

電鍍製程水應用案例(4)

2021/04/27 LCD玻璃與電鍍產業水資源循環共享雙贏記者會



電鍍製程水應用案例(5)

電鍍製程中 水循環

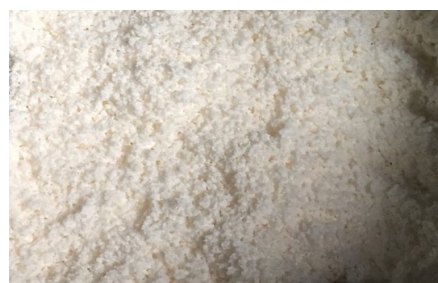
應用場域:吉○電鍍



化混後 $\text{Cu} < 0.7 \text{ ppm}$



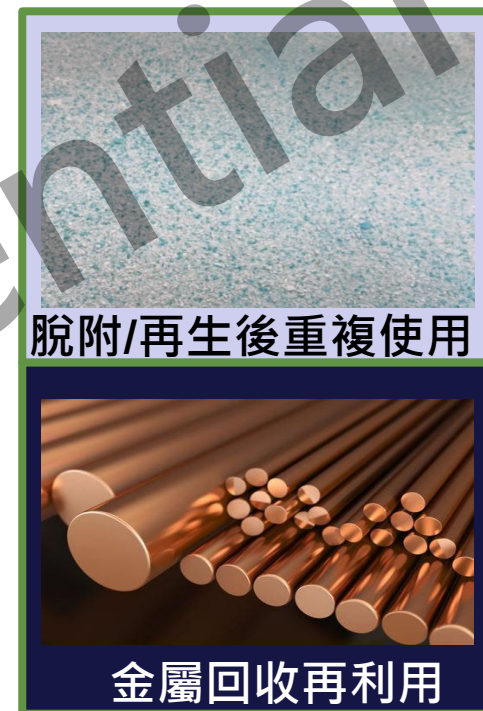
可重複使用的LCD玻璃奈米孔洞材料



吸附金屬前

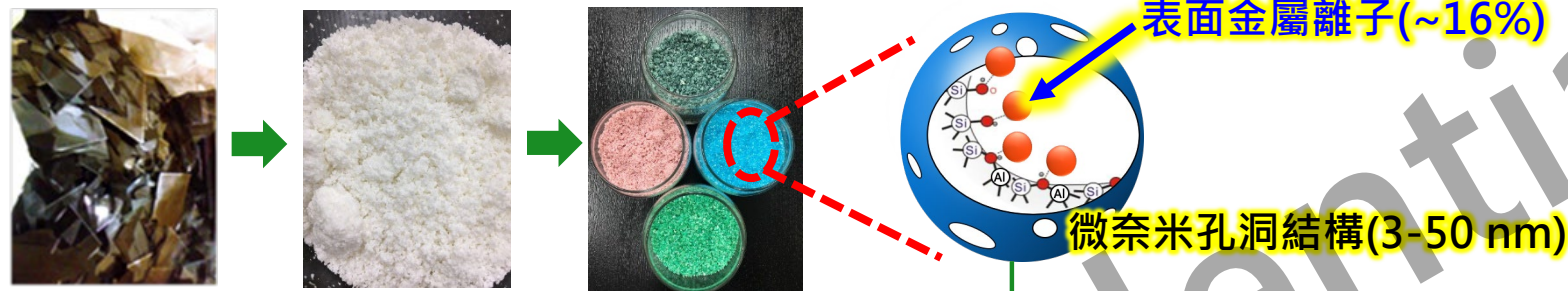


吸附金屬(Cu)後

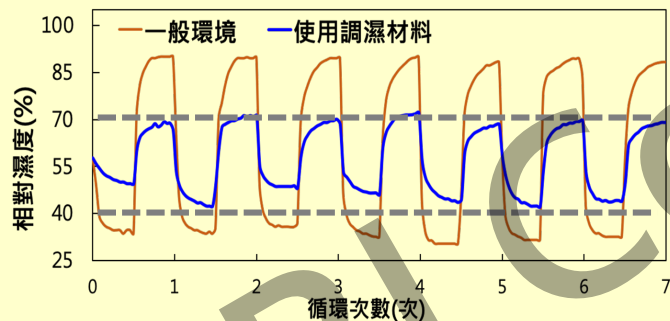


- LCD玻璃奈米孔洞材料可脫附再生重複使用
- 脫附後金屬可重新煉製回收

LCD玻璃奈米孔洞材料新應用

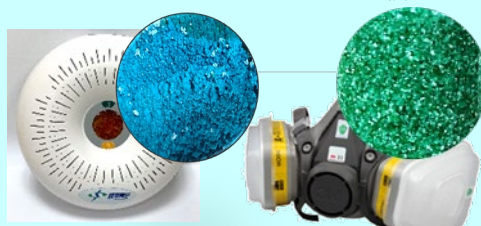
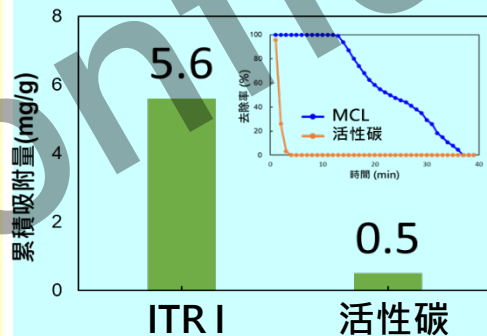


調濕功能無耗能濕度控制



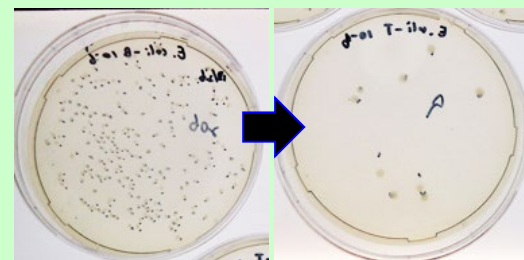
調濕壁磚 除濕包 除濕系統

除臭功能活性碳10倍效能



吸濕除臭盒 除臭罐

抗菌功能>99%殺菌率



抗菌腳踏墊 抗菌貼

LCD面板高值全循環



- 創造高值新材料/新循環產品
- 環保/經濟雙重效益
- 徹底解決廢棄LCD面板問題
- 高效能/低成本/低污染循環利用電鍍製程水

結論

- ❑ 工研院全球首創的**LCD高值全循環技術**，將液晶面板中的液晶、重金屬和玻璃各自分離後再利用，不僅達到無害化目的更可將材料**循環利用**，**既經濟又環保**
- ❑ **LCD玻璃奈米孔洞材料**具高效金屬吸附特性，以高效率/低成本/低汙染進行電鍍製程水之吸附處理，無金屬汙泥產生，可節省高價之汙泥處理費
- ❑ 吸附金屬後LCD玻璃奈米孔洞材料可脫附再生重複使用，亦可開發其他新應用，**無二次汙染產生**
- ❑ 經LCD玻璃奈米孔洞材料吸附後，**製程水可循環使用**不須排放，可節省水處理費且降低排放水超標之風險
- ❑ 以**循環利用**取代掩埋/焚化，別再讓廢液晶面板汙染環境，還給後代子孫乾淨的生活環境