

柏林股份有限公司

FPD製程中銮回收再生之研發計畫

●計畫執行目標

如果以銮的純度來區分，金屬銮的市場可分為兩大類：一為產品規格4N5之高純度銮金屬，其量約佔總市場的七成以上，另一則為與其他合金共存，產品規格2N以下，價格與4N5銮金屬每公斤約有100美元的差距，僅佔總市場三成左右。由於液晶平面顯示器產業蓬勃發展，High N之銮供不應求，佔有銮之廣大市場，相較之下，Low N的合金銮市場，以無鉛焊錫為代表，因為銮之單價屢創新高，導致以低純度之銮應用之產品在價格上不具競爭性，因此市場反而有萎縮之現象。詳細觀察此二市場，可發現其市場生態完全不同。High N市場其產品惟獨ITO及鈹材，幾近為完全封閉式之寡佔市場，技術瓶頸高，製造困難，授權不易，對於銮含量之認證更需經過有力之公証單位檢驗，也因此檢驗費用極為可觀，所以市場全由銮製造商及鈹材製造商左右，就算成功生產High N產品，唯一的銷售管道也只有ITO、鈹材製造商，因此要以合理價格在市場賣出仍為一大瓶頸。相較之下Low N市場較公開及開放，產品認證較為容易，在國內僅需委由SGS檢驗開立證明便可，可省下相當可觀的費用，技術及投資門檻相對也較低，與其投入心力製造High N產品，最終仍需愁煩如何合理賣出，轉而製造Low N，更具有其成本競爭性。而國內也有許多產業之業者實質上有此需求，故開發Low N產品更可有有效的提昇此相關業者之競爭力。而在開發Low N產品時之重點在於所有其它的合金金屬必須為其它Low N產品中已需之金屬成分。

●新產品簡介

銮因其光滲透性和導電性強，主要用于ITO行業，這一用途是銮的主要消費領域，佔全球銮消費量的84%。其次的幾個消費領域分別是：合金領域，佔全球消費量的8%；化合物消費領域佔5%，半導體行業佔2%，研究行業佔1%。

銮具有熔點低、沸點高、導性好、氧化物能形成透明的導電膜等特性，在眾多傳統工業產品中，銮因有眾多獨特之特性，故無法輕易被取代，反而有更普遍被應用之趨勢。由本計畫案所獲得之低純度銮金屬在實際應用上有較大的彈性，可直接進行應用亦可進一步純化得到超純度銮，對具有純化技術之廠商來說，可省卻相當多的時間，目前本產品有以下幾個應用方向

1. 精煉成高純度銮：可製成高品質的ITO靶材的原料並用 光電產業。此方向需要高純度銮精煉生產技術，將粗銮加工成高純度銮後價格會上升，經濟效益明顯提升，並且在產業競爭力上，會有相當的優勢。
2. 含銮焊料及低熔點合金：具有熔點低、撓性好、延展性優良、導電性高、焊點强度高，尤其是對陶瓷、玻璃等非金屬具有良好的潤濕性，已成為微電子組裝的主要特种焊料之一。一般工業上所使用的鉛錫焊料由於性能優異，用於表面組裝生產線上用作焊料的用量十分可觀，但鉛錫焊料易溶於含氧的水中，污染水資源，破壞生態環境，對人體及生態的危害不容忽視。因此，研究開發綠色無鉛的焊料以替代傳統的鉛錫焊料是社會效益以及環保的需求。
3. 綠色電池的開發：傳統的電池生產是以鋅為負極，並用汞來提高氫氣析出過電位，以減少鋅負極的腐蝕。但汞是劇毒物質，不僅會損害電池製造人員的健康，還會造成嚴重的環境污染。因此對於這些傳統的化學電源給人類帶來的污染越來越受到人們的關注。由於銮具有良好的物理化學性質，在電池中以銮代汞提高電池的防腐能力，作為一種無污染的綠色電池。此計畫具有極大的市場容量和廣闊的產業化前景，並

具有明顯的社會效益和經濟效益。

●計畫創新重點

國內大多以直接提煉ITO為標的，由於化洗後所產生之廢液中，除了存在銮離子外，更包含了諸多金屬離子，如：錫、鐵、銅、鎳、鎢、鎢、鎢、鎢……等雜質，國內目前銮回收技術之回收率僅為70%，且回收成本高，所產生之廢棄物總量亦極為可觀，本計畫之技術領先指標為如下：

1. 提高回收率

提高回收率之關鍵在於如何利用沉澱法將金屬銮離子轉換成氫氧化銮，藉此將廢液中之銮離子與其他金屬離子分離，避免在還原過程中非銮金屬離子一併還原成金屬態。本計畫案是以電化學與離子交換法將雜質剔除，因此最終所獲得之金屬銮純度將大為提高，由於無其他雜質的干擾，回收率亦有令人滿意的結果。

2. 降低回收成本

本計畫案中之回收製程中，主要的成本為置換步驟所使用之還原性金屬，由於選用之材料本公司目前亦大量使用於塗料生產，所以可大量進貨，降低原料成本。而當置換反應後本金屬會生成副產物-金屬氧化物，經過處理後可用於本公司之塗料生產製程中作為添加劑，間接降低成本。

3. 減少廢棄物總量

本製程所產生之廢棄物可分為液體與固體，液體廢棄物主要成分為鹽類與部份金屬離子，經過沉澱處理後便可與固體廢棄物一併處理，而置換後所殘留之金屬氧化物可再生利用，藉此減少廢棄物之總量。

●公司研究發展能量及研究發展制度之效益說明

1. 新進人員訓練

柏林公司秉持「卓越、責任、可靠、研發」的原則，在新進員工的通識教育過程裡對於公司介紹、產品認識、品保系統、環保議題、法務觀念、資訊管理系統與組織運作皆給予相當完善的教育。在專門技術方面，新進人員一入廠即給予完善的「職務職掌說明」與「基礎專業技能訓練」訓練與栽培。

2. 先進技術培養

依其工作特質，分階段參與不同研發專案，藉由實務工作中運用之各項專業技能及廠內外教育訓練課程，培訓其先進技術之養成。對於參與研發專案之人員，本公司之資深工程師與主管均給予最高的尊重與指導，在實務操作過程中來驗證理論的基礎並開發創意，藉由團隊合作提出更具經濟價值的研發成果。

3. 管理技能培訓

不定期安排管理課程，由小而大給予管理工作機會，並挑選具管理特質的人員加強訓練，儲備為管理中長期幹部。

4. 職涯規劃

表現優異者之人員，不管是在考核、獎勵、薪資、升遷中均給予最高度的重視與肯定，在接班人計劃、精英計劃中，亦為重要種子成員，公司不管在福利、制度、工作環境均提供最優質的服務與選擇。

●人才培訓及運用效益

為了加強內部相關技術之傳承，以下為內部傳承之措施：

1. 實驗紀錄簿撰寫：

於本計畫案執行期間由各實驗之負責人詳實紀錄所執行過之每一個實驗之結果，相關人員亦需紀錄每天所執行之工作，並將狀況及實驗結果回覆給負責人，視情況調整實驗參數，

以獲得最佳化之生產條件。

2. 不定期召開內部會議：

在此計劃案中，除了以實驗紀錄簿詳實記載所執行過之每一個實驗之結果，更會不定期召開內部會議，針對實際執行情形進行討論，視實驗結果修正參數，每次會議過後將會議紀錄建檔，並於下次會議時追蹤執行之結果，藉此確實掌握進度。

3. 相關人員教育訓練：

人員之教育訓練分為內部教育訓練與外部訓練，在內訓的部份確實做到每個月進行1~2次技術會報，以教學的方式達到傳承的目的，每次上課前學員須填寫簽到單，課程結束後將簽到單與簡報內容一併建檔，並將教材放置於公司內部之網路分享空間供相關人員調閱。外訓的部份則主動向教育訓練委員會提出需求，當外訓單位有適合之課程開立時，則派遣相關人員前往接受訓練，於受訓結束後繳交心得報告，另擇期以內部訓練的方式傳承給內部人員。

4. 專案資料夾建立

除了上述三個方式之外，亦會將與本計劃案相關之文獻、實驗參數、實驗結果，以專案的方式統整於一本資料夾中，將每個人之實驗結果加以彙總，當翻閱此檔案時，便可了解此計劃案執行之軌跡，以達到內部傳承技術之目的。

5. 產學研各界之技術移轉及合作效益說明

本計劃書中所提及之相關技術皆為自行研發，並由內部技術人員操作，因此無技術轉移之情事。

● 新產品創造之技術效益及市場效益說明

1. 通路分析，發展策略規劃：Low N為較開放性市場，每家之採購量小，且大多以Spot為主，故擬採以直接拜訪銷售的行銷方式。首先，鎖定台灣國內市場，搜尋固定Low N之使用者，之後提供樣品，等在台灣建立實踐之後再推廣至國外。
2. 成本費用分析：不同製程的鈹，因其特性之不同，不可能以單一製程，來涵蓋所有的回收，因此必須研發不同製程，而相對鈹其回收成本固然會有所差異。合評估費用，每kg回收成本約為100~150USD。
3. 市場價格與趨勢分析：鈹2000年市場價格為80USD/kg上升至2006年1,000 USD/kg，預計將因產能無法迅速提昇，於2010年將上漲至3,000USD/kg。鈹的回收絕對會成為面板產業在競爭時的關鍵因素。
4. 產品與價格組合：Low N產品之售價，基本上仍參照之走向，但以其定價之95折為主。其他所共存之金屬合金則不計價。

● 計畫完成後對提升我國產業水準及競爭優勢說明

2006年12月27日，中國財政廳發布消息，從2007年1月1日開始，中國將對“未鍛軋鈹”、“鈹廢碎料”、“鈹粉末”徵收15%退場門關稅。同年12月30日，中國商務部亦發布消息，從2007年1月1日開始，中國將對鈹實行退場門許可證管理。隨著環保意識抬頭，中國政府很有可能提出更加嚴厲的環保措施，打擊環保措施未達標準的小型生產商。為了加強對鈹退場門市場的管理，中國政府更有可能實施退場門配額制度，而這些政策的變化都將對往後的金屬鈹市場造成波動，市場上鈹之價格日趨上漲已呈必然之勢。

在鈹礦蘊含量有限及鈹金屬用量的持續增高的前提下，在不久

的將來，金屬鈹勢必會出現短缺的現象。雖然現在日本已有廠商著手開發鈹的替代品，但是預計在近幾年之內並不會有太明顯的進展，因此更突顯金屬鈹回收之重要性。此種技術可以有兩個方向的優勢：一者，在鈹金屬利用端(如光電產業)可以委託代理廠商進行鈹回收作業，反饋至靶材製造商以降低採購成本；另一方面，若能有效的將鈹金屬回收再利用，相信對於地球資源的維持，以及環保觀點上之減廢處理上，皆有程度上的貢獻。

● 專案執行重要心得

由於鈹金屬在地殼中的含量十分稀少，並沒有獨立礦產，為主要分佈於鋅礦中的一種微量元素，需由提煉出鋅金屬後之廢渣中，再經提煉方可得鈹。鈹的主要產源來自歐盟、中國大陸、日本、北美和俄羅斯等國，其中以中國大陸的鈹產量成長最快且潛力較大。然而近幾年中國大陸對於貴重金屬之出口有著諸多限制，國際市場上對於金屬鈹之需求亦無減緩之趨勢，未來在金屬鈹之市場勢必會出現供需失衡之情形。

本公司基於此理念，跳脫塗料本業，投身貴重金屬之回收產業，由於對本公司之同仁來說，金屬回收可說是一個完全未知的領域，無論是在技術層面或生產製程方面，皆是從無到有，一路走來可說是筆路藍縷，初期以資料之收集為主，以分組的方式收集金屬回收之專利與論文，並對金屬鈹之市場進行分析，深入了解本產業之運作與生態。

金屬回收技術可大致分為三類，(1)基本金屬類—銅、鐵、鋁、鎳...等的回收，主要採取直接回收或利用物理方式拆解、破壞後再加以回收。(2)貴重金屬類—金、銀、鈮、鉛...等的回收，主要是利用物理方法(破碎/粉碎技術、沸點差異)及化學方法(萃取、純化分離、置換及電析還原)搭配進行回收作業，可由印刷電路板、電容器、廢電鍍液、廢顯影液和定影液等中回收貴重金屬及一般金屬物質。(3)特用貴重金屬類—近幾年來，因為國內產業結構的變化，金屬回收之重心已逐漸地轉移以電子業、光電業中用量大且地殼儲量不高的稀有金屬，如鎳、鈹等物質之回收。其中鎳主要用於發光二極體上，可由廢品圓碎片、研磨粉屑來進行回收。而鈹主要作為液晶顯示器的透明電極(占全球鈹使用量之70%左右)，可回收的來源主要有廢氧化鈹錫靶材、含鈹蝕刻液及濺鍍製程中浪費的ITO材料。

經過審慎評估後確立製程技術之方向，由於本計劃所採用之回收方式為化學法，因此在計劃進行過程中常會出現與預期完全不同之狀況，有時在實驗室中已將所有的製程條件確定，反覆試驗無誤後著手進行小批量生產時，常會得到截然不同之結果，由於大量後反應過程之溫度往往會超過小量反應之溫度，也因此造成反應加劇導致產率不穩定，此外還原劑的種類以及型態亦是極為重要的關鍵，而在中和過程中，以高濃度與低濃度之鹼液中和廢液，由實驗結果可知以高濃度之鹼液進行中和時，所加入之鹼液量較少，不會對整體的體積產生太大的影響，但是中和過程放熱過快，不利現場人員之操作，且因為過多的鹽類生成，導致後續進行置換時降低金屬鈹之產率，更會阻礙熔鍊的進行，進行熔鍊時，海綿鈹表面之金屬鈹極容易氧化，可在密閉烘箱中充入氮氣或以抽真空的方式進行熔鍊，亦可以高沸點之溶液覆蓋其上，隔絕外部空氣之接觸，以提高金屬鈹之產率。

