

國立台灣科技大學／ 鼎堅機械股份有限公司

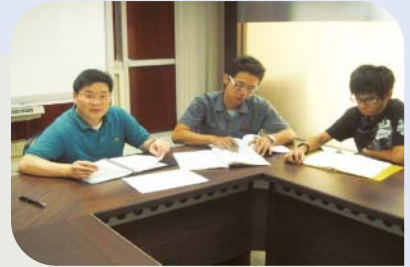
先進矽基板線鋸加工研發計劃

❖ 公司小檔案

- ★ 成立日期：民國 80 年 4 月
- ★ 負責人：何文良
- ★ 資本額：新台幣 120,000 千元
- ★ 員工人數：25 人
- ★ 經營理念：

鼎堅機械成立於 1991 年 4 月，在追求高精度及高效率加工技術的今天，為了滿足各產業界多種精密機械設備的需求，鼎堅機械多年來深耕切割、研磨、拋光、定心、雷射等領域，以專業代理作為期許，朝著先進設備的提供者及專業技術的諮詢者努力，不斷引進先進國家高精密度機械設備及優良品質的耗材品，以滿足業者需求。同時，鼎堅不斷地充實銷售及技術服務實力，進而追求產品品質的穩定、提升並完善公司各項管理，以實現客戶高度滿意為職志。

有鑑於產業界委外代工的需求日漸提升，鼎堅於數年前投入加工技術研發和代工服務，如藍寶石切割、化合物玻璃切片，以及矽晶棒切片等。未來，鼎堅更將善盡企業本份，以本身在機械領域之技術經驗，結合產學界的力量，以期為台灣太陽能及半導體等產業之製程提昇貢獻一份心力。



❖ 計畫緣起

隨著半導體應用面的持續擴大，全球半導體產業規模日益壯大，其對矽晶圓材料的需求也水漲船高，而近年來，太陽能發電的熱潮更推升了矽晶片的需求，預計在未來五到十年，全球矽晶片的用量仍將持續成長。目前太陽電池材料大多以單晶矽或多晶矽為主，其中，又以多晶矽為主流。而多晶矽材料又可細分為太陽電池級與冶金級兩種，基於冶金級多晶矽之低成本的誘因，本研究擬進行冶金級多晶矽線鋸切割研發計畫，以傳統游離磨料線鋸與固定鑽石線鋸來對冶金級多晶矽進行切割參數最佳化，並以前已開發之線鋸切割模式（Wire Saw Model, WSM）來模擬不同加工狀況，以降低斷線機率並薄化基板厚度提升整體產能與良率。

❖ 新產品簡介

本次計畫成功以游離磨料製程鋸切冶金級矽晶其試片厚度可達 $200 \pm 10 \mu\text{m}$ ，面粗度達 $Ra 0.3 \mu\text{m}$ 以下以及以線徑 0.15mm 鑽石線鋸製程鋸切冶金級矽晶其試片厚度可達 $200 \pm 10 \mu\text{m}$ ，面粗度達 $Ra 0.3 \mu\text{m}$ 以下，如 Fig.3-3-1 所示，並分別建立數學模式模擬並估算材料移除率以及漿料特性以評估漿料壽命，可訂定漿料混和之比例，節省耗材成本開銷。

本計畫於數學模式估算材料移除率時，如 Fig.3-3-2 所示，藉由將材料特性以及相關參數輸入，即可估算於不同切割參數下之材料移除率之關係，可有效在生產前預估實際切割時之狀況，降低生產成本以及風險。在漿料特性評

估上，本計畫設計之數學模式可有效評估不同粒徑以及不同混和比之漿料特性以及漿料壽命以降低生產時漿料所造成的生產成本。



Fig.3-3-1 冶金級矽晶片 (1) 游離磨料製程 (2) 鑽石線鋸製程

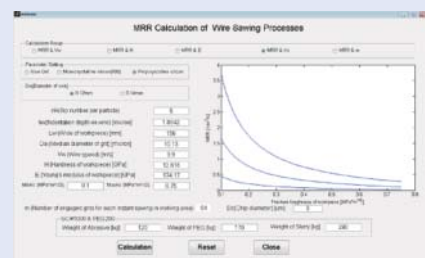


Fig.3-3-2 數學模式評估 (1) 材料移除率 (2) 漿料特性評估

❖ 計畫創新重點

創新性說明

1. 以製造分析手法與田口式品質設計來規畫實驗，實際鋸切冶金級多晶矽材料，找出製程最佳參數後，冶金級多晶矽材料低成本的特點，提高產品競爭力。
2. 以數學模式建立成是來模擬材料移除率與磨料分佈，間接減少製程成本。
3. 此外，建立冶金級多晶矽雜質檢測系統，評估斷線風險，增加產品良率。

技術應用範疇

1. 本計畫之鋸切技術未來可應用於鋸切各種硬脆材料，如 Fig.3-4-1 所示，可應用於藍玻璃、單晶矽、多晶矽、藍寶石基板等。
2. 透過數學模式與儀器檢測可預估線鋸與漿料使用壽命，進一步訂定鑽石線鋸與漿料規格，降低耗材損失。
3. 以機械力學與雜質成分之分佈檢測，建立製程風險評估系統，可預防斷線發生率，並透過鋸切經驗的累積，制訂製成風險與雜質含量之對照表，可節省往後材料檢測時間。

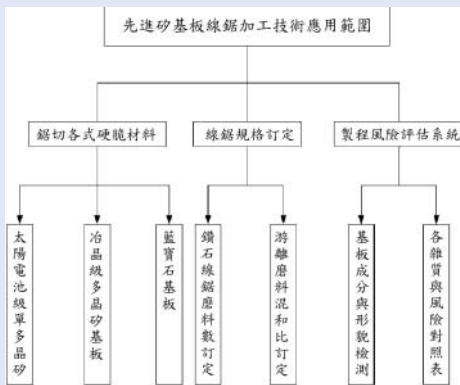


Fig.3-4-1 先進矽基板加工技術應用範圍

❖ 產學研各界之技術移轉及合作效益說明

本計畫中，並無技術轉移之需求，而主要以內部技術傳承為主。將研究所得成果轉為生產之途，例如將可應於生產之操作參數和步驟加以訂定明確 SOP，做為員工操作生產機台時的準則。並定期召開會議，使員工得以交換心得和想法，並將有價值的提議付諸實行。同時將新的成果加以記錄，做為人力資源部在規劃員工教育訓練時的參考資料。

本計畫中數學模式推估材料移除率部份，則是以程式方式進行保存和操作，並做為未來新產品生產時的製程風險評估。並明訂詳細操作步驟，使得程式在交接時可明確的保證未來用途。目前合作單位已和台灣科技大學簽訂技轉專案，金額為新台幣 60 萬元，技轉項目為鑽石線鋸之導輪設計與程式。

❖ 新聘人力與效益

本計畫新聘大專院校以上之畢業生共 5 人，台科大聘任人員張秀如小姐以計畫案委任人員繼續聘用。鼎堅機械聘任人員蘇仁泓繼續留任、康來成轉任學校聘用，其餘人力因個人規劃不再留任。

透過此計畫建立產學合作橋樑，雙方繼續技術研發，可讓合作廠商與學校研究人員技術交流，提高研發人員素質，並快速累積經驗，以學校豐富資源分析與量測檢驗結果，可有效解決製造商技術層面與理論層面問題。

❖ 研發成果及衍生效益

1. 可延長漿料使用壽命達 2 次，因而降低生產成本。減少鋸切時間為 7 小時。不管為游離碳化矽磨料或固定於鋼線上的鑽石磨料，均可產出具有 200 μm 厚度的矽基板。配合數學模型，以程式加以運算做為未來新材料切割時的預測依據。配合檢測儀器與雜質成份分析，預先檢測待切割之晶錠，使得整體良率達 90% 以上，並減少切割時斷線風險。
2. 於鑽石線鋸使用量上，可望降低 15% 的使用量。以 150 μm 線寬的鑽石磨料線，取代舊有 190 μm 鑽石磨料線，增加矽晶基板產出數量，得以降低成本和提高毛利。
3. 提供穩定線鋸切割冶金級多晶矽技術服務，降低矽基太陽電池之整體成本，增加代工製造業毛利率，並透過製程風險評估，可有效提高製程良率，降低合作廠商成本損失。
4. 本計畫之鋸切技術可應用於鋸切各種硬脆材料，如藍玻璃、單晶矽、多晶矽、藍寶石基板等。

❖ 專案執行重要心得

本次專案進行矽基板試切時，研發團隊與公司工程師之間經常一起討論並分析製程上以及生產過程中設定參數對於鋸切結果的影響。於討論過程中，研發團隊與工程師分別以理論以及過去實務上之生產經驗進行交流並分享相關知識以及心得。試切過程中遭遇失敗以及相關困難時，公司產線上之工程師之熱心幫助也使得研發團隊所遭遇之失敗以及困難都能得到適當的處理。對於工程師於產線上所遭遇的問題，研發團隊也能以相關知識理論給予建議以及幫助。充分達成此專案對於經驗以及知識傳承之目的。

由於線鋸製程所需要的製程時間相當長，因此每次實驗都必須要耗費相當多之時間以取得所產出之矽基板，並作後續分析以及整理。然而，研發團隊之成員秉持著團隊合作之精神，克盡個人職責並互相幫助，得使本專案順利達成。另外，於專案執行期間，公司同仁的大力幫助也是本專案得以順利執行的重要因素。