



超快雷射多層複合基板切割技術

Ultrafast Laser Cutting Technology for Multi-Layer Composite Substrates

¹ 陳園迪、¹ 蔡武融、² 劉松河

¹ 工研院 雷射與積層製造科技中心 積層創新部

² 工研院 雷射與積層製造科技中心 積層製造技術組 副組長

摘要：多層複合基板切割技術廣泛的被使用於面板製程之玻璃切割與半導體製程之晶圓切割。行動穿戴式裝置的需求，使得高強度之多層複合基板成為未來的發展趨勢，為了建置此類新基板，更先進的切割技術之導入是勢在必行。雷射運用於多層複合基板切割其長時加工之穩定性高，由於切割道寬度很小，因此單片晶圓可切割出更多顆晶粒，因此提高生產效率。本文介紹雷射切割技術、雷射隱形切割技術，內容包含硬脆材料與多層複合基板之加工成果。最後，並介紹工研院投入超快雷射多層複合基板切割技術之開發成果。

Abstract : Multi-layer composite substrate cutting technology is widely used in the glass panel cutting process in TFT-LCD and the wafer cutting process in semiconductor manufacturing. The demand for wearable devices has led to the development of high-strength multilayer composite substrates in the future, and the introduction of more advanced cutting techniques is imperative in order to build such new substrates. When laser is applied to cut multi-layer composite substrates, it has advantages of high stability in long-time processing; and due to the small dicing width, more chips can be yielded from a single wafer, thus increasing production efficiency. This article introduces laser dicing and stealth laser dicing technology, including hard and brittle materials and multi-layer composite substrate processing results. Finally, we introduce ITRI achievement in ultra-fast laser technology for cutting multi-layer composite substrates.

關鍵詞：超快雷射、多層複合基板、超快雷射切割

Keywords : Ultrafast Laser, Multi-Layer Composite Substrates, Ultrafast Laser Cutting

前言

在多層複合基板切割技術應用上，多用於顯示器面板之玻璃切割、軟性顯示器之複合軟板切割與半導體製程之晶圓切割，由此可知多層複合基板切割技術之商機無限。且物聯網產業之發展也將帶動穿戴行動裝置朝輕薄短小、複雜化發展，因此導入高強度、耐環境變化之多層複合基板也是未來的發

展趨勢。

傳統多層複合基板切割的方式，是利用輪刀在材料上沿切割線劃過[1-3]，經上下兩道次切割，造成表面裂紋，而後再利用機械外力將材料加壓，使玻璃沿裂紋裂開。利用輪刀畫出的裂紋，會因加壓力量的大小而有不同的沿伸深度，決定了裂片的難易度。此種切割方式產生的預裂紋之方式是屬於機械式破壞，在裂片時會引發更多微細裂紋，會降低



成品的機械強度。鑽石輪刀磨耗迅速、切割寬度有所侷限、仍需經過裂片製程、生產效率低，以上等等問題仍急需解決。

近期產業界導入摻釹鈮鋁石榴石雷射(Nd:YAG 雷射)、超快雷射進行晶片切割，相較於鑽石輪刀切割之技術，雖然雷射加工之設備成本較高，但是具有以下之特色：

1. 不受材料硬脆性質之影響。
2. 雷射切割屬於非接觸式加工，雷射光束損耗度低，長時加工之穩定性高。
3. 雷射光束特性易改變，因此切割道寬度可控制到很小。
4. 加工方式的安排，可以實現完全切割。

有鑑於此，工研院雷射中心投入多層複合基板之超快雷射切割技術開發，協助國內廠商發展自主化多層複合基板雷射切割設備。以下章節，首先將分別說明各研發單位對於雷射切割技術之開發成果；最後，介紹工研院雷射中心開發多層複合基板超快雷射切割技術的進展。

多層複合基板雷射切割之製程技術

傳統刀片切割法為機械性研磨加工，由於切割刀片有一定厚度，加工時將留下研磨區域，因此單一晶圓所能切割之晶片數量便因此縮減，且會產生無數的碎片，此將造成試片的汙染，碎片之產生與刀片研磨剷除部分將導致晶粒合格效率降低，在晶粒尺寸非常小的情況下，此影響更加明顯。因此產業界運用雷射進行切割來改善此缺點。目前廣泛應用之技術可分為雷射切割技術與雷射隱形切割技術，以下分兩小節分別介紹。

1. 雷射切割技術

雷射切割技術(laser dicing)，是在晶圓上用雷射照射 1 次或多次，將待切物全切割的切割方法，如圖 1。其優點在於雷射全切割掃描速率快且無須裂片，可以提高生產效率。加工後之切割道寬度小，

與刀片相比切割槽損失少，可以縮減晶粒間隔。在小型晶粒切割中，如加工道數較多的化合物半導體晶粒而言，透過減小晶粒間隔，1 片晶圓可生產的晶粒數之提升更為顯著。雷射全切割法的缺點在於雷射所造成的熱應力效應，以至於加工後之晶粒變質，切割面變質會造成後段封裝品質不良，使得封裝後的 IC 元件產生功能異常的風險。為提升硬脆與多層複合基板切割之品質，國際研發團隊主要針對運用之雷射種類、波長與製程參數進行優化。

義大利米蘭理工大學團隊開發多層複合基板之雷射切割技術[4]用於複合材料(鋰電池雙極板，中間層為厚數十 μm 之銅箔，上下兩層電極層厚 120 μm)，兩部雷射規格分別為波長 1064 nm，脈衝寬度 250 ns 與波長 532 nm，脈衝寬度 1 ns，切割速率最高達 500 mm/s。德國漢諾威雷射中心(Laser Zentrum Hannover e.V.) [5]針對五部不同之雷射源[Rofin StarDisc (波長 1030 nm，脈衝寬度 1 μs)，Lumera Staccato (波長 1064 nm，脈衝寬度 12 ps)，Trumpf TL20-FQ (波長 1047 nm，脈衝寬度 50 ns)，Coherent Avia7 (波長 355 nm，脈衝寬度 20 ns)，Coherent Avia20 (波長 355 nm，脈衝寬度為 40 ns)]進行雷射切割 220 μm 厚之矽晶圓，以切割速率來看，Rofin StarDisc 雷射之切割速率最快可達 33.3 mm/s，

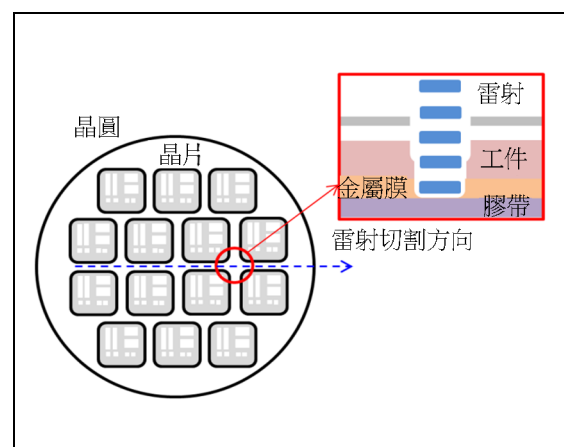


圖 1 雷射切割技術在欲切割之晶圓經 1 次或多次掃描，將晶粒全切割

更完整的內容

詳見【機械工業雜誌】419期・107年2月號

機械工業雜誌・每期 220 元・一年 12 期 2200 元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9339

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌・官方網站：www.automan.tw

機械工業雜誌・信箱：jmi@itri.org.tw