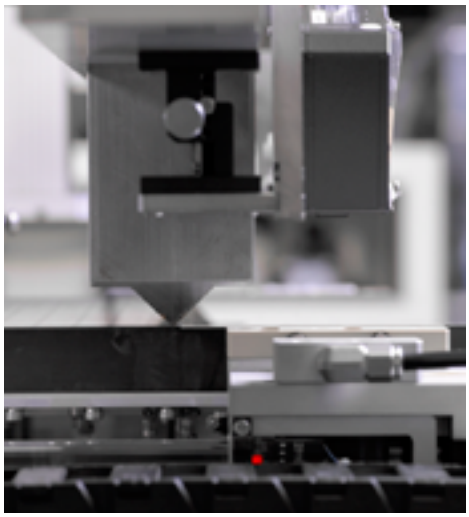
亞智科技
manz 集團

manz
passion for efficiency

FOPLP面板級扇出型封裝智慧生產設備解決方案

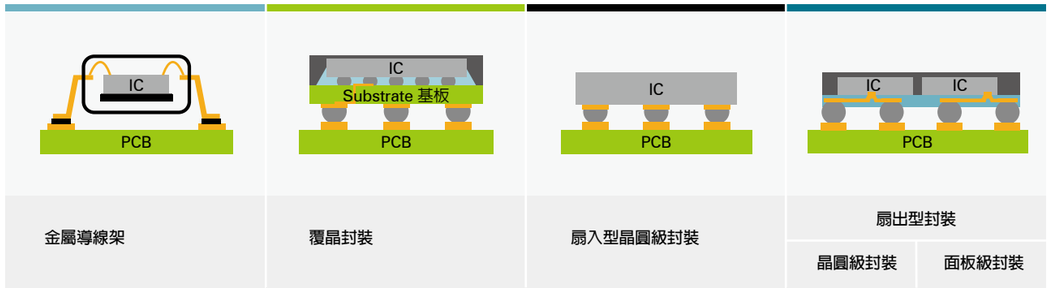


FOPLP面板級扇出型封裝
智慧生產設備解決方案

跨領域整合多元技術及設備 全面提升製造力

封裝技術的發展，有效降低封裝厚度、大幅提升電子產品效能

* 示意圖未按比例繪製



I/O數	低	中	中	高	高
封裝成本	低	高	高	中	中低
裝置效能	極低	低	中	高	中高
散熱性	差	普通	普通	好	極好

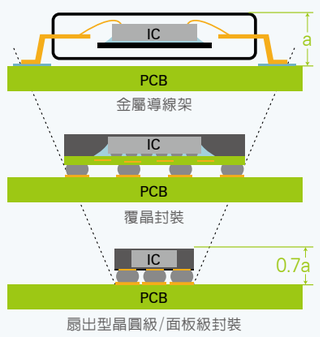
創新先進封裝設計的趨勢

由於消費性電子產品對於可攜式及多功能要求日漸嚴苛，驅使微電子構裝發展朝小尺寸、高性能、及降低成本前進。

然而，半導體封裝產業已面臨無法在微縮晶片的尺寸下，容納不斷增加所需的 I/O 數量以滿足終端消費性電子產品提升電子裝置效能的窘境。

因此，不論是系統級封裝 (SiP) 和未來更先進的封裝技術，都朝整合更多的異質晶片為趨勢，最終應用於消費性、高速運算和專業性電子產品的應用。

開發目的：
- 提高半導體產品價值。
- 增加晶片功能。
- 保持 / 提高晶片性能同時降低成本。
- 減少晶片 / 封裝的厚度。



*封裝厚度依製程方式不同而有所變動

終端產品推動封裝技術不斷地進化

技術端不斷推陳出新，市場端不斷有新需求的狀況之下，放眼現階段半導體市場，應用層面以傳統的PC與3C產業為根基，更大步跨入到物聯網、大數據、5G通訊、AI人工智慧、自駕車與智慧製造等多元範疇中，半導體客戶對於外型更輕薄、資料傳輸速率更快、功率損耗更小、以及成本更低的晶片需求大幅提高，這使得先進封裝技術更加被重視。

封裝是半導體產業的下游，主要特質為固定晶片、保護晶片以及散熱等功用。隨著消費性電子產品尤其是可穿戴設備的崛起，封裝還擔負著另一項重任，即如何將晶片做輕、做薄以及小型化以符合智慧型產品發展的趨勢。因此，近年來先進封裝在半導體產業鏈的重要性逐步提升，也是延續摩爾定律生命週期的關鍵。

封裝技術經歷了從金屬導線架到打線封裝 (Wire Bond BGA) 到覆晶封裝 (FCBGA)，隨著摩爾定律極限的逼近，半導體封裝產業已面臨無法透過微縮晶片的尺寸來提升電子裝置效能的窘境，因此又再開發創新的先進封裝技術 Fan-In WLP (扇入型晶圓級封裝，在晶圓上進行封裝)；技術升級的趨勢在於可以容納更多的 I/O 數、減少晶片尺寸、厚度達到封裝小型化的需求，同時可有效降低生產成本。

而扇入型晶圓級封裝構裝極大的挑戰在於：(1)晶片尺寸持續縮小，大尺寸錫球再也無法容納於晶片的面積內。(2)如果將 I/O 接點或錫球尺寸縮小，會帶來更多組裝成本。隨著I/O數增加，晶圓級封裝構裝面臨更多困難。因此，整體封裝市場朝向更先進的扇出型封裝方向發展。

扇出型封裝顧名思義就是和現有的扇入型封裝有著結構與性能上的差異性，扇出型封裝技術的特點：

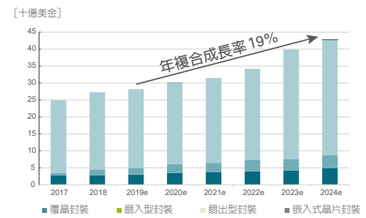
體積更小
- 不需封裝基板 (Substrate)，可達到薄型化封裝的需求。
- 透過扇出型封裝，可將不同的晶片整合成單一的二維封裝體，達到體積薄型化的 SiP (System in Package)封裝技術，進化了原本需要直通矽晶穿孔 (TSV) 將數顆晶片做垂直疊加封裝。

效能更強大
- 在相同的晶片尺寸下，可以做到範圍更廣、層數更多的重分佈層 (Redistribution Layer;RDL)，基於這樣的變化，晶片的腳數 I/O 也就變得更多。
- 各種不同功能的晶片透過 RDL 聯結的方式，整合在單一封裝體中，其功能性將更加強大。

成本較低

採用此技術下所生產的封裝體，能夠大幅縮短繁複的製程及減少材料的使用，使生產成本得以有效降低，達到低成本化的優點。

而扇出型封裝技術又分為扇出型晶圓級封裝 (Fan-Out Wafer Level Packaging; FOWLP)，及扇出型面板級封裝 (Fan-Out Panel Level Packaging;FOPLP)。兩者雖技術路線及應用不同，但皆可讓最終產品達到更輕薄的外型。然，FOPLP 相較於 FOWLP，具備著較佳的成本優勢，因此成為近年最受關注的先進封裝技術。



先進封裝 2024 年產值達 440 億美元

全球半導體市場預期到了 2024 年預計可達 5,734 億美元；先進封裝產業 2018 至 2024 年的整體營收年複合成長率可達到 ~8 %。

其中，扇出型封裝技術是成長最快速的先進封裝技術，成長率達到 19 %。到了 2024 年，扇出型封裝的市場規模預計將會超過 38 億美元。*

* 圖表資料來源（不含 TSV 技術）：WSTS / Yole Développement

先進扇出型封裝技術以效能、體積優勢備受市場重視

封裝產業積極投入的扇出型封裝技術，藉由微細銅重佈線路層(RDL)，把不同功能的晶片與被動元件連結在一起，或是透過新型垂直整合方式的三維積體電路(3D IC)來降低封裝的體積。兩種方式皆是經由改變晶片在系統中組裝和互連的方式，同時兼顧成本以及性能，將異質晶片整合在單一封裝內。

效能、耗能、尺寸及成本成為市場應用共同面臨的挑戰，具備高度晶片整合能力的先進封裝技術被視為後摩爾時代下延續半導體產業發展的動能。

扇出型封裝為先進封裝的主流技術，製程為：(1) 將晶圓作切割分離。(2) 將已知測試良好的晶片放在載具上，進行封膠。(3) 完成 RDL 及成球。(4) 將封膠與可重複使用的載具作分離。

此法不僅可將多個 I/O 接點以扇出方式製作於封膠上，同時達到縮小封裝體積及完成異質晶片的整合。

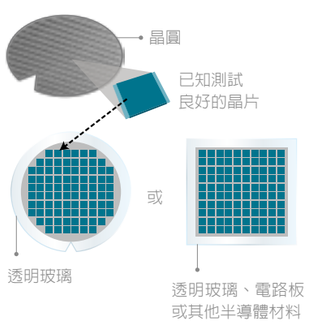
以此，**晶片得以達到高性價比、高可靠性；晶片製造商得以降低整體生產成本、減少製程及失誤率。**

這意味著現有的技術必須加入新元素，才能在現有封裝製程架構下有所突破，滿足市場的需求。

挑選已知測試良好的晶片進行扇出型封裝

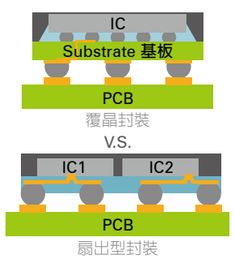
將測試良好的晶片黏貼於載具 * 上，再使用封膠技術，將放置在載具的晶片經由封膠化合物填充形成圓形或是方型形狀，再接續 RDL 製程、成球、去載具、沖切成型後，完成扇出型封裝。以此，確保組裝品質。

* 載具形狀可為圓形、方型，材料可為玻璃、透明玻璃或其他半導體材料



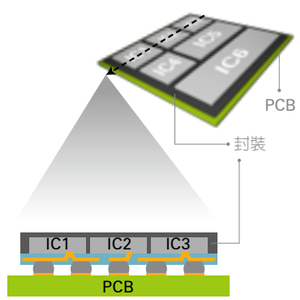
不需基板以降低封裝厚度

隨著晶粒面積縮小、所需 I/O 的數量及功能不斷增加，對焊球間距的要求趨於嚴格，以 RDL 製程為基礎，從半導體裸晶的端點上拉出所需的 RDL，就不需要封裝基板，更不用打線，封裝厚度得以變薄。若同時整合多顆裸晶片進行扇出型封裝，則以同一個封裝體就能達到數倍甚至數十倍晶片功能擴增，也省了多層晶片堆疊的封裝厚度！再者，製程生產流程減少的同時，材料成本也降低。



同質、異質多晶片整合

簡單來說，同質、異質整合技術是將多組同功能或是各種不同功能的晶片，藉由封裝技術再整合至另外一個晶圓、玻璃或其他半導體材料上。這些晶片透過 RDL 連結的方式整合在單一封裝體中，甚至將整個系統所需的功能晶片一次打包成為單一元件，整合在一個封裝體中。使得在進行 IC 設計時，不需要把所有功能設計在同一個晶片上，可以提高設計開發的效率。



扇出型封裝技術下一階段的新興技術-扇出型面板級封裝 FOPLP

下一階段的先進封裝技術發展，期望藉由更大面積的生產，進一步降低生產成本，在此思維下，技術重點在於載具由晶圓轉向方型載具，如玻璃面板或PCB板等…，如此一來可大幅提升面積使用率及產能，FOPLP成為備受矚目的新興技術，可望提高生產效率及降低成本。

隨著 5G，人工智慧 (AI) 與物聯網 (IoT) 的興起，帶動了大量的 IC 需求，許多應用所需的感測器 IC 對於線寬 / 線距要求較低，且注重生產成本，加上終端產品晶片同質、異質整合需求提升。這驅使扇出型封裝持續朝向多晶片整合的技術邁進，並在期望進一步降低成本的概念下，朝大尺寸封裝方向發展。

受益於多晶片整合的技術，在日漸縮小的電路板上，晶片封裝尺寸縮小，藉由扇出型封裝技術把所有晶片成功整合到位，藉此減省電路板占位面積，也進一步縮小產品設計尺寸。因此，電子產品因設置的元器件數量減少、電路板的使用面積更小，從料件數量、機構尺寸、電路板用量都可獲得減省而得到更優化的成本架構；另一方面，電路板省下來的空間，將可轉移給其他的電子元器件使用。

在扇出型封裝技術中的 FOWLP 面積使用率較低 (晶圓面積使用率 <85 %，面板製程面積使用率 >95 %)，在加速生產週期及降低成本考慮下，封裝技術開發方向已由 FOWLP 轉向可在比 300mm 晶圓更大面積的面板 (方形面積的載具) 上進行的 FOPLP。

因此 FOPLP 技術不只為終端消費者提供更高效能的終端產品，同時也提供更高性價比的終端產品。

2019 年至 2024 年，FOPLP 的年複合成長率 (CAGR) 將可望達到 40.3 % 以上。預估整體市場銷售額在 2024 年將達 4.6 億美元 *，這促使了技術開發已有相當基礎的半導體廠、PCB 載板及面板廠積極佈局，提供整合性商業模式。

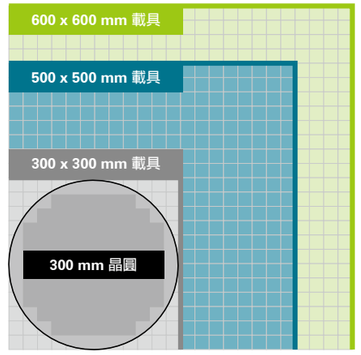
半導體廠

以前段半導體產業來說，向下游整合，能提供整顆晶片封裝完成，為有利的商業模式。對後段封裝廠可利用既有的經驗，快速切入 FOPLP 技術，在半導體產業鏈地位也顯著提升。前、後段半導體產業投入的最終目的皆是找尋具有競爭力的生產成本、提升產品的競爭力。

PCB 廠、面板廠

晶片、封裝與 PCB 的同步設計及同步研發越來越重要，以 PCB 廠而言，發展 FOPLP 所挾帶的優勢為透過製程知識及透過設備升級、改造得以快速跨入先進封裝技術市場。以面板廠而言，老舊的 3.5 代面板廠，由於生產經濟效益低落，藉由設備改造、升級加上原有的製程經驗也可快速投入先進封裝 FOPLP 之 RDL 製程段。

* 資料來源：研究機構 Yole Développement



面積使用率大幅提升可有效降低成本，
增加產品競爭力

以主流 12" / 300 mm 晶圓與
300 mm 正方形玻璃為載具做扇出型裝，
方型載具面積使用率為晶圓的 1.4 倍。

再以主流 12” 晶圓與
主流方形載具尺寸約 600 mm 相比，
方形載具面積使用率為晶圓的 5.7 倍。

多元的核心技術，提供全方位生產技術解決方案

Manz FOPLP 解決方案

化學濕製程
高密度重佈線層黃光微影設備：
清洗機 / 顯影機 / 蝕刻機 / 剝膜機 / 電鍍機

雷射
- 雷射切割 / 鑽孔
- LDI 雷射直接成像
- PI film 雷射剝離
- 雷射剝蝕

塗佈
- 光阻塗佈
- PI 塗佈

自動化
- 模組化解決方案
- 整合解決方案，串連化學濕製程、雷射和檢測設備

快速整合多元技術
應用於 FOPLP 生產製程

具備豐富的製程及設備製造經驗，並透過不斷地研究及發展，以多元的核心技術專長，應用於不同領域的新興市場。以優異的整合能力，實踐於 FOPLP 市場領域，協助製造商有效率地整合前後段製程設備，達到製程優化。

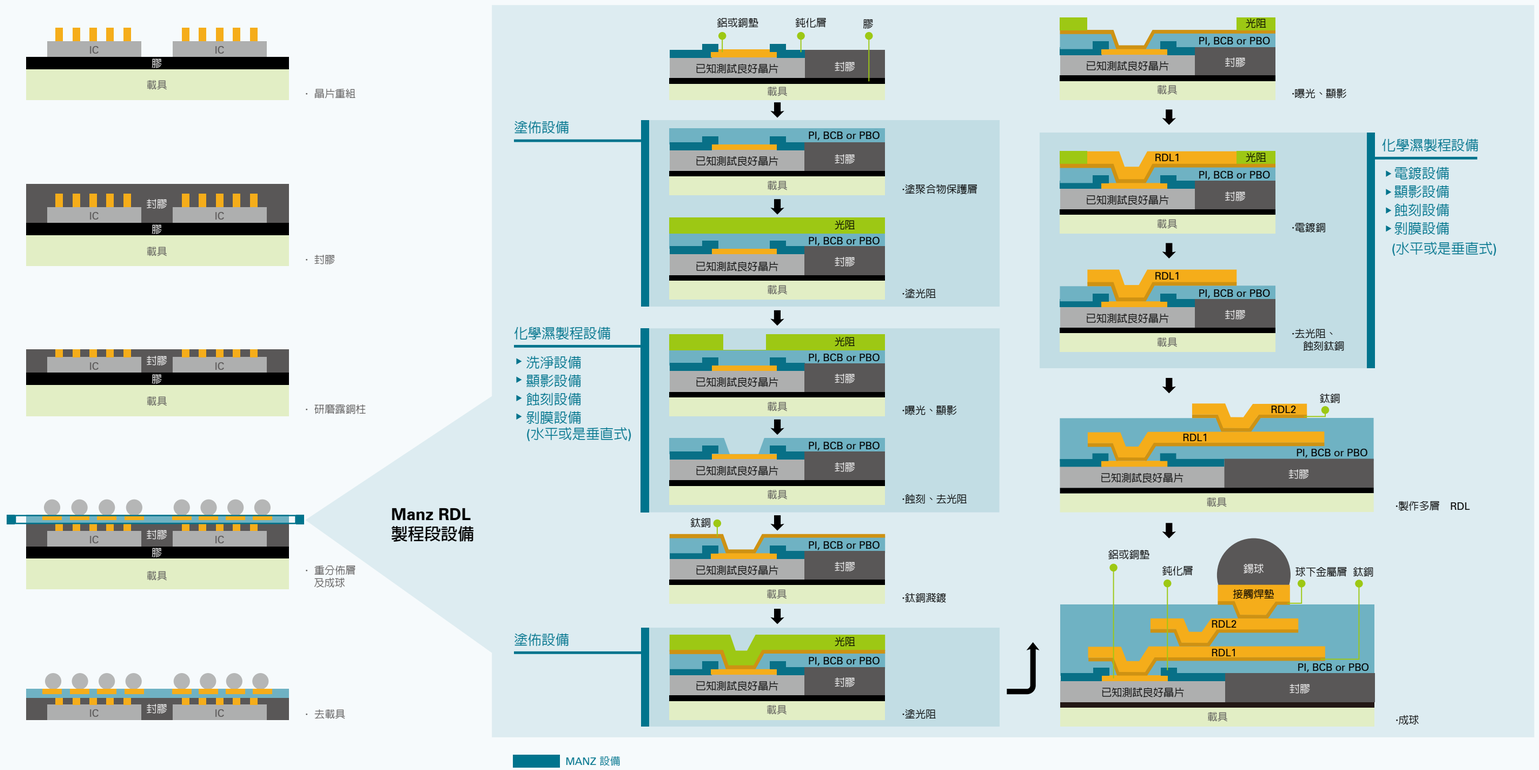
具備自主研發實力
導入客戶產線，實踐生產最優化

軟、硬體研發團隊超過百人，除了具備堅強的自主研發能力外，也透過與客戶緊密的合作，配合客戶需求或與客戶共同開發設計最適合的製程設備，協助客戶縮短產品開發時程，並建立專屬製程參數，使產品能快速進入量產。

提供跨領域設備整合服務
協助不同領域顧客進入半導體封裝市場

半導體封裝技術發展轉向方型載具，如玻璃面板或 PCB 板等…，期望藉由更大面積利用率的生產，降低成本。Manz 是 PCB 及面板生產設備的領導廠商，以豐富的經驗，能為不同產業背景的客戶，有效率地提供 FOPLP 解決方案，進入高成長率的 FOPLP 市場，取得先機。

MANZ RDL 製程設備解決方案



Manz FOPLP 智慧生產設備解決方案

Manz 亞智科技累積超過 30 年化學濕製程設備自主開發能力，銷售實績已突破 8,000 台，掌握先進封裝的關鍵黃光製程、電鍍等設備，能夠實現高密度重佈線層。此外，透過整合集團內的核心技術，提供自動化、精密塗佈及雷射等製程設備，可適用於不同尺寸、材料及製程的生產需求。

化學濕製程

- 依客戶需求提供高度客製化垂直式、水平式、連續式 (In-line) 或批次 (Batch) 式的化學濕製程設備。
- 高度整合的化學濕製程解方案，搭配 Manz 自動化傳輸設備，提高製程能力及生產自動化。
- 可即時監控化學藥液成分，展現達 97 % 的高精度和穩定地製程能力控制。
- 配置陣列精密噴嘴及高效藥液傳導機制，實現高蝕刻率及高蝕刻均勻性達 93 %。
- 電鍍均勻性 >90 % 及填孔能力達孔徑 <20um。

自動化

- 依據客戶製程需求，高度客製化以滿足客戶的要求。
- 相容性高，能與其他製程段設備完全相容，展現高度整合能力。
- 高度精準的處理能力，達成最低破片率及高生產量。
- 相容 PC / PLC 和自有 SCADA 系統。
- 人性化的操作介面，直觀簡易。

化學濕製程

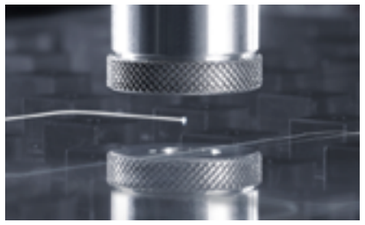
自動化

雷射

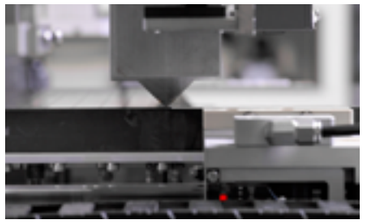
- 雷射鑽孔與燒蝕可應用於多種基板及材料，如 PI，環氧樹脂和 ABF 等。
- 雷射鑽孔系統具備高精度及高生產量。
- 適用於 TMV 雷射樹脂導孔和 TGV 雷射玻璃鑽孔製程。
- 全自動化及模組化的雷射系統，協助客戶縮短調試期，快速導入量產。
- 具備自我設計光路能力，再搭配優異的自動化整合能力，能搭配不同的雷射源，針對不同的應用，開發相對應的技術解決方案。

塗佈

- 提供一致可靠的性能，如均勻性 ≤2.5 %。
- 獨特的注射式幫浦及供液系統設計，噴吐再現精度 >99.9 %。
- 塗佈壓力穩定度 0.15 kpa 以內，可配合客戶製程條件彈性設計。
- 提供 Inline stage / Gantry type 兩種平台，並配置氣墊式避震系統有效避免地板震動影響塗佈均一性。
- 塗佈設備搭配前處理中的清洗機、顯影機、曝光機及整線自動化軟硬體整合系統，組成 Manz 黃光微影製程 Track Line，高度整合能力，提升製程良率。



雷射



塗佈

亞智科技
manz 集團

manz
passion for efficiency

Manz 集團成立於 1987 年成立，是全球化高科技設備製造商。除了太陽能事業部的CIGS太陽能電池生產設備整廠解決方案-CIGS*fab*外，Manz集團還專注於車用產業的電子裝置及零組件和儲能領域。

Manz 集團於 2006 年在德國公開上市，目前在八個國家設有開發及製造基地，擁有約 1,500 名員工。

Manz AG

Steigaeckerstrasse 5
72768 Reutlingen, Germany
Phone +49 7121 9000 0
Fax +49 7121 9000 99
info@manz.com
www.manz.com

亞智系統科技 (蘇州) 有限公司

215153 江蘇省蘇州市
高新區嘉陵江路 405 號
Phone +86 512 65136050
Fax +86 512 65136061
contact@manz.com.cn
www.manz.com.cn

亞智科技股份有限公司

32063 台灣桃園市中壢區
自強三路三號
Phone +886 3452 9811
Fax +886 3452 9810
info@manz.com.tw
www.manz.com.tw

MANZ AG 04/2020