

《半導體曝光機市場供給面概況》

作者：屏東大學會計系 周國華老師

2021/3/24 原文刊於 FB 社群：半導體產業討論區(元件物理與製程、IC Design 與 EDA)

大家都知道荷蘭 ASML 公司是半導體曝光機(lithography system，或稱光刻機)市場的霸主，尤其這兩年極紫外曝光機(EUV)成為 7 奈米以下先進製程的關鍵設備，身為 EUV 全球唯一供應商，更讓 ASML 紅透半邊天。曝光機當然不只有 EUV 這種最高端類別，而且在 ASML 之外，全球也有不少曝光機供應商，來看看它們的概況。

#全球曝光機供應商名單

把還在試產或研發中的排除掉，目前全球主要的曝光機供應商有以下這幾家：

ASML：全球霸主，荷蘭公司。

Nikon：營收排第二名的曝光機供應商，日本公司。

Canon：營收排第三名、數量排第二名的供應商，日本公司。

Nuflare Technology：從 Toshiba 分割出來的半導體設備公司，日本公司。

EV Group：奧地利公司。

Veeco Instruments (威科儀器)：美國公司。

SUSS MicroTec (休斯微技術)：德國公司。

SMEE (上海微電子)：中國公司。

#曝光機製程簡述

曝光機本質上是一個投影系統，它以光為刀具，先在晶圓的表面覆蓋一層對光高度敏感的光阻劑(photoresist)，再以強烈光線(雷射光或水銀燈)穿透印有電路圖的光罩(mask)並投射到晶圓表面，被照射到的光阻劑會產生反應，然後以特殊溶劑洗去被照射(正型光阻劑)或未被照射(負型光阻劑)的光阻劑，由此而在晶圓上面形成電路圖。

#曝光機用在哪裡

曝光機主要用在半導體製造的前期製程，也就是在晶圓上形成電路圖，這部分是晶圓製造廠核心競爭力所在，隨著製程持續微縮，使用到的曝光機也越高級且非常昂貴。此外，半導體後期製程的檢測及液晶面板的製造也需要用到曝光機，但這兩者就不需要用到最前端的曝光機設備。

#曝光機產品的類別

曝光機設備從簡單到複雜，大致上分為以下幾種類別：

i-line 曝光機：入門級的紫外曝光系統。日本的 Canon 是這類型機種的最大供應商。

KrF 曝光機：氟化氬準分子雷射曝光機，是深紫外曝光機(DUV)的第一代。

ArF 曝光機(乾式)：氟化氬準分子雷射曝光機，是深紫外曝光機(DUV)的第二代。

ArF-i 曝光機(浸潤式)：ArF 的進階機種，目前技術已可達 7 奈米製程。

EUV 曝光機：極紫外曝光機，是目前最先進的曝光機系統，荷蘭 ASML 公司獨家生產。

#2020 年曝光機的供給面數字

以下數據為前三大供應商各類型曝光機的銷售數量(台或套)：

i-line 曝光機：ASML: 34，Nikon: 9，Canon: 84。

KrF 曝光機：ASML: 103，Nikon: 2，Canon: 38。

ArF 曝光機(乾式)：ASML: 22，Nikon: 11。

ArF-i 曝光機(浸潤式)：ASML: 68，Nikon: 11。

EUV 曝光機：ASML: 31。

從以上數據可知，Canon 僅供應 i-line 及 KrF 兩種低階類型，但數量很大，所以從數量來講 Canon 是全球第二大曝光機供應商。Nikon 則從 i-line 一路到 ArF-i 這四種類型都有能力供應，雖然總數量不多，但 ArF 及 ArF-i 的單價非常高，所以從營收來看 Nikon 是全球第二大曝光機供應商。

從三家公司的財務報表附註說明中可知，ASML 的營收絕大部分來自曝光機系統的販售及周邊服務；Nikon 的精密設備營運部門(precision equipment business, 負責曝光機生產)的營收在 2020/3 截止的年度占公司總營收的 40.56%，首度超越影像產品營運部門；Canon 的工業及其他營業部門(industry and other business unit, 其中包含曝光機生產) 的營收在 2020/3 截止的年度占公司總營收的 20.5%。

在 2005 年以前，Nikon 和 Canon 是全球曝光機市場的霸主，當時半導體市場龍頭老大 Intel 使用的曝光機幾乎都是由 Nikon 為它量身打造的，三星電子和台積電當時還是市場的小老弟，ASML 還是一家剛冒出頭的小供應商。ASML 的關鍵轉型是在 2004 年和台積電合作產製了第一套浸潤式曝光機的原型，而 Nikon 和 Canon 還停留在原本獨霸市場的氛圍中，錯失了曝光機技術的關鍵進展。後來的發展，就是現在大家看到的，ASML 成了遙遙領先的霸主。

像曝光機這麼複雜的系統，需要經常性的校準(alignment)，以便讓每次的投影曝光都能維持一樣的精確，這就需要精密的軟體來協助操作它。所以生產曝光機的公司一定也是重量級的軟體公司。ASML 在它的網頁上就說，ASML 擁有全世界規模最大、最先進的軟體團隊之一。