產業專題

High-NA EUV 導入時程與受惠鏈全景

誰先用、何時進量產、哪些環節真的吃得到——台積電 2030 年承諾之後的重新盤點

報告日期：2026 年 10 月 20 日

資料基礎：台積電 / ASML 官方新聞稿（2026-09-08）、ASML 3Q26 財報（2026-10-14）、台積電 3Q26 法說會（2026-10-15）、券商研究（野村、永豐、富邦、Citi、GS、凱基）、產業媒體報導、證交所 / 櫃買收盤價

本報告為產業結構分析，不構成投資建議

一、重點摘要

0.33 → 0.55	2030	2033	US$3–4 億
數值孔徑；解析度 13nm → 8nm	台積電 High-NA 進量產（沿用 6 吋光罩）	12 吋光罩版 High-NA 進先進製程量產	單台價格，約 Low-NA 的 2–3 倍

1. **時程已從「會不會用」變成「哪一年用」**。Intel 已在量產中使用 High-NA 並持續增加層數；SK 海力士、三星把記憶體導入定在 2028 年前後；台積電 2026 年 9 月首度承諾 **2030 年**進量產，10 月法說會再確認，並稱屆時資本支出「比現在高很多」。
2. **台積電的 2030 其實分兩段。**2030 年先用現行 6 吋光罩，只印得下半格（26×16.5mm）；AI GPU 這類接近滿版（約 800mm²）的大晶片要拼接兩次。等 2031 年 12 吋光罩試產線、2033 年系統就緒，High-NA 才能完整用在台積電最賺錢的 AI 大晶片上。**真正的放量年份比較接近 2031–2033。**
3. **受惠的重心在海外。**曝光機（ASML）、光學（Zeiss）、光源雷射（Trumpf）、光罩基板（Hoya、AGC）、電子束寫入（IMS、NuFlare）、光化光罩檢測（Lasertec）、金屬氧化物光阻（JSR/Inpria）全是外商。台灣能直接吃到的環節集中在**光罩載具、ASML 模組代工、量測與材料分析**。
4. **台股分四級：**直接受惠（家登、帆宣）；High-NA 世代有新產品切入點（天虹、華洋精機、汎銓、新應材、崇越）；跟著 ASML 總出貨走、不專屬 High-NA 的零件鏈（智伸科、意德士、千附、翔名等）；以及市場點名但業務沾不上邊的（光罩 2338 的 12 吋光罩題材）。
5. **2027–2029 的損益貢獻有限。**這段期間能看到的是 ASML 的 High-NA 訂單、家登的 High-NA Pod 認證與出貨、MOR 光阻在 DRAM 的驗證。台積電端的實質拉貨看 2029 年下半年開始裝機。

二、High-NA 是什麼：把鏡頭開得更大

曝光機的解析度公式是 **CD = k_1 × λ / NA**。EUV 光的波長 λ 固定是 13.5nm，k_1 已經逼近物理極限 0.25，剩下能動的只有 NA（數值孔徑，代表鏡頭收光的角度有多大）。High-NA 把 NA 從 0.33 拉到 0.55，最小能印的線寬從約 13nm 縮到 **8nm**（半週期），等於少用一到兩次多重曝光就能把金屬線距繼續往下推。

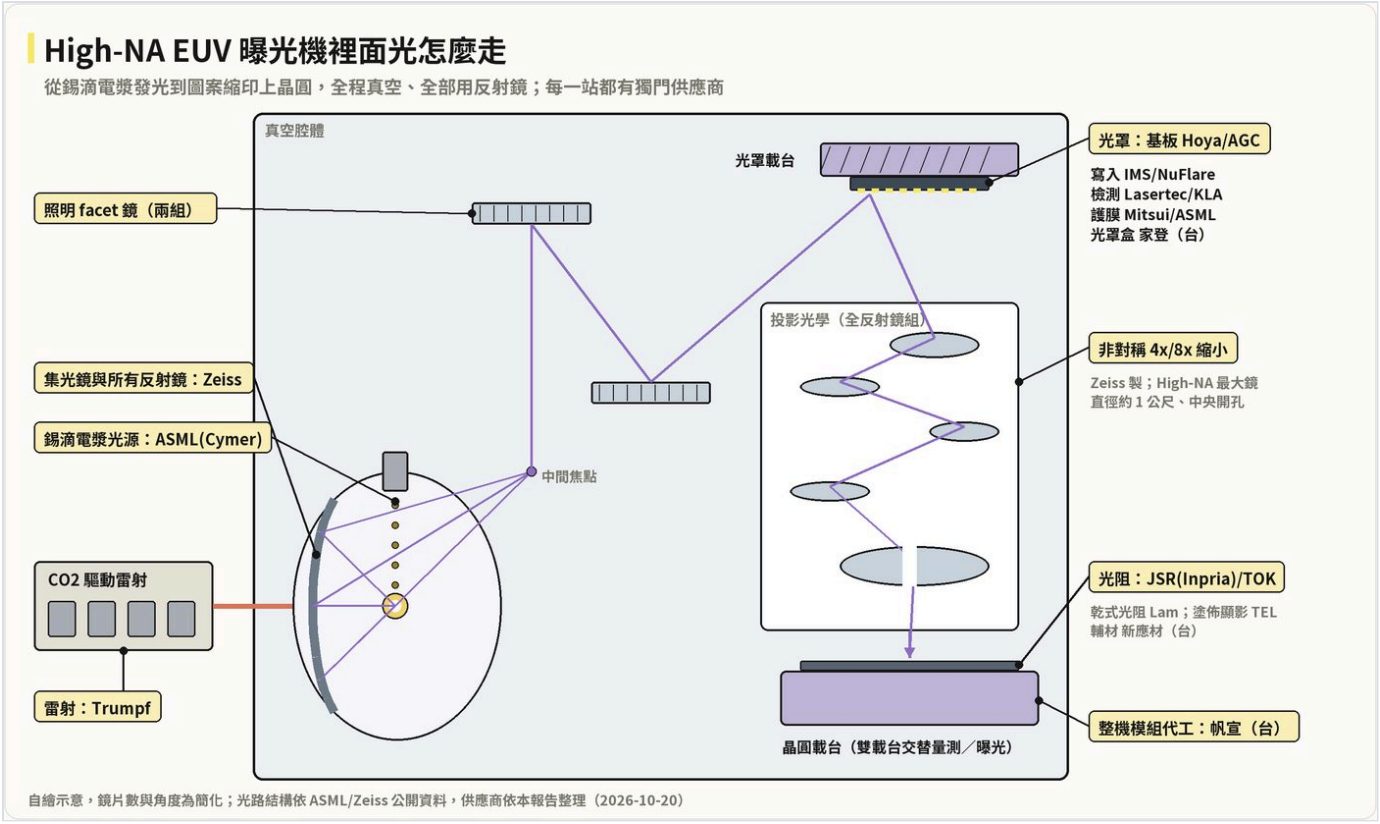


圖 1　High-NA EUV 曝光機內的光路，以及每一站的主要供應商。CO2 雷射每秒打數萬顆錫滴產生電漿發光，集光鏡把光聚到中間焦點，再經兩組照明鏡打到反射式光罩，投影鏡組縮小後印上晶圓。整條路徑在真空中，全用反射鏡，因為 13.5nm 的光會被空氣與玻璃吸收。
自繪示意（鏡片數與角度已簡化）；結構依 ASML / Zeiss 公開資料，供應商依本報告整理

代價一：光罩端的角度放不下，只好「非對稱縮小」

EUV 光罩是多層膜反射鏡，入射角約 11° 以內反射率才夠。NA 變大後，若照舊用對稱光學，光罩端錐角會擴大到約 18°，反射率會崩掉。ASML 和 Zeiss 的解法是讓 X、Y 兩個方向用不同縮小倍率：X 方向維持 4 倍，Y 方向改成 8 倍，把光罩端的角度壓回約 9°。

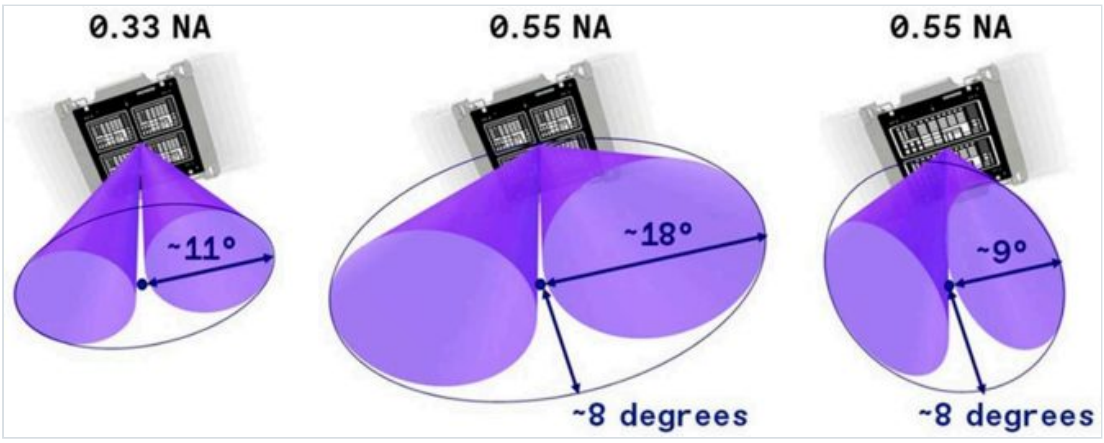


圖 2　左：0.33 NA 光罩端錐角約 11°；中：0.55 NA 若用對稱光學會到約 18°；右：非對稱設計把 Y 方向壓回約 9°。
來源：野村證券半導體產業報告，2026–05–21

代價二：一次只能印半格

Y 方向縮 8 倍的直接結果是：同一塊光罩圖案區，印到晶圓上只剩一半高度。現行 6 吋光罩的圖案區約 104×132mm，Low-NA 縮 4 倍得到 26×33mm 的滿版（full field）；High-NA 在 Y 方向縮 8 倍，只得到 **26×16.5mm 的半版（half field）**。每片晶圓的曝光次數因此約翻倍，產能打折；面積大於 429mm² 的晶片則必須用兩張光罩拼接（stitching）。

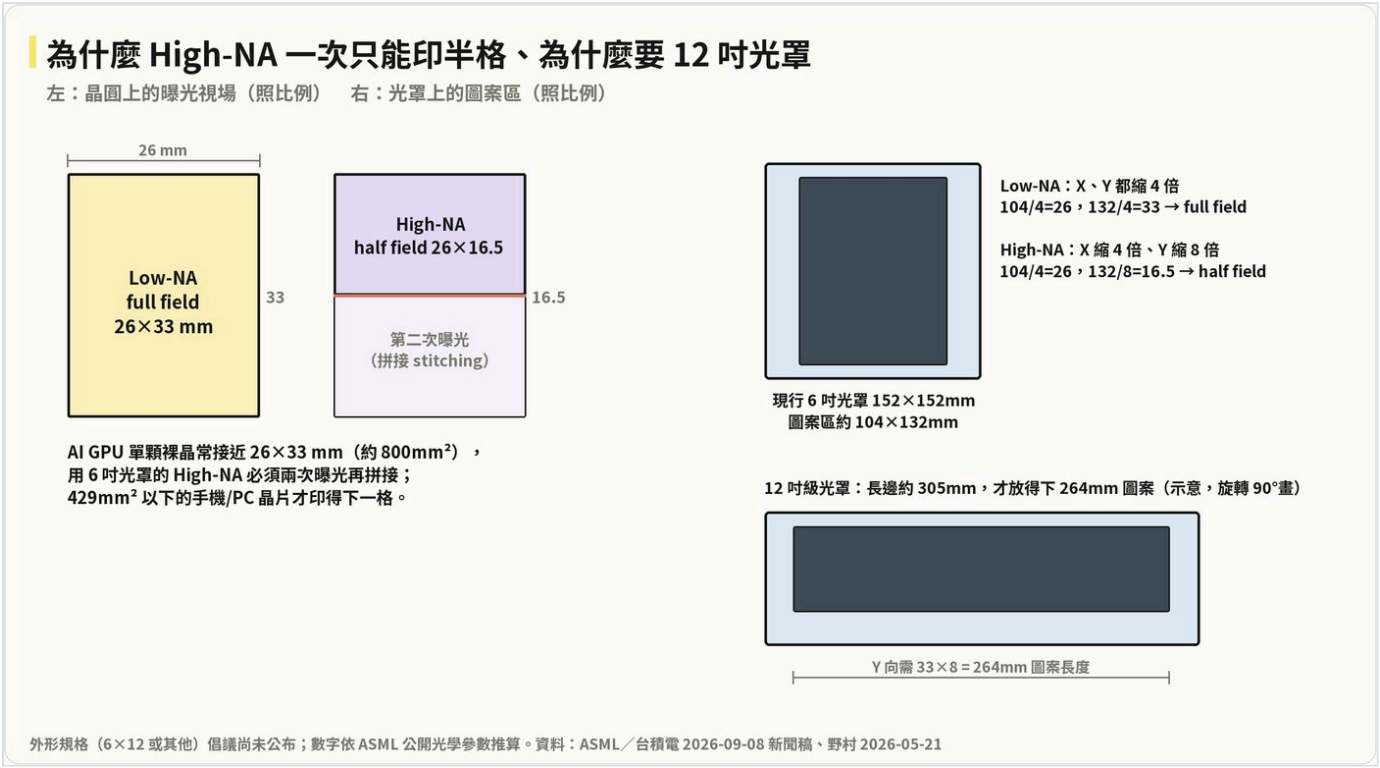


圖 3　左邊是晶圓上的曝光範圍，右邊是光罩上的圖案區，兩邊都照比例畫。要讓 High-NA 一次印滿 26×33mm，光罩在 Y 方向需要 33×8＝264mm 的圖案長度，6 吋光罩（152mm）裝不下，所以要改成長邊約 12 吋（305mm）的光罩。倡議目前未公布外形規格（6×12 或其他）。

自繪；數字依 ASML 公開光學參數推算

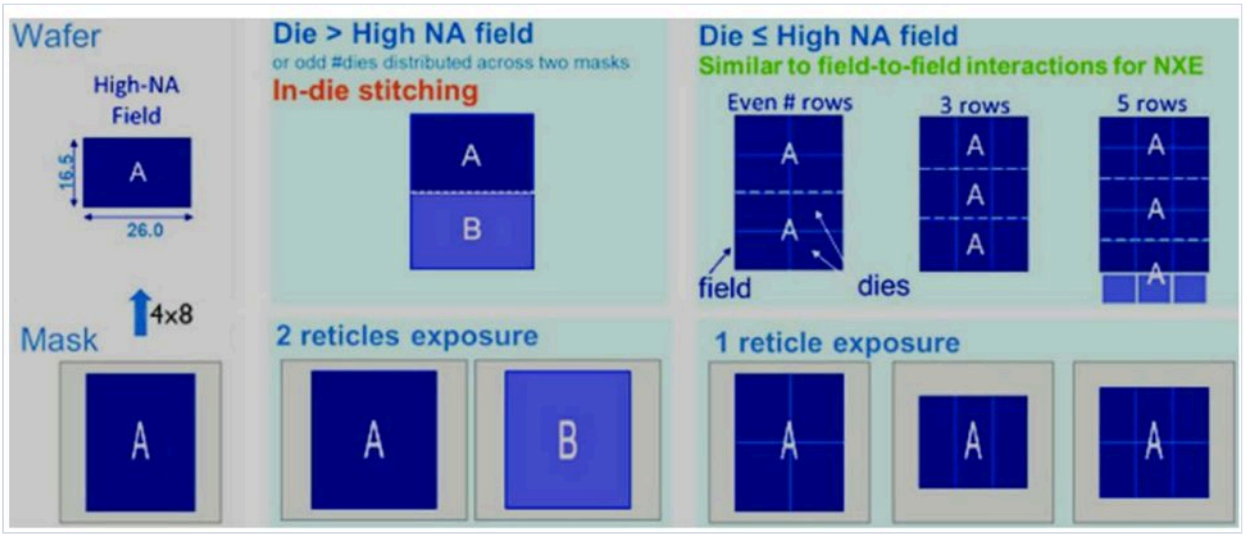


圖 4　晶片大於 High-NA 半版時要拆成 A、B 兩張光罩拼接（左）；小晶片則可以像現行 EUV 一樣，一張光罩排多顆（右）。拼接邊界兩側要留約 1μm 禁區，跨界的長距離繞線改用 0.33 NA 製作。

來源：野村證券半導體產業報告，2026-05-21

這就是台積電比同業晚的真正原因

台積電最大的營收來源是 AI 加速器，這些晶片的單顆面積多半接近光罩極限。對 Intel 自家 CPU tile 或記憶體晶粒來說，半版不是大問題；對台積電來說，用 6 吋光罩的 High-NA 去做 AI 大晶片，代表要拼接，也代表要吃下半版造成的產能損失。所以台積電把時間表綁在 12 吋光罩上：2030 年先用在能放進半版的產品或層別，2033 年 12 吋光罩到位後才全面發揮。

三、時程：各家什麼時候用

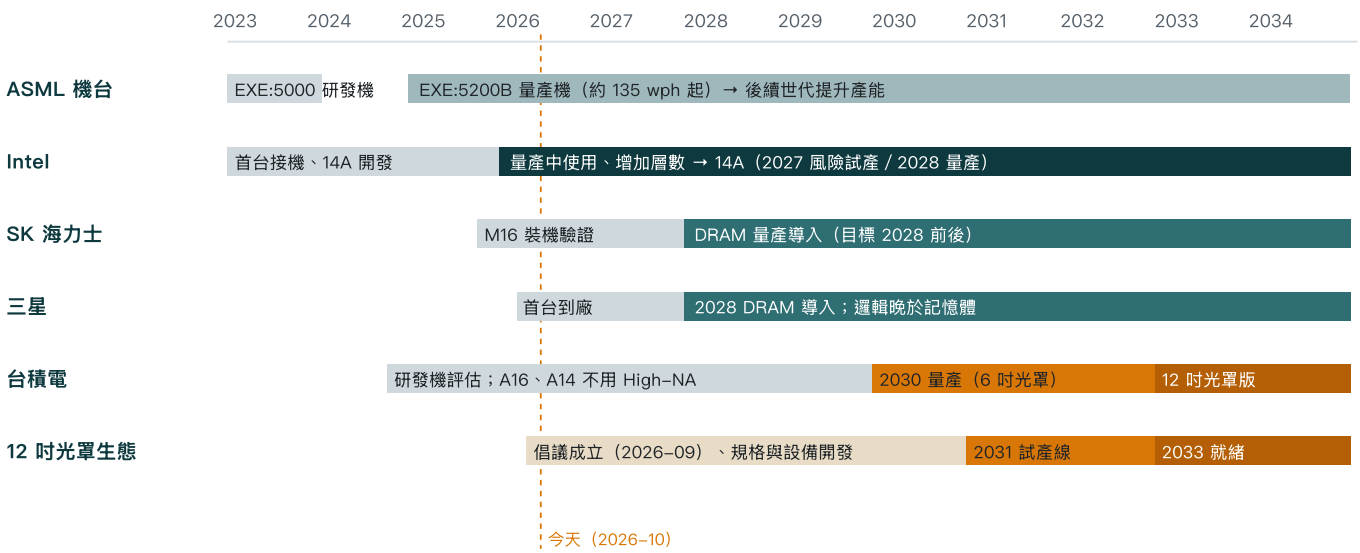


圖 5　主要廠商的 High-NA 導入時程。深色＝量產使用，淺灰＝研發 / 驗證。Intel 14A 與 SK 海力士的年份為業界報導，其餘依公司官方說法。

資料：台積電 / ASML 新聞稿 2026-09-08；ASML 3Q26 法說（永豐轉述 2026-10-14）；台積電 3Q26 法說 2026-10-15；富邦轉述 Cantor 專家會 2026-08-27；產業媒體

廠商	現況（截至 2026-10）	下一個里程碑	信心
Intel	最早接機（2023 年底首台 EXE:5000）。ASML 3Q26 法說稱 Intel 已在量產中使用 High-NA，並持續增加使用層數；關鍵層同時通過 0.33 NA 與 0.55 NA 認證，可以互換	14A 風險試產 2027、量產 2028；外部客戶簽約	中高
SK 海力士	2025 年 9 月在利川 M16 廠裝了業界第一台商用量產型 EXE:5200B；單價約 US$3–4 億。技術路線傾向沿用 $6F^2$ 結構搭配 High-NA	1d 以後的 DRAM 節點量產導入	中
三星	2026 年 3 月取得首台、年底前再一台；ASML 稱三星規劃 2028 年導入。同日宣布跟進 12 吋光罩倡議；邏輯製程延後，理由是光罩與護膜技術仍需成熟	2028 DRAM 導入	中高
台積電	2026-09-08 首度承諾 2030 年進量產，3Q26 法說再確認。CEO 說法：新工具要量產需同時具備最好的技術、合理的成本、最好的成熟度，判斷 2030 年 High-NA 會成熟；晚用不構成劣勢。A14 2027 試產、2028 量產，不用 High-NA	2029 下半年裝機；2031 12 吋光罩試產線；2033 全面就緒	高
ASML	EXE:5200B 為首款量產機，驗收產能約 135 wph。3Q26 營收 €116.6 億、全年展望上修至 €440–450 億；客戶已有意願下 2029–2030 年訂單，2027–2028 年產能即使各增 30% 仍不足。2026 年起不再逐季公布接單金額	High-NA 新世代機的產能提升；2028 後擴產決定	高

台積電「2030 年資本支出比現在高很多」的含義

台積電 2026 年資本支出指引 US$600–640 億，外資預估 2027 年 US$850–900 億、2028 年 US$980–1,050 億。CEO 在 3Q26 法說會回答 High-NA 問題時直接說 2030 年的資本支出會比現在高很多。以單台 US$3–4 億、先進節點一座廠需要數十台曝光機計算，High-NA 會把微影在資本支出中的比重再往上拉，這也是 ASML 估值最直接的支撐。

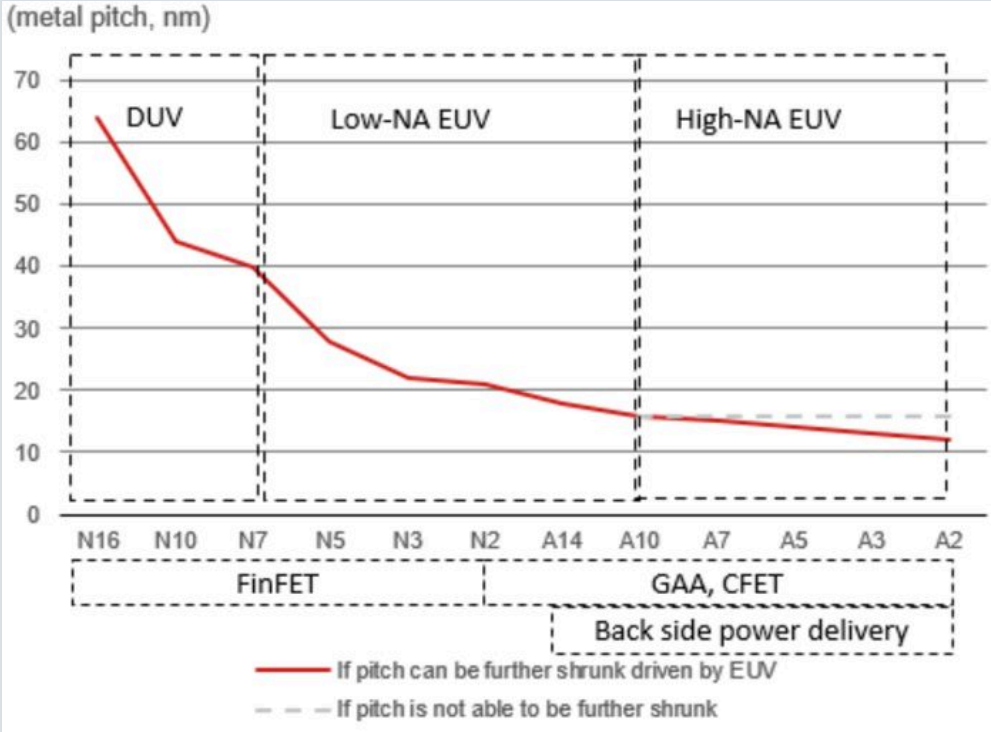


圖 6　金屬線距（metal pitch）隨製程節點的縮小路徑。A10 之後若繼續微縮，就要進入 High-NA 區間；若 High-NA 不具成本效益，線距就會停在約 16nm（虛線），微縮的重心轉向 GAA、CFET、背面供電等 3D 結構。
來源：野村證券半導體產業報告，2026-05-21

四、受惠鏈全景：一台 High-NA 會帶動哪些環節

High-NA 不只是換一台機器。曝光機、光罩、光阻、量測、廠房都要跟著升級，而且 12 吋光罩倡議又把光罩這一段整個重做一次。下表依「環節 → 為什麼變 → 誰做」排列。

環節	High-NA 帶來的變化	海外主要廠商	台灣切入點
曝光機本體	單價約 Low-NA 的 2–3 倍；需更高的廠房、更重的減震與搬運	ASML	帆宣（EUV 模組代工）
光學	非對稱投影鏡組，最大鏡片直徑約 1 公尺、中央開孔；Zeiss 是 ASML 唯一光學供應商	Carl Zeiss SMT（未上市）	—
光源	更高功率以抵銷半版造成的產能損失	Trumpf（未上市）、ASML（Cymer）	—
光罩基板	需更薄、低折射率的吸收層（從鉭系轉向釕、鉬系）以降低 3D 光罩效應；12 吋光罩基板要重新開發	Hoya、AGC、信越	崇越（代理日系 EUV 光罩基板、護膜）
光罩寫入	曲線圖形與更細的輔助圖案，讓多束電子束寫入機負載大增	IMS（Intel 旗下）、NuFlare	—
光罩檢測	用 EUV 光本身做檢測（光化檢測）才能看到相位缺陷	Lasertec、KLA	華洋精機（光罩微粒 AOI）
光罩護膜	光源功率提高需耐更高溫；碳奈米管護膜是候選。12 吋護膜是倡議中最脆弱的一環	Mitsui Chemicals、Canatu、ASML；台積電自研	天虹（護膜穿透率量測機）
光罩盒 / 傳載	High-NA 專用 Pod；12 吋光罩等於外形規格重置	Entegris	家登（EUV Pod 全球市占逾 80%）、家碩（光罩清洗 / 交換）
光阻	光阻層從約 35nm 薄化到約 16nm，傳統化學增幅光阻吃不消，金屬氧化物光阻（MOR）與乾式光阻接手	JSR/Inpria、TOK、Lam Research（乾式）	新應材（輔材，長期光阻選擇權）
塗佈顯影	濕式 MOR 路線需新顯影液；乾式路線改用沉積加蝕刻	TEL、Lam Research	—
量測與分析	疊對誤差容許值更小；新光阻、新吸收層的材料分析需求增加	ASML（YieldStar）、KLA	汎銓（EUV 光阻材料分析）
廠房	機台更高、更重，減震與環控規格更嚴	—	洋基工程（ASML 林口廠）、奇鼎（曝光機鏡組環控）

光阻是單價跳最多的一環

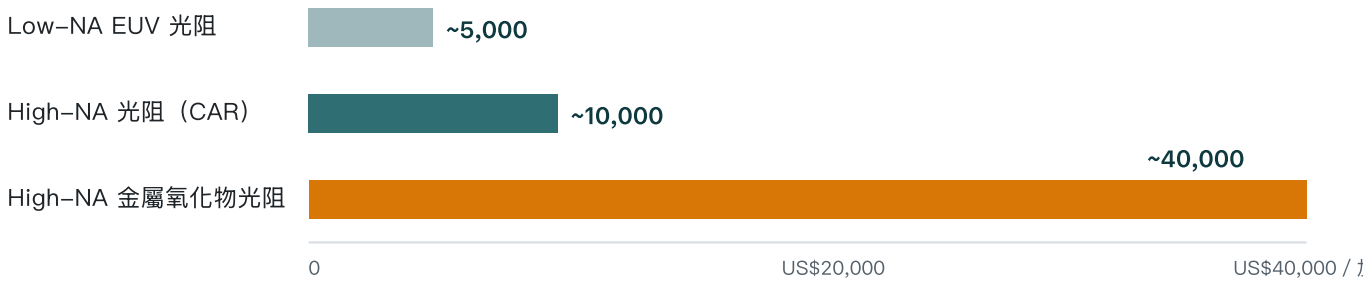


圖 7　每加侖光阻單價（上限值）。金屬氧化物光阻單價是 Low–NA 光阻的約 8 倍，但乾式沉積的用量遠少於旋塗，市場規模不能用單價直接外推。
資料：野村證券半導體產業報告，2026–05–21；本報告重繪

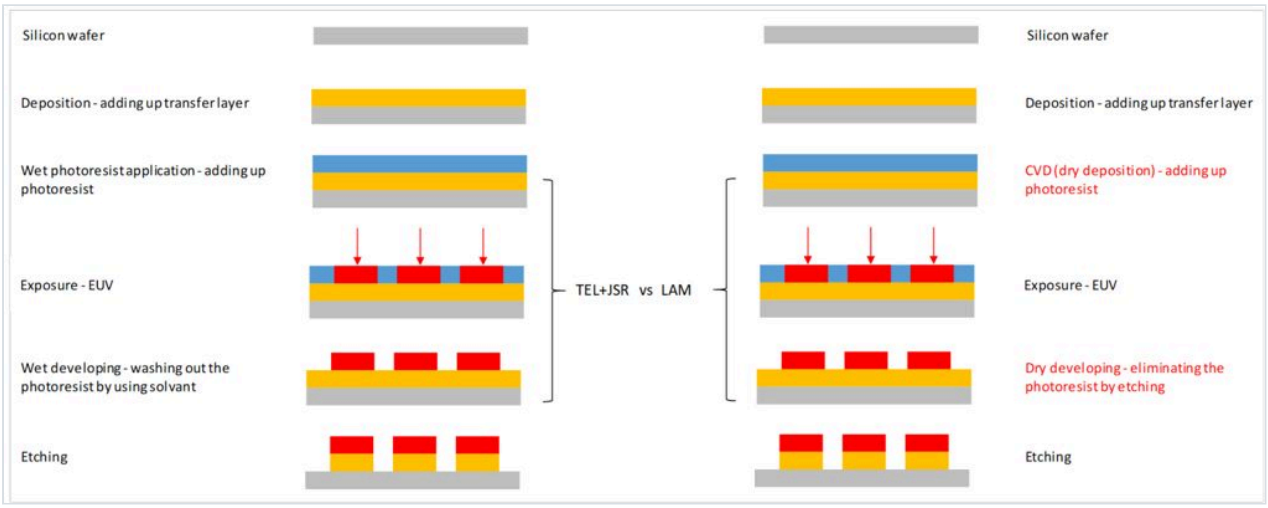


圖 8　兩條光阻路線。左：TEL＋JSR 的濕式路線，旋塗光阻、溶劑顯影，不必換設備；右：Lam 的乾式路線，用化學氣相沉積長出光阻、用蝕刻顯影。乾式路線若勝出，傳統顯影液與部分輔材的價值會被設備商拿走。
來源：野村證券半導體產業報告，2026–05–21

五、台股受惠分級

判斷標準：產品是否已經在 High–NA 或 EUV 光罩規格裡（直接）、High–NA 世代是否有明確的新產品切入點（新產品）、是否只是跟著 ASML 整體出貨量走（零件鏈），以及市場點名但業務沾不上邊的（名不副實）。股價為 2026–10–19 收盤；目標價為庫內近 90 天券商平均，無覆蓋者留空。

公司	分級	High-NA 相關業務與證據	收盤	券商均價
家登 3680	直接	EUV Pod 全球市占逾 80%、ASML 認證兩大供應商之一；High-NA EUV Pod 已通過 ASML 認證並送樣關鍵客戶。12 吋光罩等於光罩盒規格重置，載具認證期 1–5 年，領先者通常擴大領先。子公司家碩做光罩清洗機與交換機	507	—
帆宣 6196	直接	ASML EUV 曝光機模組獨家代工。ASML 訂單能見度延伸到 2029–2030 年、產能持續擴張，直接帶動代工量；High-NA 機種是否有份公司未明確證實	598	708
天虹 6937	新產品	與台積電合作開發 EUV 護膜穿透率量測機，二代機已進客戶認證。**但產品邏輯與 High-NA 相反：**它的用途是延長現有 EUV 的使用壽命、延後採購 High-NA	275.5	—
華洋精機 6983	新產品	台灣本土可做 EUV / DUV 光罩微粒 AOI 的設備商；光罩層數與尺寸升級拉高檢測需求。屬於微粒檢測，不是光化圖案檢測	340	—
汎銓 6830	新產品	低溫原子層級分析技術讓 EUV 光阻材料分析可行，並往 High-NA 推進；新光阻、新吸收層、新結構都會增加材料分析委案	491.5	750
新應材 4749	新產品	台積電光阻輔材（Rinse、BARC）主力供應商；High-NA 光阻變薄，輔材配方必須跟著升級。進入 MOR 輔材或光阻本體是長期選擇權，尚未見訂單	730	962
崇越 5434	新產品	代理日系 EUV 光罩基板、光罩盒與護膜，並正跨入 2 奈米 EUV 光罩；12 吋光罩基板若由日系供應，代理通路可分一杯羹。屬代理，毛利率低	570	—
智伸科 4551	零件鏈	已取得 ASML 認證，供應 EUV / DUV 曝光機自動化零件	161.5	222
意德士 7556	零件鏈	曝光載台真空吸盤，是原廠件以外的替代供應來源；目前產能滿載	280	—
千附精密 6829	零件鏈	ASML、應材、Lam 的真空腔體與系統組裝	191.5	300
翔名 8091 / 精確 3162	零件鏈	翔名為 ASML 合格耗材供應商；精確做 EUV 機台結構件與真空腔體	208.5 / 79.1	—
洋基工程 6691 / 奇鼎 6849	廠務	洋基承攬 ASML 林口廠；奇鼎做曝光機鏡組防霧化環控	— / 180	—
光罩 2338	名不副實	主力為成熟製程光罩，不做 EUV 光罩。「12 吋光罩」是 High-NA 用的大尺寸光罩，跟「12 吋晶圓用光罩」不同。間接機制只有國際光罩廠轉攻 EUV 後，成熟製程外包外溢	—	—

> **事件反應：9 月 9 日**
> 台積電 / ASML 公告是 9 月 8 日下午發布，隔天是第一個反應日：家登盤中漲停（573 元）、收 566 元（+8.6%）；光罩漲停；帆宣收 534 元（+6.2%）；天虹 +1.2%；崇越 +0.6%。家登之後回到 507 元，已回吐全部漲幅，反映市場認為貢獻時點在 2029 年之後。
> 資料：經濟日報 2026-09-09；收盤價取自珩石每日資料

六、哪些人反而不受惠

- **多重曝光相關的沉積與蝕刻。**一次 High-NA 曝光可以取代兩到三次 Low-NA 曝光加上配套的沉積、蝕刻步驟（SAQP 等）。導入 High-NA 的那幾層，沉積與蝕刻的設備密度會下降。反過來說，台積電 2030 年前不用 High-NA，代表 A16、A14 還得靠多重曝光，Lam、TEL、應材在這段期間反而受惠。
- **延長 Low-NA 壽命的工具（如天虹的護膜量測）**和 High-NA 是替代關係：Low-NA 優化越成功，High-NA 導入壓力越小。
- **CoWoS 不受影響。**12 吋光罩只是把 High-NA 還原成 Low-NA 原本就有的 26×33mm，單顆晶片面積上限沒有變；AI 晶片需要多晶片封裝的理由完全不變。

七、風險與反證

1. **12 吋光罩生態沒到位。**12 吋護膜、基板、寫入機、檢測機全部要重做，目前僅有「表達參與意願」，沒有具名廠商與里程碑。2011 年的 450mm 晶圓聯盟也是時程、聯盟一應俱全，最後實質停擺。差別在 High-NA 有立即的產能痛點，加上台積電單一強勢客戶背書。
2. **Low-NA 多重曝光的成本曲線持續改善。**ASML 的 Low-NA 新機（如 NXE:3800F）與既有機台升級持續提高產能；如果 2029 年時 Low-NA 雙重曝光的每層成本仍低於 High-NA 單次曝光，台積電可能縮小 2030 年的導入範圍。
3. **產能與良率爬坡。**High-NA 機台的可用率（availability）與產能仍在爬坡，這是台積電「成熟度」條件的核心；若進度落後，各家時程都會往後推。
4. **記憶體先行可能被低估，也可能延後。**三星、SK 海力士都把 2028 年當目標，但記憶體廠的資本支出波動遠大於台積電。
5. **出口管制。**High-NA 不賣中國，中國 DRAM 廠連 Low-NA 都買不到，這不影響本報告的受惠名單，但會影響 ASML 的長期營收組合。

八、觀察清單

追蹤指標	為什麼重要
ASML 年度接單揭露中的 High-NA 台數	2026 年起不再逐季公布接單；年度數字是唯一能看出台積電是否開始下單的官方訊號
台積電 2029 年資本支出指引與 High-NA 裝機時點	驗證 2030 年承諾是否落實；量產前約一年要裝機
台積電 High-NA 曝光層數	層數是光罩、光罩盒、檢測、光阻需求的乘數；官方說法是層數會隨節點遞增
12 吋光罩倡議具名廠商、外形規格與里程碑	從「意願」進入「執行」的訊號；外形規格決定家登、基板廠的開發方向
家登 High-NA Pod 與 12 吋光罩盒的認證、出貨	台股最直接的受惠驗證點
Intel 14A 外部客戶與 High-NA 層數	Intel 是 High-NA 量產的先行指標；成敗影響其他家的導入節奏
三星、SK 海力士 2028 年 DRAM 導入是否如期	如期的話，金屬氧化物光阻、光罩相關耗材的需求起跑點比台積電早兩年
金屬氧化物光阻與乾式光阻的量產採用（tool-of-record）	決定光阻價值落在材料商還是設備商，也決定新應材的選擇權價值
12 吋護膜進度（含台積電自研）	三星點名的瓶頸，倡議最可能卡住的一環

九、結論

High-NA 已經從技術討論進入排程。Intel 已在用，記憶體廠瞄準 2028 年，台積電在 2030 年加入，並用 12 吋光罩倡議把真正的放量押在 2031—2033 年。對投資人而言，這是一個**時程明確、但兌現在三到七年後**的題材。

全球受惠者高度集中在 ASML 及其獨家供應鏈（Zeiss、Trumpf）、日系光罩與光阻材料廠（Hoya、AGC、Lasertec、JSR、TOK），以及乾式光阻的 Lam。台股真正站在 High-NA 規格裡的只有**家登**（光罩載具）和**帆宣**（ASML 模組代工）；天虹、華洋精機、汎銓、新應材、崇越在 High-NA 世代各有新產品切入點，但都還在認證或選擇權階段；其餘 ASML 零件鏈跟的是 ASML 總出貨，而不是 High-NA 本身。

2027—2029 年值得追的不是股價題材，而是三個實質訊號：ASML 年度接單裡台積電的 High-NA 台數、家登 High-NA Pod 的出貨，以及 12 吋光罩倡議的具名廠商與規格。

十、限制與聲明

- 台積電、ASML 時程依官方新聞稿與法說會；Intel 14A 年份、SK 海力士裝機時點、ASML 後續機種規格引用產業媒體與券商轉述，未經公司官方逐字核對。
- 台股分級為本報告判斷，非公司口徑；家登 High-NA Pod 認證依媒體報導，帆宣是否參與 High-NA 機種模組未經公司證實。

- 光阻單價、入射角、stitching、線距路徑等圖片引用野村證券研究報告，版權屬原作者。
- 本報告不構成投資建議。