國票證券投資顧問
IBF SECURITIES INVESTMENT CONSULTING

投顧專題

AI高速互連驅動，石英元件迎來高階化新週期

2026/10/15

石英元件：電子系統的節拍器

① 石英元件的工作原理與功能

利用石英晶體的壓電效應產生穩定共振，提供電子系統的頻率與時間基準。



石英晶體
(Quartz Crystal)



壓電效應
在特定頻率下
產生穩定共振



時脈信號
(Reference Clock)
提供穩定的頻率
與時間基準



驅動各種IC同步運作
CPU / DSP / SerDes
通訊 IC 等

沒有穩定的 Clock，電子系統就無法準確同步資料傳輸與運算。

② 應用領域從消費電子擴展至高階應用

過去：以消費電子為主



石英鐘錶



家電



PC / NB



手機



消費電子

…

主要要求 | 成本低、體積小、量大

現在：延伸至高階應用



AI 伺服器
(資料中心)



光通訊
(光收發模組)



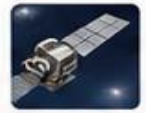
交換器
(Switch)



5G 基地台



車用電子



衛星通訊

…

主要要求 | 高頻率、低抖動、低相位雜訊
高可靠度、小型化

③ 石英元件的主要產品類別與特性

石英晶體 (Crystal)		• 被動式元件，提供固定頻率 • 應用：消費電子、IoT、一般通訊
石英振盪器 (Oscillator, XO)		• 內建振盪電路，輸出穩定時脈信號 • 應用：通訊設備、網通、光通訊
溫補/壓控/恒溫振盪器 (TCXO / VCXO / OCXO)		• 具溫度補償、電壓控制或恒溫功能 • 提供更高的頻率穩定度與低抖動 • 應用：AI伺服器、光收發模組、車用電子、衛星通訊等高階領域

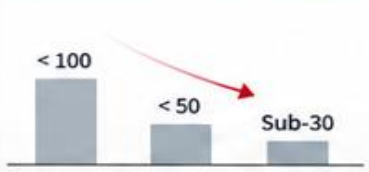
技術門檻
ASP
頻率穩定度 ↑

④ 高階應用推動石英元件規格持續升級

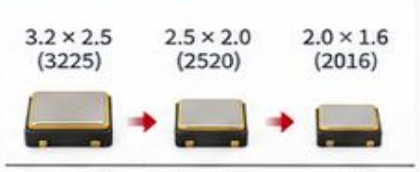
頻率需求提升 (Frequency)



抖動要求降低 (Jitter, RMS)



封裝尺寸持續小型化 (Package)



AI算力推升高速互連，800G-1.6T帶動Timing需求升級

1 AI資料中心網路速度持續升級

400G	800G	1.6T	3.2T
2025 主流規格	2026 主流規格	2026–2027 快速放量	下一代 AI Scale-up / CPO

單通道傳輸速度（SerDes）同步提升

56G (400G)	112G (800G)	224G (1.6T)	448G+ (3.2T)
2025	2026	2026–2027	未來

2 高速光收發模組出貨量快速成長

(百萬顆 / mn units)



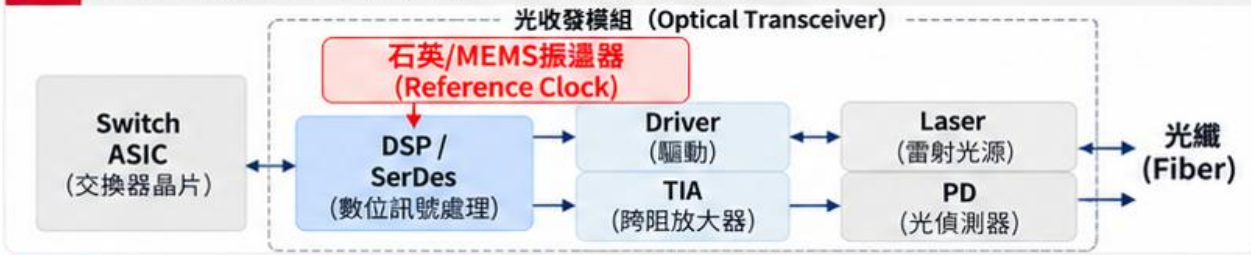
	2026E	2027E	2028E
800G YoY	+56.2%	+41.5%	+18.5%
1.6T YoY	+1,115%	+138%	+96%

3 光收發模組是交換器與光纖之間的橋樑

光收發模組（Optical Transceiver）是資料中心、5G 網路與光纖通信中的關鍵元件，負責將電訊號轉為光訊號（發射），以及將光訊號轉為電訊號（接收），實現高速、長距離的數據傳輸。



4 光收發模組內部架構與石英元件的位置



5 為什麼速度越快，Timing越重要？

1. 資料傳輸速率提高 800G → 1.6T
2. 單通道速度提升 (SerDes) 112G → 224G
3. Timing Margin 持續縮小
4. 需要更高頻率、更低抖動的 Reference Clock

6 光通訊對石英Timing的規格要求持續提高

	400G (2025)	800G (2026)	1.6T (2026–2027)	3.2T+ (未來)
Reference Clock 頻率	156.25 MHz	312.5 MHz	625 MHz	更高
時脈抖動（Jitter, RMS）	< 100 fs	< 50 fs	Sub-30 fs	更低
封裝尺寸（mm）	3.2 × 2.5 (3225)	2.5 × 2.0 (2520)	2.0 × 1.6 (2016)	更小

Quartz與MEMS競合，高階Timing進入結構升級

① Quartz 與 MEMS 各有優勢，高速應用並行發展

Quartz（石英）



- ✔ 高 Q值，低相位雜訊
- ✔ Ultra-low Jitter
- ✔ 高頻 Fundamental Mode
- ✔ 成熟供應鏈
- ✔ 高可靠度、長期穩定

適合超低抖動、高階通訊、網通與光通訊應用

MEMS（微機電）



- ✔ 小型化，易整合
- ✔ 可程式化，頻率彈性高
- ✔ 耐震性佳
- ✔ 半導體製程，良率提升
- ✔ 成本具競爭力

適合高整合度、可程式化與一般通訊應用

800G / 1.6T 並非單一路線，Quartz 與 MEMS 目前仍是並存競爭；在Sub-30fs 超低抖動領域，Quartz 仍具明顯競爭優勢。

② 供應可得性偏低，交期拉長與價格上升（Lytica 電子元件市場追蹤）

Frequency Control 供應狀況



Lytica 電子元件市場指標—Frequency Control

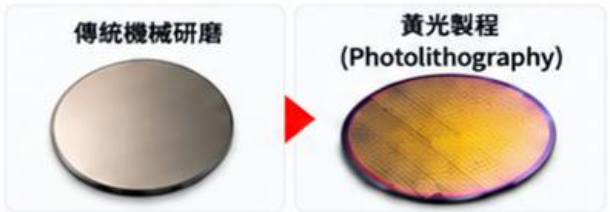
	2026/06	2026/07	2026/08
Availability（可得性）	85.2%	**82.4%**	**89.2%**
Lead Time（交期, MoM）	+4.1%	**+13.5%**	**+26.6%**
Price（價格, MoM）	+0.4%	**+2.5%**	+0.3%

- ▶ **2026年7月：Frequency Control 為 Lytica 追蹤類別中可得性較低的產品之一（Availability 82.4%），且價格與交期同步上升（Lead Time +13.5%、Price +2.5%）。**
- ▶ **2026年8月：可得性回升至 89.2%，但交期進一步拉長至 +26.6%，顯示供應端仍偏緊，補貨週期延長。**

③ 技術門檻高、驗證週期長，推動產業進入結構性升級

① 高頻製程門檻提升

為滿足高速通訊的低相位雜訊與精確需求，需要黃光製程（Photolithography）製作更薄、更小、更高頻的石英晶片。



② 規格門檻快速提高

隨著資料傳輸速率提升，Reference Clock 需要高頻與更低抖動，以符合 DSP／SerDes 的嚴苛時序要求。



③ 客戶驗證週期長

高階應用（AI 伺服器、光收發模組、車用、衛星等）需長時間驗證與認證，一旦導入 Design-in，切換供應商不易。



④ 供應端集中，產能擴充有限

高階頻率控制元件供應商相對集中，Quartz 與 MEMS 廠商各有優勢；由於客戶驗證與導入時間長，短期內供應關係不易改變。



312.5MHz高頻產品加速放量– 3042晶技



- 高頻光通產品已切入Datacom主戰場
- AI營收占比持續提升
- 規模與量產能力是最大優勢

黃光製程切入超低抖動，瞄準光模組– 2484希華



- 312.5MHz已做到30fs等級
- 直接鎖定800G / 1.6T / 3.2T
- 小型化＋垂直整合是特色

高階振盪器專家– 8289 泰藝



- 高階XO比重與技術定位最鮮明
- 312.5MHz做到典型30fs
- 應用直接延伸到3.2T

研究員聲明

本研究報告之內容，係研究人員就其專業能力之善意分析，負責之研究人員（或者負責參與的研究人員）確認：本研究報告的內容係反映研究人員對於相關證券的個人看法；研究人員的報酬與本研究報告內容表述的個別建議或觀點無關。

公司總聲明

1.國票證券投資顧問股份有限公司為國票金控融控股公司之集團成員，國票金融控股公司所屬子公司暨關係企業（以下簡稱 國票金控集團）從事廣泛金融業務，包括但不限於票券、保險、證券經紀、自有資金投資與交易、資產管理及證券投資信託等。國票金控集團對於本報告所涵蓋之標的公司可能有投資或其他業務往來關係。

2.國票金控集團及其所屬員工，可能會投資本報告所涵蓋之標的公司，且其交易方向與本報告中所提及交易方向可能不一致。除此之外，國票金控集團於法令許可的範圍內，亦有可能以本報告所涵蓋之標的公司作為發行衍生性金融商品之標的。國票金控集團轄下的銷售人員、交易員及其他業務人員可能會為其客戶或自營部門提供口頭或書上市場看法或交易策略，然而該等看法與策略可能與本報告意見不盡一致。國票金控集團之資產管理、自營及其他投資業務所有之投資決策也可能與本報告所提供之建議或看法不一致。

3.本報告純屬研究性質，僅供集團內部同仁及特定客戶參考，不保證其完整性及精確性，且不提供或嘗試遊說客戶做為買賣股票之投資依據。報告中所有的意見與預估，係取自本公司相信為可靠之資料來源，且為特定日期所為之判斷，有其時效性，爾後若有變更，本公司將不做預告或主動更新。投資人於決策時應審慎衡量本身風險，並就投資結果自行負責。以上報告內容之著作權屬國票投顧所有，非經本公司同意，禁止任何形式之抄襲、引用或轉載。