

## 針對少量晶片試制要求提供 65nm 制程服務

此次，e-Shuttle 與日本富士通半導體和愛德萬公司合作，將電子束直寫技術推廣到 65nm 制程的佈線層，為客戶提供小批量生產的試製服務。

※ 電子束直寫：EBDW (Electron Beam Direct Writing)

### 克服 EBDW 弱點

EBDW恰如其名，是一種透過電子束，使用“感光”樹脂來實現的晶片光刻技術。由於電子與較重的原子相撞後，會表現出來散射特性，因此，當電子束射到晶圓上時，其表面上由銅或鎢等金屬（泛指重金屬物質）製成的晶片電路圖案引發的電子散射會使非預期位置的樹脂發生“感光”。當前的邏輯晶片中一般都為多層佈線設置，因此，這種技術對下層佈線的影響非常明顯。這種現象稱之為鄰近效應（Proximity Effect），就好像用飽蘸墨水的筆劃兩條並排的線，當這兩條線過於接近，最終會因為墨水的暈染性質，使得線與線之間的界限逐漸模糊。以往是利用軟體，根據下層圖案預測這種鄰近效應並進行補正。對於多層佈線上下互連的介層窗（Via）層，這種軟體補正法完全可以對應。然而，佈線層圖案形狀既有

線（線段）也有面，因此，僅憑軟體無法補正鄰近效應。

圖1所示為EBDW方法在面狀圖案曝光時的技術難題。

e-Shuttle公司利用EBDW專用光刻膠在KrF（氟化氬）雷射下也能感光的現象，採用混合曝光方式解決了這一難題，對面狀圖案進行KrF曝光，對線段和邊界圖案進行EBDW曝顯。利用這種方法，排除了原理上的障礙，形成了一種新型的光刻技術，即EBDW曝顯技術不僅可應用於介層窗層，也適用於包含面狀圖案的佈線層。EBDW在佈線層上的成功應用，展現了其在元件隔離區和多晶矽層上的應用前景。

### 良好的成品率

與以往採用的ArF（氟化氬）雷射曝光方法相比，採用EBDW技術試製的評

估專用器件成品率與前者持平或超出。目前，富士通半導體（以下稱FSL）在多專案晶圓服務SiExpress中採用了這種技術，為客戶提供的試製品及電路驗證專用器件已順利出廠，正在進行評估。嘗試過直寫方法的器件製造商，擔心EBDW的穩定性，質疑：“在海量曝光資料的精確光刻過程中，電子束是否能夠保持穩定？”。e-Shuttle使用愛德萬公司的EBDW裝置F3000，愛德萬的EB裝置業務是收購富士通研發的設備技術而形成的，在其裝置中搭載了光刻時清潔真空外殼技術和高可靠性數位處理技術。因此，採用EBDW技術，65nm制程器件的成品率（穩定度）也能夠達到或超過採用光束曝光技術的水準。良好的成品率是e-Shuttle與設計夥伴合作，不斷改進技術的成果。

圖2所示為採用EBDW技術的65nm制程成品率。

圖 1 EBDW 方法在面狀圖案曝光時的技術難題

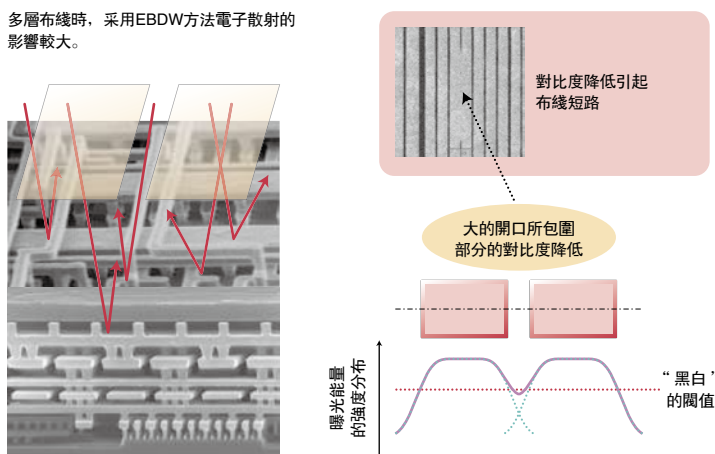
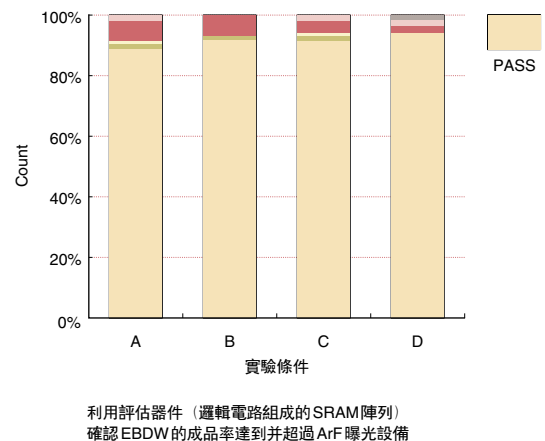


圖 2 採用 EBDW 技術的 65nm 制程成品率



## 與光束曝光技術的相容性

“採用 EBDW 技術的試製品，量產時晶片的特性是否再進行評估”這是一個受關注的問題。

圖 3 所示為分別採用 EBDW 和 KrF 曝光技術成形的圖案案例。實際上 EBDW 的圖案甚至“更加忠實於原圖案”。e-Shuttle 與 FSL 共同開發出 TLFD (Target Lithography Friendly Design) 技術，製作與最終的圖案相應的 EBDW 專用基本圖案，並開始應用到試製服務中。

圖 4 所示為 TLFD 技術。

## 在小批量製造中的應用

EBDW 是一種“無掩膜光刻”技術，無須光掩膜版，在晶圓上直接形成細微的圖案。雖然採用 EBDW 技術能省卻掩膜版製作費用，但實際上，由於目前處理能力（單位時間的製造能力）的限制，製造成本過高，因而只適合製作極少量的樣品。e-Shuttle 利用多專案晶圓服務共用掩膜使光刻資料減少的特點，發揮 EBDW 技術特長，使該技術在 SiExpress 試製服務中得以實用化。目前，可處理極少量的面向大規模晶片的  $\phi 300\text{mm}$  晶圓。進而，e-Shuttle 根據從混合型光刻方式所獲得的啟示，力圖開發出 ArF 與 EBDW 並存的光刻新技術，現已經完成了基本制程，進展到詳細設計階段。這種技術的特點是，大部分電路利用具有較高處理能力的光束曝光方

法形成，而極其重要的定制部分可以透過 EBDW 實現。今後，這項新技術將應用到實際專案中，以促進客戶的業務發展。

## EBDW 將成為光刻技術的主流

進入今年，在新一代光刻技術的選擇中，遠紫外曝光技術 (EUV: Extreme Ultra-Violet lithography) 漸受摒棄，透過計算雙圖案或光波動性，來優化光源和掩膜上的圖案的 SMO (Source Mask Optimization) 則明顯得到重視。這種遠紫外線從波長來看屬於軟 X 線，因此，不論從產業角度還是商業角度都難以操控。

此外，透過對光刻工序巨額投資的反省，出現了追求 CoO (Cost of Ownership) 的趨勢，諸如將模具直接按壓到感光性樹脂上進行複寫的納米壓印光刻技術，以及在 EBDW 基礎上發展的具有實用性光刻速度的多束 EBDW 技術。由於納米壓印技術適合大規模 Cell 圖案製作，所以在記憶體製造中，會取得相對迅速的進展。邏輯晶片光刻技術的最有力候補就是多束 EBDW 技術，雖

然各公司都在積極進行評估運作，但是能夠利用 EBDW 技術實現先進器件製造的，也只有 e-Shuttle 使用愛德萬設備這一例。此外，愛德公司透過裝置的並聯試製出多束 EBDW 設備，並取得了良好的光刻效果。

## 未來規劃

在接下來的十年裡，光刻技術將會有巨大改變，e-Shuttle 將利用多電子束技術、公司自主技術和軟體技術，使面向邏輯晶片的 EBDW 光刻技術從部分光刻開始，逐步達到最優化。預計到 2012 年前後，EBDW 技術將成為主流。

(聯繫方式)

e-Shuttle 股份有限公司

URL: <http://www.e-shuttle.co.jp>

e-mail: [e-shuttle@edevice.css.fujitsu.com](mailto:e-shuttle@edevice.css.fujitsu.com)

圖 3 分別採用 EBDW 和 KrF 曝光技術成形的圖案案例

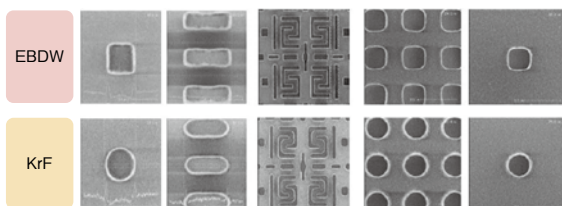


圖 4 TLFD 技術

