

SolidState
TECHNOLOGY
THE INTERNATIONAL MAGAZINE FOR SEMICONDUCTOR MANUFACTURING

Advanced
Packaging

No. 72

2007/October

半導體科技

先進封裝 測試

10

10週年
10th Anniversary

採用NIR 即時化學分析法以監測循環槽

- 微污染控制
- 移除100奈米以下熱點的製造技術
- 曝光設備在TFT-LCD製造上的趨勢

ACE PennWell

sstpro.acesuppliers.com

採用 NIR 即時化學分析法以監測循環槽

Mark Simpson, Bob Cooper, Texas Instruments, Dallas, TX, United States
Joel Bigman, CI Semi, Migdal Haemek, Israel

晶圓表面處理需要使用特定的化學混合物。利用酸液或是有機溶劑作為移除蝕刻殘留物的化學品來說，處理過程中若是在稀釋步驟上產生 1% 濃度錯誤，便會對製程造成良率上的損失。此外溶劑中的水含量也須嚴格的控管，否則將會對金屬造成立即性的腐蝕 / 侵蝕損害。採用近紅外線 (near infrared, NIR) 即時化學分析儀可以達到更有效的製程管控，其優點有提高生產力、降低成本、改善良率以及避免晶圓損害等。

晶圓清洗必須對清洗槽中的化學混合物進行嚴格的管控。稀釋的氫氟酸 (hydrofluoric acid, HF) 槽通常用來去除晶圓表面極薄的氧化層。HF 的蝕刻率設定在埃 / 秒這個等級，蝕刻率受時間、溫度以及 HF 濃度不同而改變。這三項因素只要其中一項發生微小的錯誤，往往會在許多關鍵製程中使晶圓受到損害。對某些特定的製程參數 (recipe) 而言，時間與溫度通常是固定的，因此如能減少化學品混合時濃度配置時的疏忽，將可大幅度提高晶圓的良率。

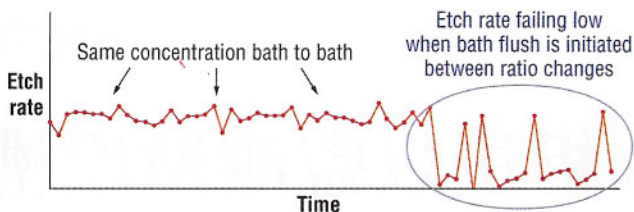
影響濃度改變原因有兩種，初期酸 / 水混合時使用錯誤成份的化學藥品稱為直接影響，另一種槽體彼此間的汙染稱為間接影響。於標準蝕刻速率下藉由測試批確認酸 / 水的混合比例是否正確，不幸地這方法太不實際，利用長期試跑空片來偵測當時蝕刻率的方法不僅會佔用槽體的空間，還會增加測量時間以及晶圓成本損耗。因此，各製程中蝕刻率的定期檢測從每天一次到每週兩次都有，端視清洗槽的穩定度而定。如果在測試批之間發生不正確化學物混合物，生產線就要冒著是否將已經生產的晶圓當作廢品的風險。此外，試跑控片不全然是反應酸槽內的化學特性，以及在高產量的生產環境中，為了找出問題而讓設備停休也是一個問題。

晶圓廠的清洗槽會遇到的另一個問題是在不同製程之間可能需要改變酸的比例。若每單一製程即配置多個清洗槽會使成本大幅提升，晶圓廠通常是賦予單一



設備多功能用途，如此一來能提高製程的可變化性。例如某製程參數需要 1% HF，而下一批製程參數需要 5% HF，當我們更換槽體化學藥品時，前槽可能會殘留濃度較稀的酸溶液，即使在更換過程中以大量去離子水沖洗也不能完全避免殘留可能性。

圖一顯示不同清洗槽酸溶液比例在混合之後的蝕刻率變化圖，這是由於將去離子水從再循環管路中不正確排出所導致。如果這一批貨定期蝕刻率的檢驗次數恰巧較少的話，則這個問題將無法被維修人員所察覺，此時生產的晶圓將處於可能發生問題的風險中。



圖一：不當地排掉清洗槽造成稀釋酸的蝕刻率降低。

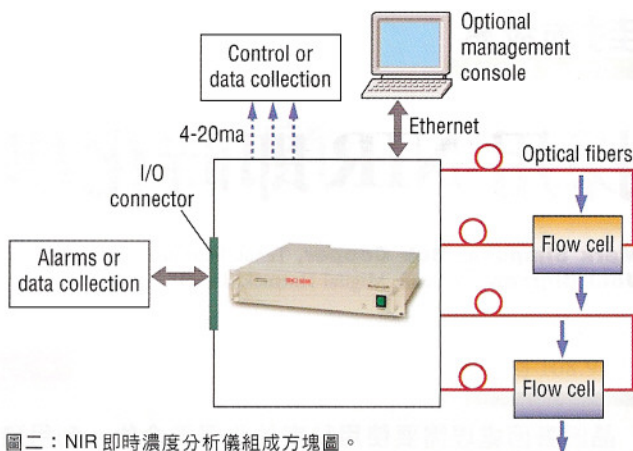
以滴定法確認溶劑中的 DI 水

用在金屬後半導體製程的化學溶劑需在加熱槽中操作以去除晶圓上的聚合物。當溶劑透過大量化學物傳輸系統運輸到清洗槽時，它的初始水濃度對安全的金屬處理來說太高了。此外，在一個採用補充水系統的清洗槽中，延長溶劑酸洗槽的壽命會帶來其他的風險。為了減少這些風險，以水滴定系統對溶劑進行採樣分析溶液，並且每三十分鐘提供水濃度的讀取數據。經設定速率補充系統在理想操作條件下完善地運作，但是發生濃度變化導致製程負荷、溶劑拖曳 (drag-out) 或是清洗槽補充時便不能良好地運作。傳統的滴定分析儀可提供數據以嚴格地控制製程，但是它受限於最多每三十分鐘一次的頻率。假如清洗槽的問題出現在兩次量測之間，就可能有多達 150 片的晶圓會有高率損失的風險。除此之外，機械型滴定系統屬於高度維修設備，需要時常進行預防性維護、零件以及滴定化學物的備料以讓它處於良好的狀態。

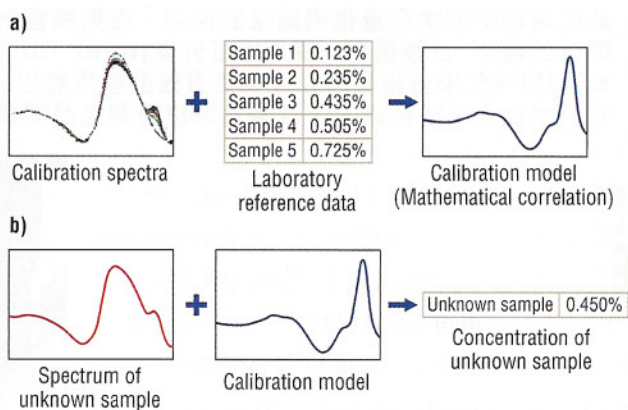
即時監測 HF 及溶劑清洗槽

過去曾經有多種不同的即時測量技巧，不過由於正確地分析兩種化學品之間的濃度是相當具有挑戰性的，因此很難找到一個理想的儀器。我們需求是一套全自動即時且非接觸式系統，可在多元化環境下仍能進行正確的量測。針對以上需求，有數項條件需要評估：

- 控制形式：元件的正確度以及微粒污染的狀況是主要的考量點。
- 製程變異：元件必須經過調校以偵測預期會出現在清洗槽中大範圍的化學品比例變化。
- 電子輸入與輸出：從分析儀傳回的外部訊息必須在系統設計的範圍內。4-20mA 的輸出訊號必須與一套線上的阻斷與監視系統連結。
- 製程相容性：與潮濕的化學酸劑與溶劑相容的儀器，它所有的潮濕零組件必須確保不會產生微粒，而且它必須能應付不同的入口壓力。
- 安裝簡易：優先考慮順入型 (drop-in) 單元。這套全



圖二：NIR 即時濃度分析儀組成方塊圖。



圖三：Chemometrics 的原理 (a) 調校階段 (b) 測量階段。

自動系統必須能夠快速地安裝以及運作以避免增加生產設備的停休時間。

- 多通道：成本是決定需要多少單元以及是否採用多通道分析儀以同時監測多個清洗槽。

測量化學混合物濃度的方法包括 NIR、反射、電容法以及滴定法。NIR 技術是測量流體吸收的光；反射法採用玻璃稜鏡以分離光譜；電容法利用電導特性或是阻抗特性以分析化學物的組成；滴定法是以傳統的化學試劑 (reagent) 與在溶液樣品中的水反應並測量電性的終點值。

經過研究多種元件之後，工程師選擇 CI-Semi (CI-Systems 的分公司) 生產的 WetSpec200 NIR 即時多通道濕式製程分析系統。這個分析儀在一個光學流體單元 (optical flow cell) 中即時地測量液體樣品的吸收光譜，而這個光學流體單元是透過光纖連結到分析儀上 (圖二)。這些長度可能達 200 公尺的光纖將光傳導到流體單元。光線隨後又透過光纖回傳到一套光柵式 (gating-based) 光譜儀上，以光二極體陣列測量其吸收光譜。

分析儀以及流體單元是設計成一組獨立的系統，可以輕易地與晶圓廠的數據蒐集網路整合，或者與設備的閉路(closed-loop)控制系統連結。這套系統是獨立操作的，不需要額外的電腦控制，它的光譜儀有全自動內部調校能力，具有極佳的穩定性以及可重複性。

化學混合物的濃度是從 NIR 光譜資料變化中，透過名為「chemometrics」(圖三)的軟體所得知。以一系列已知濃度樣品去「調整」這套軟體之後，內部的演算法會將光譜資料與濃度變化的狀況連結起來進而產生一套「調校模型」，這套模型之後可用來決定線上未知溶液的濃度。

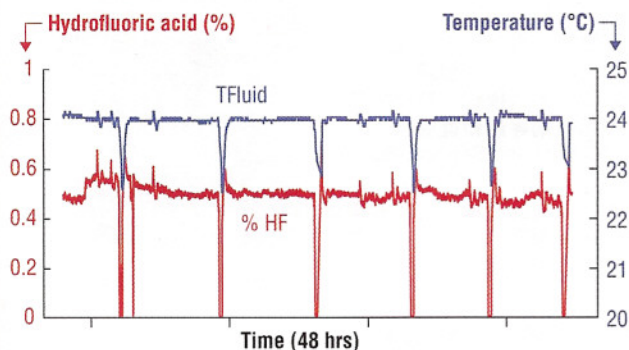
實際安裝的結果顯示，這些模型開發供絕大多數的清洗劑與蝕刻劑使用，包括以水為主體的溶液如稀釋酸(也就是 SC1、SC2、DSP)、研磨液中的 H₂O₂ 以及以溶劑為主體的化學物。

有一種受專利保護的光纖光學多工器允許使用多達八個流體單元，改善了設備的成本效益。在每一個流體單元中，多種化學品的濃度及種類可以同時被測出。調校模型儲存在設備之中，可以藉由圖形化使介面輕易地加以變更。

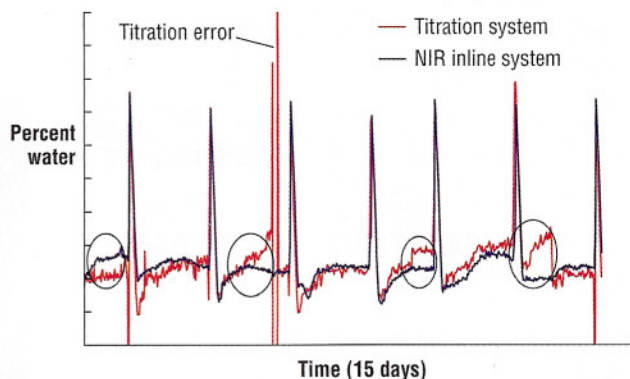
HF 濃度應用

NIR 即時分析儀在一個多用途的 HF 清洗槽中進行試驗，測試數據讀取時間長達三個月。流體單元是附加在過濾外引管路(filter vent line)上，這條管路將液體回送到清洗槽的外部堰中，這能夠對實際使用的化學品成份進行即時的分析。

即時取得的數據經由分析儀蒐集後再與多種 HF 與水的比例數值進行比對。圖四顯示由 NIR 即時分析儀取得的溫度與 HF 百分比資料。圖中溫度與濃度下降的時間與化學品更換的週期對應。



圖四：當 HF 於水中時以 NIR 即時分析儀測得數據。溫度與濃度下降時間點與週期性的化學物更換相關。



圖五：分別以 NIR 即時分析系統以及滴定系統量測溶劑中水的濃度。圈起的部分表示在已確認的突波錯誤中還有規律的滴定錯誤。

在溶劑應用中的水濃度

對於溶劑方面的分析，我們將 NIR 即時分析儀與傳統的滴定系統放在一起比較。各個系統皆蒐集超過三十天的數據。NIR 即時系統以傳統滴定系統使用的 0.25 吋不鏽鋼線組裝而成。

測試結果確認了新系統能符合實際的滴定樣品數據，並且具有極佳的關連性。即時分析儀能提供立即的數據，但滴定系統受樣品速率的限制只能每 1,800 秒提供一次。

圖五顯示 NIR 即時系統的數據比滴定分析儀所得的數據穩定。圈起的部分顯示滴定分析儀的數據有異常狀況。滴定系統在長達 24 小時內，不同時間間隔中重複地顯示較高的數值，隨後在不同樣品之間，這些較高的數值又不合理地下降到與 NIR 的即時數據相符。相反地，NIR 即時系統在整個實驗中運作地相當穩定，並且提供更合理的數據。

結論

以多工 NIR 固定光柵式光譜分析儀進行化學成份的測量有許多比傳統方法好的優點。它具有即時、立即、正確、相同甚至是高於化學滴定法的準確性；不同於電導法，它能夠對具有多組成成份的溶液進行量測；不同於滴定法，它能連續地提供立即性的數據，並且允許使用閉路式控制系統，它具有更快速的反應時間並且對氣泡不敏感。相對於夾式(clip-on)元件，它提供更穩定更可靠的測量結果，同時在更高速狀況下提供更高的準確性。此外，可以經由軟體的設計，達到在不同的設備中可以對不同的化學品進行量測。

對 HF/ 水的分析，這套系統確保清洗槽中處理生產晶圓所用的酸濃度是正確的。這套系統對混合清洗槽時會產生的問題提供更正確解決方案，使得生產力提高，它將降低試跑空片所增加的成本。

對溶劑 - 水的分析，這套系統藉由減少與消除預定的維修手續而提高生產力。這套系統不需要試驗溶劑(reagent solvent)以及零件，因此得以減少分析水濃度的操作成本。它具備較高的正確性，有助於減少廢品出現的風險，這些風險來自於含水量高所造成的腐蝕現象。 **SST-AP/Taiwan**

作者

Mark Simpson 於 1987 年自德州 College Station 的德州 A&M 大學取得電機工程學士學位。他在半導體工業中有 20 年工作經驗。他目前是德州儀器 DMO5 部門擴散 / 濕蝕刻組設備工程師。

Bob Cooper 於 1996 年自德州 Irving 的 DeVry 大學取得電機工程學士學位。目前是德州儀器 DMO5 部門電漿組設備工程師。

Joel Bigman 於 1991 年自以色列科技研究所的 The Technion 學院取得物理化學博士學位。目前在位於以色列 Migdal Haemek 的 CI Semi 公司擔任應用工程師。



SolidState
TECHNOLOGY
Advanced
Packaging

半導體科技

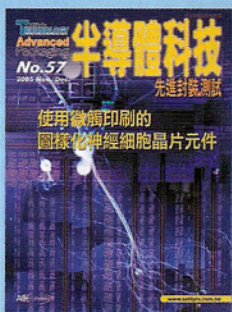
先進封裝測試

www.sstpro.acesuppliers.com

發行量：8,000 冊 / 期 (BPA 公證 6,800 冊)

發行期數：8 期 / 年

介紹：半導體科技是一本唯一以華文發行亞洲固態技術與封裝測試領域之專業技術情報雜誌。已獲 BPA 公證，成為全國第一本獲得公證之媒體。



化合物半導體與光電技術

COMPOUND · OPTO GREATER
SEMICONDUCTOR · TECH CHINA SID

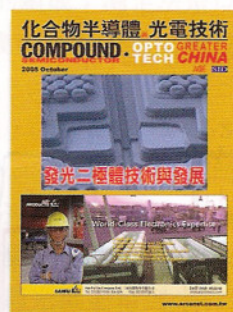
www.csof.acesuppliers.com

發行量：8,000 冊

發行期數：6 期 / 年

介紹：正式獲得英國 IoP 授權出版 Compound Semiconductor 中文版，本刊更獨家獲得國際性平面顯示產業重要組織—國際資訊顯示學會 (Society for Information Display) 授權，刊載《Information Display》之顯示器技術最新進展內容。國際顯示資訊學會之會員皆來自於與顯示器研究、設計、生產、應用、業務與行銷等相關領域之業者，而《Information Display》之內容聚焦於顯示器發展之理論與實證，專文報導包括顯示器之設計、生產製造、計量技術、系統模組、材料發展、顯示技術等最新進展。

《Compound Semiconductor》與《Information Display》兩本專業刊物的授權，使本刊得以呈現平面顯示與光電產業產業鏈的發展與風貌。



亞格數位股份有限公司

Arco Infocomm, Inc.

Tel: 886-2-2396-5128 (ext. 246)

Fax: 886-2-2393-8815

E-mail: cindy@arco.com.tw