半導體設備精密對位技術

Alignment of Semiconductor Equipment

陳世昌
工研院機械所
先進機械技術組
先進薄膜設備部
經理

李侃峰
工研院機械所
先進機械技術組
先進薄膜設備部

關鍵詞(Keywords)

- 對位　Alignment
- 晶圓　Wafer
- 光罩　Reticle

摘要(Abstract)

半導體設備以晶圓疊對與光罩多重曝光製程需求，其晶片座標的重覆定位需要極為精密的對位技術。在晶圓接合製程中背面對位是應用暫存第一片晶圓影像來當作主對位程序的定位依據，當第二片晶圓進入對位區域後，由後端的影像處理使兩晶圓片的位置擬合達到精密對位要求。其機械粗對位小於±50 μm，再由光學細對位縮小至小於 1 μm 等級範圍內。

IC 曝光製程當特徵尺寸進入次微米級，重複式的步進微影系統開始應用於超大型積體電路(very large scale integration, VLSI)與極大型積體電路(ultra large scale integration, ULSI)製程。步進微影過程每步進一次只暴露晶片的一小部分。以 65 奈米製程為例，步進微影製程粗對位落在±100 奈米(nm)範圍內，繼由光學細對位縮小至 3 nm 以下範圍內。本文就晶圓接合機和曝光設備對位原理作介紹，探討精密對位技術之發展初況。

In wafer overlay and multi-exposure reticle processes, repeatable positioning on the target chip needs precise alignment. In the wafer bonding process, the second wafer image matches the first wafer image in back-side alignment with mechanical coarse alignment of less than ±50 μm and optical

fine alignment of less than 1 μm.

When the critical dimension is entering the sub-micron level, VLSI and ULSI start utilizing repeatable stepper lithography. Every stepping exposes a small part of die on the wafer. In 65 nanometer process, the coarse alignment is located within ± 100nm range, and optical fine alignment is located within 3 nm for reference. This article introduces basics of alignment technologies for wafer bonding and exposure machine.

1. 前言

精密定位(positioning)技術廣泛運用在工業各領域設備，以工具機為例，藉由光學尺或編碼器回授(feedback)功能，線性馬達或導螺桿驅動工件至主軸座標點定位；半導體設備因晶圓(wafer)疊對或光罩(reticle)多重曝光需求，除了晶圓定位之外尚需精密對位(alignment)技術用於晶片(chip on wafer)座標重覆定位之需求。

2. 半導體設備精密對位技術應用—晶圓接合機

半導體設備應用精密對位技術以晶圓接合機與曝光機為首。晶圓接合製程一般應用於兩片基板進行接合，晶圓接合方法包含使用鍵結接合、氧化物/合金化接合或黏合材料進行。約 1990 年接合技術開始用於 8 吋以下晶圓製作微機電系統與產品。晶圓接合技術主分晶圓對位與晶圓接合兩製程，透過準確的晶圓對位，能確保不會因為接合不完整產生後續功能性的失控或是失效，即所謂的不良品，此流程可以採用機械對位或光學對位方式進行。晶圓接合製程依終端應用可選擇黏合材料接合、融接、熱壓合與共晶等方式[1]。

機械對位乃使用晶圓本身的幾何特徵尺寸作為粗定位依據，再以治具本身的對位設計提升對位精度，依據 SEMI Standard 於 12 吋晶圓的製程要求，晶圓接合的對位誤差必須小於±50 μm。光學對位製程則是應用光學儀器輔助校正與對位，依據應用環境、光源形式與鏡頭放大倍數可控制對位誤差於 1~5 μm，因此在高精度要求大多會選用光學對位製程。光學對位製程可略分為間接對位與直接對位兩種方式。間接對位的環境為兩片晶圓均無法使可見光或紅外光穿透，因此必須應用暫存第一片晶圓影像來當作主對位程序的定位依據，當第二片晶圓進入對位區域後，由後端的影像處理使兩晶圓片的位置擬合達到精密對位要求。而直接對位則至少需有一片晶圓能使可見光或紅外光穿透，使檢視兩片晶圓之對位點並進行對位的確認。高精度的光學對位除了來自於應用環境、光源形式與鏡頭放大倍數的提升，定位與對位記號的數量、尺寸與位置更是不可缺少的設計重點[1]。

一般晶圓對晶圓的光學對位方法細分如下(如圖 1) [2-4]：

(1) 背面對位(back-side alignment)：兩片晶圓的正面與背面分別有對位記號，先預存第一片晶圓之數位影像，並使第二片晶圓的對位記號對準第一片晶圓預存數位影像之對位記號，以完成對位程序。

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】387 期・104 年 6 月號

每期 220 元・一年 12 期 2200 元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw