

智慧型製造數據分析的經典問題

—晶圓製造缺陷模式分析

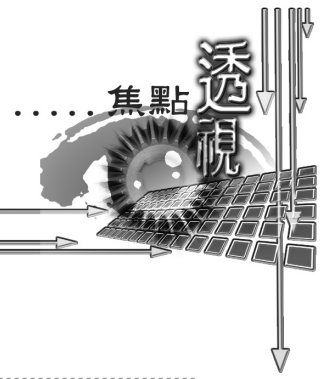
文/胡竹生

工業技術研究院
機械與機電系統研究所
所長

1. 前言

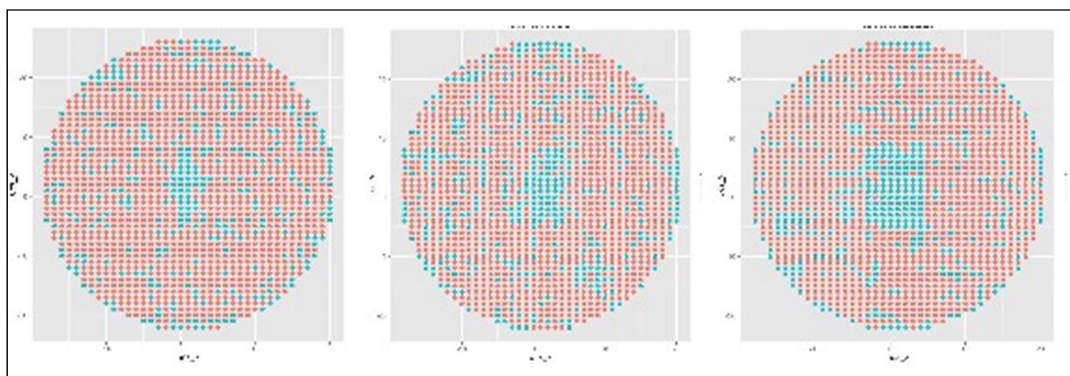
不能免俗的，這個文章的題目加上了“智慧型”三個字，所謂“智慧型”，從學理的演化派別來看，就是以類神經網路或機器學習模型為架構的計算模式，有別於其他派別的主張，因為其非線性與隨機性現象難以捉摸，卻在某些例子上展現驚人的效果，超越了預期。說穿了就是研究界對於非線性與隨機性問題的根本學理仍在摸索，而且現有方法在解題上仍有缺口，從大自然演化的仿生結構(神經元與網路)與統計學習理論出發，或許可以找到捷徑，這個手法在很多工程技術上都常被用到。

之所以要寫這篇文章，因為我對晶圓缺陷模式這個問題有點淵源，加上製造數據的分析，是現今廣大製造業提升的必經之路，也是未來一個重點的工作。晶圓缺陷模式分析是製造數據分析的經典，是因為它所呈現的問題非常複雜，一般傳統統計分析方法不易對付。但是一個製作完成的晶圓其成本和價值都非常高，且良率決定了晶圓製造廠能否獲利，例如單一客戶動輒每月數百萬顆晶片的產出，1%的不良率就可能是很可觀的損失，因此非得弄清楚製造缺陷的成因。所以相較於其他產業，晶圓製造產業一開始就必須面對這個困難的問題。讀者諸公也很清楚晶圓製造廠網羅了很多一流的專家與工程師，這其中所開發的技術，恐怕很多都無法公開。因此現在我們對廣大的製造業，在談製造數據分析技術，可能有些正要經歷他們走過的路。



2. 晶圓製造檢測數據分析

那麼到底晶圓缺陷分析是個甚麼問題？我們先用簡單的情況看一下下面的晶圓圖，其中紅色的代表符合規格的晶片(OK)，藍色的代表不合格(NG)。你可以想像這是一個圓形的棋盤格，就像圍棋一樣，OK 是白子，NG 是黑子，而良率的要求跟下圍棋類似，生產者持白子，要把 NG 的黑子數量盡量減少，甚至到零是最好，而持有黑子的對手是製程機器的失誤。注意到圖中這缺陷分布似乎有聚集於中心與邊緣的模式，但是也有像是隨機分布的部分。晶圓缺陷分析的第一個目標是辨別缺陷分布模式究竟屬系統性或隨機性，接下來的任務是找出各種系統性模式的成因與規則(root cause)。這僅僅是三個圖，對於一個每月生產十幾萬片晶圓的廠，可以想像缺陷分布模式的複雜與龐大。



晶圓缺陷圖

資料來源：<http://www.datasciencecentral.com/profiles/blogs/data-science-applications-in-semiconductor-manufacturing>

拿圍棋作比喻，恰好 2016 年 Google 的 AlphaGo 打敗了人類的冠軍棋士，造成全世界轟動，因為圍棋所擁有的可能性是天文數字，過去許多演算法都很難打敗人類的智慧。圍棋有 361 個棋位，每個棋位有黑子，白子以及空位三種可能性，所以是 3 的 361 次方(大約是 10 的 172 次方)。針對單純的晶圓檢測(OK 與 NG)，每顆晶片有 2 種可能

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】406期・106年1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

機械工業雜誌信箱：jmi@itri.org.tw