

12 吋矽晶圓半導體 CVD 製程設備及 BST 介電薄膜成長研究(I)-子計劃一:12 吋矽晶圓
CVD 製程設備及成長 BST 介電薄膜之進氣系統設計與反應爐系統整合

Design of Heating Assembly and Gas Feeding Unit for BST Thin Film Growth and
Integration of CVD Reactor System for a 12-inch Single Silicon Wafer (I)

計劃編號: NSC 89-2212-E-009-038

執行期限:88 年 8 月 1 日至 89 年 7 月 31 日

主持人:林清發 交通大學機械系

一、中文摘要

本四年期研究計畫(88年8月至92年7月)的主要目的在改進目前及未來急需的12吋矽晶圓CVD製程設備。本子計畫的主要研究重點在於設計新的晶片加熱及控溫系統,改善晶片溫度的均勻性。在第一年的計畫中(88年8月至89年7月)我們同時採用 lamps 加熱及傳統的電阻式加熱方法,並加入主動等溫控制版,已初步得到較佳的晶片溫度均勻性。在進氣系統研究方面,我們依據 flash evaporation 的理論,已提出成長 BST 薄膜所需之進氣系統設計,並依據此設計建立初步的進氣系統。

關鍵詞: CVD 反應爐、加熱設計、流力設計

Abstract

In this four-year research project (August 1999 to July 2003) we intend to improve the design of an experimental CVD reactor for processing a twelve-inch single silicon wafer. Attention will be focused on the design of a new wafer heating and temperature control system, trying to improve the temperature uniformity of the wafer. In particular, we use a multi-zone lamp heating assembly

with automatic lamp power control for each zone and in the mean time an active nearly isothermal plate is placed just under the wafer. Significant improvement in the wafer temperature uniformity is obtained in the initial tests. Based on the principle for flash evaporation, we have proposed an initial design for the gas feeding unit for growing the BST thin film. Then, a preliminary gas feeding unit has been established. Both the heating assembly and gas feeding unit will be tested and improved in the second year of the study.

Keywords: CVD reactor, Heating design, Flow design

二、計劃源由與目的

近幾年來由於微電子元件之急速微小化及晶片功能之大幅提昇,積體電路已由 VLSI 發展到 ULSI,晶片也已由 8 吋擴大至 12 吋,因此如何精確地控制熱流條件使在大晶圓上成長的各類薄膜能達到均勻厚度、純度、線寬等之要求,以及減低晶片內之熱應力等,實為目前急需解決之重要問題。本子計畫之主要目的即在改進 12 吋矽晶片 CVD 反應爐之加熱及溫控系統,同時要建立一套可以

成長 BST 薄膜之反應氣體進氣系統，使得 12 吋的大晶片溫度均勻性大幅提昇，且反應氣體能均勻地流過晶片表面。另外，亦將結合其他子計畫之研究，對整個 CVD 系統進行整體設計，建立一套新的 CVD 爐，對於建立本土的半導體製程設備技術甚為重要。

三、結果與討論

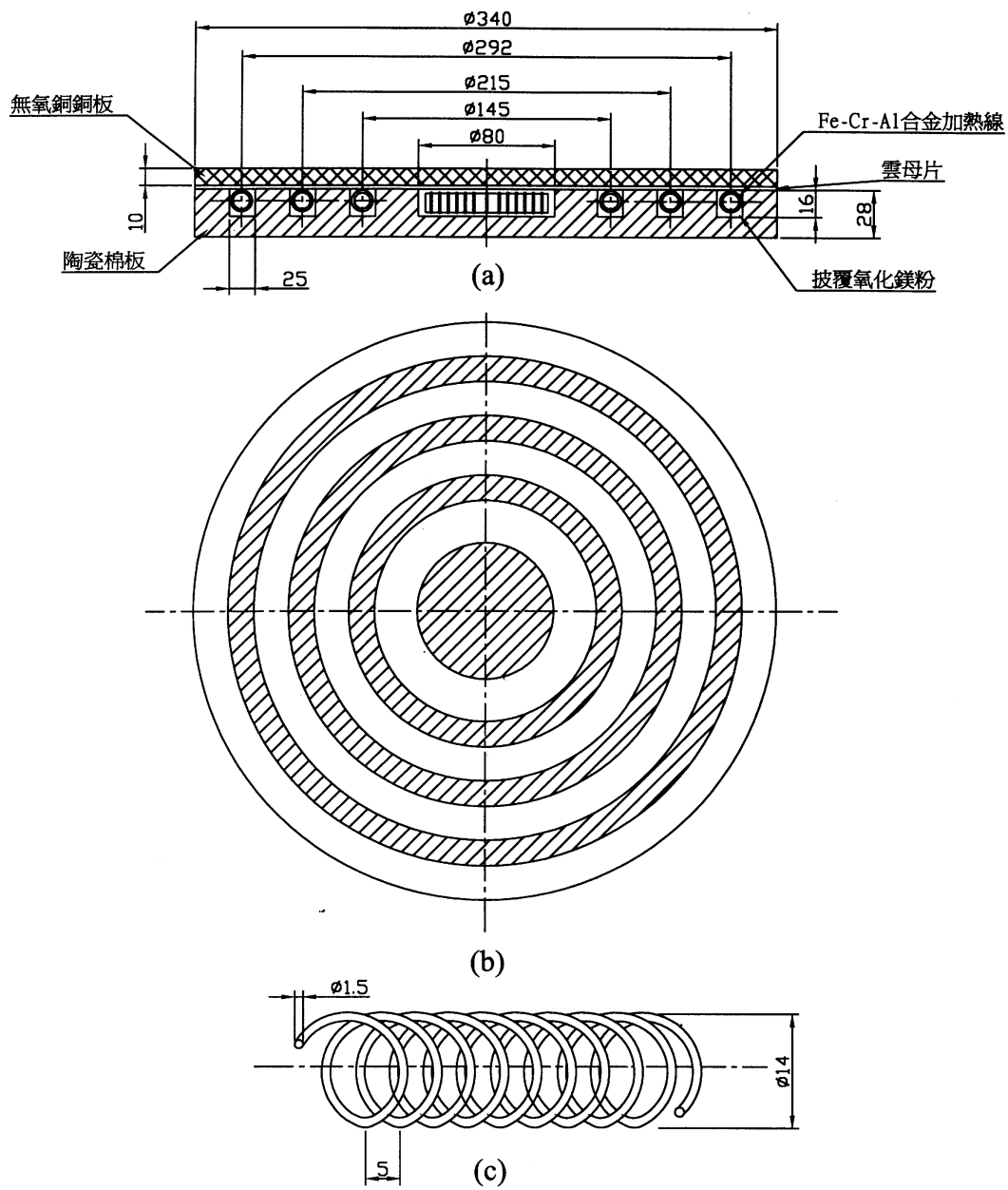
- (1) 我們於第一年所建立的主動式等溫銅板加熱器之示意圖如圖一所示，此加熱器共分成四個區域加熱。初步測試所得之 12 吋矽晶圓的均溫性已較前大幅改善(如圖二)，未來將繼續改善。
- (2) 利用 flash evaporation 原理所設計的 BST 薄膜成長進氣系統之示意圖如圖三所示。此系統也已建立起來，目前正在測試中。

四、計劃成果自評

第一年研究所建立的主動式加熱器，初步測試效果良好，但仍需進一步測試各種不同條件之效果，因此未來尚需繼續改進。而所建立的進氣系統是否能按預期的以大幅降壓方式來產生蒸氣則尚需進行完整的測試。

五、參考文獻

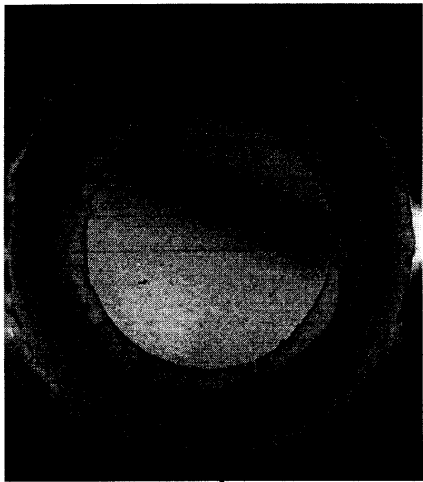
1. A. Feingold and A. Katz 1994, Rapid thermal low-pressure metal-organic chemical vapor deposition (RT-LPMMVD) of semiconductor, dielectric and metal film onto InP and related materials, Materials Science and Engineering R13, 57-104.
2. M. Moslehi, L. Velo, A. Parsnjpe, J. Kuehne, S. Huang, R. chapman, C. Schaper, J. Breedijk, H. Najm, D. Yin, Y.J. Lee, D. anderson and C. Davis 1994, Fast-cycle-time single-wafer IC manufacturing, Microelectronic Engineering 25, 93-130.
3. T.Y. Hsieh, K.H. Jung, and D.L. Kwong, 1991, Silicon Homoepitaxy by Rapid Thermal Processing Chemical Vapor Deposition (RTPCVD). A Review, J. Electrochem. Soc. Vol. 138, No. 4, 1188-1207
4. Suagna Chatterjee, Isacc Trachtenberg and Thomas F. Mgar, 1992, Mathematical Modeling of a Single-Wafer Rapid Thermal Reactor, J. Electro- chem. Soc. Vol. 139, No. 12, 3682-3689.
5. Mehmet C. Ozturk, F. Yates Sorrell, Jimmie J. Wortman, F. Scott Johnson, and Douglas T.Grider, 1991, Manufacturability Issues in Rapid thermal Chemical Vapor Deposition, IEEE Transfers on Semiconductor Manufacturing, Vol. 4, No. 2, 155-165.
6. Kare Maex, 1991, Rapid Thermal Processing and Thin Film Technologies, Microelectronic Engineering 15(1991) 467-474.
7. M. J. Hart and A.G.R. Evans, 1988, Rapid Thermal Processing in Semiconductor Technology, Semicond. Sci. Technol. 3(1988) 421-436.
8. J.C. Gelpey, M.C. Ozturk, R.P.S. Thakur, A.T. Fiory, F. Roozeboom, ed., Rapid Thermal and Integrated Processing V, Material Research Society Symposium Proceedings, Vol. 429(1996) Pittsburgh



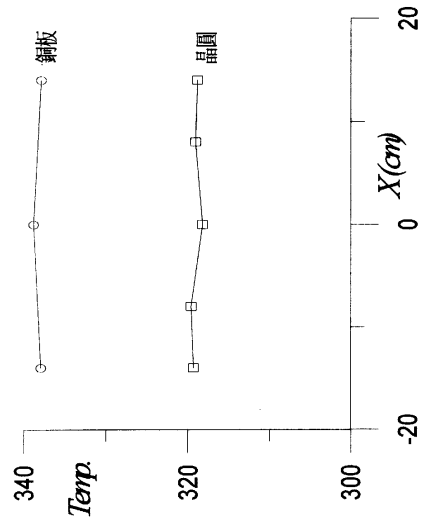
圖一 主動式加熱器(a)加熱器之剖面示意圖，(b)加熱線支撐座 (斜線為加熱線擺設位置，共分四區加熱)，(c)加熱線之結構圖



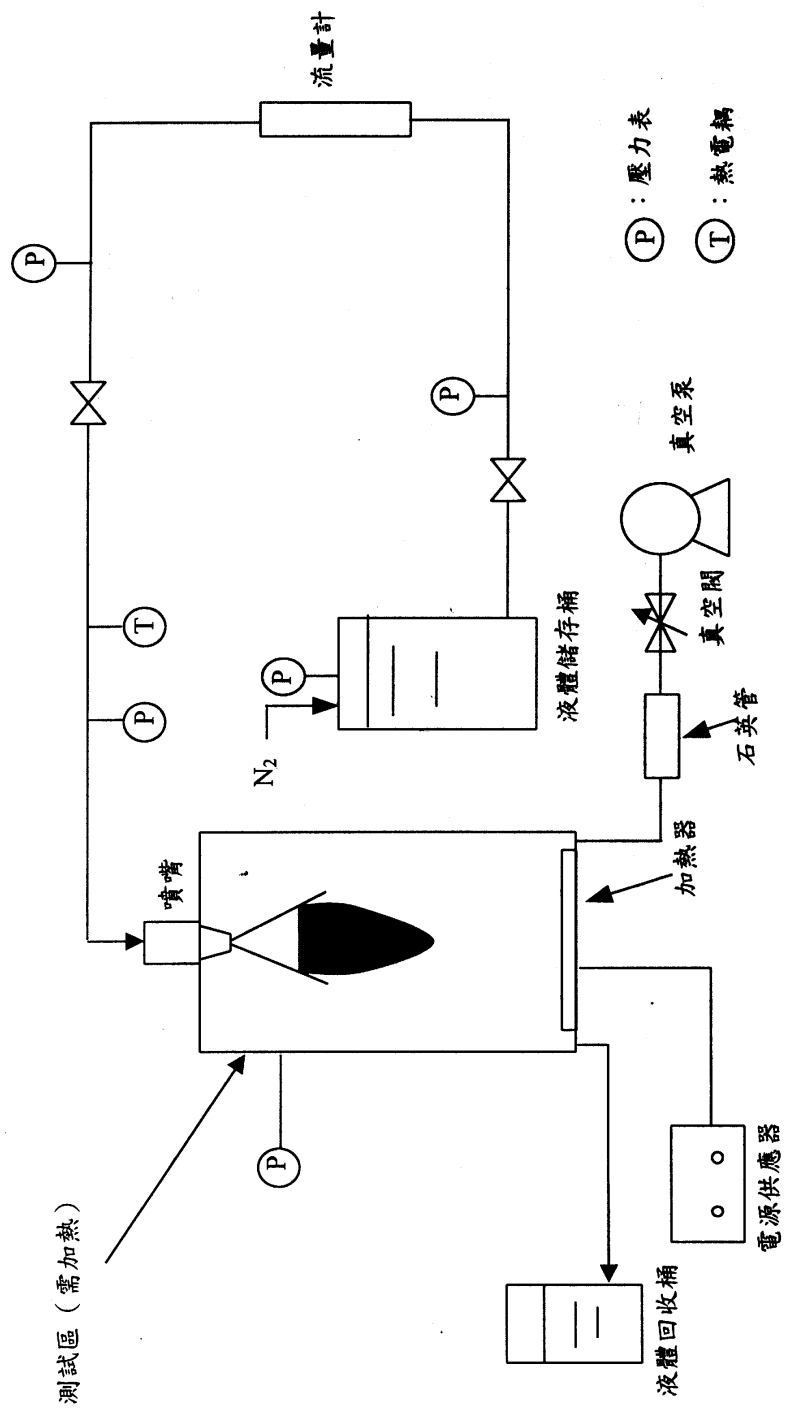
(a)



(b)



圖二 (a)加熱器相片及銅板表面和(b)晶片 ($\Delta T_{wafer}=1.3^{\circ}\text{C}$)與銅板 ($\Delta T_{cu}=0.9^{\circ}\text{C}$)等溫性測試結果



圖三 進氣系統