

國立交通大學

工學院產業安全與防災學程

碩士論文

氣體監控系統設計之最適化

~以晶圓廠為例~



Optimization of Gas Monitoring System Design
~ Wafer Fabrication as an Example ~

研究生：彭國庭

指導教授：陳春盛 教授

中華民國九十五年十二月

氣體監控系統設計之最適化

~以晶圓廠為例~

學生：彭國庭

指導教授：陳春盛

國立交通大學產業安全與防災碩士班

關鍵詞：GMS、VDB、VMB、GC、Interlock

摘要

在半導體廠生產過程中所使用的氣體大多為有毒、腐蝕或易燃性之氣體，一旦發生氣體洩漏，在無警示狀況下，可能造成現場人員安全上極大的威脅，因此氣體監控系統在半導廠中擔任極重要之角色，能即時顯示不正常之氣體洩漏警報，提供監控人員進一步之處置。

本研究的目的是在探討晶圓廠氣體監控系統之連鎖控制功能之建置，應用於工廠毒氣洩漏及地震事件發生時之災害緊急應變處理。根據氣體特性及晶圓廠內製程機台配置，進行廠內氣體偵測與監控系統設計整合，透過乙太網路連接，監控系統進行相關資料收集及訊號傳送，並依據警報設計流程加以整合，確認其效果，並提出相關改善對策。

在 921 大地震後，保險公司對於高科技廠房的安全設計及風險管理要求非常嚴格，尤其是晶圓廠及光電廠，建廠造價動輒上百億成本，發生工廠意外，不僅影響國家產業經濟，在工業安全及環境上更是造成莫大的危害；藉由氣體監控系統之連鎖控制功能設計，以期達到工廠安全防護及節省公司成本之雙重效益。

Optimization of Gas Monitoring System Design ~ Wafer Fabrication as an Example ~

Student : Kuo-Ting Peng

Advisors : Dr. Chun-Sung Chen

Degree Program of Industrial Safety and Risk Management
National Chiao Tung University

Key Words : GMS 、 VMB 、 GC 、 Interlock

Abstract

Most of the gases used in the manufacturing process in a semiconductor plant are toxic, highly corrosive or highly flammable; therefore, once they are leaked without warning, they might cause extreme treat to the safety of the personnel working in the production site. Gas monitoring system thus plays an important role in the semiconductor plant and it can signal abnormal gas leak and provide information for the supervisor for further processing.

In this study, the series control functional design for the gas monitoring system in the semiconductor plant will be investigated and the result will be used as the emergency treatment references when toxic gas is leaked or when earthquake occurs in the plant. The in-plant gas detection and monitoring system design will be integrated based on gas characteristic as well as process equipment allocation in the plant. Moreover, monitoring system will be connected through Ethernet to perform related data collection and signal transfer; in the mean time, the alarm design process will be integrated and verified with its validity and related corrected suggestions will be provided.

After 921 Earthquake occurred in Taiwan a few years ago, insurance company starts to impose strict requirements on the safety design and risk management of high tech plant, this is especially true for wafer foundry plant and optoelectronic plant because the investment on such plants is usually over tens of billions of New Taiwan Dollars. Therefore, once accident occurs, it not only affects national economy but also might cause great danger to industrial safety and to the environment; we hope that, through the series control functional design in the gas monitoring system, the double effect of factory safety warranty and cost saving can be achieved.

誌 謝

本論文之完成，首先要感謝指導教授陳春盛博士，以其淵源之學識及豐富之實務經驗，悉心指導與諄諄教誨，時時刻刻協助研究資訊之擷取與提示論文之撰寫方向，方始論文得以完成，謹致最誠摯之敬意與謝意。

在論文的撰寫與口試期間，承蒙口試委員王維志教授與林國安博士給予本論文的指正與建議，提供寶貴意見，使本論文益趨完善，在此致上最誠摯之感謝。

非常感謝神通電腦股份有限公司半導體事業處，協助氣體監控系統改善與測試，並提供相關技術支援。

最後，感謝我的父母親及內人之關懷與鼓勵，讓我無後顧之憂完成學業。最後謹以本論文之完成，獻給我溫馨的家。



目 錄

授權書

中文摘要

英文摘要

誌 謝

表目錄

圖目錄

| | |
|---|----|
| 第一章 緒論..... | 1 |
| 1.1 研究背景與動機..... | 1 |
| 1.2 研究目的..... | 2 |
| 1.3 研究步驟..... | 3 |
| 1.4 論文結構..... | 4 |
| 第二章 文獻探討 | 5 |
| 2.1 氣體中央供應系統..... | 5 |
| 2.1.1 大宗氣體 (Bulk Gases) 供應系統 | 5 |
| 2.1.2 特殊氣體 (Specialty Gases) 供應系統 | 7 |
| 2.2 氣瓶櫃 (Gas Cabinet) 系統..... | 10 |
| 2.2.1 氣瓶櫃/架型式的使用範圍 | 13 |
| 2.2.2 氣瓶櫃之功能設計 | 14 |
| 2.3 特氣閥箱與閥盤系統 | 16 |
| 2.4 氣體供應管路之設計 | 18 |
| 2.4.1 管路設計要領及注意事項 | 20 |
| 2.4.2 氣體供應系統空間設計及電力規劃 | 21 |
| 2.5 氣體監測系統 | 22 |
| 2.5.1 氣體偵測器常見的偵測方式 | 23 |
| 2.5.2 氣體監測器佈點與設置 | 24 |
| 第三章 監控系統建置說明 | 26 |
| 3.1 系統設計概念 | 26 |

| | |
|--------------------------------------|----|
| 3.1.1 遠端輸入及輸出 RIO Panel 資料收集盤單元..... | 27 |
| 3.1.2 RCP 遠端監控單元..... | 28 |
| 3.2 氣體偵測系統..... | 28 |
| 3.2.1 氣瓶櫃 G/C 資料收集系統單元..... | 29 |
| 3.2.2 VMB 資料收集系統單元..... | 30 |
| 3.2.3 氣體純化器 Purifier 資料收集系統..... | 31 |
| 3.2.4 分析儀 Analyzer 資料收集系統..... | 32 |
| 3.3 地震儀警報系統..... | 32 |
| 3.4 廣播系統及 Local Alarm 現場警示系統..... | 33 |
| 第四章 系統連鎖控制功能建置..... | 35 |
| 4.1 G/C 氣瓶櫃連鎖控制功能..... | 36 |
| 4.2 VDB /VMB 關閉連鎖控制..... | 37 |
| 4.3 Tools 機台 Gas Box 關閉連鎖控制..... | 38 |
| 4.4 地震儀連鎖控制..... | 39 |
| 4.5 氣體監控系統軟體介面操作及控制說明..... | 42 |
| 4.6 氣體監控系統連鎖功能建置之效益分析..... | 55 |
| 第五章 結論與建議..... | 58 |
| 5.1 結論..... | 58 |
| 5.2 建議..... | 58 |
| 參考文獻..... | 59 |
| 附錄..... | 60 |

表目錄

| | |
|------------------------------------|----|
| 表 2-1 氣瓶櫃與氣瓶架功能分類表 | 12 |
| 表 2-2 氣瓶櫃性能設計分類表 | 14 |
| 表 2-3 國內半導體廠常用之氣體監測方式 | 23 |
| 表 4-1 中央氣象局地震震度分級表 | 40 |
| 表 5-1 VDB /VMB 連鎖控制系統建置成本分析表 | 55 |
| 表 5-2 地震儀連鎖控制系統建置成本分析表 | 56 |



圖目錄

| | |
|--|----|
| 圖 1-1 研究流程圖 | 3 |
| 圖 2-1 大宗氣體 (Bulk Gas) 供應系統流程示意圖 | 6 |
| 圖 2-2 特殊氣體 (Special Gas) 系統供應流程圖 | 7 |
| 圖 2-3 半導體製程常用氣體相互反應表 | 8 |
| 圖 2-4 毒性及腐蝕性氣體供應流程圖 | 9 |
| 圖 2-5 惰性氣體供應流程圖 | 10 |
| 圖 2-6 氣瓶櫃和氣瓶架外觀圖 | 11 |
| 圖 2-7 氣瓶架 (Gas Manifold) 示意圖 | 11 |
| 圖 2-8 氣瓶櫃 (Gas Cabinet) 示意圖 | 12 |
| 圖 2-9 三鋼式中壓液態燃燒性氣瓶櫃閥盤與管路示意圖 | 16 |
| 圖 2-10 特氣閥箱(VMB)示意圖 | 17 |
| 圖 2-11 晶圓廠內特氣閥箱(VMB)實體圖 | 18 |
| 圖 2-12 雙套管負壓設計示意圖 | 19 |
| 圖 2-13 雙套管正壓設計示意圖 | 20 |
| 圖 3-1 氣體監控系統網路架構圖 | 26 |
| 圖 3-2 RIO Panel (PLC)資料收集盤單元 | 27 |
| 圖 3-3 RCP 遠端監控單元..... | 28 |
| 圖 3-4 氣體偵測器 Detector -RIO 關係架構圖 | 29 |
| 圖 3-5 G/C 氣瓶櫃網路架構圖 | 29 |
| 圖 3-6 氣瓶櫃 Remote Shutdown 示意圖 | 30 |
| 圖 3-7 VMB Remote Shutdown 示意圖 | 30 |
| 圖 3-8 氣體純化器 Purifier 資料收集系統示意圖..... | 31 |
| 圖 3-9 Analyzer 資料收集系統示意圖..... | 32 |
| 圖 3-10 地震儀警報系統 | 33 |
| 圖 3-11 廣播系統架構圖 | 33 |
| 圖 3-12 Local Alarm 警示系統架構圖 | 34 |

| | |
|---|----|
| 圖 4-1 氣瓶櫃連鎖控制功能設計流程 | 36 |
| 圖 4-2 氣瓶櫃連鎖控制功能設計流程 | 37 |
| 圖 4-3 Tools 機台關閉連鎖功能設計流程 | 38 |
| 圖 4-4 地震儀連鎖控制流程 | 41 |
| 圖 4-5 GAS 氣體監控系統畫面 | 42 |
| 圖 4-6 氣體監控系統警報群組畫面 | 43 |
| 圖 4-7 GC 氣瓶櫃管路圖 | 44 |
| 圖 4-8 GC→VMB→TOOLS 供氣關係圖 | 45 |
| 圖 4-9 Scrubber→TOOLS 機台→VMB 供氣關係圖 | 46 |
| 圖 4-10 地震儀連鎖控制系統畫面 | 47 |
| 圖 4-11 歷史警報及即時警報畫面 | 48 |
| 圖 4-12 氣體濃度歷史警報曲線畫面 | 49 |
| 圖 4-13 圖控設定功能畫面 | 50 |
| 圖 4-14 Purifier 供應流程畫面 | 51 |
| 圖 4-15 晶圓廠配置監控畫面 | 52 |
| 圖 4-16 氣體供應室監控畫面 | 52 |
| 圖 4-17 G/C 氣瓶櫃監控狀態畫面 | 53 |
| 圖 4-18 氣體供應室內之各氣瓶櫃之使用狀態畫面 | 54 |
| 圖 4-19 氣體偵測器偵測所有氣體一覽表 | 54 |
| 圖 5-1 VDB /VMB 連鎖控制系統建置成本分析圖 | 56 |
| 圖 5-2 地震儀連鎖控制系統建置成本分析圖 | 57 |