

國立交通大學

工學院精密與自動化工程學程

碩士論文

IP Camera Gore-Tex 透氣薄膜應用與濕氣造成起霧問題解析

The Application of IP-Camera on Water Protection Using Gore-Tex Film
and The Moisture Coagulation Problem Solution Analysis



研究生：宋宏祥

指導教授：傅武雄 博士

中華民國 101 年 7 月

IP Camera Gore-Tex 透氣薄膜應用與濕氣造成起霧問題解析

The Application of IP-Camera on Water Protection Using Gore-Tex
Film and The Moisture Coagulation Problem Solution Analysis

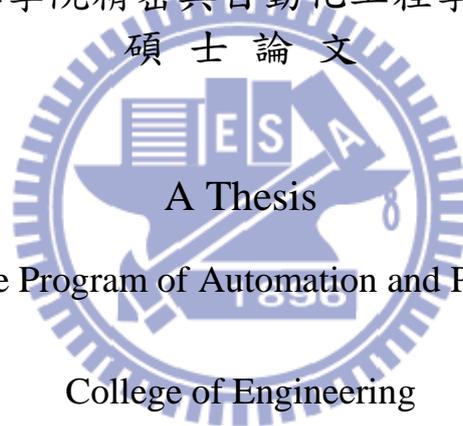
研究生：宋宏祥

Student : Houng-Shiang Sung

指導教授：傅武雄 博士

Advisor : Wu-Shung Fu

國立交通大學
工學院精密與自動化工程學程
碩士論文



Submitted to Degree Program of Automation and Precision Engineering

College of Engineering

National Chiao Tung University

in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master of Science

In

Automation and Precision Engineering

July, 2012

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國 101 年 7 月

IP Camera Gore-Tex 透氣薄膜應用與濕氣造成起霧問題解析

研究生：宋宏祥

指導教授：傅武雄 博士

國立交通大學工學院精密與自動化工程學程

摘要

主要內容以介紹說明 IP Camera 之未來應用與發展趨勢，並與傳統監視器 CCTV 之比較說明方式來說明其產品上的不同特性，並以實際之 IP Camera 產品所應用到的 Gore-Tex 透氣薄膜所產生的起霧現象分析，藉以說明現有防止起霧方法的適用性，並探討解決起霧現象的有效對策。其中 Gore-Tex 透氣薄膜製程方法與主要成份 ePTFE 材質特性，以實際應用到的透氣薄膜型號 GAW324，此型號的薄膜主要特殊用途是作為麥克風防水收音孔的防水需求運用，其空氣流通率可達 5 ml/min/mm^2 ，且薄膜本身防水等級可達 IP67，所以經常使用於要求防水又需透氣的相關產品上，但根據 ePTFE 的細微纖維孔徑大小及 GAW324 薄膜特性上，GAW324 其水蒸氣穿透率可大於 $100\text{ Kg/m}^2/24\text{h}$ ，也就是薄膜的細微纖維孔徑仍大於氣相形態或水蒸氣的水分子小水滴，所以仍是阻擋不了環境中的濕氣穿透薄膜。因此研究實驗中以導入隔離水氣對策的測試 Test-1 與 Test-2 來以驗證說明，並另外以 Test-3 與 Test-4 的實驗量測，其取得沒有導入隔離水氣對策下其 IP Camera 造成起霧現象之時的溫度數據收集，且依據理想氣體狀態方程式之推導公式及參考利用 ASHRAE(美國加熱冷凍空調工程師協會)使用手冊之相對濕度 Wexler 的經驗公式，推算出 Test-3 與 Test-4 所量測出的各 Channel 點溫度之時的相對濕度值，並以說明起霧時 IP Camera 內部的溫度分佈與相對濕度分佈的關係探討。希望以此說明 IP Camera 起霧現象問題的分析與實驗結果的推測探討，可做為相關產品在於應用透氣薄膜時發生起霧現象的問題解決參考。

The Application of IP-Camera on Water Protection Using Gore-Tex Film and The Moisture Coagulation Problem Solution Analysis

Student : Houngh-Shiang Sung

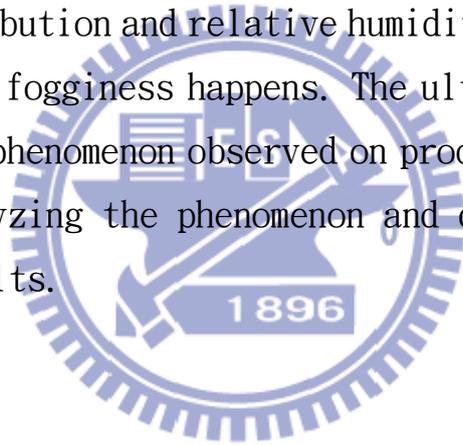
Advisor : Wu-Shung Fu

Degree Program of Automation and Precision Engineering
National Chiao Tung University

Abstract

This study describes the future application and development of IP camera and compares IP camera with conventional surveillance camera CCTV to explain characteristic differences between the two. In the study, IP camera was applied for analyzing the foggy phenomenon produced by breathable Gore-Tex film. The goal is to examine the appropriateness of currently available methods for preventing fogginess as well as to offer more effective strategies for resolving this phenomenon. Considering the manufacturing method of Gore-Tex breathable film and characteristics of ePTFE, a main ingredient of Gore-Tex breathable film, the breathable film of model number GAW324 was selected and applied in this study. This type of film is specifically used on microphone's sound receiving holes to achieve the water resistant requirement. The airflow rate can be as much as 5 ml/min/mm^2 , while the water resistant level of the film can be as high as IP67. That is why this type of film is often used on products that need to be not only water resistant but also air permeable. Yet according to the diameter of the microfiber of ePTFE and characteristics of GAW324 film, GAW324's water vapors permeability can be greater than $100\text{ Kg/m}^2/24\text{h}$. In other words, the microfiber diameter of the film is still larger than either gas-phase or vapor-phase water molecules, and thus it cannot block

environmental moisture from crossing the film. As a result, this study adopted the strategy of water vapor blocking (Test 1 and Test 2) for verification and explanation. In Test 3 and Test 4, experiments were conducted to collect temperature data at the occurrence of foggy phenomenon on IP camera when the water blocking strategy was not applied. By deriving the ideal gas equations as well as referring to the empirical equation of relative humidity from the hand book of American Society of Heating, Refrigeration, and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), relative humidity of the temperature of each channel point measured in Test 3 and Test 4 was computed. The authors also discussed the relationship between temperature distribution and relative humidity distribution inside the IP camera when fogginess happens. The ultimate objective is to resolve the foggy phenomenon observed on products using breathable film through analyzing the phenomenon and discussing the experimental results.



誌謝

在求學過程中與日前工作中的因緣巧合下，承蒙傅武雄教授之悉心指導，將工作開發產品上所遇到之問題作以研究解析探討，並求得實際有效的解決方案；在此也要感謝公司資源與同事協助下完成了相關之實驗數據測試求得，方能完成此論文之研究。另外，也要謝謝妻子這三年來耐心安頓好家中之瑣碎事務與照顧好頑皮的大兒子翰嘉、小兒子祐丞，讓我可以放心無後顧之憂的完成相關學業。

另外，也感謝我父母親從小的孜孜教誨與栽培，讓我於工作上和求學的過程中更有毅力與動力，且一直以來家人上的幫勞解憂，亦讓我更可以全力以赴完成此畢業論文。而我想信求學畢業並不是人生求學的結束，這只是人生是無止盡學習過程的一環而已，所以希望將來不論在工作上或做人處事上，都要秉持這股意念與精神。最後，將此份畢業的喜悅分享給我的家人與親友一同分享。



目 錄

中文摘要	.....	I
英文摘要	.....	II
誌謝	.....	IV
目錄	.....	V
表目錄	.....	VI
圖目錄	.....	VII
符號說明	.....	IX
第一章、	緒論.....	1
	1.1 IP Camera 架構介紹.....	2
	1.2 IP Camera 與 CCTV 比較說明.....	3
	1.3 IP Camera 類型介紹與相關測試規範簡介.....	4
	1.4 現行問題點說明.....	8
	1.5 現有的除霧方法與介紹.....	9
	1.6 研究動機.....	12
第二章、	Gore-Tex 材質說明與應用.....	25
	2.1 PTFE 材質簡介.....	25
	2.2 ePTFE 薄膜製程介紹.....	26
	2.3 Gore-Tex 特性及應用.....	27
第三章、	實驗設定與方法說明.....	30
	3.1 DQE 量測方法簡介.....	30
	3.2 設定實驗條件說明.....	31
	3.3 裝置步驟說明.....	32
	3.4 研究方法.....	33
	3.5 溫濕度相關公式說明.....	34
第四章、	實驗結果分析探討.....	54
	4.1 ePTFE 細微纖維孔結構與水分子之特性分析探討.....	54
	4.2 隔離水氣對策結構之測試結果.....	54
	4.3 溫度與相對濕度之相對關係.....	55
第五章、	結論建議與未來研究探討.....	62
	5.1 結論.....	62
	5.2 建議.....	64
	5.3 未來研究探討.....	65
參考文獻	.....	66
附錄	.....	68

表目錄

表 1-1 傳統監視器與 IP Camera 的比較說明	22
表 1-2 IP Camera 類型分類表	23
表 1-3 防爆等級 IK 值定義說明	24
表 3-1 ECTA-TH411A 溫濕度控制可靠度測試機規格表	50
表 3-2 1990-1999 年近十年台灣每月各地平均濕度值統計表	51
表 3-3 實驗設定比較說明表	51
表 3-4 飽和水-蒸氣壓力表(溫度表)	52
表 3-5 實驗量測數據紀錄表-	
各 Channel 點之溫度與濕度變化情況	53
表 4-1 Gore-Tex 型號 GAW324 之材質特性說明表	62
表 4-2 環境溫度與濕度計算對應表 (Calculated grams of H ₂ O per kg of air)	62

圖目錄

圖 1-1 IP Camera 主要系統架構圖	12
圖 1-2 NVR 系統應用示意圖	13
圖 1-3 CMS(Central Management System)典型系統架構圖	13
圖 1-4 複雜型 CMS 系統架構圖	14
圖 1-5 IK10 等級防暴等級實際測試情況	15
圖 1-6 IK 值防爆等級測試載具示意圖	15
圖 1-7 IEC 防水等級測試規範內容敘述	16
圖 1-8 IP Camera 起霧時與未起霧時情況之照片比較	17
圖 1-9 常用類型之防潮包型式	18
圖 1-10 蓮花效應示意圖	19
圖 1-11 二氧化鈦表面處理比較示意圖	19
圖 2-1 PTFE(聚四氟乙烯)化學反應式與結構式	28
圖 2-2 薄膜延伸成型之機台加工情形	28
圖 2-3 ePTFE 膨體聚四氟乙烯製程之流程示意圖	29
圖 2-4 Gore-Tex 纖維薄膜的細小孔洞之放大照片	30
圖 3-1 ETCA-TH411A 溫濕度控制可靠度測試機	36
圖 3-2 IP Camera 測試機台內部結構說明圖	37
圖 3-3 DQE 產品工作溫度測試評估方法與設備裝置說明圖	38
圖 3-4 1990-1999 年台灣氣象十年來每月平均濕度值	39
圖 3-5 DQE-Device of Temperature test Point of Channel-1 to 6.	40
圖 3-6 DQE-Device of Temperature test Point of	

Channel-7.	40
圖 3-7 DQE-Device of Temperature test Point of Channel-8.	41
圖 3-8 DQE-Device of Temperature test Point of Channel-9.	41
圖 3-9 DQE-Device of Temperature test Point of Channel-10 to 11.	42
圖 3-10 Thermocouple 測溫線出線孔處其封膠方式以確保 機台氣密性.....	43
圖 3-11 DQE-Device of Temperature test Point of Channel-12~15.	44
圖 3-12 實際電路板上麥克風收音孔隔離水氣結構之 矽膠材質的橡膠墊片黏貼位置圖.....	45
圖 4-1 Gore-Tex 型號 GAW324 透氣薄膜實物照片 及結構說明示意圖.....	58
圖 4-2 隔離水氣結構對策之示意比較說明圖.....	59
圖 4-3 Test-1Channel 溫度和時間之變化分佈圖.....	60
圖 4-4 環境溫度與濕度計算對應圖.....	61

符 號 說 明

e: 蒸汽壓	Pa
R _w : 水的氣體常數	461.52J/(kg·K)
T: 溫度	°K
m: 在空氣中溶解的水的質量	g
V: 空氣的體積	m ³
φ: 相對濕度	無單位
ρ _w : 絕對濕度	g/m ³
ρ _{w, max} : 最高絕對濕度	g/m ³
ρ _{ws} : 某一溫度時之飽和絕對濕度	g/m ³
E: 飽和蒸汽壓	Pa
s: 比濕	g/Kg
S: 最高比濕	g/Kg
P _v : 水蒸氣分壓	Pa
P _a : 純空氣分壓	Pa
P _{vs} : 某一溫度下飽和水蒸氣壓力	Pa
P: 混合空氣壓力	Pa
n _a : 空氣的莫耳分子量	Kg/K·mol
n _w : 水的莫耳分子量	Kg/K·mol
n: 莫耳分子量	Kg/K·mol
V: 空氣體積	m ³



第一章 緒論

近年來，安全監控產業愈來愈朝向高科技化發展，不僅運用 IP 網路和軟體整合技術，也愈來愈多的 IT 電信業者陸續跨入安全監控的領域，使得安全監控技術走入網路化、智慧化及整合化等多方向發展。而 IP Camera 的應用是近十五年來安全監控產業較明確的未來監視器趨勢，IP Camera 也可應用在一些取代類比攝影機，特別是在一些傳統法律強制裝設的地點，像是為了公共安全而設的地方如地下道、街頭巷尾，且也可運用來管制門禁安全，不管是人或是高速公路上的車輛在經過時可被記錄下形貌及時間，因此可以容易追溯搜尋，而這些影像資料都可以透過網路儲存在遠端的伺服器上提供各地即時且高畫質的影像，因此不需擔心資料被竊取的問題。所以對於一些敏感區域像是電腦機房、櫃檯或其他遠端場所，其實都可透過網際網路的經濟簡單的方式來監看，另外如連鎖店面的監控也可強化其確保安全之虞，並像是辦公室安全提供全天候的高度防護，或對於製造業廠商也是一種相當好用的控管工具，管理者可以在辦公室或是家裡就可監控工廠的自動化生產設備及其他機器或生產線等情況，其就有如親自於現場觀看一樣。這些使用上特色可說是讓 IP Camera 成為將來安控產業中最具成長潛力的新藍海。

目前 IP Camera 網路數位監控系統愈來愈多用來監控一些較敏感且需高度警戒的公共區域，像是國土安全、交通車輛中心管控、大樓安全管理、捷運車站安全監控管理、銀行及商店等等，這些地點都可以在附近所設立的監控管理中心來監看，或是由遠端警察局

或保全中心等不同地點來監看管理。另外，網路監控在智慧家庭應用裡也逐漸成為現在生活中重要的一環保護，像是對於將來社會人口年齡老化的老人與小孩居家看護的商機，或幼兒園的關護監看系統等，目前 IT 電信業者及保全業者都已有相關的產品出現。所以，自 IP Camera 影像感測器的訊號數位化後，透過網路傳輸串流，讓使用者可透過任何一台電腦觀看，甚至連目前 3G 智慧型手機也是可以達到遠端即時監控功能，因此然而過去因安裝不易、網路設定複雜或不普遍等問題，而讓家用網路監控市場並未快速打開，想信未來這些智慧數位家庭化的擴展後，此部份也將少不了安控產業的結合趨勢。

1.1 IP Camera 架構介紹



IP Camera(Internet Protocol Camera)是使用網路協定作為視頻之傳輸與存取的網路監控攝影機縮寫。如圖 1-1 為 IP Camera 的主要系統架構說明圖，〔1〕其詳細的原理說明就是 IP Camera 利用目前電腦網路及開放式互聯網的協定標準作為宗旨，並以記錄和監測剪輯方式來產生數位化視訊流，再將視訊流透過有線或無線網路進行傳輸的攝影機。因此只要有網路都可以進行遠端監控及錄影，換句話說，如果區域大部份均有網路線設備時，其使用 IP Camera 的安裝佈線成本，將比傳統 CCTV 類比式攝影機的成本較低也更方便。

其對於專業之安全監控整合系統應用中，為了便於透過網路從遠端就可看到即時的現場畫面，並且又要可輕易整合進大型而複雜的系統中，所以利用網路影像儲存裝置(Network Video Recorder)，

簡稱 NVR，如圖 1-2 所示之 NVR 系統架構圖，NVR 可利用 CMS(Central Management System)在一個單純的監控管理中心裡，同時整合多點或數百支以上攝影機當成作一個獨立的系統來操作監看，如圖 1-3 所示之說明。而利用 CMS 監控軟體上可以提供圖像化、直覺式的使用介面，且只需透過電腦鍵盤滑鼠執行轉動鏡頭、照像、錄影、動態智慧偵測等功能，即可以同時管理多台的攝影機，從電視、PC/NB、都能進行即時的監看，讓監控管理上不需太多的人力浪費以及可達到即時搜證的效果。

1.2 IP Camera 與 CCTV 比較說明

傳統的閉路式監控攝影系統 CCTV(Closed-Circuit Television)封閉式有線電視，只是一項影音傳送技術單純的只做為進出的記錄與管理也就是所謂的門禁系統，一直到目前使用 IP-Camera 和 NVR 以及嵌入式系統的搭配之下，安全監控實際應用的層面就達到了前所未有的局面，能夠應付各種場合所需要的狀況來提供不同的監控層級調整，如表 1-1，傳統監視器與 IP Camera 的比較說明。其中較明顯的在於無線網路支援功能差異上，可知傳統監視器要通過其它硬體設備的架設才可具備無線遠端監控的運作，但 IP Camera 可以透過本身硬體及韌體的設定，加上 POE 的連接即可無線監控每支監視畫面。在 CCTV 應用之 DVR 為僅支援簡易的網路遠端存取功能，功能較無法擴充與管理，反觀在 IP Camera 的 NVR 設備，雖多半沒有專用鍵盤與顯示器，但其所有操作過程都可在遠端 PC 平台，透過網際網路或區域網路遠端連線方式即可進行設備連接、控制與設定管

理。所以 NVR 設備提供了有效的服務品質，且在系統的可擴充性上，採用監控 PC 伺服器的解決方案，NVR 以嵌入式系統進行架構，自然在系統維運穩定性繼承 Linux 或嵌入式系統的絕佳優勢，穩定性與系統維運成本表現更佳，即便支援的路數受限，但若使用者的應用場合若剛好在 NVR 限制之內，則可用簡單的架構與低廉的設備成本，打造不輸給專用伺服器的監控架構，甚至於，當一組 NVR 支援攝影機的路數受限，則可改採用多部 NVR 的架構方式，達到安全監控系統所需的系統服務能量，如圖 1-4 複雜型 CMS 系統架構圖。

1.3 現有 IP Camera 類型說明與相關測試規範簡介

1.3.1 IP Camera 類型介紹

基本上 IP Camera 主要分為室內用 (Indoor) 及戶外用 (Outdoor) 兩大類監視器分類，如表 1-2 所示 IP Camera 類型分類表所示及如下簡述說明。

戶外型網路監視器 (Outdoor Type)，適用於戶外使用之監視器，其主要素求第一為視訊解析度，第二則為外殼強度需達到防暴防破壞的要求，而其次是日夜間影像可以攝像清晰，因此夜視功能也是目前監視器產品另一項必備的功能。所以現行使用於戶外監視產品可大致區分可分為以下兩大類：

(1) 槍型防暴型監視器 (Bullet)

以監控需求使用在特別需要重點監視的戶外定點區域監看，而此類型的監視器搭配使用的鏡頭類型主要為定焦鏡頭及多變焦段鏡頭，且都附有夜間輔助照明的紅外線燈板。所以它的特色可說是日夜監控影像品質是最好的機型，但使用此類型之監視器與其所需搭配的相關配件上之價格也就較昂貴了。所以此監視器的優點主要是在解析度上，此類型的監視器解析度最好；在附加配件功能上，此類型的監視器也是可支援功能最多的產品，例如夜視功能、智慧對焦功能(Smart Focus)、車牌辨識、支援相關警報器連接或其它偵測器連接等。

(2) 球形防暴型監視器(Vandal Dome)

此類監視器是戶外防暴機型較普遍的，它與上述機型的差別主要於體積較小且安裝保養較容易。它也常用於室內使用，大多於安裝在公共場所人口進出的地點或需安全監控較嚴密的機構，例如像是大眾捷運系統、銀行、監獄、ATM 提款機旁等需高度警戒的地方。

室內型網路監視器(Indoor Type)，適用於室內環境中的死角或是大樓出入口的地點安裝。主要產品的特點是皆以用塑膠外殼、且造型上以不突物明顯為主。而此類型的監視器目前主要市場上產品類別有很多種類，此內容主要以較普遍及較大宗使用之類型來介紹。其類型大致可分為以下三類：

(1) 迷你型監視器(Cube)

造型及重量為所有監視器產品中最小，其特色是最適合使用於大眾監視環境中，也是且目前廣泛應用於醫療看護中使用。其功能不但可以作有線的影像傳送也可用無線連結方式，所以不論是在一般家庭中或是私人看護、幼兒園機構中，其安裝上都不需要太複雜的佈線施工，也不需要太多的其它的硬體設備，只需要有一般的網路裝置即可以安裝使用。所以非常適合於大眾使用，而且也沒有後續設備更新的問題。

(2) 槍型監視器(Box)

此類型的監視器之外型與結構為監視品中最簡易且便宜的機種，通常它可搭配的鏡頭類型為標準規格的 CS-Mount Lens(定焦距 12.5mm)與 C-Mount Lens(定焦距 17.5mm)為主。而在裝置設備上，它較常安裝於天花板或是以腳架方式壁掛於垂直牆面上，其特點是於安裝後的監視角度可以容易去作調整，且後續維修保養上較方便拆裝檢修，所以此類型的監視器價格上相對較具優勢且較普遍。

(3) 半球型監視器(Dome)

此種半球型監視器的種類型式最多，以目前監視器產業中可略分為 Mini Dome、Fix Dome、Speed Dome、PTZ 等四大類型。其中 Mini Dome 型式為近年較新型之產品，其外型特色是外觀高度尺寸是此類型監視器中最低的，所以監視器安裝後的隱密性較高;Fix-Dome 類型的普及性是這類型中最早的機型，因此價格是最便宜的;Speed-Dome 類型是此類中外型尺寸最大的機型，因為它本身監視器的鏡頭角度

可作幾乎接近三百六十度的攝影角度旋轉且鏡頭的旋轉調整之速度很快，因此而被稱為 Speed-Dome，所以它的內部架構是最複雜的也最昂貴；PTZ 類型，它的功能很類似 Speed-Dome，只是它的鏡頭旋轉速度比 Speed-Dome 較慢，但體積上卻小的許多也較便宜。

1.3.2 IP Camera 相關測試規範簡介

防爆等級規範，為了讓可以更能確保使用在戶外環境中不易受外力破壞而造成功能喪失，所以相關戶外類型的網路監視器產品都需要有堅韌耐用的特性來以保護內部零件，所以如何用來定義其是否可達到防暴標準就需要有製訂的規範及標準測試方法。而目前監視器類的防暴測試(Vandal Test)規範標準是以 IEC(International Electrotechnical Commission)中 IEC62262 之測試規範作為依據，其中數值 IK0 至 IK20 代表防暴能量的等級，總共 21 個等級來說明其產品其可耐外力破壞的強度參考，如圖 1-5、圖 1-6 實際 IK10 測試情況照片與 IK 值防爆等級測試載具示意圖。另外表 1-3 所示為 IK 值的等級定義強度的查詢表。

防水等級規範，也是監視器產品防暴定義中所包含產品防止水滴侵入的要求。其規範依據 IEC(International Electrotechnical Commission)國際電工技術委員會中的 IEC60529:200 條例所規定之檢驗方式標準來規範，如圖 1-7 內所敘述之防水等級之代表標示方法以及檢驗測試方法內容〔2〕。但其中較值得一提的是，IP68 的檢驗標準在監視器業界中的定義較為嚴苛，而 IEC 中的 IP68 防水等級

規範並無詳細明確規範測試產品的浸水深度以及產品浸入水中測試時間，而監視器業界中的 IP68 等級測試方式則是以產品浸入置一大氣壓下之水深一米處，並以靜置水中時間需達 24 小時以上而不可有水滴或水漬浸入機殼內部的標準。所以可知防水等級的監控性質產品的規格也較一般電子產品來的要高。

鐵路車輛相關測試規範，主要是依據目前 IEC 國際電工技術委員會中的 IEC61373:1999 條例所規定之檢驗方式標準來規範。〔3〕其規範原本是適用於鐵路交通運輸系統上之相關電力、電子系統與機械耐用度的測試規定，後來大眾運輸車輛系統也一併套用於此規範的制訂。其此規範主要測試產品在車輛系統上的電性與結構上可靠度的測試，例如：產品隨機功能測試、產品耐久性測試、產品耐沖擊測試等。

1.4 現行問題點說明

目前實際應用於 IP Camera 麥克風的薄膜特殊材質 Gore-Tex 透氣薄膜，會因空氣所含之濕氣藉由薄膜進入機殼內部，而同時內部產生發熱之電子元件讓空氣中的水分子產生起霧的現象，而影響到鏡頭收像的品質狀況，如圖 1-8 是起霧時與未起霧時的影像照片比較說明。未起霧時的影像是清晰的，而起霧後的霧氣則會遮蔽住鏡頭前方影響取像的品質，造成監看上的判斷困難或錯失。所以作為收音孔的結構上，其應用透氣薄膜材質來使內部麥克風電子元件可收取外部聲音而又防水，但透氣薄膜特性上卻不可防上空氣中濕氣穿透進入機台內部，因此機台內部的空氣在高溫、高濕的作用下，

就容易使內部空氣中水分子被析出產生起霧現象，且同時也會影響到內部相關電子元件或機構零件上的物理強度喪失、化學性能改變、絕緣材料性能退化、電性短路、金屬材料氧化腐蝕、塑性喪失及電子元件退化等等現象的後遺症，而且在實際 IP Camera 監視器的使用環境方面，若 Camera 裝置的環境空氣溫濕度較高時，則會造成起霧的現象會更加嚴重。

1.5 現有的除霧方法與介紹

1.5.1 防潮包除濕的應用

目前常用在相關電子產品上的除濕方式是以預置防潮包於產品的封閉機殼內，用以防潮包來吸收機殼內部空氣中的水氣以防止空氣中水分子受溫度影響而產生水蒸氣或凝結之現象，並用此方式來保護電路板上的電子元件，但此方法雖直接簡單但卻不是長久之對策，因為防潮包只能吸附空氣中一定份量的水分子，當防潮包中的化學成份吸附至飽和份量的水分子後防潮功用也就失效，所以防潮包還是需要再作更換，如此會造成日後更換成本及保養上的風險。可參考如圖 1-9 所示為常應用類型之防潮包型式說明介紹。

1.5.2 電子除霧方法介紹

以目前台灣安控半導體公司自行研發的「穿霧技術」，其運用在 IP Camera 上的電子除霧方法，其原理是利用 3D 梳型濾波器、3D 去交錯演算法、3D 雜訊抑制及寬動態補償等方法，來將 IP Camera 所收像到的模糊影像作軟體上之後處理，使其可針對不良的天候下

如沙塵暴、下雨、起霧或是鏡頭髒污時，其影像可以清楚還原變得更清楚可見。所以電子除霧方式主要是針對因外部環境起霧時的影像後處理方式，所以可有效防止外部環境所造成起霧時可避免 IP Camera 影像產生模糊的現象，並不是根治 Camera 內部起霧的方法對策。因此要防止薄膜引起的 IP Camera 內部濕氣所造成起霧現象，還是所需先解決空氣中濕氣對機台內部之影響，倒不是用影像後處理的方式來克服，因此，此方法只適合外部環境所造成之起霧情況時所運用。

1.5.3 Thermal Pad 軟性電路板除霧方式

如汽車玻璃內之除霧線的原理，其以提高玻璃與車內空氣接觸表面的溫度(需大於外部低溫環境的溫度)，來以提高車內玻璃表面空氣的飽和濕度，則此時車內玻璃表面的空氣 $\rho_{w, \max}$ 絕對濕度較高而水分子也就不易被析出造成起霧現象，但此方法不適合用於封閉空間內的電子相關產品中，因為提高溫度固然沒有起霧的問題，但實際上，內部的濕氣還是會存在於車內空間，這若對於 IP Camera 防止起霧的方式並不是理想除濕防霧的方式，但對於汽車上或是沒有鏡頭收取像問題及沒有電子受潮疑慮時，此也是除霧的方式之一。

1.5.4 奈米表面鍍膜-「蓮花效應」

利用奈米鍍膜技術，以「蓮花效應」的超疏水表面原理，可在物體表面鍍上一層微結構的「粗糙層」，用意以減小水滴與物體表面的接觸面積來增加其疏水性的表現；另外一個於應用蓮花效應的

特性以「低表面能量」原理，以相仿蓮花葉上的微小絨毛，〔4〕因為水滴在蓮葉表面上的微小絨毛的接觸角高達 140 度，所以水很難停留在葉面上，如圖 1-10 蓮花效應示意圖〔5〕。因此當水滴滾過灰塵時，灰塵與水滴的接觸面較大，相對的彼此的吸附力較強，所以灰塵就這樣比水滴給帶走，這就是代表著應用蓮花效應的奈米鍍膜層不但有防水滴與除霧功能，且也有自我潔淨的效果。目前此奈米鍍膜可應用在金屬、塑膠及玻璃材質上，但此應用也只能用於 IP Camera 鏡頭或是鏡頭球罩表面之去霧、防污效果，如果用來防止 IP Camera 內部起霧現象的對策時，此鍍膜作用只能將內部霧氣產生的小水滴分化或撥離鏡頭球罩，但並為將內部濕氣去除或避免內部產生起霧，所以只可為治標而不是真正可治本的方式。

1.5.5 材料表面改質(二氧化鈦塗料)

〔6〕二氧化鈦(TiO_2)具有防霧、除臭及殺菌等光觸媒功能。其方法是以改善材料表面之親水性，運用 TiO_2 塗料於預材料改質的表面上，再加藉以電漿作沈積、活化及接枝聚合來改善材料表面的親水性，所以當水滴落於已被 TiO_2 表面改質的材料時，其水滴落於已做改質的材料表面上其形狀是呈現是幾乎完全平坦的，而與材料表面未做改質處理前的則是水滴形狀完整，如圖 1-11 二氧化鈦表面處理比較示意圖所示。因 TiO_2 處理後的表面材質，其水滴於材質表面時呈現較平坦形狀，所以物質外觀表面上看是光滑明亮，如用應用在 IP Camera 鏡頭的透明玻璃或塑膠材質的外罩上，其鏡頭收像時是可以降低因鏡頭外罩表面上的霧氣或是小水滴來影響收像品質，

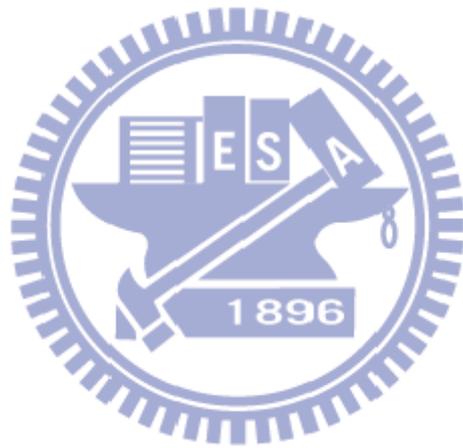
所以利用 TiO_2 材質特性改變基材的親水性及表面纖維光滑性，也只需達到間接防霧效果。而且目前 TiO_2 在實際應用上，因為生產設備較高及有限制性的技術問題，所以就算要投入目前生產的產品上應用，其設備與技術是重要的可行性考量。

綜合上述五項目前常應用於相關產品上之除霧方法，不論是電子除霧的影像後處理方法，或是利用特殊材料特性上的奈米鍍膜方式來以增加物質的超疏水性或增加親水性等方法，目前這些方式也都只算是間接防霧的對策，而另外，防潮包雖然是可用來吸附 IP Camera 內部空氣中的濕氣，但在使用壽命上及時間限制上卻不是永久有效的對策。因此，以上述目前除霧的方式，並不適用於此分析研究中 IP Camera 應用 Gore-Tex 時所造成起霧的現象，所以來探討分析 IP Camera 應用薄膜起霧的現象與導入隔離薄膜水氣之有效對策，看起來是有其必要性的。

1.6 研究動機

實際開發產品防暴半球型的網路監視器，其發現將麥克風整合於機殼內的收音孔結構，因收音孔結構需要達防水等級 IP67 且同時又要能確保收音品質的功效，因此監視器上選用了 Gore-Tex 專為麥克風收音用途所使用的 GAW324 型號特殊透氣薄膜材質，且其符合了產品機構設計上防水性、收音性及結構整合性的設計需求考量。但實際上，產品初期驗證時都會發生機殼內部空氣受到電路板上所產生的高溫影響後而產生起霧的現象，而以往對防範起霧的作法皆是

以預放置於機殼內部的防潮包方法，但其實只為治標而不是治本的方法，而且放置的防潮包也會有使用上的壽命問題及後續保養安裝替換的不便性，因此想以實際上監視器產品所應用發生的 Gore-Tex 薄膜起霧現象，來介紹實際應用上解決的對策方法與探討應用薄膜造成起霧的相關原因分析。



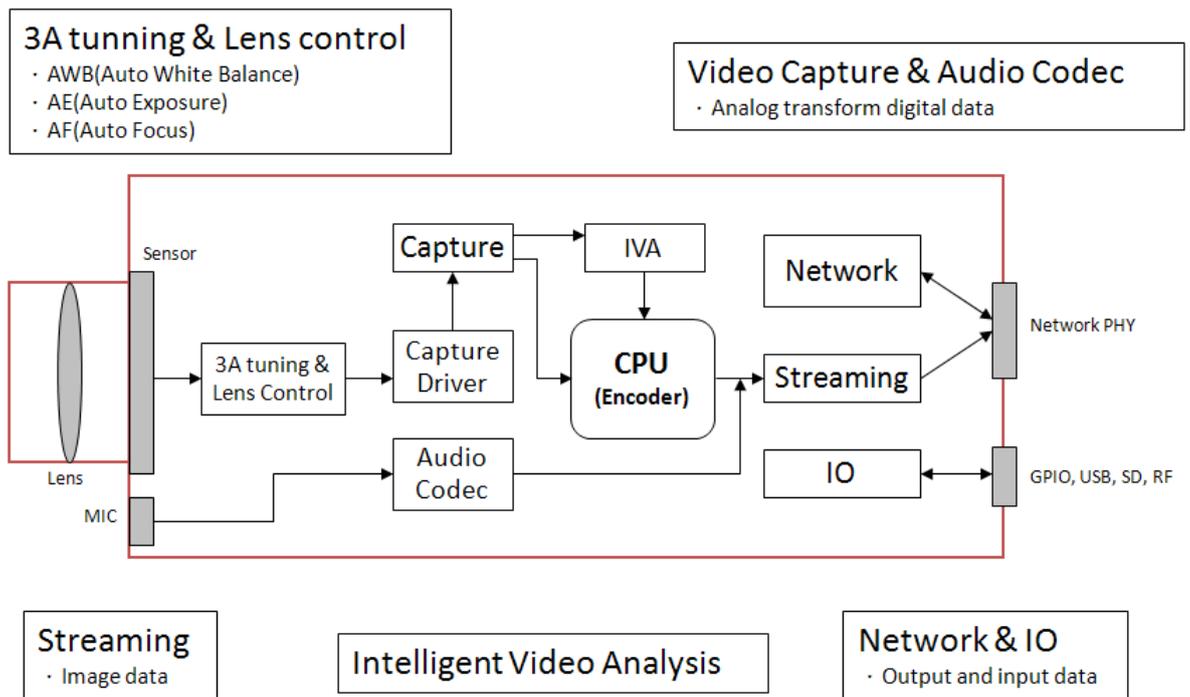


圖 1-1 IP Camera 主要系統架構圖

資料來源：Copyright© Brickcom Corporation, IP Camera Roadmap

Presentation, All Rights Reserved. 2010/12/8

IP - CAM + NVR

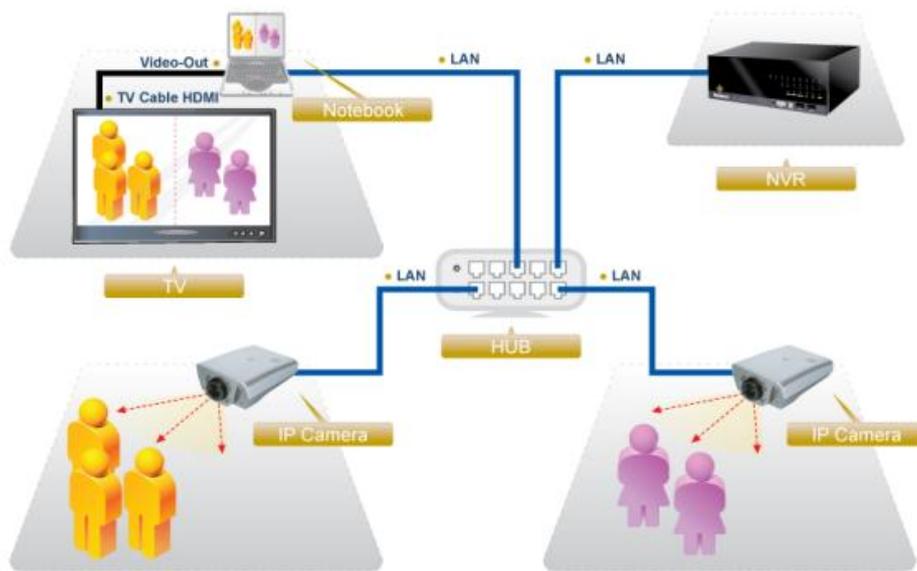


圖 1-2 NVR 系統應用示意圖

資料來源：Copyright© Brickcom Corporation, All Rights Reserved. 2009/12/10



圖 1-3 CMS(Central Management System)典型系統架構圖

資料來源：Copyright© Brickcom Corporation, All Rights Reserved. 2010/12/8

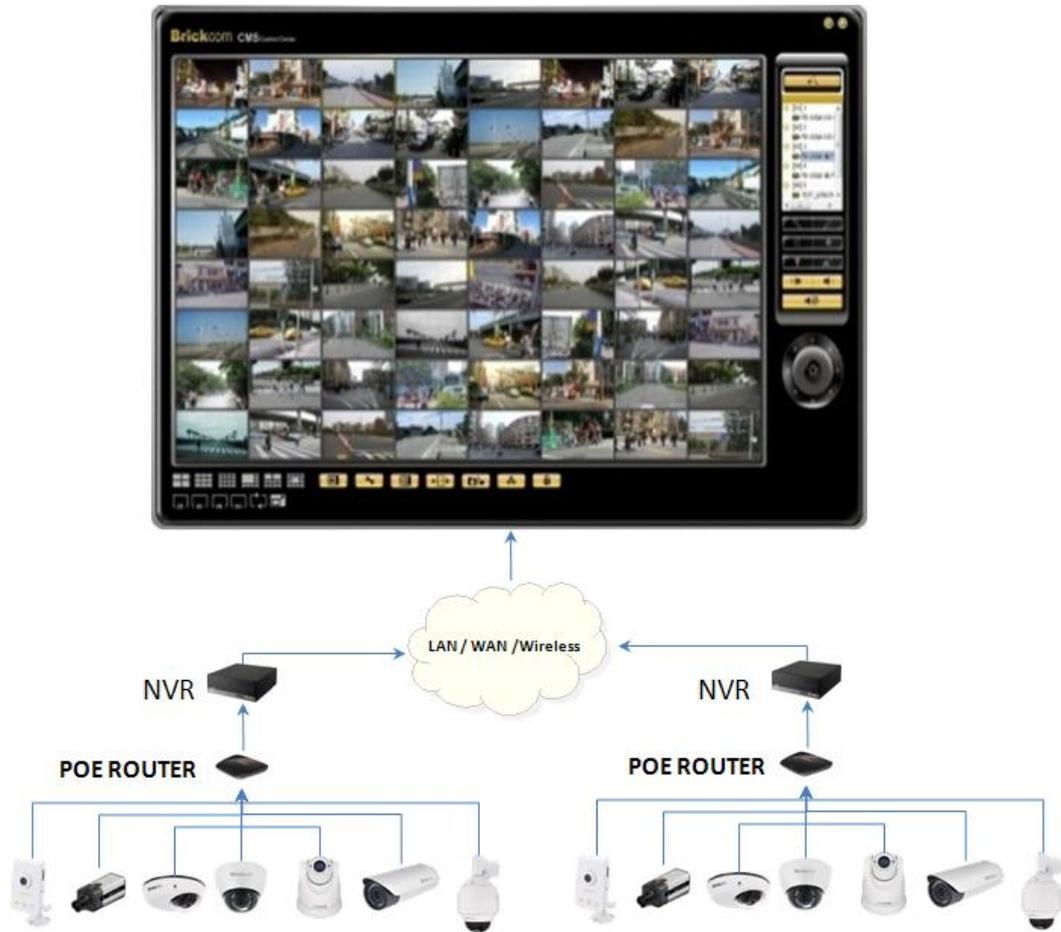


圖 1-4 複雜型 CMS 系統架構圖

資料來源：Copyright© Brickcom Corporation, IP Camera Roadmap Presentation, All Rights Reserved.



圖 1-5 IK10 等級防暴等級實際測試情況

資料來源：Copyright© Brickcom Corporation, IPCG-109 IK10 防暴測

試, All Rights Reserved. 2010/9/6

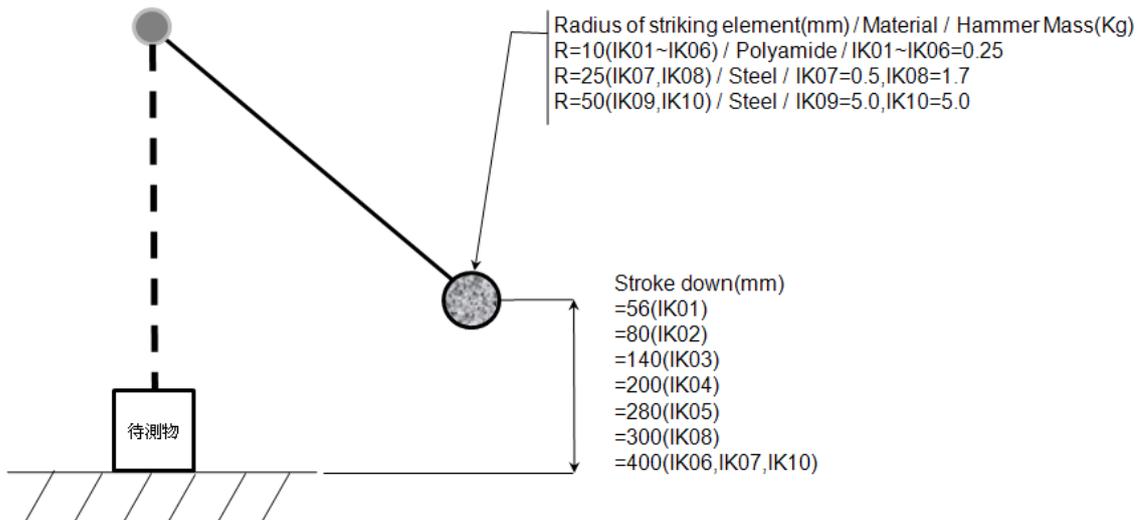


圖 1-6 IK 值防爆等級測試載具示意圖

IP-□□

保護特性等級 (Ingress Protection)
第 1 位數字「防護等級之保護等級」

等級	保護程度
0	無保護
1	直徑50mm以上的固體(手等)無法進入內部。
2	直徑12.5mm以上的固體(手指等)無法進入內部。
3	直徑2.5mm以上的電線或固體無法進入內部。
4	直徑1mm以上的電線或固體無法進入內部。
5	影響機器正常工作，或影響安全的粉塵無法進入內部。
6	粉塵無法滲透內部。

第 2 位數字「對水滲透之保護等級」

等級	保護程度	試驗法概要(使用純淨水進行試驗)
0	無特別保護	對水分滲透未作特別保護。 無試驗
1	對水滴的保護 	不受垂直落下的水滴帶來的有害影響。 用滴水裝置垂直滴水10分鐘。
2	對水滴的保護 	不受與垂直方向呈15°以內的方向落下的水滴帶來的有害影響。 用滴水裝置傾斜15°設置，滴水10分鐘(各方向2.5分鐘)。
3	對灑水的保護 	不受與垂直方向呈60°以內的方向灑落的水分帶來的有害影響。 用右圖所示試驗裝置，從垂直方向兩側各60°以內的角度灑水10分鐘。
4	對水分飛沫的保護 	不受任何方向的水分飛沫帶來的有害影響。 用右圖所示的試驗裝置，從所有方向灑水10分鐘。
5	對噴流水的保護 	不受任何方向的直接噴流帶來的有害影響。 用右圖所示的試驗裝置，從所有方向對每1m ² 表面灑水1分鐘，至少共3分鐘以上。
6	對高噴流的保護 	不受任何方向的強力直接噴流帶來的有害影響。 用右圖所示的試驗裝置，從所有方向對每1m ² 表面灑水1分鐘，至少共3分鐘以上。
7	對浸水的保護 *1 	在規定的壓力和時間條件下，沒入水中無水滲透的情況。 浸入水深1m(機器高度低於850mm的情況) 30分鐘。
8	對沉入水中的保護 *2 	可經常沒入水中使用。 由生產商和機器使用者決定。

圖 1-7 IEC 防水等級測試規範內容敘述

資料來源：IEC60529:200 條例之「防水保護結構等級說明及測試方法」，Oct. 25

2006 修訂版。



圖 1-8 IP Camera 起霧時與未起霧時情況之照片比較



- TYVEK® :

採用美國杜邦公司(Du Pont)生產之 TYVEK®包材特製而成。

符合美軍規格 MIL-D-3464E TYPE II NON-DUSTING 最高要求之包材

不發塵、表面並經電暈處理，具有抗靜電蓄積之特性。印刷美觀精緻、

吸溼速度快，最適用於高效能、高精度要求 之半導體封裝測試業及醫藥業

- 不織布(NON-WOVEN CLOTHES):

最普及的包裝材料。孔隙度大、吸濕最快

適用於一般物品，如五金工具、機械設備等之防潮及除濕用

- PET 複合材料:

特殊雙層複合材料、加表面處理而得之包材。

低發塵量、印刷清晰、美觀大方，特殊針孔透氣處理，吸濕性佳，廣受食品業及製藥業歡迎

- 透明玻璃紙: 完全透明。用肉眼可立即觀察藍色乾燥劑之顏色變化(吸濕後會變成粉紅色)，

藉以了解吸濕狀態。主要應用於各式藥品包裝內

圖 1-9 常用類型之防潮包型式

資料來源：瑩光化學股份有限公司. YING KUANG CHEMICAL CO., LTD.

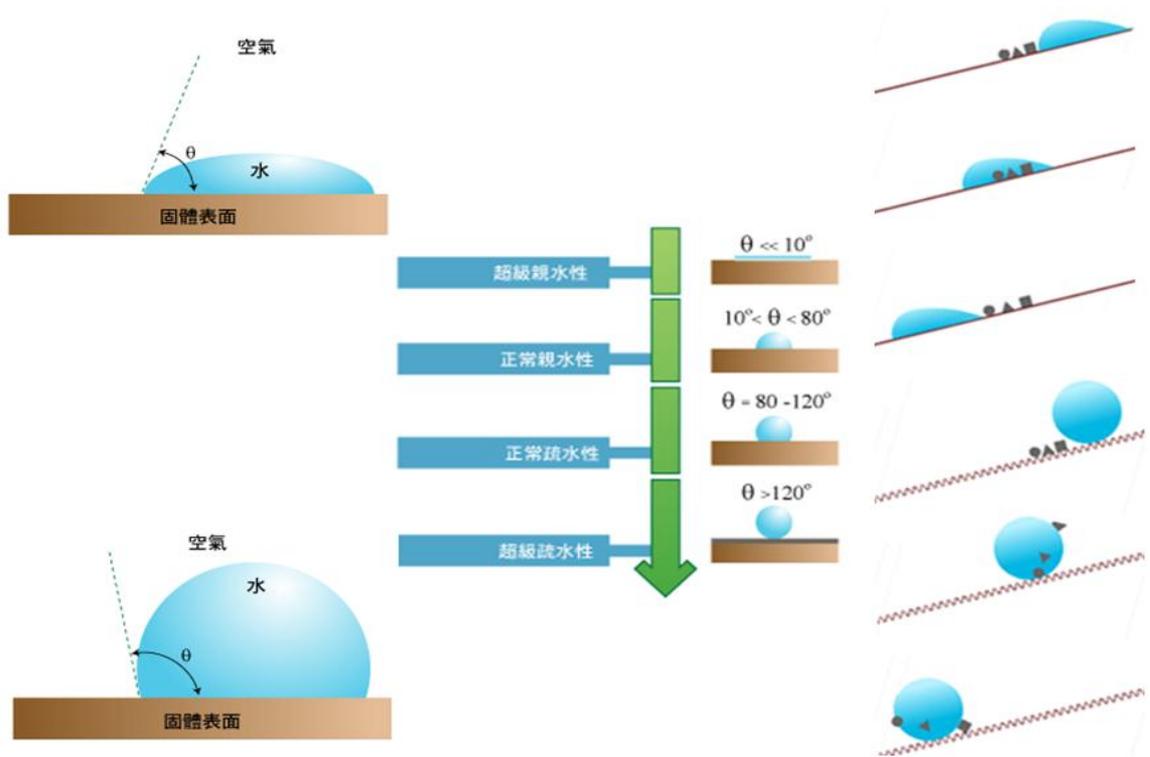


圖 1-10 蓮花效應示意圖

資料來源：http://www.hk-phy.org/atomic_world/lotus/lotus02_c.html

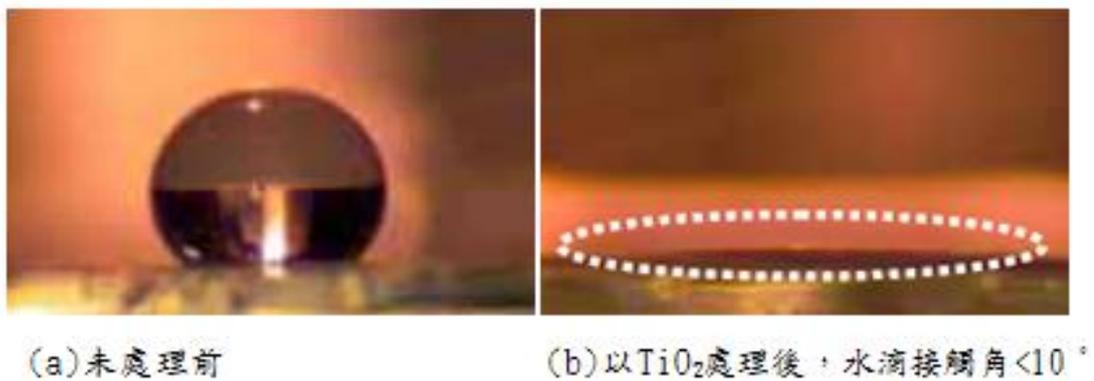


圖 1-11 二氧化鈦表面處理比較示意圖

資料來源：「奈米級加工材料於紡織及生醫材上之應用研究」，行政院原子能委員會委託研究計劃研究報告，民國九十四年十二月七日。

特性種類	傳統監視器(Traditional Camera or Analog Camera, 簡稱CCTV)	網路監視器(IP Camera, 簡稱IP CAM)
鏡頭型式	Board Lens / CS-Mount Lens / C-Mount Lens	Board Lens / CS-Mount Lens / C-Mount Lens / Zoom Lens / Vari-Focal Lens
網路存取	要通過 DVR 來監控	每支IP Camera 有獨立的網路卡和控制畫面可供直接存取,或是通過NVR來截取所需監視的畫面
使用範圍	鏡頭限制於 DVR, 一個控制版能控制 4/8/16/32... 或更多的鏡頭。但控制版只能在有限的距離內控制鏡頭, 所以多在同一座建築物內使用	由於每支IP Camera 都能獨立接上網絡, 所以電腦能在網絡上作不同地點的同時監控, 所以其應用的範圍可說是沒有限制的
遠端監控	通過 Router 及 DDNS 技術	通過 Router 及 DDNS 技術, 如多於一個IP Camera, 會涉及不同 IP 地址及Port, Router 設定比較繁複
智能手機監控	採用 MoveEye 程式, 在手提電話上隨時一按轉換不同鏡頭	不同支Camera採用不同IP 地址及Port, 在轉換不同 IP Camera 比較慢及繁複, router 設定繁複, 容易出錯
應用價格	當你要監控兩個相距很遠的地點, 就要用上兩個 DVR。所以對多個地方, 每個地方只有單一或二個監控點, 傳統的不建議使用了	IP Camera 不受應用地點上的限制, 單地方多點 或多地方單點的監控, 其價格都不會有太大的分別。不過, 如果是單地區多點的監控, 還是CCTV比較便宜。
支援無線接收	外接1.2GHz 或 2.4GHz 視像無線收發器	有內置 Wireless系統
供電	通常需外接獨立供電系統線路	本身含有PoE 功能的 IP Camera, 可通過網絡線供電
錄影	NTSC(480X720) / PAL(576X720)	Megapixel (1280x1024) / HD
顯示	需透過DVR 輸出至電視 (Video) 或 LCD Monitor (RGB), 或用電腦經網絡觀看	可直接透過電視 (Video) 或LCD Monitor觀看及用電腦網絡直接觀看
安全(Security)	傳統送影像不可加密或影像上也不可加 Watermark	傳統送影像皆可加密或影像上可加Watermark
技術要求	現場安裝操作簡單不需要任何電腦及網絡常識	安裝及維護人員要有較高的電腦及網絡常識, 若採用無線 IP Camera, 需技術人員安置

表 1-1 傳統監視器與 IP Camera 的比較說明

圖示	型式	鏡頭型式	監控方式	適用場所	備註
	Cube Camera	Board Lens	Inernet+Router+DVR Inernet+Router+NVR 支援Wireless	Indoor	支援 IR-LED
	Mini Box Camera	Board Lens CS Mount Lens	Inernet+Router+DVR Inernet+Router+NVR 支援Wireless	Indoor	支援 IR-LED
	Fixed Box	Board Lens CS Mount Lens Vari-Focal Lens	Inernet+Router+DVR Inernet+Router+NVR 支援Wireless	Indoor/Outdoor	支援 Auto-focus Auto-Iris Face detection
	Fixed Dome	Board Lens Vari-Focal Lens	Inernet+Router+DVR Inernet+Router+NVR 支援Wireless	Indoor	支援 Auto-focus / Vandal-Proof Face detection IR-LED
	Bullet Camera	Board Lens Vari-Focal Lens	Inernet+Router+DVR Inernet+Router+NVR 支援Wireless	Indoor/Outdoor	支援 Auto-focus / IR-LED Auto-Iris) / Vandal-Proof Face detection
	Mini Dome	Board Lens Fisheye Lens	Inernet+Router+DVR Inernet+Router+NVR 支援Wireless	Indoor/Outdoor	支援 IR-LED Vandal-Proof
	Vandal Dome	Board Lens Vari-Focal Lens	Inernet+Router+DVR Inernet+Router+NVR 支援Wireless	Indoor/Outdoor	支援 Auto-focus / Vandal-Proof Face detection IR-LED
	PTZ Camera	Board Lens Vari-Focal Lens	Inernet+Router+DVR Inernet+Router+NVR 支援Wireless	Indoor	支援 Pan/Tilt/Zoom control Auto-Tracking IR-LED
	Speed Dome	Board Lens Vari-Focal Lens Fisheye Lens	Inernet+Router+DVR Inernet+Router+NVR 支援Wireless	Indoor/Outdoor	支援 Pan/Zoom control Vandal-Proof

表 1-2 IP Camera 類型分類表

資料來源：Copyright© GemTek Technology Co., Ltd., BU4-Group Brickcom,

IP Camera Roadmap Presentation, All Rights Reserved.

Item IK code	Impact energy (Joule)	Pendulum hammer	Spring hammer	Free fall hammer
IK00	*	*	*	*
IK01	0.14	YES	YES	NO
IK02	0.2	YES	YES	NO
IK03	0.35	YES	YES	NO
IK04	0.5	YES	YES	NO
IK05	0.7	YES	YES	NO
IK06	1	YES	YES	NO
IK07	2	YES	YES	YES
IK08	5	YES	NO	YES
IK09	10	YES	NO	YES
IK10	20	YES	NO	YES

表 1-3 防暴等級 IK 值定義說明

資料來源：「Governing Standard BS EN50155 Railway Application-Electronic equipment used on rolling stock」, Shock and Vibration Testing.

第二章 Gore-Tex 材質說明與應用

2.1 PTFE 材質簡介

Gore-Tex 透氣薄膜的主要原料成份為聚四氟乙稀化合物(Polytetrafluoroethylene)，簡稱 PTFE。〔7〕其最早發現聚四氟乙稀是於西元 1938 年的俄國人羅義·甫南克 (Roy J. Plunkett)，而後來由甫南克在杜邦公司的工作是有關氟氯碳化物(Freon, chlorofluorocarbon)的製造，其製造原料是四氟乙稀。有一天早上他的助理在實驗時，扭開一個裝有四氟乙稀的高壓氣缸瓶，但沒有氣體釋放出來，確認開關並沒有問題，就將氣缸瓶鋸開，他發現裡面有一堆白色粉末，就用手抓一把，這些粉末非常滑潤，無味，也不會沾黏在氣缸瓶壁上。進一步做化學分析，發現這些白色粉末是四氟乙稀的聚合物，也就是俗稱的「鐵氟龍」材質。而又後來杜邦公司中有位員工高爾 (William L. Gore)，其對鐵氟龍的應用有特別的貢獻，例如用鐵氟龍來做電線的保護外層是他想出來的，他又設計露營用的鐵氟龍帳篷，可防水，還有透氣功能，而後來高爾自己成立公司推出許多 GORE-TEX 的產品，如具有防水、防風和透氣功能的衣服、鞋子和手套等。

在物理特理上，聚四氟乙稀在室溫下為一白色固體，密度約為 2.2 克/立方公分。根據杜邦公司的記載，其熔點為 327 °C(620.6 °F)，但於 260 °C (500 °F)以上就會變質，它的摩擦係數為小於或等於 0.1，所以是目前已知摩擦係數最少的固體物質。其聚四氟乙稀在常態下是無毒性的，但如當聚四氟乙稀煮食器具在溫度達到 500 °F(260 °C)之後便會開始變質，且在 660 °F(350 °C)以上會開始分解，這些聚四氟乙稀的剝蝕物可使生禽動物致死，並且也會使人產生類似流感的癥狀。

[8] PTFE 主要的單體來源是由氟化鈣與硫酸作用後，而得到氟化氫產物後再與三氯甲烷作用而形成二氟氯甲烷，並經由平衡反應後得到四氟化乙烯單體，經加成聚合反應後再得到聚四氟化乙烯聚合體。其聚四氟乙烯的化學反應式與結構式如圖 2-1 中所示。在台灣 PTFE 譯為鐵氟龍，一般常作為不粘塗層的原料，所以它是一種人工合成高分子材料。這種材質是一種高結晶、無色、無味、具有抗酸抗鹼、抗有機溶劑的特點，其抗化學性質也相當高，所以幾乎不溶於所有的溶劑，也幾乎不溶於水。同時，聚四氟乙烯具有耐高溫的特點，它的摩擦係數極低，可作潤滑作用，亦當作水管內層的理想塗料。而 Gore-Tex 就是利用聚四氟乙烯原料，再加上特殊製程設備來做成膨體聚四氟乙烯(Expand Polytetrafluoroethene, 簡稱 ePTFE)之薄膜材料。

2.2 ePTFE 薄膜製程介紹

先說明其 PTFE 主要製程方式主要有：預壓胚料階段、擠製押出階段、輾壓成型階段、延伸成型階段共四個階段。[9] 其原理利用聚四氟乙烯在 19°C 是其材料的結晶溫度轉換點，所以控制在 19°C 以下並將其先以預壓加工的方式製成預備押出品的胚料，再以加工溫度 19°C 以上利用模具成型方式押出纖維化的薄片型式或條狀型式的基材，然後再以輾壓製程使薄片或條狀型式的材料加工成為薄膜基材，最後為了使得薄膜上的氣孔變得緻密且均勻，再利用一次的延伸成型加工方式來控制薄膜上孔徑的產生及大小，並且提升薄膜氣孔率及均勻度特性。如圖 2-2 為製作薄膜延伸成型的機台加工情形。

如上所述是在第一次延伸成型後的薄膜材料，但其纖維組織是還未具有三維結構的特徵。為了讓聚四氟乙烯薄膜上的纖維組織變成為三維結構的膨體聚四氟乙烯

薄膜，所以又在第一次延伸成型後的薄膜待其冷卻，再加以用特殊製的滾輪機台再次延伸壓製，此時第二次的延伸成型機台所用之滾輪設備，其滾輪面上是有特定專利的三維結構形狀，此輪面形狀也就是決定膨體聚四氟乙烯薄膜上纖維的三維結構。而此階段的主要控制因素包含了，機台之不同型式滾輪壓製的程序、滾輪之控制轉速、加熱輪的控制溫度、特殊之輪面上三維結構及薄膜材料延伸拉出速度等，來使 PTFE 薄膜變為 ePTFE 膨體聚四氟乙烯的結構。如圖 2-3 為 ePTFE 膨體聚四氟乙烯製程之流程示意圖。

2.3 Gore-Tex 特性及應用

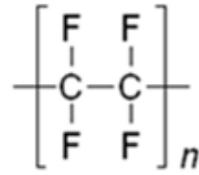
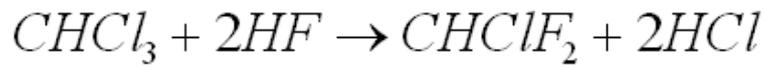
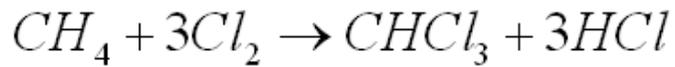
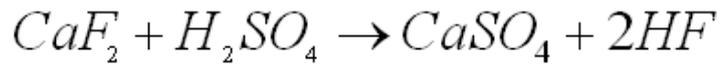
ePTFE 微孔薄膜由 100%純 PTFE 製成，而成為膨體聚四氟乙烯 ePTFE 其孔徑一般在 $0.2\sim 15\mu m$ ，而孔隙率高達 80~97%且孔徑均勻、強度大，如圖 2-4 為 Gore-Tex 纖維薄膜的細小孔洞之放大照片。其薄膜每平方吋分佈了 90 億個比水滴小 20,000 倍，所以可使雨水和冰雪不能滲透，而另外薄膜裡加入了一種抗油性物質，其有效阻擋油份滲入的可能，而每個小孔比水蒸汽大七百倍，所以空氣可輕易通過薄膜蒸發。

[10] Gore-Tex 薄膜因為防水透氣性能好、壽命長，性能穩定，且適用溫度 $210^{\circ}C\sim 260^{\circ}C$ 的可耐溫度，又其抗腐蝕、耐強酸、強鹼、防水、透濕、防風、絕緣不易老化、無毒無污染，及耐水壓 $10000mmH_2O$ ，透濕量 $8000\sim 10000g/m^2$ 等。所以，薄膜可以加工成各種不同透水性或“透氣性”等級的織物，而現行也有應用於氣體除菌過濾，有機溶液過濾、分離，強酸、強鹼過濾及容器防水透氣孔等應用產品。也因此薄膜的特性，此材質的產業也愈來愈多，例如：目前市面上標榜防水、防風和透氣的 GORE-TEX（鐵氟龍纖維）產品成衣、還有用於液體過濾的覆合濾料，實現

表面過濾，清灰容易，過濾效率高，優化面料特性容器防水透氣通氣孔，汽車零件通氣、高溫蒸汽過濾，氣體除菌過濾、電池隔膜性能及需要防水特性之 3C 產品等。

在其它應用的領域還有醫療植入物、工業薄膜技術、電子設備的高級介質材料等。例如醫療植入物是運用其膨體聚四氟乙烯 (ePTFE) 是純惰性且具有多微孔結構，可以用於多種康復解決方案，包括用於軟組織再生的人造血管和補片以及用於血管、心臟、普通外科和整形外科的手術縫合。所以用於醫療產品具有非常強的生物適應性，不會引起機體的排斥，可使人體與機體本身的組織協調共處，並恢復其正常功能。而工業薄膜技術則是利用各種獨特的微結構及膨體聚四氟乙烯的化學惰性和熱穩定性，從而生產一系列的高性能過濾器介質，並可用於化學藥品和高溫過濾用，也可製成 Gore 過濾袋、過濾盒、微過濾薄膜及過濾孔吸附產品等，這些產品可以使用於化工廠、焚化爐、食品廠及藥廠等的排放污染物的控制應用，以降低造成環境的破壞。另外，應用於電子設備的介質材料，主要是利用膨體聚四氟乙烯的低損耗與低介電常數特性，所以成為保護電線和電纜的理想絕緣材料，而多孔性結構可使訊號損耗的失真率降低，使得傳送的訊號可近似光速的速度進行傳輸。

目前，戈爾(Gore)公司已有生產其系列電子產品包括銅芯電纜和光纖電纜、電纜系統、印刷電路板材料、導電界面產品和屏蔽墊圈等，廣泛應用於電信、計算機、測試與測量、國防、航空與航空市場等諸多高性能、高挑戰性的領域。



聚四氟乙烯的結構式

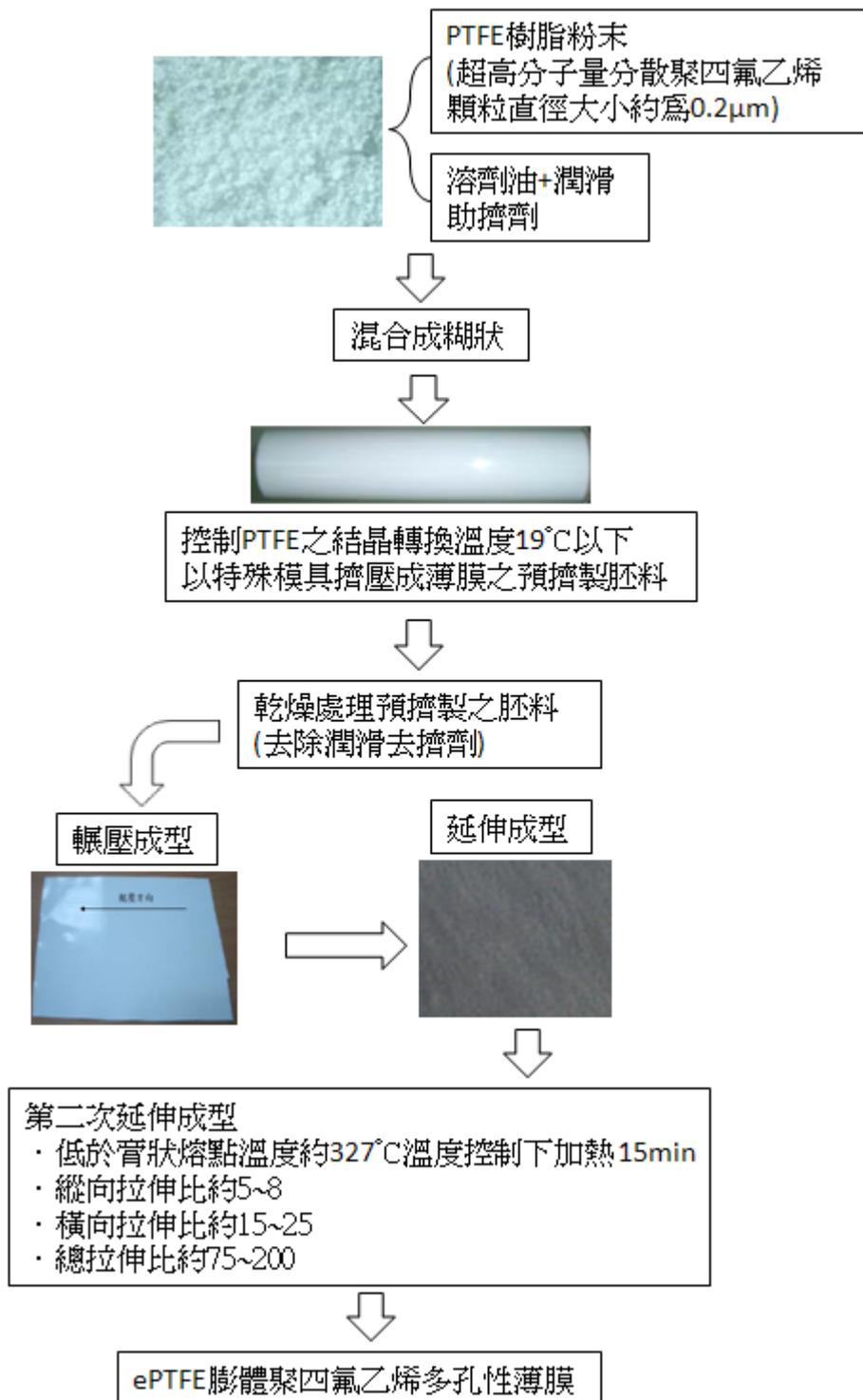
PTFE化學反應式與結構式

圖 2-1 PTFE(聚四氟乙烯)化學反應式與結構式

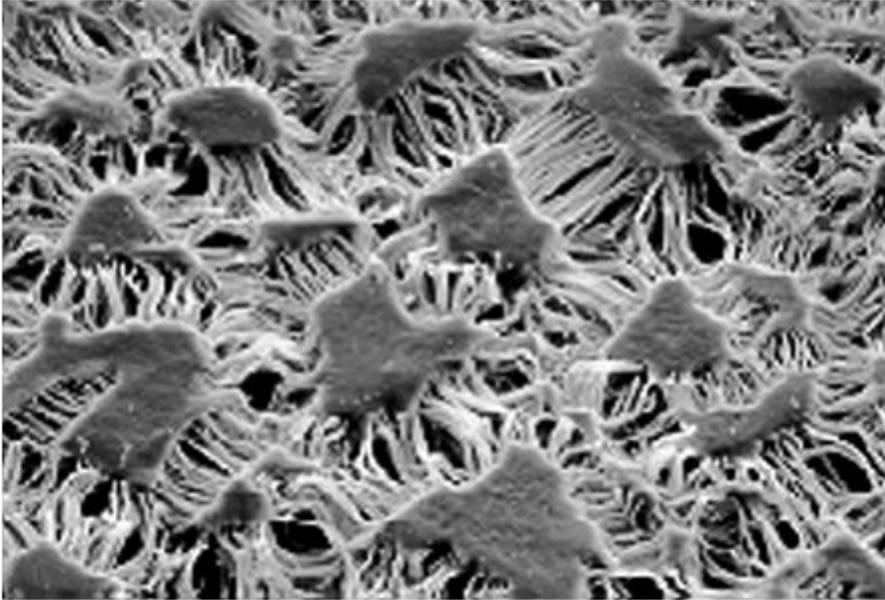


圖 2-2 薄膜延伸成型之機台加工情形

資料來源：參考 Phillip Scientific Inc. 薄膜技術中心之資料照片



[8]圖 2-3 ePTFE 膨體聚四氟乙烯製程之流程示意圖



Gore-Tex 纖維薄膜的細小孔洞的放大照片

- 薄膜每平方吋分佈90億個比水滴小20,000倍
可使雨水和冰雪不能滲透。
- 而薄膜裏加入了一種抗油性物質，可有效阻擋油份 的滲入 。
- 而每個小孔比水蒸汽大七百倍，所以空氣可輕易通過薄膜蒸發。

圖 2-4 為 Gore-Tex 纖維薄膜的細小孔洞之放大照片

資料來源：Wikimedia,
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Goretex_photo.png

第三章 實驗設定與方法說明

實驗的溫濕度可靠度測試機選用了 ETCA-TH411A 型號的溫濕度控制可靠度測試機設備，如圖 3-1 所示。ETCA-TH411A 溫濕度可靠度測試機，其測試溫度設定範圍可從 -40°C 至 $+100^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度設定範圍則可從 20%RH 至 98%RH，其餘較詳細的 ETCA-TH411A 溫濕度可靠度測試機規格說明表，表 3-1 所示。而實驗測試機台以現有 IP Camera 產品作為測試對象，主要此實驗機台本身應用 Gore-Tex 透氣薄膜作為麥克風之收音孔，已達到 IP67 防水的結構需求，其如圖 3-2 為此台 IP Camera 測試機台內部結構說明圖，而圖 3-2 中麥克風 Silicone Rubber 主要是作為防止薄膜由空氣中帶入濕氣的作用，所以實驗中分為 Test-1、Test-2 有作隔離水氣對策與 Test-3、Test-4 無作隔離水氣對策的實驗測試結果，並藉由 Test-3、Test-4 的實驗量測數據結果，來說明透氣薄膜由空氣中所帶進的濕氣與各點之 Channel 溫度，其為何造成起霧的原因分析說明。

3.1 DQE 量測方法簡介

DQE(Device Requirements Evaluation)實驗目的是以相關電子產品其對於產品的信賴性測試及產品穩定性的品質保證的驗證方法。而本實驗 DQE 的裝置規格說明如表 3-1 所示。而在目前 DQE 測試中項目大可分成：ESD 靜電防護安全評估、HALT 重力加速度壽命測試、EMI 電磁波傷害評估、產品工作溫度穩定性及相關產品使用電子元件耐侯性的評估指標，而此些測試之目的就是為了讓產品的設計過程中提供設計者作為品質驗證參考，並可確保出貨產品之安全無虞。

如圖 3-3 為 DQE 品工作溫度測試評估測試方法與設備裝置說明。因為實驗目的是欲求測試機台內部之主要發散電子元件工作溫度及機殼內部結構相關區域的表

面溫度，其利用熱電偶的溫度感測器(Thermal Recorder)，將所需量測產品上的各電子元件表面及其它機殼組件表面用熱電偶線的連接固定後，再將測試物放置於濕度測試機台內，然後依 Chamber 測試條件的環境溫度、濕度或循環時間設定後，其經由 Recorder 的訊號傳給電腦分析後，輸出為各量測點的即時溫度變化觀察及記錄溫度時間曲線圖方式的輸出數據資料。

3.2 設定實驗條件說明

因為監視器產品必需長時間處於戶外的環境，且隨安裝的地點、氣候環境條件或地理位置不同而出現不同的氣候條件，而自然氣候環境中溫度與濕度又是無法分離的，像是台灣屬海島型氣候，終年濕度偏高，但大陸型氣候則日夜變化極大，根據 IEC60721 之氣候調查得知，無論地理位置如何不同，在溫度與濕度環境上均存在著四種組合狀態：高溫與低濕、高溫與高濕、低溫與高濕及低溫與低濕，參考 IEC60721 與 ETSI 300 019 歐洲通訊設備環境試驗規範中的設定建議，及考量到台灣環境氣候之濕氣較重，實驗以參考台灣氣象近十年之平均濕度作為相對濕度的設定值，如圖 3-4 與表 3-2 為 1990 至 1999 年台灣氣象統計的台灣環境的各地平均濕度，依此資料算得台灣平均十年的平均濕度為 78%RH，但為了確保測試產品的使用上安全性考量，實驗設定之相對濕度值選以較高的 85%RH 作為模擬依據。

而另外溫度設定值方面，因為 IP Camera 所架設的地點均使用在戶外環境較多，且每年地球暖化的速度成長下，全球各地夏季環境溫度高達 35°C 以上的情形常常發生，再加上如果使用環境的地理區域是屬於大陸型氣候國家或是沙漠地區，其夏季溫度更可能達到 40°C 以上，所以實驗中的溫度設定值，取環境溫度 35°C 及 55°C 來設定模擬之。因此 Chamber 實驗環境的溫度與濕度設定條件，分別將以高溫高濕 55°C/85%RH 與 35°C/85%RH 兩種模擬設定條件來實測。

3.3 裝置步驟說明

實驗測試的 IP Camera 的機台裝置，主要結構組件由上下蓋鋁合金金屬殼、塑膠電路板保護殼、塑膠鏡頭透明球罩、PCB 電路板與相關防水零件組成，如圖 3-5 至圖 3-12。其主要電路板上的發熱電子元件則如圖 3-5、圖 3-6 所示之主要發熱元件，並拉出 Channel-1、Channel-2、Channel-3、Channel-4、Channel-5、Channel-6、Channel-7 共七條 Thermocouple 測溫線量測電子發熱元件的工作溫度。另外，為了量測出當機台達至平均工作溫度後的機殼內相關 Channel 點的溫度，實驗量測方式在其上蓋內部、下蓋內部、塑膠電路板保護殼及塑膠鏡頭透明球罩等四處，分別也黏接上 Thermocouple 測溫線來量測其各內部區域點的溫度變化，如圖 3-7、圖 3-8、圖 3-9 所示為 Channel-8、Channel-9、Channel-10、Channel-11 等四點之量測點。

而為了不影響原有 IP Camera 機台之氣密性，將實驗機台的下蓋處先行鑽孔讓測溫線可由機台內部穿出外部，再將上述之已黏接好的測溫線全部束好後以熱熔膠將出線孔封住，以確保隔離住外部的空氣不會由此出線孔流通，如圖 3-10 所示。

以上 Thermocouple 的測溫線連接完成後，再將上述各組件組成完整待測機台，並放置於溫濕度可靠度測試機 Chamber 內，並同時拉出四條 Thermocouple 測溫線 Channel-12、Channel-13、Channel-14、Channel-15 作為感測監控 Chamber 內四周的空氣溫濕度變化，詳如圖 3-11 所示。

如上裝置機台之前置準備步驟完成後，必需注意事項如下：在將 ETCA-TH411A 溫濕度可靠度測試機開機前，最好先確認加溼的水泵浦之儲水槽的水量是否足夠，避免設定環境濕度後因水量不足而達不到所設定之相對濕度值，另外，Thermal Recorder 部份，可以先以確認 Thermocouple 連接的 Channel-12、Channel-13、Channel-14、Channel-15 四點連接測量 Chamber 內四周環境溫度值是否與環境溫度

有差異，這樣可確認測溫線的量測值誤差是否差異太大，或是需要重新檢查所有 Thermocouple 連接的確感，以確保避免實驗的失敗。

3.4 研究方法

3.4.1 對策實驗說明比較

實驗中為了說明有無麥克風收音孔的隔離水氣結構對策對於起霧現象影響，所以實驗分為 Test-1 與 Test-2 的 Chamber 設定環境測試條件分別為 55°C/85%RH 與 35°C/85%RH，且以麥克風收音孔結構是以有加上隔離水氣結構的測試對策；另外，實驗 Test-3 與 Test-4 的 Chamber 設定環境測試條件也分別為 55°C/85%RH 與 35°C/85%RH，但麥克風收音孔結構上是以沒有加上隔離水氣結構的對策來以比較區分。因此 Test-1 與 Test-2 的實驗操作是先將測試機台中的電路板上 SMT Type 型式麥克風元件，在其電路板上先貼好矽膠材質的橡膠墊片做為麥克風收音孔隔離外部濕氣進入之作用；另外，Test-3 與 Test-4 的實驗操作則是電路板上不貼矽膠材質的橡膠墊片，如圖 3-12 照片所示為實際電路板上麥克風收音孔隔離水氣結構之矽膠材質墊片黏貼位置圖與表 3-3 實驗設定比較說明表所示。

3.4.2 Chamber 初始蒸氣分壓 P_v 值的求法

另外，已知實驗設備的溫濕度可靠度測試機 Chamber 設置環境條件為標準大氣壓下之環境，另外 Chamber 的實驗設定初始環境條件分別為 55°C/85%RH 與 35°C/85%RH，因此可利用查表 3-4 之飽和水-蒸氣壓力表(溫度表)，可分別查出當下 Chamber 於環境設定溫度 55°C 與環境設定溫度於 35°C 時，其各溫度之時 Chamber 內空氣的飽和蒸氣壓 P_{vs} 值 (P_{vs1} 與 P_{vs2})；另外，因 Chamber 實驗之測試空間為密閉且

容積固定而環境溫度也是設定在控制的溫度範圍內，所以實驗中的 Chamber 可視為固定容積、固定溫度環境，即可視為定容定溫環境。而上述已知實驗測試過程皆於標準大氣壓下進行，因此依據理想氣體狀態方程式的定容定溫下環境條件的分壓定律 $P \propto n$ ，亦可假設當 Chamber 設定相對濕度為 85% RH 時，其空氣中水蒸氣含量與蒸氣分壓 P_v 值會是正比關係，所以利用公式(3-9)，將 Chamber 環境溫度 55°C 與 35°C 之時設定的相對濕度值及查得之的 P_{vs1} 值與 P_{vs2} 值分別代入公式中，即可求得 Chamber 初始環境溫度的蒸氣分壓 P_{v1} 值與 P_{v2} 值，其 P_{v1} 、 P_{v2} 的計算如下：

∵ 一大氣壓 1atm=101325 Pa，且利用查表 3-4 得：

當 Chamber 環境溫度為 55°C 時，其 P_{vs1} 飽和蒸氣壓為 15758 Pa

當 Chamber 環境溫度為 35°C 時，其 P_{vs2} 飽和蒸氣壓為 5628 Pa

$$\therefore \phi = p_v / p_{vs1} \rightarrow 0.85\% = P_{v1} / 15758$$

得 $P_{v1} = 13394.3 P_a$ (55°C/85% RH 時，Chamber 內的蒸氣分壓)

$$\phi = p_v / p_{vs2} \rightarrow 0.85\% = P_{v1} / 5628$$

得 $P_{v2} = 4783.8 P_a$ (35°C/85% RH 時，Chamber 內的蒸氣分壓)

3.4.3 Channel 各點相對濕度 ϕ 值的求法

而實驗量測出其 Chamber 設定條件下透過薄膜進入 IP Camera 殼內的各 Channel 點溫度之時相對濕度的計算，是根據公式(3-10)來計算出各 Channel 點溫度當下之 p_{vs} 值，再利用上述已求得之 Chamber 初始蒸氣分壓 P_v 值，分別代入公式(3-9)求出

各點 Channel 的相對濕度值，並以表 3-5 紀錄的各 Channel 點溫度值及相對濕度值。

而為了求出各實驗 Test-1~Test-4 的初始 Chamber 環境設定溫度與濕度所產生的水蒸氣壓力，且由環境中透過薄膜進入於 IP Camera 內的蒸氣分壓 P_v 外部是以假設實驗 Test-3、Test-4 在 Chamber 內的初始飽和蒸氣壓 P_{vs1} 與 P_{vs2} ，其所造成透過薄膜進入殼內部的蒸氣分壓是固定相同，即如上述已計算求出的初始 Chamber 內之蒸氣分壓 P_{v1} 與 P_{v2} 值，而 P_{v1} 與 P_{v2} 進入殼內空間後又因各量測出之 Channel 點溫度不同，造成各 Channel 點會有不同之相對濕度區分。所以依據理想氣體的方程式所推導出的公式(3-9)、(3-10)，先以求得之初始 Chamber 內的蒸氣分壓 P_{v1} 、 P_{v2} 代入公式(3-9)之 P_v 值，再以查表 3-5 求得當下殼內的 Channel 點溫度所代表的最大飽和蒸氣壓 P_{vs} 值，再以代入公式(3-9)之 P_{vs} 值，來以計算出各點 Channel 溫度時之對應的相對濕度。

3.5 溫濕度相關公式說明

[11]根據 ASHRAE 使用手冊，在一大氣壓環境其溫度 70°C 以下的空氣混合物可視為理想氣體來分析，且相關熱力性質具相當準確之參考意義。因此根據理想氣體狀態方程式的推導如下：

$$P_a \cdot V = n_a \cdot R_a \cdot T \text{ (乾空氣)} \quad (3-1)$$

$$P_v \cdot V = n_v \cdot R_v \cdot T \text{ (水蒸氣)} \quad (3-2)$$

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \text{ (混合空氣)} \quad (3-3)$$

其中 T 為乾球溫度係指一般溫度計所指示之濕空氣溫度，此處 T 指 V 混合氣總容積內的乾球溫度之絕對溫度 $^{\circ}\text{K}$ ； P_a 與 P_v 分別為純空氣的壓力與蒸氣的壓力， P 則

為混合空氣的總壓力； n_v 為水的莫耳分子量 $18.01528(kg/k \cdot mol)$ ， n_a 為空氣的莫耳分子量 $28.9645(kg/k \cdot mol)$ ， R 為泛用氣體常數 $8314.41(J/k \cdot mol)$ 。

[12]而在標準大氣壓狀況下，由氣體分子與水蒸氣混合而成的濕空氣可視為一種理想氣體。故此特性可適用於吉博斯-道爾頓之分壓定律(Gibbs-Dalton law)，所以由公式(3-3)中， V 容積內的總壓力 $P = P_a + P_v$ ，此為乾空氣與水蒸氣合併之偏壓。而混合空氣之總莫耳數 $n = n_a + n_v$ ，所以若根據理想氣體與公式(3-1)、(3-2)、(3-3)，若為相同溫度 T 及相同容積 V 情況下，其 $P \propto n$ 正比之關係，所以乾空氣與水蒸氣的莫耳分率可以用壓力比來表示，則 x_a 與 x_v 為：

$$x_a = \frac{P_a}{(P_a + P_w)} = \frac{P_a}{P} \quad (3-4)$$

$$x_v = \frac{P_v}{(P_a + P_v)} = \frac{P_v}{P} \quad (3-5)$$

濕度比(Humidity)定義為特定範圍中空氣每單位質量純空氣 m_a 中所含的水蒸氣質量 m_w ，即為絕對濕度 ρ_w 之水蒸氣質量與總空氣質量之比值。若為理想氣體可依根據公式(3-4)與(3-5)之莫耳分率比(Mole Fraction Ratio)以及壓力比來表示。其中的 0.62198 為水的莫耳分子量與空氣的莫耳分子量之比值。

$$\text{所以， } \rho_w = \frac{m_w}{m_a} = 0.62198 \frac{x_v}{x_a} = 0.62198 \frac{P_v}{P_a} = 0.62198 \frac{P_v}{p - p_v} \quad (3-6)$$

飽和濕度比(Saturation Humidity Ratio)，為特定範圍中空氣，在某相同溫度與壓力下，有關於水或冰的飽和空氣濕度比。所以由公式(3-6)可得知，其某一溫度下的飽和絕對濕度 ρ_{ws} 也可以表示為：

$$\rho_{ws} = \frac{m_{vs}}{m_{as}} = 0.62198 \frac{x_{vs}}{x_{as}} = 0.62198 \frac{P_{vs}}{P_{as}} = 0.62198 \frac{P_{vs}}{p - P_{vs}} \quad (3-7)$$

相對濕度(Relative Humidity)在同溫同壓條件下，其為絕對濕度與當下溫度

時的最高絕對濕度之比值。所以由公式(3-6)與(3-7)可知相對濕度 ϕ 為：

$$\phi = [p_v \cdot (p - p_{vs})] / [p_{vs} \cdot (p - p_v)] \quad (3-8)$$

p_{vs} 為某一溫度下飽和蒸氣壓的壓力，由於 p_{vs} 及 p_v 遠小於 P ，所以上式 3-8 可簡化為：

$$\phi = p_v / p_{vs} \quad (3-9)$$

[12]參考，克勞西斯-克拉皮龍方程式(Clausius-Clapeyron Equation)可表示水蒸氣壓力與溫度之間的變化關係，同時亦可用來計算濕空氣中的水蒸氣壓。根據布魯克(Brooker, 1967)則提出以下當乾球溫度於 273.16K 至 338.72K 溫度之 p_{vs} 蒸氣壓計算公式：

$$p_{vs} = R \cdot \exp[(A + BT_{db} + CT_{db}^2 + DT_{db}^3 + ET_{db}^4) / (FT_{db} - GT_{db}^2)] \quad (3-10)$$

其中：

$$R=22105649.25$$

$$A=-27405.526$$

$$B=97.5413$$

$$C=-0.146244$$

$$D=0.12558 * 10e - 3$$

$$E=-0.48502 * 10e - 7$$

$$F=4.34903$$

$$G=0.39381 * 10e - 2$$

其利用公式 3-10 與套入實驗量測所得之各 Channel 溫度值代入，即可得如表 3-5 所示之求得各 Channel 點溫度時的相對濕度值。



圖 3-1 ETCA-TH411A 溫濕度控制可靠度測試機

資料來源：Copyright© GemTek Technology Co., Ltd., BU1-Group Brickcom,
IP Camera Roadmap Presentation, All Rights Reserved.

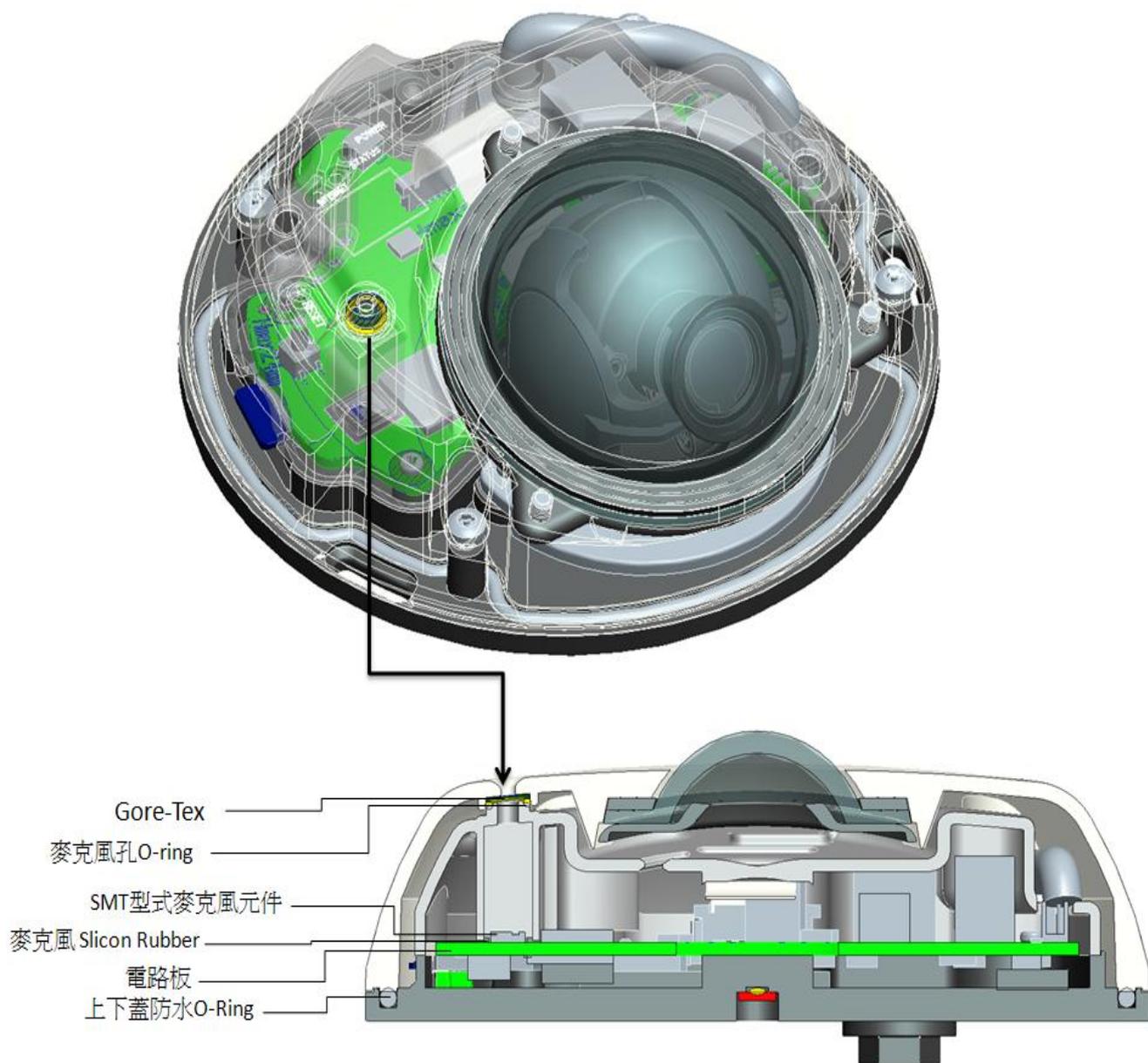


圖 3-2 IP Camera 測試機台內部結構說明圖

Test System Block Diagram

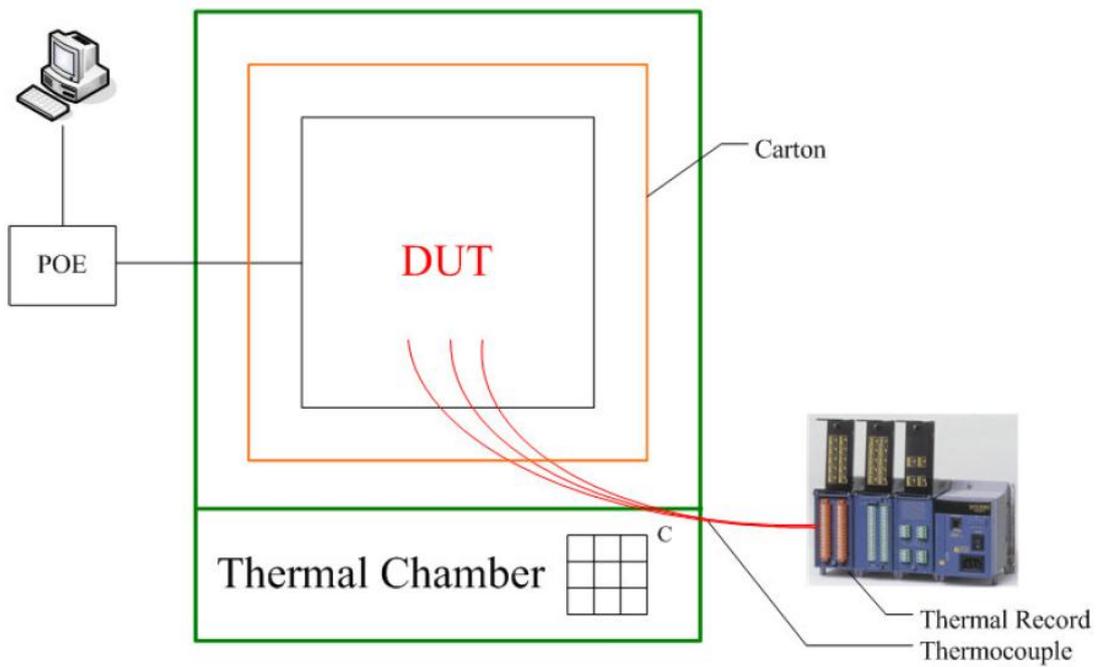


圖 3-3 DQE 產品工作溫度測試評估方法與設備裝置說明圖

資料來源：Copyright© GemTek Technology Co., Ltd, All Rights Reserved.

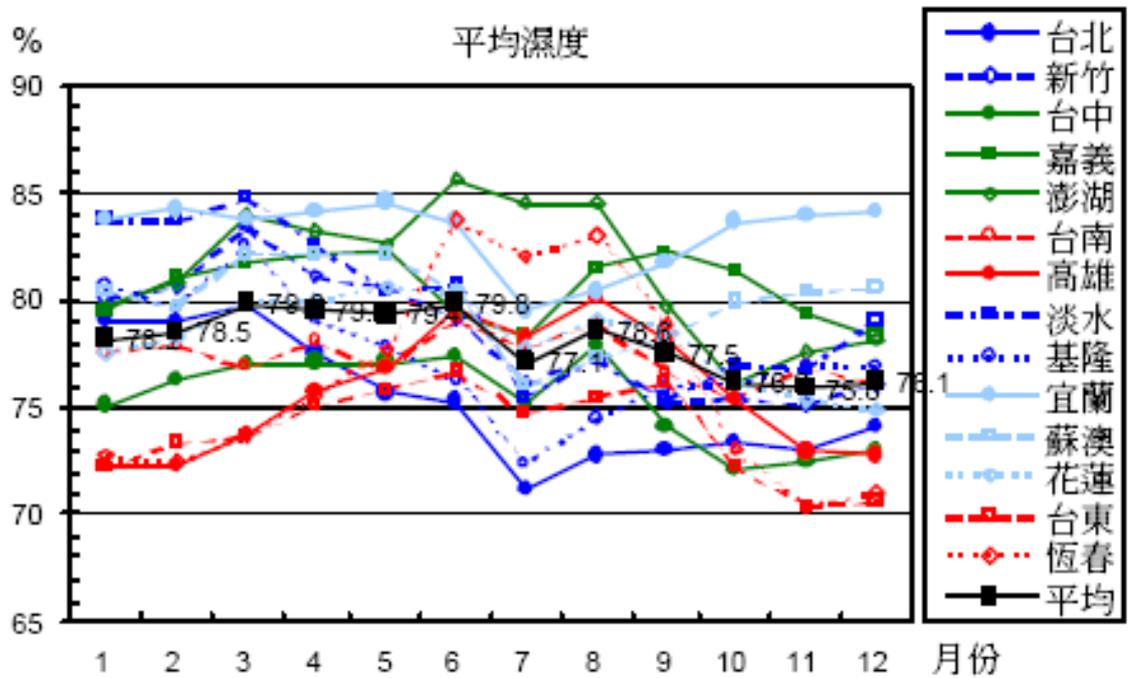


圖 3-4 1990-1999 年台灣氣象十年來每月平均濕度值

資料來源：1990-1999 台灣氣象局資料，地區逐月平均濕度值變動圖，

<http://www.bossmen.com/zh/humidity/taiwan.htm>

Test Point Location

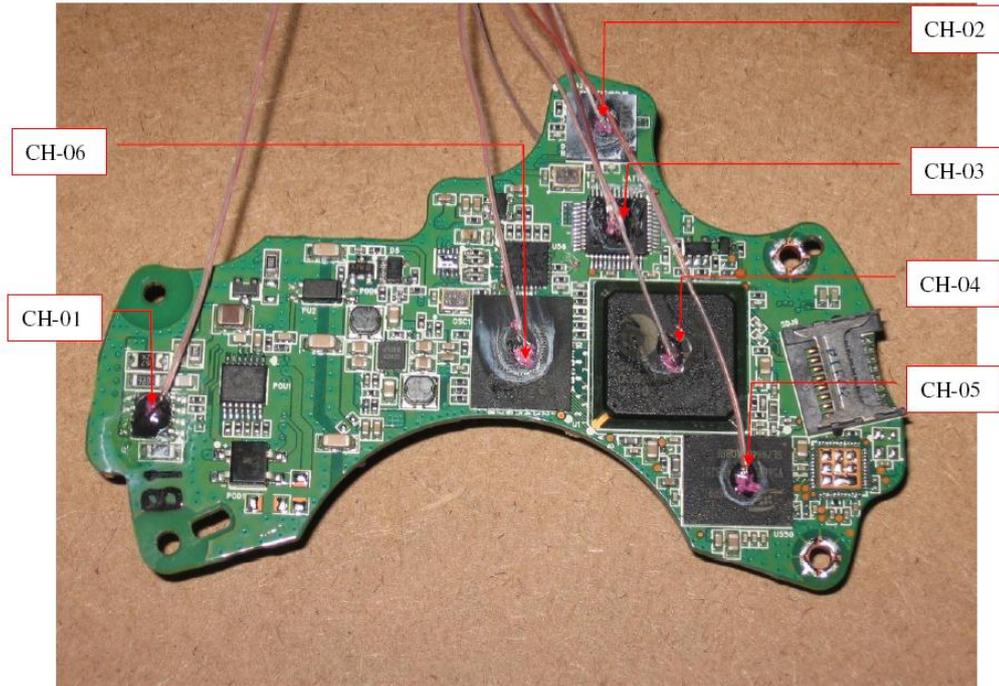


圖 3-5 DQE-Device of Temperature test Point of Channel-1 to 6.

資料來源：Copyright© GemTek Technology Co., Ltd., All Rights Reserved.

Test Point Location

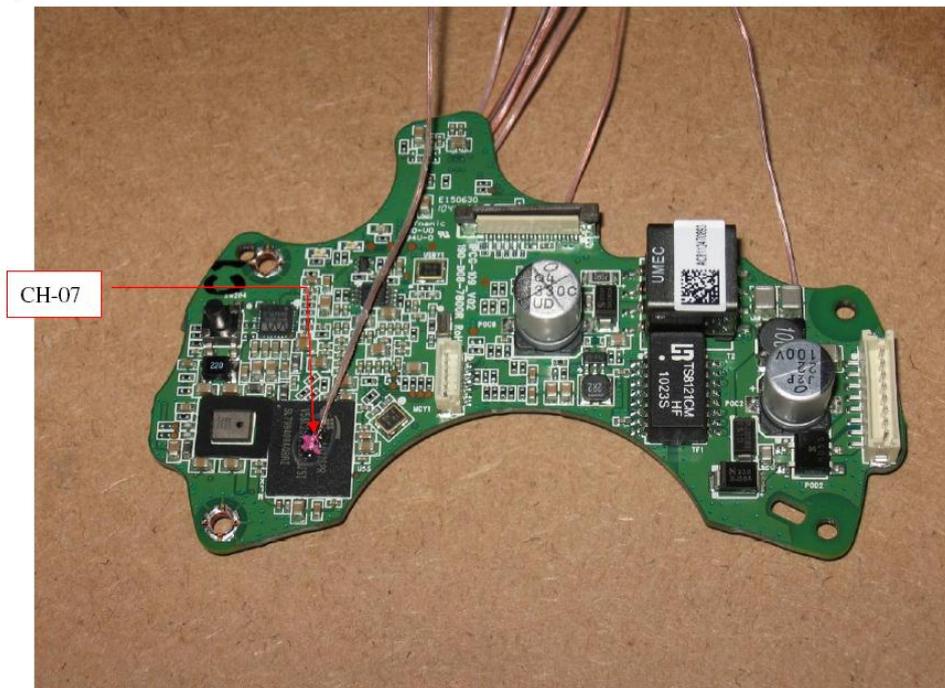


圖 3-6 DQE-Device of Temperature test Point of Channel-7.

資料來源：Copyright© GemTek Technology Co., Ltd., All Rights Reserved.

Test Point Location

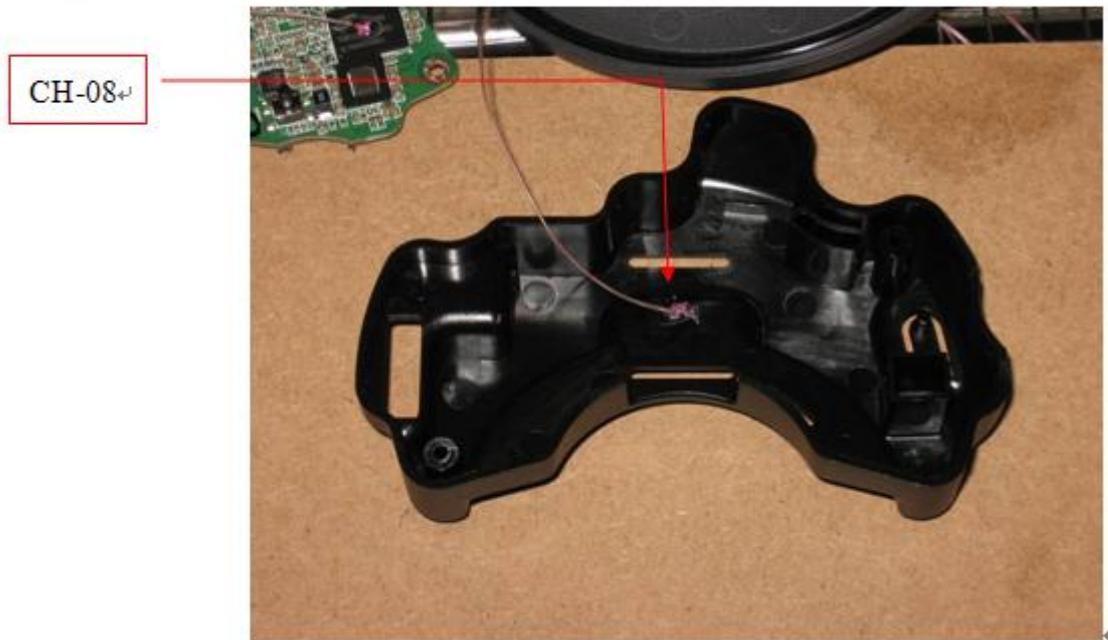


圖 3-7 DQE-Device of Temperature test Point of Channel-8.

資料來源：Copyright© GemTek Technology Co., Ltd., All Rights Reserved.

Test Point Location

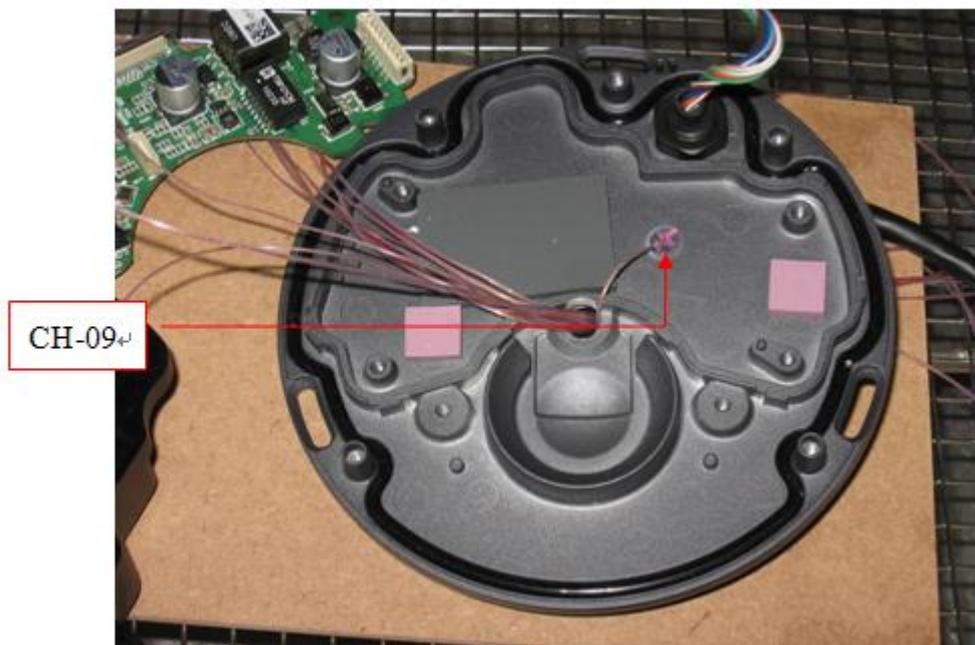


圖 3-8 DQE-Device of Temperature test Point of Channel-9.

資料來源：Copyright© GemTek Technology Co., Ltd., All Rights Reserved.

Test Point Location

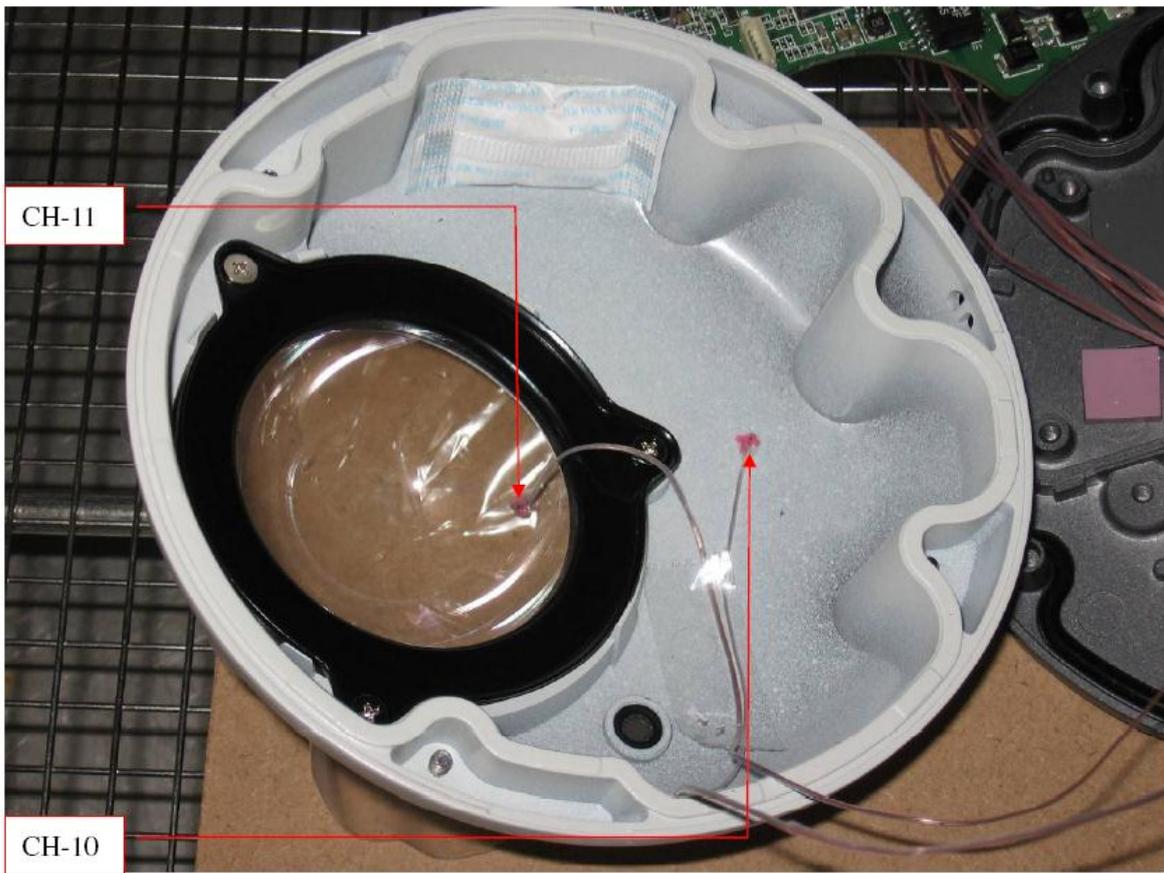


圖 3-9 DQE-Device of Temperature test Point of Channel-10~11.

資料來源：Copyright© GemTek Technology Co., Ltd., All Rights Reserved.

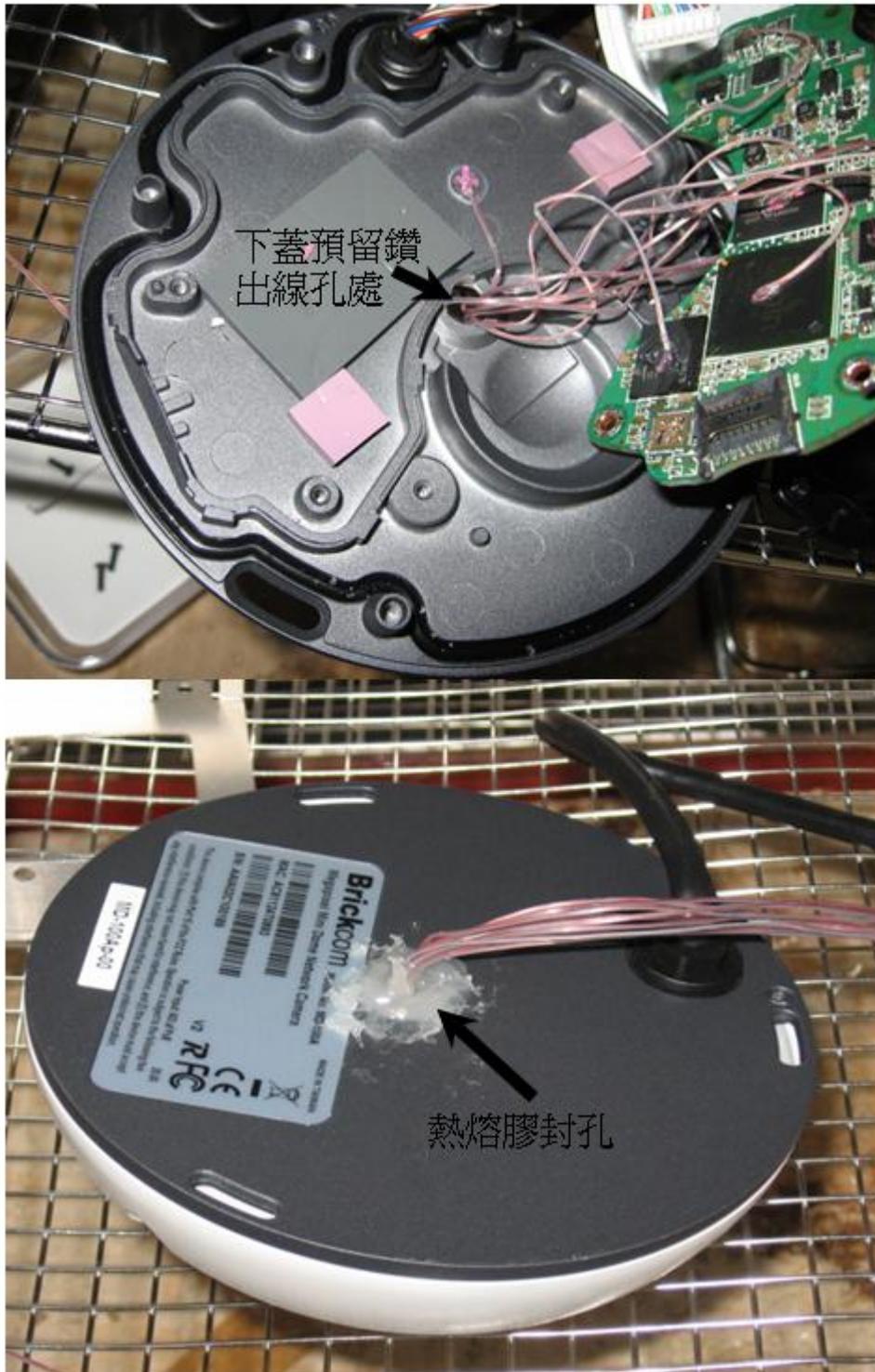


圖 3-10 Thermocouple 測溫線出線孔處其封膠方式以確保機台氣密性

資料來源：Copyright© GemTek Technology Co., Ltd., All Rights Reserved.

Test Point Location (Ambient temperature)

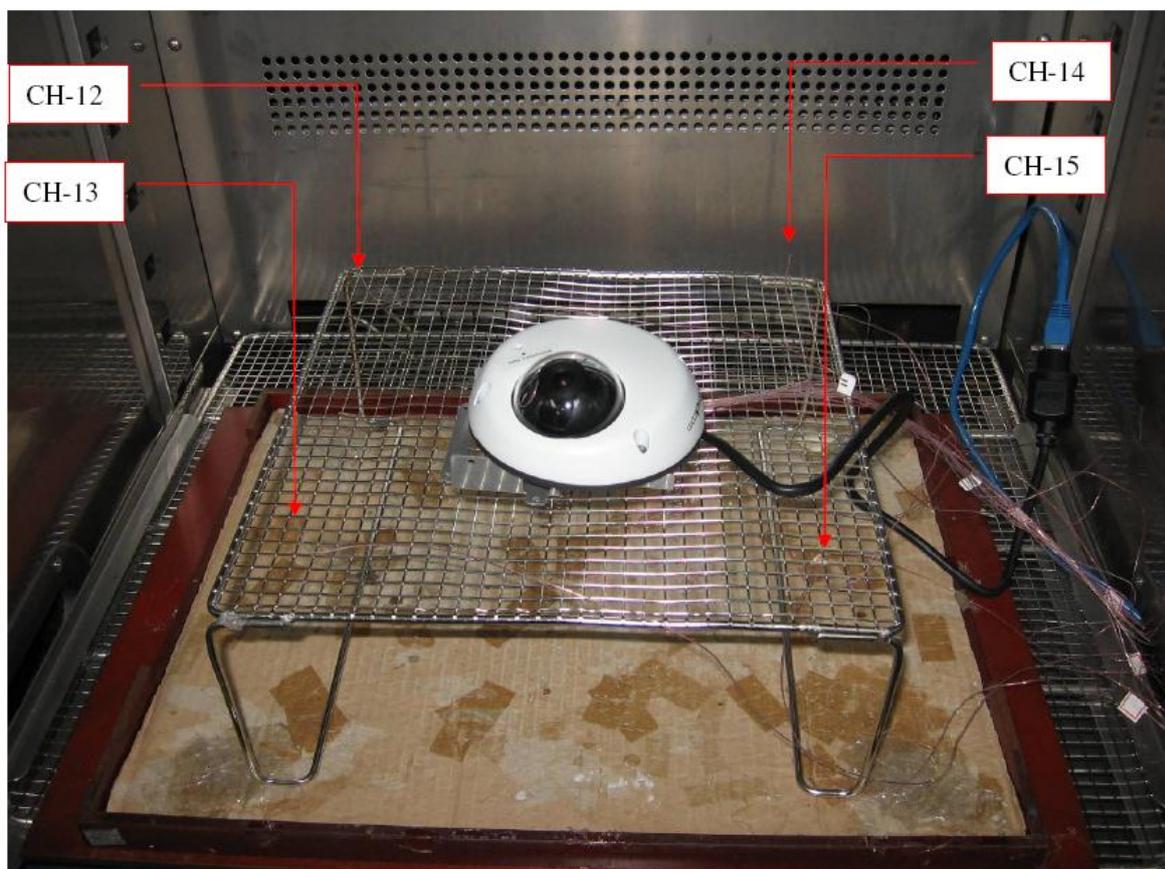


圖 3-11 DQE-Device of Temperature test Point of Channel-12~15.

資料來源：Copyright© GemTek Technology Co., Ltd., All Rights Reserved.

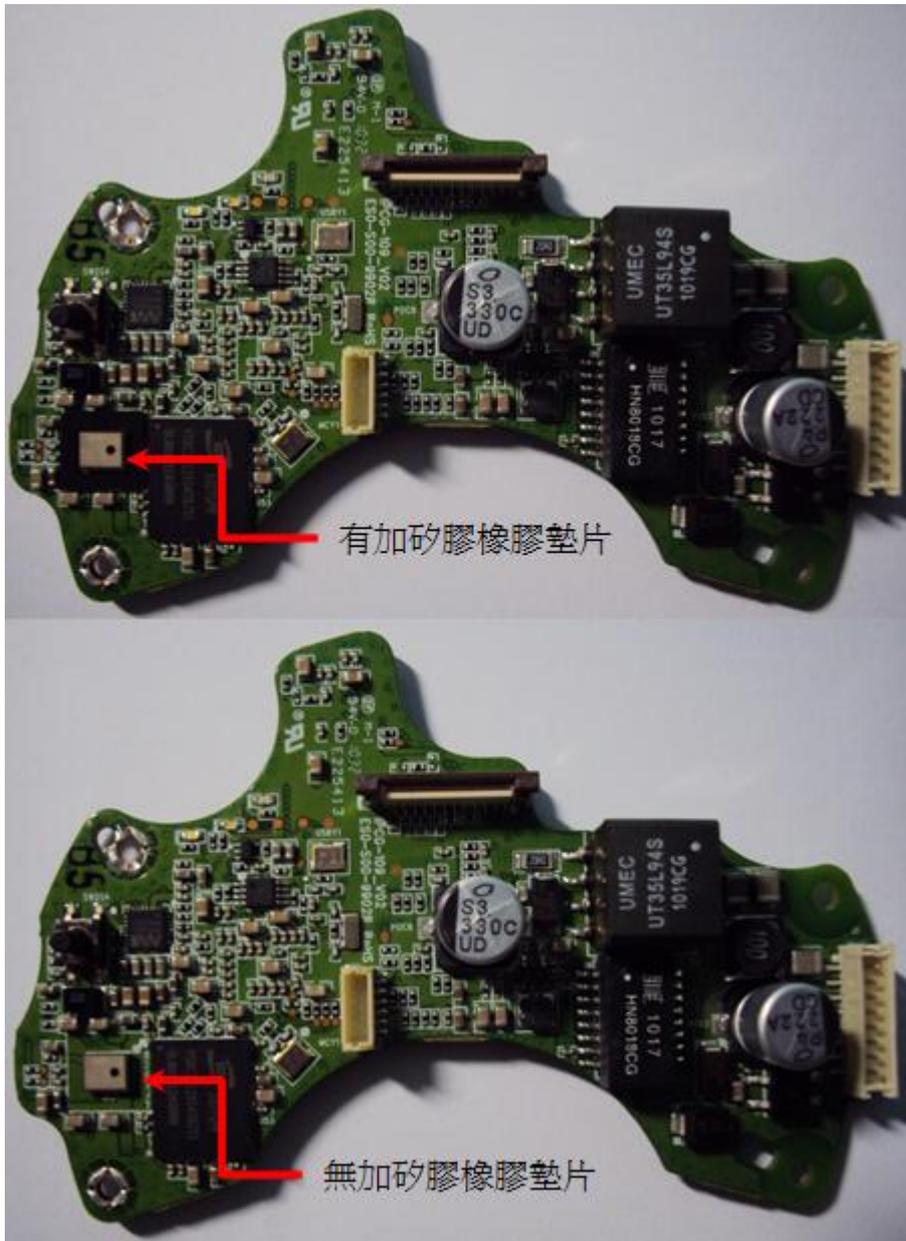


圖 3-12 實際電路板上麥克風收音孔隔離水氣結構之矽膠材質墊片黏貼位置圖

資料來源：Copyright© GemTek Technology Co., Ltd., All Rights Reserved.

Model No.		TH 401A	TH 402A	TH 403A	TH 411A	TH 412A	
Main body	External dimensions (W×H×Dmm)	660×1535×939	660×2123×1014	660×2153×1265	760×1702×1250	760×2019×1920	
	Capacity (liter)	61	61×2	61×3	180	180×2	
	Internal dimensions (W×H×Dmm)	500×350×350	(500×350×350)×2	(500×350×350)×3	600×600×500	(600×600×500)×2	
	Mass (kg)	190	340	480	280	510	
	External material	Coated steel					
	Internal material	Stainless steel (SUS304)					
	Rack	Included	Included	Not included	Included	Not included	
Performance	Temperature range	-40°C~+100°C					
	Humidity range	20%RH~98%RH					
	Temperature ramp-up rate	-40°C~+100°C Within 50 minutes					
	Temperature ramp-down rate	+20°C~-40°C Within 70 minutes					
	Temperature fluctuation range	±0.3°C/±2.5%RH (no specimen)					
	Temperature/humidity uniformity	±0.5°C/±3.0%RH (no specimen)					
	Sensor	PT100Ω					
	Operable ambient temperature range	+5°C~+35°C					
Main unit	Circulation fan	Sirocco fan					
	Refrigerator	Air-cooled, hermetically sealed compressor					
	Refrigerant	HFC404A					
	Expansion system	Pulse-control electronic expansion valve					
	Thermal heater	Nichrome strip heater					
	Humidification heater	Sheathed heater					
	Condenser	Plate fin coil					
	Temperature/humidity controller	Control system	PID control by microprocessor				
		Setting method	Through communication with the PC (sold separately) or unique controller (optional)				
		Communication method	RS485				
		Display resolution	1°C/1%RH (door) or 0.1°C/1%RH (while communicating)				
		Temperature and humidity control resolution	0.01°C/0.1%RH				
		Display	LED digital display				
		Programming features	No. of steps: 0 to 999 STEP, No. of repetition: 999 times, No. of registrable programs: 0 to 99 programs				
	Facilities read preparation by users	Power supply	AC200V, 3φ, 50/60Hz, voltage fluctuation ±10%				
Maximum current (A)		17	34	51	21	42	
Maximum load current (A)		19	38	57	23	46	
Humidification water		Pure water (10μS/cm and below, 0.7~2.5kgf/cm ²)					
Protective device	Main power source earth leakage breaker, overheat protector, boil-dry cut-off device, refrigerator pressure switch, refrigerator overload relay, fan motor overload relay, thermal heater overload protection fuse, humidification heater overload protection fuse, control circuit overload protection fuse						
Additional functions	Memory backup function, user message function, pause function, self-diagnostic function, automatic restart prevention function after power failure, momentary power failure backup function, external warning output terminal, upper and lower temperature limits output function, time signal output terminal, waiting function, specimen power supply interlock terminal						
Standard equipment	Main body	Viewing window (280W×190H), room lamp and square cable port 100×30mm (both sides)					
	Accessories	RS232C-RS485 converter, 2 shelf boards, operation manual, wick, warranty card					
	Communications function	RS485, interface for keypad					
	Control software	Includes overall control, test condition setting, temperature/humidity data, temperature/humidity trend, and schedule management screens (for Windows2000/XP)					

表 3-1 ECTA-TH411A 溫濕度控制可靠度測試機規格表

資料來源：Copyright© GemTek Technology Co., Ltd., All Rights Reserved.

台灣各地每月的濕氣

月份 地點	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
淡水	86	76	82	85	82	79	76	76	69	72	78	77	78
台北	83	76	81	82	77	77	72	74	68	69	77	73	76
陽明山 (竹子湖)	93	89	91	94	83	83	80	79	79	88	95	92	87
基隆	83	78	79	80	75	71	70	72	71	72	80	75	76
花蓮	70	68	76	80	79	76	76	76	75	69	79	71	75
蘇澳	75	75	83	87	85	83	77	75	75	79	84	81	80
宜蘭	84	82	87	88	84	81	82	77	78	81	88	86	83
澎湖	78	80	81	85	83	87	83	82	78	74	84	79	81
台南	74	74	76	76	75	79	73	72	72	72	81	75	75
高雄	68	68	74	75	76	74	73	73	75	74	76	74	73
嘉義	79	79	79	86	83	79	75	79	82	80	85	79	80
台中	75	72	77	81	78	78	73	77	73	68	76	70	75
新竹	73	77	82	77	73	77	73	74	75	73	74	76	75
竹北	79	76	83	87	84	80	75	77	74	74	82	74	79
恆春	71	67	72	74	80	88	84	83	79	74	78	73	77

以上為近10年平均值

表 3-2 1990-1999 年近十年台灣每月各地平均濕度值統計表

資料來源：1990-1999 台灣氣象局資料, 地區逐月平均濕度值表

<http://www.bossmen.com/zh/humidity/taiwan.htm>

設定條件 \ 實驗	Test-1	Test-2	Test-3	Test-4
隔離水氣結構	有	有	無	無
Chamber測試環境溫度(°C)	55	35	55	35
Chamber測試環境濕度(%RH)	85	85	85	85
測試時間(hr)	>48	>48	>1	>1

表 3-3 實驗設定比較說明表

飽和水蒸氣壓力表							
溫度 ℃	飽和蒸氣壓 Pa	溫度 ℃	飽和蒸氣壓 Pa	溫度 ℃	飽和蒸氣壓 Pa	溫度 ℃	飽和蒸氣壓 Pa
0	611.9	38	6,624.0	76	40,189.3	114	163,659.6
1	657.7	39	6,990.8	77	41,889.9	115	169,103.9
2	706.6	40	7,374.9	78	43,650.7	116	174,695.8
3	758.6	41	7,777.1	79	45,473.3	117	180,438.1
4	814.0	42	8,198.1	80	47,359.5	118	186,334.1
5	873.0	43	8,638.7	81	49,310.9	119	192,386.6
6	935.7	44	9,099.5	82	51,329.4	120	198,598.9
7	1,002.4	45	9,581.3	83	53,416.8	121	204,974.1
8	1,073.2	46	10,085.0	84	55,574.8	122	211,515.3
9	1,148.4	47	10,611.2	85	57,805.4	123	218,225.7
10	1,228.2	48	11,160.9	86	60,110.4	124	225,108.6
11	1,312.9	49	11,734.8	87	62,491.9	125	232,167.3
12	1,402.7	50	12,334.0	88	64,951.6	126	239,405.1
13	1,497.8	51	12,959.1	89	67,491.7	127	246,825.4
14	1,598.5	52	13,611.3	90	70,114.2	128	254,431.5
15	1,705.2	53	14,291.4	91	72,821.2	129	262,227.0
16	1,818.0	54	15,000.3	92	75,614.6	130	270,215.2
17	1,937.4	55	15,739.1	93	78,496.8	131	278,399.6
18	2,063.6	56	16,508.9	94	81,469.8	132	286,783.8
19	2,196.9	57	17,310.5	95	84,535.8	133	295,371.5
20	2,337.7	58	18,145.2	96	87,697.2	134	304,166.1
21	2,486.4	59	19,013.9	97	90,956.1	135	313,171.4
22	2,643.3	60	19,917.9	98	94,314.9	136	322,391.0
23	2,808.7	61	20,858.2	99	97,775.9	137	331,828.7
24	2,983.2	62	21,836.0	100	101,341.5	138	341,488.2
25	3,167.0	63	22,852.6	101	105,014.1	139	351,373.3
26	3,360.6	64	23,909.1	102	108,796.2	140	361,487.9
27	3,564.5	65	25,006.8	103	112,690.2	141	371,835.8
28	3,779.1	66	26,147.1	104	116,698.7	142	382,420.9
29	4,004.8	67	27,331.1	105	120,824.2	143	393,247.2
30	4,242.2	68	28,560.3	106	125,069.3	144	404,318.6
31	4,491.8	69	29,836.0	107	129,436.7	145	415,639.2
32	4,754.0	70	31,159.6	108	133,929.0	146	427,213.0
33	5,029.4	71	32,532.5	109	138,548.9	147	439,044.1
34	5,318.5	72	33,956.3	110	143,299.1	148	451,136.6
35	5,621.9	73	35,432.3	111	148,182.5	149	463,494.8
36	5,940.3	74	36,962.1	112	153,201.8	150	476,122.6
37	6,274.1	75	38,547.2	113	158,359.8		

表 3-4 飽和水-蒸氣壓力表(溫度表)

實驗對策	Channel點之溫度(T)與其對應之相對濕度(RH%)															Chamber初始環境設定值						
	Channel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
Test-1	Channel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
	Temp.	70	75.3	74.2	70.5	68.6	67.7	74.7	69.9	63.1	62	58.5	55	55	55	55						
Test-2	RH%	43	34.3	35.9	42	45.7	47.5	35.2	43.1	58.3	61.3	72.1	85	85	85	85						
	Channel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
Test-3	Temp.	53.7	57.6	53.8	51	50.7	49.9	55.8	50.2	44.6	41.5	37.7	35	35	35	35						
	RH%	32.3	26.8	32.2	36.9	37.4	38.9	29.2	38.4	50.9	59.9	73.4	85	85	85	85						
Test-4	Channel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
	Temp.	70.4	77.7	76	70.7	69.8	68.3	76.1	70.6	63.4	61.1	57.8	55	55	55	55						
Test-4	RH%	42.2	31	33.3	41.7	43.3	46.3	33.2	41.9	57.5	63.9	74.5	85	85	85	85						
	Channel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
Test-4	Temp.	55	58.9	56	52.3	52.7	51.1	57.5	51	45.7	41.5	39.9	35	35	35	35						
	RH%	30.4	25.2	28.9	34.6	33.9	36.7	27	36.9	48.1	59.9	65.2	85	85	85	85						

表 3-5 實驗量測數據紀錄表-各 Channel 點之溫度與濕度變化情況

第四章 實驗結果分析探討

4.1 ePTFE 細微纖維孔結構與水分子之特性分析探討

如圖 4-1 所示，為研究對象之 Gore-Tex 型號 GAW324 透氣薄膜實物照片及結構說明示意圖。已知薄膜主要是 ePTFE 的結構組成，且由查表 4-1 薄膜詳細規格之特性所知，薄膜本身具有防水 IP67 等級且水蒸氣穿透率可達 $100 \text{ Kg/m}^2/24\text{h}$ ，由此可知，因透氣薄膜之特性所致其外部空氣中的水蒸氣或濕氣會穿透 IP Camera 收音孔之薄膜進入機殼內部，所以如圖 4-2 所示，以實際有效對策之隔離水氣對策結構測試比較說明結果可知，目前以 ePTFE 材質應用所製成的防水透氣薄膜，因薄膜的細微孔的結構尺寸仍大於水蒸氣的水分子，所以對空氣中的濕氣幾乎無法防止其穿透薄膜，並以實驗作不同條件下其有隔離水氣對策及無隔離水氣對策來做以比對應證。

另外，我們由自然環境中起霧的解釋來看，當空氣中的水分子含量達到當時溫度之飽和濕度時，空氣中會因更多的水分子進入而造成水分子析出成為小水滴或霧氣形態，或者是空氣中水分子受到額外的溫度升高後而產生蒸發情況而成為水蒸氣形態，所以若以水分子體積大小方面來分析常見的霧氣與水蒸氣，[13]其以光學測量結果來說明，最常見的水分子的半徑最小可為 $0.4\sim 1 \mu\text{m}$ 左右，但因為 Gore-Tex 透氣薄膜的膨體聚四氟乙烯的製程關係，其細微孔隙結構的孔徑尺寸大小一般會在 $0.2\sim 15 \mu\text{m}$ 左右。因此水分子與 ePTFE 的物理特性分析來推判，較濕的空氣中的氣化型態之水分子還是會

穿透防水薄膜。

4.2 隔離水氣對策結構之測試結果

所以由實驗 Test-3 與 Test-4 實驗結果可推知，其產生起霧的半圓型透明球罩區域的空氣已達其當時溫度之最大飽和濕度，而因透氣薄膜不斷由 Chamber 中帶進水分子進入，所以此時空氣中多餘的水分子就被析出而產生起霧情形。因此以實驗證明比較，Test-3 與 Test-4 會造成起霧皆分別於收音孔結構沒有作隔離外部 Chamber 相對濕度 85% RH 濕氣之防水氣結構，所以濕氣由薄膜進入內部空氣後其相對濕度會隨時間拉長而相對一直提高，也就是說，Chamber 環境中的濕氣為保持一定之水分子量，而因為濕氣不斷的進入內部空氣，而內部各溫度區域的空氣相對濕度也會一直提高至飽和或平衡狀態，因此，若於內部溫度較低區域的空氣中水分子含量本來容許含量就比較低(飽和濕度較低)，其就會很容易發生水分子被析出造成起霧現象。反之對於，內部溫度較高的區域其空氣中可以容納比較高的水分子含量(飽和濕度較高)，所以會發生起霧的機率也就相對較低也較不易產生。另外，參考實驗 Test-3 與 Test-4 之溫濕度紀錄表，如表 3-5 所詳細紀錄其 Thermocouple 量測出各 Channel 點的溫度值及以克勞西斯-克拉皮龍方程式計算出的各 Channel 溫度時對應之相對濕度值，由表 3-5 中查其會產生起霧的 Channel-11(透明半圓型球罩)，此區域距離發熱源的電路板最遠而且實際量測出來此區域的溫度也為最低，如表 3-5 所示 Test-3 與 Test-4 為不同環境溫度條件下(55°C 與 35°C)的測試，其球罩區域溫度分別為 57.8°C 與 39.9

°C，相對濕度分別為 74.5%RH 與 65.2 %RH，所以若與其它 Channel 量測區域點的各相對濕度值比較之下，球罩區域的空氣中相對濕度是較高的，也就是說球罩區域的空氣中其能夠再容下水分子的含量已剩下 25.5%與 34.8%百分比之水分子含量，因此只要外部濕氣不斷進入後而使空氣中水分子含量到 100%後，此時空氣中多餘的水分子也就會被析出產生起霧現象。而另外以 Test-1 與 Test-2 為針對隔離水氣對策驗證的結果，隔離水氣對策實驗結果如附錄一、附錄二所示，其中 Test-1 與 Test-2 為實驗設定於不同 Chamber 溫濕環境條件下，其分別為 35°C/85%RH 溫度/濕度與 55°C/85%RH 溫度/濕度。而測試結果，兩相同對策下的 IP Camera 球罩部份都沒有產生起霧的情形。其中 Test-1 為 55°C/85%RH 條件下至少連續測試 54 小時以上，也未產生起霧，如圖 4-3 為 Test-1 完整測試紀錄下 IP Camera 機台在達到平衡穩定工作溫度後之 Channel 溫度和時間的變化分佈圖，而詳細結果可參考如附錄一及附錄二中之測試報告所示；無隔離水氣結構對策的測試後結果則可參考如附錄三、附錄四所示測試報告所示。

4.3 溫度與濕度之相對關係

而在濕度定義的區分上，可分為 ρ_{ws} 飽和濕度、 ρ_w 絕對濕度及 ϕ 相對濕度三種定義。飽和濕度為某溫度狀態下空氣中所能包容的最大水分子量或水蒸氣量，溫度越高時飽和濕度也會越高；絕對濕度為大氣環境中當時一定的空氣體積內所含的水分子量或水蒸氣量；相對濕度為絕對濕度與飽和濕度之比值，意為相對濕度=(絕對濕度/

飽和濕度)*100%，當相對濕度為 100%時，即代表絕對濕度=飽和濕度，此時空氣中再也容不下其它多餘的水蒸氣加入，一旦加入了多餘的水蒸氣後就會迅速凝結成水。所以空氣中的水分子蒸發難易度是與溫度及濕度都有密切關係的。也就是說明：溫度越高飽和溼度值越高，可融入的水蒸氣量越多；相對濕度越低時，可融入的水蒸氣量空間越大。

而所謂蒸發是指液態水經吸熱而汽化成為氣態的現象。其蒸發之主要原因除了加熱來源之外，另外就是與大氣中的溫度、濕度相關。所以，在實驗中無隔離水氣對策，因為 Chamber 環境其絕對濕度不變，而 Chamber 設定固定濕度的水氣不斷藉由透氣薄膜進入機台內部空間，又加上機台內部的發熱元件熱的影響，各 Channel 區域點的溫度不同則其相對濕度也會不同。

[14] 以下是常用之計算絕對濕度公式(4-1)與相對濕度的公式(4-2)：

$$\rho_w = (e / R_w) \cdot T = m / V \quad (4-1)$$

$$\varphi = (\rho_w / \rho_{w, \max}) \cdot 100\% = (e / E) \cdot 100\% = (s / S) \cdot 100\% \quad (4-2)$$

另外，可配合如公(4-1)與(4-2)之計算，並利用如圖 4-4 與表 4-2 環境溫度與濕度計算對應表中，可求得在一般大氣環境下可依不同的溫度與濕度的條件換算得當時環境下每一公斤重之空氣中所含的水分子質量。

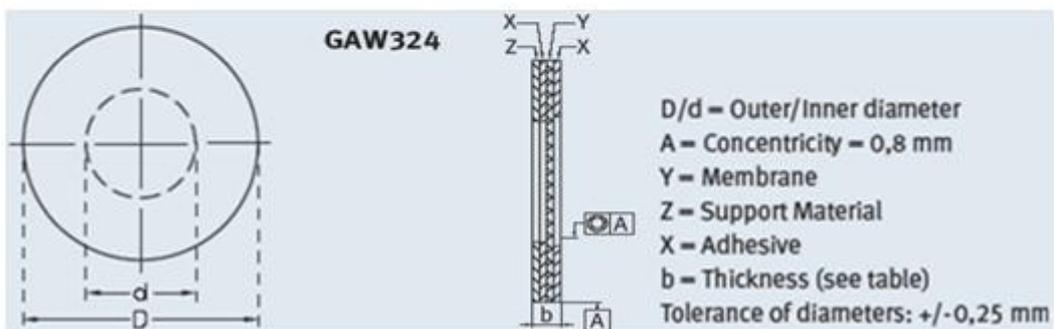


圖 4-1 Gore-Tex 型號 GAW324 透氣薄膜實物照片及結構說明示意圖
資料來源：Gore Protective Vents of Product Performance Specification.

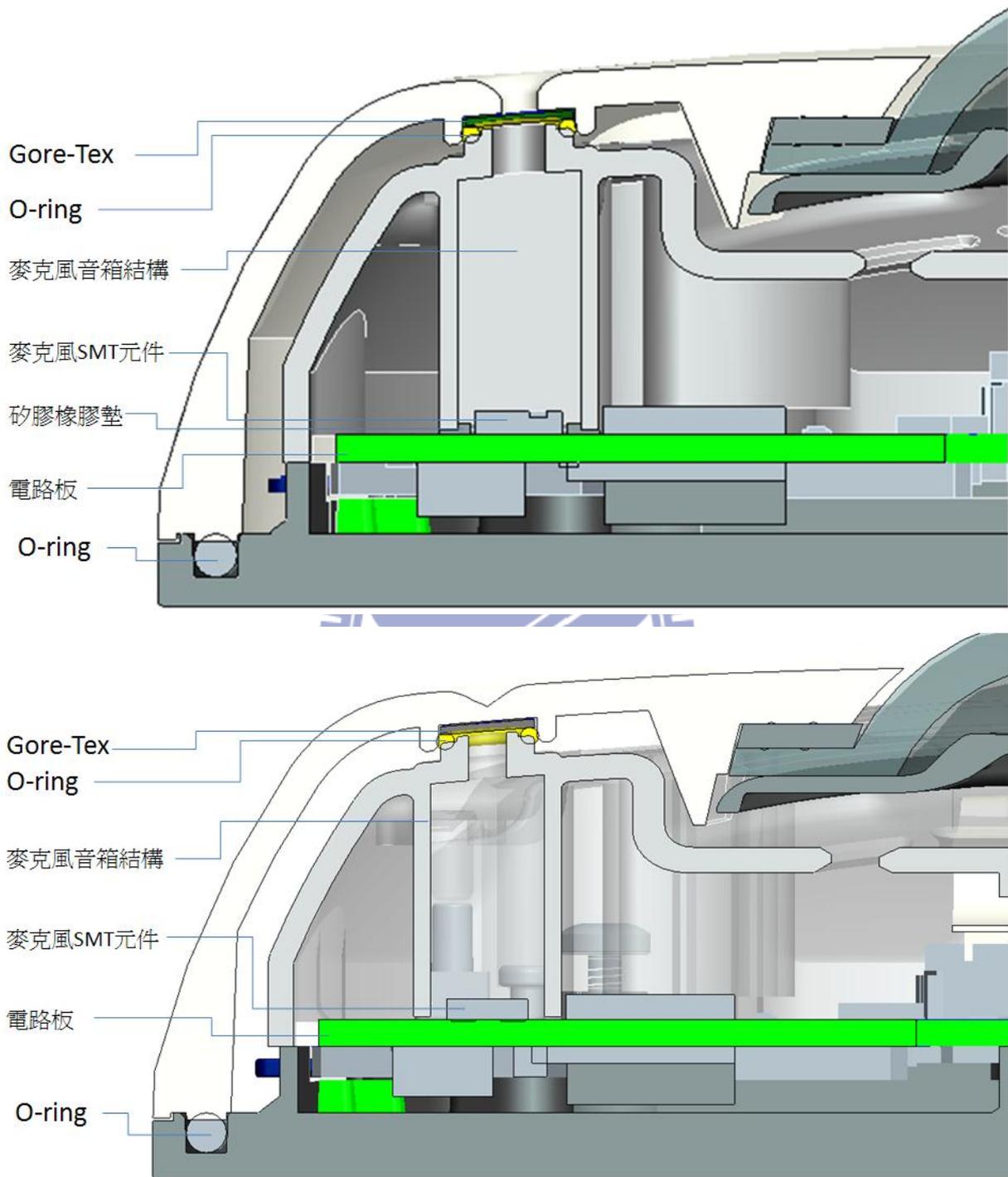


圖 4-2 隔離水氣結構對策之示意比較說明圖

上圖：有隔離水氣對策之矽膠橡膠墊/下圖：無隔離水氣對策之矽膠橡膠墊

資料來源：Copyright© GemTek Technology Co., Ltd., All Rights Reserved.

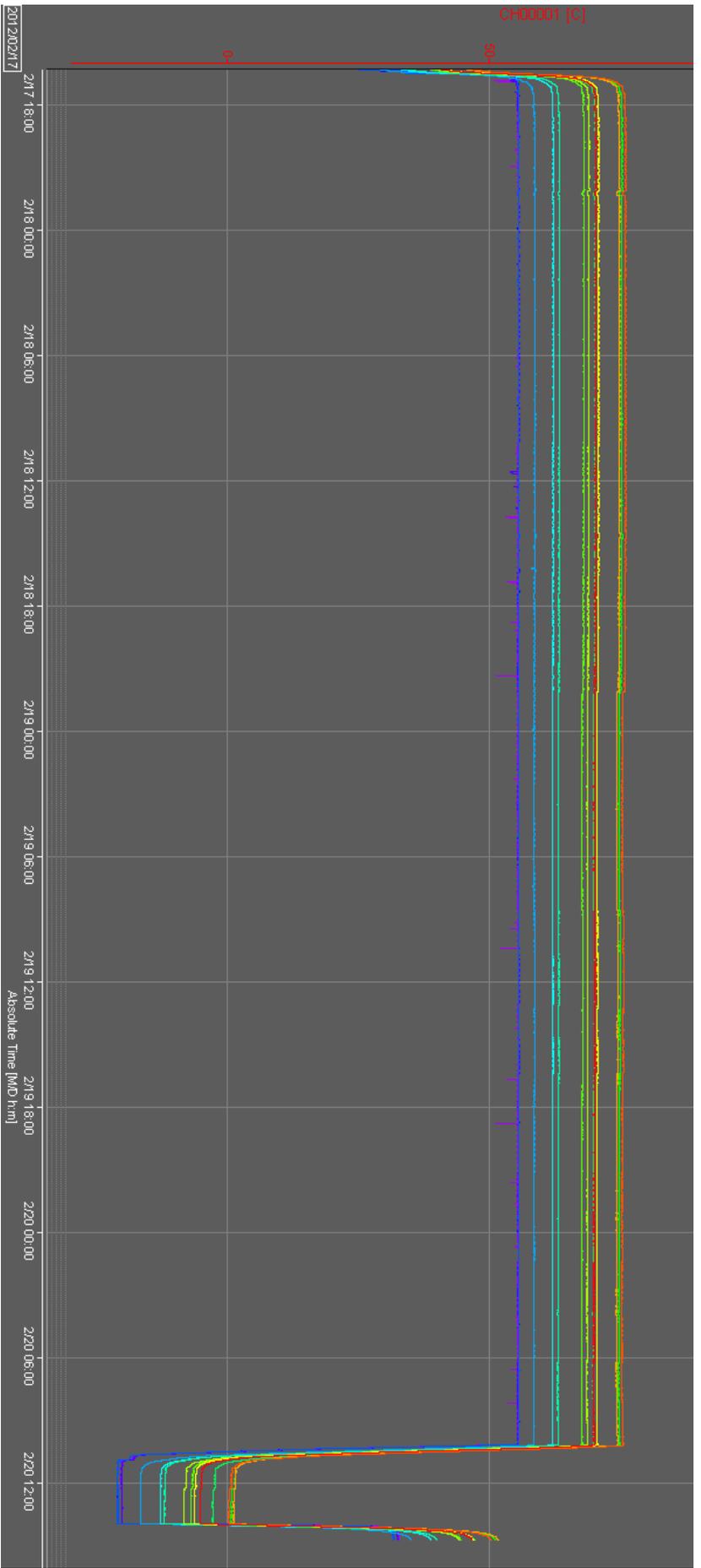


圖 4-3 Test-1Channel 溫度和時間之變化分佈圖
 資料來源：Copyright© GemTek Technology Co., Ltd., All Rights Reserved.

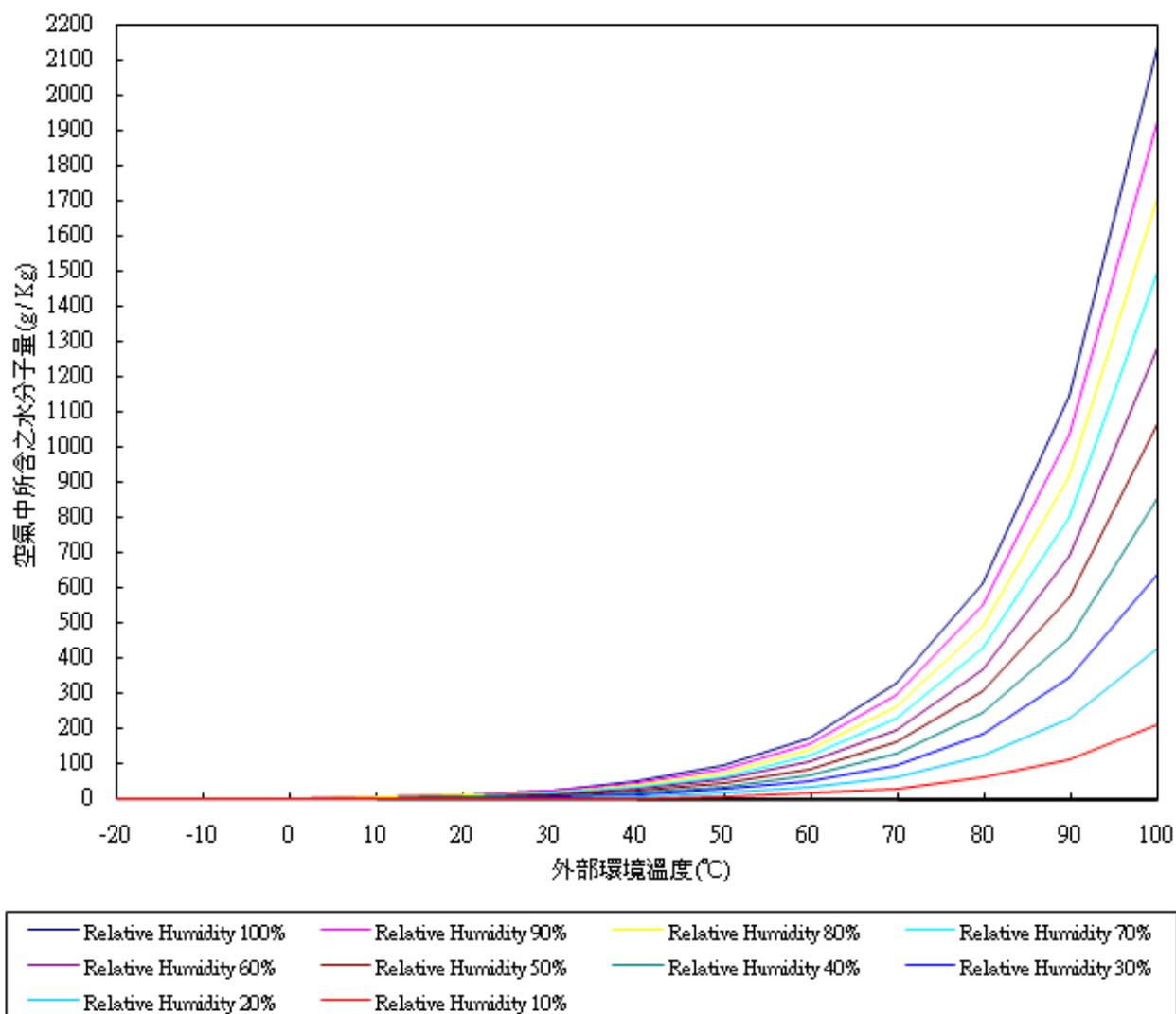


圖 4-4 環境溫度與濕度計算對應圖

資料計算方式來源：

<http://www.lenntech.com/calculators/humidity/relative-humidity.htm>

Product Performance	Series GAW324	Series GAW325	Series VE4	Series VE8
IP rating (IEC 529, 2nd)	IP67, IP68 ³		IP67	
Water entry pressure of membrane	> 1,0 bar/60 sec (> 14, 5 psi/60 sec)		> 0,4 bar/60 sec (> 5,7 psi/60 sec)	
Typical airflow dp = 70 mbar / 1.0 psi	5 ml/min/mm ²		33 ml/min/mm ²	26 ml/min/mm ²
Moisture Vapor Transmission Rate ASTM D-6701	> 100 kg/m ² /24h		17 kg/m ² /24h	26 kg/m ² /24h
Transmission loss (up to 3 kHz)	< 1 dB	< 1 dB	< 5 dB	< 6 dB
Acoustic impedance in rayls ASTM 1050 modified	83 rayls MKS average ¹ 120 rayls MKS at 300 Hz	91 rayls MKS average ¹ 125 rayls MKS at 300 Hz	830 rayls MKS average ¹ 2500 rayls MKS at 300 Hz	980 rayls MKS average ¹ 3000 rayls MKS at 300 Hz

Product Characteristics	Series GAW324	Series GAW325	Series VE4	Series VE8
Membrane type	ePTFE			
Membrane characteristic	Hydrophobic	Oleophobic	Hydrophobic	Oleophobic
Membrane color	Black		White	
Backing material	None		PET-Nonwoven	
Backing material color	None		White	
Thickness reference	0,5 mm		0,3 mm	
Part orientation	Liquid may face part from either direction		Membrane needs to face the outside (liquid) environment	

Environmental Performance	Series GAW324	Series GAW325	Series VE4	Series VE8
Salt spray test DIN EN ISO 9227	No penetration of salt crystals through the membrane into the housing			
Temperature resistance	- 40°C to +100°C		- 40°C to +70°C	- 40°C to +100°C
Adhesive system ²	GA2025 acrylic		GA2021 acrylic	GA2025 acrylic

表 4-1 Gore-Tex 型號 GAW324 之材質特性說明表

資料來源：Gore Protective Vents of Product Performance Specification.

Relative Humidity	溫度(°C)												
	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
100	1.21	2.25	4.2	7.84	14.62	27.27	50.87	94.9	177	330.3	616.1	1149	2144
90	1.09	2.03	3.78	7.05	13.16	24.54	45.78	85.41	159.3	297.2	554.5	1034	1930
80	0.97	1.8	3.36	6.27	11.69	21.81	40.69	75.92	141.6	264.2	492.9	919.5	1715
70	0.84	1.58	2.94	5.48	10.23	19.09	35.61	66.43	123.9	231.2	431.3	804.5	1501
60	0.72	1.35	2.52	4.7	8.77	16.36	30.52	56.94	106.2	198.2	369.7	689.6	1286
50	0.6	1.13	2.1	3.92	7.31	13.63	25.43	47.45	88.52	165.1	308.1	574.7	1072
40	0.48	0.9	1.68	3.13	5.85	10.91	20.35	37.96	70.81	132.1	246.4	459.7	857.7
30	0.36	0.68	1.26	2.35	4.39	8.18	15.26	28.47	53.11	99.08	184.8	344.8	643.2
20	0.24	0.45	0.84	1.57	2.92	5.45	10.17	18.98	35.41	66.05	123.2	229.9	428.8
10	0.12	0.23	0.42	0.78	1.46	2.73	5.09	9.49	17.7	33.03	61.61	114.9	214.4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 4-2 環境溫度與濕度計算對應表(Calculated grams of H₂O per kg of air)

計算方式來源：

<http://www.lenntech.com/calculators/humidity/relative-humidity.htm>

第五章 結論與建議

5.1 結論

由實驗結果可知，內部受電路板上的發熱元件 Channel-1 至 Channel-7 等影響後，殼內部與外部 Chamber 設定溫度達到平衡後，所有 Channel 點的溫度也就不會再升高，因為實驗 Chamber 可視為等容等壓環境，其殼內部所有 Channel 點區域之相對濕度與外部 Chamber 環境之相對濕度也會因擴散作用而達到平衡，所以外部 Chamber 高濕度空氣的水氣會藉由薄膜擴散進入 IP Camera 殼內部空氣之中。因此在綜合分析 Gore-Tex 應用上所造成起霧原因的結果後，其造成起霧原因主要原因歸納為下列兩點，並以說明及建議預防方式如下：

(1) 因 ePTFE 細微孔尺寸 ($0.2\sim 15\mu\text{m}$) 仍大於空氣形成之水蒸氣或霧氣形態的水分子大小 ($0.4\sim 1\mu\text{m}$)，所以如要確保空氣中水氣不滲透薄膜後而進入本體內部，建議還是需要以隔離水氣結構的設計來避免水氣進入，如此才能避免外部空氣中的濕氣不斷進入本內部環境，如此才能避免不論內部區域溫度不同時當下形成各相對濕度差時所造成的水氣析出問題，以及避免內部高溫所產生水分子蒸發的起霧現象。

(2) 如實驗分析結果表 3-5，內部電子零件所產生之溫度愈高處其相對濕度較低 (此時溫度之 $\rho_{w, \max}$ 較高)，而此對於內部溫度較低處其相對濕度會相對提高 (此時溫度之 $\rho_{w, \max}$ 較低)，而加上內部溫度不均勻的結果，也造成 $\rho_{w, \max}$ 較高處往 $\rho_{w, \max}$ 較低處擴散，因此導致較低

溫度處空氣中水分子超過其當下溫度之飽和濕度而形成起霧現象。所以若可有效的控制其內部的溫度分佈均勻性，也是可以防止內部空氣因濕度高低時而造成擴散效應的起霧影響。

5.2 建議

為了有效阻絕外部空氣中的濕氣進入封閉腔體內，其針對應用透氣薄膜的麥克風收音孔的設計上必需與內部空氣完全隔離，在實際測試的 IP Camera 的結構設計上也是需達到 IP67 的封閉腔體等級，且收音孔選用的 Gore-Tex 透氣薄膜也是需有 IP67 防水等級，如此產品在整體結構上與隔離水氣的收音孔配合，方可有效防止應用透氣薄膜產生霧氣的現象。所以研究內容主要是針對監視器運用 Gore-Tex 作為防水收音孔之用途的分析說明，因此不同結構上或相關應用產品上或許也會有不同的作法。

5.3 未來研究探討

因為目前相關設備資源與軟體熟悉應用上的限制，所以目前還無法以 CAE 模擬數值分析方式來做深入的研究探討。因此現階段研究以實際實驗量測溫度並以相關公式推導計算方式，來求出其量測溫度與相對濕度後的相對關係來分析推判，希望未來學術上或研究上會有更進一步以數值分析模擬方式來做探討透氣薄膜應用的相關研究。

而在透氣薄膜材質的應用上，對於戶外式電子設備產品上使用在散熱用途或是作為類似研究中的戶外使用收取影像產品上時，其

對於未來之環境氣象變遷及將來氣候四季的劇惡變化趨勢來看，此防水透氣材質運用在將來工業上應會愈來愈廣泛，因此，若可於 ePTFE 薄膜製程上使其製作出來的纖維組織細孔尺寸更為微小，或許將來薄膜也就可以防水及防水氣穿透，所以在將來於薄膜材質的改質或是進一步相關製程改良研究，應會有更多可想像與創造不同需求的材質出現，希望未來可以看到這些產品的出現與及相關製程改良的應用發明。



參 考 文 獻

- [1]. 正文科技股份有限公司, BU4-Brickcom 事業群, IP Camera Roadmap Presentation, Jul. 27 2010。
- [2]. IEC(International Electrotechnical Commission)國際電工技術委員會, 「IEC60529:200 條例的防水保護結構等級說明及測試方法」, Oct. 25 2006 修訂版。
- [3]. 「Governing Standard BS EN50155 Railway Application-Electronic equipment used on rolling stock」, 鐵路電子設備應用測試之規範, May, 10 2006 修訂版。
- [4]. 美梭科技材料股份有限公司, 程一麟, 奈米科技於傳統產業之應用介紹。
- [5]. 蘇俊鐘, NCHC 奈米科學研究小組研究報告, 2003. 6. 23。
- [6]. 唐自標, 「奈米級加工材料於紡織及生醫材上之應用研究」, 行政院原子能委員會委託研究計劃研究報告, 民國九十四年十二月七日。
- [7]. 林天送, 「意外的產物鐵氟龍」, 科學發展月刊, 第 443 期, 2009. 11。
- [8]. 許評順, 「高分子 PTFE 押出流變特性量測系統之建立」, 中原大學機械工程學系, 碩士論文, 民國九十三年七月。
- [9]. 郭文一, 「貼合溫度對聚四氟乙烯薄膜/聚酯不織布物性之影響」, 逢甲大學紡織工程研究所, 碩士論文, 民國九十五年六月。
- [10]. GORE Creative Technologies(戈爾公司), Protectivevents Department,
http://www.gore.com/en_xx/technology/index.html。
- [11]. ASHRAE 2001 Handbook of Fundamentals, 「American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers, 2001.」。
- [12]. 馮丁樹, 發表文章「濕空氣之特性」, 2001. 10. 14。

[13]. 劉復誠，「談霧之形成過程與特性」，科學月刊，第 203 期，1986.11。

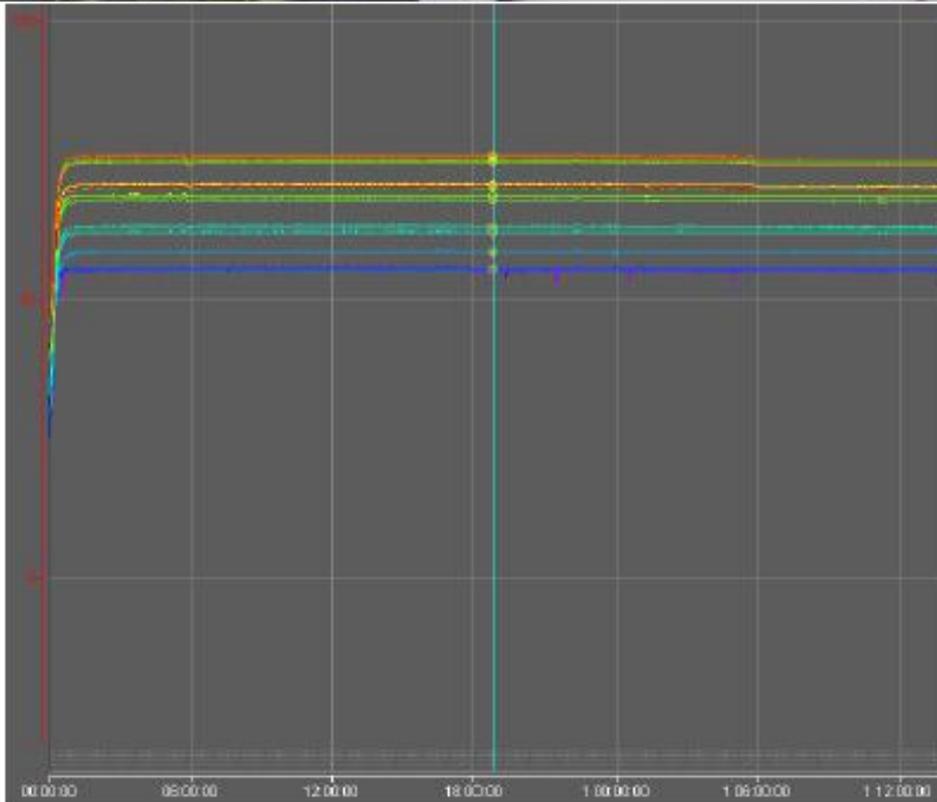
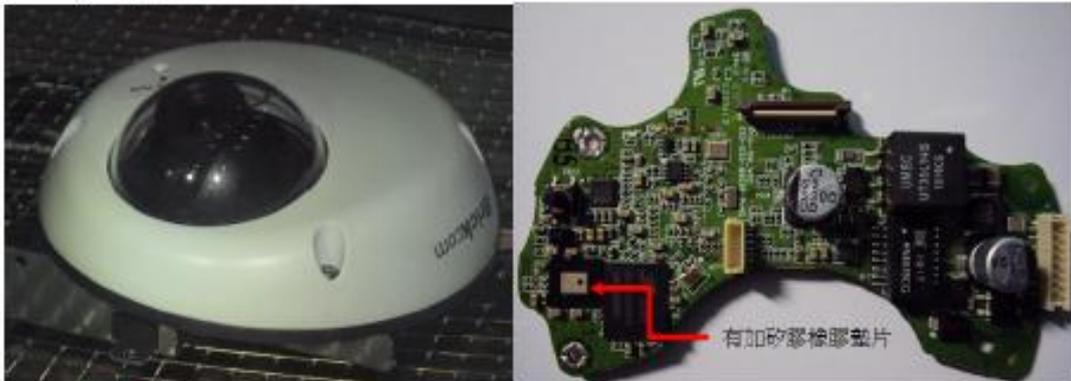
[14]. 參考資料：維基百科；<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/Humidity>。



附 錄 一

Specimen No	IPCG-109_V03	Evaluated By	Grace_Chou
Place of Evaluation	Thermal Chamber ETAC TH-411A	Evaluation Date	2012/2/23
Temp. and Humidity	55°C, 85%		

Test-1 55°C, 85%

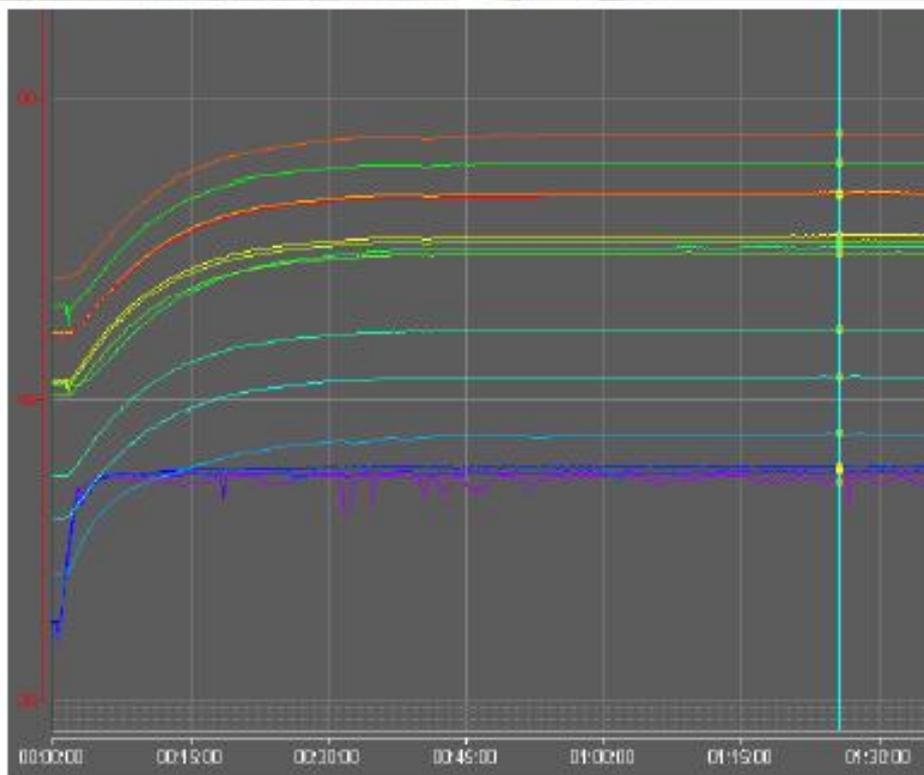
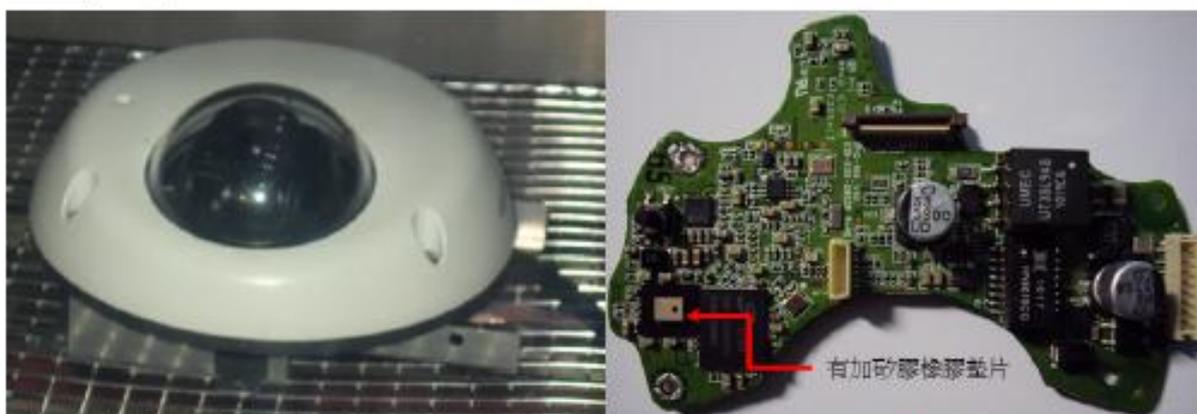


This document is copyrighted and may not be copied or disclosed to a third party without the specific written authority of Gemtek. Copyright Gemtek Technologies.
COMPANY CONFIDENTIAL: NOT FOR EXTERNAL DISTRIBUTION

附 錄 二

Specimen No	IPCG-109_V03	Evaluated By	Grace_Chou
Place of Evaluation	Thermal Chamber ETAC TH-411A	Evaluation Date	2012/3/12
Temp. and Humidity	35°C, 85%		

Tese-2 35°C, 85%



This document is copyrighted and may not be copied or disclosed to a third party without the specific written authority of Gemtek. Copyright Gemtek Technologies.
COMPANY CONFIDENTIAL: NOT FOR EXTERNAL DISTRIBUTION

附 錄 三

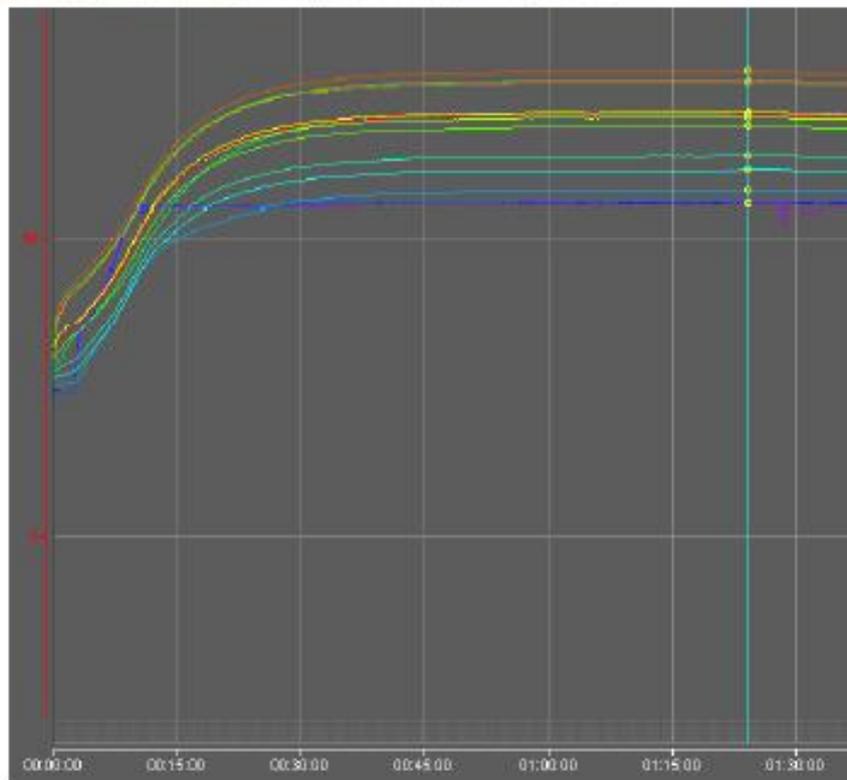


Test Report for GemTek DQE

Ref:
Iss: 1.00
Page: 16 of 16

Specimen No	IPCG-109_V03	Evaluated By	Grace_Chou
Place of Evaluation	Thermal Chamber ETAC TH-411A	Evaluation Date	2012/2/23
Temp. and Humidity	55°C, 85%		

Test-3 55°C, 85%



This document is copyrighted and may not be copied or disclosed to a third party without the specific written authority of Gemtek. Copyright Gemtek Technologies.
COMPANY CONFIDENTIAL: NOT FOR EXTERNAL DISTRIBUTION

附 錄 四

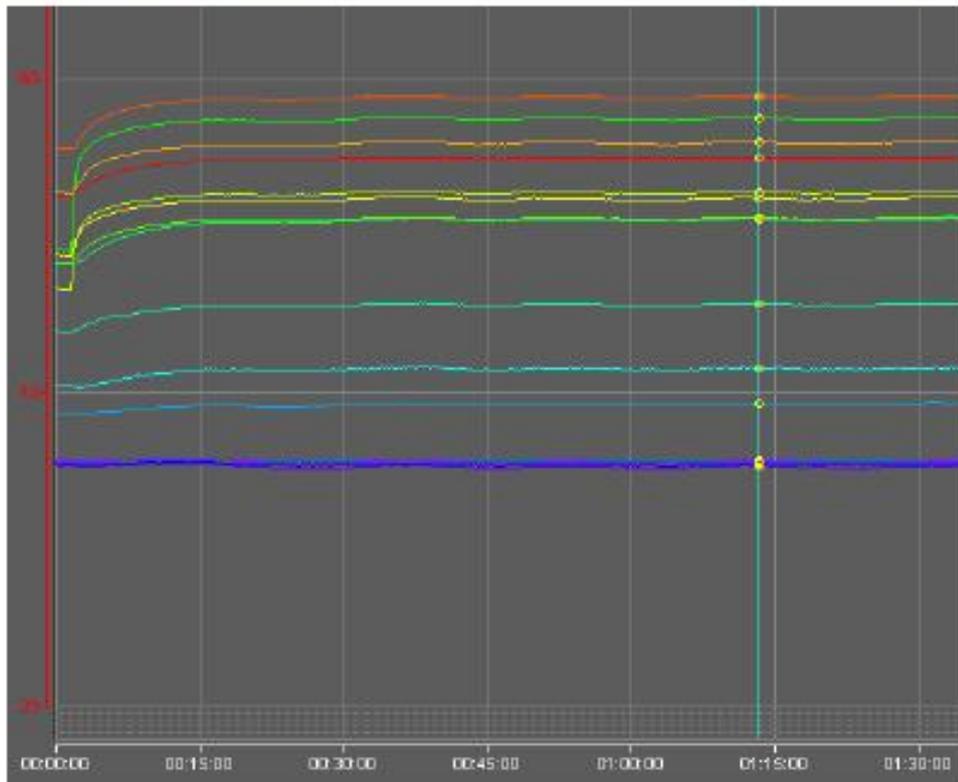
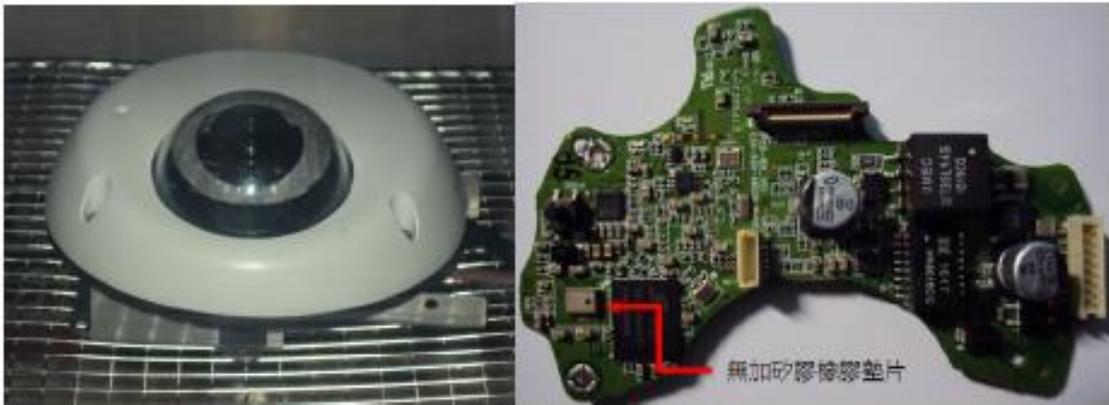


Test Report for GemTek DQE

Ref:
Iss: 1.00
Page: 17 of 17

Specimen No	IPCG-109_V03	Evaluated By	Grace_Chou
Place of Evaluation	Thermal Chamber ETAC TH-411A	Evaluation Date	2012/3/12
Temp. and Humidity	35°C, 85%		

Tese-4 35°C, 85%



This document is copyrighted and may not be copied or disclosed to a third party without the specific written authority of Gemtek. Copyright Gemtek Technologies.
COMPANY CONFIDENTIAL: NOT FOR EXTERNAL DISTRIBUTION

附 錄 五



Test Report for GemTek DQE

Ref:
Iss: 1.00
Page: 18 of 18

Specimen No	IPCG-109_V03	Evaluated By	Grace_Chou
Place of Evaluation	Thermal Chamber ETAC TH-411A	Evaluation Date	2012/2/23
Temp. and Humidity	55°C, 85%		

Test-1 Limit compute

Location	Θ_{Jc} or J_a	PD	Max-Tj	Tc Limit
CH-01	Q1 (AP9685GM)	25	2.5W	87.5
CH-02	U620 (OV0620-LB10)	50	0.495W	102.0
CH-03	LAT1 (LC4032ZE-7TN48C)	Operation Junction Temperature: 0~+90 °C		90.0
CH-04	U1 (GM8161SS-BE)	Max Case Temperature: 115.2 °C		115.2
CH-05	U550 (V58C2512804SBJ5I)	0.2	1.6W	99
CH-06	U109 (S29GL128P11FFI010)	39(Ja)	0.165W	125
CH-07	U55 (V58C2512804SBJ5I)	0.2	1.6W	99

Location	Tc Limit	Test-1
CH-01	87.5	70
CH-02	102.0	75.3
CH-03	90.0	74.2
CH-04	115.2	70.5
CH-05	98.6	68.6
CH-06	118.5	67.7
CH-07	118.5	74.7
CH-08	N/A	69.9
CH-09	N/A	63.1
CH-10	N/A	62
CH-11	N/A	58.5
CH-12	N/A	55.6
CH-13	N/A	55.6
CH-14	N/A	55.6
CH-15	N/A	55.5
Humidity	N/A	85%

This document is copyrighted and may not be copied or disclosed to a third party without the specific written authority of Gemtek. Copyright Gemtek Technologies.
COMPANY CONFIDENTIAL: NOT FOR EXTERNAL DISTRIBUTION

附 錄 六



Test Report for GemTek DQE

Ref:
Iss: 1.00
Page: 19 of 19

Specimen No	IPCG-109_V03	Evaluated By	Grace_Chou
Place of Evaluation	Thermal Chamber ETAC TH-411A	Evaluation Date	2012/3/12
Temp. and Humidity	35°C, 85%		

Test-2 Limit compute

Location	Θ_{Jc} or J_a	PD	Max-Tj	Tc Limit
CH-01 Q1 (AP9685GM)	25	2.5W	150	87.5
CH-02 U620 (OV0620-LB10)	50	0.495W	125	102.0
CH-03 LATI (LC4032ZE-7TN48C)	Operation Junction Temperature: 0~+90 °C			90.0
CH-04 U1 (GM8161SS-BE)	Max Case Temperature: 115.2 °C			115.2
CH-05 U550 (V58C2512804SBJ5I)	0.2	1.6W	99	98.6
CH-06 U109 (S29GL128P11FFI010)	39(Ja)	0.165W	125	118.5
CH-07 U55 (V58C2512804SBJ5I)	0.2	1.6W	99	118.5

Location	Tc Limit	Test-2
CH-01 Q1 (AP9685GM)	87.5	53.7
CH-02 U620 (OV0620-LB10)	102.0	57.6
CH-03 LATI (LC4032ZE-7TN48C)	90.0	53.8
CH-04 U1 (GM8161SS-BE)	115.2	51
CH-05 U550 (V58C2512804SBJ5I)	98.6	50.7
CH-06 U109 (S29GL128P11FFI010)	118.5	49.9
CH-07 U55 (V58C2512804SBJ5I)	118.5	55.8
CH-08 Housing	N/A	50.2
CH-09 Housing	N/A	44.6
CH-10 Housing	N/A	41.5
CH-11 Housing	N/A	37.7
CH-12 Ambient Temperature	N/A	35.4
CH-13 Ambient Temperature	N/A	35.6
CH-14 Ambient Temperature	N/A	35
CH-15 Ambient Temperature	N/A	35
Humidity	N/A	85%

This document is copyrighted and may not be copied or disclosed to a third party without the specific written authority of Gemtek. Copyright Gemtek Technologies.
COMPANY CONFIDENTIAL; NOT FOR EXTERNAL DISTRIBUTION

附 錄 七



Test Report for GemTek DQE

Ref:
Iss: 1.00
Page: 20 of 20

Specimen No	IPCG-109_V03	Evaluated By	Grace_Chou
Place of Evaluation	Thermal Chamber ETAC TH-411A	Evaluation Date	2012/2/23
Temp. and Humidity	55°C, 85%		

Test-3 Limit compute

Location	Θ_{Jc} or J_a	PD	Max-Tj	Tc Limit
CH-01 Q1 (AP9685GM)	25	2.5W	150	87.5
CH-02 U620 (OV0620-LB10)	50	0.495W	125	102.0
CH-03 LAT1 (LC4032ZE-7TN48C)	Operation Junction Temperature:0~+90 °C			90.0
CH-04 U1 (GM8161SS-BE)	Max Case Temperature:115.2 °C			115.2
CH-05 U550 (V58C2512804SBJ5I)	0.2	1.6W	99	98.6
CH-06 U109 (S29GL128P11FFI010)	39(Ja)	0.165W	125	118.5
CH-07 U55 (V58C2512804SBJ5I)	0.2	1.6W	99	118.5

Location	Tc Limit	Test-3
CH-01 Q1 (AP9685GM)	87.5	70.4
CH-02 U620 (OV0620-LB10)	102.0	77.7
CH-03 LAT1 (LC4032ZE-7TN48C)	90.0	76
CH-04 U1 (GM8161SS-BE)	115.2	70.7
CH-05 U550 (V58C2512804SBJ5I)	98.6	69.8
CH-06 U109 (S29GL128P11FFI010)	118.5	68.3
CH-07 U55 (V58C2512804SBJ5I)	118.5	76.1
CH-08 Housing	N/A	70.6
CH-09 Housing	N/A	63.4
CH-10 Housing	N/A	61.1
CH-11 Housing	N/A	57.8
CH-12 Ambient Temperature	N/A	55.7
CH-13 Ambient Temperature	N/A	55.7
CH-14 Ambient Temperature	N/A	55.6
CH-15 Ambient Temperature	N/A	55.5
Humidity	N/A	85%

This document is copyrighted and may not be copied or disclosed to a third party without the specific written authority of Gemtek. Copyright Gemtek Technologies.
COMPANY CONFIDENTIAL: NOT FOR EXTERNAL DISTRIBUTION

附 錄 八



Test Report for GemTek DQE

Ref:
Iss: 1.00
Page: 21 of 21

Specimen No	IPCG-109_V03	Evaluated By	Grace_Chou
Place of Evaluation	Thermal Chamber ETAC TH-411A	Evaluation Date	2012/3/12
Temp. and Humidity	35°C, 85%		

Test-4 Limit compute

Location	Θ_{Jc} or J_a	PD	Max-Tj	Tc Limit
CH-01 Q1 (AP9685GM)	25	2.5W	150	87.5
CH-02 U620 (OV0620-LB10)	50	0.495W	125	102.0
CH-03 LATI (LC4032ZE-7TN48C)	Operation Junction Temperature: 0~+90 °C			90.0
CH-04 U1 (GM8161SS-BE)	Max Case Temperature: 115.2 °C			115.2
CH-05 U550 (V58C2512804SBJ5I)	0.2	1.6W	99	98.6
CH-06 U109 (S29GL128P11FFI010)	39(Ja)	0.165W	125	118.5
CH-07 U55 (V58C2512804SBJ5I)	0.2	1.6W	99	118.5

Location	Tc Limit	Test-4
CH-01 Q1 (AP9685GM)	87.5	55
CH-02 U620 (OV0620-LB10)	102.0	58.9
CH-03 LATI (LC4032ZE-7TN48C)	90.0	56
CH-04 U1 (GM8161SS-BE)	115.2	52.3
CH-05 U550 (V58C2512804SBJ5I)	98.6	52.7
CH-06 U109 (S29GL128P11FFI010)	118.5	51.1
CH-07 U55 (V58C2512804SBJ5I)	118.5	57.5
CH-08 Housing	N/A	51
CH-09 Housing	N/A	45.7
CH-10 Housing	N/A	41.5
CH-11 Housing	N/A	39.3
CH-12 Ambient Temperature	N/A	35.8
CH-13 Ambient Temperature	N/A	35.6
CH-14 Ambient Temperature	N/A	35.5
CH-15 Ambient Temperature	N/A	35.8
Humidity	N/A	85%

This document is copyrighted and may not be copied or disclosed to a third party without the specific written authority of Gemtek. Copyright Gemtek Technologies.
COMPANY CONFIDENTIAL: NOT FOR EXTERNAL DISTRIBUTION