

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

高中-應用科學科

科 別：生活與應用科學

組 別：高中組

作品名稱：空氣對流多功能應用

關 鍵 詞：散 熱、對 流、煙囪效應

編 號：040806

學校名稱：

國立鳳山高級中學

作者姓名：

黃顯中

指導老師：

楊右銘



壹、研究動機

1. 電視新聞常見垃圾抗爭問題，使我聯想到房屋建築，為防止太陽熱能進入，必須採用隔熱材料所引發之環保及防火問題，雖然與因一般日常生活產生之垃圾所引發之垃圾抗爭無直接關係，但我想只要此隔熱材料產生之垃圾日益增多，遲早會發生處理困難與抗爭問題，讓我心想如果可以不使用隔熱材料而可以隔熱不是很好嗎？
2. 當我看到中華民國大氣層保護協會之會訊在討論 CO₂ 與 CFC 之排放問題時，向我父親詢問隔熱材料之材質與來源，才知道隔熱材料大部份為塑化材料，為達到有良好的隔熱效果，就必須發泡，發泡劑都為 CFC 類產品，該類產品會破壞臭氣層，塑化材料之來源為輕油列解，以前常見高雄市楠梓區後勁地區居民抗爭，就是為了反對五輕之興建，以前我不知道為什麼抗爭，現在我知道了，原來輕油列解是一種高污染、高耗能源的工業，所以才受到反對興建，且電力能源若取自火力發電，又是一種 CO₂ 的排放及空氣污染的重要來源之一，所以電廠的興建同樣遭當地居民所反對，也因此更堅定我研究不使用隔熱材料的決心。
3. 有一次到同學家，他家樓頂有增建，用的是鐵皮搭建，雖然使用隔熱材料，但仍甚悶熱，那時我靈機一動，若能使熱氣排出不就涼爽

了嗎？又看到電視新聞報導，又九二一災區臨時鐵皮教室熱的問題，更讓我感同身受，由此引導出我研究的方向—空氣對流。

4. 九二一震災，震出了我的靈感，當初我非常納悶，這麼堅固的大樓 — 板橋博士的家、台北松山東星大樓為什麼會倒，思索多日，由各媒體報導，得知是建築結構與偷工減料的問題，但為什麼倒的全部都是混凝土結構的大樓，而非鋼骨結構的大樓，後來經請教建築界與資料收集，才知道鋼骨結構之抗震能力較強的關係，但鋼骨結構使用的牆壁都是吊掛式，有一次參觀發明展，有一發明人設計一輕質水泥，說如此可減少結構費用，又一發明人設計一種吊掛壁板，材質使用的是隔熱材料，不符合環保，政府又一直在宣導環保觀念，我靈機一動，思索著要如何設計一個既輕又符合環保之壁板，當時我正在研究散熱屋頂之設計，當時對空氣對流研究到有一相當成果，於是將散熱屋頂設計移用到壁板，發現效果不佳，引起我繼續深入研究改進的興趣，經多次之實驗，才發現兩者之理論是互通的，但結構是不同的，後來也提出專利申請，在很短的時間便被核准發明專利，經延期半年公告，於今年二月十一日已在專利公報上公告了(見專利公報)，這是我生平第一項專利，而且又是發明專利，所以我非常高興。

5.在台北市停車場火災，由電視報導見火之大，消防車灌水無效，真是可怕，讓我想起有一次登山郊遊時，見一農夫在山坡地燃燒雜草堆時的景象，起初農夫要點燃雜草不很容易，但當點燃不一會兒功夫，火之旺，所引起風之大，情況類似，那時我只是想是空氣對流的一種現象，新聞報導是什麼煙囪效應，我不懂，當東科大樓火災時，由三樓延燒到十六樓，大家又再說煙囪效應問題，於是我又回想到三、四年前，父親帶我到台南貝汝參觀商展，有一家廠商在展示焚化爐，當在開始點火，火並沒有那麼容易就點燃，可是當點燃後，火開始燃燒，起初火不很大，但不久火就愈燒愈大，在那時候站在爐門前，就會感覺有一股強大的風被吸入爐內，而火燄則很大的往煙囪竄升，這時我才意識到什麼是煙囪效應，且此時我對空氣對流之研究已有相當之成果，因此我就知道煙囪效應為空氣對流的一種表現，電視新聞又報導屏東縣有一間土地公廟，信徒燒金紙給他時，金紙會一張一張自動跑到金爐內燃燒，信徒都說土地公會自己算錢，非常相信土地公有靈，事實上也是煙囪效應所產生空氣對流的結果，於是引發我對煙囪效應問題研究之興趣。

貳、研究目的

金屬在一般大眾均認為作建築材料最容易吸熱及導熱，最不符

合節約能源之材料，當你從日常生活上所見確是如此，也難怪會認為最不符合節約能源之材料，當你再詳細觀察研究，你會發現金屬有其特性，雖最容易吸熱及導熱，但也最不會蓄熱，最容易釋放熱能快速冷卻之材料，所以在日常生活中只要你仔細觀察，就有很多產品利用此特性來達到該產品的功能，例如：冷氣機之前後熱交換網、汽車的水箱、機車排氣管之防燙鋼板、電腦及事務機器之散熱片 等等，但卻沒有人想到要利用金屬之該等特性來作為綠色建築材料。

我們仔細觀察目前建築物的趨勢，廠房、倉庫都以金屬（烤漆鋼板）做為建築物之覆蓋材料，由於其吸熱、導熱之特性，以致室內或廠內溫度甚高，悶熱難耐，因此就增設抽風機，甚至屋頂灑水，增耗電力能源，增加污水處理，不然就添加隔熱材料，因為隔熱效果較好之隔熱材料，均為發泡材料，防火效果甚差，或為棉絮狀材料施工使用不便，因此為提高防火要求，或為方便施工及使用，均改採雙層鋼板中間灌發泡隔熱材料或填裝棉絮狀隔熱材料，此等隔熱材料均屬高耗能源、高汙染之工業產品，廢棄時更增加垃圾量及增加處理之困難，其結果又產生另一型態的汙染，至於都市則趨向高樓大廈建築，高樓大廈為防震均以鋼骨結構建造，外牆則以雙層

金屬板內填隔熱材料之牆板吊掛，該雙層金屬板之結構為內外金屬板中間再夾添隔熱材料來隔絕金屬板之導熱特性，板與板間之接縫則以矽利康作為填縫劑，矽利康等填縫劑日久老化易滲水，刮除重填時又是一種污染，既耗工，又耗費，又危險，高樓建築是未來建築之趨勢，以目前高樓之建築量，僅就隔熱材料生產所耗能源即相當可觀，若就將來拆除所產生之廢棄物，其量之浩大難以估計，處理所耗費用及所產生之污染，將更為驚人而無法計算，況且蒙特婁公約、京都議訂書要求減少二氧化碳之排放量，隔熱材料之生產產生大量二氧化碳是國際公約所不許，況且隔熱材料生產過程中發泡劑之使用，由於會破壞臭氧層，更為國際公約所禁止，平常社會大眾均以方便，便宜有效為原則，但是否有效，則見仁見智，當垃圾大量產生無法處理時，建焚化爐焚化，又會產生戴奧辛，及排放大量二氧化碳，污染空氣破壞大自然環境，結果常遭當地居民的強烈抗爭，此等情況一再重演，且越來越嚴重的趨勢是無可避免的，也因此，我們為何不去觀察思考，從根本上減少垃圾量、減少二氧化碳排放量、減少能源消耗等問題源頭著手；要減少垃圾量、減少二氧化碳排放量、減少能源消耗非常簡單，只要不使用會產生垃圾、二氧化碳及消耗能源的產品即可，但這些都是改善生活環境品質所

必須之產品，要不使用就必須有替代產品，當然最容易被人想到的就是使用木材作為建材，但大量樹林的砍伐，又會破壞水土保持，破壞自然，更何況樹林生長緩慢，不夠使用，因此要解決此等問題就很困難了，經長期觀察各項日常生活產品，研究分析並收集各種相關資料，最後我才恍然大悟，發現金屬作為建材時最討厭而難以解決的容易吸熱、導熱、快速釋放熱能的特性，竟然是我們可用來解決問題的最佳的特性，我們何不利用其特性-快速釋放熱能，來達成隔熱、散熱的目的。

若要利用金屬釋熱快的特性來達到隔熱散熱的效果，就要進一步去了解空氣的特性，空氣具有吸熱膨脹上升、擴散、對流、擾流、非熱導體等特性，由金屬特性與空氣特性相配合來達成隔熱散熱的效果，我們可做一簡單之實驗，將兩片金屬板均鑽有數孔，然後做一木箱，木箱之一面使用該二片金屬板，且將該二片金屬板隔離讓其產生約二公分之間隙，其相對的另一面開口，將該木箱開口朝下，則有孔的金屬板必然在上面，金屬板上方適當距離裝一燈泡作為加熱用，在箱子裡面金屬板中央黏一溫度感應棒，然後打開燈泡加熱，過一段時間溫度錶上的溫度不再跳動後，將溫度紀錄起來，再用一塊與金屬板一樣大小之玻璃放在上面使與金屬板密合，若不密合則

於玻璃與金屬板貼合之四周的縫用膠布黏貼，再看溫度有何變化，此時溫度會緩慢跳升，再做另一個相同的箱子，而該另做的箱子之兩片金屬板均不鑽孔，其他結構均相同，再比較兩箱子的溫度變化（兩箱子之加熱溫度要相同），結果金屬板沒有鑽孔的箱子與有鑽孔且上面放有玻璃時的箱子的溫度比較，則以金屬板沒有鑽孔的箱子溫度較高，但二者比較接近，可是該二者與金屬板有鑽孔上面沒有玻璃的箱子的溫度比較，均高出很多，為何會這樣？理由很簡單，當熱能照射在上層金屬板時，上層金屬板會吸熱，當上層金屬板要將熱傳到下層金屬板時，必須先將熱傳給空氣，空氣吸熱膨脹上升，往上尋找出路，當上層金屬板有孔時，吸熱後的熱空氣遇到孔，熱空氣還來不及擴散、擾流就立刻由孔洞散發至大氣中，產生對流作用，由於空氣具有熱絕緣的特性，因此熱能就不會往下傳到下層金屬板，又當熱空氣由孔洞散發時，必造成雙層金屬板間形成半真空狀態，所以又將箱子內之熱空氣吸出，冷空氣由開口進入，也因此箱內的溫度就不會升高，當孔洞用玻璃遮住不能流通時，吸熱後的熱空氣就不能由孔洞散發到大氣中，於是開始產生擴散、擾流，使二金屬板間之所有空氣達到熱均衡，於是與下層金屬板接觸的空氣就會把熱傳給下層金屬板，下層金屬板又將熱傳入箱內，若下層金

屬板有孔的，熱空氣會直接擴散到箱內，所以箱內溫度就會升高，由此實驗可以得到幾個啟示：1.金屬吸熱快，釋放熱能也快。2.空氣遇熱膨脹上升的速度快，由熱氣球上升的情況就可看出。3.空氣吸熱膨脹後若無上升管道，很快就會往下及四周產生擴散、擾流現象。4.上升距離越短，產生擴散、擾流的情況越少。由上述之啟示後便開始研發有此隔熱、散熱功能之產品，以便把理論轉為生活上之實際產品，如此，對國家社會人類才會有實質的貢獻。

經過幾年的研究，終於發現在應用上須分兩個層面，一幢建築有屋頂，有牆壁，在應用結構上完全不同，屋頂依實驗的方式，便可達到隔熱散熱的效果，只要能設計使不漏水就能作為屋頂之建材，所以就先設計出來，後再設計出散熱屋頂結構，至於牆壁就不是那麼簡單，必須符合啟示中第四點之要求，若不符該要求，隔熱功能就會失效，所以是最後設計出來。

以目前全球關注氣候暖化，臭氧層破洞之擴大，對環保要求日嚴，2001年在義大利召開之八國高峰會議，對京都議定書之推動，美國雖不願簽署，但也不反對與會國家的推動，連美國都軟化，我國雖非會員國，但能不遵守嗎？散熱屋頂結構是利用屋頂或覆蓋板之原有結構，略為修改而使施工後會產生相互重疊且有一適當大小

之空氣對流縫隙，當太陽照射屋頂，屋頂吸熱後會把熱往下傳給空氣，空氣吸熱後會膨脹上升，此時屋頂若無對流細縫時，空氣便會立即產生擴散、擾流而將熱往下傳，因此當我們在目前之一般鐵皮屋內，有像火烤時所感覺悶熱難耐的情況，就是這個原因，所以散熱屋頂結構就是讓屋頂有一適當大小之空氣對流縫隙，以方便空氣吸熱後膨脹上升時，能很快從對流縫隙散發到大氣中，且冷空氣從門窗或牆縫進入屋內，然後將熱空氣往上推升，再吸收由屋頂傳下來的熱後，再從屋頂之空氣對流縫隙散發到大氣中，也一樣可以達到完整的對流循環，同樣不用任何隔熱材料情況下，不論太陽有多大、曬多久，室內同樣不會很悶熱，當房屋之使用環境以此方法便可達到要求的情況下，就可以不用隔熱材料而能達成散熱效果，因此不會因隔熱材料之生產使用而污染環境、浪費能源，排放二氧化碳，增加廢棄物，也不至於造成金屬回收困難而浪費資源，又因有空氣對流隙縫，火災發生時又有排煙效果比建築技術規則規定之排煙窗效果要好，增加火災發生時之逃生機會，實為一舉數得。

以上之研究，不僅具有散熱功能而已，又具有排氣、排塵之作用，因此可以防止氣爆或塵爆發生，防止員工中毒事件發生，對於工業衛生安全之貢獻非常大。

散熱壁板之構造稍微複雜，因為必須符合啟示中之第四點要件，否則效果就會不佳，然目前房屋從平房到高樓大廈都有，高從三公尺起到數十公尺甚至百公尺以上，所以要讓空氣從底部開始到屋頂，能順利將帶有熱能之熱空氣散發到大氣中，而不產生擴散、擾流，不將熱能傳至內板後再傳入屋內，是絕對不可能的事，所以在設計思考上困難就比較多，經長期研究觀察才找出解決之道，就是把牆壁隔成無數小塊，然後讓每一小塊各自獨立散熱，這樣就可符合啟示中之第四點要件，也就是說會有非常良好之隔熱效果且可不需任何隔熱材料，每一小塊大小與大樓吊掛式牆壁之金屬板大小接近一致，且外層板也可做成多種造型，如此就不會有外觀不佳的情況；隔離而成之每一小塊構造與填有隔熱材之壁板一樣採雙層板構造，內外層板間留有適當之空間，外層板則在上下兩端留有許多密集之小孔，該小孔面積大小以足以供空氣對流所需為原則，當太陽照射外層板時，外層板吸熱，然後再將熱釋出，使熱往內傳，當熱往內傳時必須經過兩層間之空氣，因此熱為空氣所吸收，空氣吸熱後膨脹上升，立即由外層板上端之空氣對流小孔散發到大氣中，結果又造成內外層板間之空間形成半真空狀態，於是又從外層板下端空氣對流小孔吸入冷空氣，冷空氣又從外層板吸熱再膨脹上升由

外層板上端小孔散發到大氣中，構成一完整對流循環，由於上下兩端距離因分隔而縮短，於是在外層板之空氣吸熱後尚來不及將熱擴散到內層板就由上端小孔散出，也因此可以不用隔熱材能使太陽熱能不會傳至屋內，至於雨水會從小孔進入，因為內外層板間之空間比小孔大到不成比例，所以雨水進入小孔後會順著外層板往下垂流，再由下端小孔流出，所以不用填縫劑而不滲水，因此可避免使用隔熱材，減少建築費用，增強防水功能，又沒有生產隔熱材料之能源消耗及污染，也沒有生產隔熱材料之二氧化碳排放與廢棄物產生，更不會產生廢棄時之金屬回收困難，造成資源浪費，又是一項更進一步之創舉。

實際上該項研究不只是上述的應用而已，除上述研究已有獲得發明專利外，經實驗後已確定均可商品化，最近台北縣汐止東方科學園區大樓火災及台北市停車場大火均可應用此研究來防止火災發生及蔓延，以及火災發生後的加速撲滅，例如東方科學園區大樓在三樓的火災撲滅後經過一段時間才再十六樓再度引起燃燒，經查係通風管將熱帶到十六樓，當熱達到燃點以上溫度接觸到可燃物品所引起，這也是一種空氣自然對流所產生；至於停車場大火無法撲滅，是因為此建築產生煙囪效應，這也是一種空氣自然對流所產生，事

實上東方科學園區大樓一樣有煙囪效應問題，只要有樓梯就一定有煙囪效應存在，只不過因為每樓之面積大，樓梯只是大樓的一非常小的角落而已，又火災發生後，很多玻璃窗被打破或被燒破，也因此空氣進入之孔道甚多，把煙囪效應降低讓你不注意而沒有感覺而已，又內政部建築研究所所推動之綠色建築也是利用到空氣對流的原理，也常是一種使產生煙囪效應的設計，因為有煙囪效應的建築，才會使空氣對流快速而產生涼爽，以減少冷氣之使用而達節約能源之目標，但此設計又會造成火災發生時之快速漫延及難以撲滅，而造成更大的損失與傷害，這是一種非常矛盾的設計，其實這些問題一樣可以用此研究來解決，很簡單，沒有困難，若大家有心解決問題，只要深入研究使火災發生時，如何使煙囪效應立即失效就可以了，若能做到，問題不就完全解決了嗎？

茲將研究目的歸納為下列三點：

- 一、藉空氣對流擴散之特性，使金屬建材產生散熱作用，以免除使用隔熱材料，解決環保及防火問題，同時使產生比隔熱材料有更佳效果，以節約能源，使建築材料可完全回收再利用，也就是使達到綠色建築的多項目標。
- 二、對於火災時因熱對流效應，所產生之煙囪效應研究，以瞭解我們既要達綠色建築目標中之節約能源時，有可能於火災發生時產生煙囪

效應問題。

三、由於該等研究設計可達成排熱、排煙、排塵、排廢氣等功能，若能完全應用於廠房建築，又可防止員工中毒，防止氣爆、塵爆、火災等多項工業衛生安全上的效果。

參、研究設備及器材

本設備器材清單依研究應用項目分為三部份，便於參考：

一、使太陽愈曬，室內愈涼爽，熱氣上升排出，散發室內溫度

應用所需之器材與材料清單

1. 0.5mm 有孔之二十公分見方金屬板	兩片
2. 0.5mm 無孔之二十公分見方金屬板	兩片
3. 二十公分見方玻璃	1 片
4. 二十公分×五十公分長方形三夾板	8 塊
5. 紅外線燈泡 (175W)	2 個
6. 溫度計	4 個
7. 可調開關	2 個
8. 木架	1 個
9. TES 1330 數位式照度計 (TES Electrical Electronic Corp)	1 台
10. 大型有孔鋼板	數片
11. 大型無孔鋼板	數片

12. 大型無孔附有隔熱材料鋼板	數片
13. 鋼架	數支
14. 三夾板	數片
15. 溫度自動紀錄器	1 台
16. 溫度感應線	1 捲
17. 0.5cm 厚透明壓克力板	1 塊
18. 溫度顯示器	4 個
19. 檀香粉	1 包
20. 防熱膠布	1 捲

二、不用隔熱材料之散熱壁板所需之器材與材料清單

1. 0.5mm 有細孔金屬板	2 片
2. 0.5mm 無孔金屬板	4 片
3. 木板	8 片
4. 溫度顯示器	4 個
5. 紅外線燈泡 (175W)	4 個

三、煙囪效應所需之器材與材料清單

1. 磚塊	數十塊
2. 五加倫空油漆桶	1 個
3. 長鋼管	1 支

- | | |
|--------|-----|
| 4. 短鋼管 | 1 支 |
| 5. 泥漿 | 一些 |
| 6. 紙風箏 | |

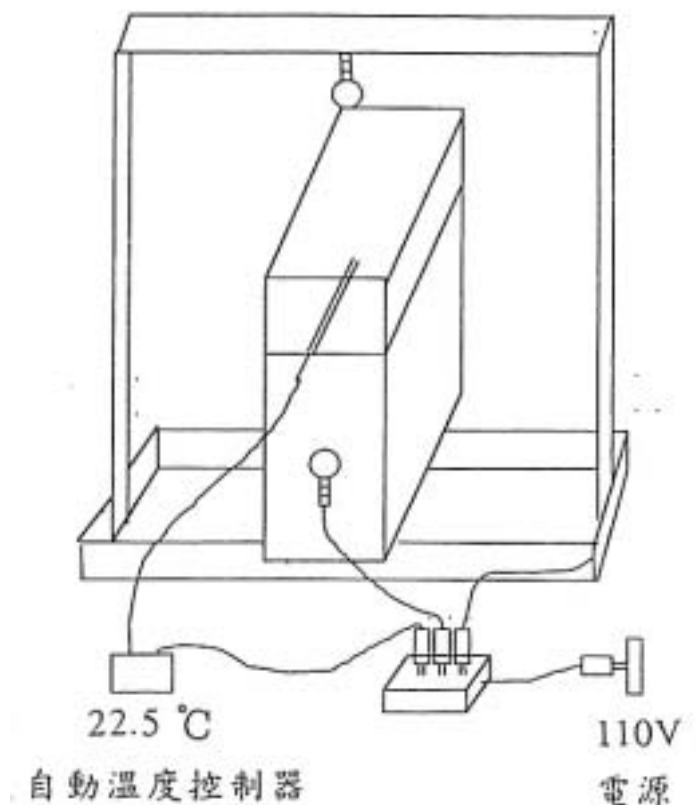
肆、研究過程或方式

此部份依研究應用項目分為三部份，較為方便於說明：

一、使太陽愈曬，室內愈涼爽，熱氣上升排出，散發室內熱氣之應用

（一）研究器材之構造特性

1. 模型箱子的箱頂以金屬板製做，目的為迅速導熱，產生高溫。
2. 箱底以木架騰空，則為導引箱外冷空氣進來。
3. 箱頂二片金屬板所構成的空氣夾層，則是良好的隔熱物質。
4. 金屬片打洞，具有散熱作用



(二)研究過程

設計三個箱子及一塊與箱頂同樣大小之玻璃，一個頂面使用單層鋼板密封；另一個頂面使用雙層鋼板密封，二層鋼板間隔約二公分；又另一個頂面使用雙層均有孔的鋼板密封，二層鋼版間隔地約二公分，三個箱底全開放不密封由木架騰空，然後在箱頂加熱，觀察箱內溫度之變化，。又在有孔的箱頂上放置玻璃以封閉頂上鋼板的孔，然後觀察有玻璃與無玻璃時箱內溫度之變化有何差別；然後近一步做定性觀察及定量研究。

.定性觀察熱氣流上升，移動情形

過程：

- 1.箱子的正面以透明壓克力板製作，以便於觀察熱氣上升情形，上方的金屬板打洞，用以觀察散熱現象。
- 2.空氣的流動，則用檀香粉燃燒後所釋出的煙霧，觀察熱氣流動方向。
- 3.先用玻璃片蓋住箱頂金屬板打孔，箱底點燃檀香粉，並打開箱子上方的燈泡。
- 4.觀察氣流在封閉的箱子內，一段時間後，拿走箱頂的玻璃片，觀察散熱情況下，氣流移動情況。
- 5.將箱頂金屬板拿走，觀察完全開放後的箱子，散熱情形。

結果：

1. 在箱頂封閉無散熱的情況下，熱氣上升遇竹，擴散瀰漫於箱內，並逸散至箱外，且煙霧上升緩慢。
2. 在箱頂有孔動散熱下，煙霧從上方孔洞逸出，但能有部分煙霧從下方逸散至箱外，且氣流上升緩慢，若仔細觀查孔洞下方附近的煙霧流動情形，卻呈漩渦狀逸散而出。
3. 拿掉箱頂金屬板，則見煙霧上升迅速，且無煙霧至箱底向外逸散。

結論：

1. 藉著煙霧的移動，觀察熱氣上升的情形，效果明顯。
2. 在封閉的室內，因熱氣無法向上散出，至氣流上升一般距離後，又向下擴散移動。
3. 雖在上方有孔洞散熱，何以熱氣能流動緩慢，且能會向下擴散，分析原因：應該是所開孔洞太少，至熱氣無法大量從上方逸散，故應修正箱頂設計，以增加散熱效率。
4. 孔洞下方的氣流有漩渦現象，應是孔洞直徑太小，至氣流無法順利通過，應加大孔洞直徑。
5. 當箱子上方無遮蔽物時，則見氣流迅速上升，散熱速率大增，印證前述想法。

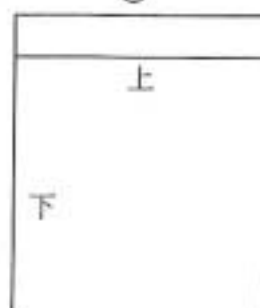
. 定量測溫：

測量方式-1. 製做三種不同樣式的箱子。

- 2.箱內取上、下兩個測量點，裝置自動溫度控制器測量溫度。
- 3.每隔 10 分鐘記錄一次，計每次測得 12 個溫度值。

A、探討室外熱源供熱下，對室溫的影響。

(-)封閉隔熱裝置，如右圖所示



裝置簡圖說明：

(1)室外熱源供熱

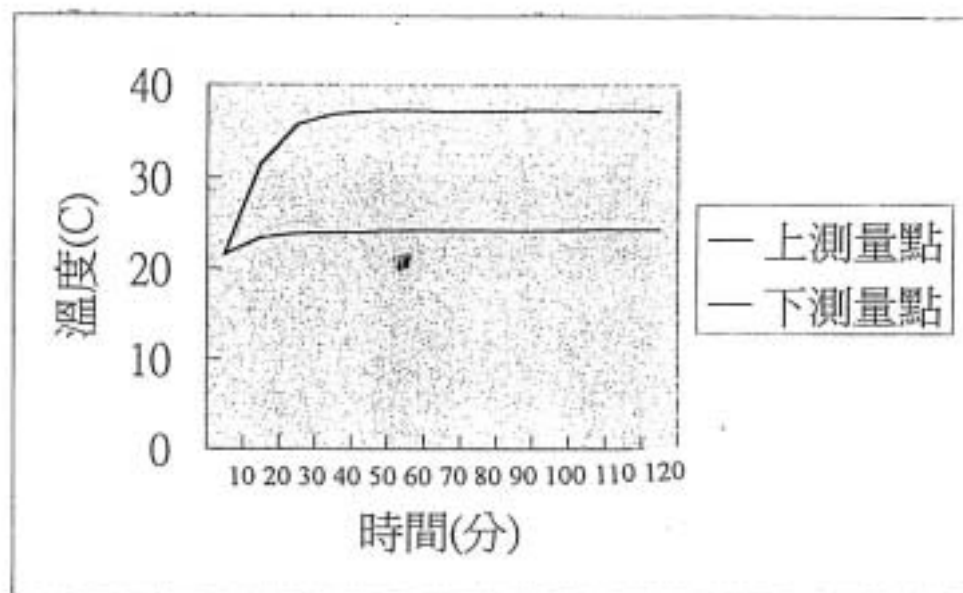
(2)箱頂有空氣夾層隔熱

(3)上、下表測溫位置

實驗結果：

外界氣溫： 21.5°C

時間(分)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
測量位置 溫度($^{\circ}\text{C}$)												
上 測 量 點	31.5	35.7	36.8	37.2	37.3	37.2	37.2	37.2	37.3	37.2	37.3	37.2
下 測 量 點	23.4	23.9	24.0	24.1	24.2	24.2	24.2	24.2	24.2	24.3	24.3	24.3

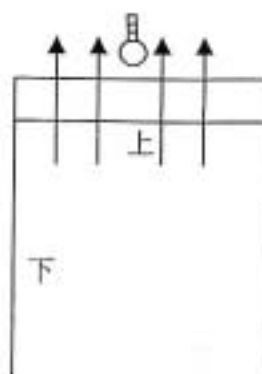


上測量點平均溫度 = 36.6°C

下測量點平均溫度 = 24.1°C

平均室溫 = 30.5°C

(二)散熱裝置：如右圖所示



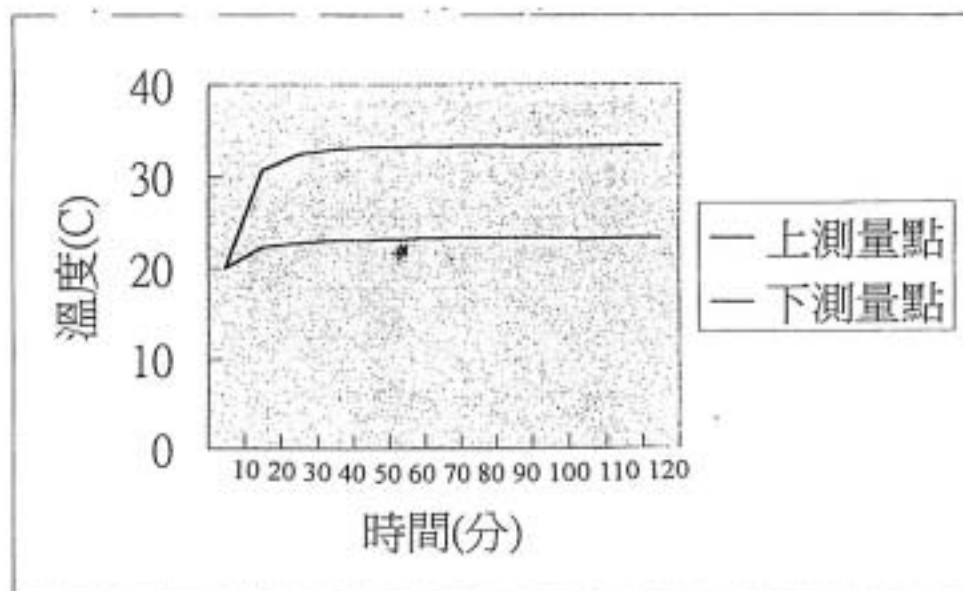
裝置簡圖說明：

- (1) 室外熱源供熱
- (2) 箱頂開孔具散熱功能
- (3) 上、下表測溫位置

實驗結果：

外界氣溫 21.5°C

時間(分)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
測量位置 溫度($^{\circ}\text{C}$)												
上 測 量 點	30.7	32.5	33.0	33.2	33.3	33.3	33.4	33.3	33.3	33.3	33.4	33.4
下 測 量 點	22.3	22.7	23.0	23.1	23.2	23.3	23.3	23.3	23.3	23.2	23.3	23.3

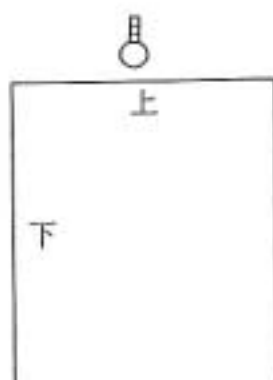


上測量點平均溫度 = 33.1°C

下測量點平均溫度 = 23.2°C

平均室溫 = 28.2°C

三) 封閉無隔熱、散熱裝置，如下圖所示



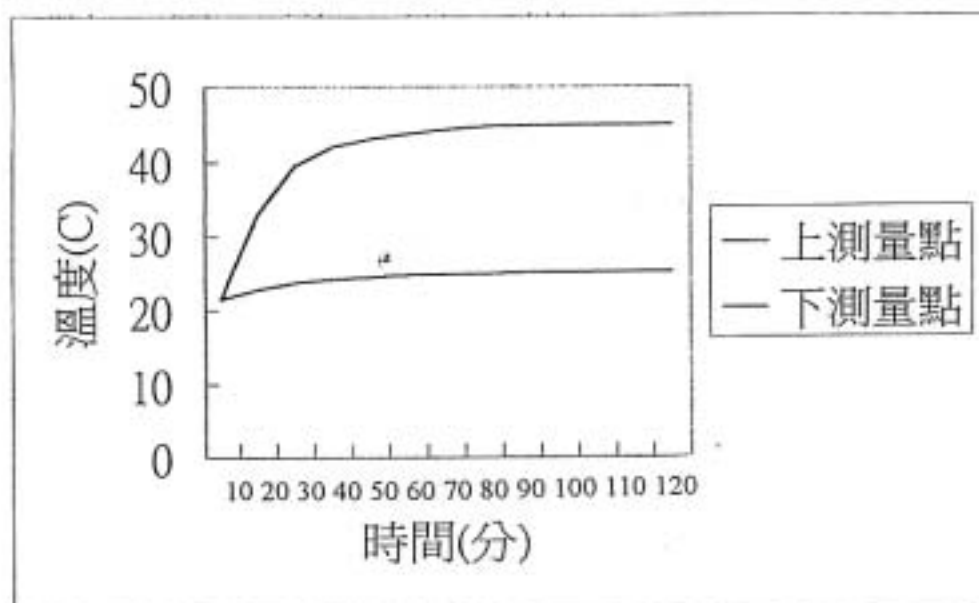
裝置簡圖說明：

- (1) 室外熱源供熱
- (2) 箱頂封閉無隔熱
- (3) 上、下表測溫位置

實驗結果：

外界氣溫 21.5°C

時間 (分)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
測量位置 溫度 ($^{\circ}\text{C}$)												
上 測 量 點	33.0	39.5	42.0	43.1	43.8	44.3	44.7	44.9	44.9	44.9	44.9	44.9
下 測 量 點	22.8	23.7	24.2	24.5	24.8	24.9	24.9	25.1	25.1	25.2	25.1	25.2



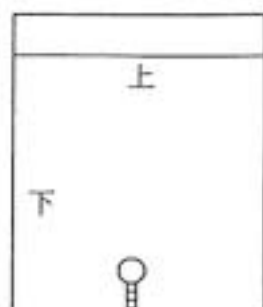
上測量點溫度 = 42.9°C

下測量點溫度 = 24.6°C

平均室溫 = 33.8°C

B、探討室內熱源供熱下，對室溫的影響

(-)封閉有隔熱裝置，如下圖所示



裝置簡圖說明：

(1) 室外熱源供熱

(2) 箱頂有空氣夾層隔

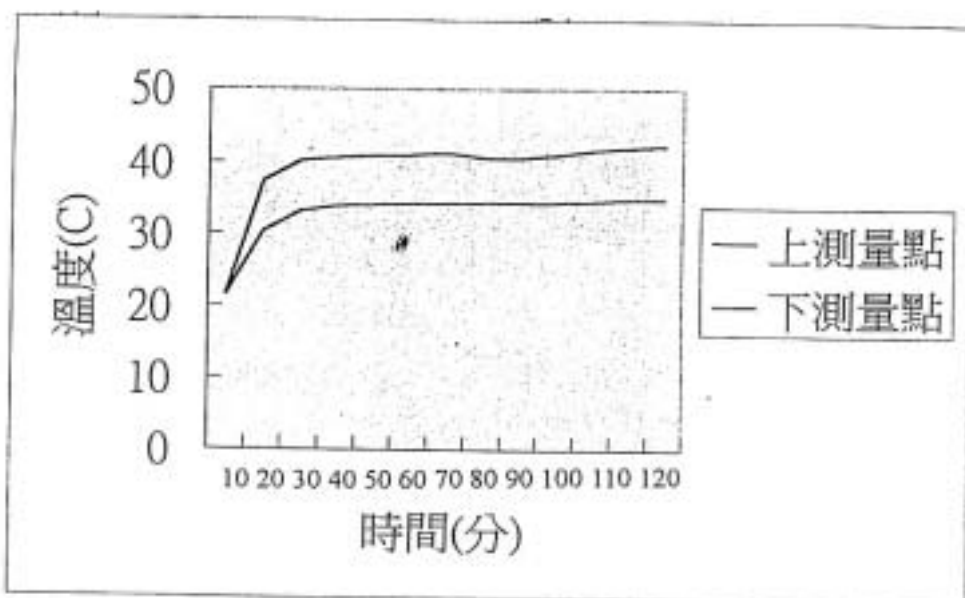
熱

(3) 上、下表測溫位置

實驗結果：

外界氣溫 23°C

時間(分)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
測量位置 溫度($^{\circ}\text{C}$)												
上 測 量 點	37.3	40.1	40.5	40.8	40.9	41.2	40.6	40.5	41.0	41.6	42.0	42.3
下 測 量 點	30.3	33.1	33.8	34.0	34.1	34.2	34.3	34.3	34.4	34.5	34.8	34.9

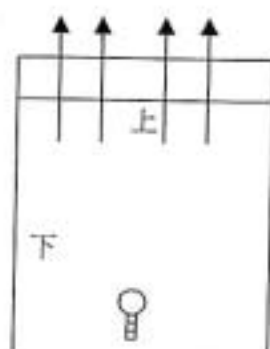


上測量點平均溫度 = 40.7°C

下測量點平均溫度 = 33.9°C

平均室溫 = 37.3°C

(二)有散熱裝置，如右圖所示



裝置簡圖說明：

(1)室外熱源供熱

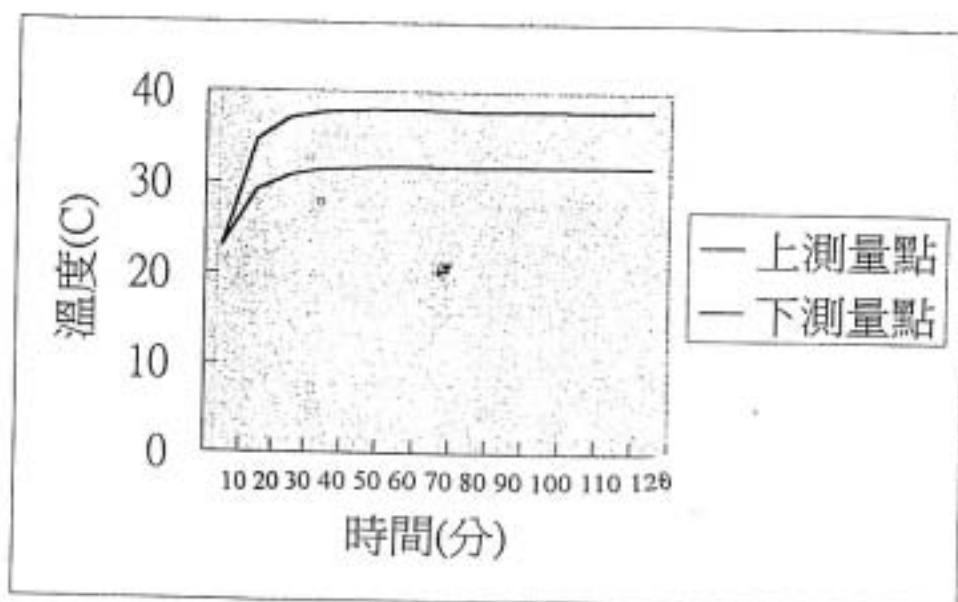
(2)箱頂開孔具散熱功能

(3)上、下表測溫位置

實驗結果：

外界氣溫： 23.0°C

時間(分)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
測量位置 溫度($^{\circ}\text{C}$)												
上測量點	34.7	37.0	37.7	37.9	38.0	38.0	37.9	37.9	38.0	37.9	37.9	38.0
下測量點	29.1	30.7	31.4	31.6	31.8	31.8	31.7	31.8	31.8	31.8	31.8	31.8

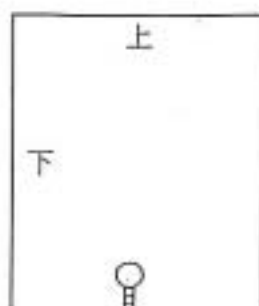


上測量點平均溫度= 37.4°C

下測量點平均溫度= 31.4°C

平均室溫= 34.4°C

③封閉、無散熱與隔熱裝置，如右圖所示



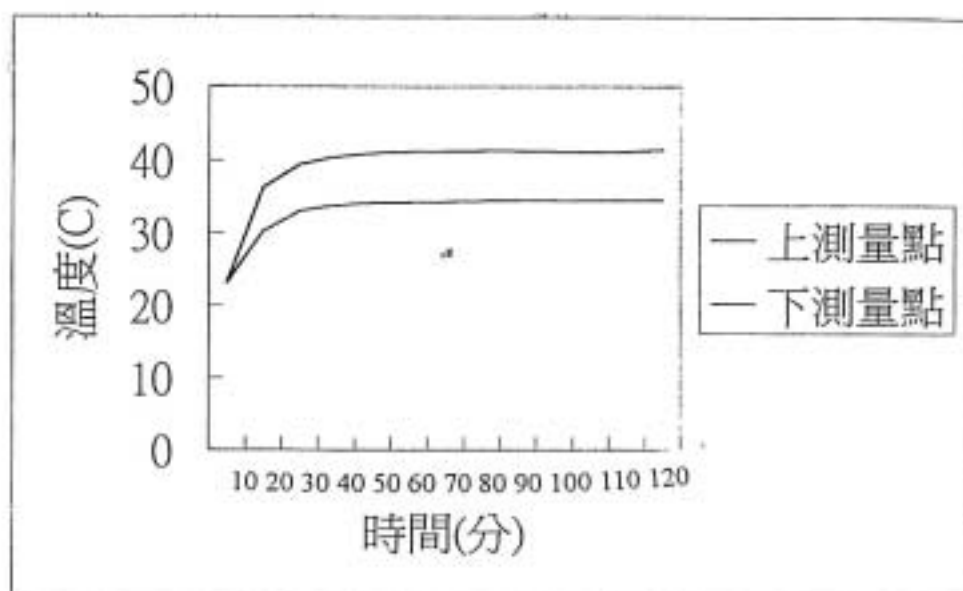
裝置簡圖說明：

- (1) 室內熱源供熱
- (2) 箱頂封閉無隔熱
- (3) 上、下表測溫位置

實驗結果：

外界氣溫： 23.0°C

時間(分)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
測量位置 溫度($^{\circ}\text{C}$)												
上 測 量 點	3.63	39.5	40.5	41.0	41.2	41.3	41.4	41.4	41.3	41.1	41.2	41.5
下 測 量 點	30.3	33.1	33.9	34.2	34.3	34.4	34.5	34.6	34.6	34.5	34.5	34.6



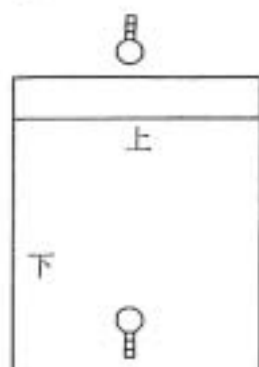
上測量點平均溫度 = 40.6°C

下測量點平均溫度 = 33.9°C

平均室溫 = 37.3°C

C、探討室內及室外熱源，同時供熱時，對室溫的影響及研究

(一)封閉有隔熱裝置，如右圖所示



裝置簡圖說明：

(1)室內及室外熱源同時供熱

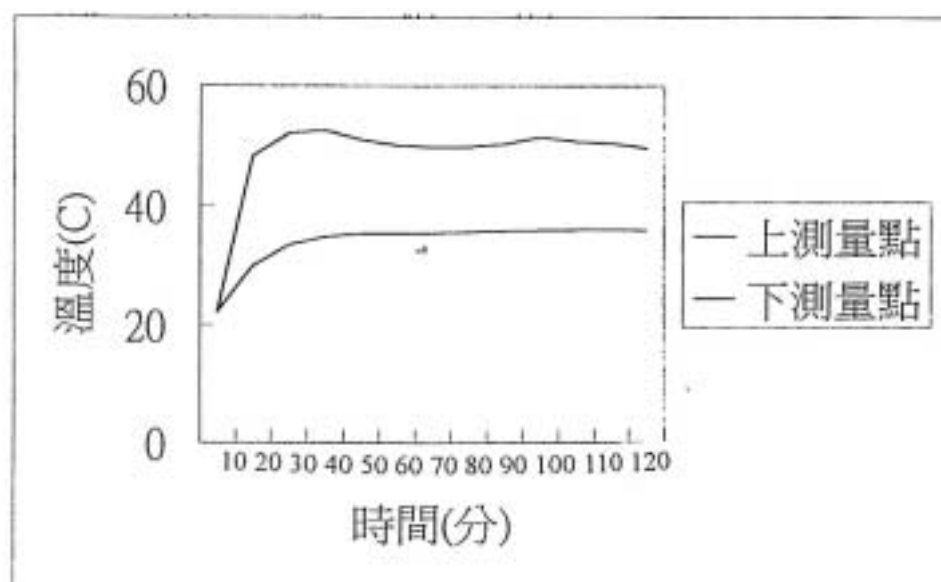
(2)箱頂有空氣夾層隔熱

(3)上、下表測溫位置

實驗結果：

外界氣溫： 22.1°C

時間(分)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
測量位置 溫度($^{\circ}\text{C}$)												
上測量點	48.4	52.2	52.7	51.1	50.2	49.8	49.8	50.4	51.5	50.9	50.6	49.7
下測量點	29.9	33.5	34.9	35.5	35.5	35.5	35.6	35.8	35.9	36.0	36.1	35.9

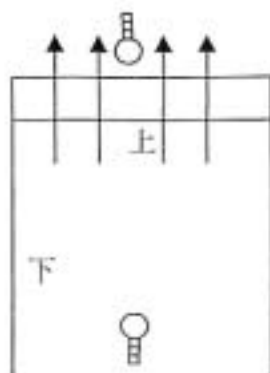


上測量點平均溫度 = 50.6°C

下測量點平均溫度 = 35.0°C

平均室溫 = 42.8°C

二)有散熱裝置，如圖所示：



裝置簡圖說明：

(1)室內及室外熱源同時供熱

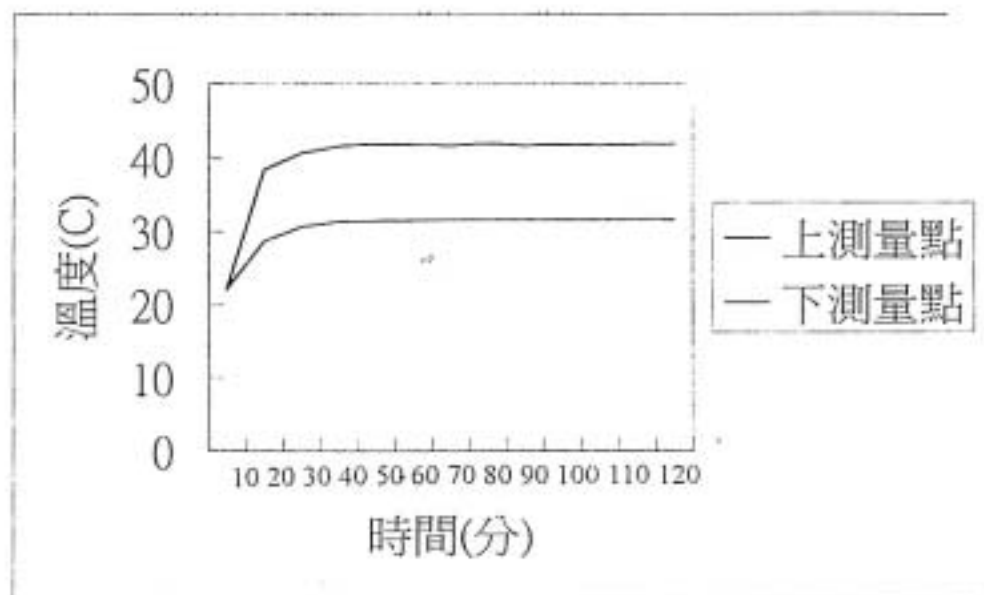
(2)箱頂開孔具散熱功能

(3)上、下表測溫位置

實驗結果：

外界氣溫： 22.1°C

時間(分)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
測量位置 溫度($^{\circ}\text{C}$)												
上 測 量 點	38.4	40.7	41.6	41.9	41.8	41.7	42.0	41.7	41.8	41.7	41.8	41.8
下 測 量 點	28.7	30.6	31.3	31.5	31.6	31.6	31.6	31.6	31.6	31.6	31.7	31.6

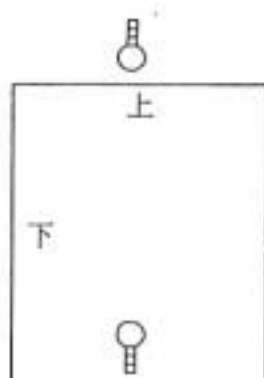


上測量點平均溫度 = 41.4°C

下測量點平均溫度 = 31.3°C

平均室溫 = 36.3°C

③封閉無散熱與隔熱裝置，如圖所示：



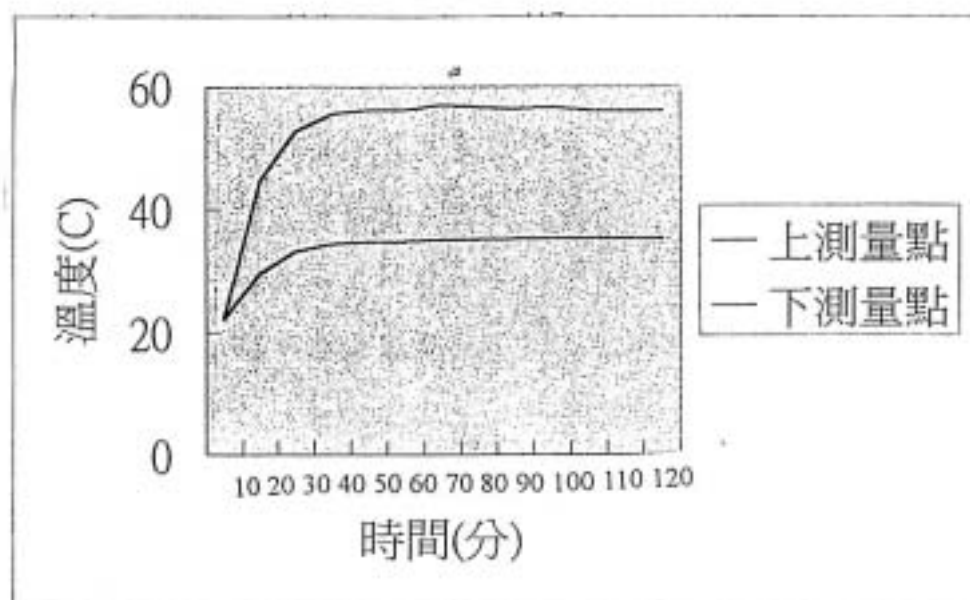
裝置簡圖說明：

- (1) 室內及室外熱源同時供熱
- (2) 箱頂封閉無隔熱
- (3) 上、下表測溫位置

實驗結果：

外界氣溫： 22.1°C

時間(分)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
測量位置 溫度($^{\circ}\text{C}$)												
上 測 量 點	44.6	52.7	55.5	56.2	56.2	57.0	56.6	56.4	56.6	56.2	56.1	56.2
下 測 量 點	29.5	33.1	34.3	34.7	34.8	35.1	35.2	35.3	35.3	35.3	35.3	35.4



上測量點平均溫度 = 55.0°C

下測量點平均溫度 = 34.5°C

平均室溫 = 44.8°C

綜合測溫結果彙整平均室溫一覽表

屋頂設計 熱源 平均室溫	有隔熱	有散熱	無隔熱、無散熱
室外熱源	30.5	28.2	33.8
室內熱源	37.3	34.4	37.3
室外小室內熱源	42.8	36.3	44.8

外界氣溫：22.5

定量測溫結果仍以有散熱設計屋頂之室內溫度為最低。

附 錄

、定性觀摩熱氣流上升情形照片流程

箱頂封閉、室外熱源照射情形。



箱頂封閉、室內熱源供熱情形。



熱情形。
箱頂封閉、室內、外熱源同時供



形。
箱頂開孔散熱、室外熱源照射情



形。
箱頂開孔散熱、室內熱源供熱情



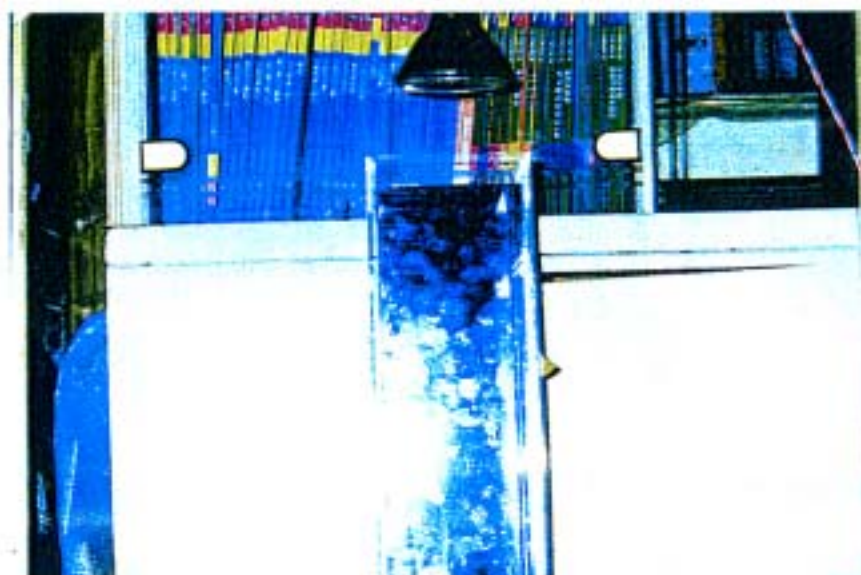
時供熱情形。
箱頂開孔散熱、室內、外熱源同



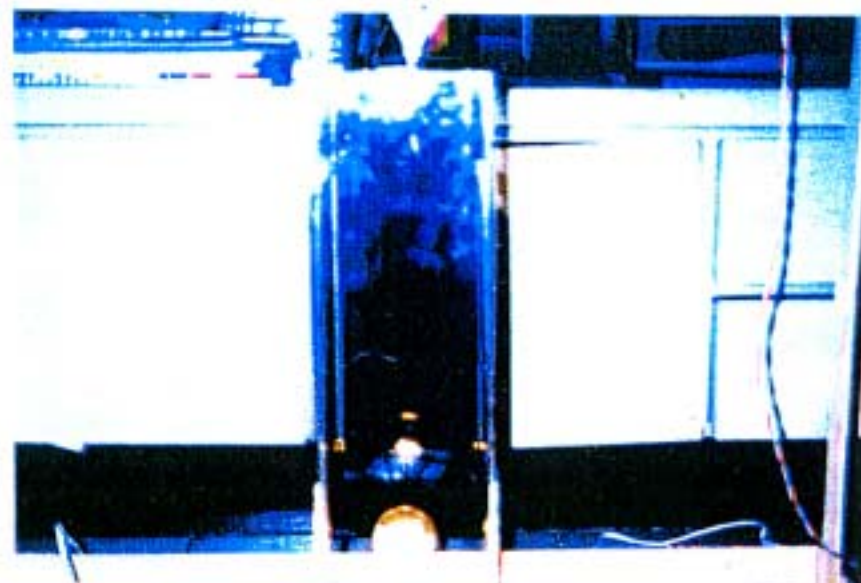
形。
箱頂無遮蔽物、室外熱源照射情



形。
箱頂無遮蔽物、室內熱源供熱情



時供熱情形。
箱頂無遮蔽物、室內、外熱源同



(三) 原理及討論

1.測試溫度的模型箱子，則是考慮下列幾點來設計：

(1) 空氣本身的導熱性差，故室溫度升高，主要是因熱源以幅射或對流方式傳播至室內所致，藉由熱氣流會上升的原理，在屋頂設計排氣孔，以達到防止熱氣在室內擴散擾亂傳熱目的。

(2) 屋頂設計空氣夾層，主要目的是利用下層金屬板，防止熱幅射直接進入室內並有防雨功能，其次則為防止高溫的上層金屬板附近的熱空氣，向下擴散流竄。

(3) 用玻璃片蓋住排氣孔，則是要與散熱箱子做一明顯區隔。

(4) 隔熱的箱子，是利用封閉的空氣是良好的絕熱物質。

2.在僅有室外熱源供熱下，具隔熱裝置的屋頂，的確有防止熱藉由幅射，與熱氣巷下擴散方式傳熱，故下測量點的溫度與大氣溫度接近，明顯的不具隔熱與散熱裝置的屋頂，室溫就相對偏高，而具散熱裝置的屋頂因上層的金屬板在高溫作用下，藉著熱空氣膨脹上升，而抽升室內的空氣遞補，造成室外的冷空氣近入室內，達到降低室溫的現象。故測出的室

溫為三種樣式最低。其原因為上層鋼板吸收太陽熱能後，會將熱能往下傳日室內，往下傳時先經過鋼板間之空氣，空氣吸熱後膨脹上升由上層鋼板的孔將熱攜出散發於大氣中，二層鋼板間則吸入室內冷空氣遞補，造成室內外一完整的空氣循環對流，且太陽愈炎熱時，鋼板吸熱後之溫差愈大，循環對流愈快，以致會覺涼爽，其道理如吹風機之原理一樣。

3.部分的工廠，因機械的運轉，而產生室內熱源，由測溫結果顯示，具隔熱裝置與無隔熱裝置的封閉室內，平均溫度幾近相同，此點可以說明具隔熱裝置的屋頂雖有隔絕外面熱近進入室內功能，但同時也防止了室內的熱能跑到外面去，故測出的室溫偏高，完全失去防止室溫升高的功能。而具有散熱作用的屋頂，室內升溫最少。

4.在內，外熱源同時供熱下，您仍以有散熱裝置的室溫最低，且具有隔熱及無隔熱裝置的室溫差距拉大，這應與上層金屬板受熱愈多，溫度愈高，則散熱速率愈快所致。

5.綜合以上所述，具排氣孔的散熱裝置，是最佳的防熱方式。

（四）實際應用

將上述實驗測試結果，應用於實際上以證實其實用性，因

此將測試之設備放大至接近於實物，以太陽作為熱源，同時進一步以自動溫度記錄器測試室內溫度分佈情況，於夏季在實際太陽照射下，在一天之中，室內不同高度 1m 1.5m 2m 2.5m 2.75m 3m 溫度之實際變化(假設屋頂高度為 3.5m)，以了解是否能解決目前鐵皮屋熱的問題，同時推動環保節能觀念之改變。

(五) 實際應用之成效

實際實驗測試之結果：

(1) 測試結果編成室內溫度分佈表及分佈圖

A. 散熱屋頂

B. 一般封閉屋頂

C. 隔熱屋頂

(2) 白天時段 (8:00Am 6:00Pm) 量測室內平均溫度

項目	散熱屋頂	一般封閉屋頂	隔熱屋頂
A	33.62	35.19	35.75
B	34.16	36.36	36.58
C	34.57	37.13	37.14
D	34.91	37.75	37.55
E	35.14	38.23	37.83
F	35.32	38.69	38.01
高點最高溫度	40.53	47.58	44.08
低點最低溫度	29.29	29.19	28.27

備註：A、B、C、D、E、F 代理 3m、2.75m、2.5m、2m、1.5m、1m 代表
各測量點之平均溫度，由此表可看出散熱屋頂最為涼爽，最省
能源，也最環保之設計。



測試屋安排由左而右為 散熱屋頂浪板、一般浪板及 PU 浪板



量測點安排由上而下，分別為 3m、2.75m、2.5m、2m、1.5m、1m 等 6 點

室內溫度分佈表

時間	氣溫	散 熱 設 計						日照量	無 隔 熱 封 閉 設 計						隔 熱 設 計					
		A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
6:07	26.9	28.2	27.9	27.8	27.5	27.5	26.9	105.68	29.0	28.6	28.1	27.8	27.6	27.2	28.7	28.7	28.5	28.0	27.7	27.4
6:17	27.4	29.3	28.9	28.9	28.5	28.4	27.6	140.14	30.4	29.8	29.5	29.2	28.7	28.1	30.1	29.9	29.7	29.4	28.9	28.3
6:27	27.8	30.0	29.7	29.7	29.3	29.0	27.9	170.83	31.4	30.8	30.6	30.2	29.8	28.8	31.2	31.1	30.8	30.4	30.0	29.1
6:37	28.2	30.8	30.6	30.5	30.1	29.7	28.0	203.98	32.3	31.9	31.6	31.2	30.7	29.2	32.1	32.2	31.7	31.4	30.8	29.7
6:47	28.8	32.0	31.9	31.8	31.1	30.7	29.0	238.49	33.9	33.4	33.1	32.6	31.9	30.2	33.7	33.5	33.1	32.7	31.9	30.7
6:57	29.4	32.8	32.7	32.7	31.8	31.2	29.8	265.72	34.8	34.5	34.3	33.6	32.8	30.8	34.8	34.7	34.4	33.9	33.0	31.1
7:07	29.7	34.5	34.0	33.8	32.9	32.2	30.3	304.06	36.6	36.1	35.6	34.9	34.0	31.6	36.2	36.0	35.5	34.9	34.0	32.1
7:17	30.3	35.2	35.0	34.8	33.8	33.1	30.7	344.31	37.6	37.2	36.7	36.0	34.9	32.1	36.9	36.9	36.4	35.9	34.9	32.7
7:27	30.7	35.7	35.5	35.3	34.3	33.4	31.2	274.92	38.7	38.2	37.7	36.9	35.8	32.8	37.5	37.4	37.2	36.6	35.6	33.4
7:37	31.1	36.5	36.2	36.0	34.9	34.1	31.8	416.53	39.6	39.1	38.6	37.1	36.3	35.2	38.4	38.1	37.6	37.1	35.9	33.7
7:47	31.6	37.9	37.5	37.2	36.1	35.1	32.7	461.61	41.1	40.6	40.0	38.9	37.6	33.9	39.2	39.1	38.9	38.2	36.9	34.6
7:57	31.9	38.0	37.8	37.6	36.6	35.9	32.8	522.17	41.6	41.1	40.8	39.7	38.3	34.5	39.5	39.3	39.1	38.5	37.4	35.0
8:07	31.9	38.1	37.8	37.6	36.7	35.3	32.4	188.40	41.6	41.0	40.6	39.6	38.1	34.1	39.5	39.4	39.2	38.7	37.5	35.0
8:17	31.2	35.2	35.1	34.8	34.1	33.3	31.6	551.29	37.9	37.6	37.3	36.6	35.4	32.7	36.8	36.8	36.6	36.3	35.2	33.4
8:27	32.3	37.8	37.6	37.3	36.3	35.0	32.6	333.93	41.5	41.2	40.8	39.7	38.2	34.4	39.2	39.2	39.1	38.5	37.3	35.0
8:37	32.0	36.9	36.7	36.4	35.6	34.4	32.1	313.28	40.3	39.7	39.3	38.4	36.9	33.7	38.4	38.4	38.2	37.7	36.6	34.6
8:47	32.6	37.3	37.0	36.6	35.6	34.7	32.8	7.9013	41.6	40.9	40.2	39.0	37.6	34.3	38.8	38.7	38.4	37.8	36.7	34.8
8:57	33.4	39.3	39.0	38.8	37.6	36.3	33.9	693.92	44.4	43.6	42.9	41.4	39.8	35.9	40.7	40.7	40.4	39.8	38.5	36.1
9:07	33.6	39.6	39.2	39.0	37.9	36.6	34.2	716.32	45.1	44.2	43.4	41.9	40.2	36.5	41.5	41.4	41.1	40.5	39.0	36.6
9:17	33.8	39.0	38.7	38.6	37.5	36.1	33.2	746.37	44.8	43.9	43.1	41.9	39.9	36.1	41.2	41.2	41.0	40.3	39.1	36.8
9:27	33.9	38.2	37.9	37.7	36.8	36.0	33.8	777.88	44.2	43.1	42.2	40.9	39.7	36.0	41.2	41.2	40.9	40.2	38.9	36.6
9:37	34.3	37.0	37.0	36.8	36.0	35.0	33.6	809.39	43.9	42.8	41.9	40.5	39.1	35.9	40.8	40.7	40.5	39.9	38.6	36.5
9:47	33.9	37.2	37.0	36.9	35.8	35.0	33.0	815.67	43.8	43.0	42.3	41.0	39.5	35.7	40.3	40.3	40.1	39.6	38.5	36.8
9:57	34.5	38.1	37.8	37.6	36.8	35.9	34.0	837.62	45.1	44.0	43.1	41.2	40.1	36.6	40.9	40.8	40.6	40.0	38.9	37.3
10:07	34.8	37.6	37.6	37.4	36.5	35.7	34.1	851.55	44.9	43.9	43.0	41.7	39.8	36.9	40.8	40.7	40.5	40.1	38.9	37.4
10:17	34.2	37.5	37.4	37.3	36.6	35.6	34.3	807.02	43.9	42.8	42.3	41.3	39.3	35.9	40.0	39.9	39.7	39.3	38.3	37.0
10:27	35.2	38.0	37.9	37.7	37.1	36.4	35.0	881.90	45.0	43.8	42.8	41.6	40.0	37.5	40.4	40.3	40.1	39.6	38.6	37.2
10:37	35.6	38.3	38.1	38.1	37.2	36.3	34.9	893.36	45.5	44.3	43.4	41.9	40.4	37.6	41.0	40.8	40.6	40.0	39.2	37.6
10:47	34.9	36.8	36.7	36.8	36.2	35.7	34.3	931.52	43.8	42.7	41.6	40.5	39.3	36.5	40.1	40.0	39.8	39.3	38.3	36.6
10:57	35.5	36.5	36.5	36.4	36.0	35.4	34.5	951.46	44.8	43.3	42.2	40.9	39.2	36.8	40.2	40.0	39.8	39.3	38.5	37.1

A B C D E F 分別代表樣本室內測試點 3m , 2.75m , 2.5m , 2m , 1.5m , 1m 之高度所測出之溫度值，以此數據作為瞭解室內溫度分佈之情況，同時依此繪製於后之室內溫度分佈圖，而得一目了然看出何種設計最為有效。

室內溫度分佈表

時間	氣溫	散 熱 設 計						日照量	無 隔 熱 封 閉 設 計						隔 熱 設 計					
		A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
11:07	35.3	37.5	37.3	37.2	36.7	36.1	34.7	942.96	44.7	43.3	42.5	41.0	39.6	37.1	40.3	40.1	39.9	39.4	38.6	37.3
11:17	35.2	37.1	36.9	36.8	36.4	36.0	34.6	964.80	43.5	42.1	41.0	39.8	39.1	36.4	39.6	39.4	39.0	38.5	37.7	36.5
11:27	35.1	36.7	36.5	36.4	36.0	35.4	34.2	962.98	43.4	42.0	41.3	39.9	38.9	36.8	39.6	39.4	39.0	38.5	37.8	36.5
11:37	35.5	36.4	36.3	36.2	35.5	34.9	34.2	988.38	44.3	43.2	42.2	40.0	38.7	36.1	39.7	39.4	39.1	38.5	37.7	36.6
11:47	35.7	36.7	36.5	36.4	36.0	35.5	34.4	995.19	44.7	43.0	42.0	40.5	39.0	36.3	39.8	39.6	39.2	38.6	37.8	36.8
11:57	35.7	37.1	36.7	36.4	36.1	35.6	34.9	996.03	44.5	43.0	42.0	40.2	39.0	36.4	39.6	39.3	39.0	38.3	37.4	36.5
12:07	35.5	36.4	36.4	36.3	35.7	35.4	34.6	993.1	43.1	41.5	40.9	39.8	38.6	35.8	39.7	39.3	38.9	38.3	37.5	36.2
12:17	35.6	36.6	36.5	36.4	35.7	35.2	34.4	992.64	44.5	43.0	42.0	40.3	38.3	36.2	39.9	39.4	39.1	38.5	37.7	36.6
12:27	35.4	36.4	36.3	36.2	35.7	35.4	34.4	968.79	43.1	41.5	40.6	39.6	38.4	36.1	39.4	39.1	38.7	38.1	37.3	36.1
12:37	36.2	36.8	36.5	36.4	35.9	35.5	34.7	970.81	44.1	42.6	41.3	39.9	38.6	36.7	39.4	39.1	38.8	38.1	37.3	36.4
12:47	35.9	36.9	36.7	36.6	36.0	35.5	34.9	960.50	43.2	41.4	40.8	39.8	38.6	36.4	39.5	39.2	38.9	38.3	37.4	36.6
12:57	35.7	36.6	36.2	36.1	35.7	35.2	34.6	950.04	43.6	42.0	41.1	39.8	38.7	36.6	39.4	39.1	38.8	38.3	37.5	36.6
13:07	35.8	36.6	36.4	36.3	36.0	35.6	35.0	937.28	43.0	41.6	40.9	39.6	38.7	36.4	39.3	39.0	38.7	38.1	37.5	36.5
13:17	36.0	36.3	36.3	36.3	35.9	35.4	34.6	916.42	43.3	41.9	41.1	39.8	39.1	36.9	39.3	39.2	38.9	38.3	37.6	36.7
13:27	35.9	37.0	36.9	36.7	36.4	34.7	35.0	900.59	42.9	41.6	41.0	40.2	39.1	37.1	39.8	39.5	39.3	38.6	38.0	37.0
13:37	35.8	36.7	36.5	36.5	36.2	35.7	34.7	885.30	42.9	41.8	41.2	40.2	39.2	36.8	39.9	39.7	39.4	38.8	36.2	37.1
13:47	36.8	38.1	38.0	37.9	37.5	36.7	35.4	868.82	45.2	44.0	43.2	42.2	40.8	38.0	40.9	40.7	40.5	39.9	39.2	38.1
13:57	36.3	36.6	36.4	36.3	35.8	35.3	34.6	845.77	44.3	43.2	42.7	41.7	40.0	37.0	40.7	40.4	40.0	39.6	38.9	37.6
14:07	36.1	37.0	36.9	36.8	36.5	35.8	34.6	824.32	43.4	42.1	41.5	40.7	39.8	37.4	40.5	40.3	40.1	39.5	38.9	37.5
14:17	36.5	37.1	36.8	36.8	36.4	35.6	34.9	804.19	44.1	43.3	42.6	41.4	39.9	37.4	41.2	40.9	40.7	40.2	39.5	38.1
14:27	36.0	37.3	37.2	37.2	36.7	36.0	35.0	780.24	42.7	41.8	41.5	40.6	39.7	37.0	41.2	40.9	40.8	40.2	39.5	37.9
14:37	36.1	37.7	37.6	37.5	37.2	36.4	35.1	750.44	43.0	42.0	41.4	40.6	40.0	37.8	40.9	40.7	40.6	40.0	39.3	37.8
14:47	36.0	37.4	37.1	36.8	36.5	35.5	34.6	721.92	43.4	42.5	42.0	41.2	40.0	36.5	41.5	41.2	40.9	40.5	39.8	38.1
14:57	35.9	37.2	37.1	37.0	35.7	35.1	34.5	680.93	43.2	42.4	41.9	41.1	39.9	36.5	41.6	41.4	41.3	40.7	40.0	38.2
15:07	36.0	37.5	37.5	37.3	36.8	36.1	34.9	656.06	43.4	42.6	42.3	41.4	40.7	37.7	42.3	42.0	41.9	41.3	40.5	38.8
15:17	35.5	37.8	37.6	37.4	37.0	36.0	34.5	628.46	43.0	42.2	41.7	40.9	39.6	36.8	42.2	42.0	41.7	41.2	40.3	38.2
15:27	35.3	36.9	36.8	36.8	36.3	35.2	34.5	595.03	42.3	41.7	41.4	40.6	39.6	35.7	42.1	41.8	41.7	41.0	40.2	37.9
15:37	35.1	37.1	36.9	36.8	36.4	35.3	34.2	561.54	42.5	41.8	41.4	40.7	39.7	36.0	41.8	41.5	41.5	40.9	39.9	38.3
15:47	35.5	37.7	37.4	37.3	36.8	35.7	34.6	526.29	43.1	42.3	41.8	41.2	39.7	36.7	42.5	42.3	42.3	41.6	40.7	38.6
15:57	34.9	36.9	36.8	36.7	36.5	35.3	34.1	494.68	41.6	40.9	40.6	40.0	38.9	35.7	42.1	41.9	41.8	41.2	40.2	37.9

A B C D E F 分別代表樣本室內測試點 3m , 2.75m , 2.5m , 2m , 1.5m , 1m 之高度所測出之溫度值，以此數據作為瞭解室內溫度分佈之情況，同時依此繪製於后之室內溫度分佈圖，而得一目了然看出何種設計最為有效。

室內溫度分佈表

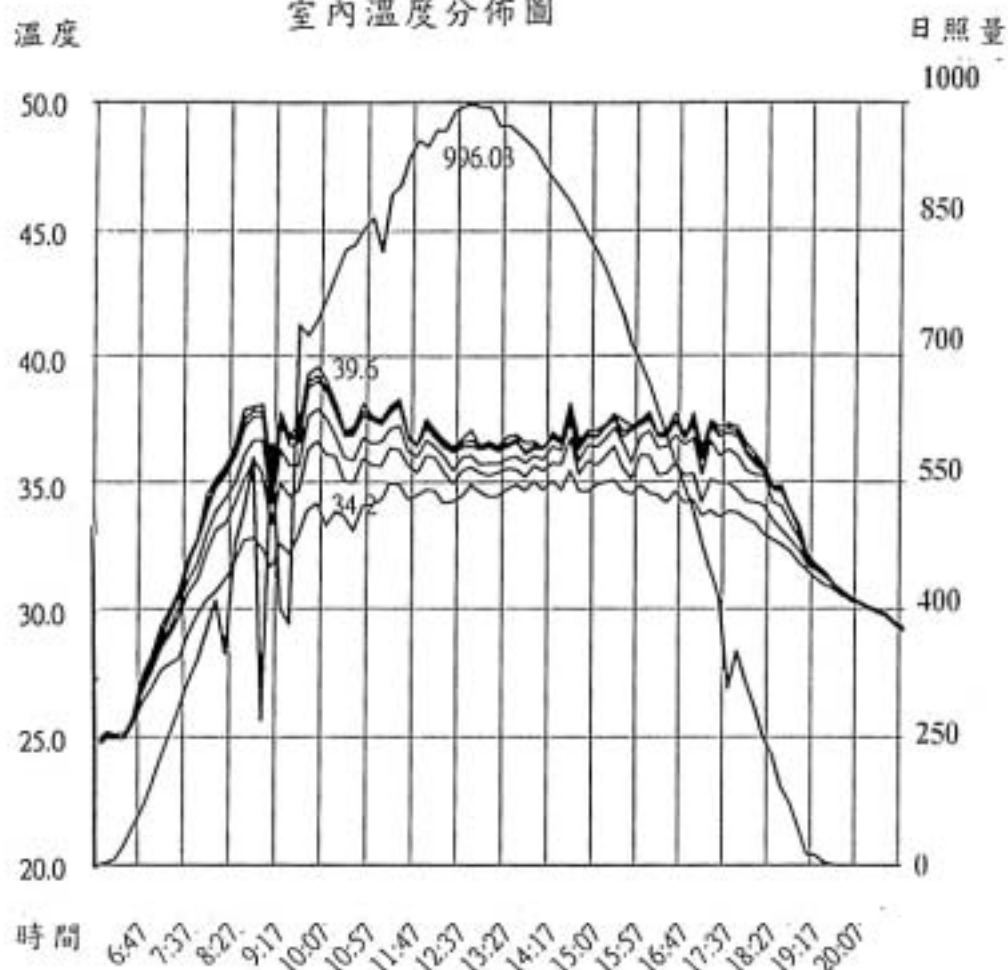
時間	氣溫	散 熱 設 計						日照量	無 隔 熱 封 閉 設 計						隔 熱 設 計					
		A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
16:07	35.2	37.7	37.4	37.3	36.7	35.3	34.3	463.85	42.0	41.5	41.1	40.3	39.1	36.2	42.0	41.8	41.6	41.1	40.1	37.8
16:17	34.5	36.3	36.0	35.9	35.3	34.2	33.6	421.88	41.9	41.5	41.2	40.5	38.7	35.2	42.5	42.2	42.1	41.4	40.3	38.3
16:27	34.9	37.4	37.3	37.2	36.6	35.1	33.8	384.73	41.7	41.3	40.9	40.5	38.8	36.0	42.6	42.4	42.3	41.7	40.6	38.2
16:37	34.4	37.2	37.0	36.8	36.0	34.9	33.6	350.20	41.1	40.7	40.5	39.9	38.4	35.7	42.6	42.3	42.2	41.6	40.5	37.7
16:47	34.4	37.3	37.1	36.9	36.3	34.9	33.8	230.19	40.8	40.4	40.1	39.7	38.1	35.4	42.4	42.2	42.0	41.3	40.2	37.3
16:57	34.3	37.2	36.9	36.8	36.0	34.7	33.8	278.00	40.7	40.4	40.0	39.5	37.7	35.1	42.5	42.3	42.1	41.4	40.2	37.2
17:07	33.9	36.5	36.2	36.1	35.4	34.2	33.5	239.49	39.6	39.2	38.9	38.4	37.0	34.05	41.7	41.4	41.3	40.6	39.5	36.9
17:17	33.7	36.1	35.9	35.7	35.3	34.2	33.4	207.23	38.5	38.2	37.9	37.6	36.5	34.4	40.9	40.7	40.6	40.1	39.0	36.6
17:27	33.4	35.7	35.5	35.4	35.2	34.1	32.9	167.78	37.7	37.5	37.3	37.0	36.0	33.9	40.4	40.2	40.1	39.6	38.5	36.3
17:37	33.0	34.8	34.7	34.6	34.2	33.5	32.7	143.64	36.5	36.3	36.0	35.9	35.3	33.3	39.2	39.1	39.0	38.4	37.5	35.6
17:47	32.8	34.9	34.7	34.6	34.0	33.1	32.5	102.52	36.4	36.1	36.0	35.7	34.7	33.3	39.2	38.9	38.8	38.3	37.3	35.4
17:57	32.3	34.0	33.9	33.8	33.3	32.7	32.2	82.83	35.3	35.0	34.7	34.6	34.0	32.6	38.1	37.9	37.8	37.3	36.4	34.2
18:07	31.8	33.3	33.2	33.0	32.7	32.3	31.8	50.03	33.9	33.6	33.5	33.4	33.1	32.1	36.4	36.3	36.1	35.8	34.8	33.2
18:17	31.5	32.1	32.0	31.9	31.8	31.7	31.5	14.90	32.7	32.5	32.3	32.3	32.0	31.4	34.2	34.2	34.0	33.8	33.1	32.2
18:27	31.2	31.7	31.7	31.6	31.6	31.5	31.2	13.63	31.9	31.8	31.6	31.5	31.5	31.2	33.2	33.1	33.1	32.9	32.4	31.7
18:37	31.0	31.4	31.4	31.3	31.3	31.3	30.9	4.60	31.4	31.3	31.1	31.2	31.1	30.9	32.5	32.5	32.4	32.3	32.0	31.4
18:47	30.8	31.0	30.9	30.9	30.9	30.9	30.8	0.51	30.9	30.8	30.7	30.7	30.6	30.5	31.9	31.9	31.8	31.7	31.5	31.0
18:57	30.5	30.7	30.7	30.6	30.6	30.6	30.5	- 2.78	30.6	30.5	30.3	30.3	30.3	30.3	31.4	31.3	31.3	31.3	31.1	30.7
19:07	30.4	30.5	30.4	30.4	30.3	30.3	30.3	- 3.28	30.2	30.1	30.0	30.0	30.0	30.0	31.0	31.0	30.9	30.9	30.7	30.4
19:17	30.1	30.2	30.3	30.2	30.2	30.3	30.2	- 2.64	30.1	30.0	29.8	29.8	29.8	29.8	30.7	30.7	30.7	30.6	30.4	30.2
19:27	30.0	30.1	30.1	30.1	30.0	30.1	30.0	- 2.66	29.8	29.7	29.6	29.6	29.6	29.6	30.4	30.4	30.4	30.4	30.2	30.0
19:37	29.8	30.0	29.9	29.9	29.8	29.9	29.8	- 2.50	29.6	19.5	29.4	29.4	29.4	29.4	30.1	30.2	30.1	30.1	30.0	29.8
19:47	29.8	29.8	29.7	29.7	29.7	29.8	29.7	- 2.24	29.5	29.4	29.3	29.2	29.3	29.3	30.0	30.0	30.0	30.0	29.8	29.7
19:57	29.5	29.4	29.4	29.4	29.4	29.5	29.4	- 2.07	29.2	29.1	29.0	29.1	29.1	29.1	29.7	29.8	29.7	29.8	29.7	29.6
20:07	29.2	29.2	29.2	29.1	29.1	29.3	29.2	- 2.07	29.1	28.9	28.8	28.8	28.8	28.8	29.5	29.5	29.5	29.5	29.4	29.4

A B C D E F 分別代表樣本室內測試點 3m , 2.75m , 2.5m , 2m , 1.5m , 1m 之高度所測出之溫度值，以此數據作為瞭解室內溫度分佈之情況，同時依此繪製於后之室內溫度分佈圖，而得一目了然看出何種設計最為有效。

由上表三種設計之比較，散熱設計最佳，室內溫度幾乎等於大氣溫度；隔熱設計非常明顯較差，有聚熱現象，室內若無熱源，尚有某種成度之效果，室內若有熱源，將適得其反，產生嚴重之聚熱現象，比一般無隔熱之封閉屋頂還要差；一般無隔熱之封閉屋頂之效果當然最差，因為使用之材料最少，價格最低，理所當然。

A. 散熱屋頂

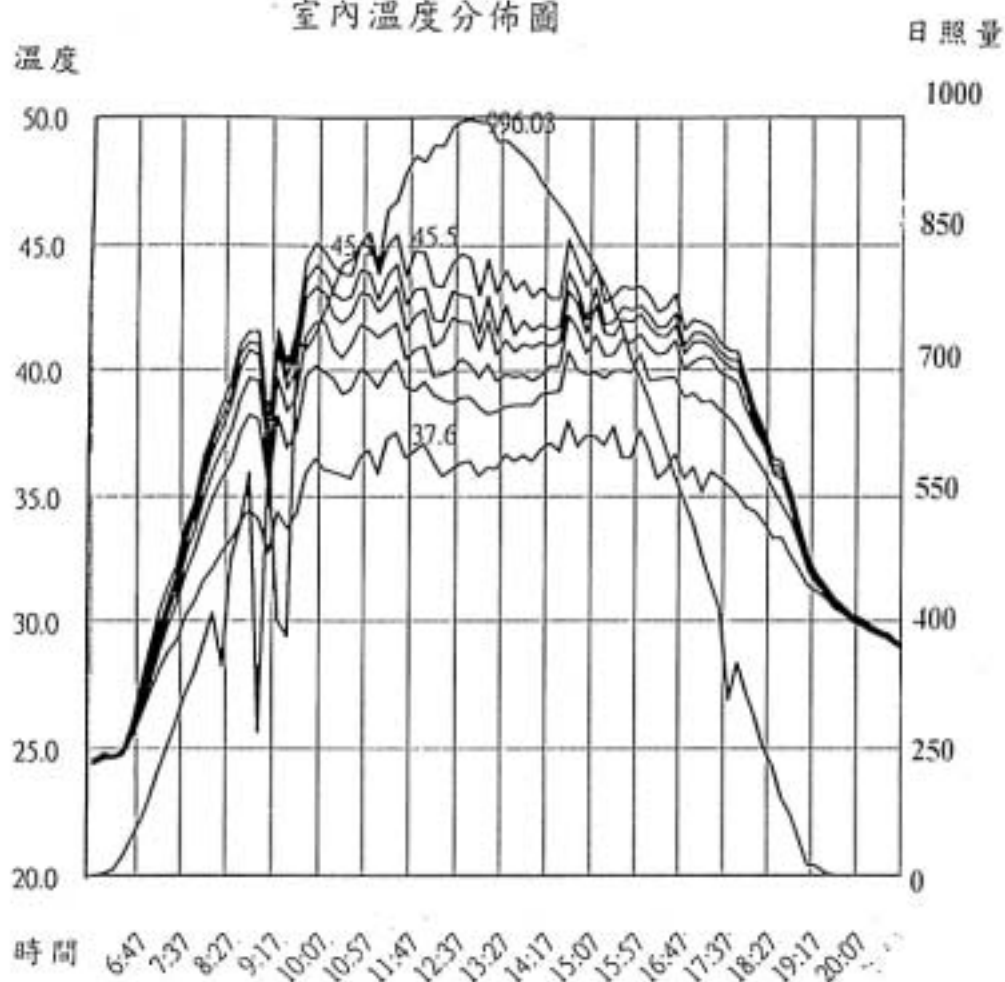
室內溫度分佈圖



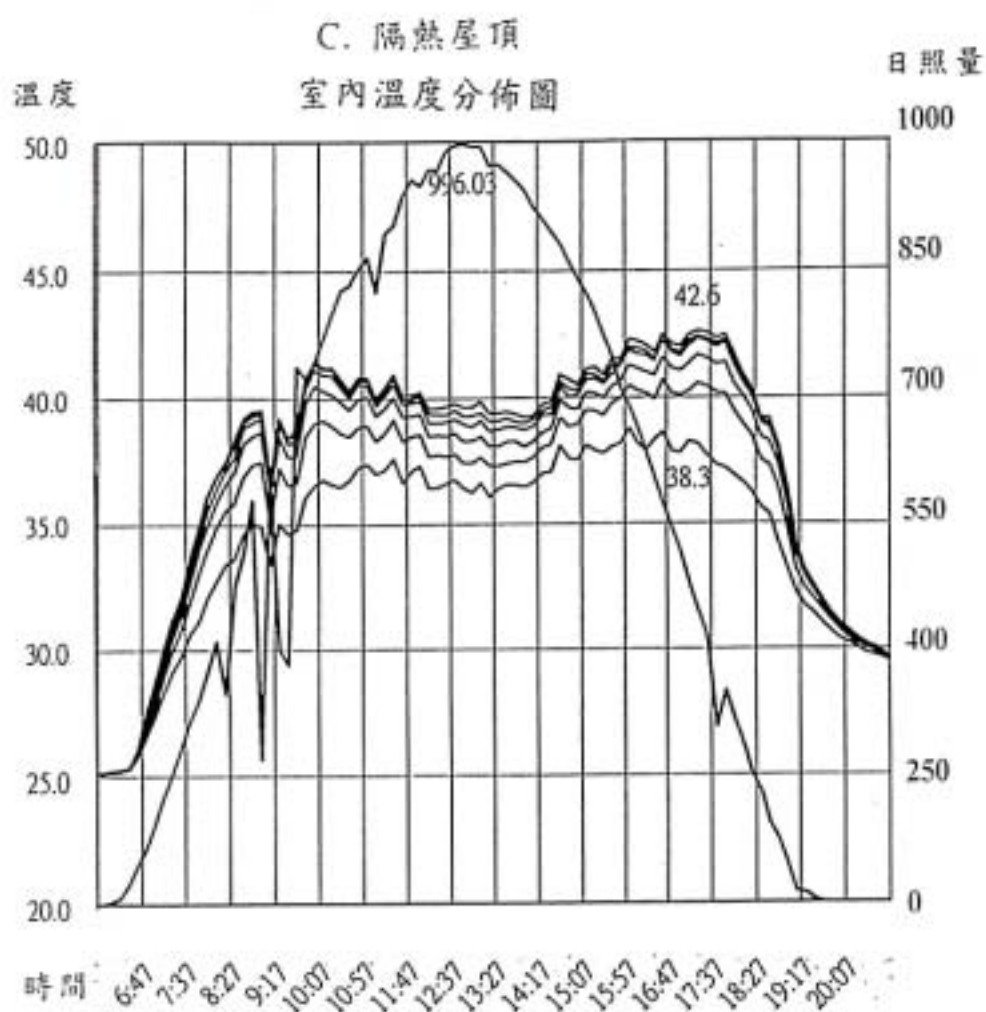
備註：由圖面分析，可立即看出散熱屋頂，室內溫度高低點溫度差距甚小，高點溫度在日照量開始增加時曾高達 39.6 度，仍然比任何屋頂之高點溫度還低很多，當日照量持續增加時，室內溫度不升反降，且降至 35 度以下，所以說太陽愈炎熱室內愈涼爽，是所有屋頂中最涼爽，最省能源。

B. 一般封閉屋頂

室內溫度分佈圖



備註：由圖面分析，可立即看出一般無隔熱之封閉屋頂，室內溫度甚高，且高低點溫度差距頗大，高點達 45.5 度，低點也在 37 度以上，因此甚為悶熱。



備註：由圖面分析，可立即看出有隔熱之封閉屋頂，室內溫度高低點溫度差距較小，高點溫度也較低，但也有 42.6 度，低點之溫度也接近 37 度，由圖表也可看出當日照量開始在降低時，室內溫度不降反升，有聚熱現象，以致非常悶熱。

（六）實際應用之延伸研究

散熱設計之屋頂經實驗測試後，確實證明是最有效果之設計由於要防止雨水進入屋內，必須採用雙層錯開施工，因採用雙層，使用材料較多，成本較貴，所以另研究採用單層，以使其成本能與一般無隔熱設計之封閉式屋頂相較量，以雙層錯開防止雨水進入屋內之觀念，研究出散熱屋頂結構，是利用屋頂或覆蓋板之原有結構，略為修改而使施工後會產生相互重疊且有一適當大小之空氣對流縫隙，當太陽照射屋頂，屋頂吸熱後會把熱往下傳給空氣，空氣吸熱後會膨脹上升，此時屋頂若無對流細縫時，空氣便會立即產生擴散、擾流而將熱往下傳，因此當我們在目前之一般鐵皮屋內，有像火烤時所感覺悶熱難耐的情況，就是這個原因，所以散熱屋頂結構就是讓屋頂有一適當大小之空氣對流縫隙，以方便空氣吸熱後膨脹上升時，能很快從對流縫隙散發到大氣中，且冷空氣從門窗或牆縫進入屋內，然後將熱空氣往上推升，再吸收由屋頂傳下來的熱後，再從屋頂之空氣對流縫隙散發到大氣中，也一樣可以達到完整的對流循環，同樣不用任何隔熱材料情況下，不論太陽有多大、曬多久，室內同樣不會很悶熱，當房屋之使用環境以此方法便可達到要求的情況下，就可以不用隔熱材料而能達成散熱效果，因此不會因隔熱材料之生產使用而污染環境、浪費能源，排放二氧化碳，增加廢棄物，也不至於造成金屬回收困難而浪費資源，又因有空氣對流隙縫，火災發生時又有排煙效果比建築技術規則規定之排煙窗

效果要好，增加火災發生時之逃生機會，唯其缺點是接近屋頂約 0.5 米至一米之距離有幅射熱之感覺，所以較不適合低矮之屋頂使用，若使用到工廠，則是一項非常理想之設計。

二、不用隔熱材料之散熱壁板

（一） 研究過程：

散熱壁板之構造稍微複雜，目前房屋從平房到高樓大廈都有，高從三公尺起到數十公尺甚至百公尺以上，所以要讓空氣從底部開始到屋頂，能順利將帶有熱能之熱空氣散發到大氣中，而不產生擴散、擾流，不將熱能傳至內板後再傳入屋內，是絕對不可能的事，所以在設計思考上困難就比較多，經長期研究觀察才找出解決之道，就是把牆壁隔成無數小塊，然後讓每一小塊各自獨立散熱，便會有非常良好之隔熱效果且可不需任何隔熱材料，每一小塊大小與大樓吊掛式牆壁之金屬板大小接近一致，且外層板也可做成多種造型，如此就不會有外觀不佳的情況；隔離而成之每一小塊構造與填有隔熱材之壁板一樣採雙層板構造，內外層板間留有適當之空間，外層板則在上下兩端留有許多密集之小孔，該小孔面積大小以足以供空氣對流所需為原則，當太陽照射外層板時，外層板吸熱，然後再將熱釋出，使熱往內傳，當熱往內傳時必須經過兩層間之空氣，因此熱為空氣所吸收，空氣吸熱後膨脹上升，立即由外層板上端之

空氣對流小孔散發到大氣中，結果又造成內外層板間之空間形成半真空狀態，於是又從外層板下端空氣對流小孔吸入冷空氣，冷空氣又從外層板吸熱再膨脹上升由外層板上端小孔散發到大氣中，構成一完整對流循環，由於上下兩端距離因分隔而縮短，於是在外層板之空氣吸熱後尚來不及將熱擴散到內層板就由上端小孔散出，也因此可以不用隔熱材能使太陽熱能不會傳至屋內，至於雨水會從小孔進入，因為內外層板間之空間比小孔大到不成比例，所以雨水進入小孔後會順著外層板往下垂流，再由下端小孔流出，所以不用填縫劑而不滲水，因此可避免使用隔熱材，減少建築費用，增強防水功能，又沒有生產隔熱材料之能源消耗及污染，也沒有生產隔熱材料之二氧化碳排放與廢棄物產生，更不會產生廢棄時之金屬回收困難，造成資源浪費；由上面的說明，再進一步分析牆壁如何以散熱方式處理太陽熱能，目前是以隔熱處理，不能符合環保要求，況且容易滲水，針對這些問題而做之改善。以鋼板、木材等製成中空，內外層間距約十公分之三種不同之中空牆，由鋼板的一面加熱，有孔的一面為加熱面，測量無孔的另一面之溫度變化。

1. 觀察以中空做成之牆壁，外板無孔之隔熱效果。
2. 觀察以中空做成之牆壁，外板有孔之散熱效果。
3. 觀察以中空做成之牆壁，將此牆壁分割成無數小區塊，各小區塊

是互不相通，在小區塊之外板上端與下端均留有孔之散熱效果。

（二）研究結果與討論：

- 1.整塊中空壁板，外板無孔封閉時，其背面板之溫度會隨照射時間與照射強度持續升高至四十多度，而將熱傳到屋內，其原因在於外板吸熱，將熱傳給空氣後，空氣之熱無從散發，因擴散擾流作用，又將熱傳給背面板所致。
- 2.整塊中空壁板，外板有孔時，其背面板之溫度會隨照射時間與照射強度持續升高到約近三十七度附近時就不會繼續升高，而且上端的溫度會比下端的溫度高，其原因在於外板吸熱後，將熱傳給空氣，空氣吸熱後，一部份由外板之孔散發至大氣中，一部份繼續往上升，由於熱空氣上升路徑甚長，空氣之擴散擾流作用，而將熱傳至背面板，再傳入屋內，由於一部份的熱已被散發，所以傳至背面板之熱較少，因此背面板之溫度會升高，但是不會太高。
- 3.中空牆壁分割成無數小區塊，各小區塊是互不相通，在小區塊之外板上端與下端均留有孔時，散熱效果良好，其背面板之溫度不會隨照射時間與照射強度持續升高，約與大氣溫度三十二度接近，因為當外板將熱傳給空氣後，空氣吸熱膨脹上升，由上端的孔散出，由於上升路徑很短，吸熱的空氣還來不及擴散將熱傳給背面板，便已從上端的孔將熱散發到大氣中，冷空氣由

下端的孔進入中空牆壁中，構成一完整之對流循環，所以無論太陽多熱，都無法將熱傳入室內，與屋頂之散熱設計有異曲同工之妙，測試結果與散熱屋頂之結果幾乎完全相同，所以未做詳細之記錄。

（三）結論：

經研究測試結果中空牆壁分割成無數小區塊，各小區塊是互不相通，在小區塊之外板上端與下端均留有孔時，散熱效果良好，室外太陽照射熱度幾乎完全被散發，無法傳入室內，於是根據此實驗提出發明專利申請，獲得核准（詳附件）。

三、火災時之煙囪效應

(一) 研究過程

最近台北縣汐止東方科學園區大樓火災及台北市停車場大火均可應用此研究來防止火災發生及蔓延，以及火災發生後的加速撲滅，例如東方科學園區大樓在三樓的火災撲滅後經過一段時間才再十六樓再度引起燃燒，經查係通風管將熱帶到十六樓，當熱達到燃點以上溫度接觸到可燃物品所引起，這也是一種空氣自然對流所產生；至於停車場大火無法撲滅，是因為此建築產生煙囪效應，這也是一種空氣自然對流所產生，事實上東方科學園區大樓一樣有煙囪效應問題，只要有樓梯就一定有煙囪效應存在，只不過因為每樓之面積大，樓梯只是大樓的一非常小的角落而已，又火災發生後，很多玻璃窗被打破或被燒破，也因此空氣進入之孔道甚多，把煙囪效應降低讓你不注意而沒有感覺而已，又內政部建築研究所所推動之綠色建築也是利用到空氣對流的原理，也常是一種使產生煙囪效應的設計，因為有煙囪效應的建築，才會使空氣對流快速而產生涼爽，以減少冷氣之使用而達節約能源之目標，但此設計又會造成火災發生時之快速蔓延及難以撲滅，因而造成更大的損失與傷害，這是一種非常矛盾的設計，其實這些問題一樣可以用此研究來解決，很簡單，沒有困難，若

大家有心解決問題，只要深入研究使火災發生時，如何使煙囪效應立即失效就可以了，若能做到，問題不就完全解決了嗎？我們繼續觀察散熱壁板之散熱情形，結果發現壁板之散熱過程不是也是煙囪效應的一種嗎？經做小型測試，結果二者完全一致，若要平時作為對流散熱，火災時將其對流散熱之煙囪效應消除即可，一般大樓只要有樓梯、有風管就會有煙囪效應問題，防止之方法與散熱壁板之方法相同，只要做防火區隔與火災時不讓其強烈之對流產生，如此矛盾便可消除，由於此項研究甚為龐大，因此無法做實際之大型測試實驗，只能做小型實驗與理論推演，而無更詳盡之記錄。

1. 仿造焚化爐構造，以磚塊泥土製成，上以五加侖空鐵桶做爐體，經點火燃燒，將爐口封閉，再以煙囪長短更換，觀察爐的進氣口所產生的空氣流動力量得變化，由此了解煙囪效應所產生的情況。



實驗製作過程



實驗製作過程





2. 思考研究土地公廟會算紙錢之金爐，到底是土地公有靈或是自然現象，一般信眾認為那麼多廟宇的金爐，為什麼沒有此現象，只有此座土地公廟的金爐有此現象？信徒相信土地公顯靈。我認為是空氣對流之煙囪效應問題，有人不儘會問，難道只有該座金爐有煙囪效應，其他沒有？答案也不是。也有人說，信徒中也不乏高級知識份子，為什麼他們也相信，難道他們不懂空氣對流原理嗎？不是，空氣對流原理是一種很普遍的常識，大家多懂，但也可說未必完全懂，這就是比較耐人尋味的地方，也就是我最感興趣研究的原因，事實上大家之所以會相信，是因為沒有深入研究的結果。

（二）研究結果與討論

1. 焚化爐部份

當煙囪越高，煙囪效應越明顯，也就是產生氣流越強，反之越弱。

2. 金爐部份

（1）金爐之所以會算紙錢，是空氣對流煙囪效應之一種現象。

（2）為何只有那間土地公廟的金爐會，其他不會，是因為進氣口，爐門開口，金爐高度，煙囪長短之間的各項比例恰到好處，才会有此項結果，難道恰到好處也是一種神蹟嗎？這我就無法下結論了。* * ○ ○ ○ ○ ○ 所謂恰到好處就是說，氣流由爐門進入的量恰好足以讓金紙一張一張被吸入爐內，若氣流由爐門進入的量太大，會將整疊金紙吸入；若氣流大部份由爐門下方之進氣門進入，爐火雖然很旺，但爐門不會將金紙吸入。

伍、結論

一、利用空氣對流可達成散熱效果。

二、利用散熱效果可使屋頂不使用隔熱材料，減少臭氧層破壞，減少空氣污染、能源消耗，改善環保之最佳利器。

三、利用散熱效果可使壁板不使用隔熱材料，也是改善環保之最佳利

器。

四、研究空氣對流理論，可解釋很多自然現象，破解民眾之迷信，例如土地公廟之金爐會算紙錢的問題。

五、研究空氣對流之煙囪效應理論，可應用到火災防止功能上。

六、研究空氣對流之煙囪效應理論，可應用到綠色建築之節能、環保上。

七、研究空氣對流之煙囪效應理論，可應用到消防滅火上，以減少火災發生時之生命財產損失。

陸、參考資料及其他

1. 國中物理。
2. 報紙雜誌之一般熱對流常識。
3. 中華民國大氣層保護協會會訊。
4. 建築技術規則。
5. 消防法規。
6. 觀察日常生活之各種用品使用現象，如用鍋炒菜、電鍋使用、冰箱、冷氣機、吸頂式日光燈等。

正本

經濟部智慧財產局 函

受文者：黃穎中、黃穎文

代理人：詹景堯 先生

機關地址：台北市辛亥路二段一八五號三樓

如有疑問請電洽（〇二）二七三八〇〇〇七分機九〇一四

速別：

密等及解密條件：

發文日期：中華民國玖拾壹年伍月貳拾貳日發文

發文字號：（九一）智專一（一） 字第〇九一五四〇一九三八四號

附件：繳費領證之申請書

主旨：

第〇八九一二三九二九號專利案已公告期滿審查確定，請於文到次日起三十日內繳納專利證書費新台幣（以下同）二、五〇〇元及第一年年費二、五〇〇元（合計五、〇〇〇元），以憑核發證書，請查照。

說明：

一、本案係公告於本局九十一年二月十一日出版之專利公報第四七五九五號審定公告。

二、未於本局指定之期限內繳納年費者，依專利法第八十六條（第一百零五條、第一百二十二條準用第八十六條）規定得於限期後六個月內加倍補繳，未於補繳期限屆滿前繳納年費及證書費者，依專利法第七十條第二項（第一百零五條、第一百二十二條準用

高雄市中正四路四十九號八樓

詹景堯 先生

第七十條第二項)規定，其專利權自始不存在。

三、依專利法第八十五條第二項(第一百零五條、第一百二十二條準用第八十五條第二項)規定，專利年費得一次繳納數年，遇有年費調整時，毋庸補繳其差額。

四、繳費領證之申請函(如附件)，請加蓋與原申請專利時相同之印章。

五、前開規費，得來本局繳納，或以即期支票、郵政匯票或郵政劃撥〇〇一二八一七之七號「經濟部智慧財產局」帳號，務必請於劃撥通知單敘明繳納何案之證書費及第幾年年費。

正本：黃顯中、黃顯文

代理人：詹景堯 先生

副本：
抄件：

局長 陳明邦

依照分層負責規定
檢附單位主管決行



中華民國專利公報 [19] [12]

[11]公告編號：475955

[44]中華民國 91 年 (2002) 02 月 11 日

發明

全 8 頁

[51] Int.Cl.⁰⁷ : E04B1/74

[54]名稱：具散熱功能之隔熱板

[21]申請案號：089123929

[22]申請日期：中華民國 89 年 (2000) 11 月 13 日

[72]發明人：

黃顯中

高雄市三民區澄明街二三七號

黃顯文

高雄市三民區澄明街二三七號

[71]申請人：

黃顯中

高雄市三民區澄明街二三七號

黃顯文

高雄市三民區澄明街二三七號

[74]代理人：詹景堯 先生

1

2

[57]申請專利範圍：

1. 一種具散熱效果之隔熱板，主要由內板、固定條、外板及壓條所組成，其中，內、外板間為一中空部，該中空部的上側端並為一透空狀態者。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之具散熱效果之隔熱板，其中，在外板的上、下側可設以空氣對流孔洞者。
3. 一種具散熱效果之隔熱板，主要由內板、固定條、外板及壓條所組成，其中，外板係由複數層疊置而成，且每一層並由間隔板區隔為獨立之空間，並在每一層之上、下空氣對流板片上設有空氣對流孔洞者。

圖式簡單說明：

圖一係習知之上視圖。

圖二係本發明一較佳實施例之上視圖。

圖三係圖二之立體圖。

圖四係圖三之內板與固定條結合示

5. 意圖。

圖五係圖二之一實施例圖。

圖六係係本發明另一實施例之上視

圖。

圖七係圖六組合後之立體圖。

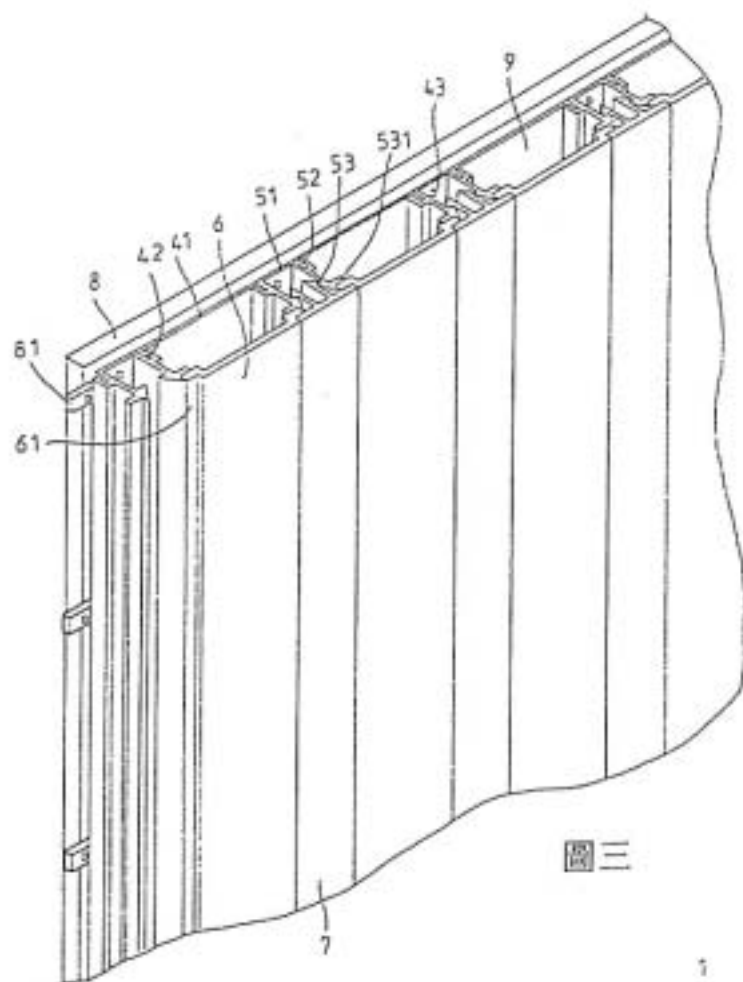
10. 圖八係圖六之內板與固定條結合示意圖。

圖九係圖六外板與固定條結合之示意圖。

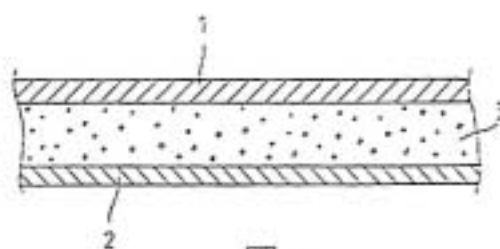
圖十係圖六壓條之結合示意圖。

15.

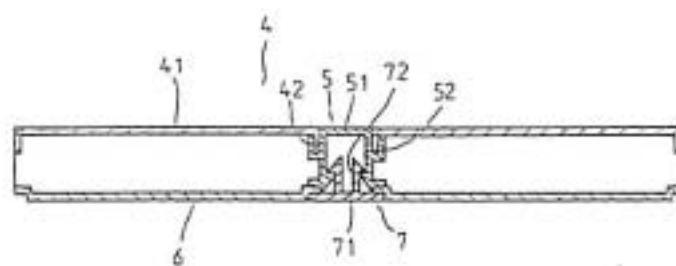
(2)



圖三

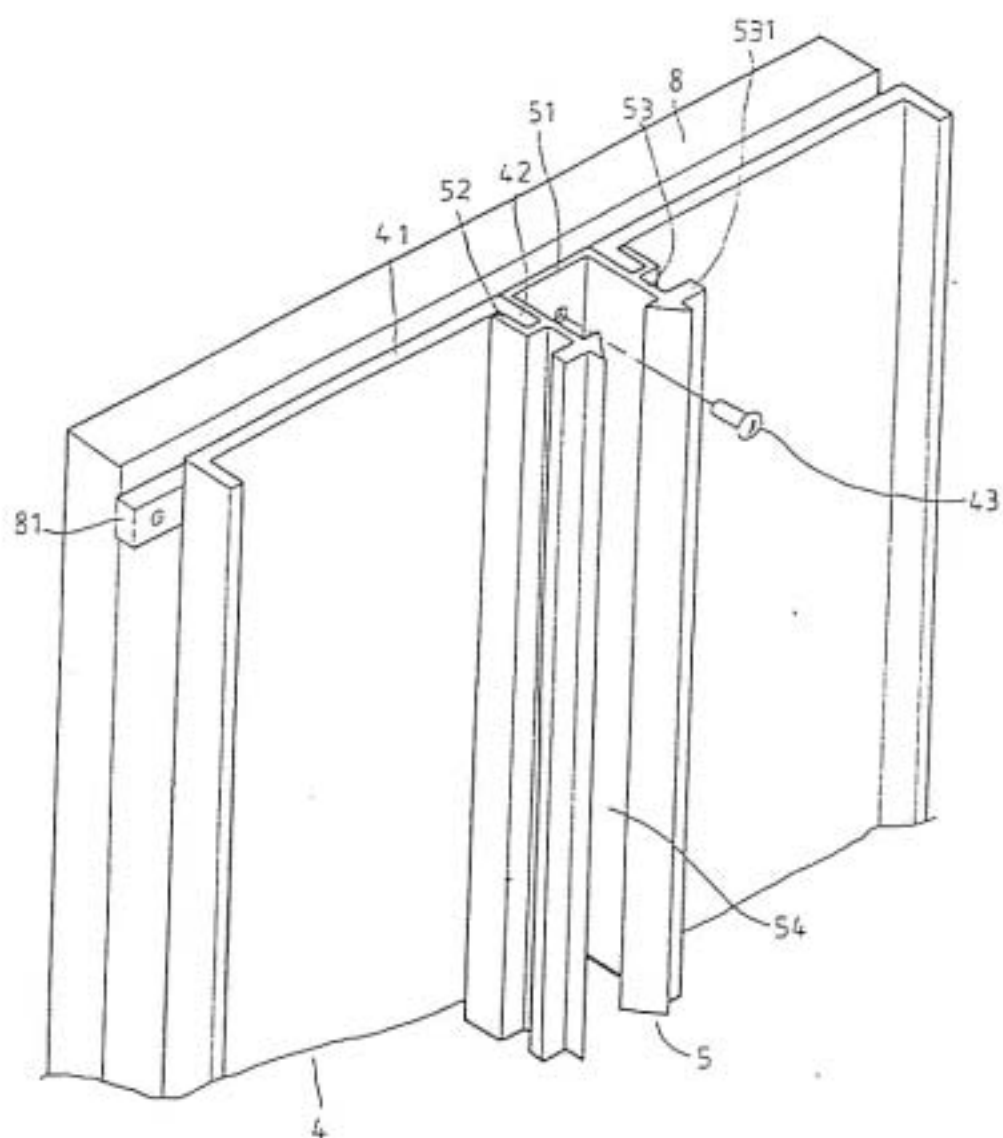


圖四

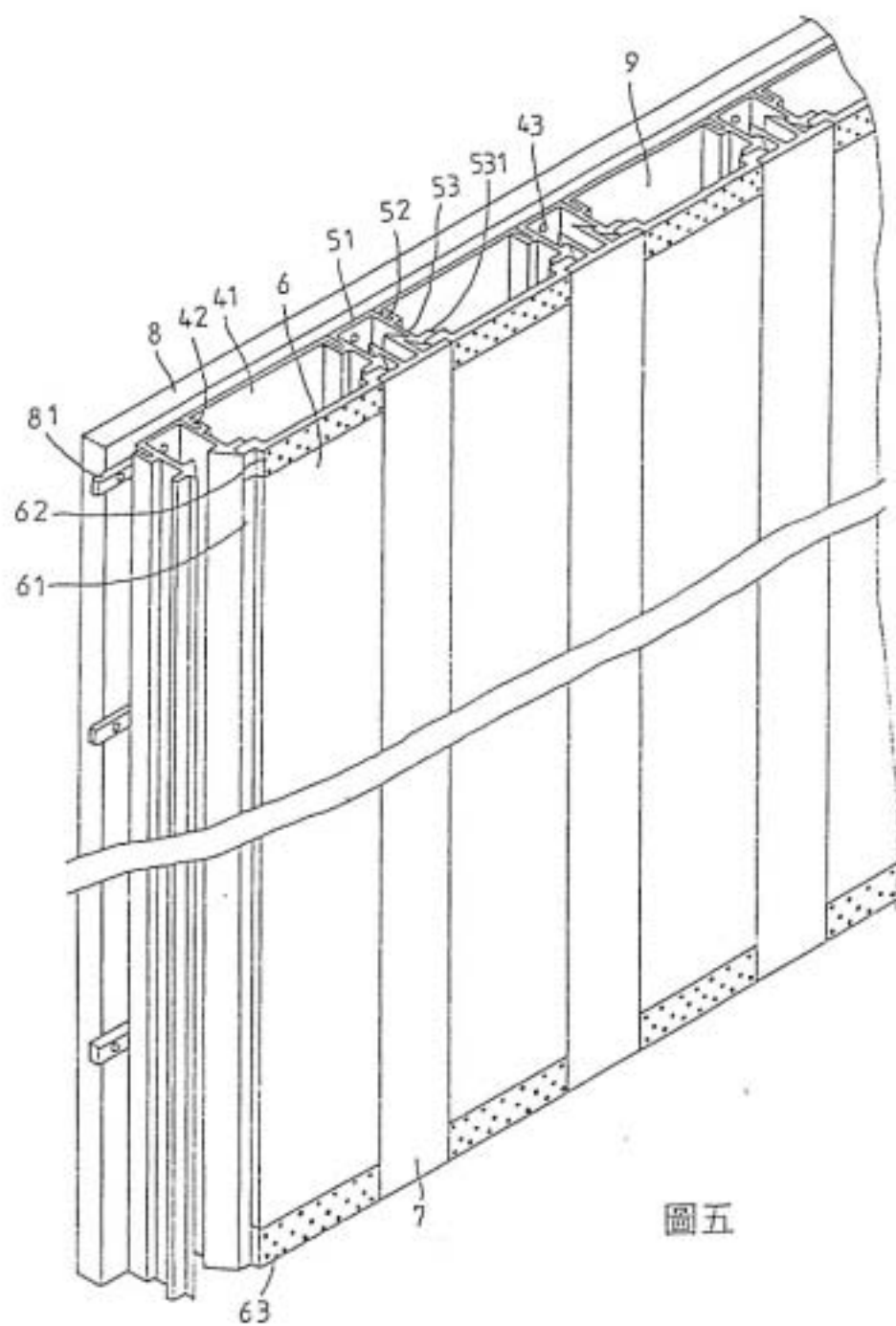


圖五

(3)

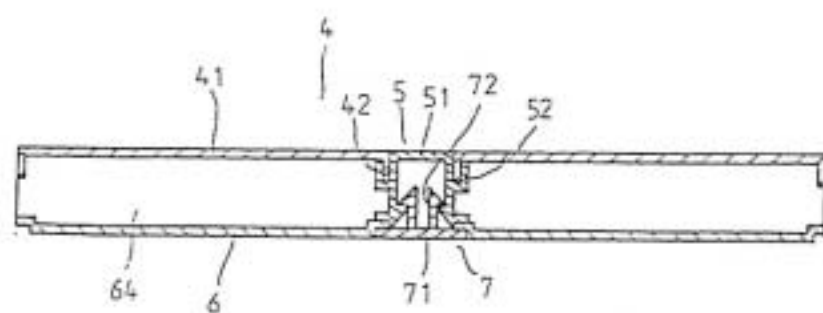


(4)

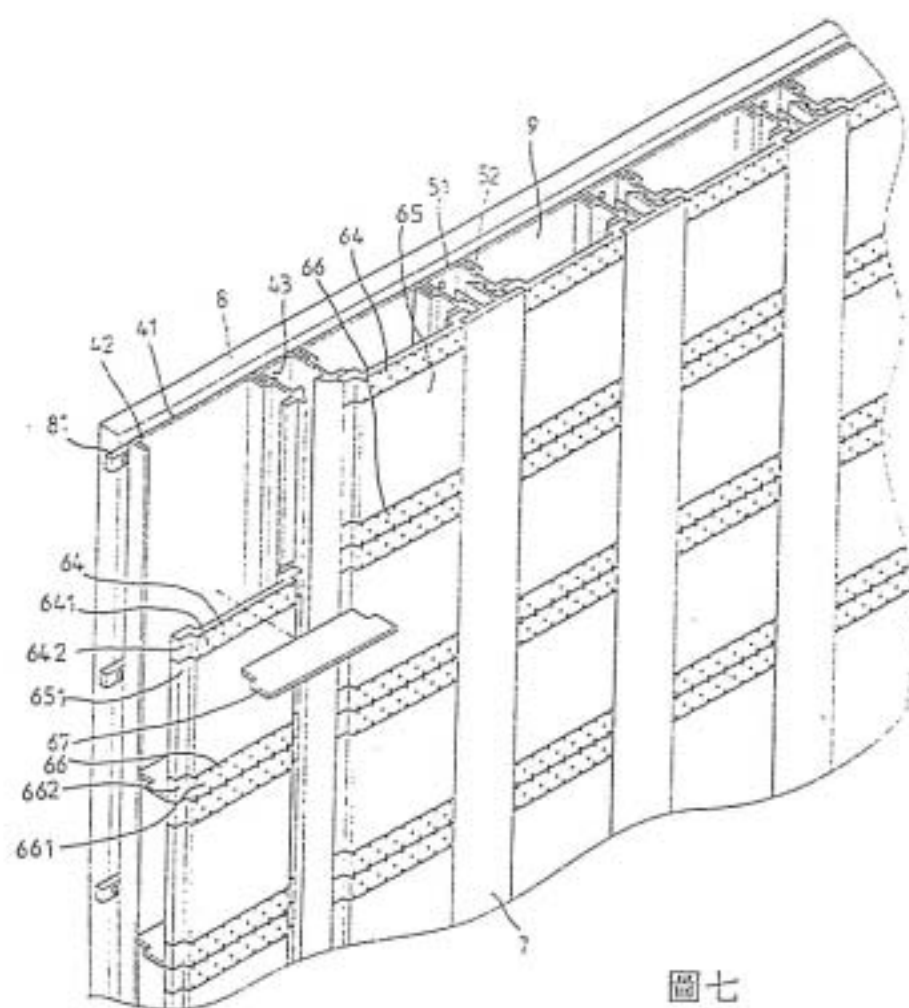


圖五

(5)

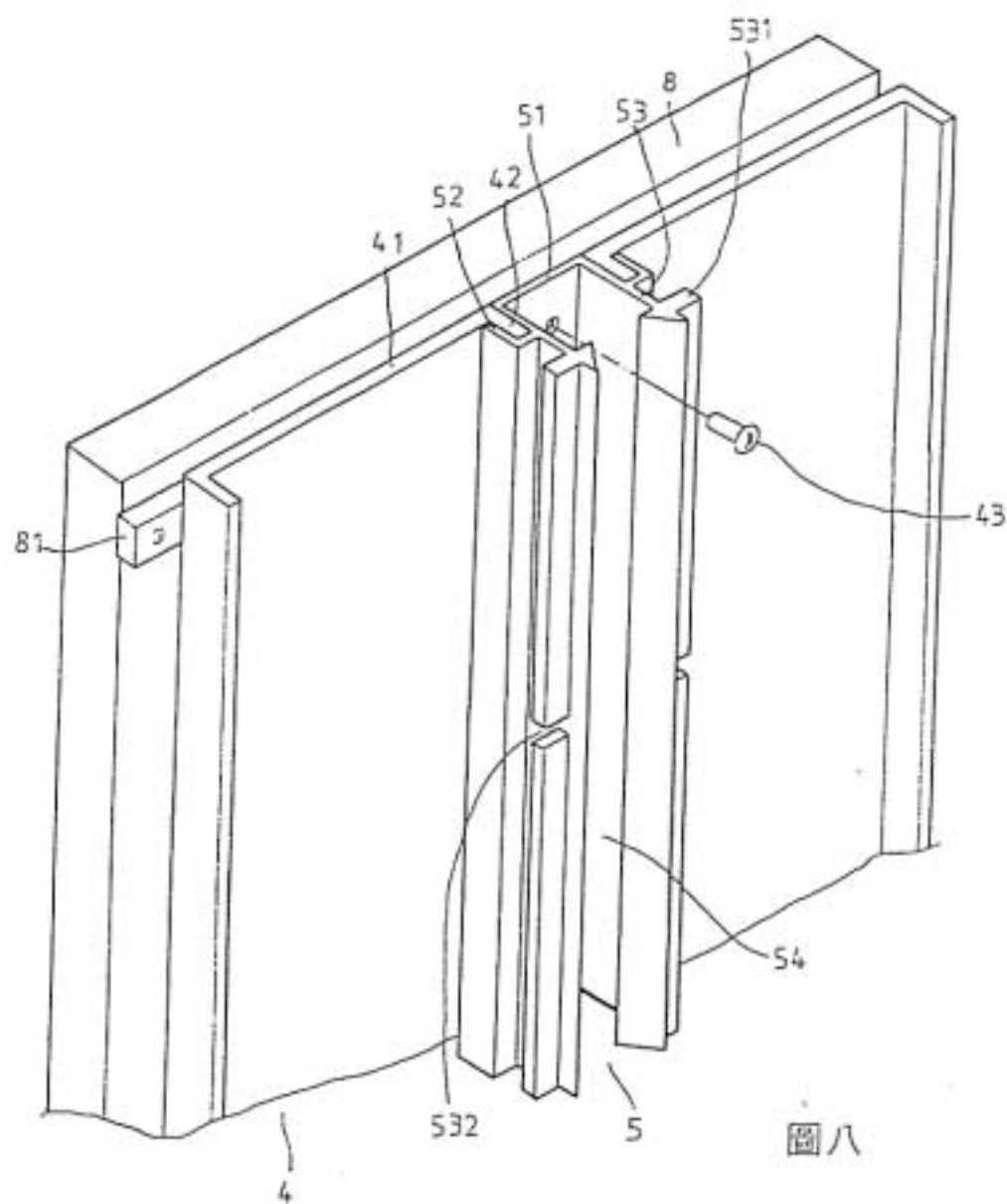


圖六

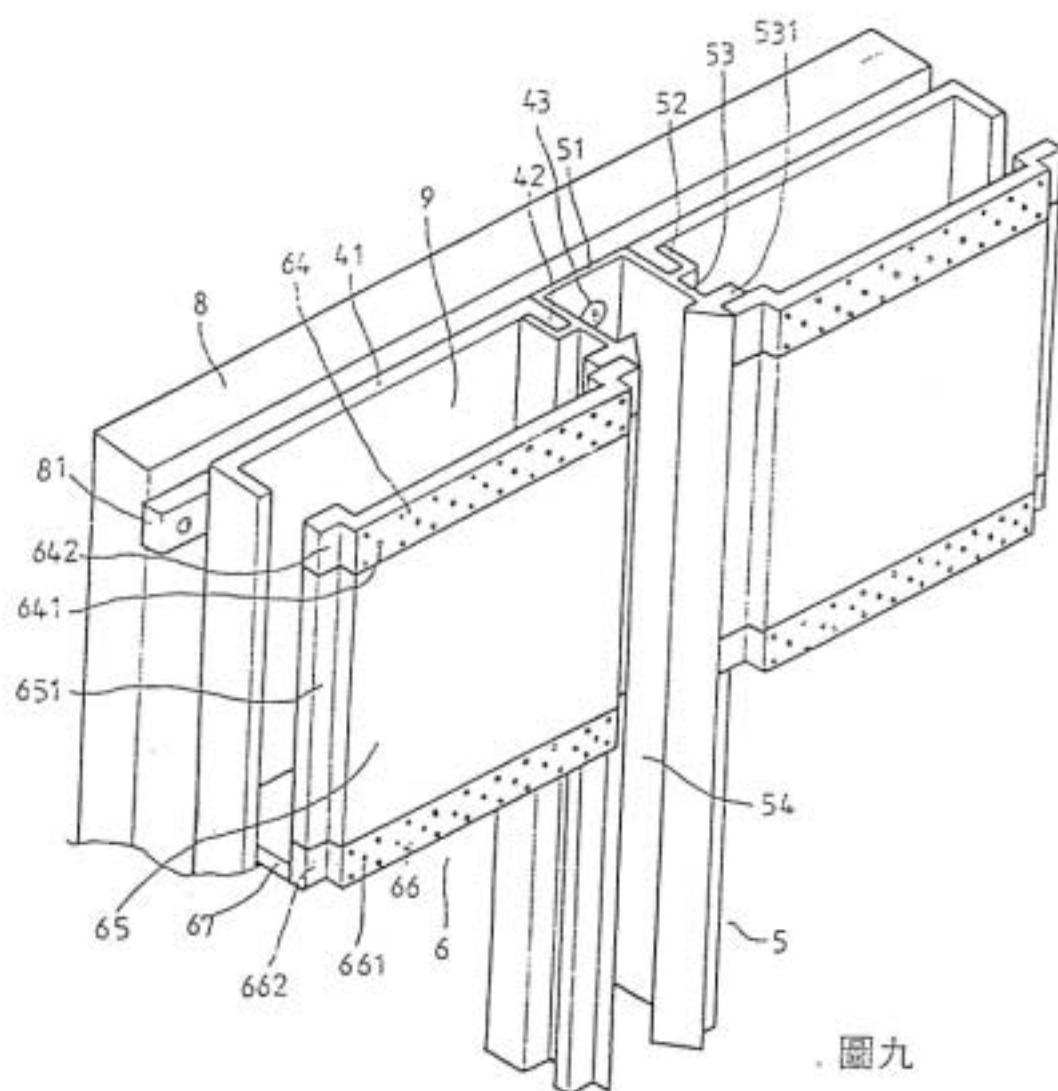


圖七

(6)



(7)



(8)

