

超節能型待機LED燈管應用

許肇棠¹, 吳永堂², 連上舜³

¹台灣積體電路製造公司 cthusi@tsmc.com

²台灣積體電路製造公司 ytwua@tsmc.com

³台灣積體電路製造公司 sslie@tsmc.com

節能對策	節電	節電	節碳
LED燈無人時待機	69.9萬度/年	219萬元/年	369 ton

超節能型待機LED燈管應用

● Background

- 為達到節能減碳, 藉由**LED燈+內建式紅外線感測器**, 使照明用電合理&最佳化.

● Opportunity

- Sub Fab, 廠務區等平時**95%時間無人空曠區域**, 但緊急應變時又急需照明區域, 舊有節能方式像 **外接PIR, 新增開關, PLC定時控制**等方式, 由於成本於實際使用體驗不佳, 因此以**停車場用待機型RF 感應LED燈**為基礎多次改良為適合用於Sub Fab用的類型.

● Propose

- [**安全考量**] 無人時需有基礎**50~100Lux**之照度.
- [**施工需求**] 人員於燈下過不可熄滅全黑.
- [**緊急應變**] 緊急狀況時無須額外開啟電源.
- [**人眼感受**] 待機->全載**2sec**緩亮啟動設計.
- [**干擾疑慮**] 避免影響製程, 使用PIR為感應元件.

● Benefit

- [**節能減碳**] 年省電費**NT\$315/ea**, **ROI=0.31** 沿用既有線路, 即換即省. 即使將燈管購買費用算入**ROI**也僅需**2Yr**.
- [**延年益壽**] 待機時低溫特性能降低光衰且延長**LED燈管**整體壽命預估達**2倍**, 到照明系統**節能減廢**的目的.



待機型LED感應影片

超節能型待機LED燈管應用-設計考量

● [安全考量] 無人時基礎照度至少須50~100Lux.

■ Sub Fab主要對照明之需求包含

- ◆ a.廠商施工 b.機台PM c.機台異常搶修 d.緊急ERP等

■ 照明之需求類型

- ◆ a.部分區域 b. 區域空曠, 無固定行進方向 c.持續不可中斷

■ CNS12112工廠地區照度規範, 走廊&粗視力工作區照度至少需75~150Lux, 勞安法對走廊區亦有規範50Lux基本照度, 因此待機燈管待機照度調整為110Lux.



量測環境



全亮照度
311 Lux



待機照度
115Lux

照度	場所	作業
3000~1500	控制室等之儀表盤及控制盤	精密機械, 電子零件製造, 印刷工廠極細之視力作業
1500~750	設計室, 製圖室	纖維工廠之選別, 檢查, 印刷工廠之排字, 校正, 化學工廠之分析等細緻視力工作.
750~300	控制室	一般之製造工程等之普通視力作業.
300~150	電器室、空調機械室	較粗之視力工作如:a.包裝 b.物品製造.
150~75	進出口、走廊、通道、樓梯、化妝室、廁所、內具作業場之倉庫	較粗之視力工作如:a.捆紮 b.粗物件包裝.
75~30	安全梯、倉庫、屋外動力設備	裝貨, 卸貨, 存貨之移動等諸作業
30~10	室外(通道、警	CNS12112工廠地區照度規範

超節能型待機LED燈管應用-設計考量

● [施工需求][緊急應變] 燈下有人不可突然全黑.

- Sub Fab由於常有施工需求, 且**電盤**, **化學品**, **管線密度高**, 以現行的 a.增設開關 c.夜間PLC控制關閉 c.外接PIR等均無法避免人員於緊急應變, 第一時間衝入Sub Fab因照明太暗延誤搶修的狀況.



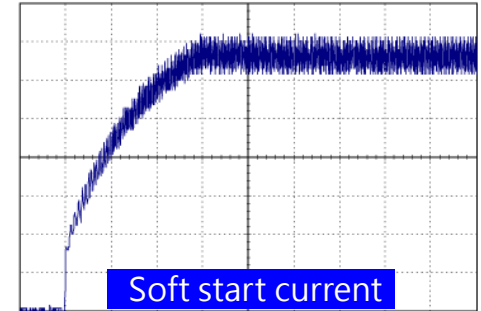
項目	現場開關	上游PLC控制	外接PIR	PIR待機LED
節能方法	人員離開時關閉	下班時間關閉	無人時PIR切斷LED電源	無人時降低輸出電流
耗電/照度(有人)	21W / 310Lux			
耗電/照度(無人)	0W/0 Lux	0W/0 Lux	0W/0 Lux	6W / 110Lux <input checked="" type="checkbox"/>
燈管壽命	短	普通	非常短(重複開啟減短壽命)	較長 <input checked="" type="checkbox"/>
方便性&體驗	較差 1.人員忘記關燈即沒省電 2.巡檢/ERP, 需找開關 3.無人全黑,ERP有安全疑慮(規範75-115Lux)	普通 1.夜間ERP需另外聯絡值班開啟電燈. 2.部分廠區照明架構可能無法使用.	較差 1.時間到熄滅,造成人員危險 2.開關頻繁,燈管壽命不到1yr 3.無人全黑,ERP有安全疑慮	佳 1.電子持續感應節能,下方有人照明均不中斷 2.燈具緩亮,無不適感 3.啟動較快,接近即亮 <input checked="" type="checkbox"/>
年省電費(NT\$)	236	192	449 <input checked="" type="checkbox"/>	315
改接費用(NT\$)	1,500/ea (須增設開關&配管, 初設成本高)	370/ea (電盤端改接)	500/ea (輸入改接為PIR)	100/ea (燈具沿用, 燈管貴NT\$100) <input checked="" type="checkbox"/>
ROI	6.3年	1.9年	1.1年	0.31年 <input checked="" type="checkbox"/>

超節能型待機LED燈管應用-設計考量

● [人眼感受]待機->全載2sec緩亮啟動設計.

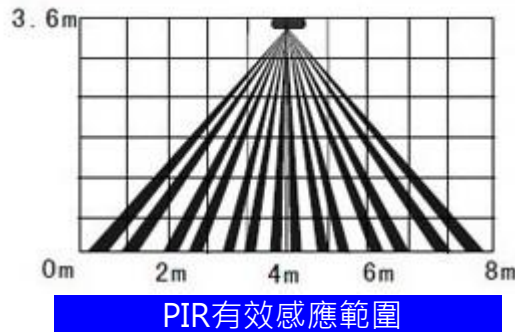
- 人員反映剛有壓降?? ->燈管加載造成...
- 人員反映眼睛不適!! ->燈管加載造成...
- 由iPhone淡入淡出發想->請廠商加入Soft start.

◆ 加入後, 訪問100名路過人員, 僅7人發現燈有加載, 且無不適.



● [干擾疑慮] 避免影響製程, 使用PIR為感應元件.

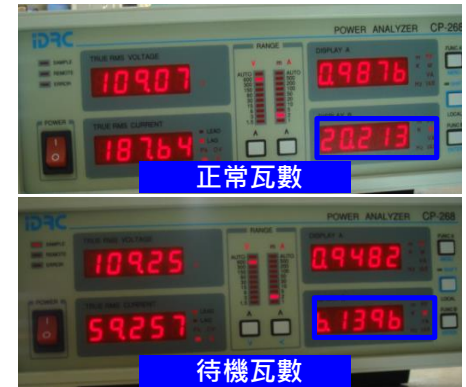
- 市面上此型燈管目前為追求範圍與速度, 多改使用雷達與RF等主動偵測元件, 但此燈管待機即有100Lux, 因此即使接近3.5M全亮影響亦不大.
- Sub Fab中因常有馬達類型震動設備且半導體廠製程較敏感, 主動類型偵測元件有影響製程疑慮. 經過實測此燈管在震動較多之Pump區測試, 與啟動功能均不受干擾.



超節能型待機LED燈管應用-效益驗證

● [節能電費]

- 量測工具：iDRC電表CP-268.
- 量測結果：待機(30%)耗電**6.14W**，正常**20.2W**。
- 評估效益：單支每年可省一般電費**NT\$315**，契約電費**NT\$50**，本廠共6,000ea計算 直接電費可省**NT\$2.19M**.
 - ◆ 一般電費: NT\$ **315** (=0.014KW*22.8Hr/Day*365Day* NT\$2.7/KWH).
 - ◆ 超約電費: NT\$ **50** (=0.014KW* 年化超約NT\$3,571/KW (夏日*4+非夏日*3)).
 - ◆ 碳稅(未): NT\$ **32** (=0.014KW* 年化碳稅參數NT\$2313.6/KW).



● [減緩光衰]

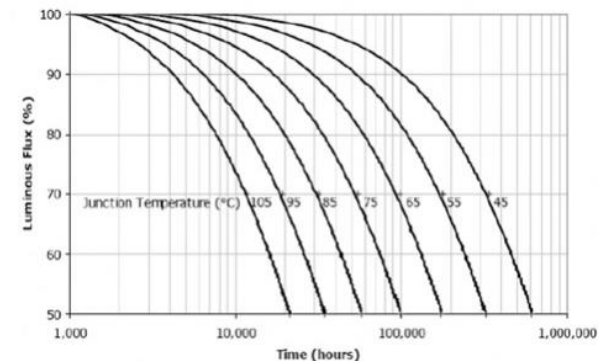
- 量測工具：FLIR T420
- 量測結果：全載外殼**45.8°C**；6W待機**28.6°C**，降低了**17.2°C**。
- 效益預估：以一般人多的走廊燈預估，可降低**10°C**，LED燈維持**80%流明**的時間可延**一倍**。



20W全載時LED散熱殼溫度



6W待機時LED散熱殼溫度

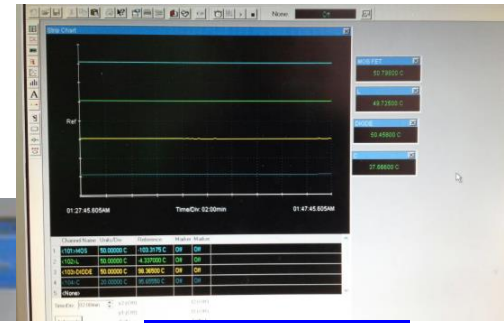


LED各溫度下照度維持時間

超節能型待機LED燈管應用-效益驗證

● [節能電費]

- 量測工具：Agilent 34970A溫度記錄器。
- 量測結果：



長期溫度紀錄儀器

量測狀態	儲能電感	MOSFET開關	Diode	壽命電容
20W全載	86°C	82°C	87°C	63°C
6W待機	49°C	50°C	50°C	37°C

- 評估效益：20W時壽命電容溫度63.1°C, 6W待機溫度37.7°C。
 預估平時溫度為50°C, 以電容壽命公式計算,
 燈管壽命由10.4年延長至25.8年, 大幅增加燈管穩定&壽命。

	電容壽命	電容耐溫	平常運轉溫度	預估壽命(Hr)	預估壽命(Yr)
滿載壽命	5000 Hr	105 °C	63 °C	91071.5 Yr	10.4 Yr
待機壽命預估	5000 Hr	105 °C	38 °C	534456.3 Yr	61.0 Yr
實際壽命預估	5000 Hr	105 °C	50 °C	226274.2 Yr	25.8 Yr

LED Driver板預估壽命

$$L_x = L_0 \cdot K_{Temp} = L_0 \cdot B^{(T_0 - T_x) / 10}$$

$$K_{Temp} = B^{(T_0 - T_x) / 10}$$

Where : L_x = Lifetime (hour) of capacitor to be estimated
 L_0 = Base lifetime (hour) of capacitor
 T_0 = Maximum rated category temperature (°C) of capacitor shown in catalog
 T_x = Actual ambient temperature (°C) of capacitor
 B = Temperature acceleration factor (~ 2)

超節能型待機LED燈管應用-總結

● 總結-待機型緩亮燈管優點

- [有感節電]：每隻燈管每年至少可省NT\$315, 快速回本.
- [有效延壽]：降低Driver板&LED本體溫度, 延緩光衰&延長壽命2倍.
- [無痛更換]：無須改接線路, 安裝自由, 拆下燈管亦可用在其他需常亮處.
- [無感啟動]：1~2秒緩亮啟動, 多數人幾乎無感覺變化.
- [無黑暗期]：燈下持續全載, 無人時也有110lux照度, 不妨礙施工&ERP.
- [無礙生產]：PIR被動感應, 不影響製程, 也不會被震動設備影響.

● 廠區現況與未來目標

- 本廠區已於Pump區等平時無人非走道區導入安裝200ea, 進行相關驗證, 結果與成效且施工廠商均反映良好, 目前預計驗證完全無虞後, 擴大應用區域.
- 目前也與廠商驗證全暗型緩亮待機燈管, 針對房間內Sub Fab角落處, 搭配30%照度燈管, 擴大節能效益.
- 以上為本廠區自2014年針對此型之研究與應用相關心得, 僅此與各位業界先進分享, 並為節能減碳貢獻一份心力.