

透過主動回饋控制打造 DLP 智慧照明：感測器與驅動器

■作者：凌力爾特電源產品部資深產品行銷工程師 Jeff Gruetter /
MAZeT GmbH 國際業務及行銷部 Kevin Jensen

高亮度(HB)白光 LED(發光二極體)正迅速取代住家與政府機關行號的白熾光燈具，在許多個案中，高效率 LED 最多能省掉 88% 的耗電，因而大幅減少了發電所產生的碳排放。大型白光 LED 陣列逐漸取代 HDTV 高畫質電視內部大型 LCD-TFT 面板的背光元件。此外 LED 不僅擁有高效率與長壽命，還能提供局部調光(local dimming)功能，使 LCD HDTV 能達到 7,000,000:1 的超高對比，其遠遠超越了 CCFL 型產品好幾個量級。因此，今日 LED 照明可廣泛運用在許多產品類型上，而且其成長速度還在持續攀升中。

運用 LED 技術面臨的諸多挑戰

當產品採用不同製造商的 LED 與電子元件

時，想要達到均勻一致的輸出光效，其困難度是相當高的，尤其是動態控制選項。以往，解決此問題的方法為購買範圍極窄且有限的 LED binning 分選元件，但這種作法的成本非常昂貴。在許多專案中，這些限制導致成本居高不下，由於貨源有限加上存貨方面的因素，以致這種解決方案無法重複運用在未來的專案。若是想藉由變更 LED 或製造商來節省成本，則是困難重重，因為包括製程技術、螢光材料、老化過程、以及運作時的溫度變化等因素，都會導致 LED 光色與亮度產生改變。在裝設大量 LED 燈的環境中，日後更換故障燈具，也可能會遇到無法料想的問題，包括輸出光線的品質與均勻度，即使採用高品質 LED 亦在所難免。

例如，當溫度從攝氏 5 度(華氏 41 度)變到攝氏

圖 1：採混色方法時溫度對 LED 的影響

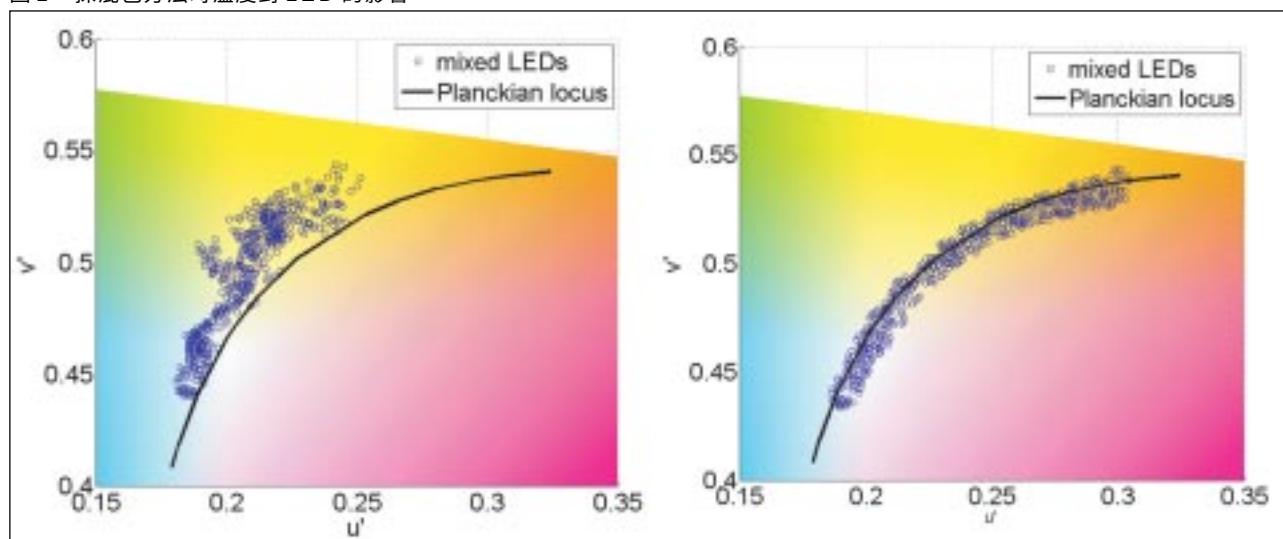
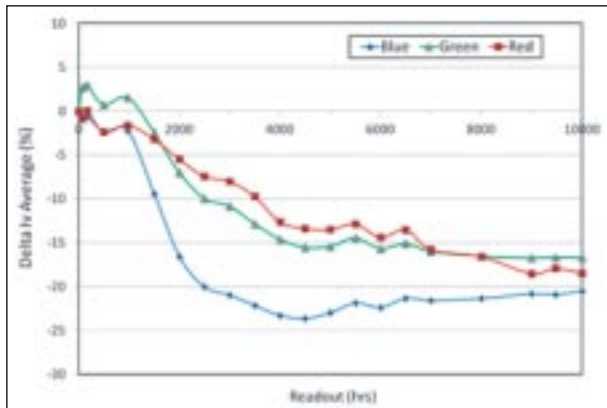


圖 2：RGB 三原色 LED 長時間的老化分佈圖



(資料來源：歐司朗 OSRAM)

70 度(華氏 158 度)時，亮度就會降低近 40%。混合光源在所見光色與亮度上的偏移，往往難以避免。此外，使用者必須決定如何根據環境影響(如溫度或壓力)因素來校正光源。尤其對於需使用多重光源的大型計畫而言，要維持穩定的光色條件通常極為困難。當色容許差 AE 在 2.5 到 3 的範圍時，即使是沒有經驗的使用者也會察覺到色彩的差異以及異質的光色條件。

DLP 投影機的 LED 光源

高電流 LED 的問世，讓廠商能在高功率照明產品中用來取代效率不彰的白熾燈泡。在包括建築照明與 DLP 投影機在內的應用中，一般傳統都得用到 500 到 1000 瓦的鹵素燈泡，反觀 20 安培的 LED 就能提供相同的輸出光效(以流明計)，卻僅需 20% 的電力。在建築應用方面，LED 驅動器不僅能發揮極高效率，也提供極寬廣的調光比，故能在範圍極大的環境

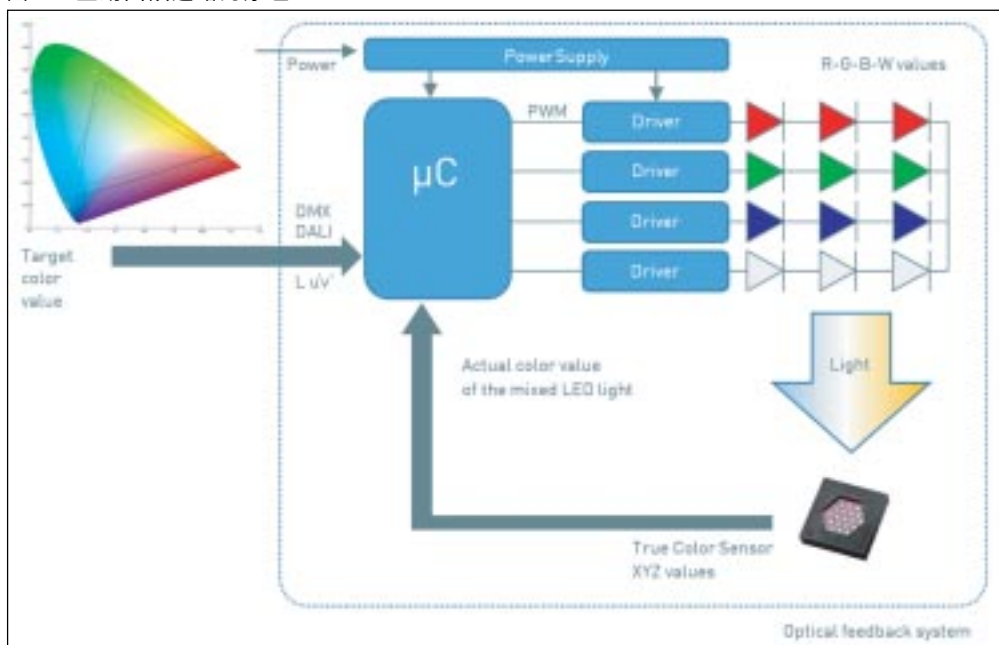
光照條件下提供均勻一致的光照輸出。

高階 DLP 投影機過去一直採用著高功率白熾燈泡，搭配色輪與微鏡矩陣，投射出相對高解析度的影像。許多這類投影機需要 500 瓦甚至 5000 瓦的燈泡，整個系統的熱管理便成了重大的設計難題。即使用了繁複的熱管理系統，還是需要持續的氣流才能冷卻，因此燈泡的壽命相對縮短，而且更換燈泡的成本極為昂貴。許多新型設計採用排成矩陣的高電流 RGB 三原色 LED 來取代高功率燈泡、色輪以及微鏡，不僅大幅降低廢熱，也改善混色的精準度，進而大幅提升了對比與整體解析度。然而為達到所要的效能，它們還需要獨特的 LED 驅動器設計。首先，驅動器必須能提供 20 安培的恆定 LED 電流，以及 40 安培的脈衝電流。第二，它必須提供超過 90% 的效率，藉以把發熱問題減至最低程度。最後，為了達到混色所需的寬動態範圍，它必須能在三種規範完善的電流狀態之間迅速切換，且必須精準而無停頓。

DLP 應用的混色

在高階 DLP 投影機應用方面，用包含紅、綠、藍(RGB)三原色 LED 來取代傳統的鹵素燈泡、

圖 3：主動回饋迴路的原理



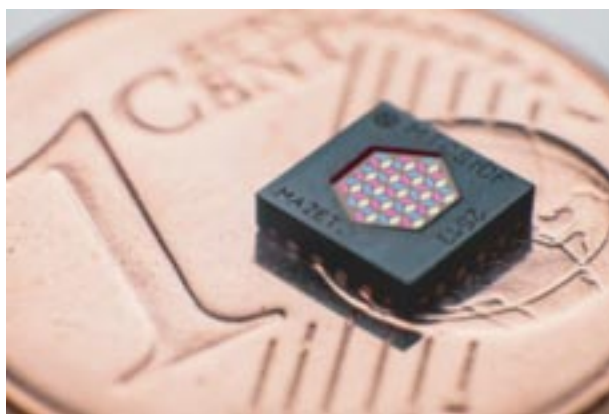
色輪、以及微鏡矩陣(微機電系統)。然而，想要精準地混合出影像色彩，LED 驅動器必須能在兩個規範的峰值電流狀態之間快速切換，以及無停頓地進行重疊 PWM 調光。要設計出符合這些嚴苛速度與精準度要求的高電流 LED 趨動 IC，同時優化整體效率，對 IC 設計者形成許多新挑戰。主動回饋迴路為各種高品質應用提供一種解決方案。這些系統能主動監控色彩輸出，並透過微控制器的計算，然後把結果直接送到 LED 驅動器，藉此比對目標色與要求的色彩。

圖中顯示的解決方案不同於(受規範)控制選項，因為它建置了色彩感測器，並根據光照將 RGB 或其他色彩值傳送到微控制器，再由微控制器直接調節 LED 光照輸出。微控制器內的軟體與比較特定數值與設定值，並將結果傳送到輸出端驅動器。這種設計適用於許多 LED 光源，包括許多應用中的 RGB、RGBW、或 RGBx 等原色光源。對於 DLP 投影機來說，另一項好處是投影機的暖機時間可大幅縮短，因為可藉由主動回饋監視功能抵銷 LED 的溫度影響。

MTCSiCF True Color 感測器與 MCDC04 訊號轉換器

MTCSiCF 是一款 True Color 感測 IC，內含 CIE1931/DIN5033(人眼感知)這顆微型化 QFN16 封裝晶片所提供的濾波功能。MTCSiCF 能在產品生

圖 4：體積小巧的 MTCSiCF True Color 感測器內含 JENCOLOR 干擾濾波器技術



命週期內長期穩定運作，能抵抗各種外部因素影響，包括特殊 JENCOLOR 干擾濾波器技術導致的溫度變化。在 LED 與各種 DLP 應用中，這項技術在色彩匹配方面提供前所未有的優異結果。

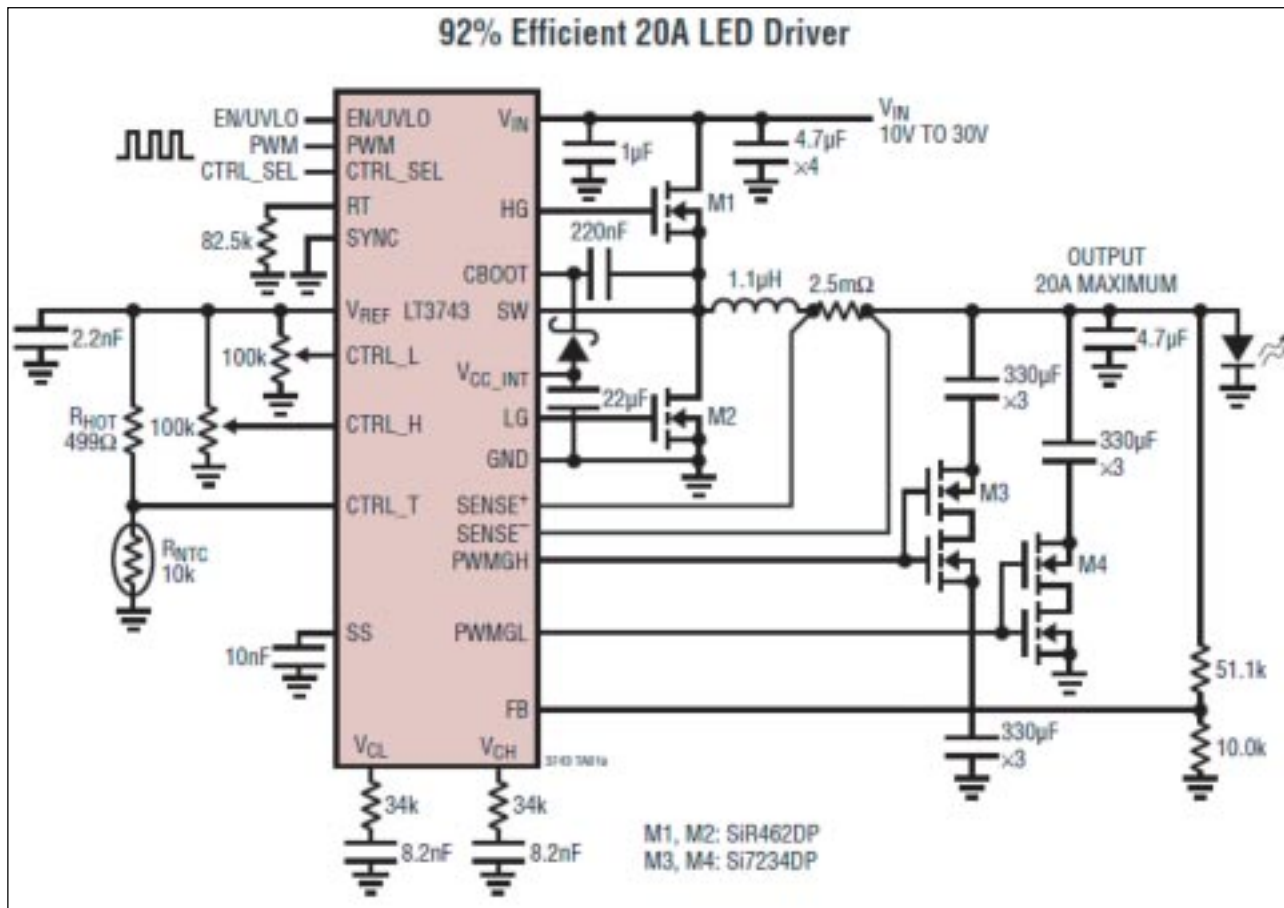
MAZeT 感測器背後的秘密，正是獨步全球的 JENCOLOR 干擾濾波器技術。干擾濾波器內含許多微型堆疊，這些元件只會讓特定波長的光線傳到偵測器，而且波長不會隨著時間或溫度變化而產生偏移。不同於以吸收濾波器為基礎的感測器(通用色彩感測器的標準)，干擾濾波器技術沒有用到性能會衰減的濾波器材料。因此相當適合用於長期穩定補償，以及校正各種色彩值，諸如色溫、色明度、或色座標。高傳輸範圍，以及超過 95% 以外區域的低截止頻率，以在各種嚴苛應用與環境中提供極高的精準度。LED 系統用來執行回饋控制的 True Color 感測器，能達到 1 至 2 個麥克亞當(MacAdams)橢圓步階的精準度。

MCDC04 是一款 4 組通道類比至數位轉換器(ADC)，擁有 16 位元解析度以及一個 I²C 介面。其以電荷平衡法運作，在 1 比 100 萬的動態範圍中可達到 20fA/LSB 的靈敏度。訊號控制 IC 屬於溫度補償元件，並提供外部同步機制，以執行如脈衝寬度調變等作業。如此一來即可量測出高品質的解析度數據，然後再交給動態 LED 驅動器來處理。

LT3743 LED 驅動器

LT3743 是一款同步降壓 DC/DC 轉換器，專門設計以用來提供穩定的電流，讓系統用來驅動高電流 LED。此元件可支援 5.5 至 36 伏特的輸入電壓，故適合用在種類極多的應用，包括工業設備、DLP 投影機、以及建築物照明等。LT3743 能從一個額定 12 伏特輸入電源提供 20 安培的恒定 LED 電流，以產生超過 80 瓦的功率。在脈衝式 LED 應用中，它能提供 40 安培的 LED 電流，或從 12 伏特輸入電源產生 160 瓦的功率。由於轉換效率高達 95%，所以不需要外部散熱片，進而可大幅簡化熱溫設計的作業。頻率調整針腳讓使用者能自行設定頻率，範

圖 5：LT3743 LED 驅動器內含三重狀態 LED 電流控制功能



圍從 100kHz 到 1MHz，設計者不僅能優化效率，也能把外部元件縮至最小。結合 4mm x 5mm QFN 封裝或強化散熱效果的 TSSOP-28 封裝，LT3743 帶來極為精小的高功率 LED 驅動器解決方案。

優點

上述解決方案採用 LED 光源的控制選項，藉此超越傳統照明系統，不僅消除老化、溫度、光色偏移等負面因素，還能長時間維持穩定運作，並降低日後維護成本。舉例來說，廠房可透過監控各 LED 燈具的壽命，進而統籌規劃維修保養的週期。這類智慧機制還支援許多功能：包括協同照明機制、可變式標準照明選項(D65 等)、壽命與交換週期監視、自動化光色調整、以及日光控制等。另外它還提供標準化色彩或色溫值，以符合能源之星或政府制定的相關規範，包括混用不同製造商、不同

的 LED 分選等級、或採用不同批次螢光材料所製成的 LED。

目前對於業界而言，重要的任務是根據肉眼感受挑選出沒顯現出各種老化效應的產品，而內含 JENCOLOR 干擾濾波器的 MAZeT True Color 感測器正能提供這些特性；此外，凌力爾特的 LED 趨動 IC 提供了絕佳方案，可在色彩動態與精準度方面達到許多前所未有的成果。CTA