

PeaLa

ピーラ
遅咲きの新世代 LED 照明

PeaLa (ピーラ : Peak Echelon Agleam with LED Align.)として採用した、交流の山を活かし、LEDを駆動する方式は、少し前から、注目されていたものでした。

シンプルで、パーツのコスト削減が期待できる事を筆頭に、ノイズの少なさ、効率の良さ、発熱の少なさ等、新たなLED照明の旗手となるはずでした。

しかし、最大の弱点であり、致命傷だったのが、交流の谷の部分で消灯してしまい、フリッカーが発生する事でした。それは、現代の照明では、許容できません。

Heiwa Inc.では、その交流の谷の問題を解消すべく、シンプルで、新たな平滑回路(Capacitance Shifter)を、開発しました。

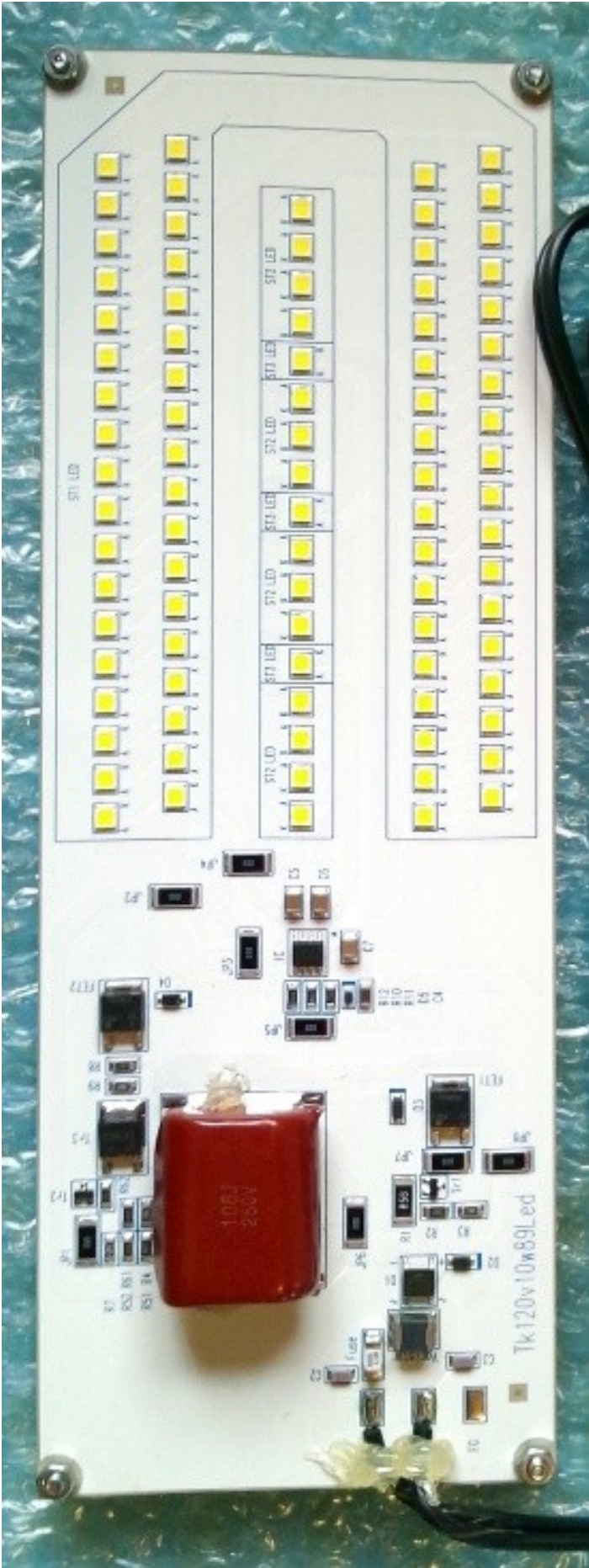
それは、このLED駆動方式の長所を、最大限に活かしたまま、簡易な平滑回路が不得手とする、力率の問題も、実用範囲に収めたものです。

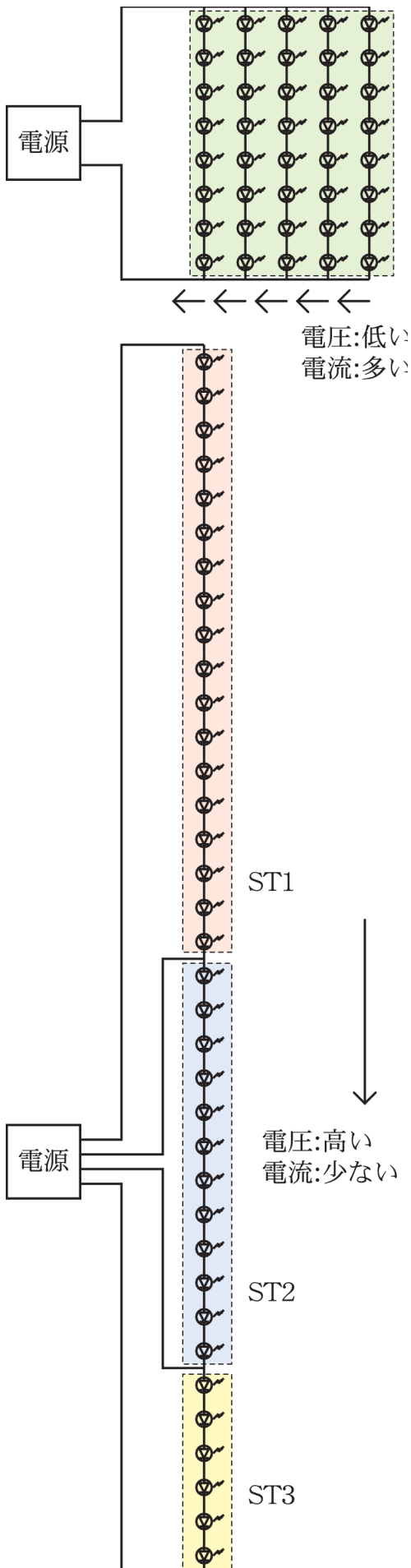
その副産物として、劣化しやすい大容量の電解コンデンサを、必要とせず、フィルムコンデンサを採用する事で、LEDチップだけではなく、電源込みの照明機器全体の長寿命化も、狙える様になりました。

輝く遅咲きの雑草とも言える、このLED照明「PeaLa」を、ビジネスのお供として、ご提案申し上げます。

試作品 : Tk120v10w89led
LED : Nichia NFSW757DT-V1 (170 lm/w)
Input Voltage : 120V AC
Total Lumens : 2062.50 lm
Input Current : 0.16 A
Input Power : 14.15 W
Input Power Factor : 0.75
Efficacy : 146 lm/W (85.8%)
Thermocouple : 49.3°C
(Ambient Temperature : 25°C)

◆国際出願番号
PCT/JP2014/52122
特許第 5882500 号
U.S. No.14/378,390
(株)ヘイワ 埼玉県川口市里 1020





●PeaLaの長寿命の訳

PeaLa(試作機)は、真の長寿命を実現する事も、開発コンセプトの一つです。

LED照明の寿命を、ほぼ決定づける部分は、ご存知の方も多いかと思われませんが、平滑回路に使用される、電解コンデンサーと言われています。

近年では、長寿命を謳う製品も出てきましたが、基本的には、内部に電解液を保持しており、劣化することには、違いありません。できれば、電解コンデンサーを使用したくありません。

電解コンデンサーの代替となる、長寿命の蓄電部品としては、真っ先に挙げられるのが、積層セラミックコンデンサーです。しかし、これは、印加される電圧が上がると、途端に静電容量(貯められる電気的量)が、減ってしまうという欠点があり、実用には至りません。

次に挙がるのが、PeaLaでも採用している、積層フィルムコンデンサーです。しかし、これも、大きな静電容量を持つ製品が無く、今までは、実用に至りませんでした。

なぜ、PeaLaが、少ない静電容量しかない、積層フィルムコンデンサーを採用できたのか？

まずは、今までのスイッチング方式と、PeaLaが採用した、ストリング方式の違いを、ご理解下さい。

左の図、上が従来のスイッチング方式の概念例、下が、ストリング方式の概念例です。どちらも、同程度の発光量になる様にしてあります。

スイッチング方式では、LEDが、直列に8個、並列に5列、電源に接続されています。この例で、LEDが、一個につき、電圧が3V、電流が100mAとすると、
電圧： $24V = 3V \times 8$ 個
電流： $500mA = 100mA \times 5$ 列
となります。

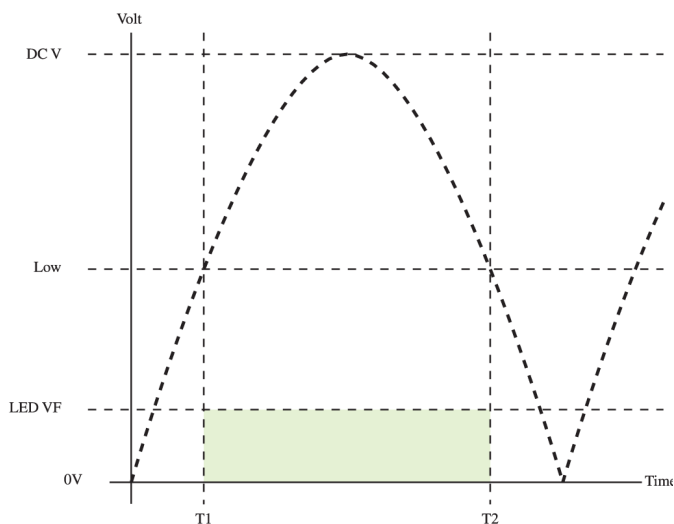
次に、ストリング方式では、LEDが、直列に36個、電源に接続されています。同様に計算すると、
電圧： $108V = 3V \times 36$ 個
電流： $100mA = 100mA \times 1$ 列
となります。

比べてみると、ストリング方式の方は、従来のスイッチング方式と比べて、LEDに供給される電力は、電圧が高く、電流が少ない事になります。ここが、ポイントです。

コンデンサーは、勢いである電圧を保持する事は、問題ありませんが、量である電流を多く流すには、静電容量に依存してしまうのです。

よって、多くの電流を必要とするスイッチング方式では、大容量のコンデンサーを必要とします。すると、どうしても、大容量のラインナップがある、電解コンデンサーを採用せざるを得なくなってしまうのです。

逆に、PeaLaでは、流す電流が、少なくて済むので、容量の少ない、フィルムコンデンサーを採用できることになったのです。



●コンデンサーが必要な訳

左の図、それぞれ、上はスイッチング方式のLED発光タイミングの例、下はストリング方式のLED発光タイミング例です。

どちらの例も、時間軸のT1からT2の間は、発光していますが、次の周期に移るT2からT1の間は、発光していません。

この時間は、真っ暗となり、人間の目には、フリッカー(ちらつき)の原因となってしまいます。

このフリッカーを無くすため、LEDが発光できない電圧領域の穴埋めをしなければなりません。

穴埋めのためには、T1からT2の時間の間に、LEDを発光する電力とは別に、どこかに、電力を蓄えて置かなければなりません。それが、コンデンサーなのです。

PeaLaでは、単純なコンデンサインプット型と呼ばれる方式を、ひと工夫して、力率を極力下げない新たな回路、キャパシタンスシフターを開発しました。

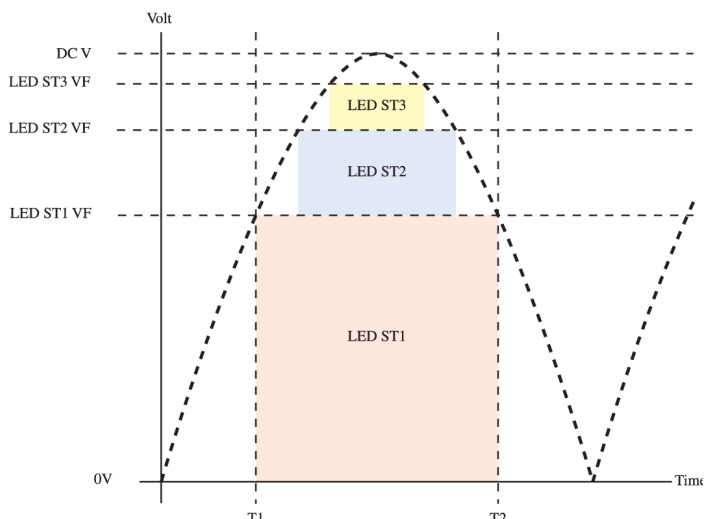
単純なコンデンサインプット型では、蓄えた電力を、脈流の山が下がり始めると同時期に、放出してしまい、電力線から供給された電力の半分も使用できず、力率が下がってしまいます。

キャパシタンスシフターでは、設定した電圧より、下の電圧領域になったら、貯めてあった電力を、コンデンサーから、放出して使用するので、それまでは、電力線から供給された電力を使って、

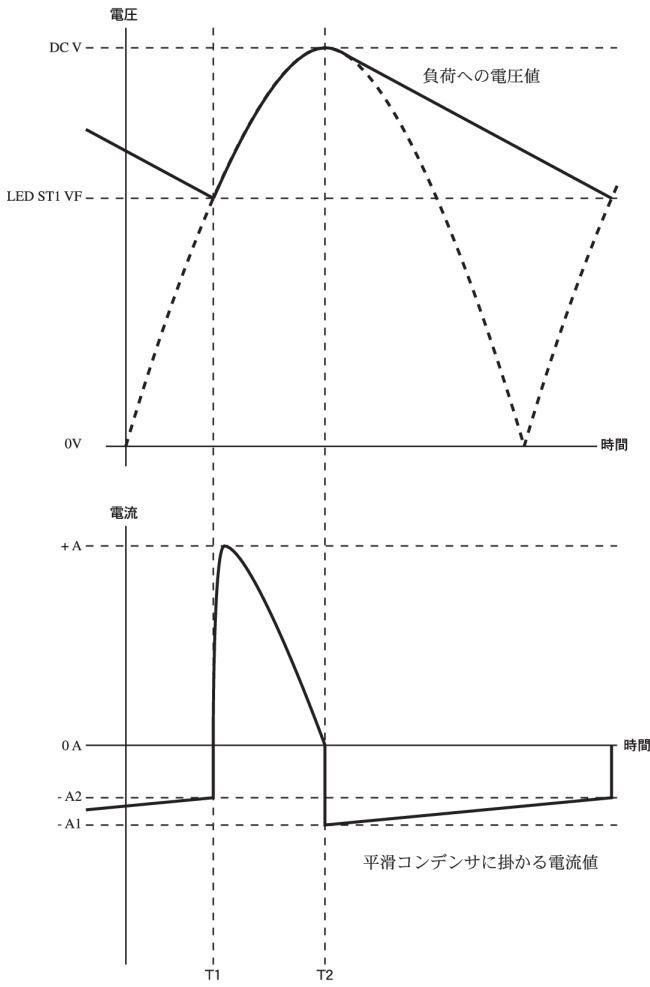
LEDを発光させられ、バランス良く、力率が下がるのを防ぐ事ができます。

また、コンデンサーが蓄える電力が少なくて済むので、さらに、静電容量が少ないコンデンサーを採用する事ができるようにもなります。

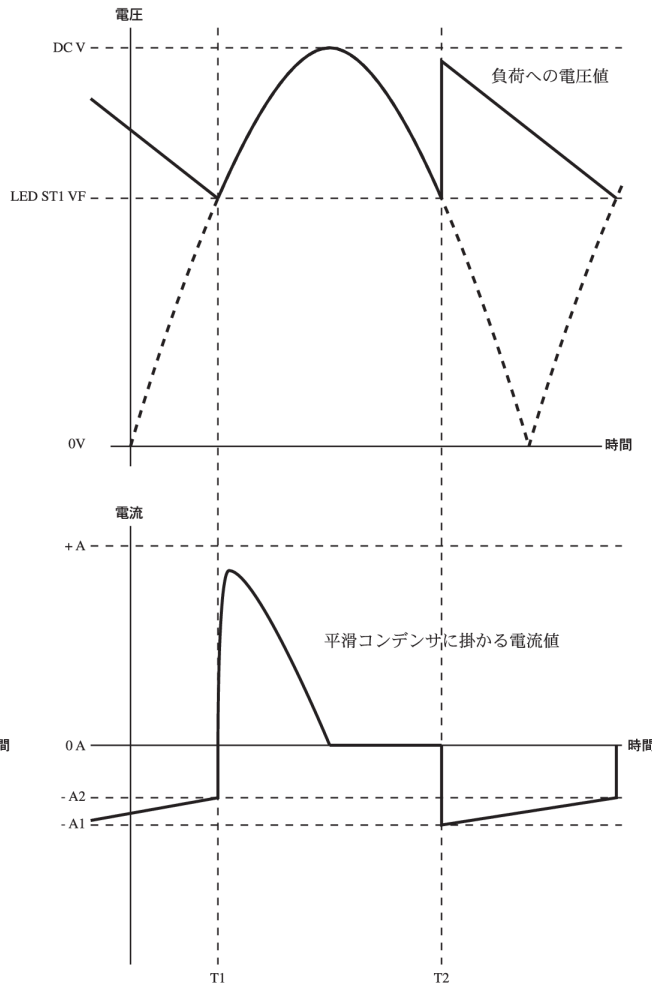
※試作機の力率は0.75ですが、力率重視設計にすることで、改善されます。



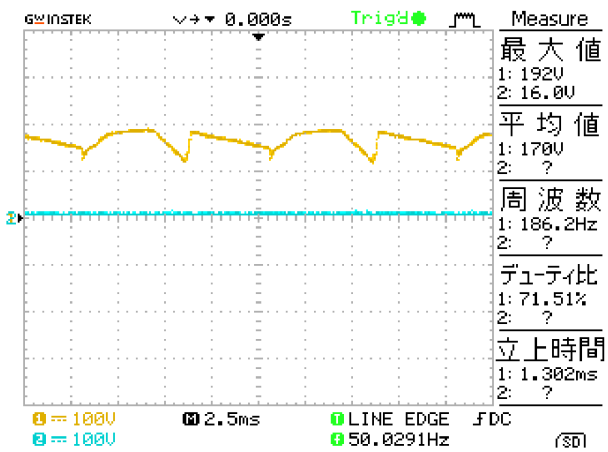
単純なコンデンサインプット型平滑回路



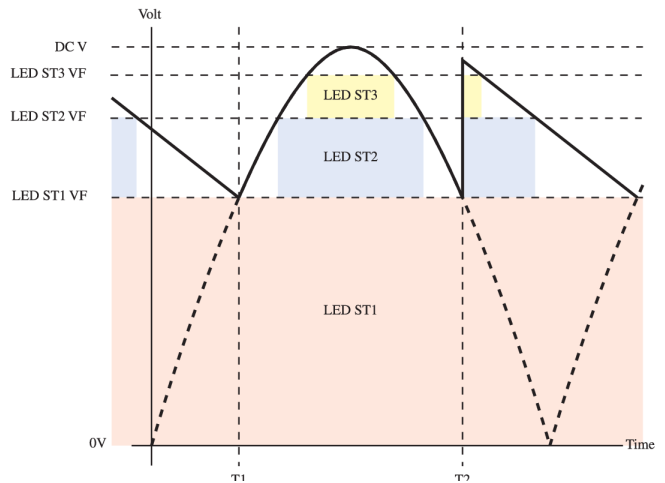
PeaLaキャパシタンスシフター型平滑回路



試作機の実際の負荷電圧



PeaLa動作 LED発光タイミング



●PeaLaの少ない発熱量の訳

PeaLa(試作機)は、消費電力約14Wで動作していて、発熱は、25°Cから50°Cと、+25°Cで収まっています。市販されているLED電球等と比べても、素手で触れるPeaLaは、発熱が少ないと言えるでしょう。

発光タイミングを参考にすると、LEDの発光単位(ステージ)である、ST1だけは、常に発光していますが、ST2とST3は、飛び飛びに発光している事がわかります。よって、発光タイミングで、消費電力が変わります。

ST1、ST2、ST3それぞれの発光時間(理論値)は、次の通りです。

$$ST1 : 4.78ms = 1.18ms + 1.14ms + 2.46ms$$

$$ST2 : 1.54ms = 0.36ms + 0.36ms + 0.82ms$$

$$ST3 : 3.68ms = 2.73ms + 0.95ms$$

LEDが消費する電流を100mAとします、ST1が受け持つ順電圧が、101Vから143Vですから、大まかな平均消費電力は、12.2Wとなります。

ST1 :

$$122.0V = (143V - 101V) / 2$$

$$12.2W = 122V \times 0.1A$$

同様に、ST2、ST3も、平均消費電力を求めます。

ST2 :

$$147.5V = (152V - 143V) / 2$$

$$14.75W = 147.5V \times 0.1A$$

ST3 :

$$160.5V = (169V - 152V) / 2$$

$$16.05W = 160.5V \times 0.1A$$

消費電力の14.15Wを基準として、ST1、ST2、ST3それぞれの平均消費電力が、どれだけの割合になるのかを求めます。

$$ST1 : 86.22\% = 12.20W / 14.15W \times 100$$

$$ST2 : 104.24\% = 14.75W / 14.15W \times 100$$

$$ST3 : 113.43\% = 16.05W / 14.15W \times 100$$

消費電力の基準14.15Wから、ST1、ST2、ST3それぞれの平均消費電力の、高低割合を求めます。

$$ST1 : 13.78\% = 100 - 86.22\%$$

$$ST2 : 4.24\% = 104.24\% - 100$$

$$ST3 : 13.43\% = 113.43\% - 100$$

高低の割合に、発光時間を掛け、(仮想)面積化します。

$$ST1 : 65.87 = 13.78\% \times 4.78ms$$

$$ST2 : 6.53 = 4.24\% \times 1.54ms$$

$$ST3 : 49.41 = 13.43\% \times 3.68ms$$

$$ST2 + ST3 : 55.94 = 6.53 + 49.41$$

消費電力の基準14.15Wより低いST1と、高いST2とST3の、比を求めます。

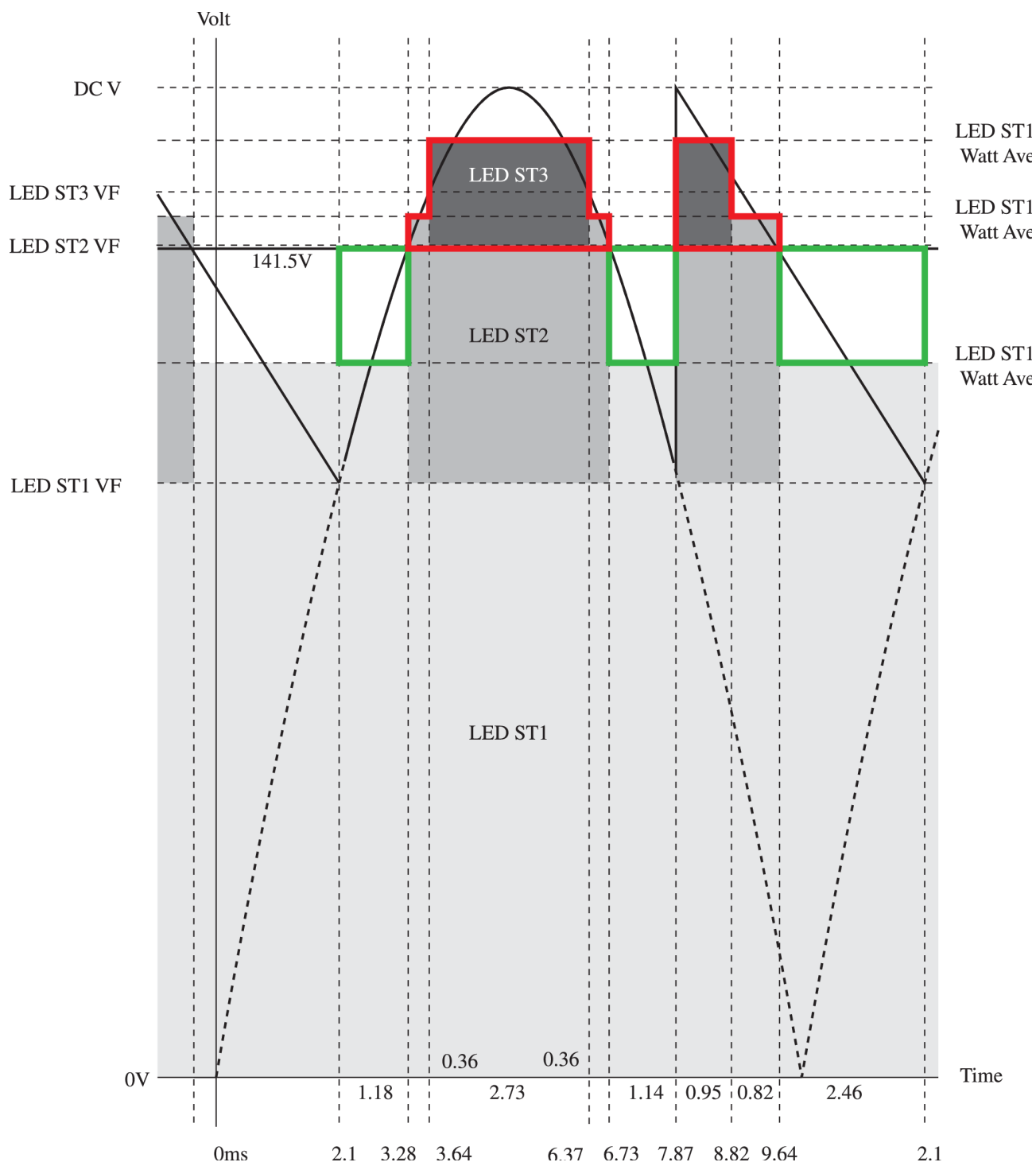
$$84.9\% = 55.94 / 65.87 \times 100$$

$$15.1\% = 100 - 84.9\%$$

PeaLaでは、従来の発光方式のLED照明と比べると、約15%発熱が抑えられる事がわかります。

発熱が少ない大きな要因は、発光効率の良いLED素子を採用した事ではありますが、上記の様に、さらに、約15%削減できている事も、少なからず寄与しています。

発熱の少なさは、LED照明機器の長寿命化だけではなく、エアコンの省電力化にも繋がります。また、放熱の為に大きなフィンがいなくなる事で、機器の軽量化も狙う事ができるようになります。軽量化に伴い、取り付け器具・構造体の簡略化にも、貢献できる事でしょう。この様に、発熱量の削減は、回り回って、安全にまで、辿り着くのです。



※LEDは少なからず発熱しますので、PeaLaが放熱機能を必要としない訳ではありません。

●お問い合わせ先

ライセンスに関するお問い合わせは、

株式会社ハイワ
〒334-0005 埼玉県川口市里 1020
E-Mail : caruso-hiroaki@basil.ocn.ne.jp

技術的なお問い合わせは、

ヘイターズラボ株式会社
〒340-0006 埼玉県草加市八幡町 577-74
E-Mail : hayterzlab@gmail.com