

## Application Note

# タイム マルチプレクシング:TPS92664-Q1、TPS92665-Q1、TPS92667-Q1 LED マトリクス マネージャ



Jaron Wilson

## 概要

このアプリケーションノートは、テキサス インストルメンツの第 3 世代 LED マトリクス マネージャ (LMM) ファミリーである TPS92664-Q1、TPS92665-Q1、および TPS92667-Q1 を用いたタイム マルチプレクシングの実装についての包括的なガイドです。タイム マルチプレクシングにより、直列接続された LED 列を制御する 1 つ以上の LMM デバイスが、PWM 周期の間に LED のサブセットを順番に点灯させることで、1 つの電流源を共有できるようになります。この手法は、複数の LMM を直列に接続したシステムと、各チャンネルが複数の LED を直列に駆動するシングル デバイスシステムの両方に適用できます。この手法により、多ピクセルの車載照明アプリケーションにおいて、サイズ、コスト、および効率の最適化が可能になります。実用的なハードウェア要件、レジスタ構成、EMI に関する考慮事項、計算例について詳しく説明します。

## 目次

1 はじめに.....	2
2 タイム マルチプレクシングの基礎.....	3
3 ハードウェア設計ガイドライン.....	8
4 レジスタ構成手順.....	9
5 MTP のプログラミング フロー.....	10
6 スプレッドシートベースの電圧解析.....	11
7 設計例 1: 1 つの電流源に 2 つの TPS92664 -Q1 デバイスを接続.....	13
8 設計例 2: チャンネルごとに複数の LED を接続したシングル TPS92664-Q1.....	16
9 まとめ.....	18
10 参考資料.....	19

## 商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

## 1 はじめに

TPS9266x LED マトリックス マネージャ アーキテクチャは、16 の内蔵シャント FET を用いて個々の LED をバイパスし、定電流レギュレーション段からピクセルレベルの LED 制御を分割します。従来型の実装では、LMM で制御される各 LED スtring が電流源から供給されます。しかし、ヘッドランプのスペースやコストの制約により、1 つの電流源で直列接続された 2 本以上の LMM 制御 LED スtring を駆動するような設計が求められています。タイム マルチプレクシングは、PWM 周期内の各ピクセルのオン時間を均等に分割することで、これを実現します。これにより、LED スtring の瞬時順方向電圧 ( $V_{f,total}$ ) を最小限に抑え、電流源の最大出力電圧が逸脱されないことを検証できます。

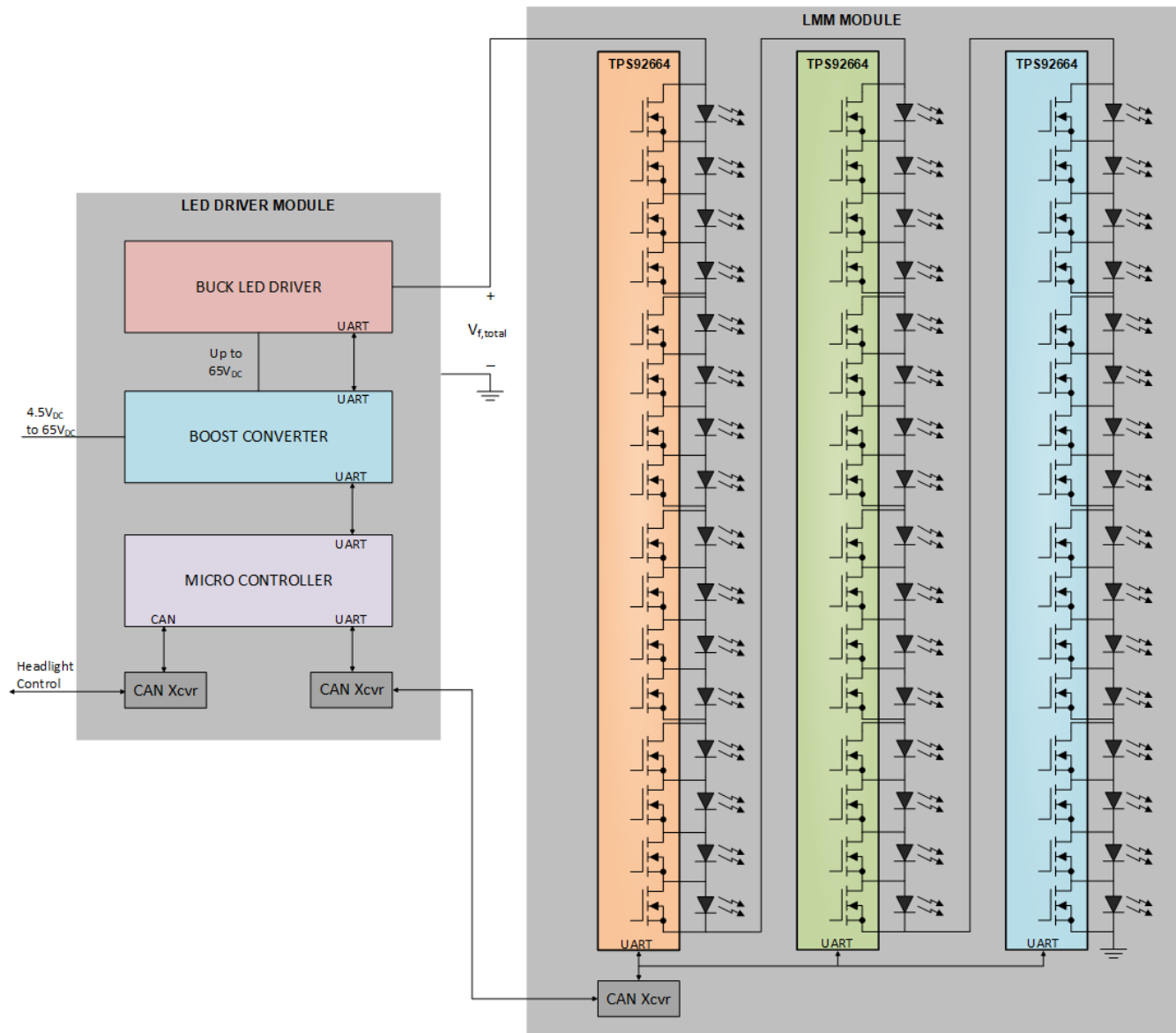


図 1-1.3 デバイス構成のタイム マルチプレクシング ブロック図

タイム マルチプレクシングはしばしば、複数の LMM にまたがって LED スtring の全長を延長するという文脈で紹介されますが、同じ原理は、シングル LMM が複数の LED を直列接続したチャンネルを制御する場合にも当てはまります。どちらの場合でも、タイム マルチプレクシングの目的は、LED スtring 全体の瞬時順方向電圧を下げ、それが電流源の最大出力電圧を超えないようにすることです。

したがって、この手法は、 $V_{f,total} > V_{max}$  となるあらゆる構成に対する汎用的な設計手法として機能し、その過剰な電圧が、複数の LMM を直列接続していることによるものか、シングル デバイスの各チャンネルに複数の LED を直列接続していることによるものかは問いません。

## 2 タイム マルチプレクシングの基礎

16 個すべての内部バイパススイッチは、それぞれ個別に設定された周波数、位相シフト、デューティ サイクルでパルス幅変調 (PWM) 制御することができます。このシャント FET 調光トポロジにより、位相シフト機能が本質的に備わります。PWM クロックは、システム クロックに印加される一連のカスケード接続分周器 (PWMTICK レジスタにある PTBASE および PTCNT) から生成されます。TPS92664 のシステム クロックは、MTPCFG レジスタの CLKDIV2 ビットにより 16MHz (UART 1Mbps) または 8MHz (UART 500kbps) に設定でき、CLKDIV2 = 0 が 16MHz、CLKDIV2 = 1 が 8MHz を意味します。CLKDIV2 ビットは MTPCFG レジスタで読み取ることができますが、書き込みは MTP\_MTPCFG レジスタに対してのみ行うことができます。新しいデバイスのデフォルト設定は CLKDIV2 = 0 であるため、最初の通信は常に 1Mbps のボーレートである必要があります。500kbps の通信が必要な場合は、同じ UART バス上のすべてのデバイスにおいて、MTP\_MTPCFG レジスタの CLKDIV2 ビットを設定し、その内容を不揮発性メモリにプログラムする必要があります。TPS92665 は 16MHz にのみ設定可能ですが、16MHz または 8MHz を受信することができます。TPS92667 はクロック受信デバイスであり、内部発振器を備えていません。

ADDR	REGISTER	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	DEFAULT
0x82	PWMTICK	PTBASE[1:0]		PTCNT[5:0]						0001 1100

Bit	Field	Type	Reset	Description
7:6	PTBASE[1:0]	R/W	0x0	DIV1 Primary (base) CLK divider for PWM Clock
5:0	PTCNT[5:0]	R/W	0x1C	DIV2 Secondary CLK divider for PWM Clock

図 2-1. PWMTICK レジスタおよびフィールドの説明

表 2-1. PTBASE による一次分周器 (DIV1) のマッピング

PTBASE[1:0]	DIV1
0 (デフォルト)	÷ 1
1	÷ 50
2	÷ 125
3	÷ 200

表 2-2. PTCNT による二次分周器 (DIV2) のマッピング

PTCNT[5:0]	DIV2	PTCNT[5:0]	DIV2	PTCNT[5:0]	DIV2	PTCNT[5:0]	DIV2
0	+2	16	+20	32	+36	48	+53
1	+3	17	+21	33	+37	49	+54
2	+4	18	+22	34	+38	50	+55
3	+6	19	+23	35	+39	51	+56
4	+8	20	+24	36	+40	52	+57
5	+9	21	+25	37	+41	53	+58
6	+10	22	+26	38	+42	54	+59
7	+11	23	+27	39	+43	55	+60
8	+12	24	+28	40	+44	56	+62
9	+13	25	+29	41	+45	57	+63
10	+14	26	+30	42	+46	58	+65
11	+15	27	+31	43	+47	59	+68
12	+16	28	+32	44	+49	60	+71
13	+17	29	+33	45	+50	61	+74
14	+18	30	+34	46	+51	62	+78
15	+19	31	+35	47	+52	63	+85

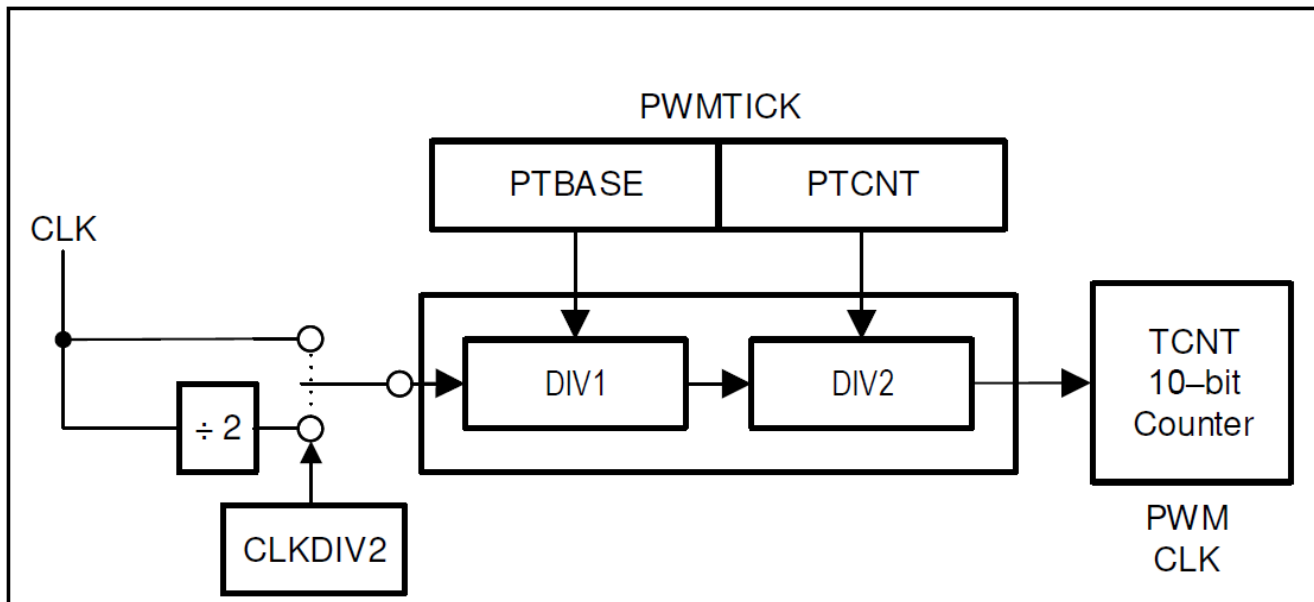


図 2-2. TPS92664 PWM クロック

$$PWM_{CLK} = CLK \div DIV1 \div DIV2 \quad (1)$$

**PWM CLK 計算例:** PWMTICK[7:0] = '00011100', CLKDIV2 = 0 (MTPCFG レジスタのビット 7、アドレス 0x00h)

- PTBASE[1:0] = 0 → DIV1 = 1
- PTCNT[5:0] = 28 → DIV2 = 32
- CLKDIV2 = 0 → CLK = 16MHz
- PWMCLK = CLK ÷ DIV1 ÷ DIV2 = 16MHz ÷ 1 ÷ 32 = 500kHz

PWM クロックは、フローティング スイッチの PWM 調光周波数を決定する 10 ビットカウンタ (TCNT) を生成するために使用されます。各 PWM クロック サイクルごとに、TCNT は 1 ずつインクリメントされ、0 からカウントを開始して 1023 まで数えた後、再び 0 から開始します。TCNT の 1024 カウントが 1 つの PWM 周期となります。

$$PWM \text{ 周波数} = 500kHz \div 1024 = 488Hz$$

WIDTHx レジスタは LED のオン時間 (スイッチオフ時間) のパルス幅を制御し、これによってデューティ サイクルを制御します

$$\frac{WIDTH}{1024} = \text{Duty Cycle of the LED on time} \quad (2)$$

PHASEx レジスタは、SYSCFG レジスタ内の PSON ビットの値に応じて、PWM 周期のどのタイミングで LED がオンまたはオフになるかを制御します。位相シフトは、PSON=0 のときの LED ターンオフ時間または PSON=1 のときの LED ターンオン時間に対して発生します。

したがって、PSON = 0 の場合:

LED オン時間は、TCNT = 位相 - 幅になると開始します

LED のオフ時間は、TCNT = 位相になると開始します

また、PSON = 1 の場合:

LED のオン時間は、TCNT = 位相になると開始します

LED のオフ時間は、TCNT = 位相 + 幅になると開始されます

図 2-3 は、(PSON = 0 の場合の) PWM 調光の詳細な例を示しています。これは、タイム マルチプレクシングに特有のものではない、汎用的な PWM 調光の例であり、単に WIDTH および PHASE がどのように実装されるかを示すためのものです。

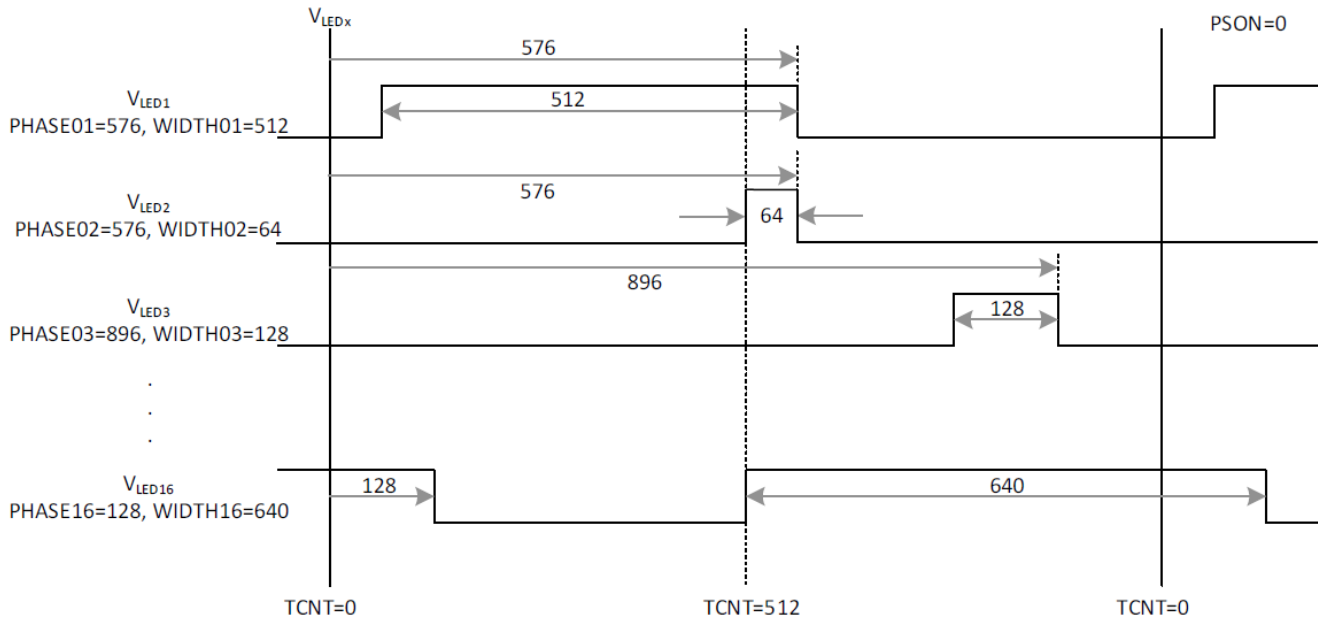


図 2-3. PSON = 0 における PWM 調光

タイム マルチプレクシングは、位相と幅の値を慎重に選択することで、電流源の最大出力電圧を下回る範囲で出力電圧を維持しつつ、LED スtring 全体を駆動できるようにし、より長い直列の LED スtring を実現可能にします。これは、PWM 周期全体にわたって各ピクセルのオン時間を均等にする事で実現できます。ピクセルのオン時間を均等に配置することで、任意の時点で導通しているピクセル数を最小限に抑えることができ、その結果、LED スtring の瞬時順方向電圧を最小化することができます。各ピクセルのオン時間を均等に配置するには、PHASE<sub>x</sub> 値のインクリメントを次のように設定する必要があります。

$$\text{PHASE}_{x\text{increment}} = 1024 \div \text{number of pixels multiplexed} \quad (3)$$

例えば、ユーザーが 3 つの LMM をタイム マルチプレクシングし、各デバイスで 16 個のスイッチすべてを合計 48 ピクセルで使用すると、PHASE<sub>x</sub> = 1024/48 = 約 21 となります。したがって、次のようになります。

PHASE01 = 0  
PHASE02 = 21  
PHASE03 = 42  
PHASE04 = 63

LED スtring の瞬時順方向電圧を管理における位相シフトの重要性を示すために、2 つの波形が示されています。これらはいずれも、前述の 3 つの LMM による LED スtring の瞬時順方向電圧を、同一の最大電圧出力と比較したときのもので、図 2-4 は、位相シフトを行わない場合 (すべて PHASE<sub>x</sub> = 0) の波形を示しており、図 2-5 は前述の等間隔の位相シフト (21 ずつのインクリメント) の影響を示しています。これらの波形は、位相シフトを行わない場合には、LED スtring の順方向電圧が最大出力電圧をはるかに超えてしまう一方で、均等な位相シフトを行った場合には、LED スtring の順方向電圧は最大出力電圧の範囲内に十分収まっていることを示しています。

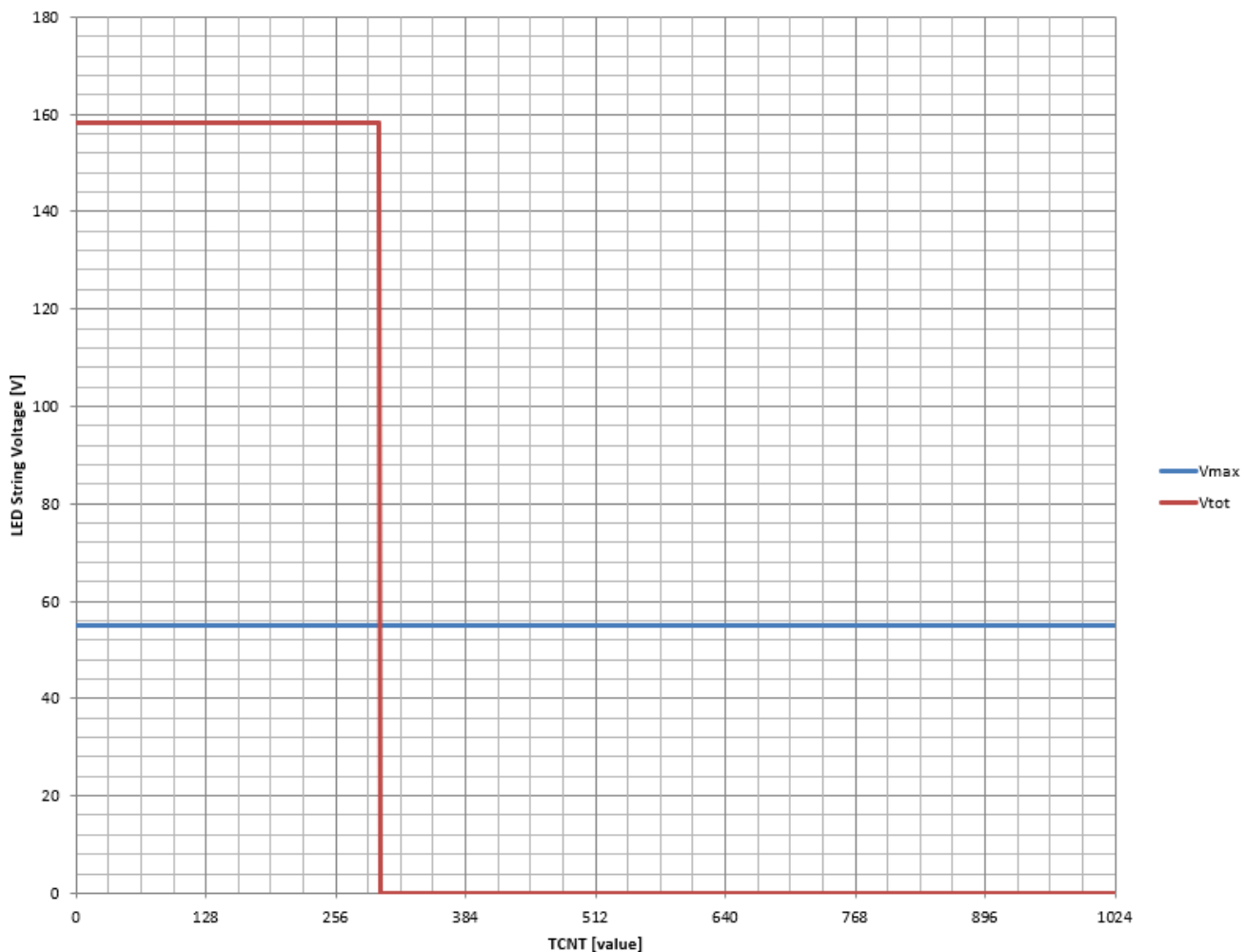


図 2-4. 位相シフトなしの場合の電圧波形

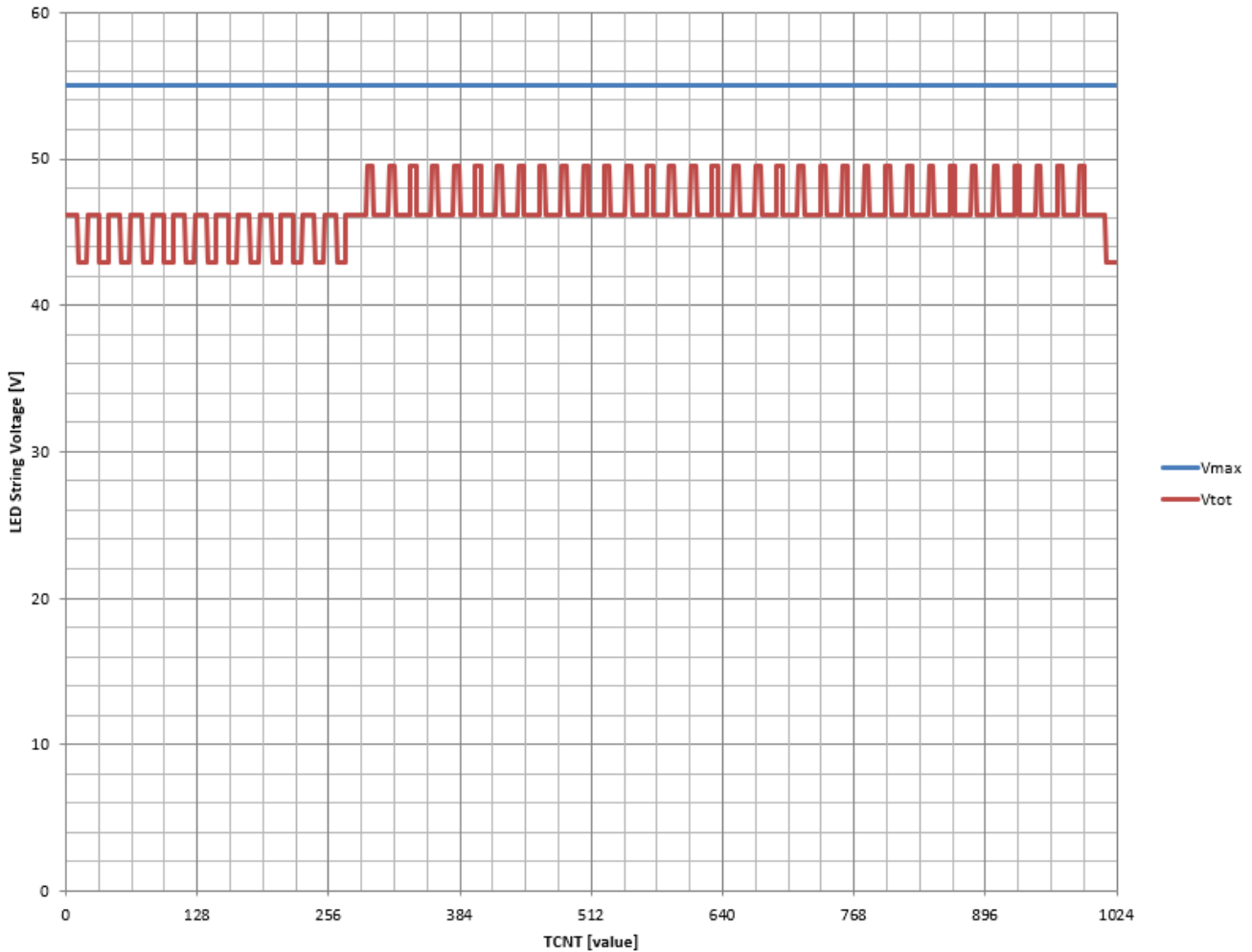


図 2-5. 最適な位相シフト時の電圧波形

タイム マルチプレクシングは、満たす必要がある重要な要件が存在するため、すべてのアプリケーションに実装できません。主な要件は次のとおりです：

- すべての LMM は共通のシステム クロック信号と同期信号を共有するため、PWM ジェネレータは同期を維持します。
- すべてのデバイスで、同じ PWMTICK 値をプログラムする必要があります。
- 複数の LMM を使用する場合は、LMM を同じ PCB 上に配置する必要があります。
- WIDTHx の値は、電流源の最大出力電圧を超えないようにデューティサイクルを制限します。
- 最大デューティサイクルが低くなった状態で同じ輝度を維持するためには、LED に流れる公称電流を比例して増加させる必要があります (LED は増加した電流に耐えられる必要があります)
- 任意の TCNT において、LED スtringの瞬時順方向電圧 ( $V_{f,total}$ ) は、電流源の最大出力電圧 ( $V_{max}$ ) を超えないようにする必要があります。

タイム マルチプレクシングは、主に次の 2 つのシナリオに適用できます。

1. マルチ デバイスの場合:延長されたString

各チャネルで 1 つの LED を制御する複数の LMM が、1 つの電流源に対して直列に接続されます。

2. シングル デバイスの場合:チャネルごとに複数の LED

1 つの LMM が各チャネルで複数の LED を直列に駆動し、複数のデバイスを用いることなく高い総順方向電圧を生じます。

どちらのアーキテクチャでも、位相と幅の設定により、PWM 周期全体に導通期間を均等に分配し、システム電圧、光学出力、および熱負荷のバランスを取ります。

### 3 ハードウェア設計ガイドライン

- CLK\_H/CLK\_L 信号をハーネスを介して配線すると、EMI をパスできないので、マルチプレクシングされた LMM は同じ PCB 上に配置してください。
- 高周波配線からの容量結合を最小限に抑えるため、CLK、SYNC、RX、TX の配線の直下には連続したグランドプレーンを設けてください。
- 未使用の LVDS ペアは、クロック受信側の最終段デバイスで CLK\_H と CLK\_L 間に 100Ω を接続して終端し、クロック生成デバイス側では CLK\_H および CLK\_L から GND にそれぞれ 47pF のコンデンサを接続して終端してください (図 3-1 を参照)。

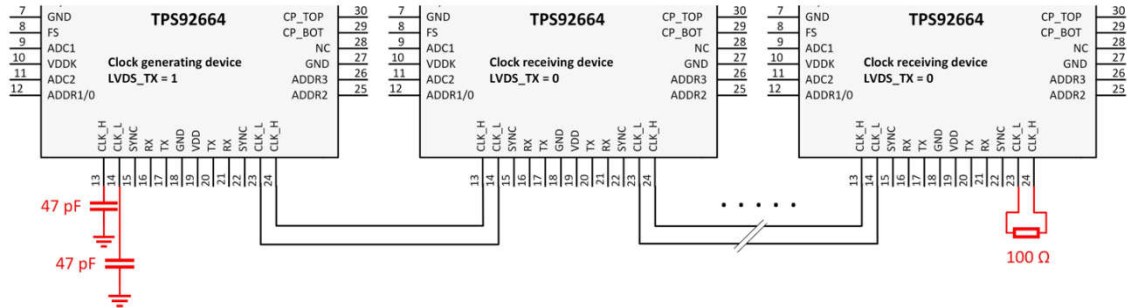


図 3-1. LVDS 終端の簡略図



## 4 レジスタ構成手順

1. システムクロックの選択: 同じ UART バス上のすべてのデバイスにおいて、MTP\_MTPCFG レジスタの CLKDIV2 ビットを設定し、不揮発性メモリにプログラムする必要があります。8MHz (500kbps) の場合は CLKDIV2 ビット = 1 に設定し、16MHz (1Mbps) の場合は 0 に設定します。
2. 対象の PWM 周波数を設定するため、PWMTICK レジスタの PTBASE と PTCNT をプログラムします。
3. クロック生成側の LMM で LVDS\_TX を有効化: OUTCTRL レジスタの LVDS\_TX ビットを 1 に設定します。すべてのクロック受信側 LMM で LVDS\_TX = 0 に設定します
4. クロック生成側デバイスで同期ドライブを有効化: OUTCTRL レジスタの SYNCOEN および SYNCPEN ビットを 1 に設定します。すべてのクロック受信側デバイスでは、これらのビットを 0 に設定します。
5. 各 LED チャンネルごとに、PHASEx を次のように設定します。

$$\text{PHASEx increment} = 1024 \div \text{number of pixels multiplexed} \quad (4)$$

6. タイム マルチプレクシング ワークシートを使って、LED スtring 電圧が最大出力電圧を超えないように、各 LED チャンネルの WIDTHx 値を決定します (公称光出力を維持するため、必要に応じて、または許容される範囲で LED 電流を増加させます)
7. 必要に応じて、EEPROM のプログラム構成を行います (TPS92664 のみ、MTP プログラミングフローを参照)。

## 5 MTP のプログラミング フロー

以下に、TPS92664 上の EEPROM をプログラムするために必要な手順を、例とともに示します。

1. MTP DEVID アドレスで、対象の **MTP** レジスタに書き込みを行います。このアドレスは、揮発性の DEVID アドレスとは異なることに注意してください。マッピングについては、[図 5-1](#) を参照してください。このコマンドでは、[図 5-1](#) の MTP 列から DEVID バイトが取得されます。

DEVID[3:0] Address set by ADDR <sub>x</sub> Pins	DEVID[7:0] Byte	
	MTP	VOLATILE
Decimal	Hex	Hex
0	0x80	0x20
1	0xC1	0x61
2	0x42	0xE2
3	0x03	0xA3
4	0xC4	0x64
5	0x85	0x25
6	0x06	0xA6
7	0x47	0xE7
8	0x08	0xA8
9	0x49	0xE9
10	0xCA	0x6A
11	0x8B	0x2B
12	0x4C	0xEC
13	0x0D	0xAD
14	0x8E	0x2E
15	0xCF	0x6F

**図 5-1. 揮発性および不揮発性のアドレスマップ**

2. EEPROM をプログラムするには、プログラムコードを MTP\_PROG1 から始まる**揮発性**プログラミング レジスタに、CA 23 35 24 のデータを用いた 4 バイト書き込み操作で設定します。このコマンドでは、DEVID バイトは前の表の**揮発性**の列から取得されます。ユーザーが複数のデバイスをプログラムする場合、この手順はブロードキャスト書き込みとして実行しなければならないことに注意してください。例えば、DEVID = 0xBF を使用します。
3. その後、ユーザーがデバイスをパワー サイクルすると、対応する揮発性レジスタには、先ほどプログラムした MTP レジスタ内の値が新しいデフォルト値としてロードされます。

以下に、このフローのコマンド付きの例を示します。この例では、デバイス アドレス 0 の PWMTICK レジスタに値 0x1C がプログラムされ、その値をデフォルトとしてデバイスの EEPROM に書き込まれます。

1. したがって、MTP デバイス アドレス 0 (DEVID = **0x80**) の MTP\_PWMTICK レジスタ (REGADDR = **0x07**) に (DATA = **0x1C**) をシングル バイト書き込み (INIT = **0x87**) する場合、CRC を含むコマンドフレームは **87 80 07 1C 2A A5** となります
2. 次に、ユーザーは、データ CA 23 35 24 を用いた 4 バイトの書き込み操作 で、MTP\_PROG1 から始まる揮発性プログラミング レジスタにコードを書き込むことにより、EEPROM をプログラムする必要があります

したがって、揮発性デバイスアドレス (DEVID = **0x20**) の MTP\_PROG1 レジスタ (REGADDR = **0xFB**) に、プログラミングコード (DATA = **0xCA 0x23 0x35 0x24**) を 4 バイト書き込み (INIT = **0xAA**) で行う場合、CRC を含む 16 進コマンド フレームは、

AA 20 FB CA 23 35 24 31 E7 となります

3. デバイスをパワー サイクルし、PWMTICK レジスタに対象の値がロードされていることを確認します。

## 6 スプレッドシートベースの電圧解析

付属の Excel ツールを使用すると、LED スtringの合計順方向電圧を、最大出力電圧と比較して視覚化できます。タイム マルチプレクシング ワークシートには、入力と出力の 2 つのセクションがあります。入力セクションでは、お客様が編集するすべてのセルがシートの左上隅に表示され、黄色で強調表示されています。入力項目は、マルチプレクシングされる LMM の数、電流源の最大電圧出力、LED ピクセルの最大電圧、幅、位相です。位相入力には自動計算オプションがあり、このオプションがオンになっている場合は、(各デバイスで 16 個のスイッチすべてが使用されていると仮定して) マルチプレクシングされる LMM の数に応じて位相が均等になるように自動的に設定されます。自動計算式は  $=1024/(\text{LMM の数} \times 16)$  で、小数点以下は四捨五入して最も近い整数に丸められます。自動計算のチェックを外したままにした場合、お客様は同じセルに対象の位相値を直接入力することができます。

# of LMM	2	*number of LMMs being multiplexed									
MAX V	55	*maximum voltage output of buck converter (must be <=60V)									
VLED	3.3	*maximum voltage of LED "pixel" (pixel is defined by a single matrix switch in parallel)									
<b>1st TPS92664 Device</b>											
WIDTH	500										
PHASE	32	auto-calculate?	<input checked="" type="checkbox"/>								
LEDOFF											

図 6-1. タイム マルチプレクシング ワークシートの入力項目

ユーザーはアプリケーションに従って入力値を入力し、スプレッドシートは、TCNT 0 ~ 1023 の各値に対する LED Stringの合計順方向電圧を計算します。複数の LMM 間のマルチプレクシングにも、シングル LMM 内のマルチプレクシングのチャンネルにも、同じスプレッドシートの手法が適用されます。どちらの場合も、位相インクリメントと幅の選択は同じルールに従いますが、唯一の違いは、1 つのスイッチに複数の LED を直列接続した場合には LED ピクセルの最大電圧が増加する点です。

ユーザーが入力値の入力を完了すると、PWM 期間にわたってプロットされた 2 つの波形を確認することができます。最初は  $V_{max}$  の波形です。これは青でプロットされており、お客様が入力した最大出力電圧と同じ値です。この波形は PWM 周期全体にわたって一定であり、お客様が選択した電流源によって決定されます。

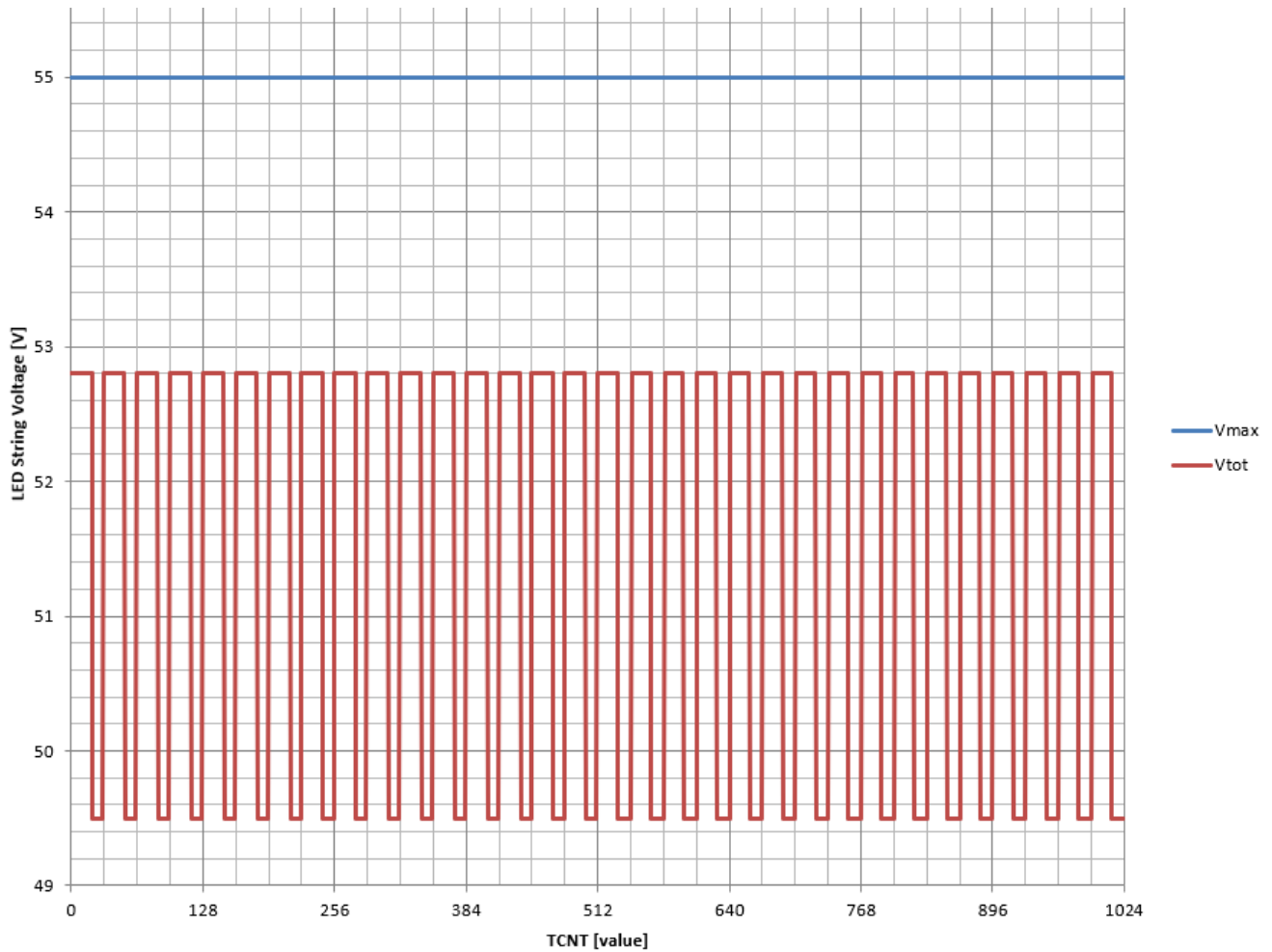


図 6-2. タイム マルチプレクシング ワークシートの出力項目

赤でプロットされている波形、 $V_{f, total}$  は LED スtringの合計順方向電圧で、「入力」タブの  $V_{f, total}$  列と同じ値です。電流源の最大出力電圧を超えないようにするためには、PWM 周期全体を通して  $V_{f, total}$  の波型が  $V_{max}$  の波型より常に低い状態を保っていなければなりません。また、プロセスのバラツキや温度変動などを考慮するために、 $V_{f, total}$  と  $V_{max}$  の間には、多少のヘッドルームが必要です。想定している公称の輝度レベルを維持するために、結果として LED 電流が増加することに注意してください。例えば、タイム マルチプレクシング ワークシートにより最大デューティ サイクルが 33% であることが分かった場合、同じ光出力を得るためには LED 電流を 3 倍に増やす必要があります。もちろん、選択した LED は、この電流の増加にも耐えられる必要があります。お客様には、入力値を変更し、波形を確認することで、各変数が LED スtring全体の電圧にどのような影響を与えるかについて、より直感的な理解を深めることが推奨されます。

## 7 設計例 1:1 つの電流源に 2 つの TPS92664 -Q1 デバイスを接続

以下に、代表的なタイム マルチプレクシング アプリケーションの例を示します。これは、2 個の TPS92664 デバイスが 32 個の LED からなる直列の LED スtring (1 LED/ スイッチ) を制御し、55V 最大出力電圧の電流源で駆動する構成です。

- タイム マルチプレクシングされる LMM の数 = 2
- 32 個の LED、 $V_{f\_max} = 3.2V$  (105°C時)
- 電流源:  $V_{max} = 55V$

これらの変数が与えられている場合、PHASEx の値は 32 ステップでインクリメントする必要があります。これは、 $1024/32 = 32$  (PHASEx のインクリメント =  $1024 \div$  タイム マルチプレクシングされるピクセル数) となるためです。したがって、選択される位相値は次のとおりです。

**表 7-1. PHASEx 値の例**

デバイス	PHASEx	値
0	PHASE01	0
0	PHASE02	32
0	PHASE03	64
0	PHASE04	96
0	PHASE05	128
0	PHASE06	160
0	PHASE07	192
0	PHASE08	224
0	PHASE09	256
0	PHASE10	288
0	PHASE11	320
0	PHASE12	352
0	PHASE13	384
0	PHASE14	416
0	PHASE15	448
0	PHASE16	480
2	PHASE01	512
2	PHASE02	544
2	PHASE03	576
2	PHASE04	608
2	PHASE05	640
2	PHASE06	672
2	PHASE07	704
2	PHASE08	736
2	PHASE09	768
2	PHASE10	800
2	PHASE11	832
2	PHASE12	864
2	PHASE13	896
2	PHASE14	928
2	PHASE15	960
2	PHASE16	992



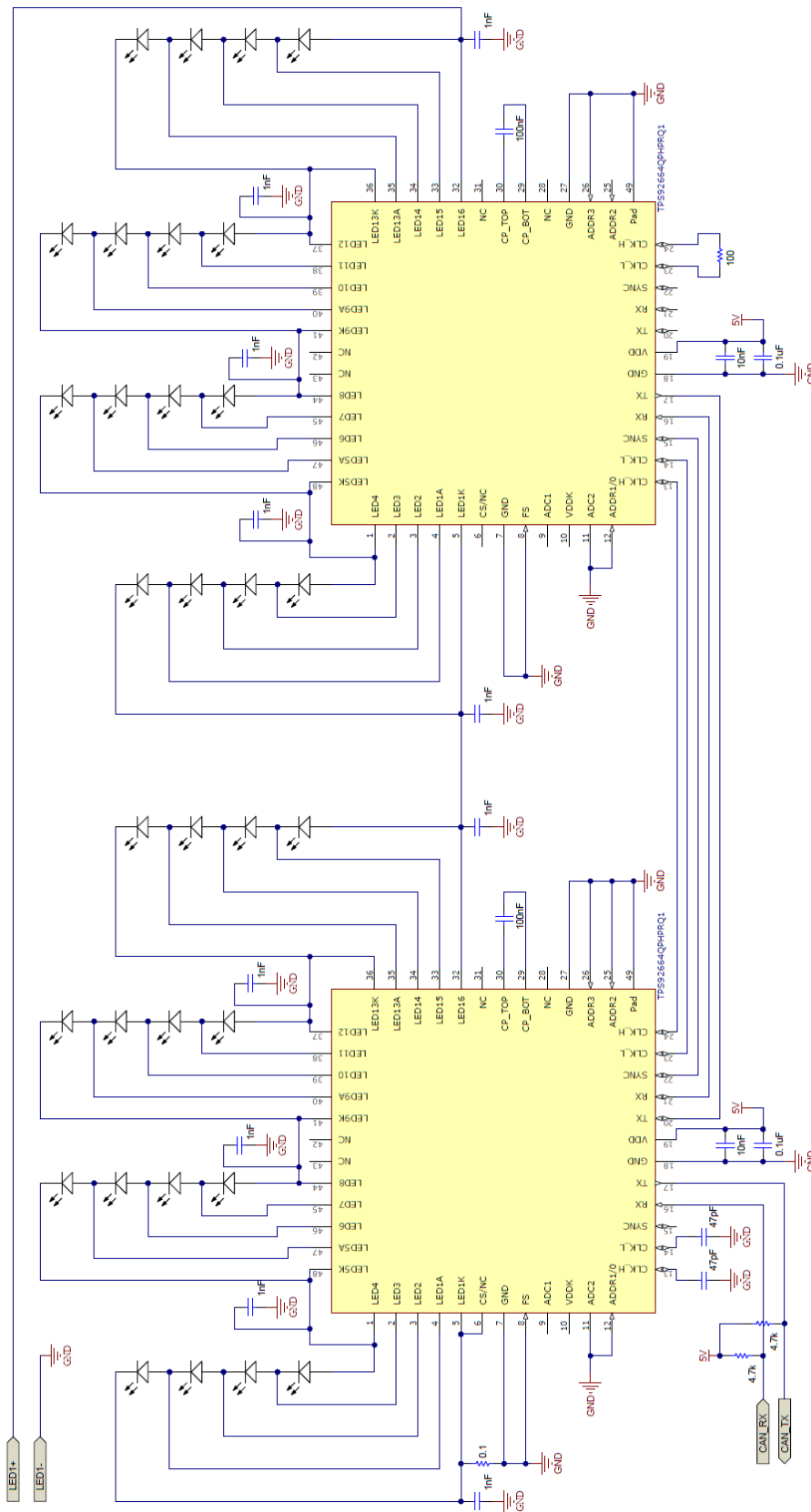


図 7-2. 複数のデバイスを用いたアプリケーション例

## 8 設計例 2: チャンネルごとに複数の LED を接続したシングル TPS92664-Q1

この構成では、1 つの TPS92664-Q1 が 16 チャンネルを制御し、各チャンネルは 2 個の LED を直列に駆動します (チャンネルあたり  $V_f \approx 6.6V$ )。すべてのチャンネルが同時に導通した場合の合計順方向電圧は最大で約 105.6V に達し、電流源のコンプライアンス電圧 55V を超えてしまいます。

動作電圧を 55V 未満に保つため、16 チャンネルは PWM 周期全体にわたって均等に配置されます。位相値は 64 カウント ( $1024 \div 16$ ) で配置され、位相ごとの  $V_{f, total}$  の瞬時値の合計がおおよそ 50V となるように幅が選択されます。

# of LMM	1	*number of LMMs being multiplexed
MAX V	55	*maximum voltage output of buck converter (must be $\leq 60V$ )
VLED	6.6	*maximum voltage of LED "pixel" (pixel is defined by a single matrix switch in parallel)
1st TPS92664 Device		
WIDTH	500	500 500 500 500 500 500 500 500 500 500 500 500 500 500 500
PHASE	64	0 64 128 192 256 320 384 448 512 576 640 704 768 832 896 960
LEDOFF		500 564 628 692 756 820 884 948 1012 52 116 180 244 308 372 436
		2nd
		0
		0
		0

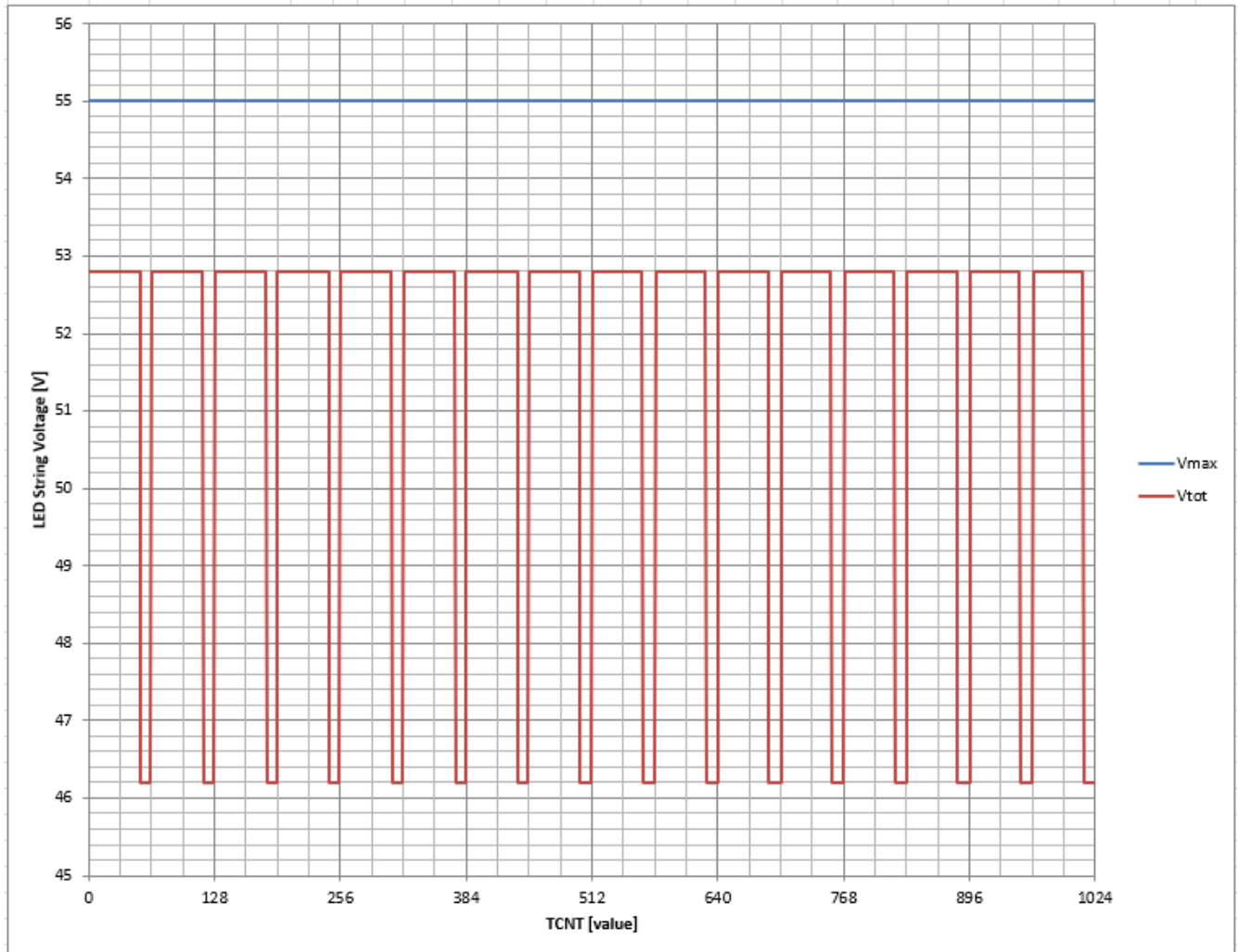


図 8-1. 設計例 2 スプレッドシート

このシングル デバイスの例は、チャンネルの動作を時間的にずらしたスロットに割り当てるだけで、複数の LMM を用いなくてもタイム マルチプレクシングによって瞬時電圧を制限できることを示しています。



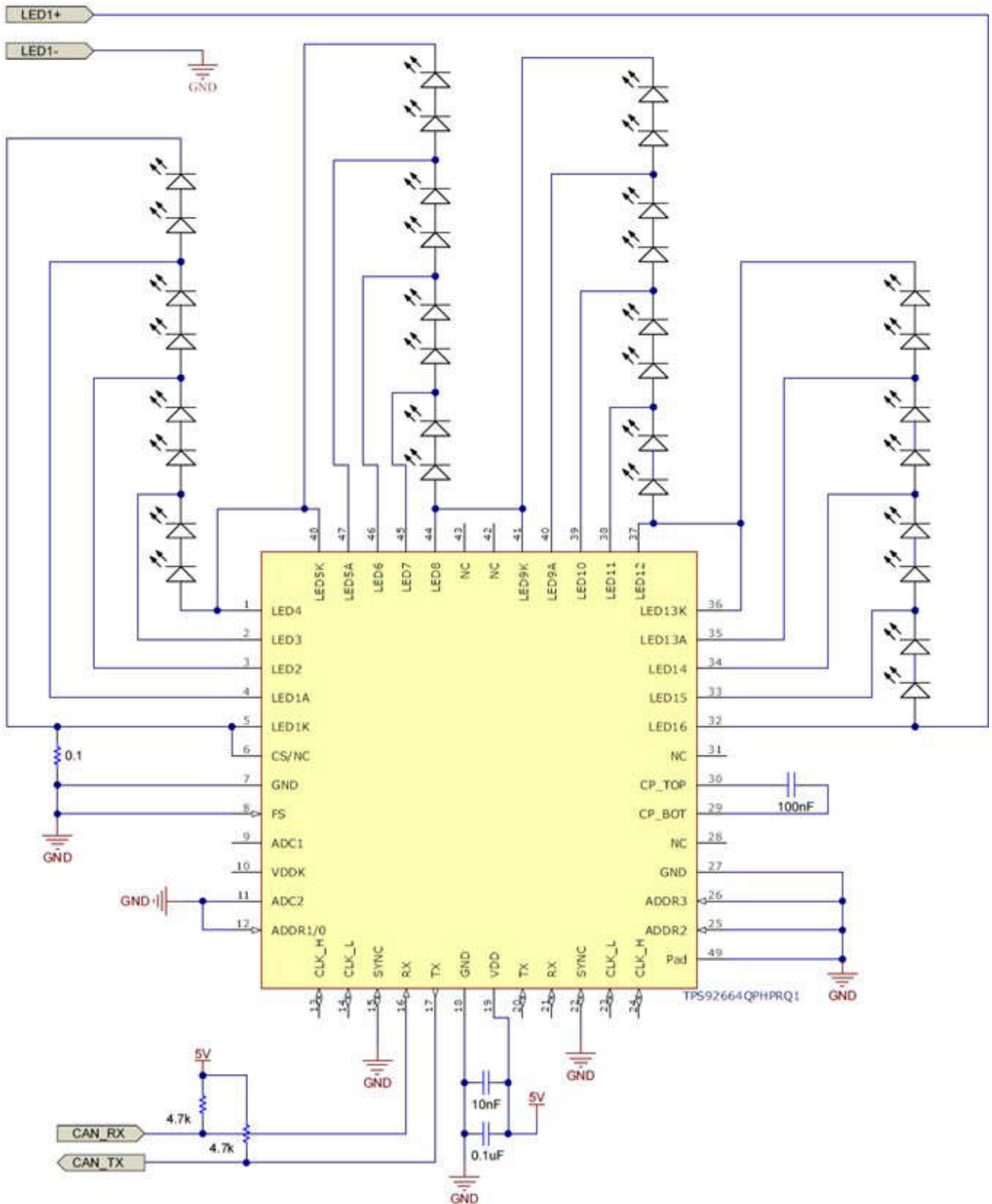


図 8-2. シングル デバイスを用いたアプリケーション例

## 9 まとめ

TPS92664、TPS92665、TPS92667 を用いたタイム マルチプレクシングは、制御性や光品質を犠牲にすることなく、マルチピクセル照明システムにおける電流レギュレータの数を削減するための実用的な手段を提供します。デバイスクロックを整合させ、PWM ジェネレータを同期させ、導通を均等に分配するように位相と幅の値の値を選択することで、設計者はシステム効率を維持しながら、LED スtring 電圧をレギュレータ制限範囲内に保つことができます。提供されているスプレッドシート ツールは、PWM サイクル全体にわたる電圧マージンを迅速に確認できるようにすることで、このプロセスを簡略化します。

タイム マルチプレクシングは、マルチデバイス構成の LED String に限定されません。これは、各チャネルが複数の直列 LED を駆動する場合に、シングル LMM 内でも同様に適用することができます。どちらのアーキテクチャでも、目標は同じです。コストと利用効率を最適化しながら、電流源の電圧制限を満たすことです。

適切な PCB レイアウト、LVDS 終端、EEPROM プログラミングとともに実装された場合、タイム マルチプレクシングは、さまざまな照明アーキテクチャに合わせて簡単に拡張できる再現性と堅牢性の高い設計を実現します。この設計例は、これらの手法をどのように直接適用できるかを示しており、TPS9266x ファミリーを用いて、コンパクトでコスト最適化された信頼性の高い照明設計を行ううえでの安心感をお客様に与えます。

## 10 参考資料

- テキサス インストルメンツ、[TPS92664-Q1 車載用低ノイズ 16 チャンネル LED マトリクス マネージャ \(高度な診断機能、内蔵発振器、EEPROM 搭載\)](#)、データシート。
- テキサス インストルメンツ、[TPS92665-Q1 車載用低ノイズ 16 チャンネル LED マトリクス マネージャ \(高度な診断機能および内蔵発振器搭載\)](#)、データシート。
- テキサス インストルメンツ、[TPS92667-Q1 車載用低ノイズ、16 チャンネル LED マトリクス マネージャ \(高度な診断機能搭載\)](#)、データシート。

## 重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ(データシートを含みます)、設計リソース(リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](#) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月