

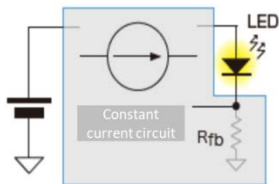
**20分でわかる！
TIのLEDドライバがもたらすメリットについて**

アジェンダ

- ・LEDドライバとは
- ・産業用機器及び家電関連製品におけるLEDドライバ
- ・製品紹介
- ・LEDドライバ vs. 従来のソリューション
- ・設計の負担を軽減する無償ツールの紹介
- ・質疑応答

LED ドライバとは

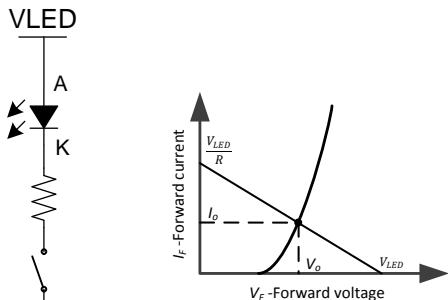
・LED ドライバ IC



LED ドライバ...

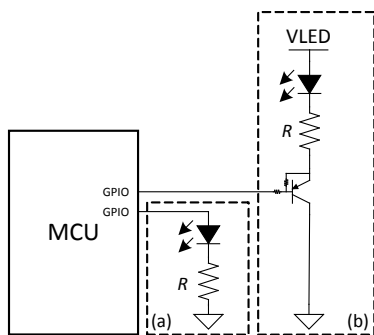
LED に対し定電流回路を用いて動作を制御する事

・従来の LED を制御する方法

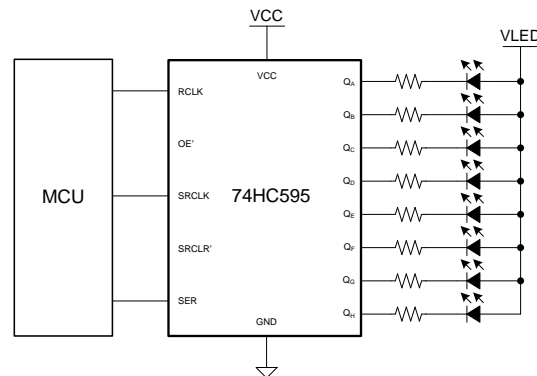


1. ディスクリートで LED を駆動

$$V_{LED} = V_0 + I_0 \times R$$



2. MCU の GPIO で LED を駆動



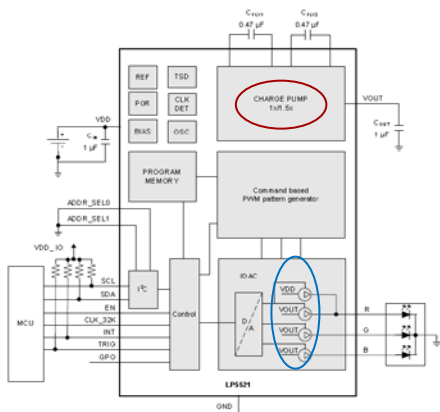
3. Logic IC (シフトレジスタ) にて LED を駆動

LEDドライバICを3つに分けると...

A. 昇圧が必要なケース(システム電圧 < VLED)

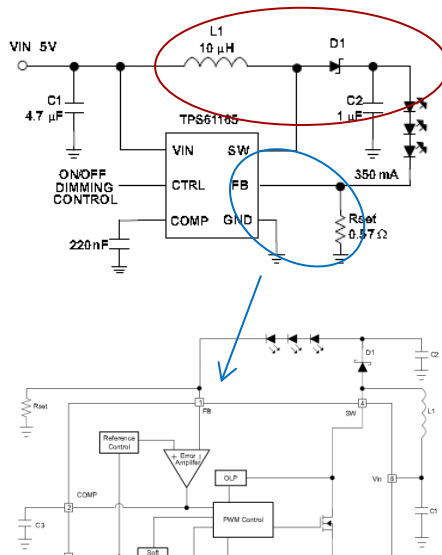
B. 降圧が必要なケース(システム電圧 > VLED)

チャージポンプIC



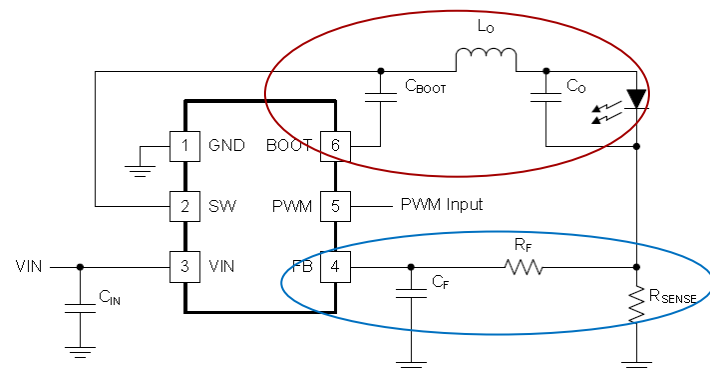
- チャージポンプ + 定電流回路

DC/DC 昇圧 IC



- 昇圧回路 + 定電流回路

DC/DC 降圧 IC



- 降圧回路 + 定電流回路

アジェンダ

- ・LEDドライバとは
- ・産業用機器及び家電関連製品における LED ドライバ
- ・製品紹介
- ・LEDドライバ vs. 従来のソリューション
- ・設計の負担を軽減する無償ツールの紹介
- ・質疑応答

市場



ビル・オートメーション



家電



ファクトリ・オートメーション/制御



EPOS

LEDの機能



LED表示

TLC59283 TLC59291
LP50xx TLC5971 TLC6946

ドア用キーパッドとリーダー、
電子スマート・ロック
呼び出しボタン

大型家電
小型家電
エアコン室内機
ヒューマノイド(ヒト型ロボット)
ロボット掃除機

ヒューマン・マシン・
インターフェイス
プログラマブル・ロジック・
コントローラ(PLC)
CNC制御
サインージ

ATM
貨幣計数機



LEDアニメーション

LP50xx LP5569 TLC6946 TLC5955

煙感知器と熱感知器
サーモスタット
電子スマート・ロック
IPネットワーク・カメラ
ビデオ付きドアベル

大型家電
小型家電
エアコン室内機
ヒューマノイド(ヒト型ロボット)
ロボット掃除機

ロジスティクス・ロボット

バーコード・スキャナ
ポータブルPOS



LED照明

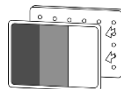
TPS54200/1 TPS92200D1/2
TPS61165/9 LM3643/4 LM36010/1

IPネットワーク・カメラ

大型家電

3Dプリンタ
ロジスティクス・ロボット
マシン・ビジョン

バーコード・スキャナ
ポータブルPOS
貨幣計数機



LCDバックライト

TPS61165/9 TPS61042 TPS61194

煙感知器と熱感知器
HVACシステム・コントローラ
サーモスタット
呼び出しボタン

大型家電
エアコン室内機

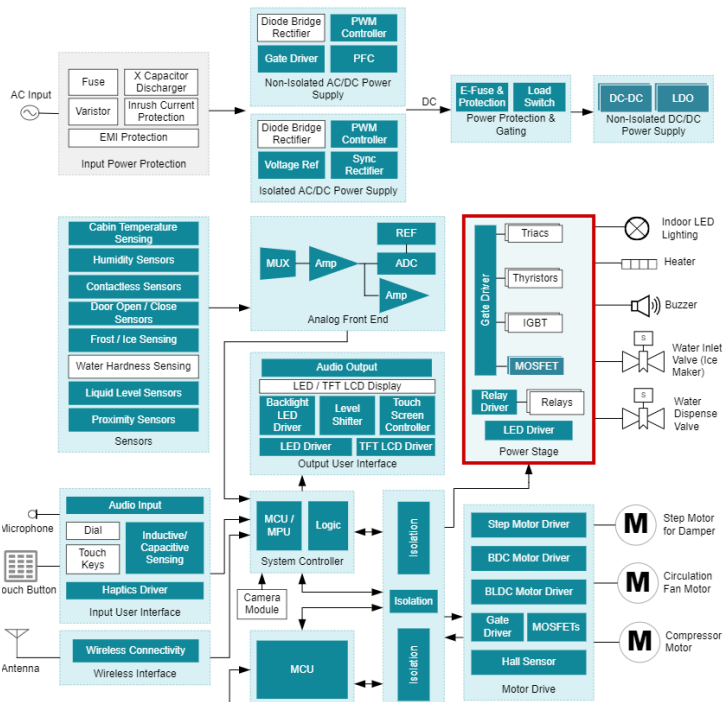
ヒューマン・マシン・
インターフェイス
CNC制御
産業用ロボットのティーチ・
ペンダント

EPOSカード・リーダー
EPOS、ECR、レジ
ポータブルPOS
ATM
貨幣計数機

大型家電 - LED 照明 + LCD バックライト

TI ソリューションの利点:

冷蔵庫のリファレンス・ブロック図



LED 照明:

- ✓ 最少の外付け部品、また最大 96.6% の高効率
- ✓ アナログ調光と PWM 調光を選択可

LCD バックライト:

- ✓ 高効率、小型パッケージの LCD バックライト・ドライバでソリューション・サイズを縮小

主要デバイス一覧:

部品型番	チャンネル数	特徴
TPS54200/1	1	<ul style="list-style-type: none"> 入力電圧範囲 4~28V 固定スイッチング周波数 600kHz デジタル PWM 入力による高精度アナログ調光 (1%~100%) LED 開放/短絡保護、センス抵抗開放/短絡保護
TPS92200D1/2	1	<ul style="list-style-type: none"> 入力電圧範囲 4 ~ 30V 固定スイッチング周波数 1MHz デジタル PWM / アナログ入力による高精度アナログ調光 (1%~100%) LED 開放/短絡保護、センス抵抗開放/短絡保護
TPS61169 TPS61165	1	<ul style="list-style-type: none"> 入力電圧範囲 2.7~5.5V/3~18V 0.5A / 1.8A / 1.2A スwitching FET、スイッチング周波数 1.2MHz 1線式デジタルと PWM による柔軟な輝度制御 最大効率 90%



エアコン室内機 - LED 表示 + LED アニメーション

TI ソリューションの利点:

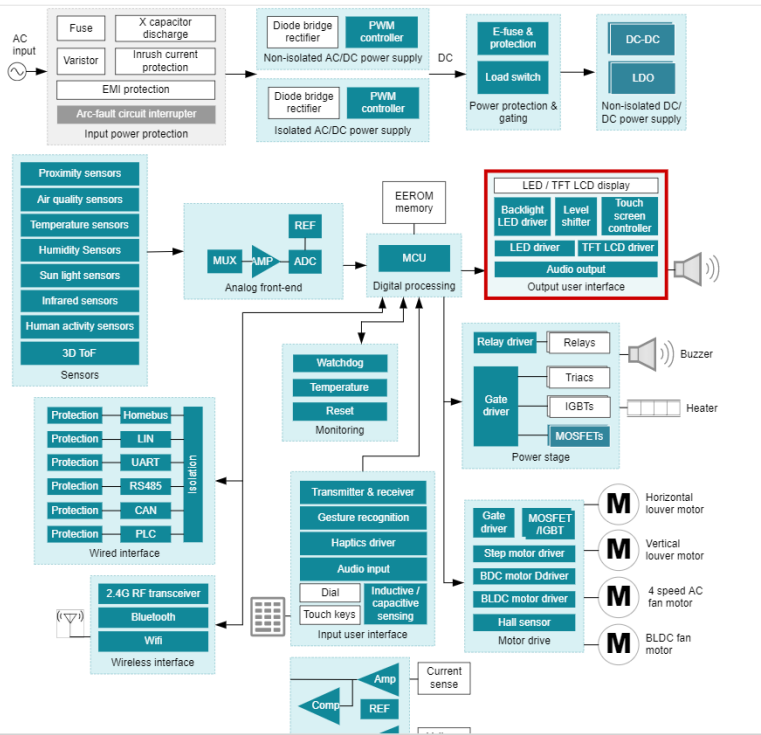
LED表示:

- ✓ ディスクリート・ソリューションよりもLED寿命を延ばす定電流ドライバ
- ✓ 輝度均一性を保証する高い電流精度

LEDアニメーション:

- ✓ 高分解能のPWM制御によるさまざまな点灯パターン
- ✓ マルチチャンネル・オプションでさまざまな要件に対応
- ✓ 超低静止電流/LEDエンジンによるシステムの消費電力低減

エアコン室内機のリファレンス・ブロック図



主要デバイス一覧:

部品型番	LEDエンジン使用	チャンネル数	特徴
TLC59283	N	16	<ul style="list-style-type: none"> • 定電流シンク • 最大45mA/チャンネル、精度±3% (最大値) • SPIインターフェイスで簡単に制御 • TIDA-01617 TIDA-010021
LP5569	Y	9	<ul style="list-style-type: none"> • 8ビット・アナログ調光+12ビットPWM調光 • 3つのLEDエンジンでマイクロコントローラ制御の負担を軽減 • バッテリ寿命を延ばす適応型チャージ・ポンプ • 低スタンバイ電流2μA、自動パワー・セーブ・モードでは10μA • TIDA-01559
LP50xx	N	9~36	<ul style="list-style-type: none"> • 超低静止電流: シャットダウン・モード: 1μA (最大値)、パワー・セーブ・モード: 10μA (標準値) • 12ビット、29kHzのPWM調光制御を内蔵 • 3つのプログラム可能バンク(R、G、B)により各色をソフトウェアで簡単に制御 • 評価と設計の手間を減らすGUI • TIDA-050011



プログラマブル・ロジック・コントローラ(PLC) - LED表示

TI ソリューションの利点:

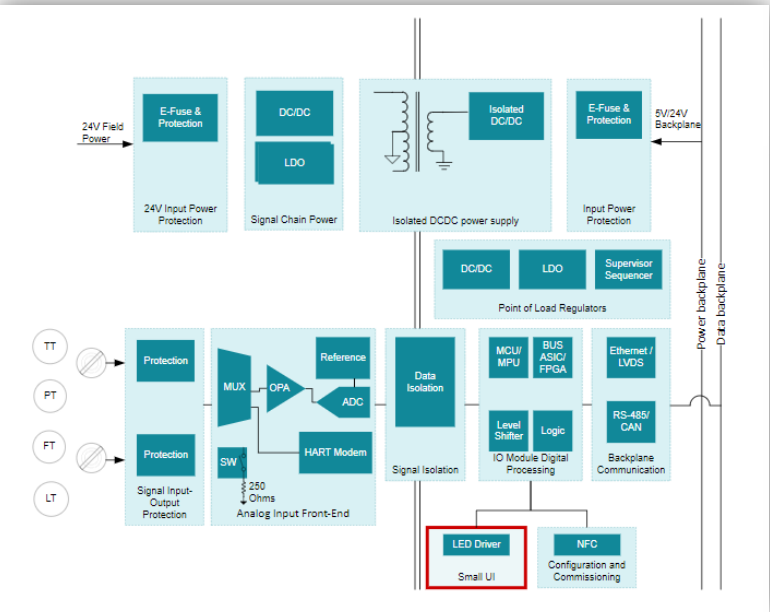
LED表示:

- ✓ ディスクリート・ソリューションよりもLED寿命を延ばす定電流ドライバ
- ✓ 輝度均一性を保証する高い電流精度
- ✓ カスケード対応でI/O本数を節約する高速シリアル・インターフェイス

主要デバイス一覧:

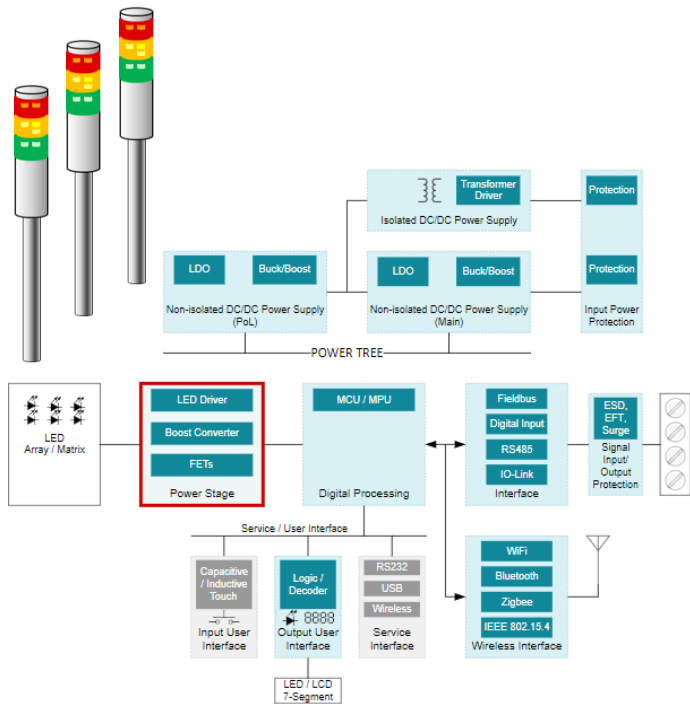
部品型番	チャンネル数	特徴
TLC59283	16	<ul style="list-style-type: none"> • 定電流シンク • 最大45mA/チャンネル、精度±3%(最大値) • SPIインターフェイスで簡単に制御 • TIDA-01617 TIDA-010021
TLC59291	8/16	<ul style="list-style-type: none"> • 構成可能な8/16チャンネル定電流シンク • 最大50mA/チャンネル、精度±3%(最大値) • SPIインターフェイスで簡単に制御 • 下記の診断機能付き • 下記の診断機能付き <ul style="list-style-type: none"> - LEDの開放検知、短絡検知、リーク電流検知、 - 電流制限抵抗の短絡検知(ISP) - サーマルシャットダウン(TSD) - (PTW) - (ISF)

PLCのリファレンス・ブロック図



サイネージ - LED Indication

サイネージのリファレンス・ブロック図



TI ソリューションの利点

LED Indication:

- ✓ RGBのLED制御の簡易化
- ✓ シリアル通信による制御
- ✓ LEDへの定電流を高精度に制御

主要デバイス一覧:

部品型番	チャンネル数	特徴
TLC5971	12	<ul style="list-style-type: none"> • 定電流シンク • 各ch60mA で±1% (typ.)の高精度電流制御可能 • 16-Bit PWM制御 • LED 電圧範囲: Up to 17 V • 2線式インターフェースで簡易制御 • TIDA-00979
TLC6946	16	<ul style="list-style-type: none"> • 定電流シンク • 各ch25mA で±1%(typ.)の高精度電流制御可能 • 下記の診断機能付き <ul style="list-style-type: none"> - LEDの開放検知 (LOD) - 電流制限抵抗の短絡検知(ISP) - サーマルシャットダウン (TSD)



アジェンダ

- ・LEDドライバとは
- ・産業用機器及び家電関連製品における LED ドライバ
- ・製品紹介
- ・LEDドライバ vs. 従来のソリューション
- ・設計の負担を軽減する無償ツールの紹介
- ・質疑応答

TLC59283

16 チャンネル、定電流 LED ドライバ、プリチャージ FET 付き

特徴

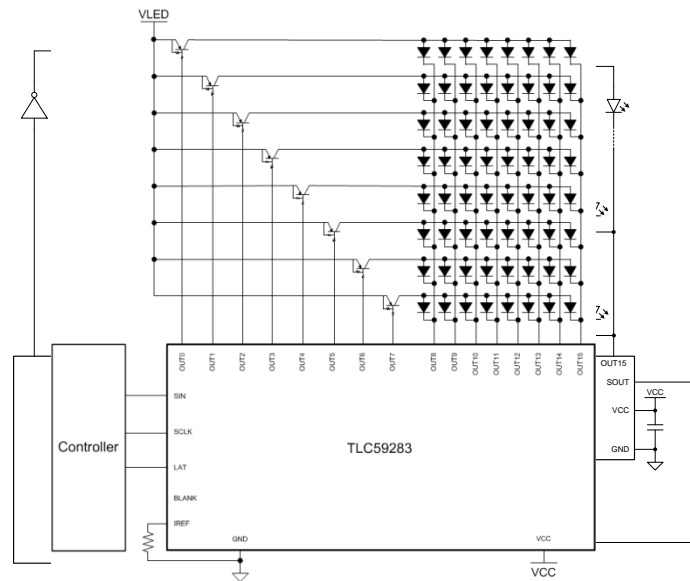
- オン/オフ制御付きの 16 チャンネル定電流シンク出力
- IC電源電圧範囲: 3~5.5V
LED電圧範囲: 10V
- **プリチャージ FET 内蔵**
- 定電流シンク能力:
45mA (VCC > 3.6V)、35mA (VCC < 3.6V)
- **グループ化されたスイッチング遅延 2ns**
- **高精度定電流レギュレーション:**
チャンネル間: ±1.4% (標準値)
デバイス間: ±2% (標準値)
- ゴースト抑制用プリチャージ FET
- 出力電流スイッチング遅延
- TSSOP28 パッケージ (DBQ)/ QFN24 パッケージ (RGE)
- 動作接合部温度範囲: - 40°C ~ +85°C

アプリケーション

- LED ビデオ・ディスプレイ
- LED メッセージ・ボード
- 汎用 LED 表示ランプ

利点

- 柔軟な動作シーケンス
- ゴースト現象の除去
- 突入電流を軽減するグループ遅延、低 EMI
- マルチプレクシングにおけるリフレッシュ・レートを高速化する最小 50ns のブランク



LP5569

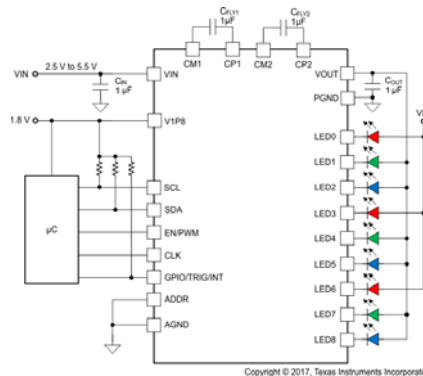
9 チャンネル、I2C RGB LED ドライバ (エンジンコントロール、チャージポンプ)

特長

- IC 電源電圧範囲: 3 ~ 5.5V
- 9ch の高精度電流シンク
 - 1ch 当たり 25.5mA のドライブ能力
 - チャンネルごとに独立した 8bit 電流制御
 - オーディオノイズの無い 12bit 20kHz 内部の独立した PWM 制御
- **プログラム可能な 3 つの LED エンジン**
 - アクティブせずに、輝度制御が可能
 - 複数デバイス接続した場合にも同期した制御が可能
 - 256 の LED パターンを SRAM 内に登録可能
 - 互換性のデバイス (LP5523 , LP55231)
 - I2C 調光制御可能
 - エンジン調光制御
 - PWM を用いた調光制御 (100Hz – 20 kHz)
- **チャージポンプ機能により 低いバッテリー電圧においても高い Vf LED の制御可能**
- **超静止電流 (2uA)**
- 保護機能付き (POR, UVLO, and TSD)

利点

- 高分解能 PWM ジェネレータを用いた、カラー・ミキシングと輝度の円滑な制御のための容易で最適化された設計
- MCU がスリープ時にも LED ドライバ IC のみでパターン出力可能なため、低消費電力化に繋がる。
- LED を光らせる為のパターンをフレキシブルに制御可能
- バッテリからの供給電圧時においても機能発揮
- 充実した診断機能



アプリケーション

- スマートスピーカー、家電製品
- ドアベル
- 煙検知、サーモスタット
- ヘッドセット

デバイス名	グループ	I2C SLAVE ADDRESS
LP5569RTWR	0	32h-35h and 40h (40h is broadcast address)
LP5569ARTWR	1	42h-45h and 40h (40h is broadcast address)

LP50xx

36 / 30 / 24 / 18 / 12 / 9チャンネル、I2C RGB LEDドライバ

特徴

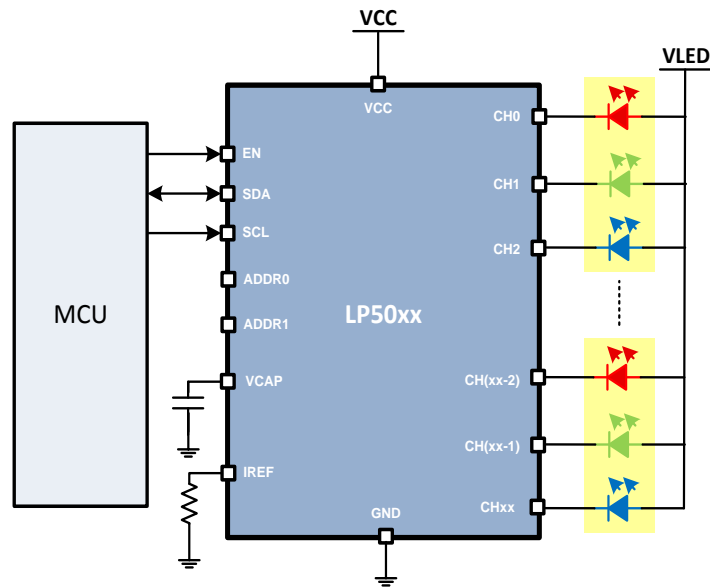
- 動作電圧範囲:
 - Vcc 範囲: 2.7V~5.5V
 - EN, SDA, SCL ピンは1.8V、3.3V、5V の電源レールに対応
 - 最大出力電圧: 6V
- 高精度の定電流シンク
 - VCC 全範囲で、チャンネルごとに最大 25.5mA
 - VCC ≥ 3.3V のとき、チャンネルごとに最大 35mA
 - デバイス間誤差: ±5%、チャンネル間誤差: ±5%
- 超低静止電流
 - シャットダウン・モード: EN = LOW で最大値 1μA
 - パワー・セーブ・モード: EN = HIGH、すべての LED が 30ms を超えてオフのとき、標準値 10μA
- 各チャンネルに 12 ビット、29kHz の PWM ジェネレータを内蔵
 - チャンネルごとに独立したカラー・ミキシング・レジスタ
 - RGB LED モジュールごとに独立した輝度制御レジスタ
 - 対数的または直線的スケールの輝度制御を選択可能
 - 3 相シフト PWM 方式を搭載
- 3 つのプログラム可能バンク(R、G、B)により各色をソフトウェアで簡単に制御
- 2 つの外部ハードウェア・アドレス・ピンにより、最大 4 つのデバイスに接続可能
- ブロードキャスト・スレーブ・アドレスにより、複数のデバイスを同時に構成可能
- 1 回の伝送で連続する複数のレジスタを書き込み/読み取り可能な自動インクリメント機能
- 最高 400kHz の Fast-Mode I2C 速度

アプリケーション

- スマート・スピーカ、スマート家電
- ドアベル、電子ロック
- 煙感知器、サーモスタット
- セットトップ・ボックス、スマート・ルータ
- Bluetooth® ヘッドセット、ハンドヘルド・デバイス

利点

- 各チャンネルに高分解能 PWM ジェネレータを用いた、カラー・ミキシングと輝度の円滑な制御のための容易で最適化された設計
- 可聴ノイズを除去する十分なマージンがある 29kHz の PWM ジェネレータを内蔵
- 3 つのプログラム可能バンクを用いた、各色の簡単なソフトウェア制御と優れたチャンネル同期
- LED アニメーションへの副作用なしに、パワー・セーブ・モードで超低静止電流によりシステム・レベル消費電力をバランス化
- 3 相 PWM シフトを使って入力電力バジェットを最小化



TPS61194

高性能 4 チャンネル LED ドライバ

特徴

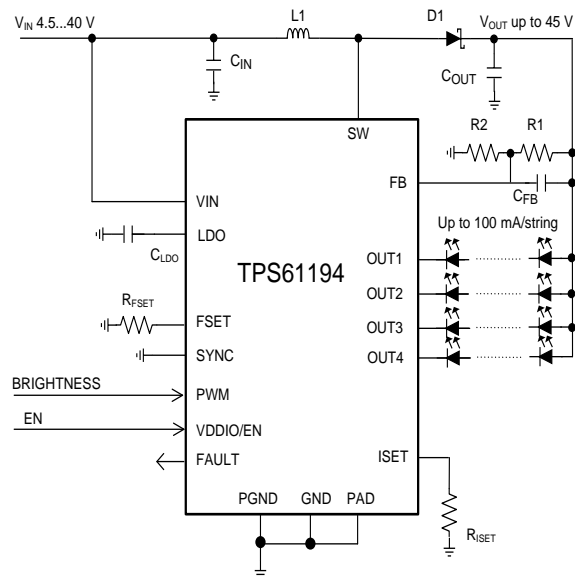
- 電源電圧範囲: 4.5~40V
- 4つの高精度電流シンク**
 - 電流マッチング 1% (標準値)
 - チャンネルごとに最大 100mA の LED ストリング電流
 - 出力を外部で結合し、ストリングごとに大電流を供給可能
- 100Hz において 10,000:1 の高い調光比
- 100Hz から 20kHz までの直接 PWM 調光
- LED ストリング電力用の昇圧 / SEPIC コンバータを内蔵**
 - 出力電圧: 最大 45V
 - スイッチング周波数: 300kHz ~ 2.2MHz
 - スイッチング同期入力
 - 拡散スペクトラムによる EMI の低減
- 広範なフォルト検出機能**
 - フォルト出力
 - 入力電圧 OVP および UVLO
 - 開放および短絡 LED フォルトの検出
 - サーマル・シャットダウン
- 最小限の外付け部品数
- 4.5mm × 6mm × 1.2mm の HTSSOP-20 パッケージ

アプリケーション

- 制御パネルの産業用バックライト・システム
- 産業用 PC
- 試験および計測機器

利点

- 広い電圧範囲の VIN、VOUT
- SEPIC (VIN 未満、VOUT 超) 対応
- さまざまなアプリケーションに対して簡単な構成: LED 構成、DC/DC Fsw
- EMI 制御: 昇圧同期とスペクトル拡散を選択可能、広い昇圧スイッチング周波数範囲
- 小型ソリューション・サイズ



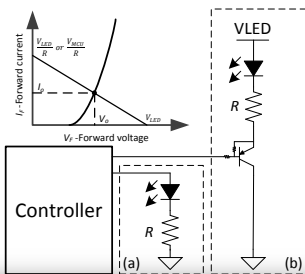
アジェンダ

- ・ LED ドライバとは
- ・ 産業用機器及び家電関連製品におけるLED ドライバ
- ・ 製品紹介
- ・ LED ドライバ vs. 従来のソリューション
- ・ 設計の負担を軽減する無償ツールの紹介
- ・ 質疑応答

LED ドライバの利点

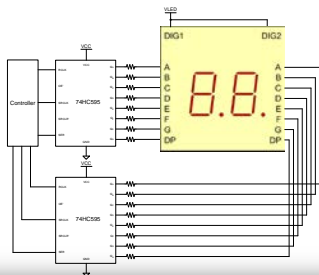
従来のLED駆動

LED indicators:



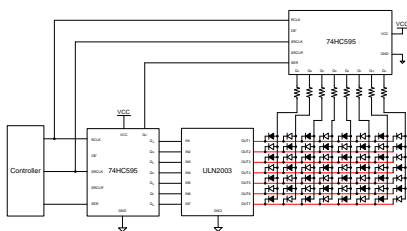
GPIO

7-Segments:



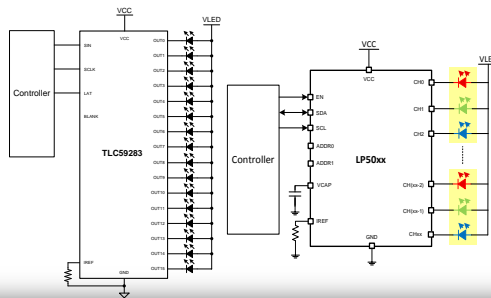
Shift register:
74HC595/
74HC164

Dot-matrix:

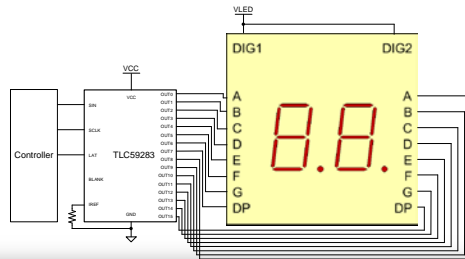


74HC595/
74HC164
+
ULN2003

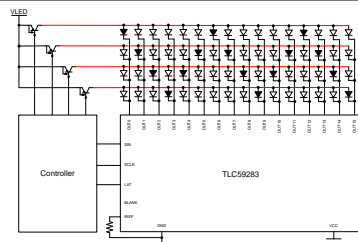
LEDドライバによる駆動と利点



TLC59283
or
LP50xx
(PWM)



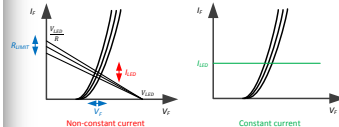
TLC59283



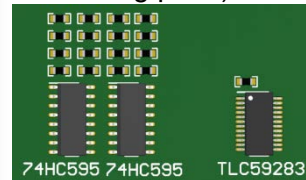
TLC59283



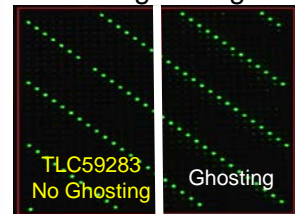
✓ Constant current



✓ Smaller size
(Less resistors and
bonding pads)



✓ No ghosting

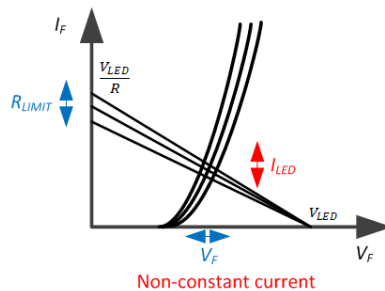
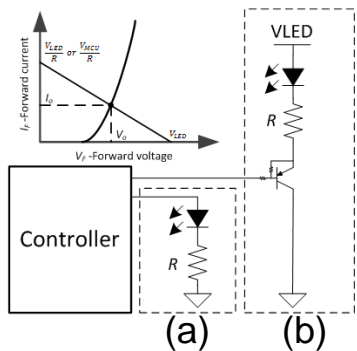


TEXAS INSTRUMENTS



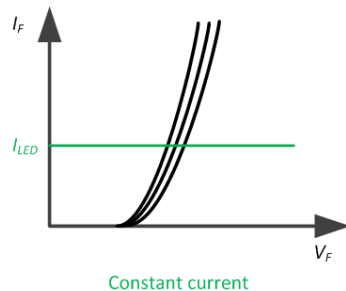
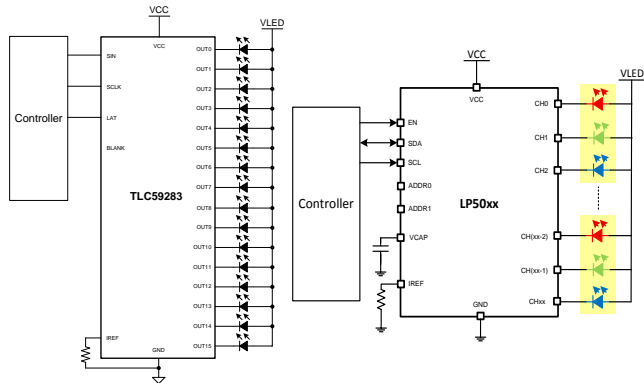
LED indicators

従来のLED駆動: MCU GPIOによる駆動



- CH1
- CH2
- CH3
- CH4
- CH5
- ⋮
- CH16

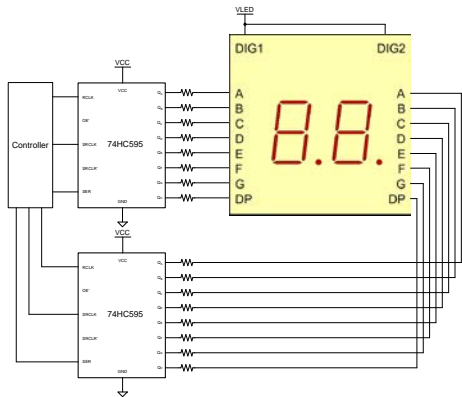
LEDドライバによる駆動: TLC59283 or LP50xx (PWM)



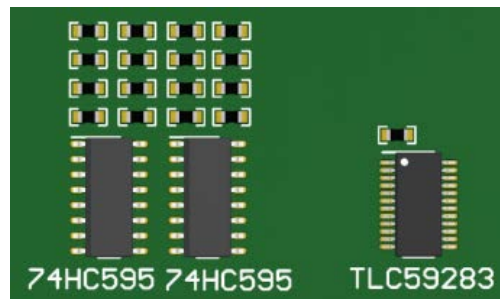
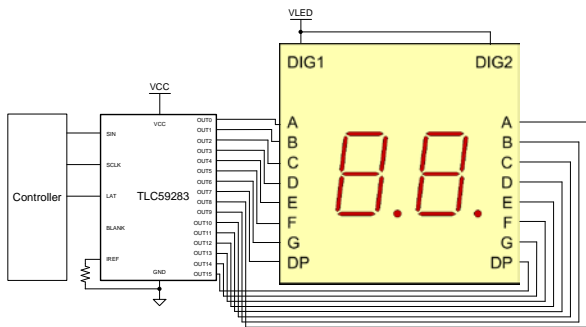
- ✓ Constant current
- ✓ 外付け抵抗1本による電流値設定
- ✓ シリアル通信によるON/OFF制御
- ✓ PWM変調による調光機能

7-Segments

従来のLED駆動: シフトレジスタ 74HC595 or 74HC164



LEDドライバによる駆動: TLC59283

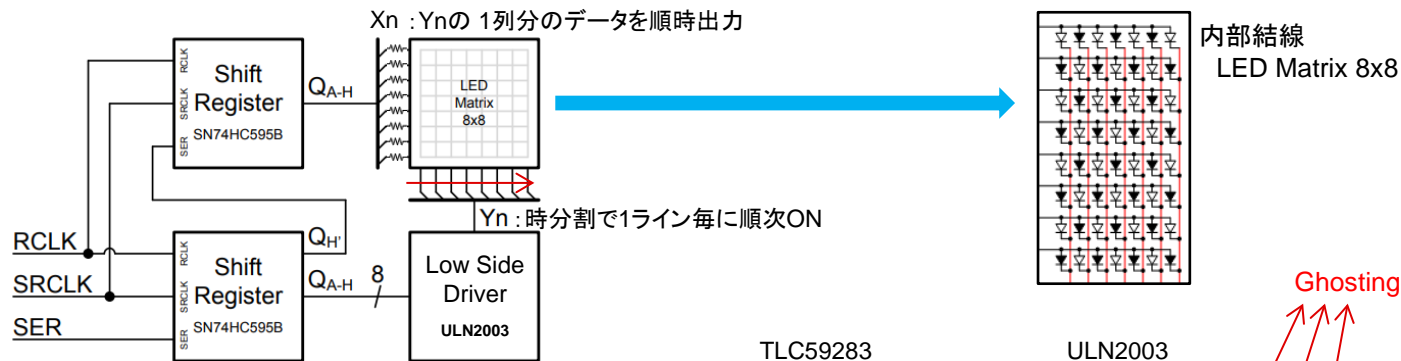


✓ Smaller size
(Less resistors and bonding pads)

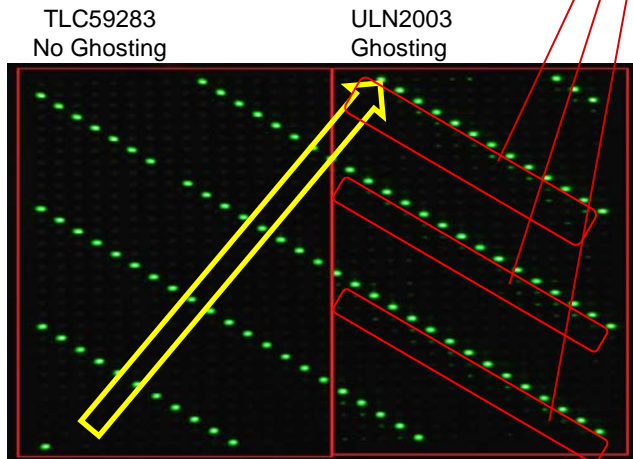
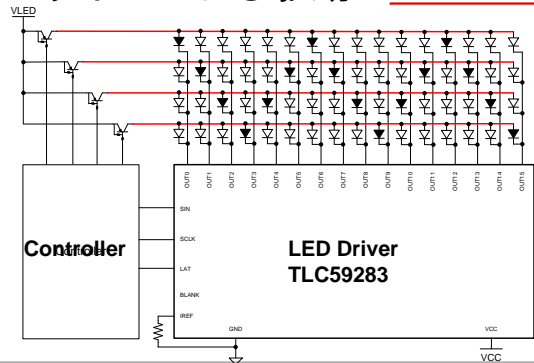
Dot-matrix



従来のLED駆動: シフトレジスタSN74HC595 + トランジスタアレイULN2003



LEDドライバによる駆動: **TLC59283**



- ✓ No ghosting
- ✓ 電流制限抵抗削減

設計の負担を軽減する無償ツールの紹介



- トレーニングビデオ
- E2E



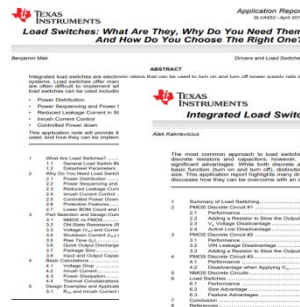
トレーニング
オンラインサポート

技術資料

ツール



- Application Report
- 技術解説ライブラリ



LED関連の例

- [LED Driver Basics](#) (トレーニングビデオ)
- [WEBENCH® LED Designer](#) (デザイン・ツール)
- [LED Driver--Paralleled Outputs Provide High Current Outputs](#) (Application Report)
- [64x64 フル・カラー\(R/G/B\) LED マトリックス](#) (リファレンス・デザイン)

- リファレンス・デザイン
- 評価ボード(EVM)
- アナログ・デザイン・ツール集
 - [WEBENCH®](#)
 - [TINA-TI](#)