

Application Note

TI の DLP® ディスプレイ・テクノロジーを使用したシステムの開発

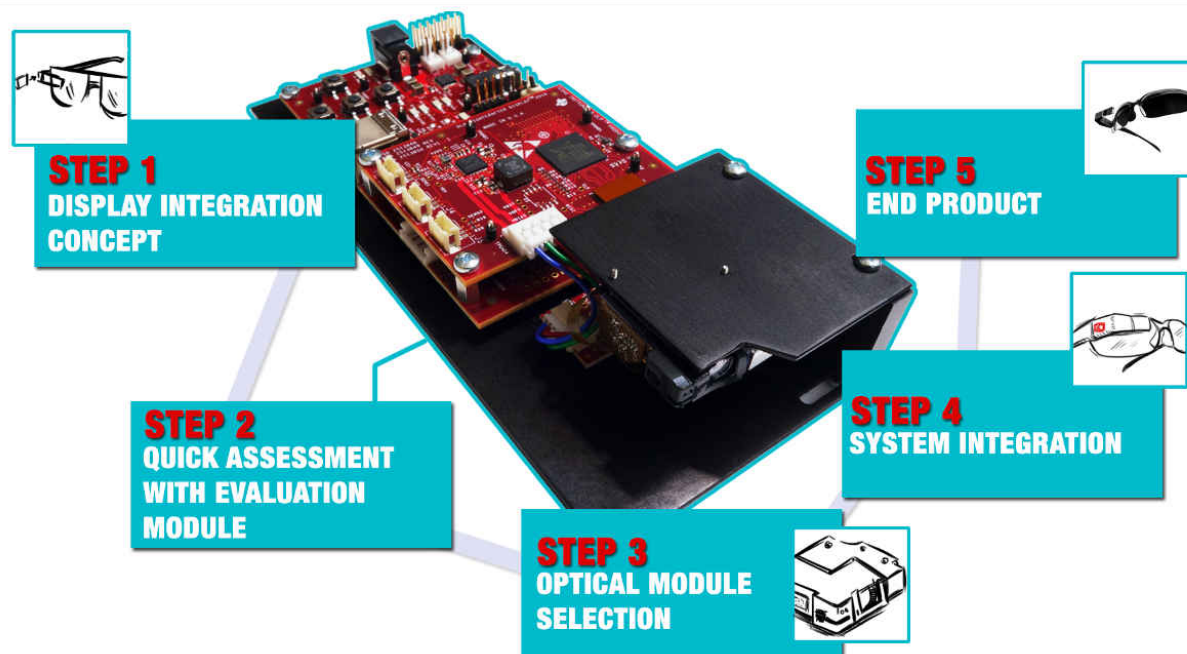


Juan Alvarez and Jesse Richuso

概要

このアプリケーション・ノートは、産業用、エンタープライズ、パーソナル・エレクトロニクス・アプリケーション向け DLP® ディスプレイ製品に関する基本的な事柄を見つけるための総合的な入門書です。DLP チップセットの選択、評価、設計、製造のための初歩的な手引書として役立ちます。DLP ディスプレイ・システムに関する経験やこれまでに関わりの無い方でも、ドキュメントを利用することができます。この文書に関するご意見またはご感想は、[TI DLP 製品 E2E サポート・フォーラム](#)を使ってお寄せください。

以下に示すように、DLP ディスプレイ・テクノロジーでは、設計および製造エコシステムが整っている為、ディスプレイ・アプリケーションを構想設計から量産開始まで短期間で開発できます。



産業用、エンタープライズ、パーソナル機器での画像表示以外の DLP テクノロジー・ディスプレイ・アプリケーションに関心をお持ちですか。車載用 DLP アプリケーションについては[こちらをクリックしてください](#)。3D プリント、3D マシン・ビジョン、3D スキャンなど、DLP テクノロジーを使用した光制御アプリケーションについては[こちらをクリックしてください](#)。

目次

1 はじめに.....	3
2 DLP ディスプレイ・プロジェクションの利点.....	4
3 DLP テクノロジーとは.....	6
4 DLP ディスプレイ・システム.....	7
4.1 部品番号の識別.....	7
4.2 電子基板.....	8
4.3 光学系.....	10
5 適切な DLP ディスプレイ・チップセットの選択.....	13
5.1 輝度.....	13
5.2 解像度.....	14
5.3 サイズ.....	14
6 選択した DLP ディスプレイ・チップセットの評価方法.....	15
7 適切な光学エンジンの選択.....	16
7.1 光学モジュールの選択.....	16
7.2 光学モジュールの調達.....	16
8 DLP 製品のサプライ・チェーン.....	17
9 開発と製造.....	17
9.1 電氣的な考慮事項.....	17
9.2 ソフトウェアに関する考慮事項.....	17
9.3 光学的な考慮事項.....	17
9.4 機械的考慮事項.....	17
9.5 熱に関する注意事項.....	18
9.6 製造に関する考慮事項.....	18
10 オンライン・リソース.....	19
10.1 DLP チップセットの情報.....	19
11 表示と投影に関する一般的な用語.....	20
12 関連資料.....	22
13 改訂履歴.....	23

図の一覧

図 3-1. デジタル・マイクロミラー・デバイス.....	6
図 4-1. DLP ディスプレイの代表的なブロック図.....	7
図 4-2. DLP .2 nHD (DLP2000) チップセット評価基板 (EVM) の電子基板.....	8
図 4-3. 小型基板設計の例.....	10
図 4-4. DLP Pico .23 1080p (DLP230NP) ディスプレイの光学エンジン.....	11
図 4-5. .2 WVGA (DLP2010) 光学モジュールの例.....	11
図 5-1. 最低限の目標解像度.....	14
図 6-1. .33 1080p (DLP3310) EVM PC ツールの DLP IntelliBright アルゴリズムの画面.....	15
図 11-1. 垂直キーストーン補正.....	20
図 11-2. 投影画像に対するオフセットの影響.....	21
図 11-3. 投射比の図.....	21

表の一覧

表 1-1. 先に読んでいただきたいセクション.....	3
表 2-1. DLP プロジェクションの利点.....	4
表 2-2. DLP テクノロジーの利点.....	5
表 4-1. DLP ディスプレイ・チップセットの命名規則.....	7
表 4-2. 電子部品.....	9
表 4-3. 光学モジュールが内蔵する光学部品.....	12
表 5-1. 利用可能な関連資料.....	13
表 7-1. 光モジュール仕様表の例.....	16
表 10-1. 利用可能な資料.....	19
表 10-2. 良く読まれている資料.....	19
表 11-1. 表示と投影に関する一般的な用語.....	20

商標

LightCrafter™, DLP IntelliBright™, and DLP Composer™ are trademarks of Texas Instruments.

DLP® is a registered trademark of Texas Instruments.

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

DLP® ディスプレイ製品は、従来型のアクセサリ・プロジェクタと新しい画像表示機器で幅広く使用されています。これらには、スマートフォンとタブレットの組み込みプロジェクタ、インタラクティブ・サーフェス・コンピューティング、スクリーンレスおよびレーザー TV、AR メガネ、デジタル・サイネージ、プロジェクション・マッピング、大型会場画像表示、映画館が含まれます。DLP ディスプレイ・テクノロジーには、DLP Pico™ チップセットと DLP 標準チップセットという 2 つの製品ファミリーがあります。DLP Pico チップセットは用途の広いディスプレイ機能を備えており、実質的に超小型デバイスからあらゆる表面に画像を表示できます。高コントラスト、小型、低消費電力の画像表示を必要とするすべてのアプリケーションに適しています。DLP 標準チップセットは、高解像度、大画面、高輝度の画像表示を必要とするシステム向けに素晴らしい画像を表示できます。

この文書の内容を一覧し必要な項目から読むのに便利な様に表 1-1 をまとめています。

表 1-1. 先に読んでいただきたいセクション

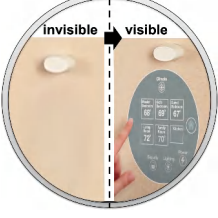
お客様のお仕事	電気系エンジニア	光学系エンジニア	ソフトウェア・エンジニア	システム・エンジニア	ポートフォリオ・マネージャ
DLP テクノロジーの新機能	- DLP ディスプレイ・プロジェクションの利点 - DLP テクノロジーとは				
DLP チップセットの選択	- DLP ディスプレイ・エレクトロニクス・システムとは - 適切な DLP ディスプレイ・チップセットの選択方法	- ディスプレイ光学システムとは - 適切な DLP ディスプレイ・チップセットの選択方法	- DLP ディスプレイ・エレクトロニクス・システムとは - 適切な DLP ディスプレイ・チップセットの選択方法	- DLP ディスプレイ・エレクトロニクスおよび光学システムとは - 適切な DLP ディスプレイ・チップセットの選択方法	適切な DLP ディスプレイ・チップセットの選択方法
DLP チップセットの評価	チップセットの評価				
開発と製造	設計と製造				

ディスプレイ・アプリケーションの開発に加えて、表 1-1 を参照してください。DLP Pico テクノロジーのクイック・リファレンス・ガイドについては、『DLP Pico テクノロジーを使用したシステムの開発』を参照してください。

2 DLP ディスプレイ・プロジェクションの利点

表 2-1 に、いろいろなディスプレイ・アプリケーションで DLP プロジェクションがもたらす主な利点を示します。

表 2-1. DLP プロジェクションの利点

利点		説明
優れた画質		世界中のほとんどのデジタル映画館で採用されている PMA Research 社に基づくものと同じディスプレイ・テクノロジーに基づく DLP チップセットは、くっきりとした色合いと高コントラストを特長とするディスプレイを実現できます。ディスプレイ・システムの性能は、光学エンジンによって変わる場合があります。
高いコントラスト比		DLP テクノロジーの反射技術では、オフ状態のミラーが投影光学系外に光を反射するため、高いコントラスト比を実現でき、スクリーンに非常に黒い色合いの表現ができます。
自由形状のディスプレイ		そのプロジェクション特性と高いコントラスト比によって、ほぼすべての形状のディスプレイを実現できます。投影面では黒表示の部分は何も映されません (この部分は元々の背景が透過して見えるようになります)。
ほぼすべての面に表示		プロジェクションはほぼすべての面に表示できます。表示面に合わせた表示画像の歪み矯正技術 (ワーピング) を使用すると、表示面の不規則な形状の影響を幾何学的に補正できます。
小さいサイズ、大きい画像		DLP テクノロジーの光学アーキテクチャと表示設計により、画像の大きさに比べて非常に小さいシステム・サイズで実現できます。
必要な場合にのみ表示		DLP プロジェクション・ディスプレイは、必要に応じてオン / オフできます。ディスプレイをオフにすると、表示は見えなくなります。

DLP テクノロジーによって実現される機能を宣伝する方法については、『DLP 製品のメッセージおよびアイコンのガイドライン』文書 (myTI へのログインが必要) を参照してください。

表 2-2 に示す Web サイトでは、DLP テクノロジーの利点をアプリケーションごとに簡単に説明しています。

表 2-2. DLP テクノロジーの利点

Web サイト	アプリケーションの例
DLP Pico チップセットのアプリケーション	超小型プロジェクタ、企業向けポータブル・プロジェクタ、85 インチを超えるレーザー TV、スマート・ホーム・ディスプレイ、産業用ディスプレイ (DLP サイネージ、ヒューマノイド、商用ゲーム)、AR/VR メガネ、スマートフォンとタブレット (モバイル・アクセサリ) など。 
DLP 標準チップセットのアプリケーション	85 インチを超えるレーザー TV、スマート・プロジェクタ、デジタル・サイネージ、企業向けプロジェクタ、大型会場、映画館。 

3 DLP テクノロジーとは

開発者の中には、**DLP が何を表すのか**を質問する方もいらっしゃいます。これらの 3 つの文字の組み合わせには何の意味もありません。DLP テクノロジーは、DMD によって実現されるテクノロジーの登録商標です。詳細については、『[テキサス・インスツルメンツの DLP® ブランドおよびロゴ・ガイドライン](#)』をご覧ください。

テキサス・インスツルメンツの DLP テクノロジーは、デジタル・マイクロミラー・デバイス (DMD、[図 3-1](#)) を使用して光を変調する高速スイッチング微小電気機械システム (MEMS) テクノロジーです。DMD は 800 万個強のマイクロミラーを内蔵でき、さまざまな解像度とサイズで提供されています。各マイクロミラーは、ディスプレイ上の 1 つ以上のピクセルを表現できます。マイクロミラーは独立して制御され、カラー・シーケンシャル照明と同期することで、事実上あらゆる面上に美しい画像を生成します。場合によっては、DLP チップの速度、独自のアルゴリズム、光学エンジン内に配置された光学アクチュエータの組み合わせにより、ピクセル密度を向上させ、最小 2.7 μ m (2.7 μ m:4 方向アクチュエータを使用した 5.4 μ m TRP ピクセル・ノード) の実効ピクセル・ピッチを達成することもできます。

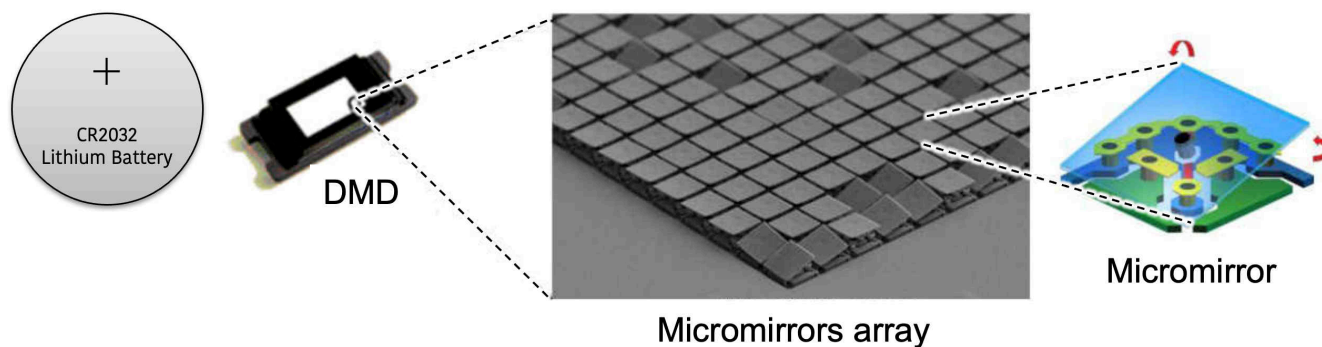


図 3-1. デジタル・マイクロミラー・デバイス

DLP テクノロジーが美しい画像を作成する方法については、この[ビデオ](#)をご覧ください。

4 DLP ディスプレイ・システム

ディスプレイ・システムはビデオ入力信号を取り込み、それを美しい投影画像で表示します。ディスプレイ・システムは、動作するために以下の 3 つの主な部品が必要です。DMD、DLP ディスプレイ・コントローラ、およびパワー・マネージメント IC (PMIC)。図 4-1 に、LED DLP ディスプレイ・システムの代表的なブロック図を示します。DLP ディスプレイ・システムのブロック図を詳しく説明したビデオも[ここをクリック](#)してご覧ください。

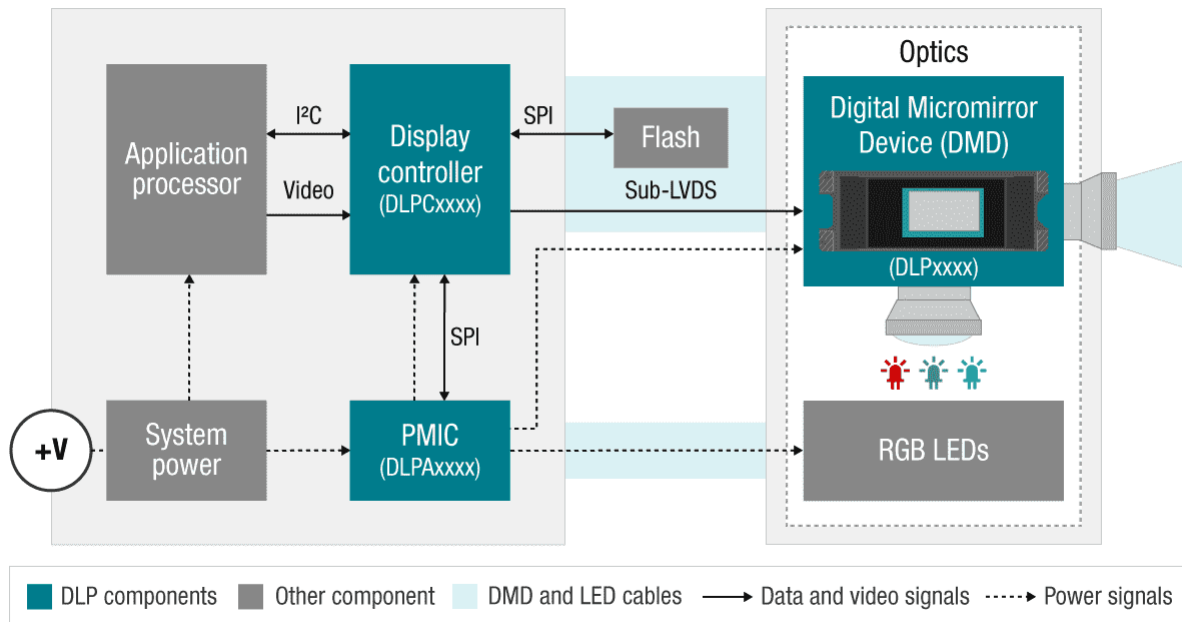


図 4-1. DLP ディスプレイの代表的なブロック図

ディスプレイ・システムには 2 つの主要な接続 (電源とデータ) が必要です。電源は DLP PMIC に供給する必要があります。デジタル・ビデオ・データ (24 ビット RGB、DSI、VX1 を含む) は DLP ディスプレイ・コントローラ・チップに供給する必要があります。メディア・プロセッサは、HDMI などの外部信号源を受け入れ、ストリーミングされたオンライン・コンテンツを処理し、デジタル・ビデオ・データを DLP ディスプレイ・コントローラに送ります。その代わりに、スマートフォンまたはタブレットなどのように製品のアプリケーション・プロセッサがデジタル・ビデオ・データを DLP ディスプレイ・コントローラに送ることもあります。

4.1 部品番号の識別

表 4-1 に、DLP ディスプレイ・チップセットの部品番号の命名規則に関する一般的な指針を示します。

表 4-1. DLP ディスプレイ・チップセットの命名規則

部品	部品番号の説明
DMD	DMD の部品番号は文字 DLP で始まり、アクティブ・アレイの対角 (インチ単位) を表す 2 桁の数字がその後に続きます。次の桁は部品ごとに異なります。 <i>例: DLP4710、対角 0.47 インチの DLP DMD</i>
ディスプレイ・コントローラ	DLP ディスプレイ・コントローラは文字 DLPC で始まり、部品ごとに異なるその他の桁がその後に続きます。 <i>例: DLPC3439、DLP Pico .47 1080p ディスプレイ・コントローラ</i>
PMIC	DLP PMIC 部品は文字 DLPA の文字で始まり、部品ごとに異なるその他の桁がその後に続きます。 <i>例: DLPA2000、最大 200mA の LED 駆動電流をサポートする DLP Pico PMIC</i>

ディスプレイ・システムは、電子基板と光学モジュールのハードウェアに分割されます。

4.2 電子基板

ディスプレイ・システムの電子基板は最初にビデオ入力信号 (例: 12/16/18/24 ビット RGB (赤、緑、青) パラレル、DSI、FPD-Link、VX1 インターフェイス) を取り込み、通常、アプリケーションまたはメディア・プロセッサで処理します。電子部品の出力には、一般に LVDS (低電圧差動信号伝送) または Sub-LVDS、照明駆動、電源を使用して DMD へのビデオ信号が含まれます。図 4-2 に、電子基板の例を示します。

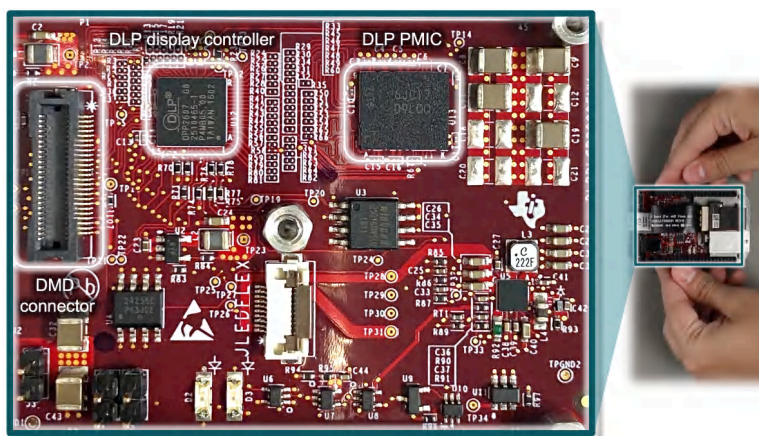


図 4-2. DLP .2 nHD (DLP2000) チップセット評価基板 (EVM) の電子基板

表 4-2 に、ディスプレイ・システムの電子基板の部品を示します。

表 4-2. 電子部品

部品	説明
アプリケーション・プロセッサ	アプリケーション・プロセッサの機能は、DLP ディスプレイ・システムと I2C (Inter-Integrated Circuit) インターフェイスにビデオ信号を送信して、コマンド機能と制御機能を提供することです。すべてのビデオ対応プロセッサは、このタスクを処理できる必要があります。
ディスプレイ・コントローラ	DLP ディスプレイ・コントローラは、DMD とシステムのその他の部分との間のデジタル・インターフェイスです。このコントローラはアプリケーション・プロセッサからデジタル入力を受け取り、高速インターフェイスで DMD を駆動します。DLP コントローラは、DMD 上に画像を表示するのに必要な信号 (データ、プロトコル、タイミング) も生成します。 各ディスプレイ・コントローラには、サポートされているすべてのビデオ処理機能 (選択した DLP チップセットによって異なります) を詳しく説明したソフトウェア・ユーザー・ガイドが用意されています。0.47 1080p DLP Pico チップセット (DLP4710) のソフトウェア・プログラマー向けガイドの例については、『DLPC3439 ソフトウェア・プログラマー向けガイド』を参照してください。 ビデオ信号入力 ビデオ・インターフェイス。 DLP ディスプレイ・コントローラは、広範なビデオ・インターフェイス入力に対応できます。8/16/18/24 ビット RGB パラレル・インターフェイスは、DLP ポートフォリオ全体で最も一般的に使われています。機器によっては、超小型および組み込みアプリケーション向けの DSI と 4K 解像度向けの VX1 がサポートされます。ビデオ・インターフェイス入力はフィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ (FPGA) によってもたらされる場合もあります (その場合、FPD-Link がサポートされます)。 I2C は、ディスプレイ・コントローラにコマンドを発行しディスプレイ・コントローラを制御するために使います。通常、I2C はアプリケーション・プロセッサから接続されます。 PROJ_ON 信号は、ディスプレイ・システムの電源のオン / オフ / リセットに使います。 DMD 信号出力 DMD ビデオ・インターフェイス。 ディスプレイ・コントローラは、チップセットの種類によって、通常 Sub-LVDS または LVDS 信号を DMD に出力します。 シリアル・ペリフェラル・インターフェイス (SPI)。 DLP PMIC (サポートしている場合) との通信に対してコマンド発行と制御を行います。 ディスプレイ・コントローラは、表示画像の画質を最適化するのに役立つ画像処理 (データ圧縮を含む) をサポートしています。DLP ライト・コントロール・チップセットは、ピクセル間の高精度マッピングが必要な場合に使用します (通常は構造化照明アプリケーションで使用され、詳細はこちらをご覧ください)。チップセットに応じた画像処理機能には、『テキサス・インスツルメンツ DLP® IntelliBright™ アルゴリズム (DLPC343x コントローラ)』、DLP BrilliantColor™ テクノロジー、画像キーストーン補正、歪み補正、ブレンド、フレーム・レート変換、3D ディスプレイの統合サポートなどがあります。一部のシステムでは、受信データを DMD に送信する前に、デュアル・コントローラでフォーマットする必要があります。信頼性の高い動作を確保するために、DMD とその適切なコントローラをシステム設計で一緒に使用する必要があります。
FPGA	一部のチップセットは、1 つの DMD マイクロミラーから 2 または 4 ピクセルの画像を画面上に表示する技術を採用しています。これは、独自の画像処理と光学アクチュエータとの組み合わせによって実現されています。このアクチュエータは、DMD と投影レンズとの間の光路に配置された光機械素子であり、投影光線の方法をわずかに変化させる機能を備えています。2 方向アクチュエータは 2 つの異なる方向に光を向けることができ、4 方向アクチュエータは 4 つの異なる方向に光を向けることができます。独自の画像処理は、(お客様のアプリケーション・プロセッサからの) 画像データを 2 つまたは 4 つのサブフレーム・データに変換します。次に、これらのサブフレーム・データは、アクチュエータの方向状態と同期して DMD 上に表示されます。このテクノロジーを採用したチップセットの場合、お客様のアプリケーション・プロセッサと DLP コントローラとの間のデータ経路内に位置する FPGA 内で画像が処理されます。この FPGA は、DLP コントローラと同じ方法でデータを受信し、サブフレーム・データとアクチュエータ制御信号の両方を生成するように設計されています。 - アプリケーション・プロセッサからのビデオ・インターフェイス入力。通常、RGB パラレル、フラット・パネル・ディスプレイ・リンク (FPD-Link)、または Vx1 インターフェイスです。 - ディスプレイ・コントローラに接続されているビデオ・インターフェイスの出力と I2C。 - ビデオ・サブフレームと同期したアクチュエータ波形を駆動するアクチュエータ出力駆動データ (DAC_DATA、DAC_CLK)。

表 4-2. 電子部品 (continued)

部品	説明
PMIC、LED 駆動、モータ・ドライバ	ほとんどの場合、DLP PMIC が DLP ディスプレイ・コントローラ、DMD、LED 照明部品に電源供給をします。PMIC は、DLP チップセットに関連するコア電圧の供給を担い、確実に正常動作するように DMD の電源シーケンスをきちんと実行します。 その他の監視および保護機能と、画像の色の内容に基づく LED の動的制御機能 (『 テキサス・インスツルメンツ DLP® IntelliBright™ アルゴリズム (DLPC343x コントローラ) 』など) も備えています。電源と LED ドライバ回路が 1 つの小さな IC に統合されたことで、サイズが小さい電子装置を設計できるだけでなく、製品設計のサイクル時間も短縮できます。 カラー・ホイールを内蔵したシステムでは、モータ・ドライバも必要です。PMIC の機能には、蛍光体レーザー照明を使ったアプリケーションのためのカラー・ホイール・モータ・ドライブ制御のほか、お客様が設計したペリフェラルのスイッチング・レギュレーターと可変リニア・レギュレーターも含まれます。3 つのファン・ドライバと 1 つの 3 相逆起電力 (BEMF) を供給することで、カラー・ホイール用のモータ・ドライブまたはコントローラという 2 つのペリフェラルをサポートしています。
フラッシュ・メモリ	アプリケーション固有の構成は、フラッシュ・メモリに格納されます。通常、この部品は電子基板または DMD フレックス・ケーブルに配置されます。

DLP Pico DMD と一緒に使われる DLP ディスプレイ・コントローラと PMIC は非常に小さいため、超小型ディスプレイ製品が実現できます。図 4-3 に、DLPA2000 PMIC と DLPC3430 コントローラ・デバイスを使ったプリント基板設計例の両面 (評価のみ) を示します。DLPC3430 は .2 WVGA (DLP2010) DMD を駆動します。

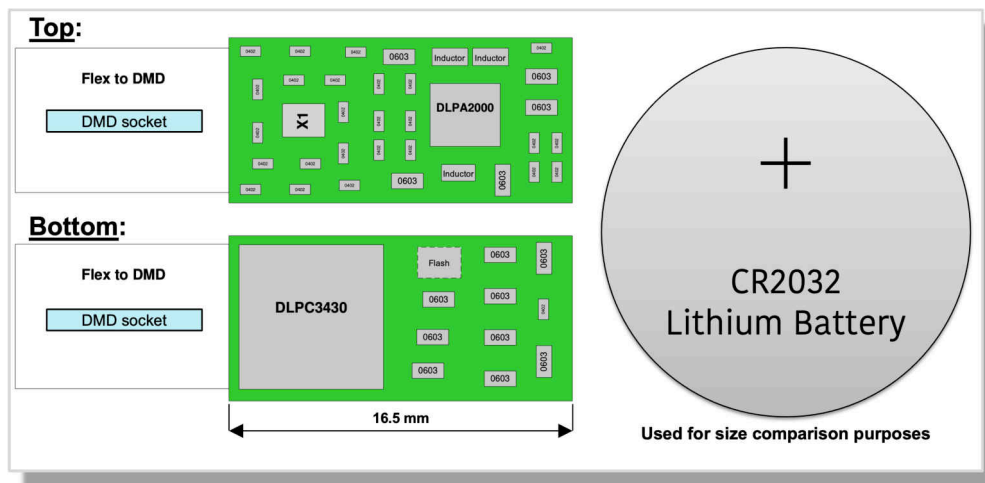


図 4-3. 小型基板設計の例

4.3 光学系

DMD、その関連する電子基板、照射用光源、光学素子、必要な機械部品などは、光学モジュールまたは光エンジンと呼ばれるコンパクトで堅牢なユニット (図 4-4) に統合されます。光学モジュールは、システムの中核となるディスプレイ部品です。光学モジュールには、アプリケーションと要件に応じて各種のサイズがあります。一般に、輝度が高ければ高いほど、より大きな照射用光源、光学素子、DMD、ヒートシンクとファンなどの熱管理部品を使うため、光学モジュールのサイズは大きいです。

ディスプレイ・ハードウェア・システムの光学部の動作は、投影画像を生成するのに必要なすべての部品を内蔵する光モジュール・ハウジングに電気信号が入力されることから始まります。光学モジュールの概要は、DLP Pico チップセットについては[こちら](#)を、DLP 標準チップセットについては[こちら](#)をご覧ください。

DMD はフレックス・ケーブルまたは基板対基板コネクタで DLP Pico コントローラに接続されます。光学モジュール内の LED は、DLP PMIC (LED ドライバ) と配線で接続されます。システム基板、ファン、ヒートシンク、機械部品、スイッチ、その他の部品は光学モジュールの周囲に組付けられ、コンパクトで堅牢な最終製品に仕上げられます。

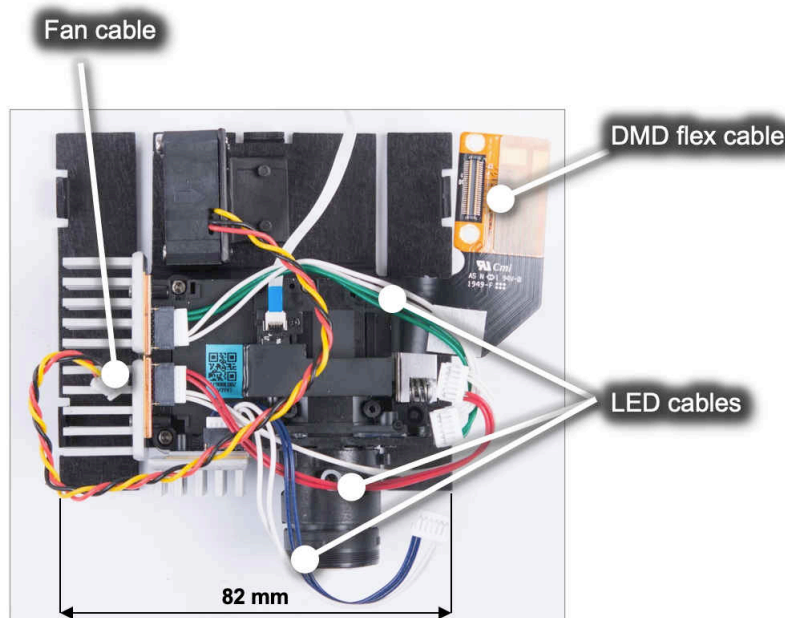


図 4-4. DLP Pico .23 1080p (DLP230NP) ディスプレイの光学エンジン

図 4-5 に、光学モジュールに内蔵される光学部品の例を示します。光学モジュールのリファレンス・デザイン例 (.23 qHD DMD、DLP230GP) のビデオをご覧になるには[こちら](#)をクリックしてください。光学モジュールの詳細は、量産される光学エンジンを外部調達しようと考えられている方はあまり関係がないかもしれません。光学モジュールの規定方法に関するアプリケーション・ノートについては、『テキサス・インスツルメンツ DLP® Pico™ システム設計: 光学モジュールの仕様』を参照してください。また、量産中の市販光学モジュールを検索するには、[こちら](#)をクリックしてください。図 4-5 に、『DLP2010 DMD 光学エンジン・リファレンス・デザイン』の光学モジュール設計例を示します。

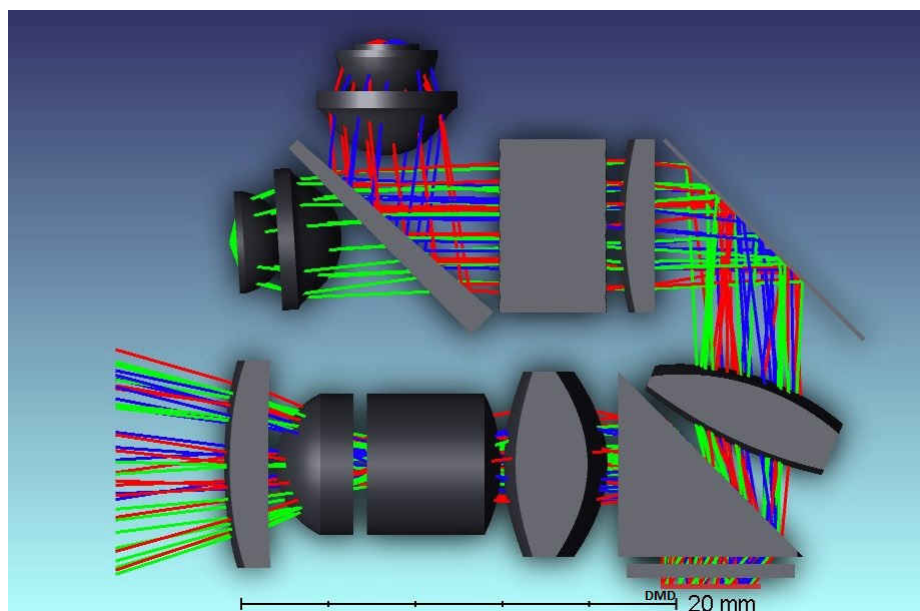


図 4-5. .2 WVGA (DLP2010) 光学モジュールの例

表 4-3. 光学モジュールが内蔵する光学部品

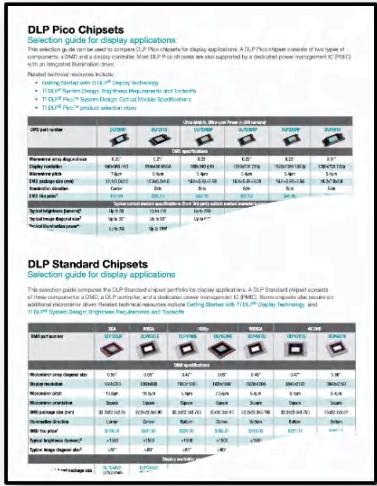
部品	説明
DMD	デジタル・マイクロミラー・デバイスは、アクティブ・デジタル・マイクロミラー・アレイを収納する部品であり、各色の映像を生成しその組み合わせで、投影画像を表示します。各 DMD は、以下の固有の特性を持っています。 • アクティブ・アレイ: 表示パネルの対角サイズと表示パネルを構成する画素数で示されます。 • ピクセル・アーキテクチャ: (a) マイクロミラーの傾斜角 (水平面に対して 12°, 最近では 17° など)、(b) マイクロミラーの配置並びに形状 (長方形、ダイヤモンド形ピクセルなど)、(c) ピクセルのピッチ (7.6µm、5.4µm など)、(d) 照明の方向 (横、下、コーナーなど) を含みます。 • ビデオ・インターフェイス: sub-LVDS または LVDS インターフェイスなど、チップセットによっては、ディスプレイ・コントローラによって供給される信号は、アクティブ・アレイの更新に必要なビデオ・データ入力を供給します。
DMD の取り付け機構	DMD の取り付けには、以下のような複数の要求があります。(a) アプリケーションの光軸を基準とした DMD のアクティブ・アレイの適切な配置、(b) DMD と光学アセンブリ・シャーシとの間の防塵密閉、(c) 信頼性の高い電氣的接続、(d) 適切な熱管理。各種 DLP チップセットの取り付けの概念の詳細については、『DLP® 高度な光制御 DMD のハードウェアの取り付けとクイック・リファレンス・ガイド』を参照してください。
DMD フレックス・ケーブル	DMD とディスプレイ・コントローラとの間の電気信号の伝送に使うケーブル。
照射用光源 (発色機構)	DLP テクノロジーは、照射用光源を選択できます。現在広く利用されている照射用光源は RGB LED とレーザー蛍光体光源です。 RGB LED 光源. この照明方式では、リフレッシュ・レートで色順次点灯される赤色、緑色、青色の LED を使います。場合によっては、輝度を上げるために第 4 の LED を使います。しかし、こうして輝度を上げることは電力効率に関して余り有利ではありません。3 チャンネル・アーキテクチャは 20 ルーメン/ワット (lm/W) を上回る輝度効率に対応できます。一方、4 チャンネル・アーキテクチャは 10lm/W 未満の輝度効率に対応します。 レーザー蛍光体光源. この照明方式では、1 つの青色レーザー光源の光を 1 つまたは 2 つの蛍光体カラー・ホイールを使って拡散させることで、RGB 光源を実現します。一部の実装では、発色性能を向上させるため、赤色または緑色のチャンネルが追加されます。 RGB レーザー光源. この照明方式では、赤色、緑色、青色のレーザー光源を使います。この実装では、画質を改善するために通常はスペckル低減光学素子が使用されますが、これは必須ではありません。
光学アクチュエータ (必要な場合)	DMD は高速で動作できるため、光学アクチュエータと組み合わせて使用できます。テキサス・インスツルメンツの仕様を満たす 2 方向および 4 方向アクチュエータを使用すると、5.4µm ピクセル・ノードの光学的な利点を維持しながら、画面上の解像度を上げることができます。 2 方向アクチュエータ: DLP Pico .33 1080p (DLP3310) などの製品は 2 方向アクチュエータを使って DMD アクティブ・アレイの画面上の解像度を 2 倍に増やしています。 4 方向アクチュエータ: DLP 標準 .47 4K (DLP471TE) などの製品は 4 方向アクチュエータを使って DMD アクティブ・アレイの画面上の解像度を 4 倍に増やしています。
インテグレート光学系	インテグレート光学系の機能は、光源の強度プロファイルをより均一にすることです。通常、フライ・アイ・アレイまたはライト・トンネルがこの目的に使用されます。光学素子は照射用光源と DMD との間に配置されます。
投影レンズ	投影レンズの目的は、DMD からの画像を拡大して表示面に投影することです。投影レンズは投射比も決定します。投射比は、投影レンズと表示面との間の距離を、表示画像の幅で割った値として定義されます。また、表示面に対する投影レンズの画像オフセットも決定します。投射比と画像オフセットの詳細はこのビデオをご覧ください。
照明投影インターフェイス	この光学素子は、DMD と投影光学系との間のインターフェイスとして機能します。選択肢としてフィールド・レンズ、非テレセントリック、全反射 (TIR) プリズム、逆 TIR (RTIR) プリズムがあります。
熱管理	光学モジュールを正常に動作させるには、DMD と照射用光源の熱管理を考慮することが重要です。超小型プロジェクションを使ったスマート・ディスプレイの熱管理の革新的な例については、このビデオをご覧ください。

投射比の定義、オフセットの定義、テレセントリック・アーキテクチャと非テレセントリック・アーキテクチャの比較など、投影レンズの一般的な仕様の詳細については、この[ビデオ](#)をご覧ください。

5 適切な DLP ディスプレイ・チップセットの選択

適切なチップセットを選択する際に考慮すべき要因は複数あります。迅速に開発を開始するために活用できる資料を提供しています (表 5-1 を参照)。

表 5-1. 利用可能な関連資料

関連資料	例
現在利用可能なすべての DLP ディスプレイ・チップセットの比較については、『テキサス・インスツルメンツ DLP® Display & Projection チップセット・セレクション・ガイド』を参照してください。	
アプリケーションに最適なチップセットを選択する方法の概要については、このビデオをご覧ください。	

以下に挙げる事柄は、ディスプレイ・アプリケーションに必要な DLP チップセットを選択する際に役立ちます。

ラインアップの概要: DLP ディスプレイ製品には、50lm をサポートする nHD から 10,000lm 超をサポートする最大 4K の解像度まで幅広い製品が含まれます。大きく分けて以下の 2 つの製品群があります。

- DLP 標準チップセット。**これらの製品は、.55 XGA (DLP550JE) 解像度から 0.66 4K UHD (DLP660TE) 解像度までの高輝度および高解像度要件を満たす大型ディスプレイ向けに設計されています。これらのチップセットは、ECD (Enterprise and Cinema Display) チップセットとも呼びます。
- DLP Pico チップセット。**0.2 インチから 0.47 インチまでの範囲のミラー・アレイを備えた DLP Pico 製品は小型アプリケーションに最適です。nHD (DLP2000)~4K UHD (DLP471TP) の解像度の DLP マイクロディスプレイは、色鮮やかで鮮明な画像をあらゆる面に表示します。

5.1 輝度

輝度の要件 (ルーメン単位で測定) は、画像サイズ、周囲光、nit を含む各種の要因によって変化します。輝度の要件は、DMD アクティブ・アレイの対角サイズに影響を与えます。アプリケーションに適した輝度レベルを選択する方法については、『テキサス・インスツルメンツ DLP® IntelliBright™ アルゴリズム (DLPC343x コントローラ)』をお読みいただくか、こちらのビデオをご覧ください。

- 輝度と消費電力の関係:** 一般に、プロジェクション・モジュールが明るいほど、消費電力は大きいです (主に照明の電力によって決まります)。組込みアプリケーションでは 1~2W の目標電力が標準的である一方で、アクセサリ・プロジェクタでは数ワットから数 10 ワットまで多岐にわたります。LED 照射用光源の場合、通常、効率は線形ではありません。

これは、LED への電力を 2 倍にしても得られる輝度は 2 倍に満たないことを意味します。輝度と消費電力を適切にバランスさせることが重要です。

- **輝度とサイズの関係:** 光学モジュールは、スマートフォンまたはタブレット組込みアプリケーションの数立方 cm から、高輝度アクセサリ・プロジェクタの数 100 立方 cm までサイズに大きな幅があります。一般に、高輝度性能を備えたプロジェクション・モジュールのサイズは大きいです。より高い輝度を実現するため、より大きい照射用光源、光学素子、DLP DMD を使うことがあります。輝度が高くなるにつれて、消費電力と照射用光源によって発生する熱が増加します。ヒートシンクまたはファンが必要とされる場合、放熱要件によってサイズは増加します。小型で低消費電力の DLP Pico システムのサイズは主に光学モジュールのサイズで決まりますが、より大型で高輝度の DLP ディスプレイ・システムのサイズは、光学モジュールのサイズだけでなく放熱ソリューションのサイズの影響も受けます。

5.2 解像度

アプリケーションに応じて、ディスプレイ上で良好な画質を得るために最低限の解像度が必要です。図 5-1 に、視聴距離、画像サイズ、コンテンツの種類に応じて一般に必要なとされる解像度を示します。

Image Diagonal (inches)	Minimum Required Resolution (horizontal pixels)		
200	1230	1846	2460
160	1200	1802	2402
120	1158	1736	2314
100	1122	1684	2248
80	1076	1614	2154
70	1046	1568	2090
60	1006	1510	2014
50	956	1436	1914
40	890	1334	1780
30	798	1196	1594
25	734	1102	1470
20	660	988	1318
15	560	842	1122
10	432	648	864
Image Quality	Good	Better	Best

Assumptions

- ☐ Throw ratio: 1.2:1
- ☐ Aspect ratio: 16:9
- ☐ Viewing distance: 2' behind projection lens
- ☐ Pixels per degree requirements
 - Good: 30 pixels per degree
 - Better: 45 pixels per degree
 - Best: 60 pixels per degree

Target Resolutions
4K UHD (3840x2160)
1080p FHD (1920x1080)
720p HD (1280x720)
qHD (960x540)
WVGA (854x480)
nHD (640x360)

図 5-1. 最低限の目標解像度

5.3 サイズ

最終製品のサイズ要件は、非常に厳しい場合があります。光学モジュールのサイズは、製品の全体的な物理サイズを決定しますが、以下のような複数の考慮事項に由来します。

1. 輝度レベル (前述のとおり)
2. 照射用光源
3. **F 値:** 光学系の焦点距離を入射瞳の直径で割った値 (有効口径)
4. **投射比または倍率:** 投射比が小さいほど、レンズやミラーなど光学部品が大きいいため、光学モジュールは大きいです。
5. 熱管理

6 選択した DLP ディスプレイ・チップセットの評価方法

アプリケーションに最適なチップセットを選択した後、DLP ディスプレイ LightCrafter™ 評価基板 (EVM) を購入できます。この評価基板には、チップセットと輝度レベルの選択とソフトウェア構成の設定とを完了させるのに役立つ複数の重要な機能があります。

- **画質の評価。**このツールには、規定の輝度レベルの光モジュールが実装されています。あるレベルの輝度をうたうプロジェクタが市販されていますが、これらのプロジェクタの輝度は自分で測定し、製品ごとに検証すべきです。
- **チップセット・ソフトウェア・パラメータの変更。**評価基板のほとんどは、PC の Windows ソフトウェア・パッケージと組み合わせることで、ディスプレイの変更 (テスト・パターン / 画像、色温度、台形補正、DLP IntelliBright™ アルゴリズム、RGB LED 電流の変更など) を行うことができます。PC ツールでも評価基板のファームウェアを更新できます。

図 6-1 に、画面キャプチャの例を示します。

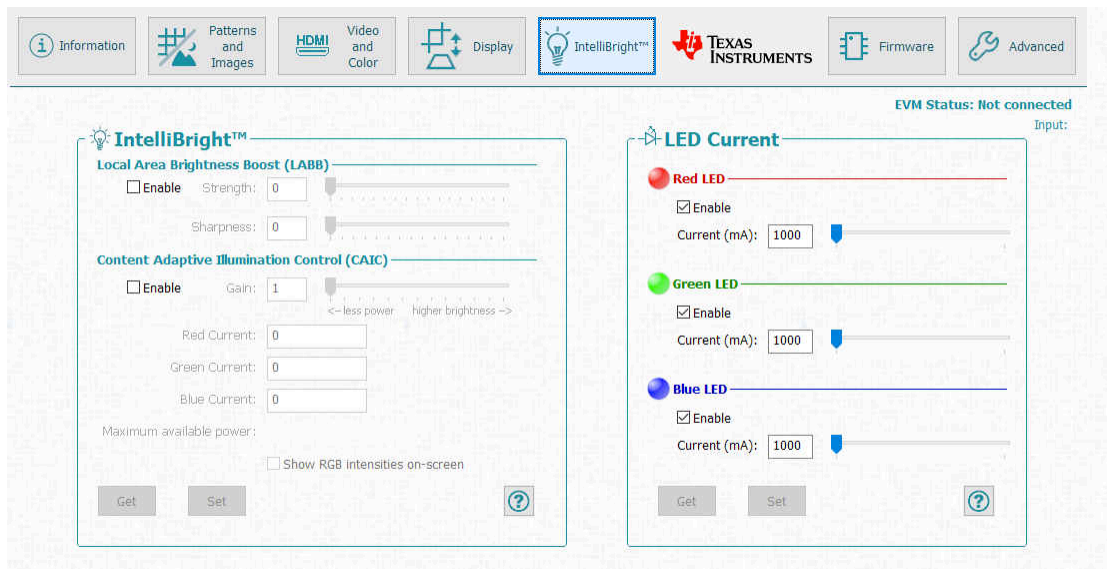


図 6-1. .33 1080p (DLP3310) EVM PC ツールの DLP IntelliBright アルゴリズムの画面

場合によっては、PC ソフトウェアを使用する代わりに、評価基板をシングル・ボード・コンピュータ (SBC) に接続し、ディスプレイをカスタマイズすることもできます。.2nHD (DLP2000) および .23 1080p (DLP230NP) DLP Pico チップセットがこれに該当します。

- **I2C 通信。**いずれの場合も、チップセットのソフトウェア・ユーザー・ガイドに記載されている各種ソフトウェア機能を有効にするには、I2C を使用してチップセットにコマンドを発行し、チップセットを制御します。すべての評価基板で I2C 通信を直接実行できます。しかし各評価基板には、I2C 通信の実行方法に関する独自の要件があります。
- **DLP Pico ファームウェア・セクタ。**DLP Pico 製品では、チップセット、PMIC、ディスプレイ・コントローラのピン割り当て、アプリケーション・プロファイルによって異なる幅広いファームウェアの選択肢をダウンロードできます。
- **光学モジュールの選択肢。**各種の輝度レベル、投射比、コントラスト比、光学設計など、特定のチップセット製品に適した各種光学モジュールの選択肢を調べることができます。テキサス・インスツルメンツの光学モジュール検索ツールを使うと、現在市場で入手できる多くの光学モジュールの中から選べます。光学モジュールの詳細については、その光学モジュールのメーカーにお問い合わせください。量産品の光学モジュールには、DLP 評価基板と直接接続できるものはほとんどありません。光学モジュール・メーカーは、独自の評価ツールまたはテキサス・インスツルメンツの評価基板への接続方法の説明書を提供することも場合によっては必要です。評価基板は特定の LED 電流駆動に対応した定格を備えており、その定格は目的の光学モジュールと適合する必要があることに注意して下さい。

7 適切な光学エンジンの選択

7.1 光学モジュールの選択

光学モジュールの選択肢は多数存在します。どのような光学モジュールを選ぶべきかをきちんと知ることが重要です。『テキサス・インスツルメンツの DLP@Pico™ システム設計: 光学モジュールの仕様』を理解し、光学モジュールの仕様と、その他の関連するシステム設計上の考慮事項を理解することができます。要求を満たす光学モジュールの仕様を決めた後、光学モジュール・メーカー候補と共有するためにその仕様を文書化する必要があります。以下の例で使用されている用語はすべて、アプリケーション・ノートで詳細に説明されています。

表 7-1. 光モジュール仕様表の例

仕様	優先順位	目標値	限度 (最小値 / 最大値)	例
概要	アプリケーションの概要と光モジュールの必須の仕様 / 機能を説明します。			
輝度 (ルーメン)				> 30 ルーメン
解像度 (x × y ピクセル)				854 × 480
サイズ (x-y-z 寸法 (mm)) – 優先度が高い寸法がある場合は注記します				25mm × 25mm × 6mm (厚さを最小化)
消費電力 (W)				< 1.5W
投射比				1.0～1.5
オフセット (通常は 0% または 100～120%)				100%
任意の仕様				
輝度の均一性				> 70%
コントラスト比 (フル・オン、フル・オフ)				> 500:1
コントラスト比 (格子パターン)				> 200:1
光学ズーム (要 / 不要を注記)				必須ではない
長焦点深度 (要 / 不要を注記)				必須ではない
フォーカス方法 (手動、電動、オートフォーカスなど)				電動

7.2 光学モジュールの調達

光学モジュールを調達するには複数の方法があります。最も迅速な方法は、光学モジュール・メーカーがすでに量産している光学モジュールを調達することです。場合によっては、その光学モジュールに何らかの変更を加えることが必要なこともあります。その場合、光学モジュール・メーカーと協力し、カタログに記載された光学モジュールを要求に合わせてカスタマイズできます。光学部品の金型の製作が必要な場合があるため、お客様をサポートするために光学モジュール・メーカーは何らかの商業上の取引条件を要求することがあります。光学モジュールの専門知識がある場合、自分で光学モジュールを設計し、それを製造する会社を見つけることができます。または自社でそれを製造できます。また、専用の光学モジュールを設計できるサード・パーティーの光学エンジンのデザイン・ハウスと契約することもできます。その光学モジュールは、そのデザイン・ハウスまたは任意の光学モジュール・メーカーに製造させることができます。

特定のチップセットの要件を理解するのに役立つ光学モジュール設計ガイドが提供されている DMD もあります。

8 DLP 製品のサプライチェーン

ハードウェアの電子基板と光学装置の区分に合わせて、以下のサプライチェーン構成を持つことが一般的です。

- テキサス・インスツルメンツは DLP チップセット (DMD、コントローラ、PMIC) を設計および供給します。
- 光学モジュール・メーカー (OMM) は光学システムを設計し、光学系ハウジング全体 (例: DMD、光源、フレックス・ケーブル、場合によってはヒートシンク) を供給します。
- システム・インテグレータは最終製品の電子基板と筐体を設計し、光学モジュールと DLP チップセットを内蔵する最終製品を供給します。

場合によっては、システム・インテグレータが光学モジュールを設計および供給することもあります。

9 開発と製造

ディスプレイ・アプリケーションの開発と量産立ち上げを進める上で役立つ項目を以下にまとめました。

9.1 電氣的な考慮事項

- 推奨動作条件を超えないようにします。
- DLP Composer™ ソフトウェアを使うことで、フラッシュ・デバイスのメモリ・サイズを選択し、製品で必要とされるファームウェアのリファレンスとなるサンプル・ファームウェアを作成します。
- 必要な LED 電圧および電流に基づいて、製品に最適な DLP PMIC を選択します。
- 該当するすべてのユーザー・ガイドと電氣的アプリケーション・ノートを読みます。その DLP チップセットに関して記載された指針に従います。
- DLP チップセットを使用した PCB を設計する際は、テキサス・インスツルメンツの参考回路図およびレイアウト・ガイドラインを使います。

9.2 ソフトウェアに関する考慮事項

- お客様の製品の必要に応じて、フラッシュ・デバイスに保存される DLP チップセット・ファームウェアを構成するために DLP Composer ソフトウェアを使います。
- DLP チップセットを制御するために入力できる I2C (または USB) コマンドを調べるには、DLP チップセットのソフトウェア・プログラマー向けガイドを使います。
- ほとんどの DLP ディスプレイ・コントローラに内蔵されている以下の画像操作機能を実装することを検討します。
 - 1D キーストーン補正: 表示面に対して垂直に位置合わせされていない投影エンジンのために画像形状を垂直方向に補正します。
 - DLP IntelliBright™ アルゴリズム (DLPC343x シリーズ、CAIC、LABB): 同じ消費電力で最大 50% の輝度向上、または輝度を下げないで 50% の消費電力低減が可能です。
 - ワーピングと DynamicBlack (DLPC654x および DLPC754x シリーズ): 不規則な表示面上の画像を補正し、コントラスト比を高めます。

9.3 光学的な考慮事項

- DMD の熱的負荷を低減し、光出力を最大限に高めるため、光の余分な照射を最小限に抑えます。
- 熱的または光学的な問題の要因となり得るオフ状態の光を除去または最小限に抑えるために、光アブソーバが必要な場合があります。
- オフ状態の光を投影光学系の外に反射させ、照明光と投影光束とを確実に分離し投影光束のみが入射瞳に入るようにすることで、コントラスト比を向上させることが出来ます。これは、DMD のピクセル・アーキテクチャ、照射角度、F 値に依存します。
- TIR または逆 TIR プリズムは、テレセントリック系で照明光と投影光を分離するのに効果的です。光が適切な経路を進むように屈折率と光線角度に注意を払います。
- 非テレセントリック系では、光線の角度が DMD の最大光線角度を超えないようにします。大きい入射角では、DMD ウィンドウの透過率が小さくなりますが、DMD パッケージ開口部内で光がビネットされ周辺部が暗くなることもあります。これは、画像内の均一性の低下をもたらす場合があります。
- 輝度レベルに応じて、使用する光学材料 (ガラスとプラスチックなど) に注意を払います。すべてのプラスチック材料が高光束密度と高温によく耐えるとは限らず、光学効率と画質のどちらかまたは両方が低下することがあります。

9.4 機械的考慮事項

- 機械的実装に関する推奨事項に従います

- DMD データシートには、熱的および電氣的インターフェイス領域と、各領域に加えることができる最大の負荷 (力) が定義されています。最大負荷を超えると、DMD に損傷を与える可能性があります。
- DMD を実装する際、加わる負荷は**設計**または**アセンブリ・プロセス**で制御できます。
 - **設計による制御**とは、最大値を超える可能性がある負荷が DMD に加わらないような構造に設計することです。これらには通常、肩付きネジとスプリング部材 (フラットまたはコイル・スプリング) を利用します。
 - **アセンブリによる制御**とは、許容される最大値を超える負荷が DMD に加わらないようにアセンブリ・プロセスを制御することです。その際には通常、ねじ止めの手順を定めトルクを管理します。
 - **設計による制御は最も堅牢な設計です。**

9.5 熱に関する注意事項

- できるだけ低温になるように設計します。
- DMD が動作しているときに推奨動作条件を満たすように製品を設計します。絶対最大定格は、長期動作ではなく、短期寿命テストのための指針として提供しています。
- 保存条件は、DMD が動作していない場合に常に適用されます。これには、DMD の取り付けの前と後の時間が含まれます。
- DMD が使われる全温度環境で規定に収まる様に冷却機能を設計します。周囲温度が極端に上がった場合、DMD の許容温度条件を満たせるように、冷却ファンの速度を上げるか光出力を低減します。
- 部品設計完了および金型製作開始の前に熱的モックアップを使って初期段階で熱的試験を行うと、スケジュールにも金型コストにも影響を与えずに放熱性能が向上するように設計を簡単に変更できます。
- 設計が進むにつれて熱的モックアップを改良し、追加の試験を行います。
- DMD データシートには、熱的試験を行う際に使うべき特定の熱的試験点の位置が定められています。
- DMD のデータシートの **T_{array}** 仕様は、指定された熱的試験点でのアレイ温度の計算値です。計算例がデータシートに記載されています。
- DMD の熱的試験はユニットの筐体に収めた状態で行う必要があります。スタンドアロン光学モジュールの熱的試験は、筐体に収めたユニットの熱的試験とはエアフローおよび冷却特性が大きく異なるため、筐体に収めたユニットの場合とは温度が大きく異なります。

9.6 製造に関する考慮事項

- アセンブリ中は、DMD に電荷が与えられている状態では組付け、取り外しは出来ません。
- すべてのパワーアップおよびパワーダウン要件に従います。
- 機械的取り付け金具を締めすぎないようにします。
- DMD に加わる応力の集中と負荷の偏りを防ぐため、取り付けねじを最終的に締め付ける前に全体的に軽く締めめます。
- 光軸調整の間、DMD の開口部またはボンド・ラインの過熱を避けるため、低出力の照明光を使います。
- アセンブリ (照明光の調整、特性評価 / テスト、バーンイン) 中、保存中、動作中は、DMD の温度が常に許容条件を満たしている必要があります。
- 短期間 (照明光の調整など) でも DMD ウィンドウの温度が許容範囲の上限を超えると、生産ラインではそれを検出できなくても潜在的な DMD のダメージが与えられている可能性があります。

10 オンライン・リソース

このセクションは、選択したチップセットと一緒に利用できる資料を素早く見つけるのに役立ちます。

10.1 DLP チップセットの情報

各チップセットに関連するすべての資料を見つける最善の方法は、関心のある DMD、コントローラ、PMIC の製品ページを参照することです。これらのページでは、表 10-1 に示すような情報を見つけることができます。

表 10-1. 利用可能な資料

部品	資料
DMD	データシート 製品詳細 - データシートのハイライト - パッケージ 技術資料 - アプリケーション特有の技術資料とホワイト・ペーパー - 取り付けと電氣的相互接続の情報 - 光学リファレンス・デザイン例 - DMD の光効率 設計と開発 - チップセット評価基板 (EVM) の情報 - ディスプレイ・システムのリファレンス・デザイン
ディスプレイ・コントローラ	データシート ソフトウェア・プログラマー向けガイド 画像のキャリブレーション PCB 設計要件 IntelliBright アルゴリズム チップセット評価基板 (EVM) の情報 リアルタイム色管理のリファレンス・デザイン IBIS モデル ファームウェア・セレクト
PMIC	データシート PCB 設計要件

表 10-2. 良く読まれている資料

関連資料	説明
DLP Pico ディスプレイ入門の Web サイト	DLP Pico ディスプレイ・アプリケーションの学習、選択、評価、開発をサポートするクイック入門コンテンツ
製品を選択するための資料	
製品を選択するための ビデオ	複数のパラメータに基づいて適切な DLP ディスプレイ・チップセットを選択する方法を説明したトレーニング
『 テキサス・インスツルメンツ DLP® Display & Projection チップセット・セクション・ガイド 』	量産中の、利用可能なすべての DLP ディスプレイ・チップセットが含まれます。
輝度のトレードオフ『 DLP システム設計: 輝度の要件とトレードオフ 』および ビデオ	アプリケーションに適した輝度レベル (ルーメン) を選択する方法についての指針を示します。
光学モジュールを選択するための資料	
一般的な投影レンズの仕様に関する ビデオ	プロジェクション・システムの動作原理を説明するビデオであり、光学エンジンの仕様規定方法に関する指針を提供するアプリケーション・ノートでもあります。
OMM 検索ツール	世界中で入手できる量産対応の光学モジュールをまとめて検索できます。
設計リソース	
DLP 製品の E2E フォーラム	すでに解決済みの技術的な質問を参照するだけでなく、テキサス・インスツルメンツのエキスパートに質問するためのフォーラム

表 10-2. 良く読まれている資料 (continued)

関連資料	説明
『DLP® 標準 TRP デジタル・マイクロミラー・デバイスの PCB 設計要件』および『テキサス・インスツルメンツ DLP Pico TRP デジタル・マイクロミラー・デバイスの PCB 設計要件』TRP チップセット (myTI へのログインが必要)	ディスプレイ・コントローラを DMD とインターフェイスで接続するための電子装置のレイアウト方法に関する電氣的な推奨事項

11 表示と投影に関する一般的な用語

表 11-1 に、表示と投影に関する一般的な用語を示します。

表 11-1. 表示と投影に関する一般的な用語

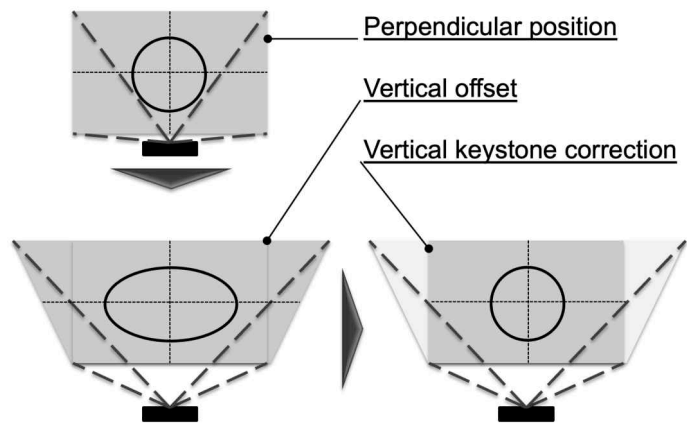
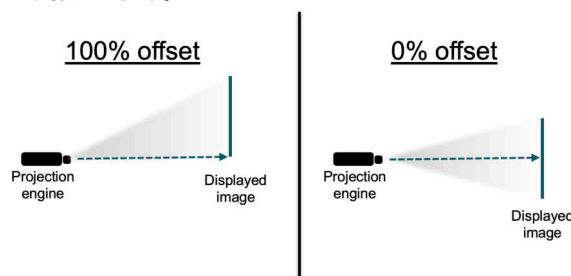
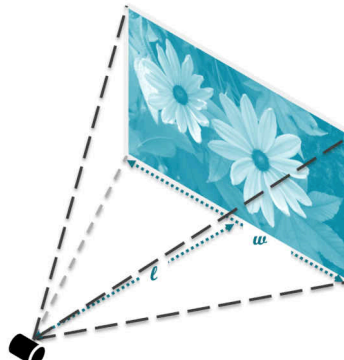
用語	説明
輝度	輝度とは、与えられた場面で人の目が認識する光の量です。輝度は、光の量 (光子の数)、色スペクトル上の光の分布 (光子エネルギー)、可視スペクトル上で人の目の感度の変化 (黄緑色の領域で感度が最も高く、青色と赤色の領域では感度が低い) の関数です。国際単位系 (SI) は輝度の測定単位としてルーメンを定めています。
ルーメン	DLP プロジェクタは、その投影画像で表示できるルーメン数でしばしば規定されます。輝度 (ルーメン) は、そのプロジェクタが表示でき、かつ特定の周囲光環境で依然として見える画面の大きさを決定します。輝度が高ければ高いほど、より大きな表示画像を表示できます。DLP ディスプレイ・テクノロジーを利用した最終製品は、スマートフォンとタブレットの 20~30 ルーメンからデジタル映写機の 50,000 ルーメン超まで多岐にわたります。
コントラスト	表示画像の品質は、表示された画像の最も明るい領域と最も暗い領域の輝度の差に大きく影響されます。これはコントラスト比で定量化されます。コントラスト比とは、画像の最も暗い領域の輝度に対する最も明るい領域の輝度の比です。DLP システムのコントラスト比の仕様はシステム性能に基づいていますが、視聴体験は周囲光によっても大きく影響される場合があります。画面上の周囲光量が多いほど、画像の画面上のコントラスト比は下がります。システムのコントラスト比と周囲光とが組み合わさって、画像の真の画面上のコントラスト比が決まります。コントラスト比を最大限に高めるには、光学設計と、光学モジュールで使われる光学素子の品質に特に注意を払う必要があります。
解像度	ある画像で得られる詳細さのレベル (詳細度) は、表示画像を構成するピクセル数で決まります。DLP システムの場合、詳細度は DMD のミラーの数の関数であり、各ミラーが表示画像の 1 つ以上のピクセルを表現できます。解像度とは、表示可能なピクセルの数です。表示される詳細度は、プロジェクタ・システムの解像度に依存するだけでなく、ソース・コンテンツの解像度にも依存します。ソース・コンテンツの解像度がプロジェクタ・システムの解像度と一致しない場合、最大限の解像度で表示されるようにコントローラがソース・コンテンツを割り当てます。DLP ディスプレイの解像度は 640 × 360 (nHD) から 3840 × 2160 (4K UHD) まで多岐にわたります。
キーストーン	投影システムの光学軸が画面に垂直でない場合、画像は幾何学的に歪んで表示されます。画面の上部までの距離と下部までの距離が異なることで生じるこれらの歪みの 1 つをキーストーン歪みと呼びます。得られた画像は上と下で異なる幅を持っており、建築用のキーストーン (アーチの上部に使用される) の形をしています。この歪みは、画面に対して投影軸を垂直に保つことで回避できます。しかし、キーストーン歪みが避けられない場合もあります。キーストーン歪みは、光学的に (非常に困難、非常に高コスト、調整不可能) または画像処理によって補正できます。DLP コントローラは、画面上で長方形になるように画像を生成する方法で、入力画像を DMD アレイに割り当て直すことでキーストーン補正を行います。キーストーン補正機能は、プロジェクタが上下に傾いた際に画像が自動的に調整されるように一般にシステム内の加速度計と組み合わせて使用されます。 
カラー・シーケンシャル・ディスプレイ	DLP DMD はマイクロミラーで構成されています。これらは、照射された光を反射するのみです。では、DMD チップはどのようにしてフル・カラー画像を再現できるのでしょうか。その秘密は人の目の働き方にあります。人の網膜と脳は、3 種類の網膜錐体 (赤感受性、緑感受性、青感受性) に作用する光の量に対する短期時間平均された差動応答によって知覚色を合成します。目は、網膜を刺激する光を約 1/50 秒の期間にわたって連続的に平均化するため、視聴者がフル・カラー画像の印象を受け取るように、赤色、緑色、青色の画像を使って十分な速度で目に順次光を当てることが可能です。これは、たとえば、赤色の画像、次に緑色の画像、次に青色の画像を表示するようにより R、G、B の光源を順にオン / オフすることで、DLP 光学モジュールを使って達成されます。

図 11-1. 垂直キーストーン補正

表 11-1. 表示と投影に関する一般的な用語 (continued)

用語	説明
フロント・プロジェクション / リア・プロジェクションとスクリーン	DLP ディスプレイ・システムは、光学システムを使用して、DMD に表示されるピクセル・パターン実際の画像を生成します。投影画像が視聴者に見えるには、画像焦点面と同じ位置にある面で光が散乱される必要があります。この機能はスクリーンによって提供されます。このスクリーンには、特に最適化された材質のシート、または単純に壁、床、テーブルの天板が使えます。滑らかで明るい色の表面はすべて良好な画像を表示できます。フロント・プロジェクション・システムの場合、スクリーンは反射面である必要があります。リア・プロジェクション・システムには、半透明の分散型スクリーンが必要です。どちらの場合も、投影画像を見るために視聴者はスクリーン上に目の焦点を合わせます。仮想的な画像を生成することで機能するディスプレイ・システムもあります。たとえば、ニア・アイ・ディスプレイとヘッドアップ・ディスプレイは、光が目を通して網膜に達した後のみ結像する画像を生成します。
オフセット	多くの DLP プロジェクタでは、水平面より上に画像をシフトさせるために、投影レンズの光軸より下にオフセットを付けて DMD を配置しています。これは、プロジェクタをテーブル上に設置する場合に、投影画像の下部が切れないようにするのに便利です。このオフセットは、プロジェクタを上へ傾けただけで生じる画像の歪みも防止できます。  図 11-2. 投影画像に対するオフセットの影響
投射比	多くの投影アプリケーションにおいて、表示スクリーンに対するプロジェクタの配置は重要です。プロジェクタの投射比によって、特定のスクリーン・サイズを実現するためにプロジェクタを配置すべき位置までの距離が決まります。レンズからスクリーンの中心までの距離 (D) に対する投影画像の幅 (W) が投射比 (T) です。 投射比に関する一般的な参照: 標準焦点: 投射比 > 1、短焦点 (ST): 1 > 投射比 > 0.4、超短焦点 (UST): 投射比 < 0.4。  $\text{Throw ratio} = \frac{(l) \text{ distance from the lens to the image}}{(w) \text{ horizontal width of the image}}$ 図 11-3. 投射比の図
F 値	投影画像の相対輝度は、照明システムの輝度とレンズの開口径の両方の関数です。つまり、レンズの焦点距離 (f) (投影画像のサイズを決定します) に対するレンズの開口径 (D) です。これは、F 値 (N) と呼ぶ値として表現されます。 $N = f/D$。2 つのレンズの相対輝度 (rb) は、それぞれの F 値の逆比の 2 乗です。 $rb = (N_2/N_1)^2$。たとえば、 $N_1 = 2$ のレンズは $N_2 = 4$ のレンズよりも 4 倍明るい。F 値は、輝度と体積 (寸法) との間のトレードオフとして系に影響を与えます。F 値が大きい ($N = 2.4$) 系は薄型ですが、F 値が小さい ($N = 1.7$) 系と比較して、そのエテンデュにに応じて輝度を犠牲にしている可能性があります (一般に LED の系に当てはまります)。
DLP チップセットの命名規則	DLP チップセットは、アクティブ・アレイの対角、解像度、ポートフォリオによって通常以下のように参照されます。 [アレイ対角 (インチ)] [解像度] DLP [標準または Pico] チップセット 例: .47 1080p DLP Pico チップセットは、1080p のスクリーン上の解像度をサポートする 0.47 インチの対角アクティブ・アレイを採用した DLP Pico チップセットを指します。 表 4-1 に、DLP チップセットの DMD、DLP ディスプレイ・コントローラ、DLP PMIC の部品番号の命名規則の概要を示します。

12 関連資料

- テキサス・インスツルメンツ:『[DLP 製品のメッセージおよびアイコンのガイドライン](#)』
- テキサス・インスツルメンツ:『[DLPC6401 ソフトウェア・プログラマー向けガイド](#)』
- テキサス・インスツルメンツ:『[テキサス・インスツルメンツ DLP® Pico™ システム設計: 光学モジュールの仕様](#)』
- テキサス・インスツルメンツ:『[DLP® 高度な光制御 DMD のハードウェアの取り付けとクイック・リファレンス・ガイド](#)』
- テキサス・インスツルメンツ:『[テキサス・インスツルメンツ DLP® Display & Projection チップセット・セレクション・ガイド](#)』
- テキサス・インスツルメンツ:『[テキサス・インスツルメンツ DLP® IntelliBright™ アルゴリズム \(DLPC343x コントローラ\)](#)』

- テキサス・インスツルメンツ:『[DLP システム設計: 輝度の要件とトレードオフ](#)』
- テキサス・インスツルメンツ:『[DLP® 標準 TRP デジタル・マイクロミラー・デバイスの PCB 設計要件](#)』
- テキサス・インスツルメンツ:『[テキサス・インスツルメンツ DLP Pico TRP デジタル・マイクロミラー・デバイスの PCB 設計要件](#)』

13 改訂履歴

Changes from Revision F (August 2022) to Revision G (May 2023) Page

• 重複表を削除.....	4
• 「DLP システム・ブロック図」のビデオのハイパーリンクを更新	7
• テキサス・インスツルメンツの DLP® Pico™ 製品を選択するためのビデオのハイパーリンクを更新	13
• 「製品選択」ビデオのハイパーリンクを更新	19

Changes from Revision E (August 2021) to Revision F (August 2022) Page

• ドキュメント全体にわたって表、図、相互参照の採番方法を更新。.....	3
• 「DLP ディスプレイ・プロジェクションの利点」セクションを追加	4
• 「DLP テクノロジーとは」トピックを更新	6
• セクション 4 を更新.....	7
• セクション 5 を更新.....	13

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します。

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](#)、または [ti.com](#) やかかる TI 製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。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。

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

郵送先住所 : Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2023, Texas Instruments Incorporated