

## 3D プリント向け DLP78TUV 0.78-Inch 4K UHD Digital Micromirror Device

### 1 特長

- 0.78 インチ (2cm) 対角のマイクロミラー アレイ
  - マイクロメートル サイズのアルミ製ミラーを直交に配置した 1920 × 1080 アレイ
  - 8.2 メガピクセル (樹脂上の 3840 × 2160 ピクセル)
  - 9.0 のマイクロミラーピッチ
  - マイクロミラー傾斜角:  $\pm 14.5^\circ$  (平面に対して)
  - 最適な効率とコントラストの側面照明
- 2 個の LVDS 入力データバス
- 専用の DLPC6422 3D プリントライトコントローラと DLPA100 または DLPA300 電源管理による信頼性の高い動作

### 2 アプリケーション

- TI DLP® 3D プリンタ
  - 積層造形
  - 液槽重合法 (Vat polymerization)
  - マスク ステレオリソグラフィ (mSLA 3D プリンタ)
- レーザー製造
- 露光: 空間的および時間的な露光をプログラム可能

### 3 説明

DLP78TUV デジタル マイクロミラー デバイス (DMD) は、1080p および 4K UHD 画像処理システムを実現する、デジタル制御の MOEMS (micro-electromechanical system) 空間光変調器 (SLM) です。適切な光学システムと結合することで、この DMD は非常に鮮明で高品質の画像を表示できます。この DMD は、DLP78TUV DMD、DLPC6422 ライトコントローラ、DLPA300 マイクロミラードライバ、および DLPA100 電源で構成されるチップセットの一部です。このコンパクトな物理サイズのチップセットは、高出力・高コントラストの光学エンジンを備えた小型フォームファクタの 4K UHD または 1080p HD イメージングを可能にする完全なシステムを提供し、高速かつ高解像度で信頼性の高い DLP 3D プリンタを実現します。

設計期間の短縮に役立つように、この DMD エコシステムは定評あるリソースで構成されており、これには、[すぐに購入可能な光モジュール](#)、[光モジュール メーカー](#)、[デザインハウス](#)などが含まれます。

#### パッケージ情報

部品番号 (1)	パッケージ	パッケージサイズ
DLP78TUV	FYU (350)	35.0mm × 32.2mm

(1) 詳細については、「メカニカル、パッケージ、および注文情報」を参照してください。

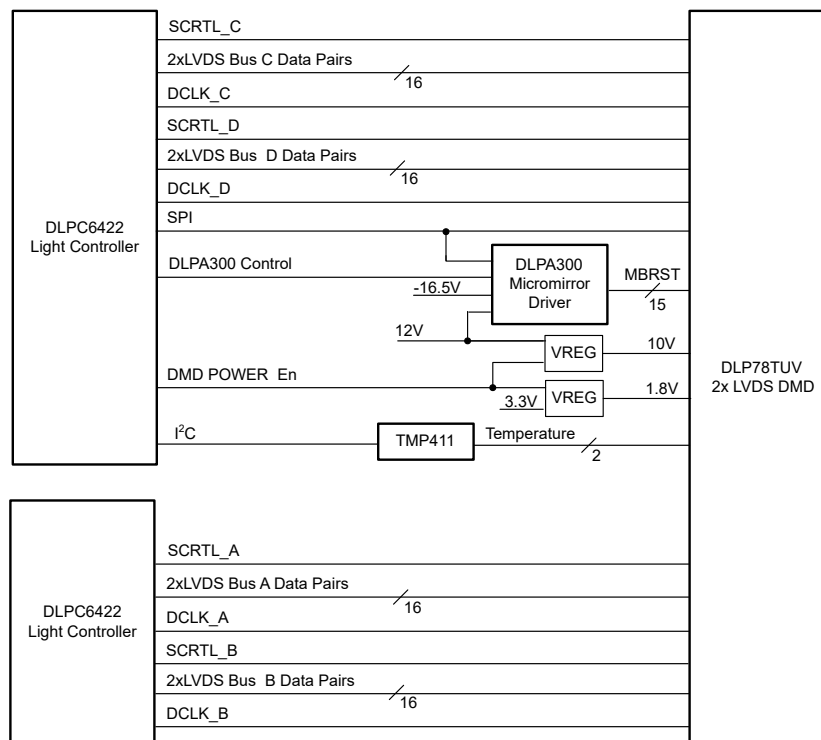


図 3-1 4K システムのアプリケーション概略図



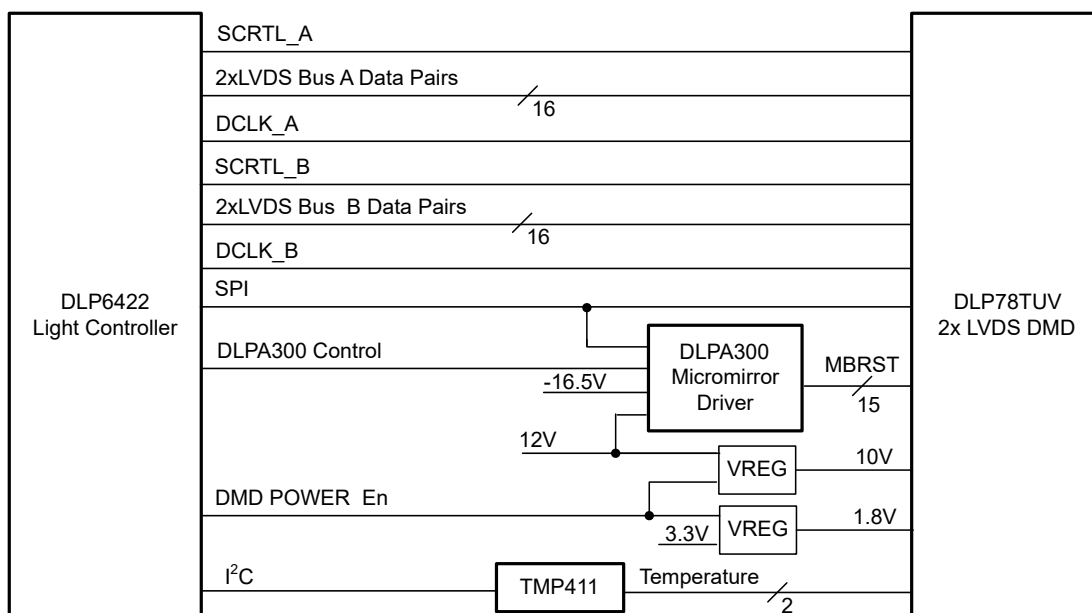


図 3-2 1080p システムのアプリケーション概略図

## 目次

<b>1 特長</b> .....	<b>1</b>	6.6 マイクロミラー アレイ温度の計算.....	<b>32</b>
<b>2 アプリケーション</b> .....	<b>1</b>	6.7 マイクロミラーの電力密度の計算.....	<b>33</b>
<b>3 説明</b> .....	<b>1</b>	6.8 ウィンドウ アパーチャイル ミネーション オーバーフィ ル計算.....	<b>34</b>
<b>4 ピン構成および機能</b> .....	<b>4</b>	6.9 マイクロミラーのランデッド オン / ランデッド オフ デ ューティ サイクル.....	<b>35</b>
<b>5 仕様</b> .....	<b>12</b>	<b>7 アプリケーションと実装</b> .....	<b>39</b>
5.1 絶対最大定格.....	12	7.1 アプリケーション情報.....	39
5.2 保存条件.....	12	7.2 代表的なアプリケーション.....	39
5.3 ESD 定格.....	12	7.3 温度センサ ダイオード.....	42
5.4 推奨動作条件.....	13	7.4 電源に関する推奨事項.....	43
5.5 熱に関する情報.....	16	7.5 レイアウト.....	44
5.6 電気的特性.....	16	<b>8 デバイスおよびドキュメントのサポート</b> .....	<b>47</b>
5.7 タイミング要件.....	17	8.1 サード・パーティ製品に関する免責事項.....	47
5.8 システム実装インターフェイスの荷重.....	21	8.2 デバイス サポート.....	47
5.9 マイクロミラー アレイの物理特性.....	23	8.3 デバイスのマーキング.....	47
5.10 マイクロミラー アレイの光学特性.....	24	8.4 ドキュメントのサポート.....	48
5.11 ウィンドウの特性.....	26	8.5 ドキュメントの更新通知を受け取る方法.....	48
5.12 チップセット コンポーネントの使用法の仕様.....	27	8.6 サポート・リソース.....	48
<b>6 詳細説明</b> .....	<b>28</b>	8.7 商標.....	48
6.1 概要.....	28	8.8 静電気放電に関する注意事項.....	48
6.2 機能ブロック図.....	29	8.9 用語集.....	48
6.3 機能説明.....	30	<b>9 改訂履歴</b> .....	<b>48</b>
6.4 デバイスの機能モード.....	31	<b>10 メカニカル、パッケージ、および注文情報</b> .....	<b>48</b>
6.5 光学インターフェイスおよびシステムの画質に関す る検討事項.....	31		

## 4 ピン構成および機能

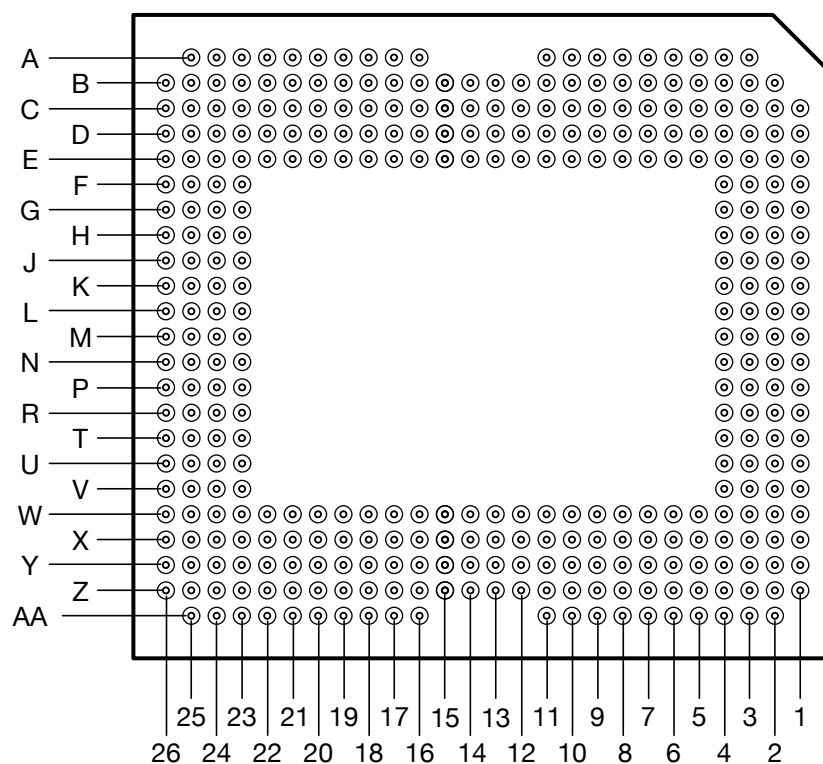


図 4-1. FYU パッケージ (350 ピン) 底面図

**表 4-1. ピンの機能**

ピン		タイプ <sup>(1)</sup>	ピンの説明	信号のタイプ	終端
信号	PGA_PAD				
LVDS BUS A					
D_AN (0)	E10	I	高速差動ペア	LVDS	差動 100Ω
D_AP (0)	E11	I			
D_AN (1)	D6	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_AP (1)	C6	I			
D_AN (2)	E3	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_AP (2)	D3	I			
D_AN (3)	C7	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_AP (3)	C8	I			
D_AN (4)	D8	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_AP (4)	D7	I			
D_AN (5)	E6	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_AP (5)	E5	I			
D_AN (6)	C5	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_AP (6)	C4	I			
D_AN (7)	B8	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_AP (7)	B9	I			
D_AN (8)	B6	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_AP (8)	B5	I			
D_AN (9)	C10	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_AP (9)	B10	I			
D_AN (10)	A9	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_AP (10)	A10	I			
D_AN (11)	C13	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_AP (11)	C14	I			
D_AN (12)	B12	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_AP (12)	B13	I			
D_AN (13)	C17	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_AP (13)	C16	I			
D_AN (14)	B15	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_AP (14)	B16	I			
D_AN (15)	D15	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_AP (15)	E15	I			
DCLK_AN	B3	I	高速差動ペア		差動 100Ω
DCLK_AP	C3	I			
SCTRL_AN	E4	I	高速差動ペア		差動 100Ω
SCTRL_AP	D4	I			
LVDS BUS B					

表 4-1. ピンの機能 (続き)

ピン		タイプ <sup>(1)</sup>	ピンの説明	信号のタイプ	終端
信号	PGA_PAD				
D_BN (0)	W10	I	高速差動ペア	LVDS	差動 100Ω
D_BP (0)	W11	I			
D_BN (1)	Z3	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_BP (1)	Y3	I			
D_BN (2)	W4	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_BP (2)	X4	I			
D_BN (3)	Y7	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_BP (3)	Y8	I			
D_BN (4)	X8	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_BP (4)	X7	I			
D_BN (5)	Y6	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_BP (5)	X6	I			
D_BN (6)	X3	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_BP (6)	W3	I			
D_BN (7)	Z8	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_BP (7)	Z9	I			
D_BN (8)	Z6	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_BP (8)	Z5	I			
D_BN (9)	Y10	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_BP (9)	Z10	I			
D_BN (10)	AA9	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_BP (10)	AA10	I			
D_BN (11)	Y13	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_BP (11)	Y14	I			
D_BN (12)	Z12	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_BP (12)	Z13	I			
D_BN (13)	Y17	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_BP (13)	Y16	I			
D_BN (14)	Z15	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_BP (14)	Z16	I			
D_BN (15)	X15	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_BP (15)	W15	I			
DCLK_BN	Y4	I	高速差動ペア		差動 100Ω
DCLK_BP	Y5	I			
SCTRL_BN	W5	I	高速差動ペア		差動 100Ω
SCTRL_BP	W6	I			
LVDS BUS C					

**表 4-1. ピンの機能 (続き)**

ピン		タイプ <sup>(1)</sup>	ピンの説明	信号のタイプ	終端
信号	PGA_PAD				
D_CN (0)	B18	I	高速差動ペア	LVDS	差動 100Ω
D_CP (0)	B19	I			
D_CN (1)	H24	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_CP (1)	G24	I			
D_CN (2)	L23	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_CP (2)	K23	I			
D_CN (3)	C18	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_CP (3)	C19	I			
D_CN (4)	A19	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_CP (4)	A20	I			
D_CN (5)	E24	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_CP (5)	D24	I			
D_CN (6)	K25	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_CP (6)	J25	I			
D_CN (7)	C26	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_CP (7)	D26	I			
D_CN (8)	C21	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_CP (8)	B21	I			
D_CN (9)	G25	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_CP (9)	F25	I			
D_CN (10)	A24	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_CP (10)	B24	I			
D_CN (11)	J26	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_CP (11)	K26	I			
D_CN (12)	D25	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_CP (12)	C25	I			
D_CN (13)	E23	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_CP (13)	D23	I			
D_CN (14)	B23	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_CP (14)	C23	I			
D_CN (15)	K24	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_CP (15)	L24	I			
DCLK_CN	H23	I	高速差動ペア		差動 100Ω
DCLK_CP	G23	I			
SCTRL_CN	F26	I	高速差動ペア		差動 100Ω
SCTRL_CP	G26	I			
LVDS BUS D					

表 4-1. ピンの機能 (続き)

ピン		タイプ <sup>(1)</sup>	ピンの説明	信号のタイプ	終端
信号	PGA_PAD				
D_DN (0)	Z18	I	高速差動ペア	LVDS	差動 100Ω
D_DP (0)	Z19	I			
D_DN (1)	T24	I	高速差動ペア		
D_DP (1)	U24	I			
D_DN (2)	N23	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_DP (2)	P23	I			
D_DN (3)	Y18	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_DP (3)	Y19	I			
D_DN (4)	AA19	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_DP (4)	AA20	I			
D_DN (5)	W24	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_DP (5)	X24	I			
D_DN (6)	P25	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_DP (6)	R25	I			
D_DN (7)	Y26	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_DP (7)	X26	I			
D_DN (8)	Y21	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_DP (8)	Z21	I			
D_DN (9)	U25	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_DP (9)	V25	I			
D_DN (10)	AA24	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_DP (10)	Z24	I			
D_DN (11)	R26	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_DP (11)	P26	I			
D_DN (12)	X25	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_DP (12)	Y25	I			
D_DN (13)	W23	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_DP (13)	X23	I			
D_DN (14)	Z23	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_DP (14)	Y23	I			
D_DN (15)	P24	I	高速差動ペア		差動 100Ω
D_DP (15)	N24	I			
DCLK_DN	T23	I	高速差動ペア		差動 100Ω
DCLK_DP	U23	I			
SCTRL_DN	V26	I	高速差動ペア		差動 100Ω
SCTRL_DP	U26	I			
SCP インターフェイス					
SCPCLK	U2	I	シリアル通信ポート CLK	LVC MOS	内部プルダウン
SCPDI	T3	I	シリアル通信データ入力	LVC MOS	内部プルダウン
SCPENZ	U4	I	シリアル通信ポートをイネーブルにします	LVC MOS	内部プルダウン
SCPDO	U3	O	シリアル通信ポート出力	LVC MOS	内部プルダウン
その他の信号					
DMD_PWRDNZ	G4	I	チップレベルの ResetZ	LVC MOS	内部プルダウン



**表 4-1. ピンの機能 (続き)**

ピン		タイプ <sup>(1)</sup>	ピンの説明	信号のタイプ	終端
信号	PGA_PAD				
N/C	G1、H1、J1、 J3、J4、K3、 P3、R1、R3、 R4、T1、U1、 V3、D17、X17、 K4、P4、F3、 G2、W18、G3、 H3、X16	デュアル DLPC6422 4K システムでは未 接続			
N/C	G1、H1、J1、 J3、J4、K3、 P3、R1、R3、 R4、T1、U1、 V3、D17、X17、 K4、P4、F3、 G2、H3、W18、 G3、W6、W5、 Y5、Y4、W15、 X15、Z16、 Z15、Y16、 Y17、Z13、 Z12、Y14、 Y13、AA10、 AA9、Z10、 Y10、Z5、Z6、 Z9、Z8、W3、 X3、X6、Y6、 X7、X8、Y8、 Y7、X4、W4、 Y3、Z3、W11、 W10、D4、E4、 C3、B3、E15、 D15、B16、 B15、C16、 C17、B13、 B12、C14、 C13、A10、A9、 B10、C10、B5、 B6、B9、B8、 C4、C5、E5、 E6、D7、D8、 C8、C7、D3、 E3、C6、D6、 E11、E10、X16	単一の DLPC6422 1080p システム 時では未接続			
TEMP_N	W16	I/O			
TEMP_P	W17	I/O			
<b>マイクロミラー パイアスリセット入力</b>					
MBRST(0)	E14	I	ミラー作動信号		
MBRST(1)	D13	I	ミラー作動信号		
MBRST(2)	E13	I	ミラー作動信号		
MBRST(3)	C12	I	ミラー作動信号		
MBRST(4)	E12	I	ミラー作動信号		
MBRST(5)	C11	I	ミラー作動信号		
MBRST(6)	D16	I	ミラー作動信号		
MBRST(7)	C15	I	ミラー作動信号		

表 4-1. ピンの機能 (続き)

ピン		タイプ <sup>(1)</sup>	ピンの説明	信号のタイプ	終端
信号	PGA_PAD				
MBRST(8)	W14	I	ミラー作動信号		
MBRST(9)	X13	I	ミラー作動信号		
MBRST(10)	W13	I	ミラー作動信号		
MBRST(11)	Y12	I	ミラー作動信号		
MBRST(12)	W12	I	ミラー作動信号		
MBRST(13)	Y11	I	ミラー作動信号		
MBRST(14)	Y15	I	ミラー作動信号		
電源およびグランド					
VDD	A5, A6, B2, C1, D10, D12, D19, D22, E8, E19, E20, E21, E22, F1, F2, J2, K1, L1, L25, M3, M4, M25, N1, N25, P1, R2, V1, V2, W8, W19, W20, W21, W22, X10, X12, X19, X22, Y1, Z1, Z2, AA2, AA5, AA6	P	低電圧の CMOS コア電源		
VDDI	A7, A8, A11, A16, A17, A18, A21, A22, A23, AA7, AA8, AA11, AA16, AA17, AA18, AA21, AA22, AA23	P	I/O 電源		
VCC2	A3, A4, A25, B26, L26, M26, N26, Z26, AA3, AA4, AA25	P	メモリ アレイの昇圧電圧		

**表 4-1. ピンの機能 (続き)**

ピン		タイプ <sup>(1)</sup>	ピンの説明	信号のタイプ	終端
信号	PGA_PAD				
VSS	B4、B7、B11、 B14、B17、 B20、B22、 B25、C2、C9、 C20、C22、 C24、D1、D2、 D5、D9、D11、 D14、D18、 D20、D21、E1、 E2、E7、E9、 E16、E17、 E18、E25、 E26、F4、F23、 F24、H2、H4、 H25、H26、 J23、J24、K2、 L2、L3、L4、 M1、M2、M23、 M24、N2、N3、 N4、P2、R23、 R24、T2、T4、 T25、T26、V4、 V23、V24、W1、 W2、W7、W9、 W25、W26、 X1、X2、X5、 X9、X11、X14、 X18、X20、 X21、Y2、Y9、 Y20、Y22、 Y24、Z4、Z7、 Z11、Z14、Z17、 Z20、Z22、Z25	G	グローバル グランド		

(1) I = 入力、O = 出力、P = 電源、G = グランド、NC = 未接続

## 5 仕様

### 5.1 絶対最大定格

「絶対最大定格」の範囲外の動作は、デバイスの永続的な損傷の原因となる可能性があります。「絶対最大定格」は、これらの条件において、または「推奨動作条件」に示された値を超える他のいかなる条件でも、本製品が正しく動作することを意味するものではありません。「絶対最大定格」の範囲内であっても「推奨動作条件」の範囲外で使用する、デバイスが完全に機能しない可能性があります、デバイスの信頼性、機能、性能に影響を及ぼし、デバイスの寿命を縮める可能性があります。

		最小値	最大値	単位
<b>消費電圧</b>				
V <sub>DD</sub>	LVC MOS コアロジックの電源電圧 <sup>(1)</sup>	-0.5	2.3	V
V <sub>DDI</sub>	LVDS インターフェイスの電源電圧 <sup>(1)</sup>	-0.5	2.3	V
V <sub>CC2</sub>	マイクロミラー電極と HVC MOS 電圧 <sup>(1) (2)</sup>	-0.5	11	V
V <sub>MBRST</sub>	MBRST ピンでの入力電圧 <sup>(1)</sup>	-17.5	22.5	V
V <sub>DDI</sub> – V <sub>DD</sub>	電源電圧差 (絶対値) <sup>(3)</sup>		0.3	V
<b>入力電圧</b>				
V <sub>ID</sub>	LVDS ピンの入力差動電圧 (絶対値)		500	mV
V <sub>LVC MOS</sub>	他のすべての入力ピンの入力電圧 <sup>(1)</sup>	-0.3	V <sub>DDI</sub> + 0.3	V
<b>環境</b>				
T <sub>ARRAY</sub>	温度、動作時 <sup>(4)</sup>	0	90	°C
	温度、非動作時 <sup>(4)</sup>	-40	90	°C
T <sub>DP</sub>	露点温度、動作時および非動作時 (結露なし)		81	°C

(1) すべての電圧は、共通グランド V<sub>SS</sub> を基準としています。すべての DMD 動作モードにおいて、V<sub>DD</sub>、V<sub>DDI</sub>、V<sub>CC2</sub> の電源がすべて必要です。

(2) V<sub>CC2</sub> 電源過渡電圧は、規定電圧内に収まる必要があります。

(3) V<sub>DD</sub> と V<sub>DDI</sub> の間の許容される電圧差を超えると、過剰な電流が流れる場合があります。

(4) アレイ温度は直接測定することはできず、**DMD の温度テスト ポイント** に示すテスト ポイント 1 (TP1) で測定した温度から、**マイクロミラー アレイ温度計算**を用いて解析的に算出する必要があります。

### 5.2 保存条件

部品としての DMD、またはシステムで動作していない DMD に適用できます

		最小値	最大値	単位
T <sub>DMD</sub>	DMD の保存温度	-40	80	°C
T <sub>DP-AVG</sub>	平均露点温度 (結露なし) <sup>(1)</sup>		28	°C
T <sub>DP-ELR</sub>	高温の露点温度範囲 (結露なし) <sup>(2)</sup>	28	36	°C
CT <sub>ELR</sub>	高温の露点温度範囲における累積時間		24	毎月

(1) デバイスが「高温の露点温度範囲」にない経時的な平均値 (保存や動作を含みます)。

(2) 保存時および動作時の高温範囲で露点温度への曝露は、CT<sub>ELR</sub> の合計累積時間未満に制限する必要があります。

### 5.3 ESD 定格

記号	パラメータ	説明	値	単位
V <sub>(ESD)</sub>	静電放電	人体モデル (HBM)、ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 準拠 <sup>(1)</sup>	±2000	V
		デバイス帯電モデル (CDM)、ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 に準拠 <sup>(2)</sup>	±500	V
V <sub>(ESD)</sub>	静電放電 (MBRST ピン)	人体モデル (HBM)、ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 に準拠	±150	V

(1) JEDEC のドキュメント JEP155 に、500V HBM では標準の ESD 管理プロセスで安全な製造が可能であると規定されています。

(2) JEDEC のドキュメント JEP157 に、250V CDM では標準の ESD 管理プロセスで安全な製造が可能であると規定されています。

## 5.4 推奨動作条件

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)。このデータシートに記載されたデバイスの機能性能は、この表で定義された限界内でデバイスを動作させた場合に達成されます。デバイスをこれらの限界を超えて、または下回って動作させた場合には、いかなる性能レベルも保証されません。

		最小値	公称値	最大値	単位
<b>電圧電源</b>					
V <sub>DD</sub>	LVC MOS コアロジックの電源電圧 <sup>(1)</sup>	1.65	1.8	1.95	V
V <sub>DDI</sub>	LVDS インターフェイスの電源電圧 <sup>(1)</sup>	1.65	1.8	1.95	V
V <sub>CC2</sub>	マイクロミラー電極と HVCMOS 電圧 <sup>(1) (2)</sup>	9.5	10	10.5	V
V <sub>MBRST</sub>	マイクロミラー バイアスリセット電圧 <sup>(1)</sup>	-17		21.5	V
V <sub>DD</sub> - V <sub>DDI</sub>	電源電圧差 (絶対値) <sup>(3)</sup>		0	0.3	V
<b>LVC MOS</b>					
V <sub>IH(DC)</sub>	入力 High 電圧	0.7 × V <sub>DD</sub>		V <sub>DD</sub> + 0.3	V
V <sub>IL(DC)</sub>	入力 Low 電圧	-0.3		0.3 × V <sub>DD</sub>	V
V <sub>IH(AC)</sub>	入力 High 電圧	0.8 × V <sub>DD</sub>		V <sub>DD</sub> + 0.3	V
V <sub>IL(AC)</sub>	入力 Low 電圧	-0.3		0.2 × V <sub>DD</sub>	V
I <sub>OH</sub>	High レベル出力電流			2	mA
I <sub>OL</sub>	Low レベル出力電流	-2			mA
t <sub>PWRDNZ</sub>	PWRDNZ パルス幅 <sup>(4)</sup>	10			ns
<b>SCP インターフェイス</b>					
F <sub>SCPCLK</sub>	SCP クロック周波数	50		500	kHz
SCPCLK <sub>DCDIN</sub>	SCP Clk 入力のデューティ サイクル	40%		60%	
<b>LVDS インターフェイス</b>					
F <sub>CLOCK</sub>	LVDS インターフェイス (すべてのチャネル) のクロック周波数、DCLK <sup>(5)</sup>			400	MHz
DCD <sub>IN</sub>	入力 CLK デューティ サイクル歪み許容誤差	44%		56%	
V <sub>ID</sub>	Su 入力差動電圧 (絶対値) <sup>(6)</sup>	150	300	440	mV
V <sub>CM</sub>	同相電圧 <sup>(6)</sup>	1100	1200	1300	mV
V <sub>LVDS</sub>	LVDS 電圧 <sup>(6)</sup>	880		1520	mV
t <sub>LVDS_RSTZ</sub>	LVDS レシーバが PWRDNZ から復帰するのに必要な時間	2			μs
Z <sub>IN</sub>	内部差動終端抵抗	80	100	120	Ω
Z <sub>LINE</sub>	ライン差動インピーダンス (PWB / パターン)	90	100	110	Ω
<b>環境</b>					
T <sub>ARRAY</sub>	アレイ温度、長期動作 <sup>(7) (8) (9)</sup>	10		40 ~ 70 <sup>(10)</sup>	°C
	アレイ温度、短期動作、最大 500 時間 <sup>(8) (11)</sup>	0		10	°C
T <sub>DP-AVG</sub>	平均露点温度 (結露なし) <sup>(12)</sup>			28	°C
T <sub>DP-ELR</sub>	高温の露点温度範囲 (結露なし) <sup>(13)</sup>	28		36	°C
CT <sub>ELR</sub>	高温の露点温度範囲における累積時間			24	毎月
Q <sub>AP-ILL</sub>	ウィンドウ アパーチャ イルミネーション オーバーフィル <sup>(14) (15) (16)</sup>			17	W/cm <sup>2</sup>
<b>ソリッド ステート点灯</b>					
ILL <sub>UV4</sub>	波長 < 365nm における照明強度 <sup>(7) (17) (18)</sup>			10	mW/cm <sup>2</sup>
ILL <sub>UV3</sub>	波長が 365nm 以上かつ 385nm 以下における照明強度 <sup>(7) (17) (18)</sup>			2	W/cm <sup>2</sup>
ILL <sub>UV2</sub>	波長が 385nm 以上かつ 400nm 以下における照明強度 <sup>(7) (17) (18)</sup>			5	W/cm <sup>2</sup>
ILL <sub>UV1</sub>	400nm 以上 410nm 以下の波長における照明強度 <sup>(7) (17) (18)</sup>			12	W/cm <sup>2</sup>
ILL <sub>UV</sub>	365nm 以上 410nm 以下の波長における照明強度 <sup>(7) (17) (18)</sup>			12	W/cm <sup>2</sup>

## 5.4 推奨動作条件 (続き)

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)。このデータシートに記載されたデバイスの機能性能は、この表で定義された限界内でデバイスを動作させた場合に達成されます。デバイスをこれらの限界を超えて、または下回って動作させた場合には、いかなる性能レベルも保証されません。

		最小値	公称値	最大値	単位
ILL <sub>BLU</sub>	410nm 以上 475nm 以下の波長における照明強度 <sup>(17)</sup> <sup>(18)</sup>			12.8	W/cm <sup>2</sup>
ILL <sub>VIS</sub>	410nm 以上 800nm 以下の波長における照明強度 <sup>(17)</sup> <sup>(18)</sup>			22	W/cm <sup>2</sup>

- (1) すべての電圧は、共通グランド  $V_{SS}$  を基準としています。DMD を正しく動作させるには、 $V_{DD}$ 、 $V_{DDI}$ 、 $V_{CC2}$  の電源がすべて必要です。 $V_{SS}$  も接続する必要があります。
- (2)  $V_{CC2}$  電源過渡電圧は、規定最大電圧内に収まる必要があります。
- (3) 過剰な電流を防止するため、電源電圧のデルタ  $|V_{DDI} - V_{DD}|$  は、指定限界値よりも小さい必要があります。[DMD 電源要件](#)を参照してください。
- (4) PWRDNZ 入力ピンは SCP をリセットし、LVDS レシーバを無効にします。PWRDNZ 入力ピンは SCPENZ 入力ピンをオーバーライドし、SCPDO 出力ピンをトライ ステートにします。
- (5) [タイミング要件](#)の LVDS クロックのタイミング要件を参照してください。
- (6) LVDS 波形要件については、[図 5-5](#)をご覧ください。
- (7) DMD を最大 [推奨動作条件](#)の温度および UV 照明に同時に曝露すると、デバイスの寿命が短くなります。
- (8) アレイ温度は直接測定することはできず、[図 6-3](#) に示すテスト ポイント 1 (TP1) で測定した温度から、[マイクロミラー アレイ温度計算](#)を用いて解析的に算出する必要があります。
- (9) 長期は、デバイスの使用可能寿命と定義されます。
- (10) [図 5-1](#) に示すように、最大動作アレイ温度は、最終アプリケーションにおいて DMD が受けるマイクロミラーの着地デューティサイクルに基づいてディレーティングする必要があります。マイクロミラーのランデッド デューティ サイクルの定義については、「[マイクロミラーのランデッド オン/ランデッド オフ デューティ サイクル](#)」を参照してください。
- (11) 短期は、デバイスの有効寿命全体にわたる合計累積時間です。
- (12) デバイスが「高温の露点温度範囲」にない経時的な平均値 (保存や動作を含む)。
- (13) 保存時および動作時の高温範囲で露点温度への曝露は、 $CT_{ELR}$  の合計累積時間未満に制限されます。
- (14) [図 5-2](#) で定義されている領域に適用されます。
- (15) DMD のアクティブ領域は、DMD デバイス アセンブリの構造を通常の視界から覆い隠す、DMD ウィンドウ面の内側にある開口部で囲まれています。開口部は、いくつかの光学条件を想定した大きさになっています。アクティブ アレイの外側を照らすオーバーフィル光は散乱し、DMD を使用する最終アプリケーションの性能に悪影響を及ぼす可能性があります。アクティブ アレイの外部に入射する光の光束を最小限に抑えることが、照明光学システム的设计要件となっています。システムの光学アーキテクチャとアセンブリ許容誤差によっては、アクティブ アレイの外側のオーバーフィル光量がシステム性能の劣化を引き起こす可能性があります。
- (16) 計算方法については、「[ウィンドウ開口照度オーバーフィル計算](#)」を参照してください。
- (17) DMD に入射する最大許容光出力は、規定された各波長範囲における最大光出力密度とマイクロミラー アレイ温度 ( $T_{ARRAY}$ ) によって制限されます。
- (18) 計算については、「[マイクロミラー電力密度の計算](#)」を参照してください。

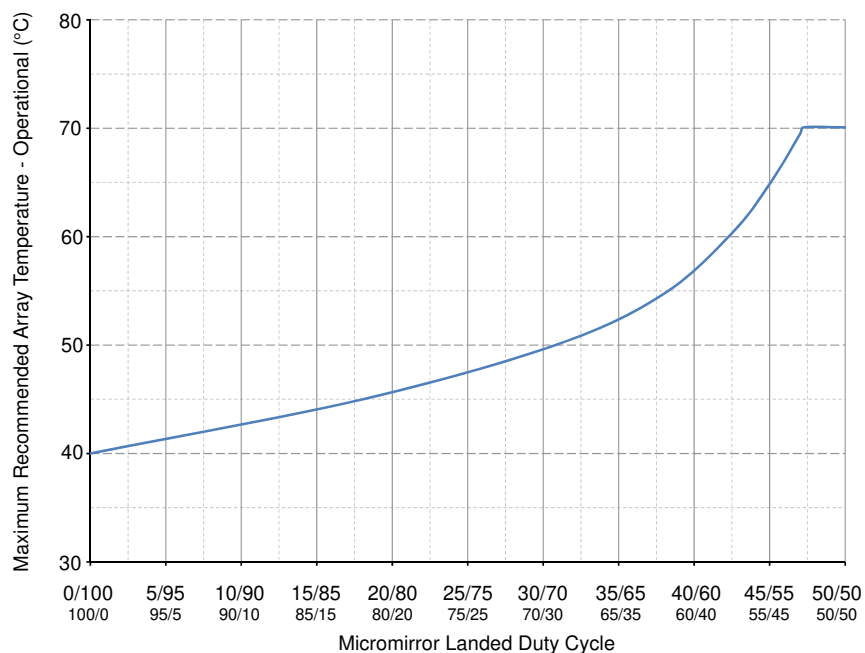


図 5-1. 推奨最大アレイ温度 — ディレーティング曲線

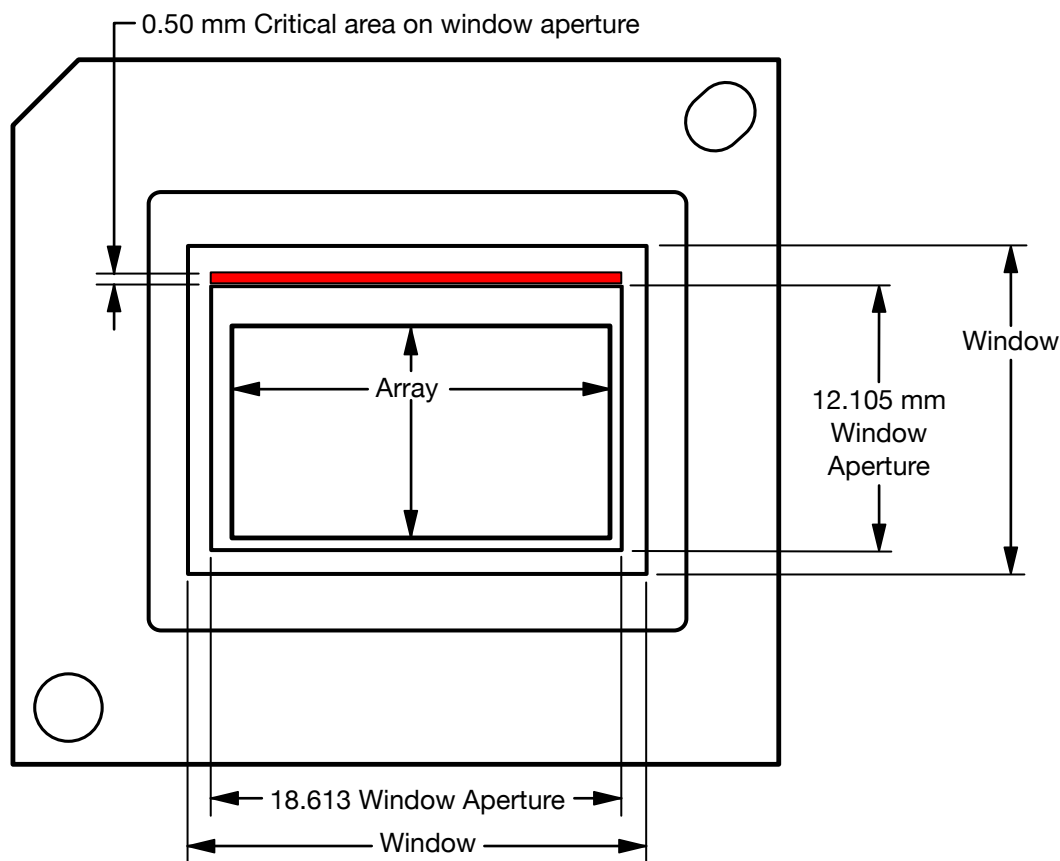


図 5-2. イルミネーション オーバーフィル ダイアグラム - クリティカル エリア

## 5.5 熱に関する情報

熱評価基準	DLP78TUV	単位
	FYU	
	350 ピン	
熱抵抗、テストポイント 1 (TP1) に対するアクティブ領域 <sup>(1)</sup>	0.55	°C/W

- (1) DMD は、吸収および放散された熱をパッケージの裏面に伝導するよう設計されています。冷却システムは、[推奨動作条件](#)で規定された温度範囲内に DMD を維持できる能力を備えています。  
DMD に加わる総熱負荷は主にアクティブ領域に吸収される入射光によって決まりますが、その他の要因として、ウィンドウ開口部で吸収される光エネルギーやアレイの電力消費も含まれます。  
光学系の設計要件として、ウィンドウの開口部の外に入射する光エネルギーを最小化することが求められます。なぜなら、この領域での熱負荷が追加されると、デバイスの信頼性が著しく低下する可能性があるからです。

## 5.6 電気的特性

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
<b>電源情報 (1080p)</b>						
I <sub>DD</sub>	消費電流 V <sub>DD</sub> <sup>(1)</sup>				800	mA
I <sub>DDI</sub>	消費電流 V <sub>DDI</sub> <sup>(1)</sup>				170	mA
I <sub>CC2</sub>	消費電流 V <sub>CC2</sub>				40	mA
P <sub>DD</sub>	消費電力 V <sub>DD</sub> <sup>(1)</sup>				1560	mW
P <sub>DDI</sub>	消費電力 V <sub>DDI</sub> <sup>(1)</sup>				332	mW
P <sub>CC2</sub>	消費電力 V <sub>CC2</sub> <sup>(1)</sup>				420	mW
<b>電源情報 (4K)</b>						
I <sub>DD</sub>	消費電流 V <sub>DD</sub> <sup>(1)</sup>				1200	mA
I <sub>DDI</sub>	消費電流 V <sub>DDI</sub> <sup>(1)</sup>				340	mA
I <sub>CC2</sub>	消費電流 V <sub>CC2</sub>				40	mA
P <sub>DD</sub>	消費電力 V <sub>DD</sub> <sup>(1)</sup>				2340	mW
P <sub>DDI</sub>	消費電力 V <sub>DDI</sub> <sup>(1)</sup>				663	mW
P <sub>CC2</sub>	消費電力 V <sub>CC2</sub> <sup>(1)</sup>				420	mW
<b>LVCMOS</b>						
V <sub>OH</sub>	High レベル出力電圧	I <sub>OH</sub> = 2mA	0.8			× V <sub>DD</sub>
V <sub>OL</sub>	Low レベル出力電圧	I <sub>OL</sub> = 2mA			0.2	× V <sub>DD</sub>
I <sub>OZ</sub>	ハイインピーダンス出力電流	V <sub>DD</sub> = 1.95V			10	μA
I <sub>IL</sub>	Low レベル入力電流	V <sub>DD</sub> = 1.95V, V <sub>in</sub> = 0V	-60			μA
I <sub>IH</sub>	High レベル入力電流 <sup>(2)</sup>	V <sub>DD</sub> = 1.95V, V <sub>in</sub> = V <sub>DD</sub>			200	μA
<b>容量</b>						
C <sub>I</sub>	入力容量: LVDS ピン	f = 1MHz			20	pF
C <sub>I</sub>	入力容量 <sup>(2)</sup>	f = 1MHz			15	pF
C <sub>O</sub>	出力容量 <sup>(2)</sup>	f = 1MHz			15	pF
C <sub>IM</sub>	MBRST[0:14] ピンの入力容量	f = 75kHz	360	410	520	pF

- (1) 過電流を防ぐため、供給電圧差 [V<sub>DDI</sub> – V<sub>DD</sub>] は、[絶対最大定格](#)で規定された限界未満である必要があります。  
(2) LVCMOS ピンにのみ適用されます。LVDS ピンとテストパッドピンは含まれません



## 5.7 タイミング要件

推奨動作条件範囲内 (特に記述のない限り)

パラメータの説明		最小値	公称値	最大値	単位
<b>SCP</b>					
t <sub>SCP_DS</sub>	SCPDI クロック セットアップ時間 (SCPCLK 立ち下がりエッジまで) <sup>(1)</sup>	800			ns
t <sub>SCP_DH</sub>	SCPDI ホールド時間 (SCPCLK 立ち下がりエッジ後) <sup>(1)</sup>	900			ns
t <sub>SCP_NEG_ENZ</sub>	SCPENZ の立ち下がりエッジから SCPCLK の立ち上がりエッジまでの時間 <sup>(1)</sup>	1			μs
t <sub>SCP_POS_ENZ</sub>	SCPCLK の立ち下がりエッジから SCPENZ の立ち上がりエッジまでの時間 <sup>(1)</sup>	1			μs
t <sub>SCP_OUT_EN</sub>	SCPENZ (トライステート解除) 後に SCP 出力バッファが復帰するのに必要な時間。 <sup>(1)</sup>			960	ns
t <sub>SCP_PW_ENZ</sub>	SCPENZ 非アクティブ パルス幅 (ハイレベル)	1			1/F <sub>scpclock</sub>
t <sub>r</sub>	立ち上がり時間 (20% ~ 80%)。 <sup>(2)</sup> を参照			200	ns
t <sub>f</sub>	立ち下がり時間 (80% ~ 20%)。 <sup>(2)</sup> を参照			200	ns
<b>LVDS</b>					
t <sub>R_LVDS</sub>	立ち上がり時間 (20% ~ 80%)。 <sup>(3)</sup> を参照			500	ps
t <sub>F_LVDS</sub>	立ち下がり時間 (80% ~ 20%)。 <sup>(3)</sup> を参照			500	ps
t <sub>C</sub>	DCLK_C および DCLK_D のクロック サイクル継続時間 <sup>(4)</sup>	2.5			ns
t <sub>W</sub>	DCLK_C/D のパルス幅 <sup>(4)</sup>	1.19			ns
t <sub>SU_data</sub>	DCLK の前の高速データ (15:0) に対するセットアップ時間 <sup>(4)</sup>	350			ps
t <sub>SU_sctrl</sub>	DCLK の前の SCTRL に対するセットアップ時間 <sup>(4)</sup>	330			ps
t <sub>H_data</sub>	DCLK の後の高速データ (15:0) に対するホールド時間 <sup>(4)</sup>	150			ps
t <sub>H_sctrl</sub>	DCLK の後の SCTRL に対するホールド時間 <sup>(4)</sup>	170			ps
t <sub>SKEW_A2B</sub>	チャンネル B とチャンネル A の間のスキュー許容誤差 <sup>(6) (7) (8)</sup>	-1.25		1.25	ns
t <sub>SKEW_C2D</sub>	チャンネル C とチャンネル D の間のスキュー許容誤差 <sup>(5) (9) (10)</sup>	-1.25		1.25	ns

- (1) [図 5-3](#) を参照。  
 (2) [図 5-4](#) を参照。  
 (3) [図 5-6](#) を参照。  
 (4) [図 5-7](#) を参照。  
 (5) [図 5-8](#) を参照してください。  
 (6) [図 5-8](#) を参照してください。  
 (7) チャンネル A (バス A) には次の LVDS ペアが含まれます: DCLK\_A、SCTRL\_A、D\_A。  
 (8) チャンネル B (バス B) には次の LVDS ペアが含まれます: DCLK\_B、SCTRL\_B、D\_B。  
 (9) チャンネル C (バス C) には次の LVDS ペアが含まれます: DCLK\_C、SCTRL\_C、および D\_C。  
 (10) チャンネル D (バス D) には、以下の LVDS ペアが含まれます: DCLK\_D、SCTRL\_D、D\_D。

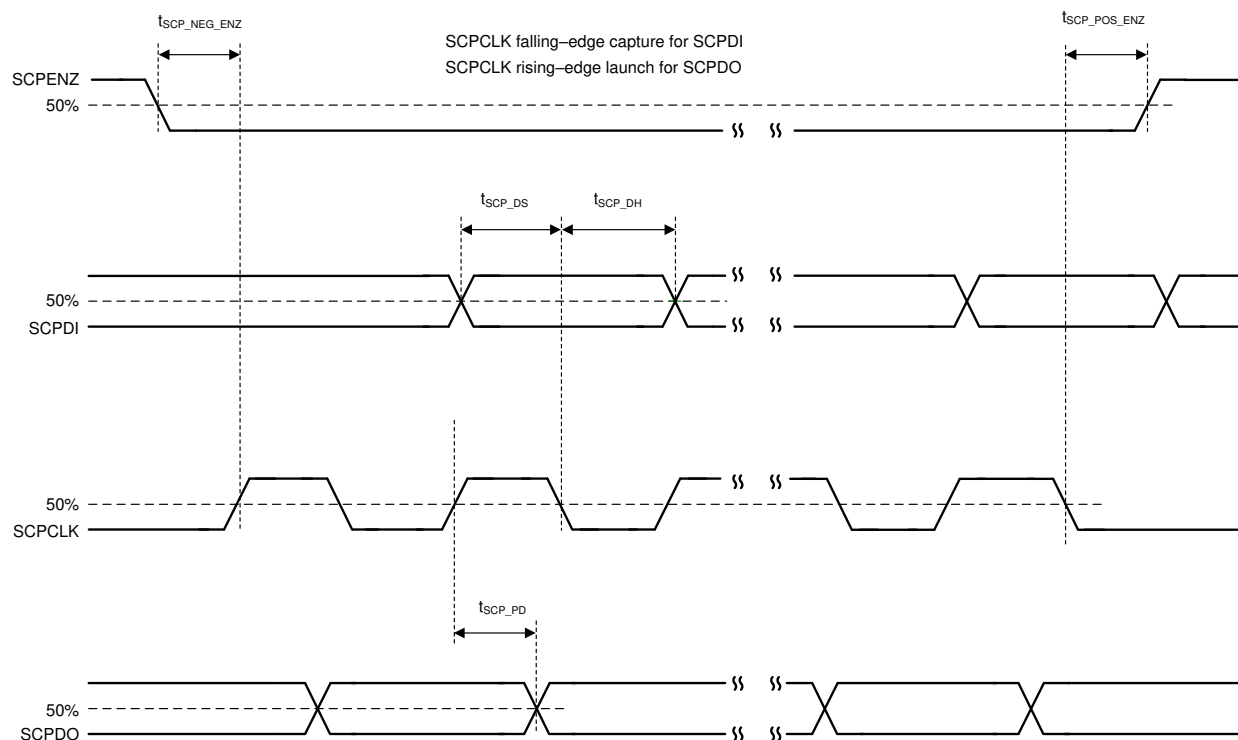


図 5-3. SCP タイミング パラメータ

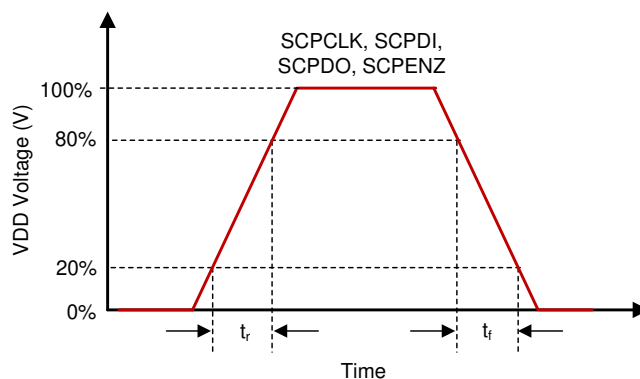


図 5-4. SCP 立ち上がり時間および立ち下がり時間

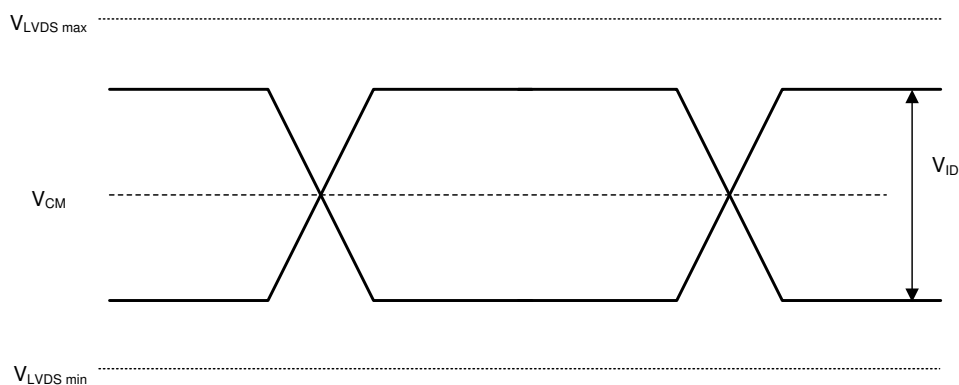


図 5-5. LVDS 波形パラメータ

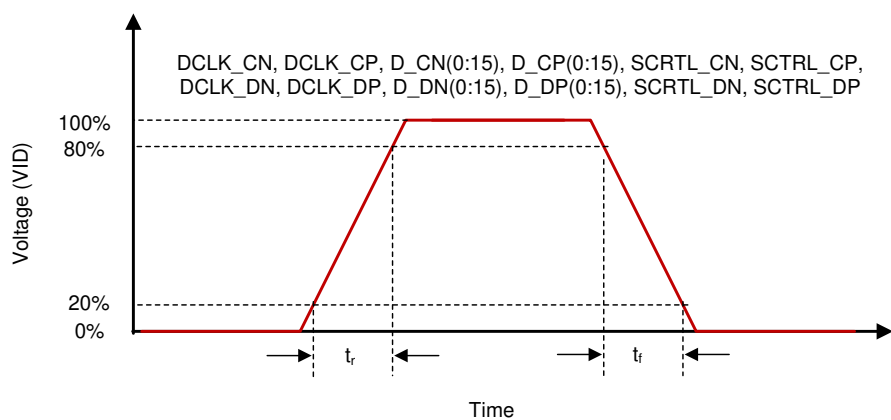


図 5-6. LVDS 立ち上がり時間および立ち下がり時間

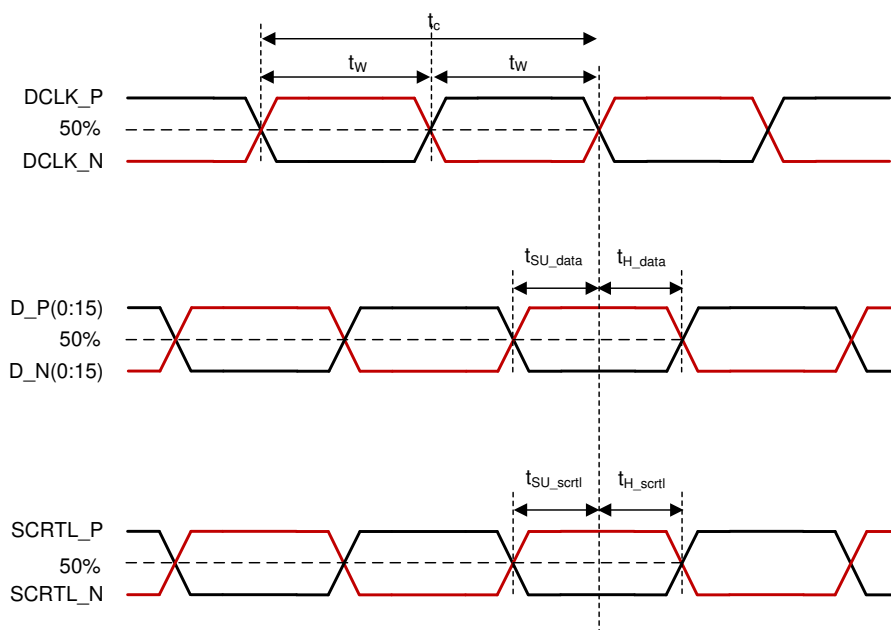


図 5-7. LVDS タイミング パラメータ

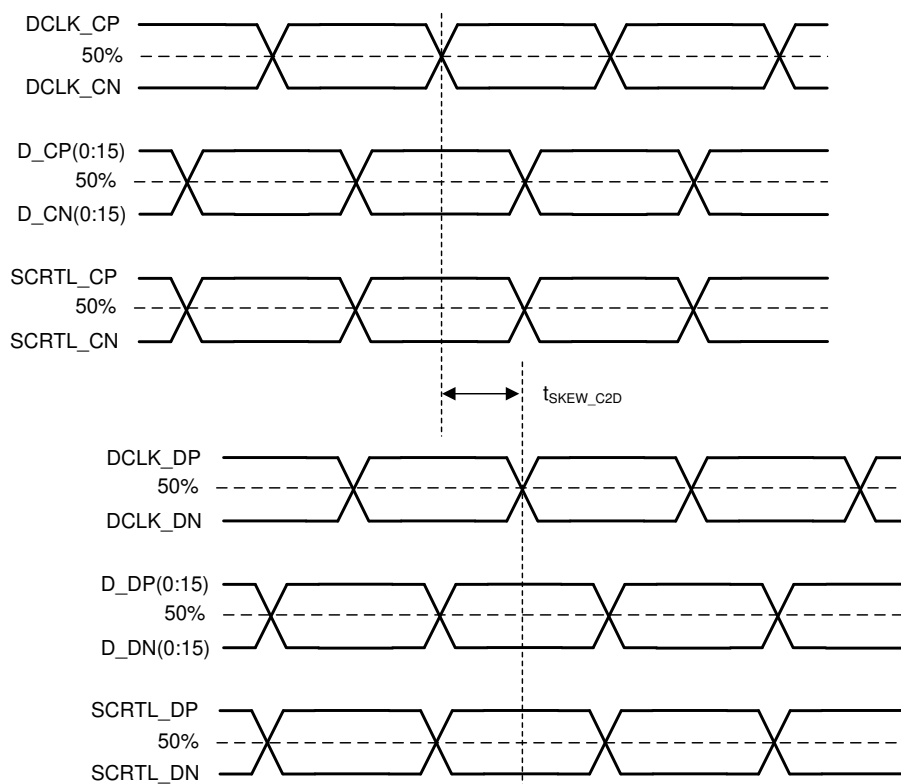


図 5-8. LVDS スキュー パラメータ

## 5.8 システム実装インターフェイスの荷重

パラメータ	最小値	公称値	最大値	単位
<b>電気およびサーマルインターフェイス領域の両方に荷重がかかる場合</b>				
電気インターフェイス領域に適用される最大荷重 <sup>(1)</sup>			111	N
サーマル インターフェイス領域に適用される最大負荷 <sup>(1)</sup>			111	N
<b>電気インターフェイス領域のみに荷重がかかる場合</b>				
電気インターフェイス領域に適用される最大荷重 <sup>(1)</sup>			222	N
サーマル インターフェイス領域に適用される最大負荷 <sup>(1)</sup>			0	N

(1) 負荷は、図 5-9 に示す対応する領域に均一に適用される必要があります。

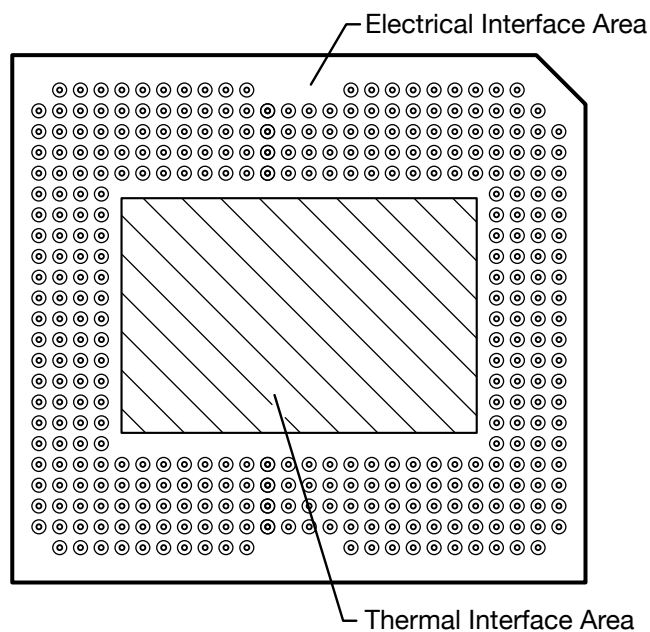


図 5-9. システム実装インターフェイスの荷重

## 5.9 マイクロミラー アレイの物理特性

パラメータの説明		値	単位
M	アクティブな列の数 <sup>(1)</sup>	1920	マイクロミラー
N	アクティブな行の数 <sup>(1)</sup>	1080	マイクロミラー
P	マイクロミラー (ピクセル) ピッチ <sup>(1)</sup>	9.0	μm
マイクロミラーのアクティブ アレイの幅 <sup>(1)</sup>	マイクロミラーのピッチ × アクティブ列の数	17.280	mm
マイクロミラーのアクティブ アレイの高さ <sup>(1)</sup>	マイクロミラーのピッチ × アクティブ行の数	9.720	mm
マイクロミラーのアクティブ境界 (上下) <sup>(2)</sup>	マイクロミラーの池 (POM)	12	マイクロミラー / サイド
マイクロミラーのアクティブ境界 (左右) <sup>(2)</sup>	マイクロミラーの池 (POM)	12	マイクロミラー / サイド

- (1) [図 5-10](#) を参照。
- (2) アクティブ アレイの周囲の構造と特性には、部分的に機能するマイクロミラーで **POM** と呼ばれる帯状の領域が含まれています。これらのマイクロミラーは構造のおよび / または電氣的に、明るい状態またはオン状態へ傾けることを防止しますが、オフ状態へ傾けるには電氣的のバイアスが必要です。

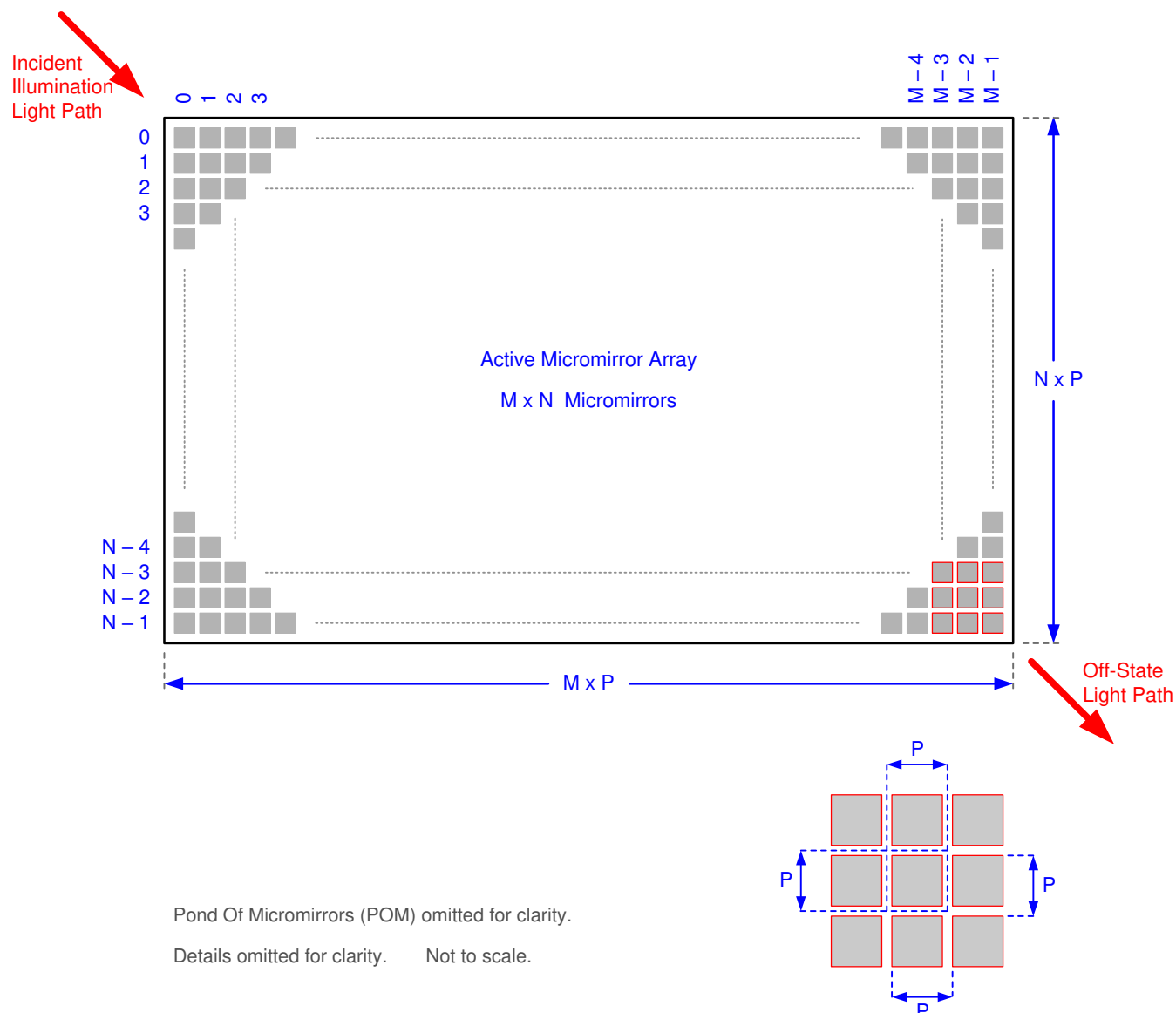


図 5-10. マイクロミラー アレイの物理特性

## 5.10 マイクロミラー アレイの光学特性

	パラメータ	テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
	マイクロミラーの傾斜角 <sup>(2) (3) (4) (5)</sup>	着地状態 <sup>(1)</sup>	13.5	14.5	15.5	度
画像性能 <sup>(6)</sup>	アクティブ領域の明るいピクセル <sup>(7)</sup>	グレイの 10 画面 <sup>(10)</sup>			0	マイクロミラー
	POM 内の明るいピクセル <sup>(7) (9)</sup>	グレイの 10 画面 <sup>(10)</sup>			1	
	アクティブ領域の暗いピクセル <sup>(8)</sup>	白色画面 <sup>(11)</sup>			4	
	隣接ピクセル <sup>(16)</sup>	任意の画面			0	
	アクティブ領域で不安定なピクセル <sup>(13)</sup>	任意の画面			0	

(1) マイクロミラー アレイ全体から形成されるプレーンを基準として測定されます。

(2) マイクロミラー アレイとパッケージのデータ間には、さらに大きな変動があります。

(3) 同じデバイス上または異なるデバイス上に配置された任意の 2 つの個別マイクロミラー間で発生する可能性のある変動を表しています。



- (4) 一部のアプリケーションでは、システム全体の光学設計においてマイクロミラーの傾斜角の変動を考慮することが重要です。一部のシステム光学設計では、デバイス内のマイクロミラーの傾斜角が変動すると、マイクロミラー アレイから反射された光磁界では不均一性が認識される場合があります。一部のシステム光学設計では、デバイス間でマイクロミラーの傾斜角が変動すると、色測定のバラツキ、システム効率のバラツキ、またはシステムコントラストのバラツキが生じる場合があります。
- (5) [図 5-11](#) を参照してください。
- (6) 受け入れ条件: すべての DMD 画像性能リターンは、以下の投影画像試験条件を用いて評価されます:
  - 試験セットのデガンマは線形である必要があります。
  - テスト セットの輝度とコントラストは公称値に設定する必要があります。
  - 投影画像の対角サイズは、最低 60 インチであるものとします。
  - 投影スクリーンは 1 ゲインにするものとします。
  - 投影画像は、最小 8 フィートの距離から検査する必要があります。
  - すべての画像性能試験において、画像はフォーカスされている必要があります。
- (7) 明るいピクセルの定義: シングル ピクセルまたはミラーがオン位置に固定され、周囲のピクセルよりも目に見えて明るいこと
- (8) 暗いピクセルの定義: シングル ピクセルまたはミラーがオフ位置に固定され、周囲のピクセルよりも目に見えて暗いこと
- (9) POM の定義: アクティブ領域を囲むオフ状態のミラーによる矩形の境界
- (10) グレイの 10 スクリーンの定義: RGB 値を  $R = 10/255$ ,  $G = 10/255$ ,  $B = 10/255$  に設定したフル スクリーン
- (11) 白色画面の定義: RGB 値を  $R = 255/255$ ,  $G = 255/255$ ,  $B = 255/255$  に設定したフル スクリーン
- (12) 隣接ピクセルの定義: 共通の境界または共通のポイントを共有する 2 つ以上のスタック ピクセル (クラスタとも呼ばれます)。
- (13) 不安定なピクセルの定義: パラメータをメモリにロードした順序で動作しないシングル ピクセルまたはミラー。不安定なピクセルは、画像と非同期にちらつきがあるように見えます。

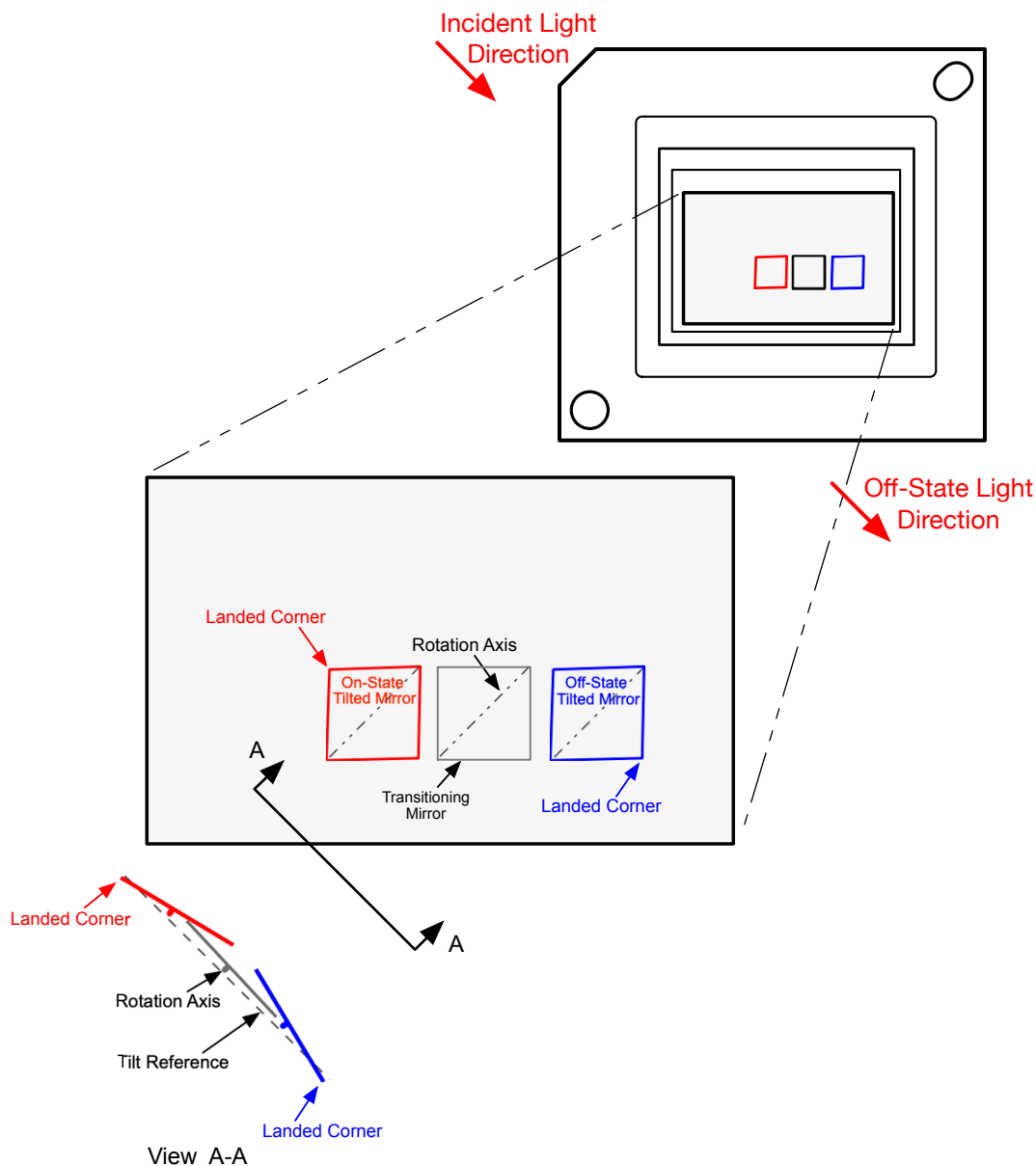


図 5-11. マイクロミラーの着地方向と傾き

## 5.11 ウィンドウの特性

パラメータの説明	テスト条件	最小値	公称値	最大値	単位
ウィンドウ材質		コーニング EagleXG			
ウィンドウ屈折率	546.1nm		1.5119		

## 5.12 チップセット コンポーネントの使用方法的仕様

DLP78TUV DMD の信頼性の高い機能と動作を実現するには、TI の DMD 制御テクノロジーを採用または実装する部品など、該当する DLP チップセットの他の部品と組み合わせて使用する必要があります。TI の DMD 制御テクノロジーは、DLP DMD の動作または制御に使用される TI のテクノロジーとデバイスで構成されています。

---

### 注

TI は、前述の制限を超える光学システムの動作条件によって発生する画質のアーチファクトまたは DMD の故障については、一切責任を負いません。

---

## 6 詳細説明

### 6.1 概要

DLP78TUV DMD は、対角 0.78 インチ (2cm) の空間光変調器で、反射率の高いアルミニウム製マイクロミラー アレイを内蔵しています。DMD は、電気入力、光出力の光マイクロマシン (MOEMS) です。DMD マイクロミラーの高速スイッチング速度と高度な DLP 画像処理アルゴリズムを組み合わせることで、マイクロミラー アレイは  $3840 \times 2160$  フレーム レートで 60Hz ピクセルのフル画像を表示できます。電氣的インターフェイスは、低電圧差動信号伝送 (LVDS) インターフェイスです。DMD は、1 ビット CMOS メモリ セルの 2 次元アレイで構成されます。アレイは、M 個のメモリ セル列と N 個のメモリ セル行の格子状に編成されます。[セクション 6.2](#) を参照してください。マイクロミラーの正または負の偏向角度は、基盤となる CMOS アドレッシング回路とマイクロミラー リセット信号 (MBRST) のアドレス電圧を変更することで、個別に制御可能です。

DLP 0.78 インチ (1.95cm) UV チップセットは、DLP78TUV DMD、2 個または 1 個の DLPC6422 ライト コントローラー、DLPA300 マイクロミラー ドライバ、および [DLPA100](#) 電源管理、モーター ドライバで構成されています。信頼性の高い動作のために、DLP78TUV DMD は常に、チップセットで指定された DLPC6422 ライト コントローラおよび電源およびモーター ドライバと併用する必要があります。

## 6.2 機能ブロック図

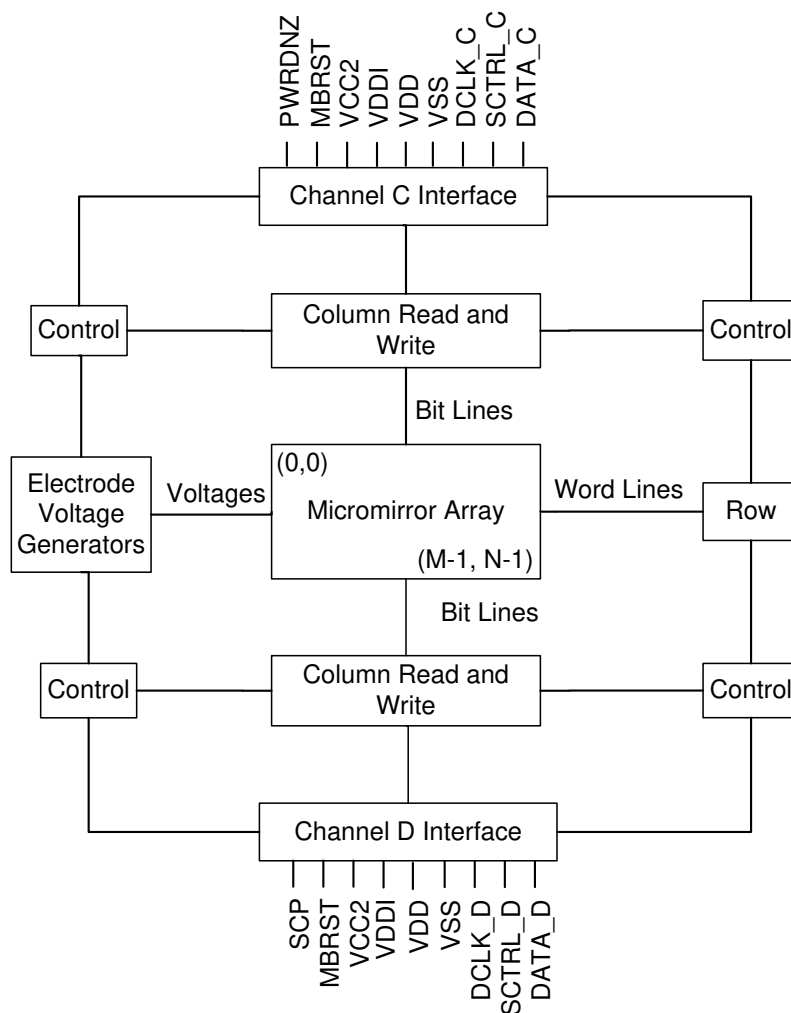


図 6-1. 1080p シングル コントローラ システムの機能ブロック図

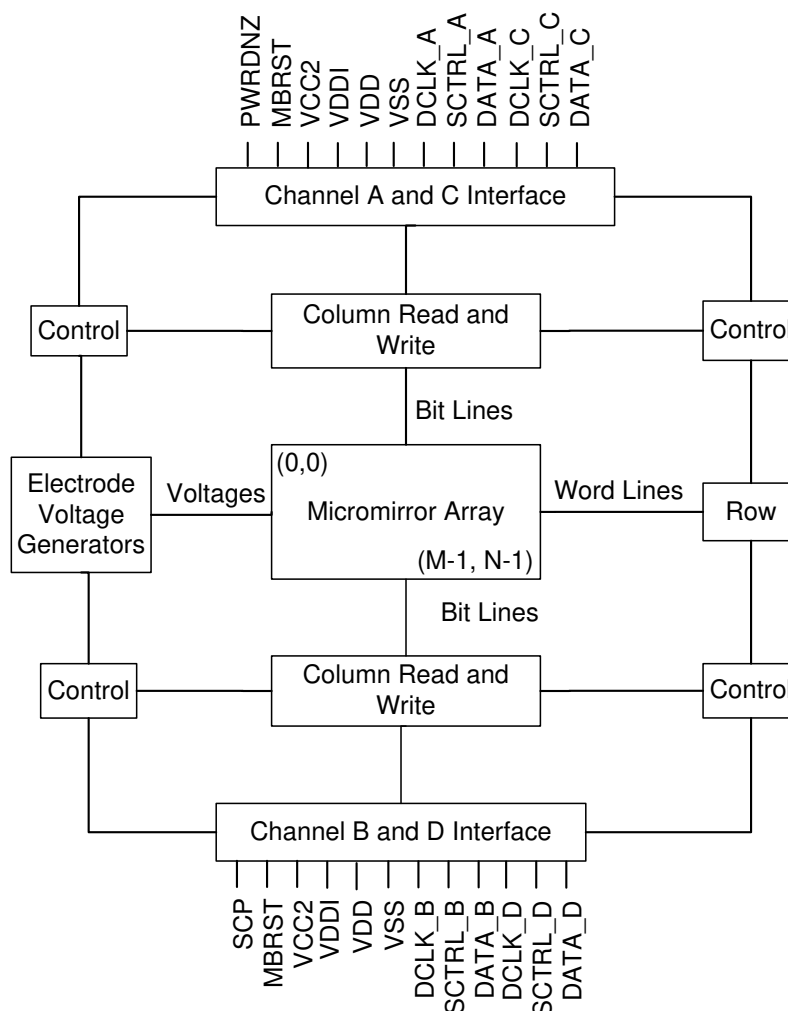


図 6-2. 4K デュアル コントローラ システムの機能ブロック図

## 6.3 機能説明

### 6.3.1 電源インターフェイス

DMD は次の 2 つの DC 電圧を必要とします: VDD および VDDI 用の 1.8V ソースと、VCC2 用の 10V 電源。標準的な構成では、[DLPA100](#) 電源管理およびモータードライバによって 3.3V が生成され、DMD ボードで使用されて 1.8V を生成します。[DLPA300](#) マイクロミラードライバは 12V を取り込み、マイクロミラーのリセット電圧を生成します。

### 6.3.2 タイミング

データシートには、デバイスピンでのタイミングが記載されています。出力タイミング解析では、テストのピン エレクトロニクスとその伝送ラインの影響を考慮に入れる必要があります。タイミング基準負荷は、特定のシステム環境を精密に表現したり、製造試験で示される実際の負荷を表現したりすることを意図したものではありません。TI はシステム設計者が IBIS または他のシミュレーション ツールを使用して、タイミング基準負荷をシステム環境に関連付けることを推奨しております。AC タイミング信号の特性評価および測定には、指定の負荷容量値のみを使用してください。この負荷容量の値は、デバイスが駆動可能な最大負荷を示しているわけではありません。

## 6.4 デバイスの機能モード

DMD の機能モードは、DLPC6422 ライト コントローラによって制御されます。DLPC6422 ライト コントローラのデータシートを参照するか、TI アプリケーション エンジニアにお問い合わせください。

## 6.5 光学インターフェイスおよびシステムの画質に関する検討事項

TI は、最終製品の光学性能について一切責任を負いません。目的の最終製品の光学性能を実現するには、多数の部品とシステム設計パラメータとの間でトレードオフを決定する必要があります。システムの光学性能と画像品質の最適化は、光学システム設計のパラメータのトレードオフに大きく関係しています。想定可能なすべてのアプリケーションを予測できるわけではありませんが、プロジェクタの画質と光学性能は、以下のセクションに示す光学システムの動作条件への準拠によって決まります。

### 6.5.1 開口数および迷光制御

テキサス・インスツルメンツ は、照明光学系の開口数によって定義される光円錐角は、投影光学系の開口数によって定義される光円錐角と同じであることが望ましいことを推奨しています。この角度は、照明および投影瞳孔に適切な開口部を追加して、投影レンズからの平面光および迷光をブロックする場合を除いて、公称デバイスのマイクロミラー傾斜角を超えないようにする必要があります。DLP78TUV の傾き角度は  $14.5^\circ$  で、これは  $f/2.0$  の開口数に対応します。マイクロミラーの傾斜角により、DMD の「オン」光路をその他のライトパスから分離できます。これには、DMD ウィンドウからの望ましくない平面状態の反射、DMD の境界構造、または DMD 付近にあるプリズムやレンズ表面などのその他のシステム表面などが含まれます。開口数がマイクロミラーの傾斜角を超える場合、または投影開口数角度が照明開口数角度より  $2^\circ$  以上大きい場合 (その逆も同様)、コントラストが低下し、表示境界および/またはアクティブ領域に望ましくないアーティファクトが発生する可能性があります。

### 6.5.2 瞳孔一致

光学的品質および画質に関する TI の仕様は、照明用光学素子の射出瞳が公称値として投影光学素子の入射瞳から  $2^\circ$  以内の位置を中心としていると仮定しています。瞳孔のずれは、ディスプレイ境界とアクティブ領域に不快なアーチファクトを発生させる可能性があり、特にシステムの開口数がピクセル チルト角度を超える場合は、制御するために追加のシステム開口部が必要になる場合があります。

### 6.5.3 オーバーフィル照射

デバイスのアクティブ領域は、DMD チップ アセンブリの構造を通常の視界から覆い隠す、DMD ウィンドウ面の内側にある開口部で囲まれ、複数の光学動作条件を想定したサイズとなっています。ウィンドウ開口部を照らすオーバーフィル光は、ウィンドウ開口部の端からアーチファクトが発生したり、その他の表面異常が画面に表示されたりする可能性があります。照明光学システムは、ウィンドウ開口部上の任意の場所に入射する光束が、アクティブ領域の平均光束レベルの約  $10\%$  を超えないように設計する必要があります。特定のシステムの光学的アーキテクチャによっては、ウィンドウ開口部上のオーバーフィル光を推奨される  $10\%$  未満にさらに低減して、許容可能な範囲にする必要があります。

## 6.6 マイクロミラー アレイ温度の計算

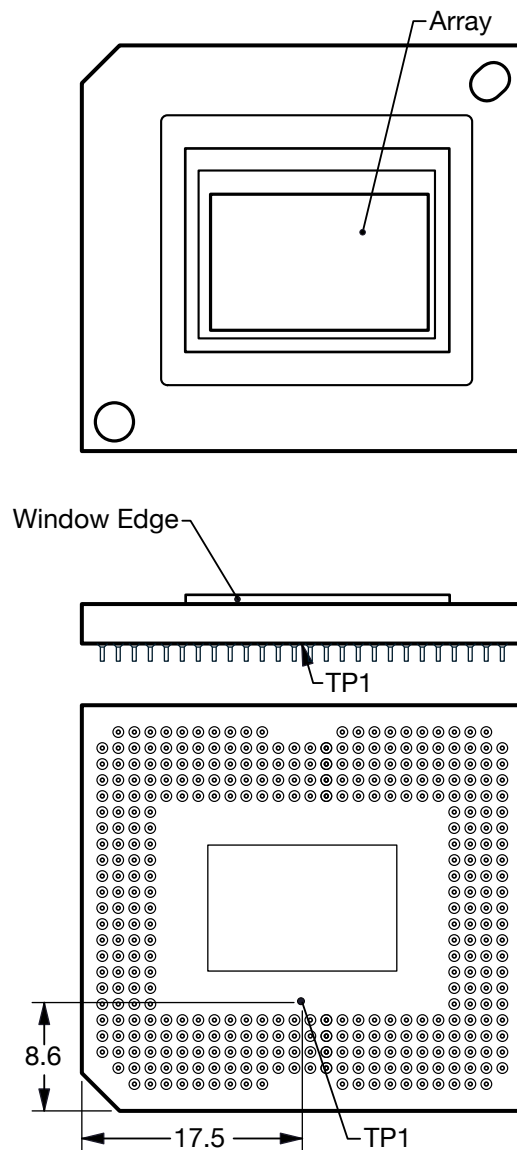


図 6-3. DMD の温度テスト ポイント

マイクロミラー アレイの温度は直接測定できないため、パッケージ外部の測定ポイント、パッケージの熱抵抗、電力、照明の熱負荷から、解析的に計算する必要があります。以下の式は、アレイ温度と上記の熱試験 TP1 の基準セラミック温度との関係を示しています：

$$T_{\text{ARRAY}} = T_{\text{CERAMIC}} + (Q_{\text{ARRAY}} \times R_{\text{ARRAY-TO-CERAMIC}}) \quad (1)$$

$$Q_{\text{ARRAY}} = Q_{\text{ELECTRICAL}} + Q_{\text{ILLUMINATION}} \quad (2)$$

ここで、

- $T_{\text{ARRAY}}$  = 算出されたアレイ温度 (°C)
- $T_{\text{CERAMIC}}$  = 測定されたアレイ温度 (°C) (TP1 の場所)
- $R_{\text{ARRAY-TO-CERAMIC}}$  = アレイからセラミック TP1 までの [セクション 5.5](#) で規定するパッケージの熱抵抗 (°C/ワット)



- $Q_{\text{ARRAY}}$  = アレイ上の DMD 全体の消費電力 (W) (電力 + 吸収光)
- $Q_{\text{ELECTRICAL}}$  = 公称電力 (W)
- $Q_{\text{INCIDENT}}$  = インシデント照明光出力 (W)
- $Q_{\text{ILLUMINATION}}$  = (DMD 平均熱吸収率  $\times Q_{\text{INCIDENT}}$ ) (W)
- DMD の平均熱吸収率 = 0.55

DMD の消費電力は変数で、電圧、データレート、動作周波数に依存します。アレイ温度の計算時に使用する公称消費電力量は 1.4W です。照射用光源から吸収される電力は変数で、マイクロミラーの動作状態と光源の強度に依存します。上記の式は、シングル チップまたはマルチチップの DMD システムに有効です。この想定では、アクティブ アレイで 83.7%、アレイ境界で 16.3% の照度分布を想定しています。

標準的な投影アプリケーションの計算例は次のとおりです。

$$Q_{\text{INCIDENT}} = 23.8\text{W (measured)} \quad (3)$$

$$T_{\text{CERAMIC}} = 55.0^{\circ}\text{C (measured)} \quad (4)$$

$$Q_{\text{ELECTRICAL}} = 1.4\text{W} \quad (5)$$

$$Q_{\text{ARRAY}} = 1.4\text{W} + (0.55 \times 23.8\text{W}) = 14.49\text{W} \quad (6)$$

$$T_{\text{ARRAY}} = 55.0^{\circ}\text{C} + (14.49\text{W} \times 0.55^{\circ}\text{C/W}) = 63^{\circ}\text{C} \quad (7)$$

## 6.7 マイクロミラーの電力密度の計算

さまざまな波長帯域で DMD 上の照明の光出力密度を計算するには、DMD で測定された合計光出力、照明のオーバーフィル率、アクティブ アレイの面積、目的の波長帯域でのスペクトルの合計光出力に対する比率を使用します。

- $ILL_{\text{UV4}} = [OP_{\text{UV4-RATIO}} \times Q_{\text{INCIDENT}}] \times 1000 \text{ (mW/W)} \div A_{\text{ILL}} \text{ (mW/cm}^2\text{)}$
- $ILL_{\text{UV3}} = [OP_{\text{UV3-RATIO}} \times Q_{\text{INCIDENT}}] \div A_{\text{ILL}} \text{ (W/cm}^2\text{)}$
- $ILL_{\text{UV2}} = [OP_{\text{UV2-RATIO}} \times Q_{\text{INCIDENT}}] \div A_{\text{ILL}} \text{ (W/cm}^2\text{)}$
- $ILL_{\text{UV1}} = [OP_{\text{UV1-RATIO}} \times Q_{\text{INCIDENT}}] \div A_{\text{ILL}} \text{ (W/cm}^2\text{)}$
- $ILL_{\text{UV}} = [OP_{\text{UV-RATIO}} \times Q_{\text{INCIDENT}}] \div A_{\text{ILL}} \text{ (W/cm}^2\text{)}$
- $ILL_{\text{VIS}} = [OP_{\text{VIS-RATIO}} \times Q_{\text{INCIDENT}}] \div A_{\text{ILL}} \text{ (W/cm}^2\text{)}$
- $A_{\text{ILL}} = A_{\text{ARRAY}} \div (1 - OV_{\text{ILL}}) \text{ (cm}^2\text{)}$

ここで

- $ILL_{\text{UV4}}$  = DMD での UV4 照明の電力密度 (mW/cm<sup>2</sup>)
- $ILL_{\text{UV3}}$  = DMD での UV3 照明の電力密度 (W/cm<sup>2</sup>)
- $ILL_{\text{UV2}}$  = DMD での UV2 照明の電力密度 (W/cm<sup>2</sup>)
- $ILL_{\text{UV1}}$  = DMD での UV1 照明の電力密度 (W/cm<sup>2</sup>)
- $ILL_{\text{UV}}$  = DMD での UV 照明の電力密度 (W/cm<sup>2</sup>)
- $ILL_{\text{VIS}}$  = DMD での VIS 照明の電力密度 (W/cm<sup>2</sup>)
- $A_{\text{ILL}}$  = DMD での照明領域 (cm<sup>2</sup>)
- $Q_{\text{INCIDENT}}$  = DMD での総入射光パワー (W) (測定値)
- $A_{\text{ARRAY}}$  = アレイの面積 (cm<sup>2</sup>) (データシート)
- $OV_{\text{ILL}}$  = アレイ外の DMD の総照明パーセント (%) (光学モデル)
- $OP_{\text{UV4-RATIO}}$  = 照明スペクトルにおける、波長が 365nm 未満の光パワーの合計に対する、総光パワーに対する比率 (スペクトル測定)
- $OP_{\text{UV3-RATIO}}$  = 照明スペクトルの総光出力に対する、波長が 365nm 以上 385nm 以下の場合の光出力比 (スペクトル測定)

- $OP_{UV2-RATIO}$  = 照明スペクトルの総光出力に対する、波長が 385nm 以上 400nm 以下の場合の光出力比 (スペクトル測定)
- $OP_{UV1-RATIO}$  = 照明スペクトルの総光出力に対する、波長が 400nm 以上 410nm 以下の場合の光出力比 (スペクトル測定)
- $OP_{UV-RATIO}$  = 照明スペクトルの総光出力に対する、波長が 365nm 以上 410nm 以下の場合の光出力比 (スペクトル測定)
- $OP_{VIS-RATIO}$  = 照明スペクトルの総光出力に対する、波長が 410 以上 800nm 以下の場合の光出力比 (スペクトル測定)

照明領域は、照明オーバーフィルによって異なります。DMD 上の総照明領域は、アレイ領域と、アレイの周囲のオーバーフィル領域です。光学モデルを使用して、アレイの外部にある DMD 上の全照明の割合 ( $OV_{ILL}$ ) と、アクティブ アレイ上にある全照明の割合を決定します。これらの値から、照明領域 ( $A_{ILL}$ ) が計算されます。照明は、アレイ全体で一様であると仮定します。

測定された照明スペクトルから、総光出力に対する、対象の波長帯域における光出力との比が計算されます。

サンプル計算 — 照明 405nm

$$Q_{INCIDENT} = 23.8W \text{ (measured)} \quad (8)$$

$$A_{ARRAY} = (17.280mm \times 9.72mm) \div 100 = 1.6796cm^2 \text{ (data sheet)} \quad (9)$$

$$OV_{ILL} = 16.3\% \text{ (optical model)} \quad (10)$$

$$OP_{UV1-RATIO} = 0.99876 \text{ (spectral measurement)} \quad (11)$$

$$OP_{UV2-RATIO} = 0.00062 \text{ (spectral measurement)} \quad (12)$$

$$A_{ILL} = 1.6796cm^2 \div (1 - 0.163) = 2.0067cm^2 \quad (13)$$

$$ILL_{UV1} = [0.99876 \times 23.8W] \div 2.0067cm^2 = 11.85 W/cm^2 \quad (14)$$

$$ILL_{UV2} = [0.00062 \times 23.8W] \div 2.0067cm^2 = 0.0074 W/cm^2 \quad (15)$$

## 6.8 ウィンドウ アパーチャイル ミネーション オーバーフィル計算

ウィンドウ開口部のクリティカル領域の光学的オーバーフィルの量は直接測定できません。アレイ上で照射が均一なシステムの場合、この量は、DMD の入射光パワーの合計測定値と、定義された重要領域における DMD の総光パワーの比率を使用して決定されます。この光学モデルを使用して、ウィンドウ開口部臨界面積の光出力の割合を決定し、面積のサイズを推定します。

$$Q_{AP-ILL} = [Q_{INCIDENT} \times OP_{AP\_ILL\_RATIO}] \div A_{AP\_ILL} \text{ (W/cm}^2\text{)}$$

ここで

- $Q_{AP-ILL}$  = ウィンドウ開口部照明オーバーフィル ( $W/cm^2$ )
- $Q_{INCIDENT}$  = DMD での総入射光パワー (ワット) (測定値)
- $OP_{AP\_ILL\_RATIO}$  = ウィンドウ開口部の重要領域の光出力と DMD の合計光出力との比率 (光学モデル)
- $A_{AP-ILL}$  = ウィンドウ開口部臨界面積 ( $cm^2$ ) (データ シート)
- $OP_{CA\_RATIO}$  = 入射光パワー (%) (光学モデル) を持つウィンドウ開口重要領域のパーセンテージ

計算例:

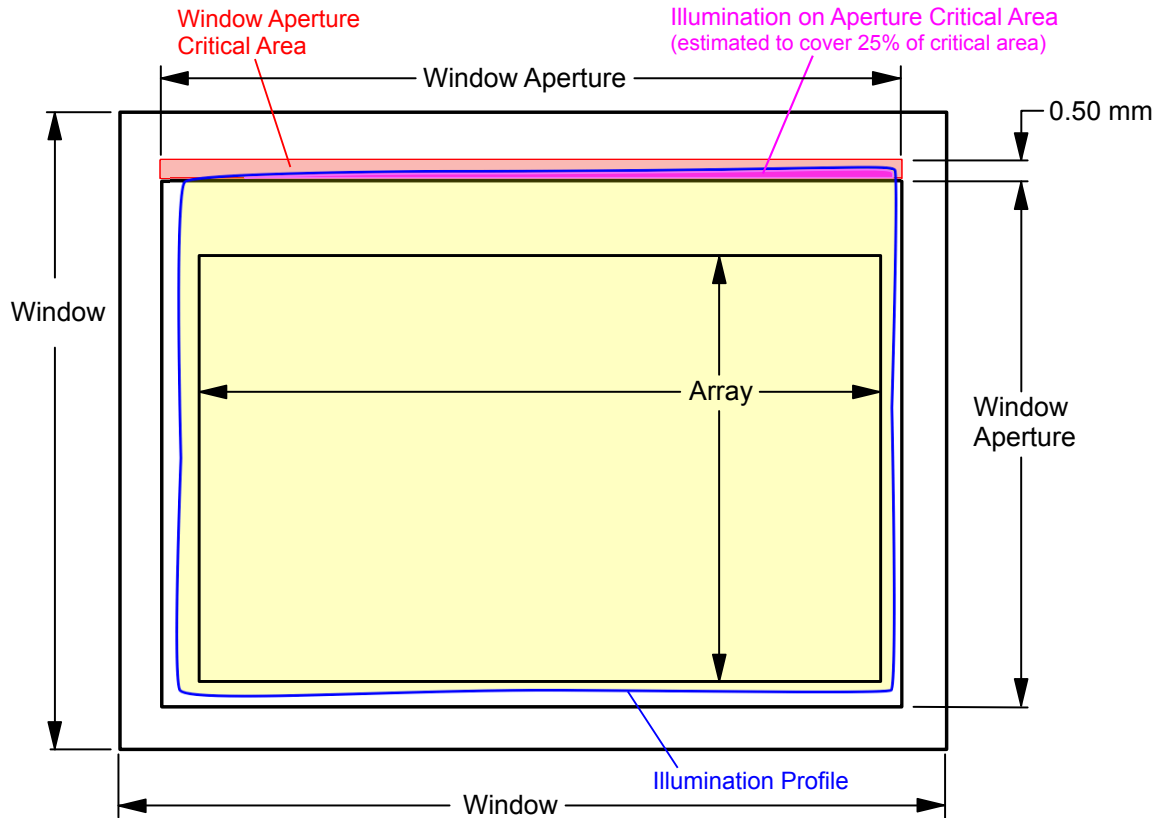


図 6-4. ウィンドウ アパーチャのオーバーフィルの例

クリティカル アパーチャの長さについては、図を参照してください。

$$Q_{\text{INCIDENT}} = 23.8\text{W (measured)} \quad (16)$$

$$OP_{\text{AP\_ILL\_RATIO}} = 0.312\% \text{ (optical model)} \quad (17)$$

$$OV_{\text{CA\_RATIO}} = 25\% \text{ (optical model)} \quad (18)$$

$$\text{Length of the window aperture for critical area} = 1.8613\text{cm (data sheet)} \quad (19)$$

$$\text{Width of critical area} = 0.050\text{cm (data sheet)} \quad (20)$$

$$A_{\text{AP-ILL}} = 1.8613\text{cm} \times 0.050\text{cm} = 0.093065 \text{ (cm}^2\text{)} \quad (21)$$

$$Q_{\text{AP-ILL}} = (23.8\text{W} \times 0.00312) \div (0.093065\text{cm}^2 \times 0.25) = 3.2 \text{ (W/cm}^2\text{)} \quad (22)$$

## 6.9 マイクロミラーのランデッド オン/ランデッド オフ デューティ サイクル

### 6.9.1 マイクロミラーのランデッド オン/ランデッド オフ デューティ サイクルの定義

マイクロミラーのランデッド オン/ランデッド オフ デューティ サイクル (ランデッド デューティ サイクル) は、個々のマイクロミラーがオン状態で着地している時間の割合を、同じマイクロミラーがオフ状態で着地している時間に対する割合として示します。

たとえば、100/0 のランデッド デューティ サイクルは、基準のピクセルがオン状態の時間 100% (オフ状態の時間 0%) にあることを示しています。一方、0/100 は、ピクセルがオフ状態の時間 100% にあることを示しています。同様に、50/50 はピクセルがオン状態の時間 50% (オフ状態の時間 50%) になっていることを示します。

なお、ランデッド デューティ サイクルを評価する際、一方の状態 (オンまたはオフ) から他方の状態 (オフまたはオン) に切り替わるのに要する時間は無視できるものと見なされます。

マイクロミラーはどちらか一方の状態 (オンまたはオフ) でしか着地できないため、2 つの数値 (パーセンテージ) の合計は必ず 100 になります。

### 6.9.2 DMD のランデッド デューティ サイクルと有効寿命

(最終製品またはアプリケーションの) 長期平均ランデッド デューティ サイクルを把握することが重要です。DMD マイクロミラー アレイ (アクティブ アレイとも呼ばれます) のすべて (または一部) を非対称ランデッド デューティ サイクルに長時間適用すると、DMD の有効寿命が短くなるためです。

ランデッド デューティ サイクルの対称性 / 非対称性が関連することに注意してください。ランデッド デューティ サイクルの対称性は、2 つの数値 (パーセンテージ) がどれだけ等しいかによって決まります。たとえば、50/50 のランデッド デューティ サイクルは完全に対称ですが、100/0 または 0/100 のランデッド デューティ サイクルは完全に非対称です。

### 6.9.3 ランデッド デューティ サイクルと動作時の DMD 温度

DMD の動作温度とランデッド デューティ サイクルは DMD の耐用年数に影響を及ぼします。この相互作用を利用すると、非対称ランデッド デューティ サイクルが DMD の耐用年数に及ぼす影響を低減できます。これは、[図 5-1](#) に示すデレーティング曲線で定量化されます。

この曲線の重要性は次のとおりです。

- この曲線に沿ったすべてのポイントは、同じ耐用年数を表します。
- この曲線より上のすべてのポイントは、より短い耐用年数を表します (そして、曲線から離れているほど、耐用年数は短くなります)。
- この曲線より下のすべてのポイントは、より長い耐用年数を表します (そして、曲線から離れているほど、耐用年数は長くなります)。

実際には、この曲線は、所定の長期平均ランディング デューティ サイクルにおける DMD の最大動作温度を指定します。

### 6.9.4 製品またはアプリケーションの長期平均ランデッド デューティ サイクルの推定

所定の期間中、特定のピクセルのランデッド デューティサイクルは、そのピクセルによって表示される画像内容から追従します。

たとえば、最も単純なケースでは、ある一定の期間、あるピクセルに純粋な白を表示する場合、そのピクセルはその期間中に 100/0 ランデッド デューティサイクル下で動作します。同様に、純粋な黒を表示する場合、ピクセルは 0/100 ランデッド デューティサイクル下で動作します。

この 2 つの極端な値の間 (入力画像に適用される色と画像処理をとりあえず無視します)、ランデッド デューティ サイクルは、[表 6-1](#) に示すように、グレイスケール値で 1 対 1 を追跡します。

**表 6-1. グレイスケール値とランデッド デューティ サイクル**

グレイスケール値	ランデッド デューティ サイクル
0%	0/100
10%	10/90
20%	20/80
30%	30/70
40%	40/60
50%	50/50

**表 6-1. グレイスケール値とランデッド デューティ サイクル (続き)**

グレイスケール値	ランデッド デューティ サイクル
60%	60/40
70%	70/30
80%	80/20
90%	90/10
100%	100/0

演色を考慮 (ただしここでも画像処理を無視します) するには、特定のピクセルの各構成原色 (赤、緑、青) のカラー強度 (0% から 100%) と、各原色のカラー サイクル時間 (「カラー サイクル時間」は、目的のホワイト ポイントを達成するために特定の原色が表示されるフレーム時間の合計割合) の両方を知る必要があります。

特定の期間内に、特定のピクセルのランデッド デューティ サイクルを計算するには、[式 23](#) を使用します。

$$\text{Landed Duty Cycle} = (\text{Red\_Cycle\_}\% \times \text{Red\_Scale\_Value}) + (\text{Green\_Cycle\_}\% \times \text{Green\_Scale\_Value}) + (\text{Blue\_Cycle\_}\% \times \text{Blue\_Scale\_Value}) \quad (23)$$

ここで、

- **Red\_Cycle\_%** は、目的のホワイト ポイントを達成するために赤で表示されるフレーム時間の割合を表します。
- **Green\_Cycle\_%** は、目的のホワイト ポイントを達成するために緑で表示されるフレーム時間の割合を表します。
- **Blue\_Cycle\_%** は、目的のホワイト ポイントを達成するために青で表示されるフレーム時間の割合を表します。

たとえば、赤、緑、青のカラー サイクル時間がそれぞれ 30%、50%、20% であると仮定し、(目的のホワイト ポイントを達成するために) 赤、緑、青の強度のさまざまな組み合わせに対するランデッド デューティ サイクルは、[表 6-2](#) と [表 6-3](#) に示すようになります。

**表 6-2. フルカラー、カラー パーセンテージに対するランデッド デューティ サイクルの例**

サイクル パーセンテージ		
赤色	緑色	青色
30%	50%	20%

**表 6-3. フルカラーのランデッド デューティ サイクルの例**

スケール値			ランデッド デューティ サイクル
赤色	緑色	青色	
0%	0%	0%	0/100
100%	0%	0%	30/70
0%	100%	0%	50/50
0%	0%	100%	20/80
0%	12%	0%	6/94
0%	0%	35%	7/93
60%	0%	0%	18/82
0%	100%	100%	70/30
100%	0%	100%	50/50
100%	100%	0%	80/20
0%	12%	35%	13/87
60%	0%	35%	25/75
60%	12%	0%	24/76

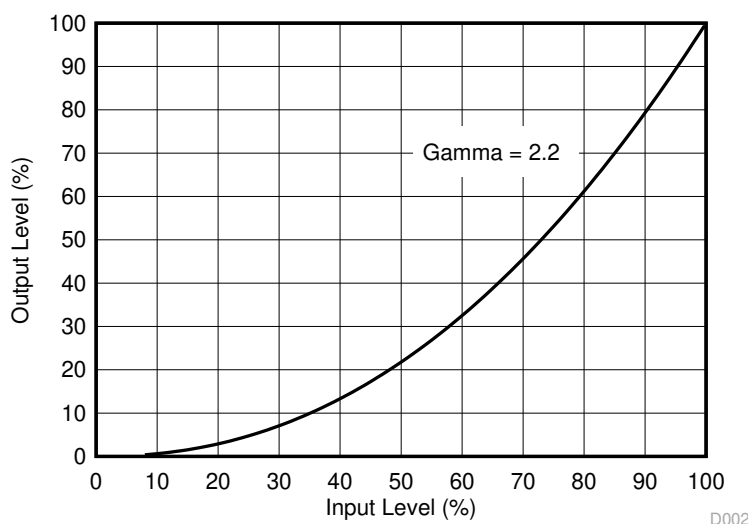
**表 6-3. フルカラーのランデッド デューティ サイクルの  
例 (続き)**

スケール値			ランデッド デュー ティ サイクル
赤色	緑色	青色	
100%	100%	100%	100/0

ランデッド デューティ サイクルを推定する際に考慮すべき最後の要因は、適用されている画像処理です。DLPC6422 ライト コントローラ内では、ガンマ機能はランデッド デューティサイクルに影響を与えます。

ガンマは、 $\text{Output\_Level} = A \times \text{Input\_Level}^{\text{Gamma}}$  という形式の電力関数です。ここで、**A** は通常 1 に設定されるスケール係数です。

DLPC6422 ライト コントローラでは、ピクセル単位で入力画像データにガンマが適用されます。一般的なガンマ係数は 2.2 で、[図 6-5](#) に示すように入力データが変換されます。



**図 6-5. ガンマ= 2.2 の例**

[図 6-5](#) から、指定された入力ピクセルのグレイスケール値が 40% の場合 (ガンマが適用される前)、ガンマが適用された後でグレイスケール値は 13% になります。したがって、ガンマは表示されるピクセルのグレイスケール レベルに直接影響するため、ピクセルのランデッド デューティ サイクルにも直接的な影響を与えることがわかります。

DLPC6422 ライト コントローラの前に発生する画像処理についても考慮する必要があります。

## 7 アプリケーションと実装

### 注

以下のアプリケーション セクションにある情報は、TI の製品仕様に含まれるものではなく、TI はその正確性も完全性も保証いたしません。個々の目的に対する製品の適合性については、お客様の責任で判断していただくことになります。また、お客様は自身の設計実装を検証しテストすることで、システムの機能を確認する必要があります。

### 7.1 アプリケーション情報

DMD は空間光変調器であり、照射用光源から受け入れた光を 2 方向のいずれかに反射します。主な方向は、プロジェクションまたは集光光学系です。各アプリケーションは、主にシステムの光学アーキテクチャと、DLPC6422 コントローラが受け入れるデータ形式の違いで派生するものです。DLP78TUV DMD を使用する代表的なアプリケーションとして、3D プリントやその他のレーザー製造アプリケーションがあります

DMD のパワーアップおよびパワーダウン シーケンスは、DLPA300 を介して DLPC6422 コントローラによって厳密に制御されます。パワーアップとパワーダウンの仕様については、[セクション 7.4.2](#) を参照してください。信頼性の高い動作のために、DLP78TUV DMD は常に DLPC6422 コントローラ、DLPA100 PMIC/モーター ドライバ、および DLPA300 マイクロミラー ドライバと併用しなければなりません。

### 7.2 代表的なアプリケーション

DLP78TUV DMD は、2 個の DLPC6422 ライト コントローラやパワー マネージメント デバイスと組み合わせることにより樹脂上に 4K UHD 3840x2160 解像度の画像を実現します。DLP78TUV を単一の DLPC6422 ライト コントローラと組み合わせて使用すると、システムは樹脂上に 1920x1080 の解像度の画像を出力します。LED 照明を用いる代表的な 3D プリントシステムは、DLP78TUV DMD、2 個または 1 個の DLPC6422 ライト コントローラ、DLPA300 マイクロミラー ドライバ、DLPA100 PMIC を組み合わせています。[図 7-1](#) および [図 7-2](#) は、この DLP 0.78 チップセット構成と、1080p および 4K システムに必要な追加システム部品のシステム ブロック図を示しています。

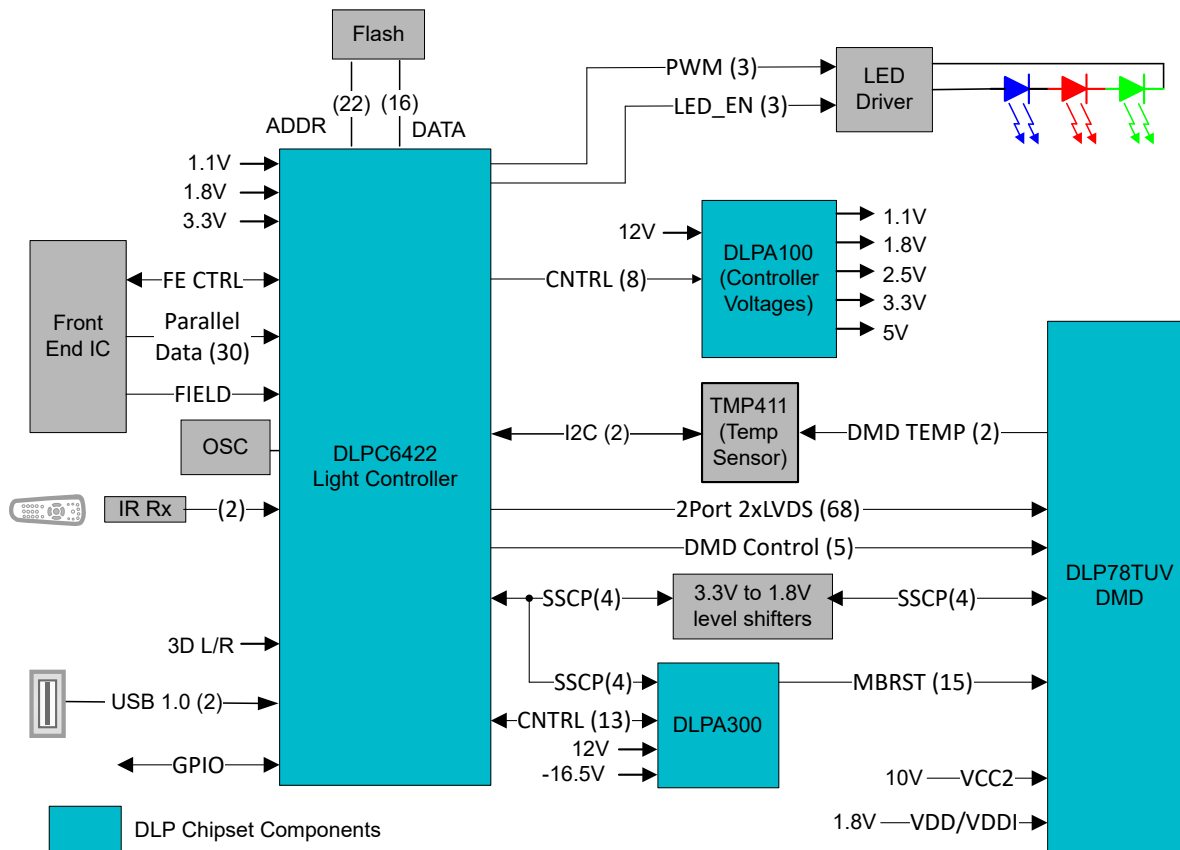


図 7-1. 代表的なフル HD LED のアプリケーション



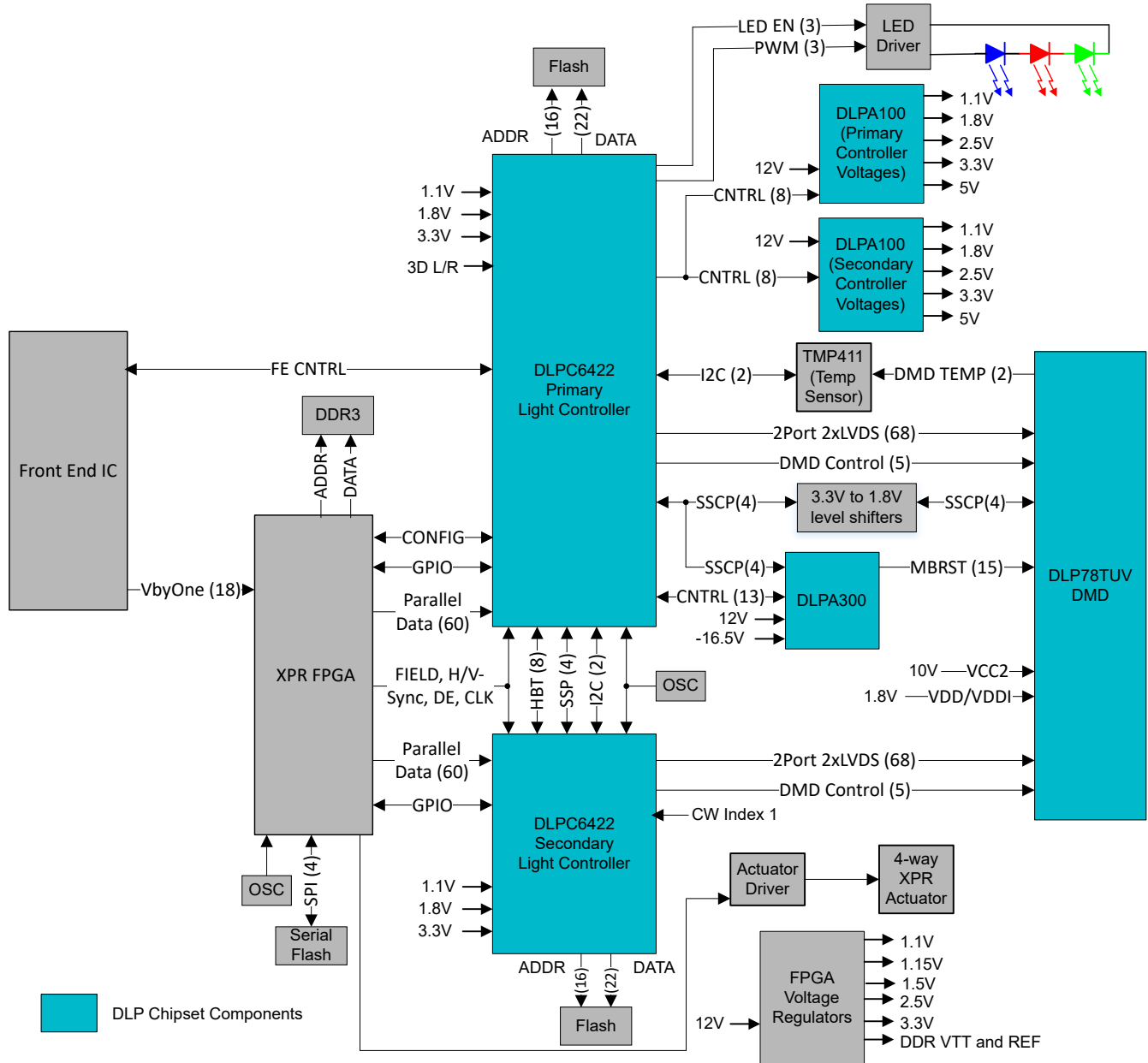


図 7-2. 代表的な 4K UHD LED アプリケーション

### 7.2.1 設計要件

ディスプレイシステムのその他の中核部品としては、照射用光源、照明および投影光学系用の光学エンジン、その他の電気部品および機械部品、ソフトウェアがあります。使用する照明の種類と目的の輝度は、システム全体の設計とサイズに大きな影響を及ぼします。

ディスプレイシステムは DLP78TUV DMD をコア画像処理デバイスとして使用し、0.78 インチ (2cm) のマイクロミラーアレイを搭載しています。DLPC6422 ライトコントローラは、DMD とシステムの他の部分との間のデジタルインターフェイスであり、フロントエンドレシーバからデジタル入力を取得し、高速 LVDS インターフェイスで DMD を駆動します。DLPA100 PMIC はコントローラ用の電圧レギュレータとして機能し、カラーフィルタホイールと蛍光体ホイールモーターの制御を行います。DLPA300 は DMD リセット制御を実現します。

### 7.2.2 詳細な設計手順

包括的な DLP システムを実現するには、DLP78TUV DMD、関連する照射用光源、光学素子、必要な機械部品を含む光学モジュールまたは光学エンジンが必要です。

信頼性の高い動作のために、DMD は常に 2 個または 1 個の DLPC6422 ライト コントローラ、DLPA300 マイクロミラー ドライバー、および DLPA100 PMIC とモーター ドライバと併用する必要があります。

### 7.2.3 アプリケーション曲線

代表的な 3D プリントおよび画像処理アプリケーションでは、DMD からの光出力はシステムの光学設計に依存します。照明光学系と投影光学系の効率および総電力によって、プロジェクターの全体的な光出力が決まります。DMD は本質的に線形空間光変調器であるため、その効率は光出力に比例します。図 7-3 は、光パワーが DMD の電力密度仕様内にある場合の、led/レーザー システムにおける照明入力光パワーと光出力との関係を示しています。

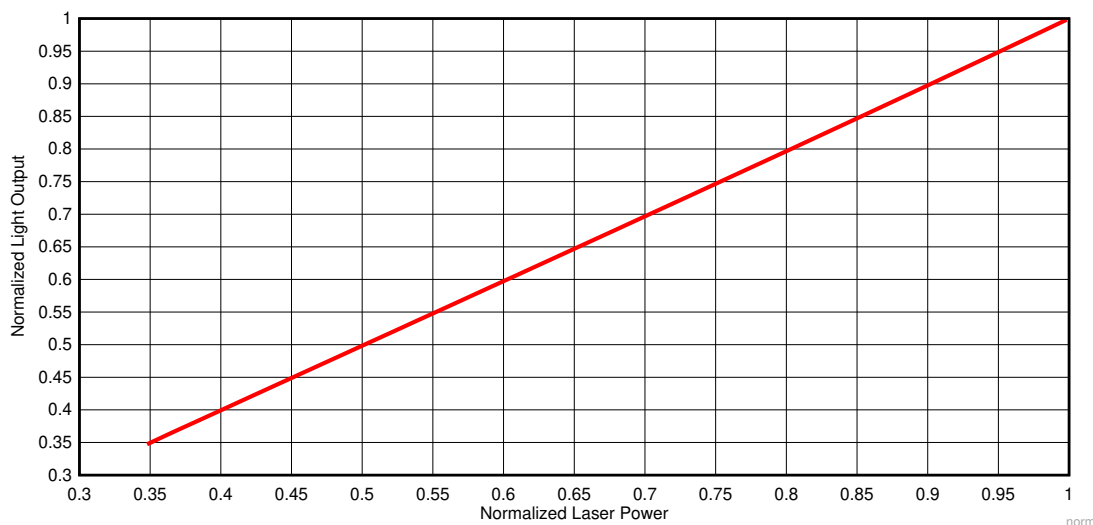
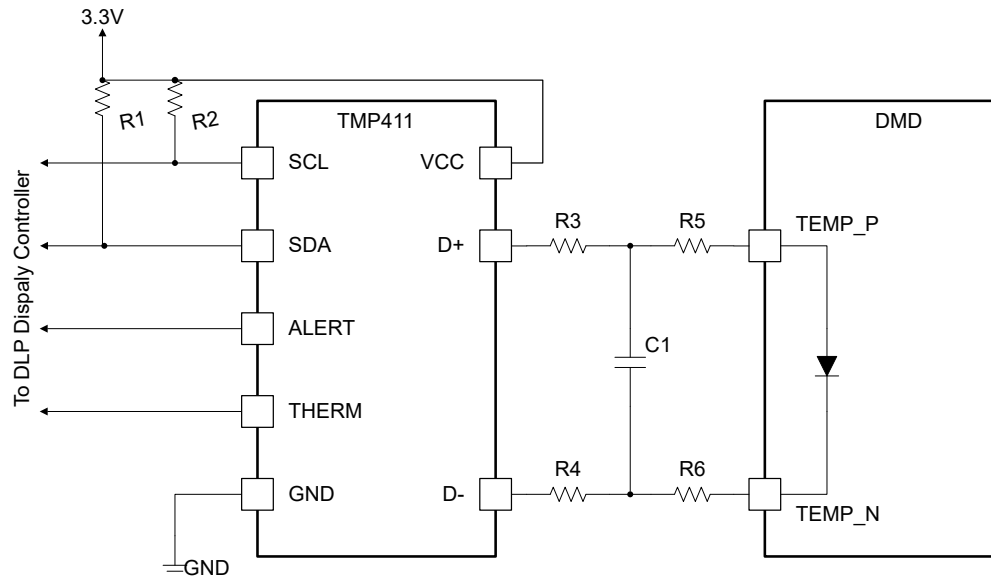


図 7-3. 正規化光出力と正規化 LED/レーザー照明電力の関係

## 7.3 温度センサ ダイオード

DMD には、マイクロミラー アレイの外側にあるダイの一角の温度を測定するための内蔵サーマル ダイオードが搭載されています。サーマルダイオードは、図 7-4 に示すように TMP411 温度センサと接続できます。このソフトウェア アプリケーションは、DLP78TUV DMD 温度センサ ダイオードを読み取るように TMP411 を構成する機能が含まれています。顧客は、このデータを活用して、照明やファン速度の調整など、システム設計全体に追加機能を組み込むことができます。TMP411 と DLPC6422 ライト コントローラ間の通信はすべて、I<sup>2</sup>C インターフェースを介して行われます。TMP411 は、セクション 4 に示すピンを経由して DMD に接続されます。

温度センサを使用しない場合、TEMP\_N ピンおよび TEMP\_P ピンは未接続 (NC) のままにします。



- A. わかりやすくするため、詳細は省略しています。
- B. システム基板のレイアウトに関する推奨事項については、TMP411 データシートを参照します。
- C. R1、R2、R3、R4、C1 の推奨部品値については、TMP411 データシートと TI リファレンス デザインを参照してください。
- D. R5 = 0Ω、R6 = 0Ω.0Ω の抵抗を DMD パッケージピンの近くに配置します。

**図 7-4. TMP411 のサンプル回路図**

## 7.4 電源に関する推奨事項

### 7.4.1 DMD 電源要件

DMD の動作には、以下の電源装置がすべて必要です。VDD、VDDI、VCC2。VSS も接続する必要があります。DMD のパワーアップ/パワーダウンシーケンシングは、DLPC6422 ライトコントローラによって厳密に制御されます。

#### 注意

DMD を確実に動作させるには、以下の電源シーケンシング要件に従う必要があります。規定されたパワーアップおよびパワーダウン手順を順守しない場合、デバイスの信頼性に影響を及ぼす可能性があります。パワーアップおよびパワーダウン操作においては、VDD、VDDI、VCC2 の電源を連携させる必要があります。VSS も接続する必要があります。以下の要件を満たさない場合、DMD の信頼性と寿命が大幅に低下します。図 7-5 を参照してください。

### 7.4.2 DMD 電源のパワーアップ手順

- パワーアップ時、VDD と VDDI は常に VCC2 が DMD に印加される前に立ち上がって安定していなければなりません。
- 過渡電圧レベルが、セクション 5.1 および セクション 5.4 で規定されている要件に従えば、パワーアップ時の電源スループートを柔軟に設定できます。
- パワーアップ時には、VDD および VDDI が セクション 5.4 に記載されている動作電圧まで安定するまで、LVCMOS 入力ピンを High にしないでください。

### 7.4.3 DMD 電源のパワーダウン手順

- パワーダウン中、VDD と VDDI は、VCC2 がグラウンドの規定限界内まで放電されるまで供給し続ける必要があります。セクション 5.4 を参照してください。
- 過渡電圧レベルが、セクション 5.1、セクション 5.4 で規定されている要件に従えば、パワーダウン時の電源スループートを柔軟に設定できます。

- パワーダウン時は、LVCMOS 入力ピンを[セクション 5.4](#) で 規定されている値未満にする必要があります。

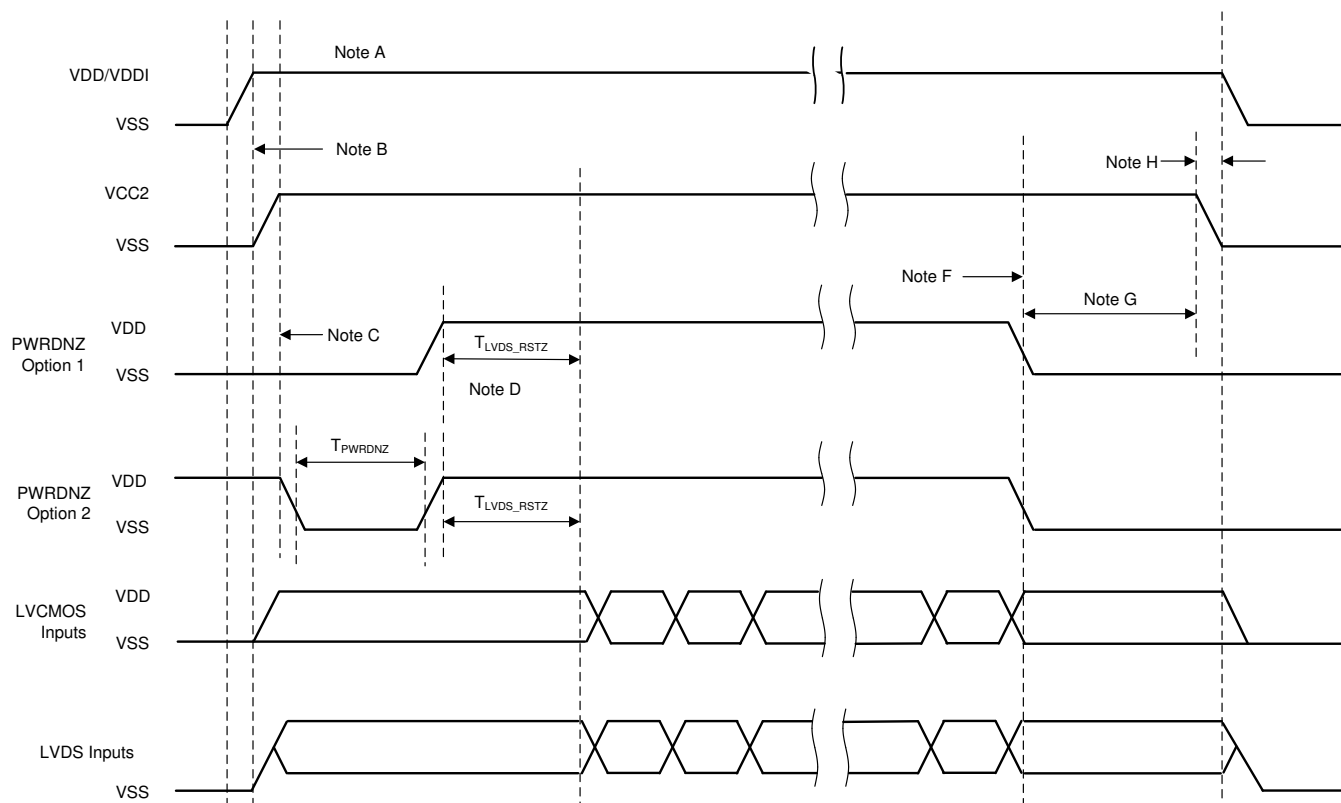


図 7-5. DMD 電源シーケンシング要件

- ピンの機能について、ピン構成および機能を参照してください。
- VCC2 が立ち上がる前に、VDD が立ち上がって安定している必要があります。
- PWRDNZ には 2 つのターンオン オプションがあります。オプション 1: PWRDNZ は、VDD と VCC2 が立ち上がって安定するまで High になりません、またはオプション 2: PWRDNZ は、VDD と VCC2 が立ち上がって安定した後、 $T_{PWRDNZ}$  以上、または 10ns の間 Low パルスを与えなければなりません。
- LVDS レシーバが復帰するためには、PWRDNZ が High になってから  $T_{LVDS\_ARSTZ}$  以上、または 2 $\mu$ s の待機時間が必要です。
- DMD マイクロミラーのパークシーケンスが完了すると、DLP コントローラソフトウェアがハードウェア パワー ダウンを開始し、PWRDNZ を有効化して VCC2 を無効にします。
- 電力損失条件下で、DLP コントローラのハードウェア PWRDNZ によって緊急 DMD マイクロミラー パーク手順が実行されている場合は、Low になります。
- VCC2 が Low になるまで、VDD は High のままである必要があります。
- 過電流を防ぐため、供給電圧差  $|VDDI - VDD|$  は、[セクション 5.4](#) に規定された限界未満である必要があります。

## 7.5 レイアウト

### 7.5.1 レイアウトのガイドライン

DLP78TUV DMD は、2 個または 1 個の DLPC6422 ライト コントローラにより制御されるチップ セットの一部であり、DLP300 マイクロミラー ドライバーおよび DLPA100 電源およびモーター ドライバと組み合わせて動作します。これらのガイドラインは、DLP78TUV DMD を使用した PCB 基板の設計を対象としています。DLP78TUV DMD ボードは高速多層 PCB であり、主に DMD LVDS 信号用に最大 400MHz のデュアル エッジクロック レートを使用する高速デジタル ロジックで構成されています。残りのパターンは低速デジタル LVTTTL 信号で構成されます。DMD\_P1P8V とグランドにはソリッド プレーンが必要です。PCB の目標インピーダンスは  $50\Omega \pm 10\%$  であり、LVDS パターンは  $100\Omega \pm 10\%$  の差動となります。TI は、[表 7-1](#) に示すように、8 層の積層の使用を推奨します。

## 7.5.2 レイアウト例

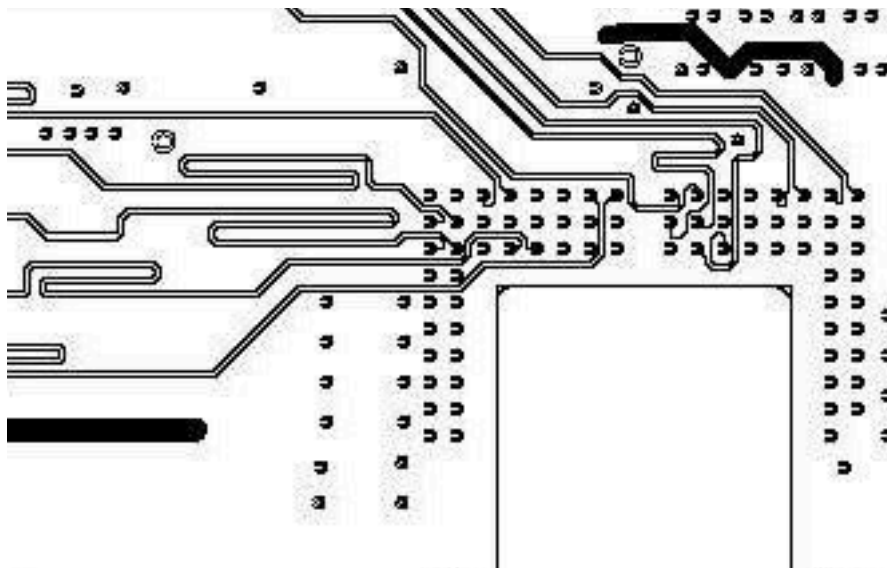


図 7-6. 蛇行セクションによる LVDS 信号長整合の代表的な例

### 7.5.2.1 基板面

表 7-1 に、各層の層の積層と銅重量を示します。必要に応じて、信号配線層上に小さなサブプレーンを設け、部品を上下層のメイン サブプレーンに接続できます。

表 7-1. 層のスタックアップ

層の番号	レイヤ名	銅重量(オンス)	備考
1	サイド A - DMD のみ	1.5	DMD、エスケープ、低周波信号、電源サブプレーン
2	グラウンド	1	ソリッド グラウンド プレーン (正味 GND)
3	信号	0.5	50Ω および 100Ω の差動信号
4	グラウンド	1	ソリッド グラウンド プレーン (正味 GND)
5	VDD と VDDI	1	1.8V 電源
6	信号	0.5	50Ω および 100Ω の差動信号
7	グラウンド	1	ソリッド グラウンド プレーン (正味 GND)
8	サイド B — その他すべての部品	1.5	ディスクリート部品、低周波信号、電力サブプレーン

### 7.5.2.2 インピーダンス要件

TI は、すべての信号に対して  $50\Omega \pm 10\%$  の整合インピーダンスをボードに持たせることを推奨しています。例外が 表 7-2 に一覧表示されています。

表 7-2. 特別なインピーダンス要件

信号のタイプ	信号名	インピーダンス (Ω)
チャンネル LVDS 差動ペア	DDAP(0:15), DDAN(0:15)	各ペアで $100 \pm 10\%$ の差動
	DCLKA_P, DCLKA_N	
	SCTRL_AP, SCTRL_AN	

表 7-2. 特別なインピーダンス要件 (続き)

信号のタイプ	信号名	インピーダンス ( $\Omega$ )
B チャンネル LVDS 差動ペア	DDBP(0:15)、DDBN(0:15)	各ペアで 100±10% の差動
	DCLKB_P、DCLKB_N	
	SCTRL_BP、SCTRL_BN	
C チャンネル LVDS 差動ペア	DDCP(0:15)、DDCN(0:15)	各ペアで 100±10% の差動
	DCLKC_P、DCLKC_N	
	SCTRL_CP、SCTRL_CN	
D チャンネル LVDS 差動ペア	DDDP(0:15)、DDDN(0:15)	各ペアで 100±10% の差動
	DCLKD_P、DCLKD_N	
	SCTRL_DP、SCTRL_DN	

### 7.5.2.3 パターン幅、間隔

特に指定がない限り、TI はすべての信号が 0.005 インチ/0.005 インチの設計ルールに従うことを推奨しています。PWB 周囲のグランドリングからの最小パターンクリアランスは、最小で 0.1 インチです。インピーダンスと積層要件の解析によって、実際のパターン幅とクリアランスが決定されます。

#### 7.5.2.3.1 電圧信号

表 7-3. 特殊なパターン幅、間隔の要件

信号名	ピンへの最小パターン幅 (MIL)	レイアウト要件
GND	15	接続ピンまでの配線幅を最大限にします
3.3V 電源レール	15	接続ピンまでの配線幅を最大限にします
VDD、VDDI	15	接続ピンまでの配線幅を最大限にします
MBRST(0.14)	15	10mil エッチングを使用して、DLPA300 から DLP78TUV までのすべての信号/電圧を接続します
VCC2	15	電圧レギュレータから DLP78TUV へのミニプレーンを作成します

## 8 デバイスおよびドキュメントのサポート

### 8.1 サード・パーティ製品に関する免責事項

サード・パーティ製品またはサービスに関するテキサス・インスツルメンツの出版物は、単独またはテキサス・インスツルメンツの製品、サービスと一緒に提供される場合に関係なく、サード・パーティ製品またはサービスの適合性に関する是認、サード・パーティ製品またはサービスの是認の表明を意味するものではありません。

### 8.2 デバイス サポート

#### 8.2.1 デバイスの命名規則

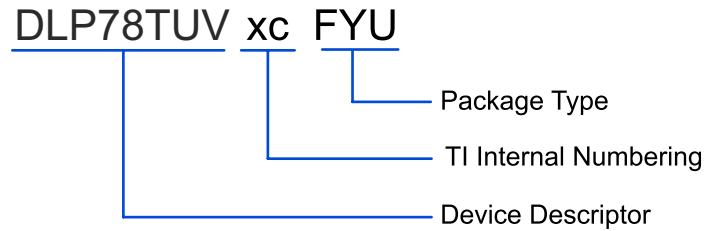


図 8-1. 部品番号の説明

### 8.3 デバイスのマーキング

デバイスのマーキングには、人間が読める情報と 2 次元マトリクス コードの両方を使用しています。人間が読める情報を [図 8-2](#) に示します。2 次元マトリクスコードは、DMD 型番、シリアル番号のパート 1 およびパート 2 を含む英数字の文字列です。

例:

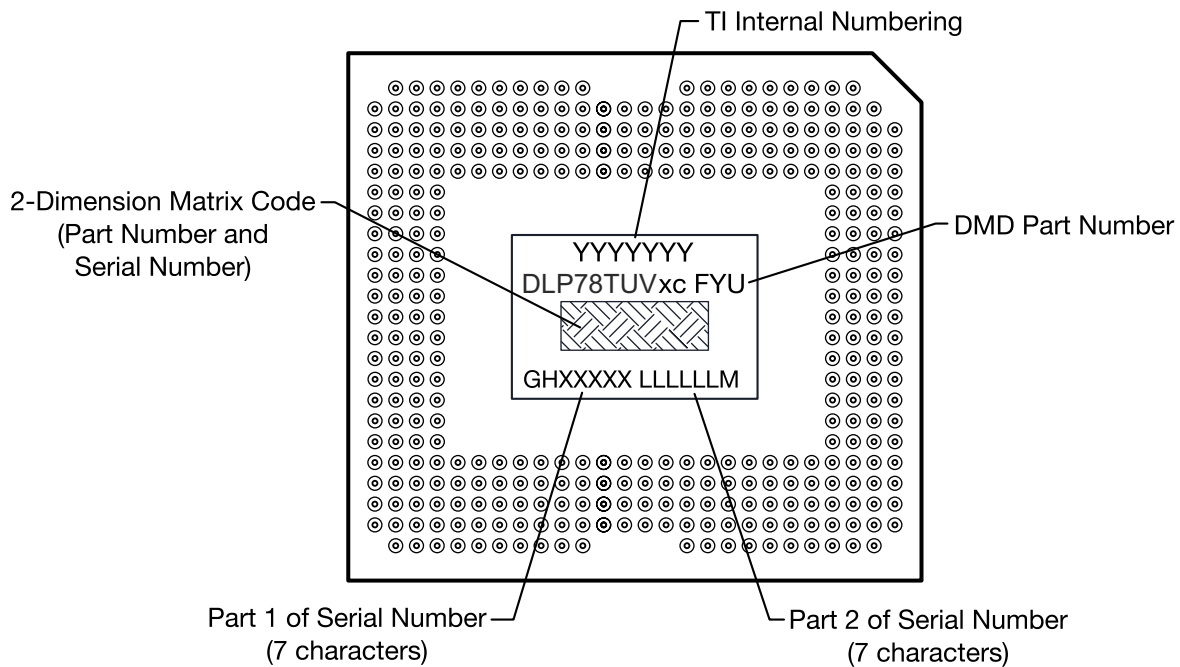


図 8-2. DMD のマーキング位置



## 8.4 ドキュメントのサポート

### 8.4.1 関連資料

- [DLPC6422 DLP ライト コントローラ データシート](#)
- [DLPA100 パワー / モーター ドライバ データシート](#)
- [DLPA300 DMD マイクロミラー ドライバ データシート](#)

## 8.5 ドキュメントの更新通知を受け取る方法

ドキュメントの更新についての通知を受け取るには、[www.tij.co.jp](http://www.tij.co.jp) のデバイス製品フォルダを開いてください。[通知] をクリックして登録すると、変更されたすべての製品情報に関するダイジェストを毎週受け取ることができます。変更の詳細については、改訂されたドキュメントに含まれている改訂履歴をご覧ください。

## 8.6 サポート・リソース

テキサス・インスツルメンツ E2E™ サポート・フォーラムは、エンジニアが検証済みの回答と設計に関するヒントをエキスパートから迅速かつ直接得ることができる場所です。既存の回答を検索したり、独自の質問をしたりすることで、設計に必要な支援を迅速に得ることができます。

リンクされているコンテンツは、各寄稿者により「現状のまま」提供されるものです。これらはテキサス・インスツルメンツの仕様を構成するものではなく、必ずしもテキサス・インスツルメンツの見解を反映したものではありません。テキサス・インスツルメンツの[使用条件](#)を参照してください。

## 8.7 商標

テキサス・インスツルメンツ E2E™ is a 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。

## 8.8 静電気放電に関する注意事項



この IC は、ESD によって破損する可能性があります。テキサス・インスツルメンツは、IC を取り扱う際には常に適切な注意を払うことを推奨します。正しい取り扱いおよび設置手順に従わない場合、デバイスを破損するおそれがあります。

ESD による破損は、わずかな性能低下からデバイスの完全な故障まで多岐にわたります。精密な IC の場合、パラメータがわずかに変化するだけで公表されている仕様から外れる可能性があるため、破損が発生しやすくなっています。

## 8.9 用語集

[テキサス・インスツルメンツ用語集](#) この用語集には、用語や略語の一覧および定義が記載されています。

## 9 改訂履歴

資料番号末尾の英字は改訂を表しています。その改訂履歴は英語版に準じています。

### Changes from Revision \* (September 2025) to Revision A (November 2025) Page

- |                         |   |
|-------------------------|---|
| • データシートの最初の公開リリース..... | 1 |
|-------------------------|---|

日付	改訂	注
September 2025	*	初版リリース

## 10 メカニカル、パッケージ、および注文情報

以降のページには、メカニカル、パッケージ、および注文に関する情報が記載されています。この情報は、指定のデバイスに使用できる最新のデータです。このデータは、予告なく、このドキュメントを改訂せずに変更される場合があります。本データシートのブラウザ版を使用されている場合は、画面左側の説明をご覧ください。



## PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package   Pins	Package qty   Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
DLP78TUV A0FYU	Active	Production	null (null)	21   JEDEC TRAY (5+1)	Yes	NIAU	N/A for Pkg Type	0 to 70	

<sup>(1)</sup> **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).

<sup>(2)</sup> **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

<sup>(3)</sup> **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.

<sup>(4)</sup> **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

<sup>(5)</sup> **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

<sup>(6)</sup> **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

**Important Information and Disclaimer:** The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

## 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、TI は一切の責任を拒否します。

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](#)、[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