

Application Brief

DRV81545 IEC、CISPR、および熱テスト レポート



Jacob Thompson, Brushed DC and Stepper Motors

概要

DRV81545 は、産業用および車載用のアプリケーション向けに設計された、4 チャンネルの統合ローサイド スイッチ (4.5V ~ 55V) です。各チャンネルにはローサイド N チャンネル FET ($R_{DS(ON)} = 235m\Omega$) が搭載されており、誘導性負荷保護のために構成可能な VCLAMP ピンに接続されたフリー ホイール ダイオードが内蔵されています。

このレポートは、IEC 61000-4-5 のサージ、IEC 61000-4-4 の EFT、CISPR-32 の各規格に基づくシステム レベルの準拠テストを掲載しています。サーマル ベンチマークは、DRV81x4x ファミリーがピン互換の競合製品 (IPS4260L、MAX14919A) よりも低い温度で動作する一方で、自動車の温度範囲全体にわたって 27% 高い電流能力 (DRV81545) を実現していることを示しています。エネルギー管理の検証 DRV81545 および DRV81646 は、外部保護部品なしで、3 つの内蔵消磁モードすべてにわたって、24V と 48V で 4 つの同時チャンネルを 1200mH + 40 Ω の誘導性負荷に対してそれぞれ安全に駆動できます。

目次

1 はじめに.....	0	2.3 OUT ライン上の DRV81545 EFT (IEC 61000-4-4)...	0
1.1 特長.....	0	2.4 DRV81545 CISPR-32 伝導エミッション.....	0
1.2 アプリケーション.....	0	2.5 DRV81545 CISPR-32 放射エミッション.....	0
2 詳細説明.....	0	2.6 ピン互換製品および類似の競合製品との熱特性比較	0
2.1 外部 TVS ダイオードを使用した場合の DRV81545		2.7 大規模誘導性負荷テスト — OUTx ごとに 1200mH...	0
サージ (IEC 61000-4-5).....	0	3 まとめ.....	0
2.2 VM ライン上の DRV81545 EFT (IEC 61000-4-4).....	0	4 参考資料.....	0

商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

DRV81545 は、幅広い電圧範囲にわたり堅牢な負荷スイッチングが求められる、過酷な産業用および車載用アプリケーション向けに設計された 4 チャンネル ローサイド スマートスイッチです。チャンネルごとの電流制限機能、柔軟な誘導性負荷 クランプ機能、および優れた EMC 耐性を統合した本デバイスは、システム設計を簡素化しつつ、外付け部品点数を削減しています。以下の機能と用途は、モータードライブ、ファクトリー オートメーション、ビル制御など、幅広い分野における DRV81545 の多用途性を示しています。

- 産業用放射耐性 (IEC 61000-4-5): 外部 TVS によりドライバオン状態で最大 2.5kV、外部クランプ部品なしで最大 2.0kV に耐えることができます。
- 高 EFT 放射耐性 (IEC 61000-4-4): アクティブドライバオン状態で VM 電源ラインで最大 2.6kV、オフ状態で最大 2.2kV に耐えることができます。
- CISPR-32 に準拠: 評価済みのすべてのテスト構成で、伝導型または放射型の電磁波制限の違反が 0 件検出されました。
- 非常に優れた放熱性能: 最大 27% (DRV81545) および 42% (DRV81646) のシングル チャンネル電流能力を持ち、同一負荷で IPS4260L および MAX14919A と比較してより低い動作温度にも対応しています。
- 部品不要の誘導駆動: 外部保護なしで、すべての内部消磁モード (低速、高速、最高速) にわたって 4 つのチャンネルを 24V で、1200mH + 40 Ω の誘導性負荷に同時に駆動し、指定された減衰モードで最大 48V のアプリケーションをサポートします。
- 産業用モータードライブおよびアクチュエータ向け AC ドライブ制御モジュールおよびサーボドライブ制御モジュール

- ファクトリオートメーションシステムおよび制御システムの概要: プログラマブル ロジック コントローラ (PLC) のデジタル出力モジュール、ロボット型演算ボード、アームエンド ツーリング アクチュエータ、高密度の産業用バス構成を駆動します。
- 誘導性負荷 (コイルおよびソレノイド): 産業用ソレノイド バルブ (空気圧マニホールドなど)、磁気フルードカプラ、比例リニア アクチュエータの直接切り替え。
- リレーおよびコンタクタの制御ライン: 12V、24V、36V の「アイスキューブ」制御パネル リレーと産業用接触器の電気機械コイル起動を安全に管理します。
- 容量性シグナチャおよび抵抗性シグネチャ: チャネルごとの電流制限機能を使用して、マルチカラーのタワーライト、マシンのステータス表示、突入電流の大きいビジュアル アラート インジケータを駆動します。
- ビル オートメーション/HVAC 制御: 環境ミキシング ボックス、可変空気量 (VAV) コントローラ、電動ダンパー アクチュエータ、自動商用ドアまたは自動ゲートを操作します。
- 補助 DC モータおよびポンプモジュール: 小型の冷却ファン、換気抽出サブシステム、補助的な熱管理液体ポンプのローサイド グランド パスを管理します。

IEC 61000-4-5 は、サージ耐性の国際規格です。IEC 61000-4-5 は、近くの落雷や同じ電源ネットワーク上の大きな誘導性スイッチングイベントによってシステムに結合できる高エネルギーの過渡特性を示します。この規格では、**1.2 μ s** と **50 μ s** の組み合わせ波形 (開路電圧/短絡電流) が定義されており、テスト対象のポートに印加される **5** つの正パルスと **5** つの負パルスが規定されています。ローサイド スイッチ ドライバにおいて、システムレベルでこのテストに合格することは、当該デバイスが外部保護回路と組み合わされた状態で、産業用の **24V** および **48V** 電源環境を想定したサージ事象に耐え得ることを実証するものです。

- 波形: IEC 61000-4-5 に準拠した **1.2 μ s/50 μ s** のコンビネーション波 (産業用システムで最も一般的)。
- ジェネレータの実効出力インピーダンス: **2 Ω** 。
- レベルごとに **5** つの正パルスと **5** つの負パルス、パルス間に少なくとも **12S**。
- カップリング: **1kV/42 Ω** 、すべての **OUTx** ピン、デバイスの電源オフおよびオン時。
- 外部クランプ: **VCLAMP** ピンに接続された **SMBJ33A TVS**。

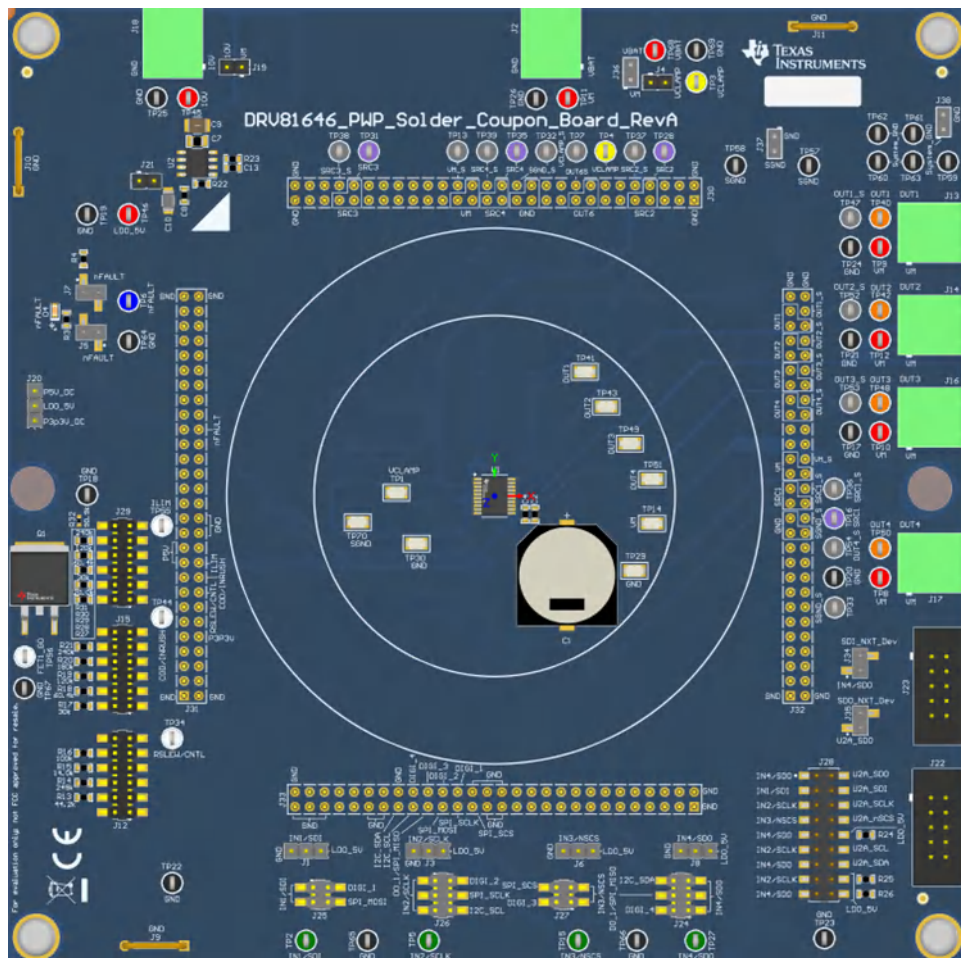


図 1. DRV81545PWP テスト基板回路図

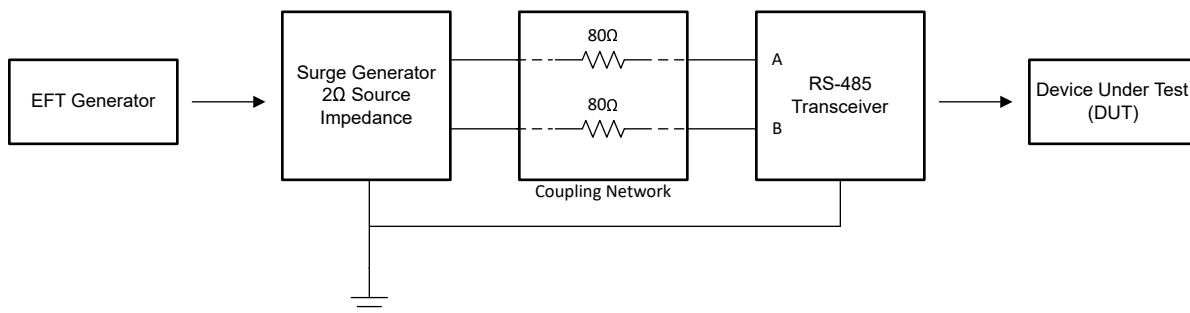


図 2. サージ電流テスト設定のブロック図

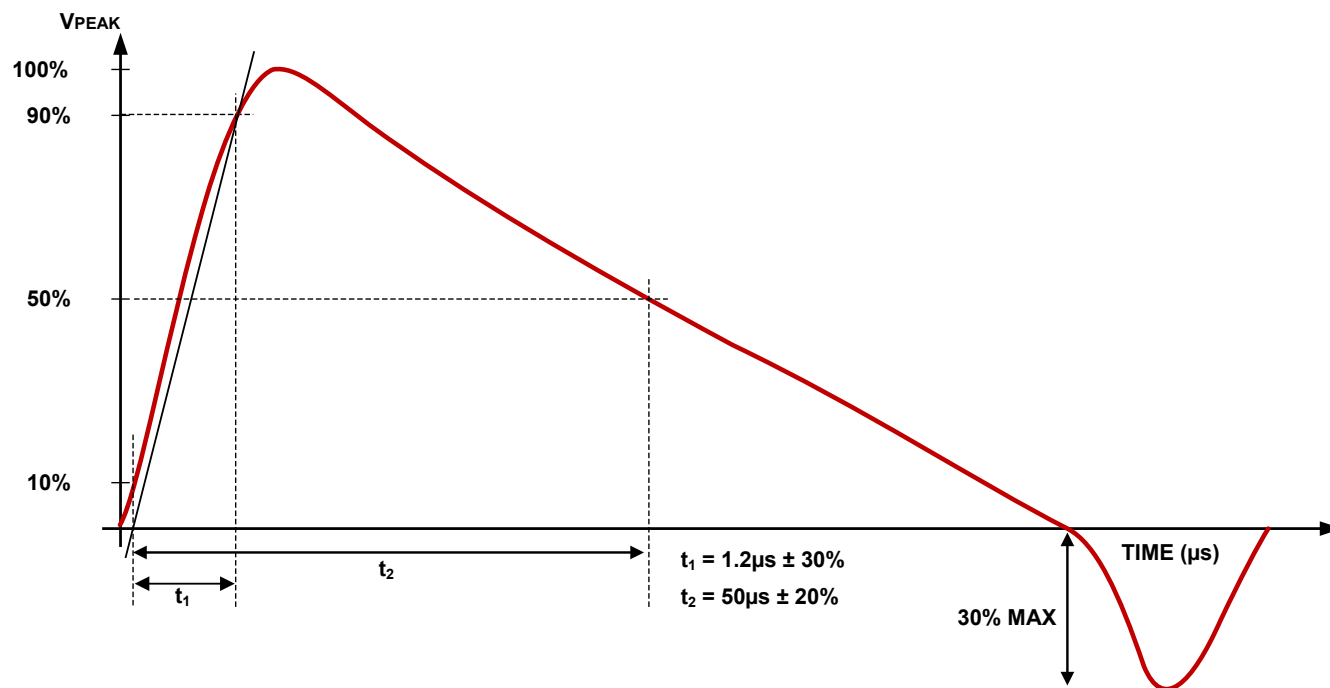


図 3. 1.2μs/50μs の組み合わせ波サージ波形

表 1. サージテスト機器

クラス	環境	電圧レベル
0	十分に保護された環境 (多くの場合、専用の部屋)	25V
1	部分的に保護された環境	500V
2	短い配線でも、ケーブルが十分に分離されている電気環境	1kV
3	電源ケーブルと信号ケーブルが並行して稼働する電気環境	2kV
4	相互接続には電源ケーブルと屋外ケーブルが含まれ、電気回路と電気回路の両方にケーブルが使用されます	4kV
5	非密集地域の電気通信ケーブルおよび架空送電線に接続された電子機器の電気環境	テストレベル 4



図 4. 1000V で補足したサージ波形



図 5. 1200V で補足したサージ波形

ドライバオフ状態 — VM = 12V、VM バルク コンデンサ = 10 μ F、INx = 0V、OUTx は無負荷。

表 2. サージ結果、ドライバオフ状態、外部 TVS 使用

デバイス	電圧 (kV)	ストライク回数	OUT1	OUT2	OUT3	OUT4
DRV81545	0.75	5	合格	合格	合格	合格
	1.0	5	合格	合格	合格	合格
	1.2	5	合格	合格	合格	合格
	1.6	5	合格	合格	合格	合格
	1.8	5	合格	合格	不合格	合格

表 3. サージ結果、ドライバオン状態、外部 TVS 使用

デバイス	電圧 (kV)	ストライク回数	OUT1	OUT2	OUT3	OUT4
DRV81545	1.8	5	合格	合格	合格	合格
	2.0	5	合格	合格	合格	合格
	2.2	5	合格	合格	合格	合格
	2.5	5	合格	合格	合格	合格
	2.6	5	合格	合格	不合格	合格

ドライバオン状態 — VM = 12V、VM バルク コンデンサ = 10 μ F、INx = 5V、OUTx の負荷は 48 Ω 。

- オフ状態で 1.6kV、オン状態で 2.5kV まで損傷は確認されませんでした
- 3 台のデバイスをテストしたところ、テスト後のパラメータ スクリーニングにおいてパラメータの変動は認められませんでした

IEC 61000-4-4 は、電気的高速過渡 (EFT) 耐性の規格です。EFT は、付近の機器の接触器またはリレースイッチング中にアーク放電によって発生する高周波バーストノイズを特性評価します。各バーストは、100kHz で繰り返される高速 (5/50ns の立ち上がり/立ち下がり) パルスで構成され、バーストレインは 300ms ごとに繰り返されます。EFT がシステムレベルで合格した結果、産業用制御パネル環境を代表する伝導型外乱が発生しても、本デバイスが正しい動作を維持できることが実証されました。

バーストピーク電圧: 最大 2.8kV、バースト内のパルス繰り返し率: 100kHz

バースト持続時間: 15ms、バースト持続時間: 300ms、10 秒間のバーストフレーム 1 つ、バーストフレーム間の残り 10 秒間、合計 6 つのバーストフレーム。

カップリング: VM ラインのみ。

各 OUTx に VM = 24V、48 Ω 負荷を供給するデバイスの給電。

INx は 20kHz、3.3V の PWM 信号でオン状態で駆動される。

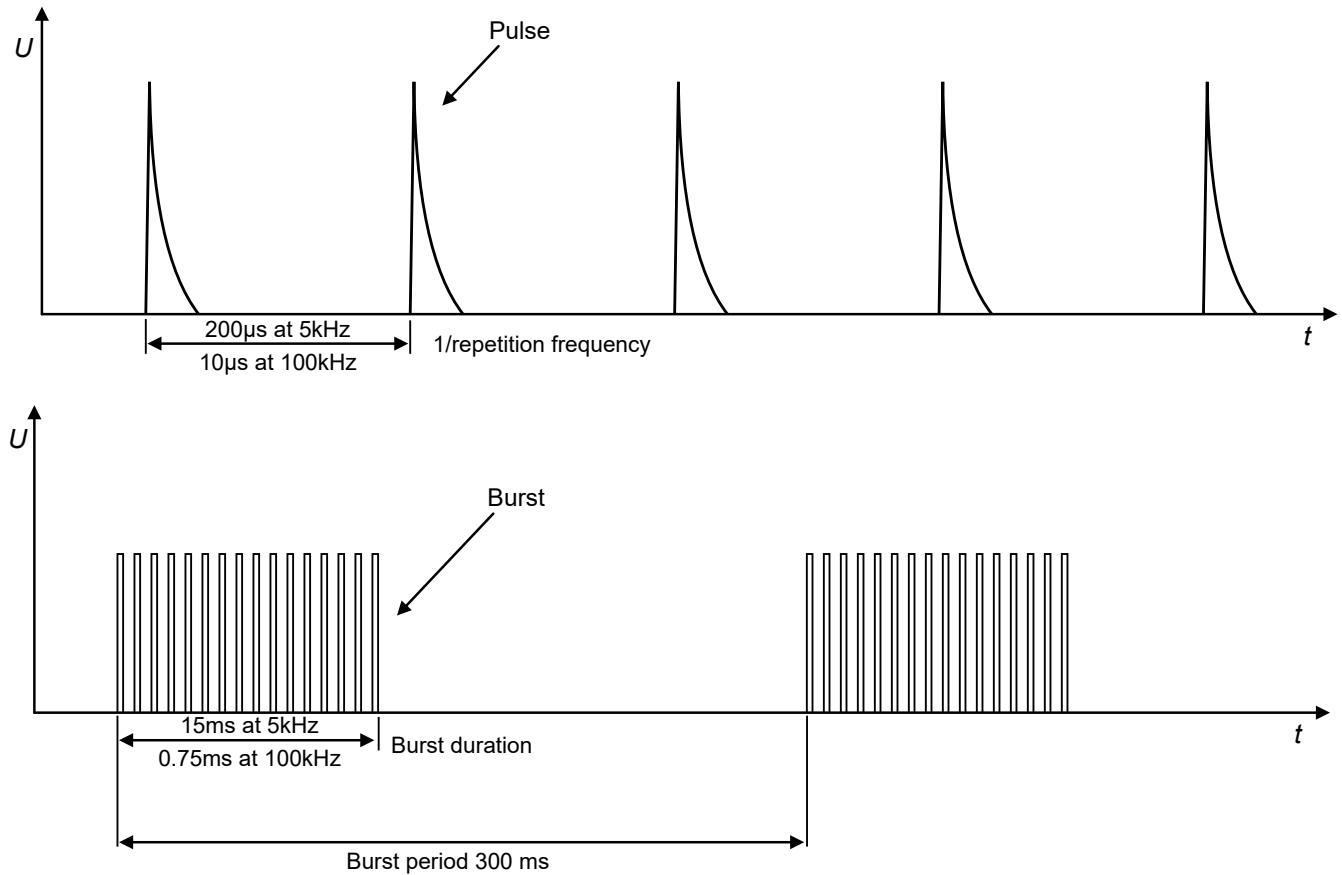
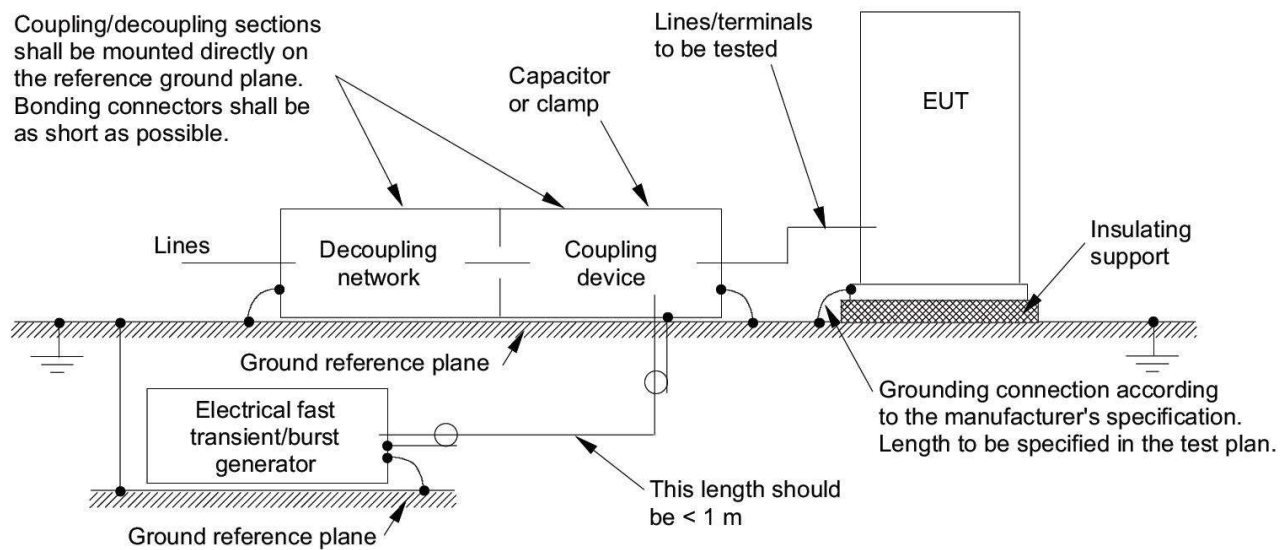


図 6. EFT 5/50ns パルス-IEC 61000-4-4 による定義



IEC 900/04

図 7. テスト用の EFT パルスの視覚的表示

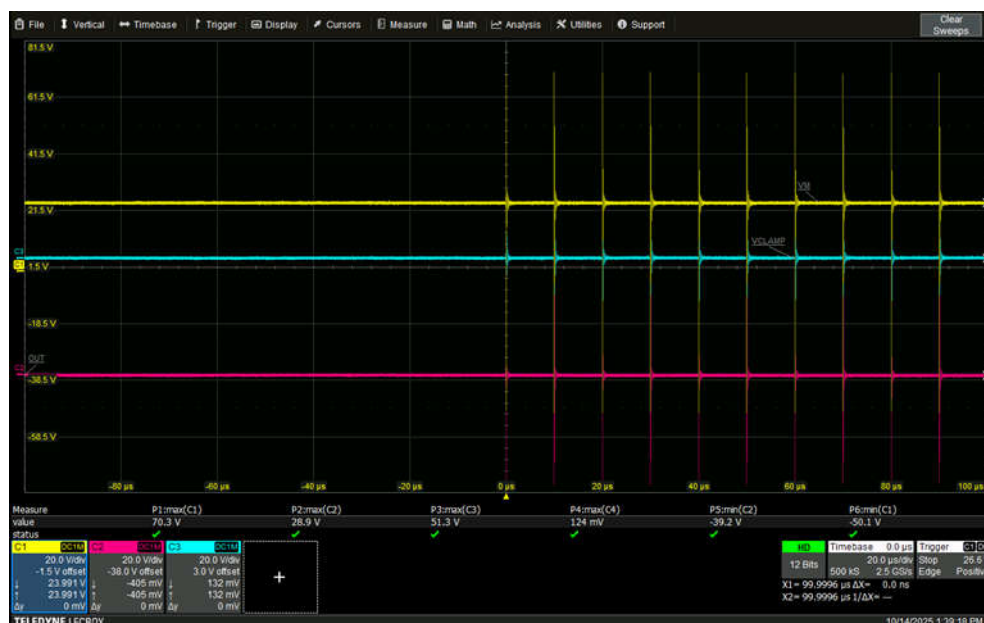


図 8. ドライバオフ状態で捕捉したサージ波形 (1500V)

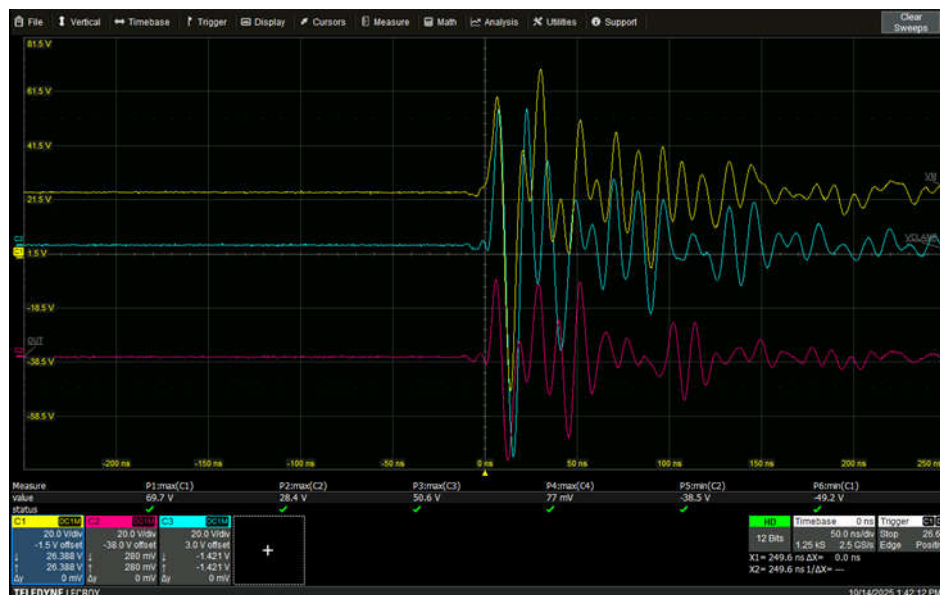


図 9. ドライバオフ状態で捕捉したサージ波形 (1500V、拡大表示)



図 10. ドライバオン状態で捕捉したサージ波形 (1500V)



図 11. ドライバオフ状態で捕捉したサージ波形 (1500V、拡大表示)

表 4. VM ラインの EFT、ドライバオフ状態

ドライバオフ状態						
	電圧 (KV)	ストライクの数	OUT1	OUT2	OUT3	OUT4
DRV81545	1.6	5	合格	合格	合格	合格
	1.8	5	合格	合格	合格	合格
	2	5	合格	合格	合格	合格
	2.2	5	合格	合格	合格	合格
	2.4	5	不合格	不合格	不合格	不合格

表 5. VM ラインの EFT、ドライバオン状態

ドライバオン状態						
	電圧 (kV)	ストライクなし	OUT1	OUT2	OUT3	OUT4
DRV81545	1.6	5	合格	合格	合格	合格
	1.8	5	合格	合格	合格	合格
	2	5	合格	合格	合格	合格
	2.2	5	合格	合格	合格	合格
	2.4	5	合格	合格	合格	合格
	2.6	5	合格	合格	合格	合格
	2.8	5	不合格	不合格	不合格	不合格

ドライバオフ状態: 2.2kV 以下で損傷は確認されず、2.4kV で最初の故障が観測されました。

ドライバオン状態: 2.6kV 以下で損傷は確認されず、2.8kV で最初の故障が観測されました。ドライバオン状態における耐量レベルが高いことは、アクティブ スイッチング負荷によって、各 EFT バースト中に電源レールへ伝送される正味のエネルギーが低減されることと整合しています。

本セクションでは、IEC 61000-4-4 の EFT シーケンスを繰り返しますが、バーストは VM 電源ラインではなく、OUTx モーター出力に結合されます。この構成は、設置環境において他のスイッチング動作を伴う配線の近傍を通る可能性のある負荷配線を通じて外乱が伝達される場合の免疫特性を表しています。

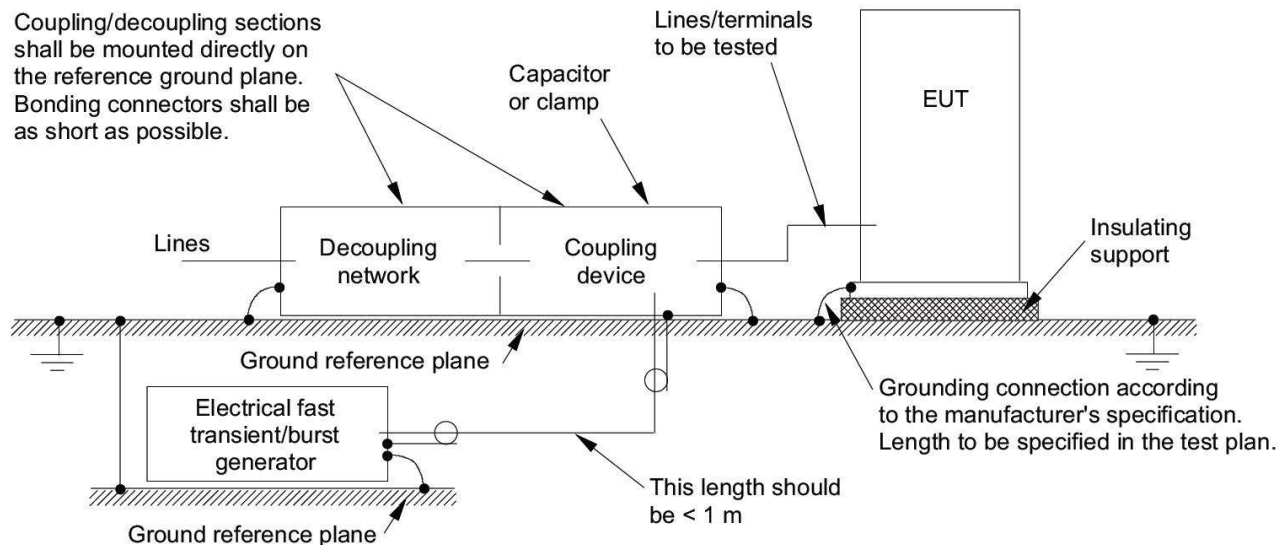
バーストピーク電圧: 最大 2.8kV、バースト内のパルス繰り返し率: 100kHz

バースト持続時間: 15ms、バースト持続時間: 300ms、10 秒間のバーストフレーム 1 つ、バーストフレーム間の残り 10 秒間、合計 6 つのバーストフレーム。

カップリング: OUTx モーター出力。

各 OUTx に VM = 24V、48Ω 負荷を供給するデバイスの給電。

INx は 20kHz、3.3V の PWM 信号で駆動されます。



IEC 900/04

図 12. EFT テスト構成、OUT ライン カップリング



図 13. OUT ライン上の EFT (2.5kV)



図 14. OUT ライン上の EFT (2.5kV) — 拡大図

表 6. EFT OUTx ライン、ドライバオン状態

ドライバオン状態						
	電圧 (KV)	ストライクなし	OUT1	OUT2	OUT3	OUT4
DRV81545	1.6	5	合格	合格	合格	合格
	1.8	5	合格	合格	合格	合格
	2	5	合格	合格	合格	合格
	2.2	5	合格	合格	合格	合格
	2.4	5	合格	合格	合格	合格
	2.6	5	合格	合格	合格	合格
	2.8	5	不合格	不合格	不合格	不合格

2.6kV 以下では損傷は認められず、2.8kV で初めて損傷が確認されました。

CISPR-32 は、マルチメディア機器および情報技術機器の伝導妨害波 (伝導性エミッション) の許容値を規定しており、産業用製品の適合性評価において広く参照されています。伝導妨害波の測定では、LISN (擬似電源回路網) を介して DC 電源ラインに回り込むノイズ電圧を、150kHz から 30MHz (ここでは 108MHz まで拡張) の範囲で定量化します。これらの制限への適合は、当該機器が、適用される制限値を超えるレベルで共用電力網に干渉を及ぼさないことを示しています。

STANDBY 状態で、デバイスに 12V を供給してください。

負荷: OUTx = 48Ω.

1kHz ステップで 150kHz から 108MHz まで周波数を掃引します。

DRV81545 EVM ハードウェアで実施されたテスト。

アクティブな動作では、INx に 20kHz の PWM を使用します。

レシーバ: Rohde & Schwarz ESW-44 EMI テストレシーバ、バージョン 2.10SP2、2024 年 4 月 3 日校正済み。

DUT は、CISPR-32 準拠の LISN から電力を供給され、電源ラインでの伝導ノイズはレシーバによってキャプチャされます。

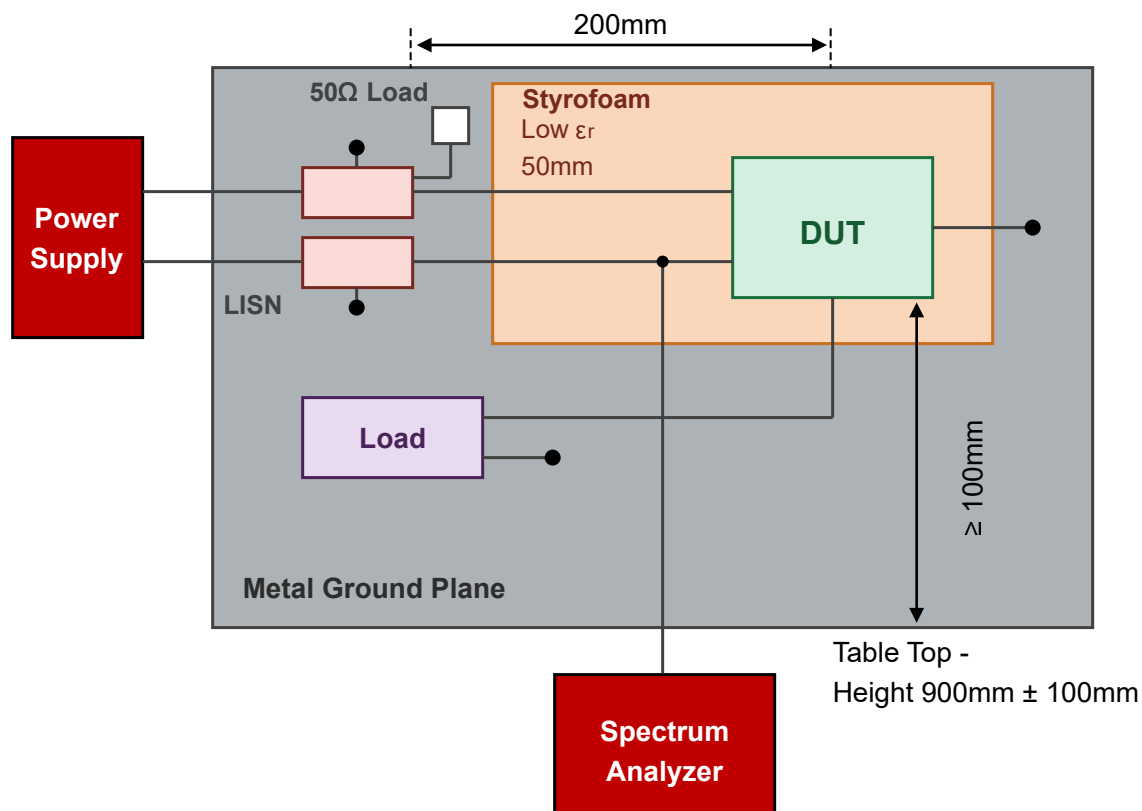


図 15. CISPR-32 電動エミッション構成

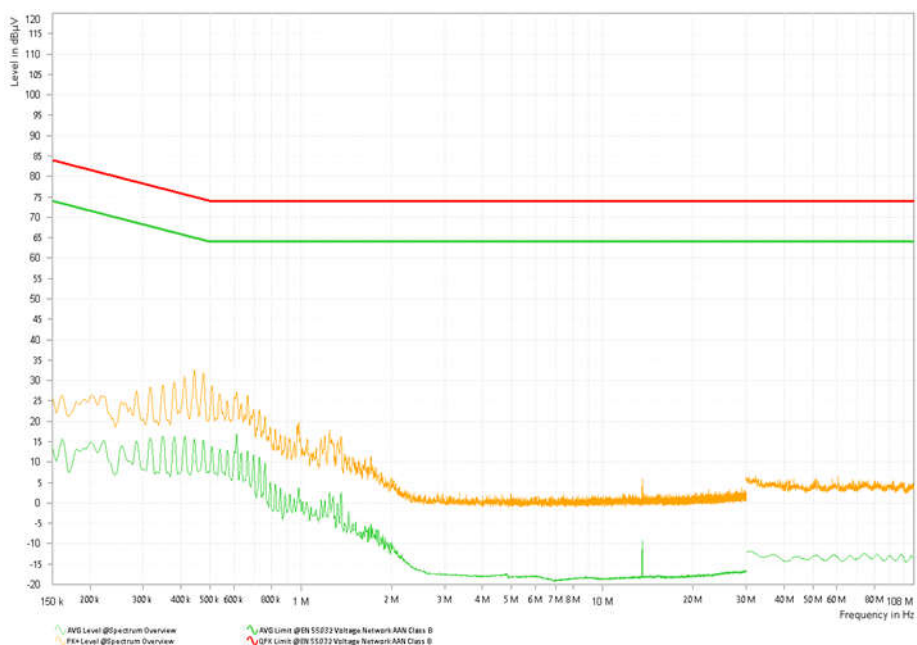


図 16. 伝導エミッション — アンビエント (DUT スイッチングなし)



図 17. 伝導エミッション — スタンバイ、VM = 12V、INx = 5V、負荷なし



図 18. 伝導エミッション — アクティブ、VM = 12V、INx = 5V、48Ω 負荷



図 19. 伝導エミッション — PWM でアクティブ、VM = 12V、INx = 3.3V (20kHz、48Ω 負荷)

テスト時のすべての動作条件下において、CISPR-32 の伝導エミッション制限値への違反は認められませんでした。

CISPR-32 の放射エミッションの測定では、被試験機器から放射される電磁界を対象とします。この測定は、シールドされた EMC チャンバー内において、規定の距離に配置した校正済みアンテナを用い、30MHz から 1GHz の周波数範囲で行われます。放射エミッションの制限値に適合していることは、当該機器が、近接して設置された機器に影響を及ぼすレベルの電磁妨害を発生させないことを裏付けています。

STANDBY 状態で、デバイスに 12V を供給してください。

負荷: OUTx = 48Ω.

表 7 に記載された 3 つの周波数範囲にわたり、150kHz から 1GHz の範囲で周波数を掃引します。

DRV81545 でテストを実施しました。

レシーバ: Rohde & Schwarz ESW-44 EMI テスト レシーバ、バージョン 2.10SP2、2024 年 4 月 3 日校正済み。

DUT は、CISPR-32 準拠の LISN から電力を供給され、電源ラインでの伝導ノイズはレシーバによってキャプチャされます。

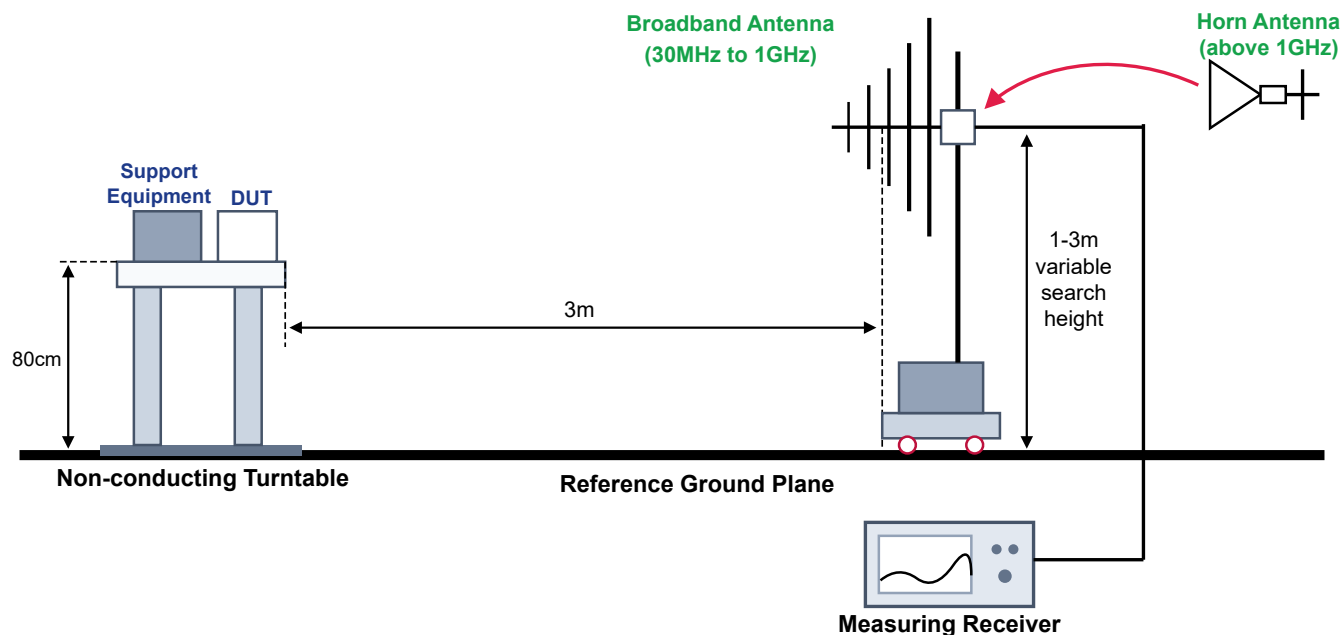


図 20. CISPR-32 放射エミッション構成

表 7. 周波数範囲ごとの放射エミッション ハードウェア構成

周波数範囲	レシーバ	アンテナ
範囲 1: 30MHz ~ 100MHz	EMI テスト レシーバ	AB900 バイコンカル アンテナ RX1
範囲 2: 100MHz ~ 300MHz	EMI テスト レシーバ	AB900 バイコンカル アンテナ RX2
範囲 3: 300MHz ~ 1GHz	EMI テスト レシーバ	ALC-100 対数周期アンテナ



図 21. 放射エミッション — アンビエント (DUT スイッチングなし)



図 22. 放射エミッション — スタンバイ、VM = 12V、INx = 5V、負荷なし

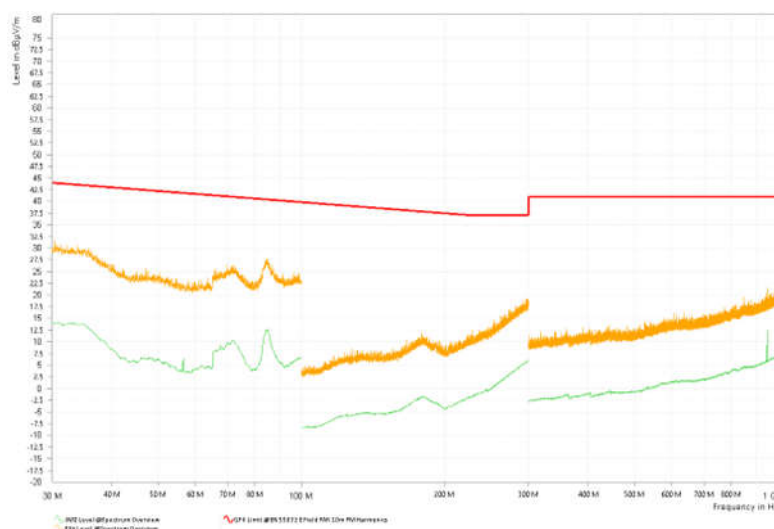


図 23. 放射エミッション — アクティブ、VM = 12V、INx = 5V、48Ω 負荷



図 24. 放射エミッション — PWM でアクティブ、VM = 12V、INx = 3.3V (20kHz、48Ω 負荷)

テスト時のすべての動作条件下において、CISPR-32 の放射エミッション制限値への違反は認められませんでした。

DRV81545 PWP パッケージは、TI の DRV81646 PWP パッケージや、一部の競合他社製品とピン互換性があります。

[DRV81545EVM](#) 上で、DRV81545 と IPS4260L を比較しました。

[DRV81646EVM](#) 上の DRV81646 と、[MAX14919 Evaluation Kit](#) 上の MAX14919A を比較しました。

VM = 24V、ILIM = GND、COD = GND、周囲温度 65°C 未満、および室温。

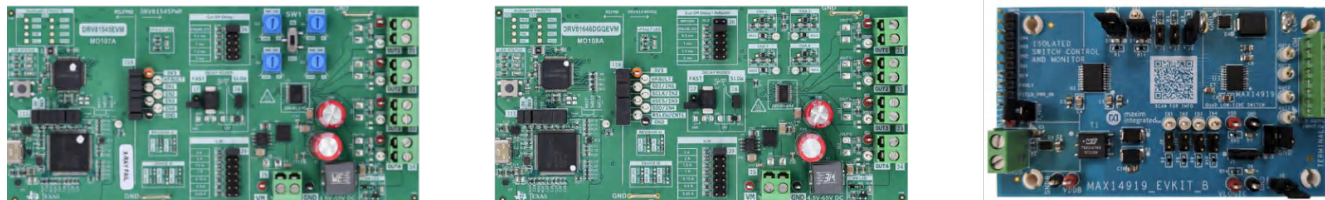


図 25. DRV81545EVM (左)、DRV81646EVM (中)、MAX14919 評価キット (右)

DRV81x4x ファミリーは、チャンネルあたり 0.5A (合計 2A)、および周囲温度 65°C で、IPS4260L および MAX14919 より低い動作温度を示します。DRV81545 は温度を約 2.5% 低下させ、DRV81646 は約 6% 低い温度を達成します。

DRV81646 は、IPS4260L よりも約 30% 高い出力電流 (3.3A と 2.5A) をサポートすると同時に、約 7% の低い温度を維持します。

評価対象のすべての動作条件において、表 8 および図 26 に示す通り、DRV81x4x ファミリーは IPS4260L や MAX14919A と比較して一貫して優れた熱特性を示しています。

表 8. 熱測定の結果 DRV81545 および DRV81646 と P2P 競合製品との比較

デバイス	65°C でチャンネルあたり 0.5A (合計 2A)	1 つのチャンネルは 25°C でオン (最大定格出力電流)
DRV81545	69.1°C	3.3A で 82.4°C
DRV81646	66.6°C	3.3A で 69.7°C
DRV81646DGQ	67.4°C	3.3A で 71.1°C
IPS4260L	70.9°C	2.5A で 75.3°C
MAX14919A	70.5°C	0.8A で 92.7°C

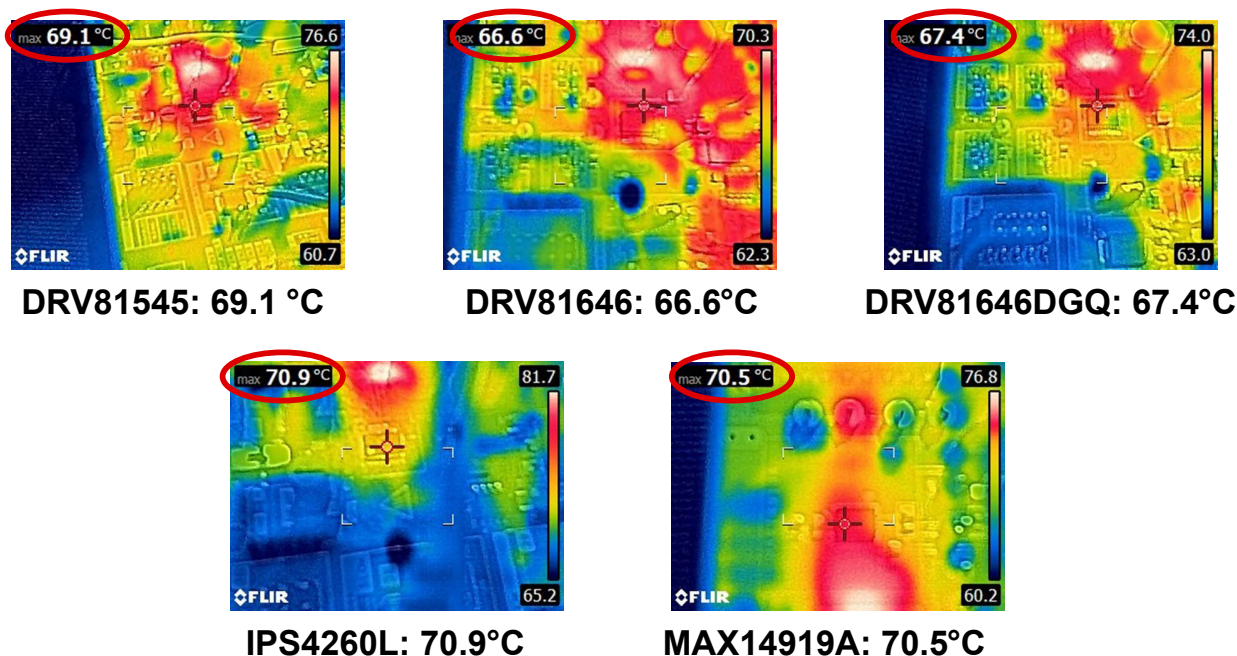


図 26. 65°C でチャネルあたり 0.5A の各デバイスのサーマル キャプチャ

IPS4260L と比較して、DRV81x4x ファミリーは 1 つのアクティブ チャネルで最大 42% の電流をサポートしています。4 つのチャネルすべてがアクティブ のとき、電流容量が DRV81545 では最大 11%、DRV81646 では最大 50% 増加します。

表 9. OUTx ごとの FET DC 電流容量

デバイス	1 チャネルオン				4 チャネルオン(チャネルごと)			
	25°C	55°C	85°C	125°C	25°C	55°C	85°C	125°C
DRV81545	3.3A	3.0A	2.6A	2.0A	2.0A	1.8A	1.6A	1.2A
DRV81646	3.7A	3.4A	3.2A	2.5A	2.7A	2.4A	2.0A	1.5A
DRV81646DGQ	3.4A	3.1A	2.9A	2.4A	2.5A	2.2A	1.7A	1.3A
IPS4260L	2.6A	2.45A	2.35A	1.95A	1.8A	1.75A	1.5A	1.3A

DRV81545 および DRV81646 ファミリーは、評価対象のすべての動作条件で IPS4260L および MAX14919A の両方に比べて一貫して高い熱特性を備えており、等価負荷で動作します。DRV81646 は、大幅に大きい電流を駆動する場合でも特に注目に値する温度特性を実現します。

熱効率に加えて、DRV81x4x ファミリーは車載用温度範囲全体で電流能力の競合製品を大幅に上回り、シングルチャネルとマルチチャネルの両方の構成で意味ある大きな出力電流をサポートします。その結果、システム設計者は、条件の厳しい産業用および車載アプリケーションのヘッドルームとフレキシビリティを拡大できます。

PLC やデジタル出力モジュールを含め、産業用および工場用のオートメーションシステムは、ソレノイドバルブ、リレーコイル、アクチュエータなどの高誘導性負荷を定期的に駆動します。これらのシステムでは、インダクタに蓄積されたエネルギーによって、電源オフ時にフライバック過電圧に損傷を与える可能性があります。これらの条件で実際の堅牢性を検証するため、DRV81545 と DRV81646 はお客様の使用事例を直接反映した、24V で代表的な誘導性負荷 (1.2H + 40Ω) を駆動し、1Hz で PWM スイッチングを行い、4 つのチャネルを同時に駆動するテストを実施しました。最適な減衰方式は、外部クランプトポロジやスイッチング速度要件など、システムレベルの制約によって異なるため、3 つの内蔵消磁減衰モード (低速、高速、最高速) すべてを実施しました。

両方のデバイスは、該当するすべての減衰モードに合格し、DRV81646 は 48V でさらに検証し、高電圧産業用バス環境での実用性を実証しています。このテストによって、DRV81x4x ファミリーは減衰構成全体にわたって誘導性エネルギーの再循環を信頼性の高い方法で管理できることが確認されました。これにより、PLC および産業用デジタル出力モジュールの設計者は、外部保護部品を追加する必要なしで、安全かつ柔軟なマルチチャネル動作を確保できます。

各 OUTx ピンへ 1200mH + 40Ω のインダクタ負荷

VM = 24V ~ 48V (表を参照)

周波数 1Hz、デューティ サイクル 50% の PWM

DRV81545 および DRV81646 は、与えられた動作条件を使用するすべてのディケイ モードの下で、それぞれ 4 チャンネルをオンにし、各出力で 1.2H + 40Ω の負荷を駆動できます。

DRV81646 の機能は、48V、4 チャンネルがオン状態、各出力に 1.2H + 40Ω の負荷でテスト済みです。

デバイス	VM	負荷/出力	CH: オン	ディケイ	ステータス
DRV81545	24V	1.2H + 40Ω	すべて	低速	合格
				ファースト	合格
				最高速	合格
DRV81646	48			低速	合格
				ファースト	合格
				最高速	合格
	EVM TVS ダイオードの最大仕様に起因する 40V			低速	合格
				ファースト	合格
	EVM の TVS ダイオード選定により、予想されるクランプ電圧がデバイスの絶対最大定格である 60V を超えるため、テストは省略しました			最高速	該当なし

DRV81545 は、広範な動作電圧、優れた EMC 適合性、そして卓越した熱特性をコンパクトな統合型設計で実現しており、産業用および車載用のスイッチング用途において高い実用性を発揮します。システムレベルの試験によって、IEC 61000-4-5 (サージ)、IEC 61000-4-4 (EFT)、および CISPR-32 (エミッション) の各規格への完全な適合が確認されました。また、熱特性のベンチマーク評価では、競合デバイスに対する有意な性能上の優位性が実証されました。

DRV81545 は、外部保護部品なしで、あらゆる減磁モードにおいて高インダクタンス負荷を駆動できるため、設計の複雑さと部品コストを低減します。このため、スペースやコストに制約のある環境で信頼性の高い高密度な負荷スイッチングを実現しようとするエンジニアにとって、魅力的な選択肢となります。

1. テキサス インスツルメンツ、<https://www.ti.com/product/DRV81545>。
2. テキサス インスツルメンツ、<https://www.ti.com/tool/DRV81545EVM>。
3. テキサス インスツルメンツ、<https://www.ti.com/product/DRV81646>。
4. テキサス インスツルメンツ、<https://www.ti.com/tool/DRV81646EVM>。
5. テキサス インスツルメンツ、<https://www.ti.com/tool/DRV81646DGQEV>。

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みいかなる保証も、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](https://www.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 © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月