XHP™

アプリケーションと取り付け手順

About this document

Scope and purpose

このガイドは、XHP™モジュールのデザインインに必要なすべての情報を提供します。

Table of contents

About this document **1**
Table of contents **1**
1 概要 **2**
2 供給品質 **3**
3 保管と輸送 **4**
4 IGBT モジュールは静電気に敏感なデバイス (ESD) **5**
5 モジュールのラベル付けとタイプの指定 **6**
6 モジュール電圧クラスの選択と高い標高でのモジュールの動作 **8**
7 XHP™ 3 モジュールの環境分類 **9**
8 モジュールの沿面距離と空間距離 **11**
9 モジュールの組付けと接続 **12**
9.1 ヒートシンク表面の品質 12
9.2 サーマルインターフェース素材 12
9.3 スクリーン印刷プロセスでのサーマルペーストの塗布 13
9.4 サーマルペーストを塗布する別の方法 14
9.5 ヒートシンクへのモジュール組付け 15
9.6 動作時の熱検証 16
9.7 主端子と補助端子の接続 17
10 並列化 **20**
11 参考資料 **22**
改訂履歴 **23**

1 概要

XHP™パワー半導体は電気部品です。機械的レイアウトの構成における重要な点は、この部品が動作するアプリケーション条件を含みます。機械的、電気的および熱的な設計の中でこれらのアプリケーション条件を遵守する必要があります。



Figure 1 XHP™製品ファミリ：XHP™ 2 (左) および XHP™ 3 (右)

このガイドの注記と推奨事項は、すべてのアプリケーションと条件を網羅しているわけではありません。したがって、このアプリケーションノートは、ユーザーが技術部門で想定した目的への適合性の評価と詳細な検証に取ってかわるものではありません。したがって、ユーザーの意図した目的に対するアプリケーションの適合性は、技術部門での評価および詳細な検証をする必要があります。

2 供給品質

すべての IGBT モジュールは、IEC60747-9 および IEC60747-15 に従って、納品前に最終テストを実施ています。したがって、ユーザー側での部品の内部製品テストは必要ありません。

最終的な目視検査の後、出荷準備ができた部品は、ESD 保護された配送箱に梱包されます。µm 範囲でのベースプレートのたわみは、妥当性のあるインフィニオン仕様の制限内で許容されるため、パワーモジュールの熱的、電気的、または信頼性の特性に影響を与えることはありません。

ユーザーが ESD 保護された配送箱から部品を取り出したあと、第 4 章の指示に従ってさらに処理を行う必要があります。

インフィニオン XHP™モジュールは RoHS 指令に準拠しています。製品材料をリストしたデータシート、材料含有量データシート (MCDS) は、インフィニオンの各製品ページからオンラインで入手できます。

3 保管と輸送

モジュールの輸送および保管中は、衝撃や振動荷重などによる極端な力や、極端な環境の影響を回避する必要があります。インフィニオンが推奨する保管条件[1]も遵守する必要があります。

データシートで指定されている温度制限でモジュールを保管することは可能ですが、推奨ではありません。[1]の推奨保管条件での保管時間を超えないようにしてください。

XHP™モジュールでは、マイクロコントローラーや TO パッケージなどの成形部品で推奨されているような、組付け前にモジュールパッケージを予備乾燥させるプロセスは必要ありません。



Figure 2 XHP™製品パッケージ

XHP™モジュールは、並列化用に事前に選別されたデバイスとして注文できます。一緒にグループ化されているすべてのモジュールは、ラベルに付けられた 1 つのグループ化番号で識別できます。

各単一モジュールは、独自の (単一使用) 紙箱で提供されます。グループ化されたモジュールのすべてのタイプ (例: 拡張子「P4」→ 並列化のために選択された 4 つのモジュールのグループ) には、独自の注文コードがあります。個々のモジュールは 1 つのセットにまとめられています。

4 IGBT モジュールは静電気に敏感なデバイス (ESD)

IGBT 半導体は静電気に敏感なデバイスであり、ESD 指令に従った取り扱いが必要です。制御されていない放電、アースされていない操作機器または作業員からの電圧、および静電気放電または同様の影響により、デバイスが破壊する可能性があります。ゲート-エミッタ制御端子は静電気に敏感な接点です。ゲートエミッタ端子を開放回路状態で IGBT モジュールを動作または測定しないように注意してください。

静電気放電 (ESD) は、IGBT モジュールを部分的または完全に損傷する可能性があります。



Figure 3 ESD ラベル

ユーザーは、これらの部品の取り扱い、移動、および梱包中に静電気放電を回避するために、すべての注意事項を遵守する必要があります。

重要な注意事項:

静電気放電によるパワー半導体部品の破壊または事前損傷を回避するために、デバイスは、ESD 指令に従って適切な ESD パッケージで提供されます。

モジュールの開梱、ESD 保護の取り外しおよび保護されていないモジュールの取り扱いには、ESD 作業場所の設置が必要です。

以降の作業手順は、以下の要件に準拠した特別な作業場所でのみで実行する必要があります。

- 高インピーダンスのアース接続
- 導電性作業台表面
- ESD リストストラップ

ESD に敏感な部品をさらに取り扱う前に、すべての搬送機器と PCB を同じ電位にする必要があります。

詳細については、現在有効な以下の規格で提供できます。

- IEC 61340-5-2、静電気-静電気現象からの電子デバイスの保護 - 一般要件
- ANSI/ESD S2020
- MIL-STD 883C 3015.6、テストおよび分類のための方法
- DIN VDE 0843 T2、IEC801-2 と同じ

5 モジュールのラベル付けとタイプの指定



Figure 4 XHP™ラベルのデザイン

1. インフィニオンのロゴ
2. 日付コード

   1〜2 桁目: 製造年

   3〜4 桁目: 生産週
3. タイプ指定　Table 1 による
4. 接地記号; 基礎絶縁 EN / IEC 61140 による
5. バーコード (コード 128)

   1〜5 桁目: モジュールのシリアル番号

   6〜11 桁目: モジュール材料番号 (内部)

   12〜19 桁目: 製造注文番号 (内部)

   20〜21 桁目: 日付コード (製造年)

   22〜23 桁目: 日付コード (製造週)
6. グループ番号 (並列化用に選別されたモジュールの場合)
7. UL 1557 に準拠した部品マーク (該当する場合)
8. モジュールのシリアル番号; 5 桁、日付コードとの組み合わせにより明確化
9. DMX コード

モジュールのラベル付けとタイプの指定

Table 1　　XHP™モジュールタイプ指定の概要

FF	450	R	33	T3	E	3	_P	
FF								デュアルスイッチ
FD								チョッパー構成
DD								デュアルダイオード
	450							A（アンペア）単位の公称 DC コレクタ電流
		XT						.XT 接合技術
		R						逆導通
		S						高速ダイオード
			33					100V 単位のコレクタ-エミッタ間電圧
				T2				XHP™ 2
				T3				XHP™ 3
					E			低飽和 & 高速 IGBT
						1..n		チップ世代
							_P2..x	並列化のために選別されたデバイスの数

6 モジュール電圧クラスの選択と高い標高でのモジュールの動作

適切な電圧クラスを選択する場合、IGBT はアプリケーション条件に適した阻止能力が必要になります。

Table 2 に、さまざまな供給電圧で可能な IGBT 電圧クラスを示します。この表は、IGBT モジュールの初期選択に使用できます。最大コレクタ-エミッタ電圧 V_{CEmax} は、スイッチング中の短時間でも超えてはならず、また全温度範囲にわたって適切な IGBT 電圧クラスの選択を考慮する必要があります。

Table 2 供給電圧の選択基準としての IGBT 阻止能力

公称 DC リンク線間電圧	推奨 IGBT 電圧クラス
400 V_{RMS} (620 V_{DC})	1200 V
600 V_{DC} (最大約 900 V_{DC})	
690 V_{RMS} (1070V_{DC})	1700 V
750 V_{DC} (最大約 1100 V_{DC})	
1500 V_{DC} (最大約 2100 V_{DC})	3300 V
3000 V_{DC} までの制御	4500 V
3000 V_{DC} (最大約 4400 V_{DC})	6500 V

海抜 2000m 以上の高度や、高い DC 電圧で IGBT を動作させるには、以下のように動作範囲を制限する必要がある場合があります。

- 大気圧が低いため、空冷システムの冷却能力を評価する必要性。
- 空気の絶縁耐力が低いため、絶縁特性、特に空間距離を調整する必要性。
- 適切な電圧クラスを選択する場合や一般的に設計段階で高い標高 (宇宙線) または高い電圧でのパワー半導体の動作起因により発生する統計的故障率を考慮する必要性。
- 動作温度が T_{op}< 25°C の場合、IGBT に典型的な阻止能力の低下と特定のアプリケーションにおけるこれらの温度での IGBT のスイッチング動作を念頭に置く必要性。

  またユーザーの設計時に個別に検討する必要性があります。温度 T_{op} に応じた阻止能力の仕様は、インフィニオンのパワーデバイスの販売パートナー経由の要求により入手できます。

想定される寿命に対するパワーサイクル性能は、負荷プロファイルに基づいて計算する必要があります。この件に関する詳細は、要求に応じて[3]で入手できます。

7 XHP™ 3 モジュールの環境分類

XHP™モジュールは密閉されていません。ハウジングおよびハウジング内の電気的絶縁のために使用される成形化合物は、両方向で湿度およびガスの透過性です。したがって、湿度差は両方向で均等化されます。

次の表に、IEC60721-3-5 に準拠した環境条件に関する一般的な概要を示します。

Table 3 概要

気候条件	クラス 5K2
生物学的条件	クラス 5B1
化学的活性物質	クラス 5C2
機械的活性物質	クラス 5S2
汚染流体	クラス 5F1

デバイスの動作および保管中は、腐食性ガスを避ける必要があります。

結露による湿気の多い雰囲気でのモジュールの動作、または EN60721-3-5 のクラス 5K2 を超える気候条件での操作は回避する必要があり、そのような場合には追加の対策を講じる必要があります。

動的な通電動作におけるインフィニオン XHP™ 3 モジュールの気候条件は、EN60721-3-5 クラス 5K2 に従って指定されます。クラス 5K2 による気候条件は次のとおりです。

Table 4 XHP™ 3 の気候条件

環境パラメータ	仕様	規範的参照	備考
低い気温	-40°C	IEC 60721-3-5: 5K2, 5K3 対象 IEC 62498: すべての T クラス対象	IFX データシートによると Tstg < -40°C の場合、仕様をより低い値に拡張可能
換気された (エンジンルームを除く) コンパートメントの高い気温または外気	+45°C	IEC 60721-3-5: 5K2, 5K3 対象 IEC 62498: T6, TX を除くすべての T クラスが対象	
高い気温、換気されていない (エンジンルームを除く) コンパートメント内の空気	+70°C	IEC 60721-3-5: 5K2, 5K3 対象 IEC 62498: T6, TX を除くすべての T クラスが対象	
温度変化、空気/空気	-40/+30°C	IEC 60721-3-5: 5K2, 5K3 対象	IFX データシートによると Tstg < -40°C の場合、仕様をより低い値に拡張可能
温度の段階的な変化、空気/空気、エンジンルームを除く	-40/+30°C 5°C/分	IEC 60721-3-5: 5K2, 5K3 対象	IFX データシートによると Tstg < -40°C の場合、仕様をより低い値に拡張可能
温度変化、空気/水、エンジンルームを除く	なし	IEC 60721-3-5: 5K2, 5K3 対象	水に直接さらすことは不可
相対湿度、急激な温度変化と組み合わされて	95% RH	IEC 60721-3-5: 5K2, 5K3 対象	IEC62498 に準拠した連続的な絶対湿度の

XHP™ 3 モジュールの環境分類

環境パラメータ	仕様	規範的参照	備考
いない、内燃機関を動力源とする車両のエンジンルームを除く	+45°C 連続的な絶対湿度の制限≤ 30g/m^3	IEC 62498: 部分的に対象 (「場合により 95 ... 100%」は許可されない。これはパラメータ「wetness」で処理されます→以下を参照)	制限と実際に発生する最大値
急激な温度変化と組み合わされた相対湿度、高い相対湿度の空気/空気。冷蔵空調システムに近接してない	95% RH -40/+30°C	IEC 60721-3-5: 5K2, 5K3 対象	
急激な温度変化と組み合わされた絶対湿度、空気/高含水率の空気	30g/m^3 +70/+15	IEC 60721-3-5: 5K2、5K3 は 60g/m^3 を要求するが、これは自然条件下では不可能→IEC62498 で要求される値連続的な絶対湿度へ低減	
低い相対湿度	10% 30°C	IEC 60721-3-5: 5K2、5K3 対象	
低い気圧	70 kPa	IEC 60721-3-5: 5K2、5K3 対象	高い高度での宇宙線による故障率の検討要
周囲の媒体の動き、空気	20 m/s	IEC 60721-3-5: 5K2、5K3 対象	
降水、雨	なし	IEC 60721-3-5: 5K2 対象 (5K3 非対象)	
雨以外の水源からの水	なし	IEC 60721-3-5: 5K2、5K3 非対象	
湿気	結露によってのみ t ≤ 0.5h/d	IEC 60721-3-5: 5K2、5K3 抑制により対象	結露と着氷は 1 日あたり最大 0.5 時間可

8 モジュールの沿面距離と空間距離

絶縁特性を計算するときは、特に空間距離と沿面距離に関するアプリケーション固有の規格を考慮する必要があります。

モジュール固有の XHP™ 3 パッケージ図面は、データシートから取得するか、インフィニオンモジュールの販売パートナーを介して 3D CAD モデルとして電子形式で取得できます。

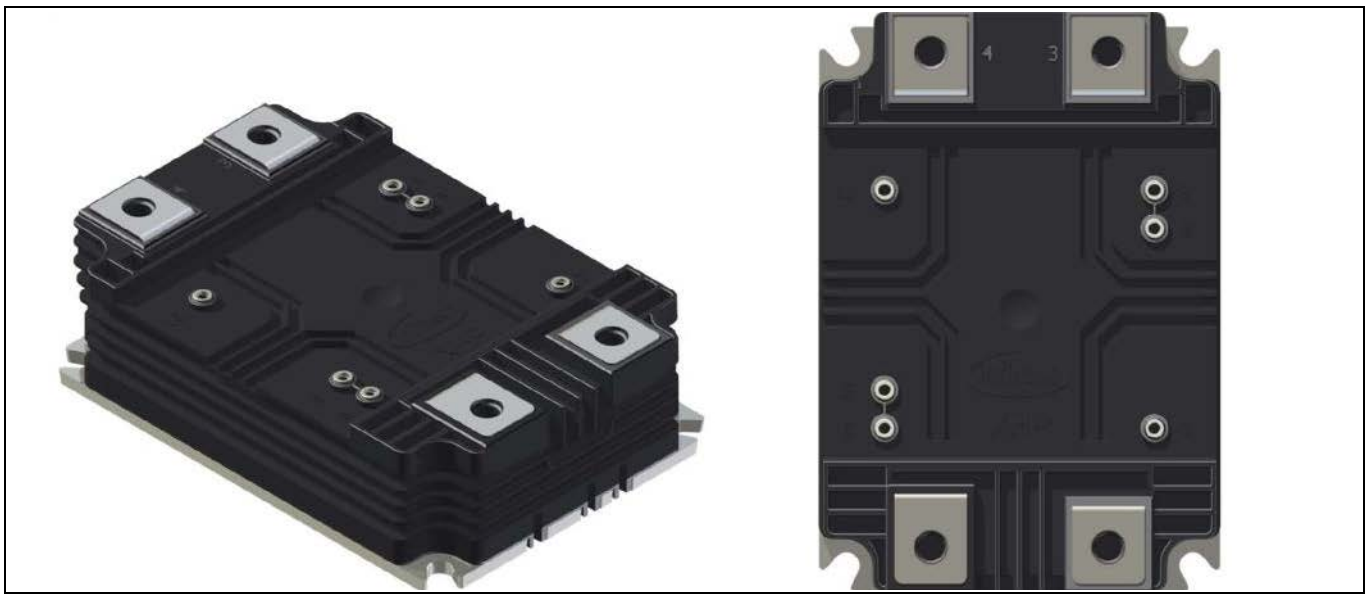


Figure 5 XHP™ 3D CAD モデル

特にボルトとワッシャを選択する時は、十分な空間距離と沿面距離を考慮する必要があります。アプリケーションの要件を満たすために、導電性の部品やメッキされたスルーホールを避けるか、ラッカーなどの絶縁対策を講じてください。

モジュールのデータシートに示されている空間距離と沿面距離は、組み付けていないモジュールおよび接続されていないモジュールに指定されるものです。これらの値は、モジュールの最短空間距離および沿面距離です。

いずれの場合も、アプリケーションの空間距離と沿面距離を調べて、ユーザー固有の規格の要件と比較し、必要に応じて設計指標によって検証する必要があります。

9 モジュールの組付けと接続

9.1 ヒートシンク表面の品質

モジュールの損失として発生するエネルギーは、スイッチング動作中データシートで指定されている T_{vjop} の最高温度を超えないように、適切なヒートシンクによって放散される必要があります。接合部温度制限の詳細については、AN2008-01 [4]を参照してください。ヒートシンクとモジュール間の接触は、モジュールの放熱に重大な影響を与えるため、モジュール配置エリアのヒートシンク表面の品質は非常に重要です。

最適な熱放散のために、各 XHP™モジュールに対するヒートシンクの接触エリア条件は次の値を超えてはいけません。

表面粗さ　　≤ 15µm

表面平坦度　≤ 30µm

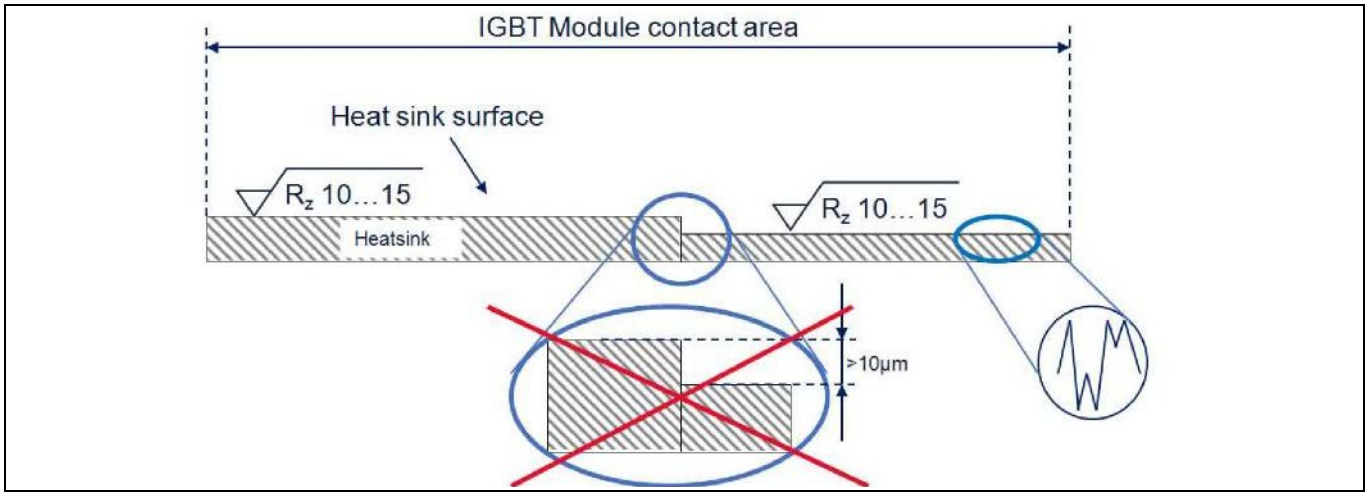


Figure 6　モジュール組付け前のヒートシンク表面粗さの図解

モジュールのベースプレートとヒートシンクの表面の接触エリアは、熱接触を悪化させる損傷や汚染があってはいけません。モジュールを取り付ける前に、接触部分を糸くずの出ない布で拭くことを推奨します。

ヒートシンクは、組付けとその後の輸送に十分な剛性を備えている必要があるため、ヒートシンクからモジュールのベースプレートに追加の機械的応力がかかることはありません。組付けプロセス全体を通して、ヒートシンクはねじれ防止サポートを備えている必要があります。例えば、適切なキャリアジグに配置する必要があります。

9.2 サーマルインターフェース素材

モジュールで発生する電力損失を放散し、ヒートシンクへの熱の流れを良好にするには、モジュールのベースプレートとヒートシンクの間のすべてのエアギャップに適切な熱伝導性材料を充填する必要があります。これは、サーマルグリース、サーマルペーストまたはサーマルコンパウンドを使用して行えます。

熱伝導性材料は、用途に適した長期安定性を備え、一貫して良好な熱接触抵抗を確保する必要があります。これは、ユーザーが認定する必要があります。長期的な安定性が保証されない場合、半導体が長期

的に過熱するリスクがあり、モジュールの寿命が短くなります。トルク値に影響を与える可能性があるため、取り付け穴が汚れないようにグリースを塗布する必要があります。

9.3 スクリーン印刷プロセスでのサーマルペーストの塗布

ユーザーは、適合性と長期安定性のために使用されるサーマルペーストを選択して認定する必要があります。例えばスクリーン印刷と組み合わせて、サーマルグリースなどの熱伝導性材料を塗布することの適合性は、ユーザーが独自に検証する必要があります。

最適な結果を得るには、モジュール、スクリーン印刷の形状、ヒートシンクの接触面積、および適用される材料を 1 つの構成と見なす必要があります。

層の厚さがµm の範囲でサーマルペーストを手動で塗布することは本質的に問題があります。最適に充填された層はすべてのギャップを塞ぐべきですが、ベースプレートとヒートシンク表面の間の金属接触は妨げるべきではないからです。したがって、ステンシル印刷プロセスでサーマルグリースを塗布することを推奨します。この方法では、モジュールの種類に応じてカスタマイズされた応用ができるだけでなく、層の厚さを再現性よく調整できます。

サーマルコンパウンドを塗布するためのスクリーン印刷ステンシルの使用に関する詳細は、ガイドライン[5]に記載されています。印刷ステンシルのモジュール固有の図面は、インフィニオンモジュールの販売パートナー経由で入手できます。適切な量のサーマルコンパウンドの場合、ステンシルの材料の厚さは 100µm である必要があります。

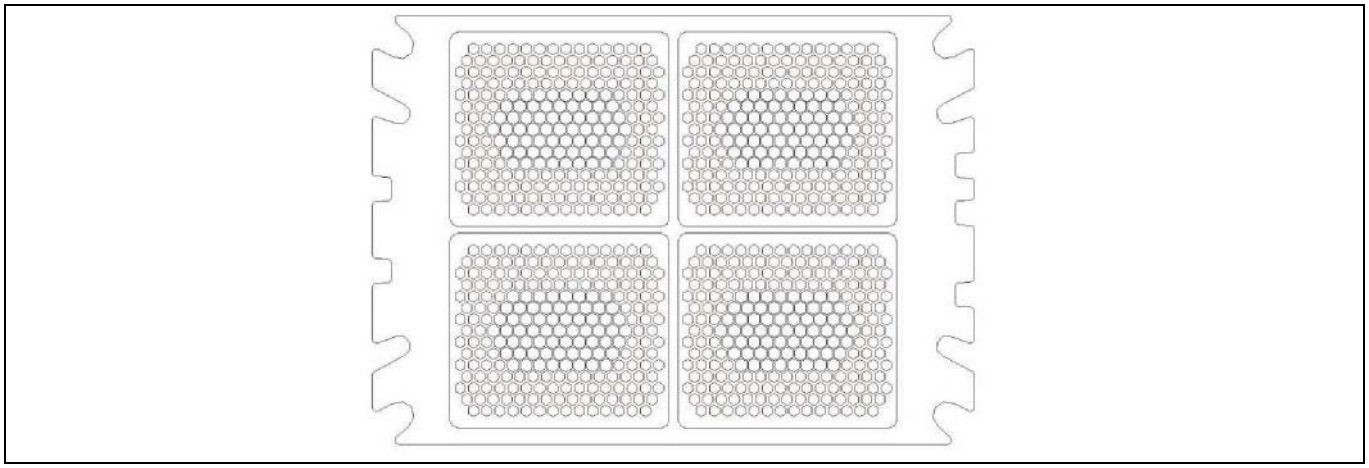


Figure 7 XHP™ 3 モジュールのステンシル

サーマルペーストを使用してスクリーン印刷する場合は、次のプロセスに従ってください。

1. ステンシルからサーマルグリースの残留物を取り除いてください。このステップは、イソプロパノールやエチルアルコールなどの適切な溶媒を使用して実行できます。これらの材料を取り扱うときは、安全規則を遵守してください。
2. ステンシルとモジュールをモジュールを保持しているジグに合わせてください。
3. ステンシルをモジュールのベースプレート上に降ろしてください。
4. ステンシルの上にサーマルペーストを塗布してください。すべてのステンシル穴を適切に埋めることが不可欠です。
5. テンプレート (ステンシル) を持ち上げて、モジュールを取り外してください。
6. 材料の塗布後の目視検査により、テンプレートのすべてのポイントが満たされていることが確認されます。ペーストの手動塗布は、ステンシルの位置合わせが不十分であったり、ペーストの量がわ

ずかに変動することによって影響を受ける可能性があります。したがって、塗布した材料の厚さを測定することを強く推奨し、適切な量の材料が塗布されたことを確認します。

待ち時間の後、ヒートシンクとモジュールはペーストの均一な分布を示します。

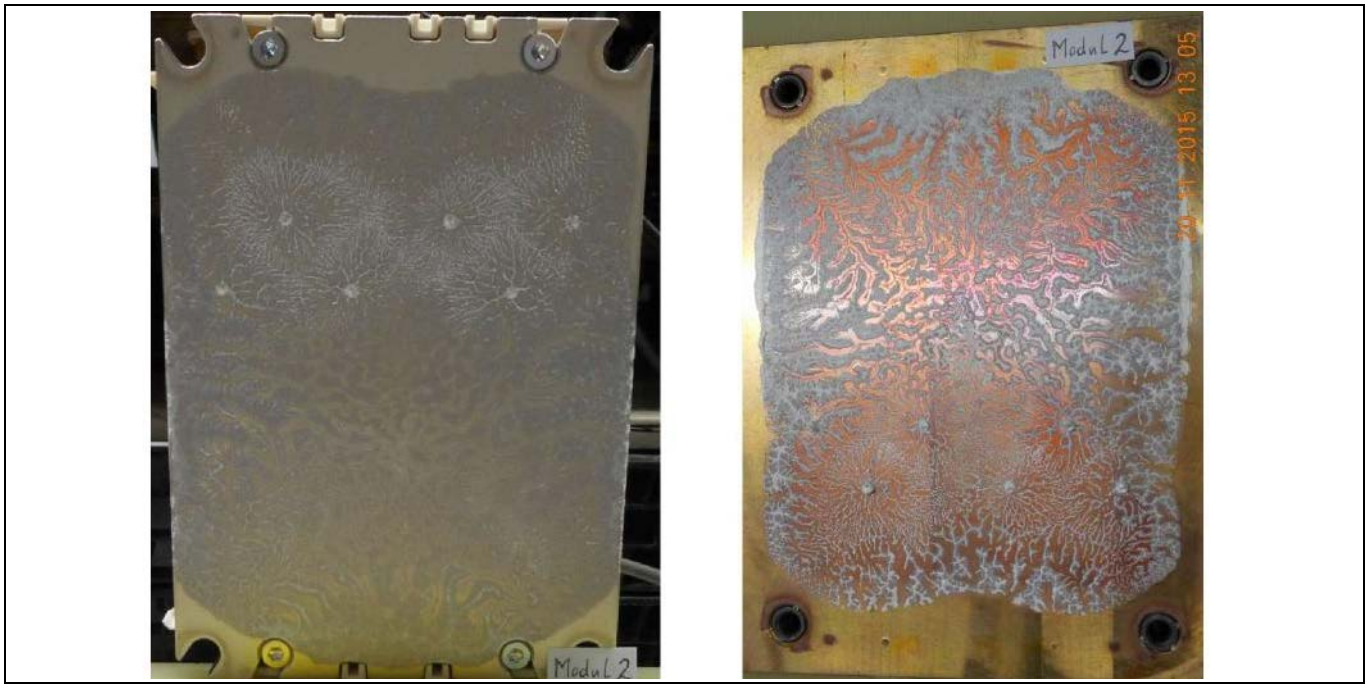


Figure 8　モジュール (左) とヒートシンク (右) の表面でのペーストの分布

ツールを使用してテンプレートにペーストを塗布する場合、テンプレートの摩耗の可能性とそれに伴う層の厚さの減少を定期的にチェックする必要があります。テンプレートの厚さが所定の厚さでなくなった場合は、テンプレートを交換します。

9.4　サーマルペーストを塗布する別の方法

推奨されるスクリーン印刷工程でサーマルコンパウンドを塗布できない場合は、代わりに手動でペーストを塗布することもできます。通常、モジュールのベースプレートには、100 µm のサーマルペーストの均一な層の厚さで十分です。使用するサーマルコンパウンドとその用途の適合性と長期安定性は、ユーザーが認定する必要があります。

量はスポイトから測定するか、チューブから適用できます。

一般的なローラーまたはノッチ付きコテのような歯の細かいヘラを使用して、サーマルグリースを塗布できます。ペーストの厚さの均一性と再現性に関しては、手動での塗布には大きな許容誤差があります。ウェットフィルムコーム (ゲージ) を使用すると、サーマルコンパウンドを塗布した後に厚さを確認できます。Figure 9 を参照してください。コームをヒートシンクの表面に垂直に置き、サーマルペースト層を通してコームをゆっくりとこすります。ウェットフィルムコームの側面にはさまざまな長さの歯があります。ペーストの厚さは、「コーティングされた」または「濡れた」歯の最大値と「コーティングされていない」または「乾いた」歯の最小値の間にあります。

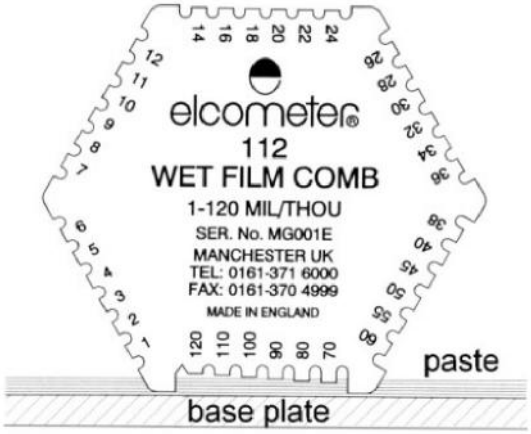


Figure 9　サーマルコンパウンドの層の厚さを確認するためのウェットフィルムゲージ

選択の際に考慮されるアプリケーションガイドライン、熱伝導材料の熱接触および長期安定性は、提案された手順と目的のアプリケーションに対してユーザーが常に確認する必要があり、コンパウンドメーカーと話し合うことができます。

9.5　ヒートシンクへのモジュール組付け

モジュール組付けはモジュールのデータシートで指定された公差を遵守しなければなりません。モジュール固有の外形図は、データシートから取得できます。

ヒートシンクへのモジュールのボルト取り付けは、発生するすべての力の合計が接合部品の降伏点を超えないようにする必要があります。ばね座金などのはめ込み部品は、接続部の弾力性を高めるため、安定効果を補償します。これにより、予張力が大部分保持され、組付けの緩みが妨げられます。

Table 5　取り付けボルトの技術データ

説明	値	注記
取り付けボルト	M6	1.
最大推奨トルク	M_{max} = 5.75 Nm	2.
ボルトの推奨強度	8.8	
ヒートシンク内のネジ部の最小長さ	1.6 – 2.2 x d	3.

1. モジュールの組付けは、適切なワッシャ (DIN433 または DIN125 規格など) とのコンビネーションでボルト規格 (ISO4762, DIN6912, DIN7984, ISO14581, または DIN7991) に準拠したボルトを使用するかまたは DIN6900 に準拠したワッシャと一緒になったボルトを使用することを推奨します。
2. ネジ山は汚れなく、潤滑されることなくまたはサーマルグリースで汚染されたりしないようにする必要があります。
3. アルミニウムへの挿入; ヒートシンクとスクリューの材料特性に応じた技術文献によると、d: ボルトの直径

ボルトまたはヒートシンク材料の他の材料の組み合わせは、機械的パラメータの調整と腐食安定性の評価が必要になる場合があります。

ベースプレートの不要なひずみと張力を回避するために、ヒートシンクは十分な剛性を示す必要があり、組付けおよび輸送中に歪みのない状態で対処する必要があります。

すべての取り付けネジは、指定された取り付けトルクで均一に締める必要があります。このための好ましい工具は、電子制御または動きの遅い電動ドライバーです。トルクレンチを使用して手動で作業することもできます。精度と正確さが不足しているため、エアドライバーの使用は推奨しません。ヒートシンクの良好な熱接触のために、最終トルクにて 1-2-3-4 の順に M6 スクリューで締め付けることを推奨します。

このシーケンスは、並べて配置された複数のモジュールの並列化にも適用できます。

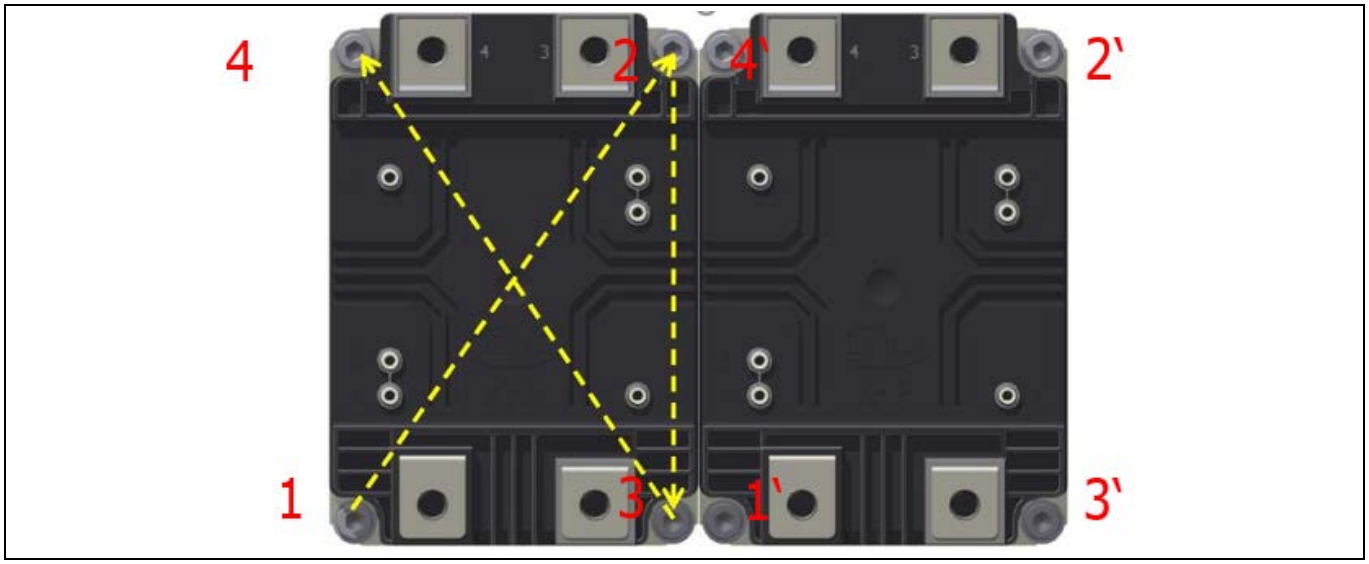


Figure 10　並列 XHP™モジュールの締め付けシーケンス

標準のサーマルコンパウンドを使用する場合、ペーストの性質によっては、バーンイン期間後にボルトの締め付けトルクが適切であるか確認する必要があります。サーマルグリースの代わりに熱伝導に相変化フィルムを使用する場合は、追加の検証手順を実行することを推奨します。パワーデバイスには適さない特性を持つ固体フォイルの使用は推奨できません。

組付けプロセスの認定と検証、およびサーマルデザインの適合性については、サーマルコンパウンドまたは提供されている代替材料を使用したいくつかの試験と測定が不可欠です。適用条件下で発生する最大接合部温度は、熱測定によって確認されます。パルス動作における最大接合部温度 T_{vjop} は、データシートで規定された最大接合部温度を超えてはいけません！

9.6　動作時の熱検証

チップ近くの熱測定を行うには、Figure 11 のように、センサープローブをチップの直下に配置する必要があります。正確なチップ位置の認識は不可欠です。モジュール固有のチップ位置は、IGBT パワーモジュールの販売パートナー経由で問い合わせることができます。

詳細については、過渡熱測定および熱等価回路モデルに関するアプリケーションノートを参照してください。[6]

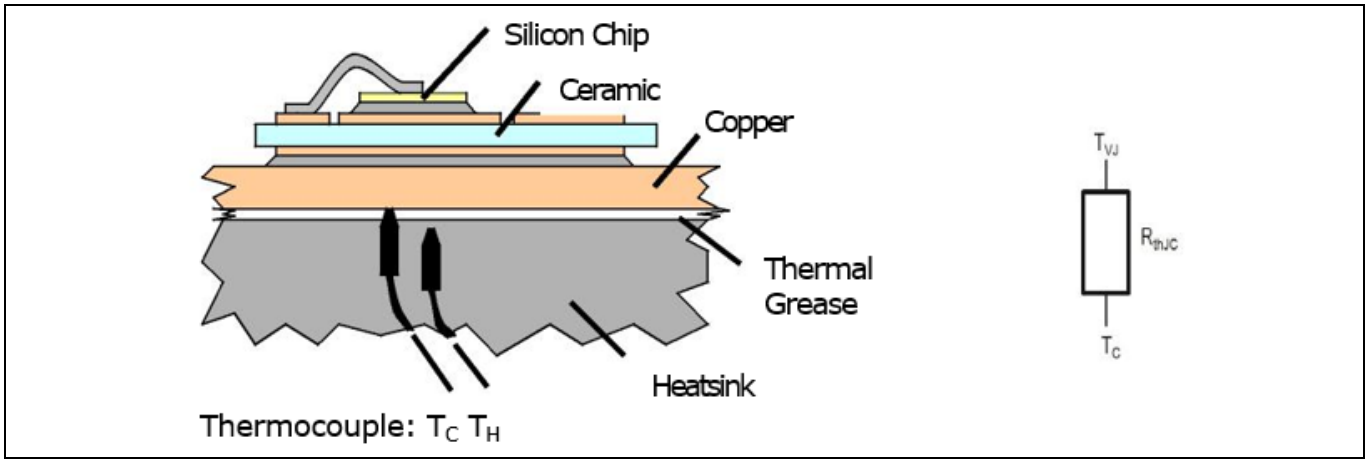


Figure 11　熱電対を使用した温度測定セットアップの例

接合部温度 T_{vj} は、次の式で求めることができます。

$$T_{vJ} = T_C + P_V \cdot R_{thJC}$$

計算には、スイッチング損失と伝導損失 P_V、およびベースプレート温度 T_C を指定する必要があります。

T_{vJ}: 仮想接合部温度

T_C: ケース温度

P_V: スイッチあたりの総電力損失

R_{thJC}: ケース間熱抵抗、スイッチあたりの接合部

9.7　主端子と補助端子の接続

モジュールは、それぞれのデータシートの外形図に指定されている許容されるモジュール公差内で接続する必要があります。PCB、DC バス、取り付けボルト、ケーブルなどの隣接する部品の位置と公差は、接続後、各端子に静的または動的な引張力の持続的な影響がおよばないように設計する必要があります。主端子は、ニッケルコーティングされた銅で構成されています。次の推奨事項は、メッキ無しまたは適切なメッキが施された銅製バスバーに有効です。

XHP™モジュールの主端子を接続するには、M8 ボルトが必要です。ボルトは、ISO4762、DIN7984 または DIN7985 に準拠した、少なくとも強度区分 8.8 で、DIN 125 ワッシャとロックワッシャ、または DIN6900 に準拠した組み合わせで選択する必要があります。ネジ山は汚れなく、潤滑されていない必要があります。ネジは、データシートに指定されているトルクで締めます。最大トルクに近いトルク値を使用することを推奨します。ただし、Table 6 の最大トルク値を超えてはいけません。

締め付けトルクは、作用している予張力が部品の純粋な摩擦結合につながるように選択する必要があります。摩擦係数 μ の理解は、予圧と締め付けトルクを正確に決定するための前提条件です。摩擦は、材料の組み合わせ、表面、潤滑、温度など、さまざまな要因によって異なります。Table 6 に指定されているトルク値は、亜鉛メッキされたメトリックスチールボルトの使用を想定しています。構造の摩擦係数がこれと異なる場合は、それに応じてトルク値を調整します。

Table 6　電気接続部の取り付けボルトの締め付けトルク M

端子	取り付けボルト	ネジの最大深さ	条件 1 の取り付けトルク	条件 2 の取り付けトルク
Power	M8	16 mm	8 〜 10 Nm	8 〜 22 Nm
Auxiliary	M3	7 mm	0.9 〜 1.1 Nm	0.9 〜 1.8 Nm

条件 1: トルクがモジュールのナットに直接加えられ、全トルクがプラスチックハウジングに影響を与える場合は、Table 6 の条件 1 に従って制限する必要があります。ここで与えられた上限は、完全印加されるトルクがプラスチックハウジング内に挿入されたナットを締め付けた最悪の状態を想定しています。条件 1 は、例えば、ケーブルソケットだけがモジュールに接続されているラボの条件を反映しています。

条件 2: 大きなバスバー (固定ネジ M8) またはプリント回路基板 (固定ねじ M3) が存在する場合、より高い取り付けトルクが許容されます。バスバーまたは PCB は、ナットおよびこれより先のハウジングのプラスチック材料に過剰な力がかかるのを防ぎます。使用するバスバーまたは PCB の最大許容接触圧力を超えていないかどうかを確認する必要があります。

ボルトの長さの選択は、モジュールに指定されたネジの最大深さと接続部品の寸法によって異なります。これらの値の合計は、選択したボルトのネジ長さより小さくてはいけません。モジュールの主端子のボルトの有効ネジ長さは、指定された最大深さ 16mm を超えてはいけせん。補助端子の場合、これは 7mm です。ボルトまたは DC バスバー材料のような他の材料の組み合わせでは、機械的パラメータの調整と、組み合わせた腐食安定性の評価が必要になる場合があります。

主端子のネジ接続の設計は、発生するすべての負荷の合計が接続された部品の降伏点を超えないようにする必要があります。安定したデバイスは、接続による弾力性を高め、そのようにして安定した効果を補償します。これにより、予張力が大部分保持され、組付けの緩みが打ち消されます。

接続部品は組み立てプロセス中、指定された最大許容力を超えないように電気的な接点 (各端子) に取り付ける必要があります。

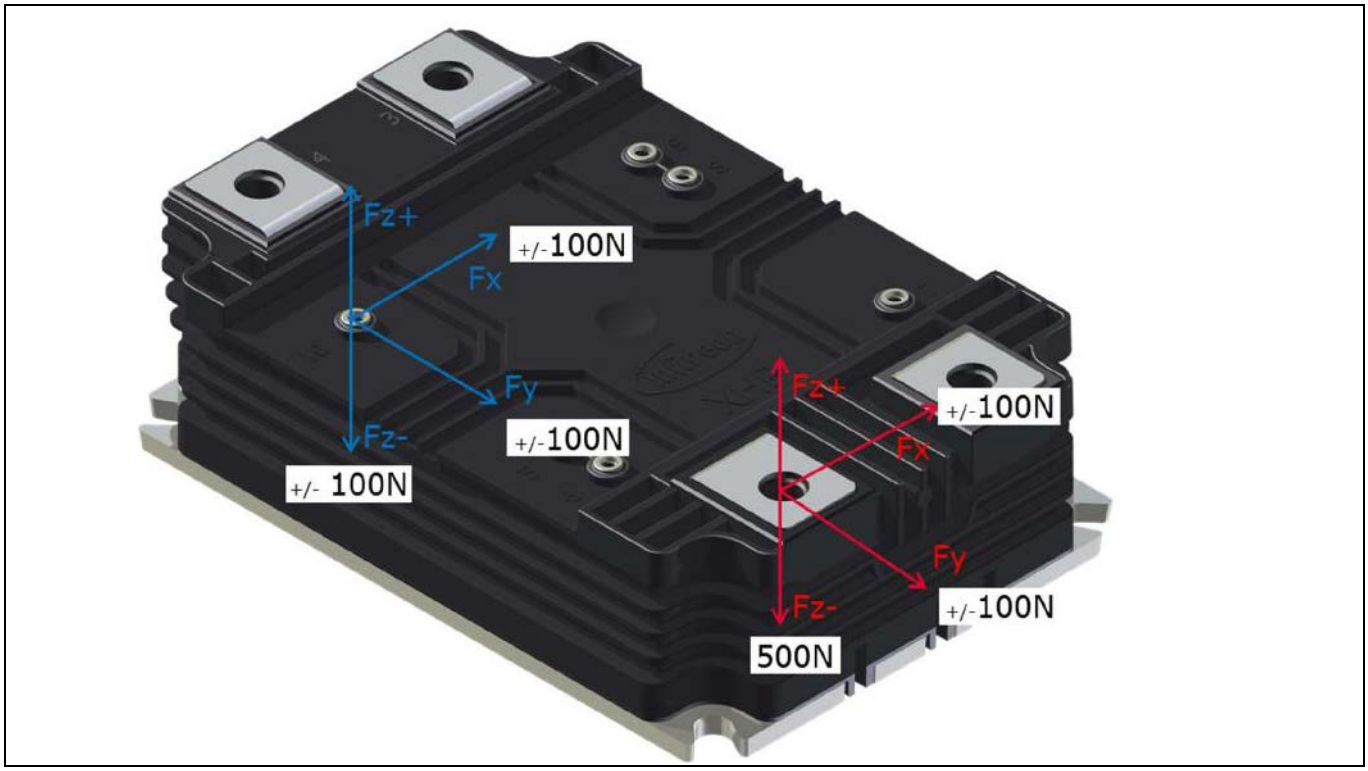


Figure 12　組付けプロセス時の XHP™ 3 モジュール各端子の最大許容力

主端子と補助端子に機械的ストレスが恒久的にかからないようにする組み立てを推奨します。このような組み立ては、温度範囲全体にわたって固有の問題があるため、主端子と補助端子が適切なスペーサーによって負荷バイアスを示すような構造にする必要があります。

バイアス力の方向が常にベースプレートの方向に作用することを確認する必要があります。上記サポートによる適合性は、構造面で個別に評価する必要があります。

振動や熱膨張よってさらされる他の方向への静的な力は避ける必要があります。

補助端子は、一般的な ESD ガイドラインに従って接続する必要があります。補助コレクタに負荷電流を流すことはできません。

10 並列化

アプリケーションでは、必要な定格電流を達成するために、複数の XHP™モジュールの並列化が必要になる場合があります。インフィニオンはグループ化されたデバイスを提供できます。これは、同じグループ化ラベルを持つ n 個の選別およびグループ化されたデバイスに対し名前拡張子_Px (x = 2 ... n) で識別できます (第 3 章を参照)。グループ化されたデバイスは、静的および動的な電気的パラメータに基づいて選別されます。

それにもかかわらず、並列モジュールの静的および動的な電流分担に影響を与える追加要因があります。これらは、DC リンクと AC の接続、転流インダクタンス、ドライバー回路、および冷却条件に関する並列モジュールの対称性に関するものです。

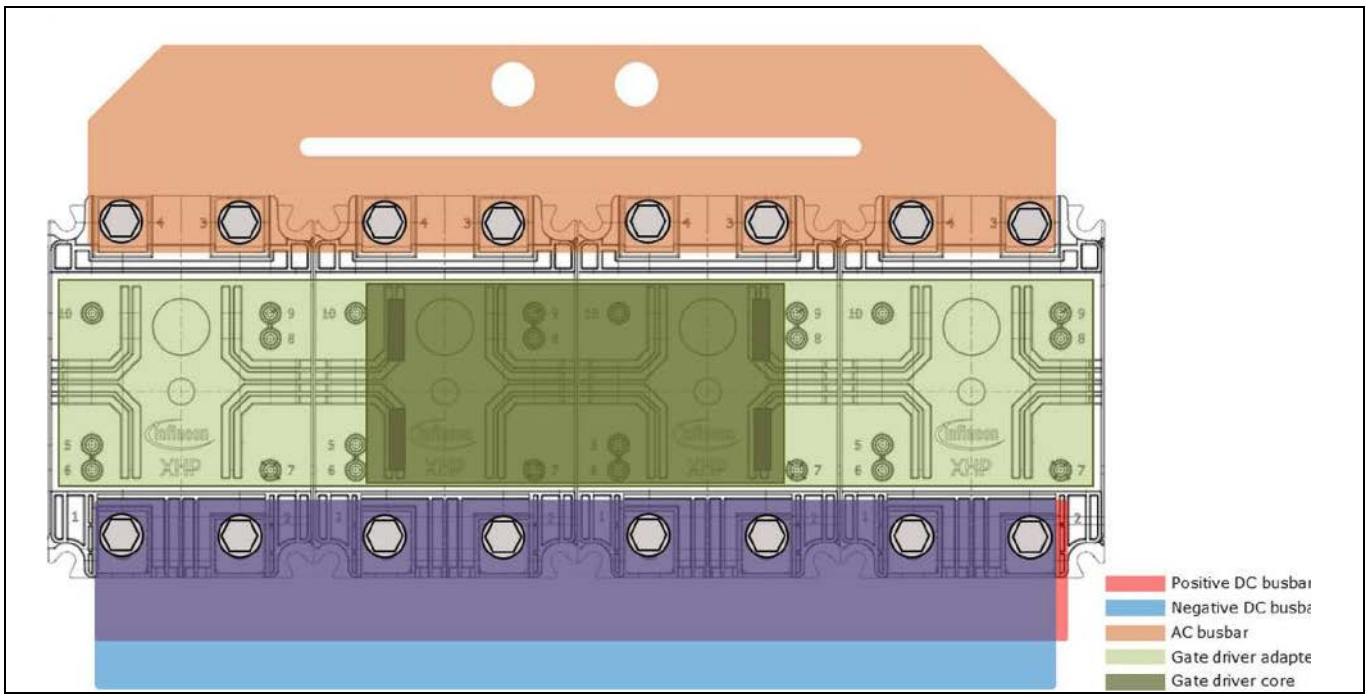


Figure 13 4 つの XHP™ 3 モジュールを並列に配置した対称バスバー構造の例

推奨事項:

適切な動的電流分担を保証するために、DC リンクおよび AC に接続するすべての IGBT 電流パス (同一の浮遊インダクタンス) を対称設計にします。[9]

ゲートドライバの対称設計 (同じドライバステージ、個別のゲート抵抗、エミッタリードに約 1/3 の Rg を分割、2 連リングセラミックコアの使用) により、ゲートリードとフローティングゲート電位の電流が等しくなることを防ぎます。[10]

対称的な冷却条件 (同じヒートシンク温度と並列デバイスの下の冷却媒体の流量) により、同じのケース温度での動作が保証されます

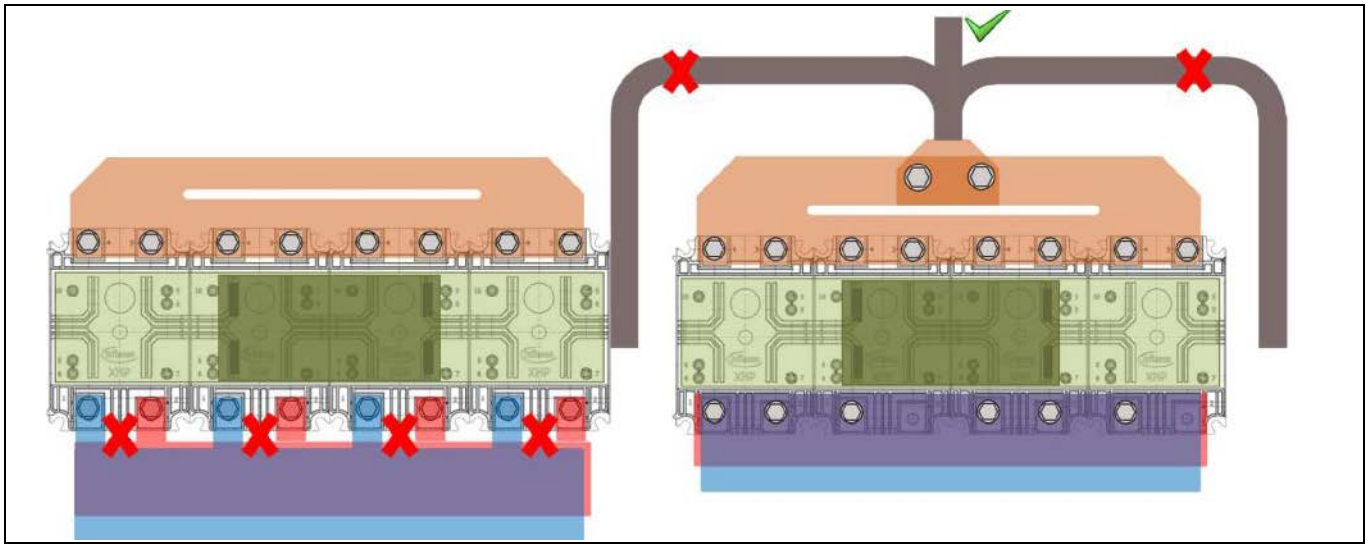


Figure 14　DC および AC の接続に関する禁止事項

Figure 14 (左) に示すように、DC プラス/マイナス接続を開口したり分割したりしないでください (赤色の×)。これにより、内側モジュールと外側モジュールの間に非対称の転流ループの浮遊インダクタンスが発生します。

Figure 14 (右) に示すように、AC 出力接続をモジュールに沿って横方向に配置しないでください (赤色の×)。その磁場は、並列モジュール間の非対称電流分布につながる可能性があります。

11 参考資料

[1] TR14 Storage of Products by Infineon Technologies

[2] AN2011-05 Industrial IGBT Modules – Explanation of Technical Information

[3] AN2010-02 Use of Power Cycling Curves for IGBT4

[4] AN2008-01 Definition and use of junction temperature values

[5] AN2006-02 Application of silk screen print templates

[6] AN2015-10 Transient thermal Measurement and thermal equivalent and models

[7] Infineon Technologies IGBT Modules – Technologies, Driver and Application; A.Volke, M.Hornkamp, ISBN 978-3-00-032076-7

[8] Power Circuit design for clean switching; R.Bayerer, D.Domes, CIPS 2010

[9] Effect of influencing the individual leg inductance in case of paralleling modules on basis of XHP™ 3 and EconoDUAL™; M.Wissen, D.Domes, W.Brekel, T.holtji, A.Groove, PCIM 2017

[10] Analysis of different IGBT gate driver strategies influencing dynamic paralleling performance; Y.Jadhav, Y.Zhou, U.Jansen, PCIM 2016 Asia

改訂履歴

Document version	Date of release	Description of changes
1.1	2021-12-15	本版は英語版 AN2018-07 Rev 1.1 XHP™, Application and Mounting Instructions について、CYPRESS DEVELOPER COMMUNITY の参画者によって日本語に翻訳されたドキュメントです。

Trademarks
All referenced product or service names and trademarks are the property of their respective owners.

Edition 2021-12-15
Published by
Infineon Technologies AG
81726 Munich, Germany

© 2021 Infineon Technologies AG.
All Rights Reserved.

Do you have a question about this document?
Email: erratum@infineon.com

Document reference
AN2018-07

重要事項
本文書に記載された情報は、いかなる場合も、条件または特性の保証とみなされるものではありません（「品質の保証」）。本文に記された一切の事例、手引き、もしくは一般的価値、および／または本製品の用途に関する一切の情報に関し、インフィニオンテクノロジーズ（以下、「インフィニオン」）はここに、第三者の知的所有権の不侵害の保証を含むがこれに限らず、あらゆる種類の一切の保証および責任を否定いたします。

さらに、本文書に記載された一切の情報は、お客様の用途におけるお客様の製品およびインフィニオン製品の一切の使用に関し、本文書に記載された義務ならびに一切の関連する法的要件、規範、および基準をお客様が遵守することを条件としています。

本文書に含まれるデータは、技術的訓練を受けた従業員のみを対象としています。本製品の対象用途への適合性、およびこれら用途に関連して本文書に記載された製品情報の完全性についての評価は、お客様の技術部門の責任にて実施してください。

本製品、技術、納品条件、および価格についての詳しい情報は、インフィニオンの最寄りの営業所までお問い合わせください（**www.infineon.com**）。

警告事項
技術的要件に伴い、製品には危険物質が含まれる可能性があります。当該種別の詳細については、インフィニオンの最寄りの営業所までお問い合わせください。

インフィニオンの正式代表者が署名した書面を通じ、インフィニオンによる明示の承認が存在する場合を除き、インフィニオンの製品は、当該製品の障害またはその使用に関する一切の結果が、合理的に人的傷害を招く恐れのある一切の用途に使用することはできないこと予めご了承ください。