



車載冷却ファン リファレンス設計の ユーザガイド

Microchip 社製品のコード保護機能について以下の点にご注意ください。

- Microchip 社製品は、該当する Microchip 社データシートに記載の仕様を満たしています。
- Microchip 社では、通常の条件ならびに動作仕様書の仕様に従って使った場合、Microchip 社製品のセキュリティ レベルは、現在市場に流通している同種製品の中でも最も高度であると考えています。
- Microchip 社はその知的財産権を重視し、積極的に保護しています。Microchip 社製品のコード保護機能の侵害は固く禁じられており、デジタル ミレニアム著作権法に違反します。
- Microchip 社を含む全ての半導体メーカーで、自社のコードのセキュリティを完全に保証できる企業はありません。コード保護機能とは、Microchip 社が製品を「解読不能」として保証するものではありません。コード保護機能は常に進化しています。Microchip 社では、常に製品のコード保護機能の改善に取り組んでいます。

本書および本書に記載されている情報は、Microchip 社製品を設計、テスト、お客様のアプリケーションと統合する目的を含め、Microchip 社製品に対してのみ使う事ができます。それ以外の方でこの情報を使う事はこれらの条項に違反します。デバイス アプリケーションの情報は、ユーザの便宜のためにのみ提供されるものであり、更新によって変更となる事があります。お客様のアプリケーションが仕様を満たす事を保証する責任は、お客様にあります。その他のサポートは Microchip 社正規代理店にお問い合わせ頂くか、<https://www.microchip.com/en-us/support/design-help/client-support-services> をご覧ください。

Microchip 社は本書の情報を「現状のまま」で提供しています。Microchip 社は明示的、暗黙的、書面、口頭、法定のいずれであるかを問わず、本書に記載されている情報に関して、非侵害性、商品性、特定目的への適合性の暗黙的保証、または状態、品質、性能に関する保証をはじめとするいかなる類の表明も保証も行いません。

いかなる場合も Microchip 社は、本情報またはその使用に関連する間接的、特殊的、懲罰的、偶発的または必然的損失、損害、費用、経費のいかににかかわらず、また Microchip 社がそのような損害が生じる可能性について報告を受けていた場合あるいは損害が予測可能であった場合でも、一切の責任を負いません。法律で認められる最大限の範囲を適用しようとも、本情報またはその使用に関連する一切の申し立てに対する Microchip 社の責任限度額は、使用者が当該情報に関連して Microchip 社に直接支払った額を超えません。

Microchip 社の明示的な書面による承認なしに、生命維持装置あるいは生命安全用途に Microchip 社の製品を使う事は全て購入者のリスクとし、また購入者はこれによって発生したあらゆる損害、クレーム、訴訟、費用に関して、Microchip 社は擁護され、免責され、損害をうけない事に同意するものとします。特に明記しない場合、暗黙的あるいは明示的を問わず、Microchip 社が知的財産権を保有しているライセンスは一切譲渡されません。

Microchip 社の品質管理システムについては www.microchip.com/quality をご覧ください。

商標

Microchip 社の名称とロゴ、Microchip ロゴ、Adaptec、AVR、AVR ロゴ、AVR Freaks、BesTime、BitCloud、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、flexPWR、HELDO、IGLOO、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LinkMD、maxStylus、maxTouch、MediaLB、megaAVR、Microsemi、Microsemi ロゴ、MOST、MOST ロゴ、MPLAB、OptoLyzer、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32 ロゴ、PolarFire、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SenGenuity、SpyNIC、SST、SST ロゴ、SuperFlash、Symmetricom、SyncServer、Tachyon、TimeSource、tinyAVR、UNI/O、Vectron、XMEGA は米国とその他の国における Microchip Technology Incorporated の登録商標です。

AgileSwitch、APT、ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、Flashtec、Hyper Speed Control、HyperLight Load、Libero、motorBench、mTouch、Powermite 3、Precision Edge、ProASIC、ProASIC Plus、ProASIC Plus ロゴ、Quiet-Wire、SmartFusion、SyncWorld、Temux、TimeCesium、TimeHub、TimePictra、TimeProvider、TrueTime、ZL は米国における Microchip Technology Incorporated の登録商標です。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、Augmented Switching、BlueSky、BodyCom、Clockstudio、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoAutomotive、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、Espresso T1S、EtherGREEN、GridTime、IdealBridge、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Intelligent Paralleling、IntelliMOS、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、Knob-on-Display、KoD、maxCrypto、maxView、memBrain、Mindi、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB Certified ロゴ、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICKit、PICKtail、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REAL ICE、Ripple Blocker、RTAX、RTG4、SAM-ICE、Serial Quad I/O、simpleMAP、SimpliPHY、SmartBuffer、SmartHLS、SMART-I.S.、storClad、SQL、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Switchtec、SynchroPHY、Total Endurance、Trusted Time、TSHARC、USBCheck、VariSense、VectorBlox、VeriPHY、ViewSpan、WiperLock、XpressConnect、ZENA は米国とその他の国における Microchip Technology Incorporated の商標です。

SQTP は米国における Microchip Technology Incorporated のサービスマークです。

Adaptec ロゴ、Frequency on Demand、Silicon Storage Technology、Symmcom はその他の国における Microchip Technology Incorporated の登録商標です。

GestIC は、その他の国における Microchip Technology Germany II GmbH & Co. KG (Microchip Technology Incorporated の子会社) の登録商標です。

その他の商標は各社に帰属します。

© 2023, Microchip Technology Incorporated and its subsidiaries.

All Rights Reserved.

ISBN: 978-1-6683-2437-0

目次

序章	5
第 1 章 概要	
1.1 はじめに	9
1.2 特長	10
第 2 章 ボード インターフェイスの説明	
2.1 はじめに	13
2.2 ボード上のコネクタ	13
2.3 テストポイント	16
2.4 dsPIC DSC のピン機能	18
補遺 A. 回路図とレイアウト図	
A.1 回路図とレイアウト図	21
補遺 B. 電氣的仕様	
B.1 電氣的仕様	29
補遺 C. 08c6 部品表 (BOM)	
C.1 部品表 (BOM)	31
補遺 D. テスト結果	
D.1 入力電力に対する速度	33

NOTES:

序章

お客様へのご注意

全ての文書の内容は時間と共に古くなります。本書も例外ではありません。Microchip 社のツールとマニュアルは、お客様のニーズを満たすために常に改良を重ねており、実際のダイアログやツールの説明が本書の説明とは異なる場合があります。最新文書は Microchip 社のウェブサイト (www.microchip.com) をご覧ください。

文書は「DS」番号によって識別します。この識別番号は各ページのフッタのページ番号の前に表記しています。DS 番号の表記規則は「DSXXXXXXXXA」で、「XXXXXXXX」が文書番号、「A」が文書のリビジョンレベルを表しています。

開発ツールの最新情報は Microchip 社ウェブサイトの MPLAB® IDE(統合開発環境) でご覧になれます。

はじめに

本章には、車載冷却ファン リファレンス デザインを使い始める前に知っておくと便利な一般情報を記載しています。主な内容は以下の通りです。

- [本書の構成](#)
- [本書の表記規則](#)
- [推奨参考資料](#)
- [Microchip 社のウェブサイト](#)
- [お客様への通知サービス](#)
- [お客様サポート](#)
- [改訂履歴](#)

本書の構成

本書には車載冷却ファン リファレンス デザインの使い方を記載しています。以下に本書の構成を示します。

- [第 1 章「概要」](#) – 車載冷却ファン リファレンス設計の紹介と機能の概要を記載しています。
- [第 2 章「ボード インターフェイスの説明」](#) – ボードの主要回路要素について説明しています。
- [補遺 A.「回路図とレイアウト図」](#) – 車載冷却ファン リファレンス設計の回路図を記載しています。
- [補遺 B.「電氣的仕様」](#) – この補遺には車載冷却ファン リファレンス デザインの電氣的仕様を示します。
- [補遺 C.「08c6 部品表 \(BOM\)」](#) – ボードの実装時に使うコンポーネント一覧を示します。
- [補遺 D.「テスト結果」](#) – この補遺には車載冷却ファン リファレンス デザインのテスト結果を示します。

本書の表記規則

本書には以下の表記規則を適用しています。

本書の表記規則

表記	意味	例
Arial、MS ゴシックフォント：		
二重かぎカッコ：『』	参考資料	『MPLAB [®] IDE ユーザガイド』
太字	テキストの強調	... は 唯一 のコンパイラです ...
角カッコ：[]	ウィンドウ名	[Output] ウィンドウ
	ダイアログ名	[Settings] ダイアログ
	メニューの選択肢	[Enable Programmer] を選択
かぎカッコ：「」	ウィンドウまたはダイアログのフィールド名	「Save project before build」
右山カッコ (>) で区切り、 角カッコ ([]) で囲んだ 下線付きテキスト	メニューパス	<u>[File]</u> > <u>[Save]</u>
角カッコ ([]) で囲んだ太字の テキスト	ダイアログのボタン	[OK] をクリックする
	タブ	[Power] タブをクリックする
N'Rnnnn	Verilog 形式の数値 (N は総桁数、R は基数、 n は各桁の値)	4'b0010, 2'hF1
山カッコ (< >) で囲んだ テキスト	キーボードのキー	<Enter>、<F1> を押す
Courier New フォント		
標準書体の Courier New	サンプル ソースコード	#define START
	ファイル名	autoexec.bat
	ファイルパス	c:\mcc18\h
	キーワード	_asm, _endasm, static
	コマンドライン オプション	-Opa+, -Opa-
	ビット値	0, 1
	定数	0xFF, 'A'
斜体 Courier New	変数の引数	<i>file.o</i> (<i>file</i> は有効な 任意のファイル名)
角カッコ：[]	オプションの引数	mcc18 [options] <i>file</i> [options]
中カッコとパイプ文字： { }	どちらかの引数を選択する 場合 (OR 選択)	errorlevel {0 1}
省略記号：...	繰り返されるテキスト	var_name [, var_name...]
	ユーザが定義するコード	void main (void) {...}

推奨参考資料

本書には車載冷却ファン リファレンス設計の使い方を記載しています。各デバイス (マイクロコントローラまたはデジタルシグナルコントローラ) のデータシートには、そのデバイスのプログラミングに関する最新情報が記載されています。補足資料として、以下の Microchip 社文書を推奨します。

MPLAB® XC16 C コンパイラ ユーザガイド (DS50002071)

この包括的なユーザガイドには、Microchip 社の 16 ビットデバイス向け MPLAB XC16 C コンパイラ (旧名称 MPLAB C30) の使い方、動作、機能の説明を記載しています。

MPLAB® X IDE ユーザガイド (DS50002027)

この文書では MPLAB X IDE ソフトウェアのインストールと実装について説明しています。

dsPIC33CDVL64MC106 ファミリ データシート (DS70005441)

この文書には、dsPIC33CDVL64MC106 と dsPIC33CDV64MC106 のデバイスに固有の情報を記載しています。dsPIC33CDVL64MC106 には 16 ビット デジタルシグナルコントローラ、MOSFET ゲートドライバ、LIN トランシーバが実装されています。dsPIC33CDV64MC106 にはデジタルシグナルコントローラと MOSFET ゲートドライバのみが実装されています。

ATA663211 データシート (DS20006191)

この文書には、ATA663211 LIN トランシーバのデバイスに固有の情報を記載しています。

Readme ファイル

各種ツールの使い方に関する最新情報は、MPLAB X IDE のインストール先フォルダの「Readmes」サブフォルダ内にある各ツールの Readme ファイルを参照してください。Readme ファイルには、ユーザガイドに記載できなかった最新情報と既知の問題を記載しています。

車載冷却ファン リファレンス デザインを使ったモータ制御アプリケーションの設定と実行の手順は、モータ制御ソフトウェアに付属の Readme ファイルを参照してください。

dsPIC33 ファミリ リファレンス マニュアルの各巻

Microchip 社は、dsPIC® DSC MCU ファミリのアーキテクチャと周辺モジュールの動作を説明するファミリ リファレンス マニュアル (FRM) をモジュールごとに提供しています。各デバイスファミリの詳細は、それぞれのデータシートに記載されています。

AN1292 - PLL 推定器と磁界弱め (FW) を使った永久磁石同期モータ (PMSM) のセンサレス磁界方向制御 (FOC) (DS01292)**AN1299 - PMSM のセンサレス FOC 向けシングルシャント三相電流再構成アルゴリズム (DS01299)**

これらの文書は Microchip 社のウェブサイト (www.microchip.com) からダウンロードできます。

Microchip 社のウェブサイト

Microchip 社は自社が運営するウェブサイト (www.microchip.com) を通してオンラインサポートを提供しています。このウェブサイトを通じて、お客様はファイルと情報を簡単に入手できます。一般的なインターネット ブラウザから以下の内容がご覧になれます。

- **製品サポート** - データシートとエラッタ、アプリケーション ノート、サンプルコード、設計リソース、ユーザガイドとハードウェア サポート文書、最新ソフトウェア リリース、ソフトウェア アーカイブ
- **技術サポート** - よく寄せられる質問 (FAQ)、技術サポートのご依頼、オンラインディスカッショングループ、Microchip 社のコンサルタント プログラム メンバーの一覧
- **ご注文とお問い合わせ** - 製品セレクトと注文ガイド、最新プレスリリース、セミナー/イベントの一覧、お問い合わせ先 (営業所 / 正規代理店 / 工場) の一覧

お客様への通知サービス

Microchip 社のお客様向け変更通知サービスは、お客様に Microchip 社製品の最新情報をお届けするサービスです。ご興味のある製品ファミリまたは開発ツールに関する変更、更新、リビジョン、エラッタ情報をいち早くメールにてお知らせします。

Microchip 社のウェブサイト (www.microchip.com) にアクセスし、**[Support] > [Product Change Notification]** からご登録ください。

お客様サポート

Microchip 社製品をお使いのお客様は、以下のチャンネルからサポートをご利用になれます。

- 正規代理店

サポートは正規代理店にお問い合わせください。本書の最後のページに各国の営業所の一覧を記載しています。

技術サポートは以下のウェブページからもご利用頂けます。

<http://www.microchip.com/support>

改訂履歴

リビジョン A (2023 年 1 月)

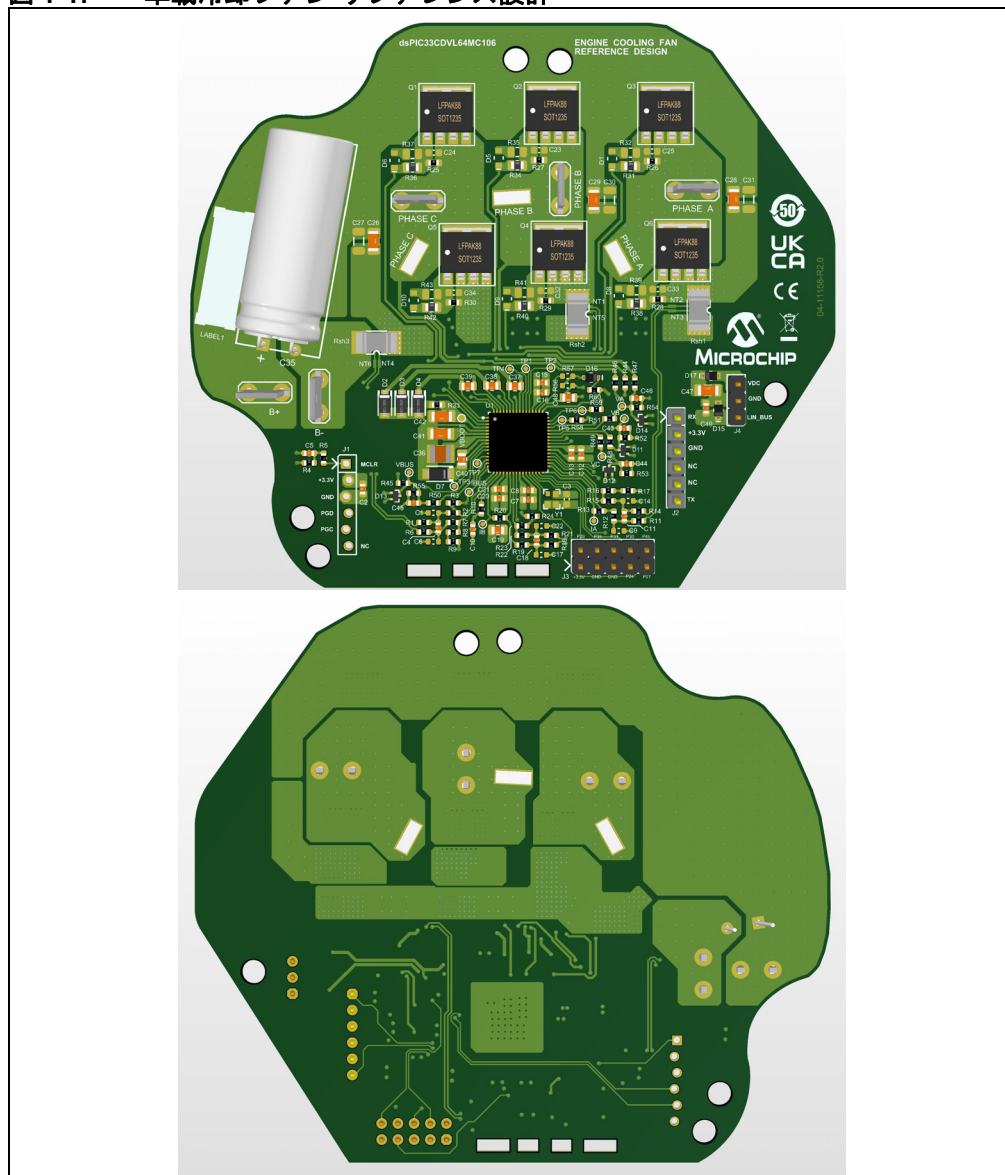
本書の初版です。

第 1 章 概要

1.1 はじめに

本リファレンス デザインは、LIN でネットワーク接続可能な三相永久磁石同期またはブラシレスDC車載冷却ファンモータを駆動するように設計された低コスト開発および評価用プラットフォームです。その設計は Microchip 社のモータ制御 SiP (System in Package) である dsPIC33CDVL64MC106 に基づいています。この SiP には dsPIC33CK64MC105 DSC、MCP8021 三相 MOSFET ゲートドライバ (LDO 付き)、ATA663211 LIN トランシーバが含まれています。

図 1-1: 車載冷却ファン リファレンス設計



1.2 特長

本リファレンス デザインの主な特長は以下の通りです。

- 三相モータ制御の電源段
- DC バス電流フィードバックによる過電流保護とシングルシャント電流再構成アルゴリズムの実装
- DC バス電圧フィードバックによる過電圧保護
- 相電圧フィードバックによるセンサレス台形制御またはフライング スタートの実装
- ICSP™ ヘッダによる Microchip 社プログラマ / デバッガとのインターフェイス
- UART 通信ヘッダ
- LIN インターフェイス (LIN トランシーバは dsPIC33CDVL64MC106 の一部)

図 1-2 に、本リファレンス デザインのブロック図を示します。

図 1-2: ブロック図

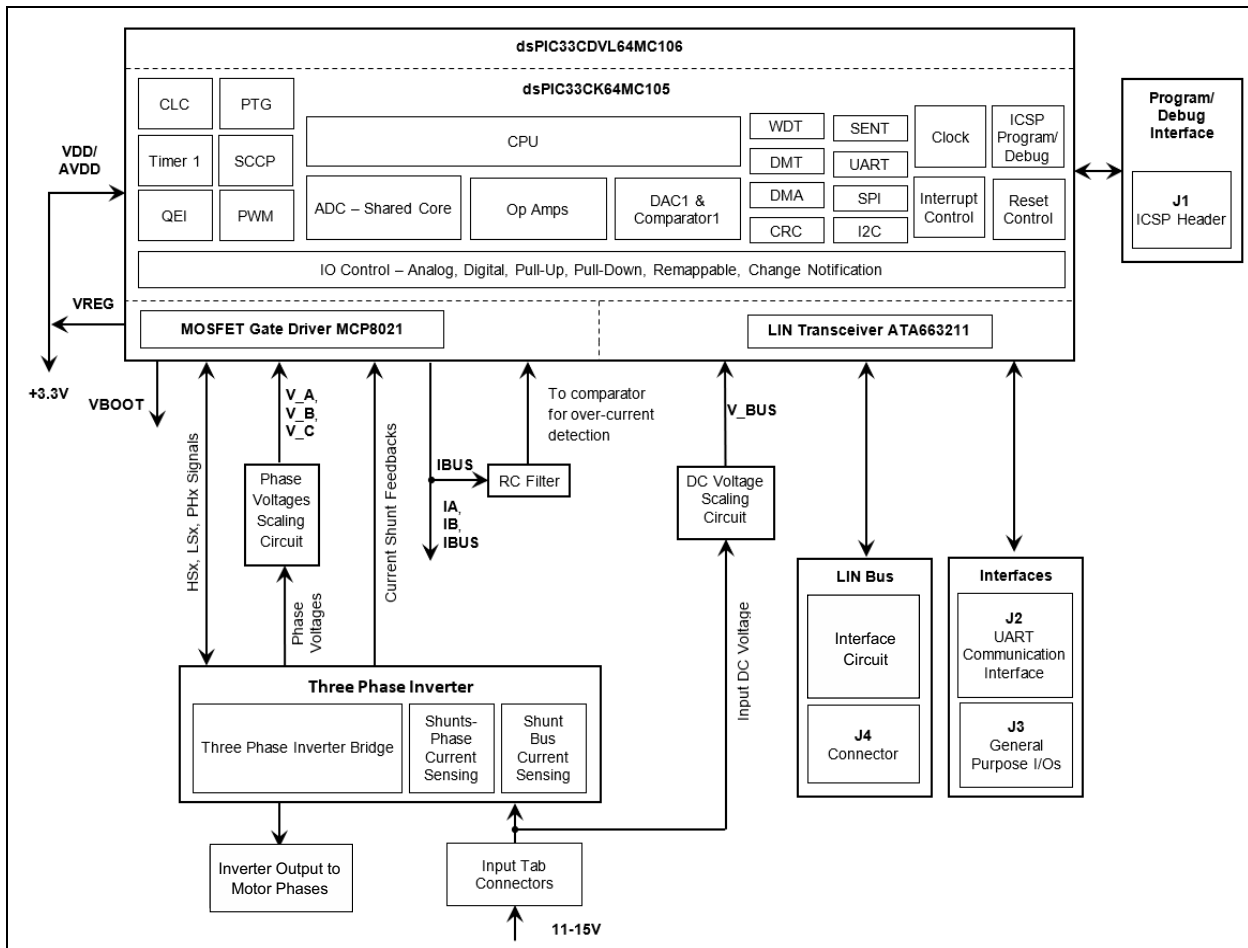


図 1-3 に本リファレンス デザインの各種ハードウェア セクションを示し、表 1-1 にまとめます。

図 1-3: ハードウェア セクション

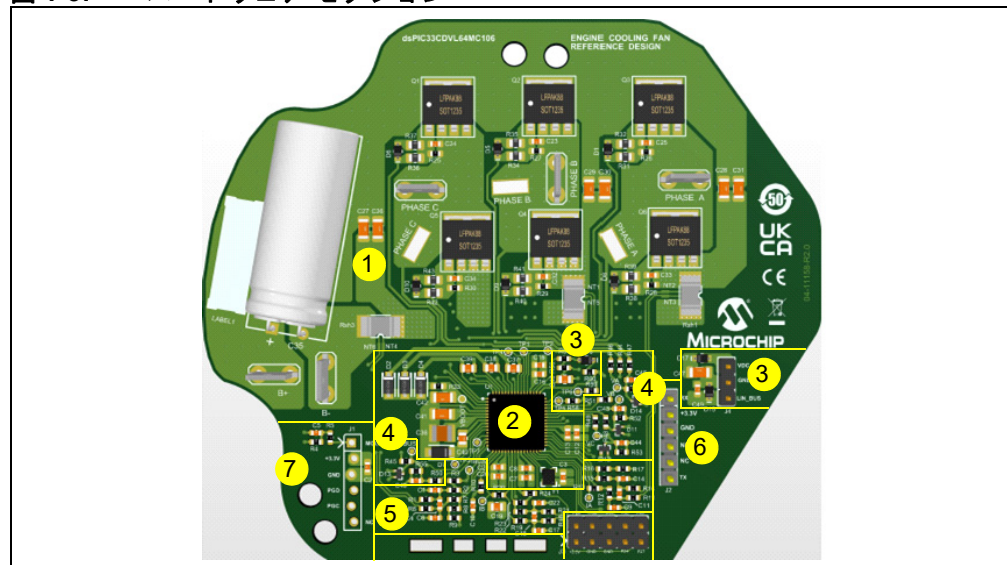


表 1-1: ハードウェア セクション

セクション	ハードウェア セクション
1	三相モータ制御インバータ
2	dsPIC33CDVL64MC106 と関連回路
3	LIN インターフェイス回路
4	DC バスおよび位相電圧検出回路
5	電流検出回路
6	UART 通信インターフェイス ヘッダ
7	ICSP Header

NOTE:

第2章 ボードインターフェイスの説明

2.1 はじめに

この章では、車載冷却ファン リファレンス デザインの入出力インターフェイスについて詳しく説明します。本書の主な内容は以下の通りです。

- ボード上のコネクタ
- テストポイント
- dsPIC DSC のピン機能

2.2 ボード上のコネクタ

本セクションでは本リファレンス デザインのコネクタを説明します。これらを図 2-1 に示し、表 2-1 にまとめます。

図 2-1: コネクタ - リファレンス デザイン

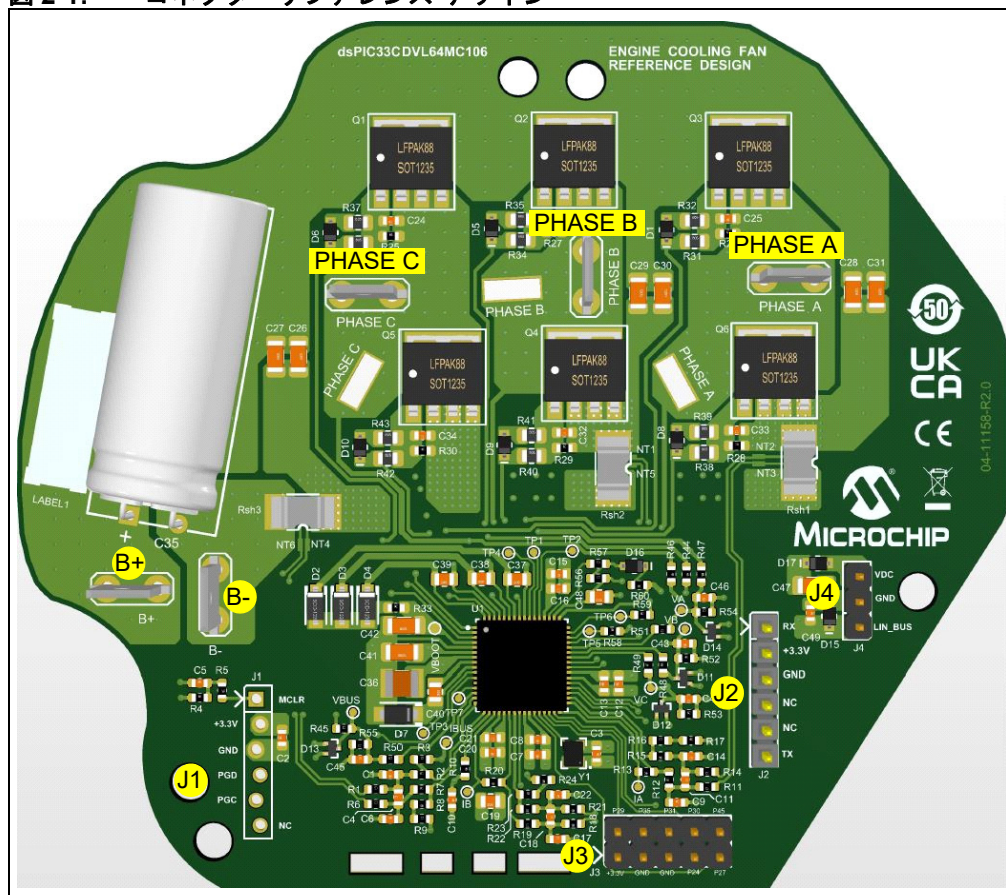


表 2-1: コネクタ - 車載冷却ファン リファレンス デザイン

コネクタ名	ピン数	ステータス	説明
J1	6	未実装	ICSP™ ヘッダ - プログラマ / デバッガと dsPIC® DSC のインターフェイス
J2	6	実装済み	UART 通信ヘッダ
J3	10	実装済み	汎用 I/O ヘッダ
J4	3	実装済み	LIN インターフェイス ヘッダ
PHASE A、 PHASE B、 PHASE C	3	実装済み	三相インバータ出力
B+、B-	2	実装済み	入力 DC 電源タブコネクタ (B+: 正極端子、B-: 負極端子)

2.2.1 プログラマ / デバッガ インターフェイス用 ICSP™ ヘッダ (J1)

6 ピンヘッダ J1 は車載冷却ファン リファレンス デザインのプログラミングとデバッグのためにプログラマ (PICKIT 4 等) と接続できます。出荷時は未実装です。必要に応じて、製品番号 68016-106HLF または同等品を実装する必要があります。表 2-2 に、ピンの詳細を示します。

表 2-2: ピン機能 - ヘッダ J1

ピン番号	信号名	ピン機能
1	MCLR	デバインスマスタ クリア (MCLR)
2	+3.3 V	電源電圧
3	GND	グラウンド
4	PGD	デバイス プログラミング データライン (PGD)
5	PGC	デバイス プログラミング クロックライン (PGC)
6	未接続	—

2.2.2 UART 通信ヘッダ (J2)

ピンヘッダ J2 は、Microchip 社 MPLAB X IDE で利用可能な X2C-Scope プラグイン等のツールを活用して、USB-to-UART コンバータとインターフェイスしてリアルタイムデバッグまたはアプリケーション変数の監視のためのホスト PC とシリアル通信を確立するのに使えます。表 2-3 に、ピンの詳細を示します。

表 2-3: ピン機能 - ヘッダ J2

ピン番号	信号名	ピン機能
1	DEBUG_RX	マイクロコントローラ ピン #37 (RP72/PCI19/SDO2/RD8) に接続
2	+3.3 V	電源電圧
3	GND	グラウンド
4	未接続	—
5	未接続	—
6	DEBUG_TX	マイクロコントローラ ピン #36 (RP57/ASCL1/SDI2/RC9) に接続

2.2.3 汎用 I/O ヘッダ (J3)

10 ピンヘッダ J3 は機能拡張やデバッグのためにマイクロコントローラの未使用ピンにアクセスするのに使えます。ヘッダ J3 のピンの詳細を表 2-4 に示します。

表 2-4: ピン機能 - ヘッダ J3

ピン番号	信号名	ピン機能
1	+3.3 V	電源電圧
2	dsPIC PIN 29	マイクロコントローラ ピン #29 に接続 (OSCO/CLKO/AN6/RP33/RB1)
3	GND	グランド
4	dsPIC PIN 35	マイクロコントローラ ピン #35 に接続 (RP56/ASDA1/SCK2/RC8)
5	未接続	—
6	dsPIC PIN 31	マイクロコントローラ ピン #31 に接続 (ISRC2/RP55/RC7)
7	dsPIC PIN 24	マイクロコントローラ ピン #24 に接続 (IBIAS1/RP54/RC6)
8	dsPIC PIN 30	マイクロコントローラ ピン #30 に接続 (ISRC3/RP74/RD10)
9	dsPIC PIN 27	マイクロコントローラ ピン #27 に接続 (AN15/IBIAS2/RP51/RC3)
10	dsPIC PIN 45	マイクロコントローラ ピン #45 に接続 (RP52/RC4)

2.2.4 LIN インターフェイス ヘッダ (J4)

LIN (Local Interconnect Network) は車載ネットワークをサポートするために設計された低速シリアル ネットワーク プロトコルです。dsPIC33CDVL64MC106 には LIN トランシーバ、LIN インターフェイス回路に不可欠な部分である ATA663211(物理層) が内蔵されています。リファレンス デザインにはヘッダ J4 を介して LIN ネットワークに接続できる LIN インターフェイス回路が含まれています。表 2-5 に、ピンの詳細を示します。

表 2-5: ピン機能 - ヘッダ J4

ピン番号	信号名	ピン機能
1	VDC	LIN 電源
2	GND	グランド
3	LIN_BUS	LIN バスライン入力 / 出力

2.2.5 三相インバータ出力

本リファレンス デザインは三相 PMSM/BLDC モータを駆動できます。表 2-6 にコネクタのピン割り当てを示します。逆回転を防ぐため、モータの位相を正しい順番でリファレンス デザインに接続必要があります。

表 2-6: ピン機能

ピン番号	ピン機能
A 相	インバータ相 1 出力
B 相	インバータ相 2 出力
C 相	インバータ相 3 出力

2.2.6 入力 DC 電源タブコネクタ (B+ と B-)

本ボードは 11 ~ 15 V の DC 電圧レンジで動作するように設計されており、その電源はコネクタ B+ と B- から供給できます。表 2-7 に、コネクタの詳細を示します。

表 2-7: ピン機能 – コネクタ (B+ と B-)

ピン番号	ピン機能
B+	DC 入力正側
B-	DC 入力負側

2.3 テストポイント

本リファレンス デザインは相電圧、モータ電流等の各種信号を監視できるテストポイントを用意しています。図 2-2 にこれらのテストポイントを示し、表 2-8 にまとめます。

図 2-2: テストポイント – リファレンス デザイン

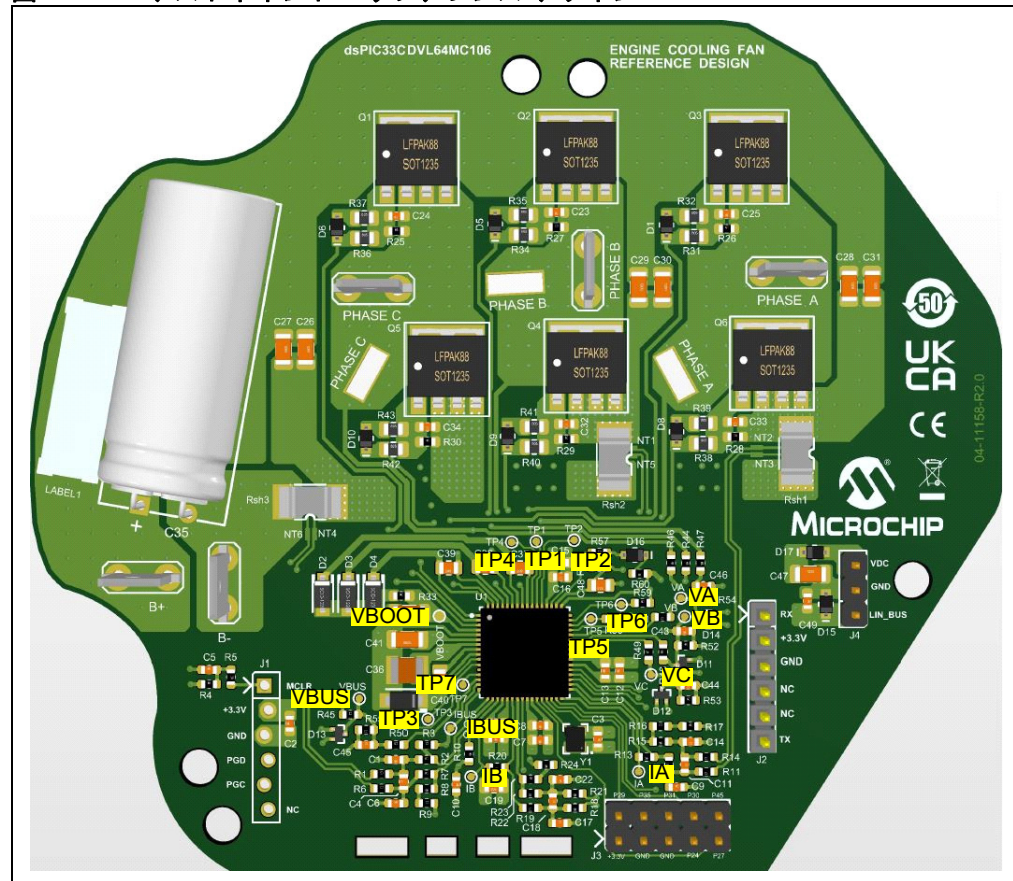


表 2-8: テストポイント

テストポイント No.	信号	説明
IA	IA	インバータの A 相レグ電流フィードバック – 内蔵アンプ (dsPIC33CDVL64MC106 Op Amp 2) 出力
IB	IB	インバータの B 相レグ電流フィードバック – 内蔵アンプ (dsPIC33CDVL64MC106 Op Amp 3) 出力
IBUS	IBUS	インバータのバス電流フィードバック – 内蔵アンプ (dsPIC33CDVL64MC106 Op Amp 1) 出力
VA	VA	A 相電圧フィードバック
VB	VB	B 相電圧フィードバック
VC	VC	C 相電圧フィードバック
VBUS	VBUS	DC バス電圧フィードバック
VBOOT	VBOOT	内蔵 MOSFET ゲートドライバ (U1B) の VBOOT 出力 – ブートストラップ電源出力 (+12 V)
TP1	TP1	マイクロコントローラ ピン #54 (RB12/PWM2H) に接続
TP2	TP2	マイクロコントローラ ピン #53 (RB10/PWM3H) に接続
TP3	TP3	マイクロコントローラ ピン #10 (RB14/PWM1H) に接続
TP4	WAKE	内蔵 MOSFET ゲートドライバ (U1B) の復帰ピン
TP5	LIN_RXD	内蔵 LIN トランシーバ (U1C) の RXD ピン
TP6	LIN_WKIN	内蔵 LIN トランシーバ (U1C) の復帰ピン
TP7	TP7	マイクロコントローラ ピン #13 (ANN0/RP77/RD13) に接続

2.4 dsPIC DSC のピン機能

オンボードの dsPIC33CDVL64MC106 デバイスはその周辺モジュールと CPU の能力でリファレンス デザインの各種機能を制御します。表 2-9 に、dsPIC DSC のピン機能をグループごとに示します。

表 2-9: dsPIC33CDVL64MC106 のピン機能

信号	dsPIC DSC ピン No.	dsPIC DSC ピン機能	dsPIC DSC 周辺機能	説明
dsPIC DSC の設定 – 電源、クロック、リセット、プログラミング				
+3.3 V	25,39,52	VDD	電源	dsPIC DSC の +3.3 V デジタル 電源
DGND	12,26,38	Vss		デジタルグラウンド
+3.3 V	20	AVDD		dsPIC DSC の +3.3 V アナログ 電源
AGND	21	AVss		アナロググラウンド
CLKI	28	OSCI/CLKI/AN5/RP32/RB0	外部オシレータ	MEMS オシレータ (Y1) の 3 番目のピンに接続
MCLR	11	MCLR	Reset	ICSP ヘッダ (J1) に接続
PGD	40	PGD3/RP37/RB5	インサーキット シリアル プログラミング (ICSP™) または インサーキット デバッグ	ICSP ヘッダ (J1) に接続
PGC	41	PGC3/RP38/RB6		
電流増幅用 dsPIC DSC 内蔵アンプの接続				
OA1IN+	17	OA1IN+/AN9/RA2	オペアンプ 1 (Op Amp 1) と共用 ADC コア	シャント抵抗 Rsh3 からの 差動電流フィードバックは 入力抵抗経路で Op Amp 1 の 非反転および反転入力に 接続します。
OA1IN-	16	OA1IN-/RA1		
IBUS	15	OA1OUT/AN0/CMP1A/IBIAS0/RA0		Op Amp 1 出力。これは バス電流を増幅したものです。出 力を利用可能にするには、Op Amp 1 を設定して有効にします。
OA2IN+	34	PGC2/OA2IN+/RP36/RB4	オペアンプ 2 (Op Amp 2) と共用 ADC コア	シャント抵抗 Rsh1 からの 差動電流フィードバックは 入力抵抗経路で Op Amp 2 の 非反転および反転入力に 接続します。
OA2IN-	33	PGD2/OA2IN-/AN8/RP35/RB3		
IA	32	OA2OUT/AN1/AN7/CMP1D RP34/INT0/RB2		Op Amp 2 出力。これは A 相電流 を増幅したものです。出力を利用 可能にするには、Op Amp 2 を設 定して有効にします。
OA3IN+	23	OA3IN+/AN14/ISRC1/RP50/ RC2	オペアンプ 3 (Op Amp 3) と共用 ADC コア	シャント抵抗 Rsh2 からの 差動電流フィードバックは 入力抵抗経路で Op Amp 3 の 非反転および反転入力に 接続します。
OA3IN-	22	OA3IN-/AN13/CMP1B/ISRC0/ RP49/RC1		
IB	19	OA3OUT/AN4/IBIAS3/RA4		Op Amp 3 出力。これは B 相電流を 増幅したものです。出力を 利用可能にするには、Op Amp 3 を 設定して有効にします。

ボード インターフェイスの説明

表 2-9: dsPIC33CDVL64MC106 のピン機能 (続き)

信号	dsPIC DSC ピン No.	dsPIC DSC ピン機能	dsPIC DSC 周辺機能	説明
過電流検出とフォルト出力				
IBUS	18	DACOUT/AN3/CMP1C/RA3	高速アナログ コンパレータ 1(CMP1) と DAC1	増幅されたバス電流は、 過電流検出のために CMP1 の 非反転入力に接続する前に フィルタ処理されます。 過電流しきい値は DAC1 を通して 設定します。コンパレータ出力は PWM ジェネレータのフォルト 入力として内部的に 利用できるため、CPU の 介入なしで PWM を シャットダウンできます。
Voltage Feedback				
V_BUS	14	AN12/RP48/RC0	共用 ADC コア	DC バス電圧フィードバック
V_A	44	PGC1/AN11/RP41/SDA1/RB9	共用 ADC コア	A 相電圧フィードバック
V_B	43	PGD1/AN10/RP40/SCL1/RB8	共用 ADC コア	B 相電圧フィードバック
V_C	42	TDO/AN2/RP39/RB7	共用 ADC コア	C 相電圧フィードバック
デバッグ インターフェイス (J2)				
DEBUG_ RX	37	RP72/PC119/SDO2/RD8	I/O と UART の割り当て変更 可能な機能	これらの信号はヘッダ J2 に 接続され、UART シリアル通信の インターフェイスとなります。
DEBUG_ TX	36	RP57/ASCL1/SDI2/RC9		
汎用 IO ヘッダ (J3) とテストポイント				
dsPIC PIN 24	24	IBIAS1/RP54/RC6	汎用の dsPIC DSC ピン	これらの信号はヘッダ J3 に 接続されます。
dsPIC PIN 27	27	AN15/IBIAS2/RP51/RC3		
dsPIC PIN 29	29	OSCO/CLKO/AN6/RP33/RB1		
dsPIC PIN 30	30	ISRC3/RP74/RD10		
dsPIC PIN 31	31	ISRC2/RP55/RC7		
dsPIC PIN 35	35	RP56/ASDA1/SCK2/RC8		
dsPIC PIN 45	45	RP52/RC4		
TP1	54	RB12/PWM2H	dsPIC DSC ピンの テストポイント	このピンはデバッグ用の テストポイントとして 機能します。
TP2	53	RB10/PWM3H		
TP3	10	RB14/PWM1H		
TP7	13	ANN0/RP77/RD13		

表 2-9: dsPIC33CDVL64MC106 のピン機能 (続き)

信号	dsPIC DSC ピン No.	dsPIC DSC ピン機能	dsPIC DSC 周辺機能	説明
dsPIC33CDVL64MC106 の内蔵ゲートドライバ				
VDC	7	HVDD	dsPIC33CDVL64MC106 の 内蔵ゲートドライバ (U1B)。 dsPIC33CDVL64MC106 の パート B です。	詳細はデータシートを 参照してください。
GND	5.66	HVSS		
	9	CAP1		
	8	CAP2		
DRV_VB OOT	4	VBOOT		
+3.3 V	6	VREG		
TP4	55	WAKE		
	58	VBA		
	61	VBB		
	64	VBC		
PHASE_A	56	PHA		
PHASE_B	59	PHB		
PHASE_C	62	PHC		
	57	HSA		
	60	HSB		
	63	HSC		
	1	LSA		
	2	LSb		
	3	LSC		
dsPIC33CDVL64MC106 の内蔵 LIN トランシーバ ATA663211 (U1C)				
LIN_VS	50	LIN_VDD	dsPIC33CDVL64MC106 の 内蔵 LIN トランシーバ (U1C)。 dsPIC33CDVL64MC106 の パート C です。	詳細はデータシートを 参照してください。
GND	48	LIN_VSS	dsPIC33CDVL64MC106 の 内蔵 LIN トランシーバ (U1C)。 dsPIC33CDVL64MC106 の パート C です。	
LIN_BUS	49	LIN_BUS		
LIN_INH	51	LIN_INH		
TP5	46	LIN_RXD		
TP6	47	LIN_WKIN		
GND	67	未接続		

補遺 A. 回路図とレイアウト図

本補遺では車載冷却ファン リファレンス デザインの回路図と PCB レイアウトを示します。本リファレンス デザインは 4 層 FR4、1.6 mm、PTH(めっき処理スルーホール) 構造です。

A.1 回路図とレイアウト図

表 A-1 に、本リファレンス デザインの回路図をまとめます。

表 A-1: 回路図

図番号	回路図シート 番号	ハードウェア セクション
図 A-1	1/3	dsPIC33CDVL64MC106-dsPIC DSC (U1A) の相互接続、 ICSP ヘッダ (J1)、 バス電流および相電流増幅用 dsPIC DSC オペアンプ、 UART 通信ヘッダ J2、 汎用 I/O ヘッダ J3
図 A-2	2/3	モータ制御インバータ – 三相 MOSFET ブリッジ dsPIC33CDVL64MC106-MOSFET ゲートドライバ (U1B)
図 A-3	3/3	dsPIC33CDVL64MC106-LIN トランシーバ (U1C)、 LIN インターフェイス回路、 DC バス電圧検出回路、 相電圧検出回路

表 A-2 に、本リファレンス デザインのレイアウト図をまとめます。

表 A-2: PCB 層

図番号	説明
図 A-4	上面層: 上面シルクと上面銅箔層
図 A-5	中間層 1: 銅
図 A-6	中間層 2: 銅
図 A-7	下面層: 下面シルクと下面銅箔層
図 A-8	PCB 3D プリント – 上面
図 A-9	PCB 3D プリント – 下面

The diagram illustrates the internal op-amp blocks and the dsPIC33C microcontroller layout. The internal op-amp blocks are labeled 'Internal OpAmp' and show the internal circuitry of the op-amps, including the input and output networks. The dsPIC33C is shown with its pin connections to various external components, including resistors, capacitors, and connectors. The layout is organized into functional sections: input buffers (SHUNT IBUS N/P, SHUNT IA N/P, SHUNT IB N/P), internal op-amps, and output drivers (IBUS, IA, IB). The dsPIC33C is connected to a 3.3V supply, ground, and various peripheral components like a debugger (J2), a connector (J1), and a header (J3). The layout is labeled with component values and footprints, and includes a title block 'Internal OpAmp'.

図 A-2: 回路図 - シート 2

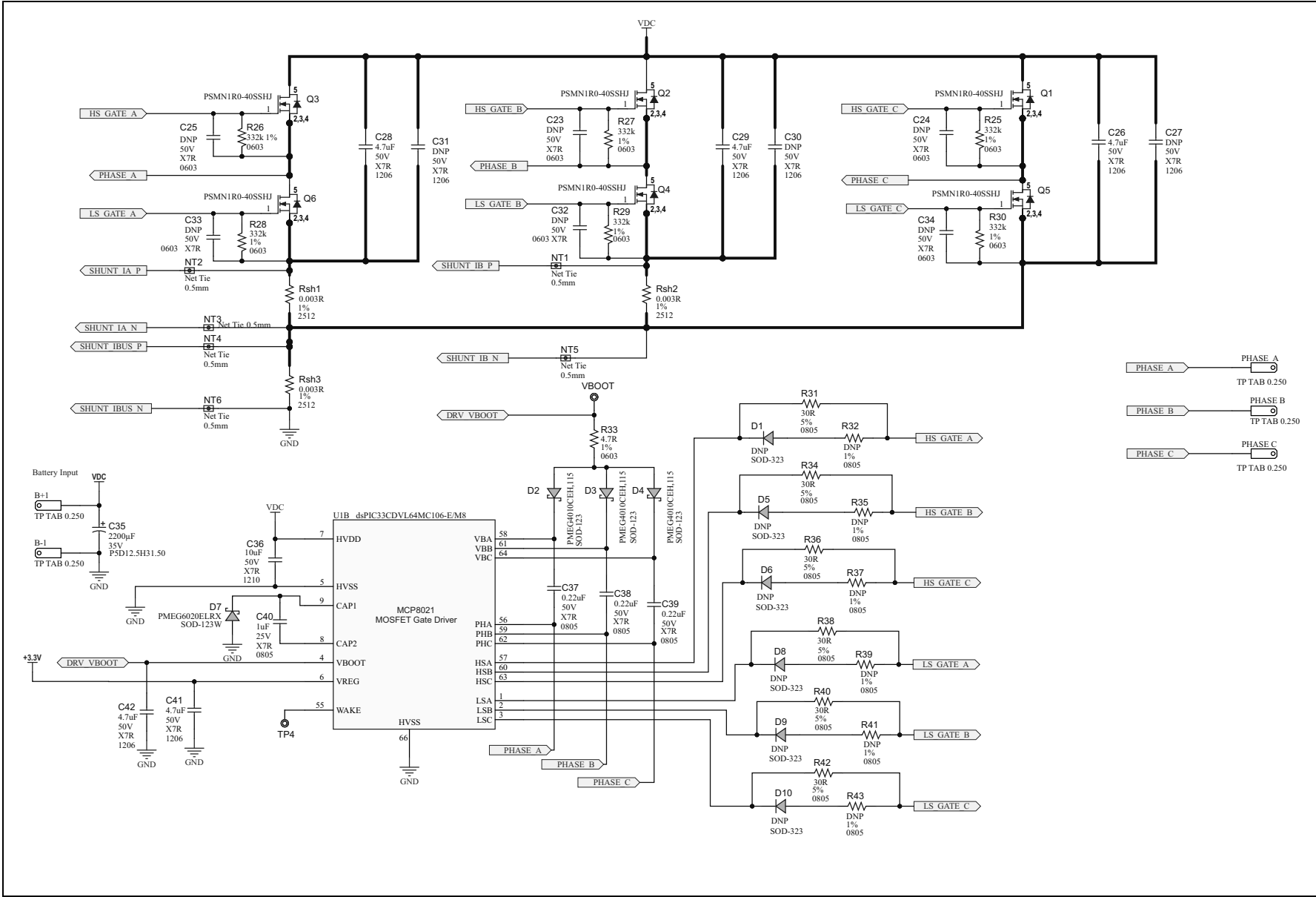
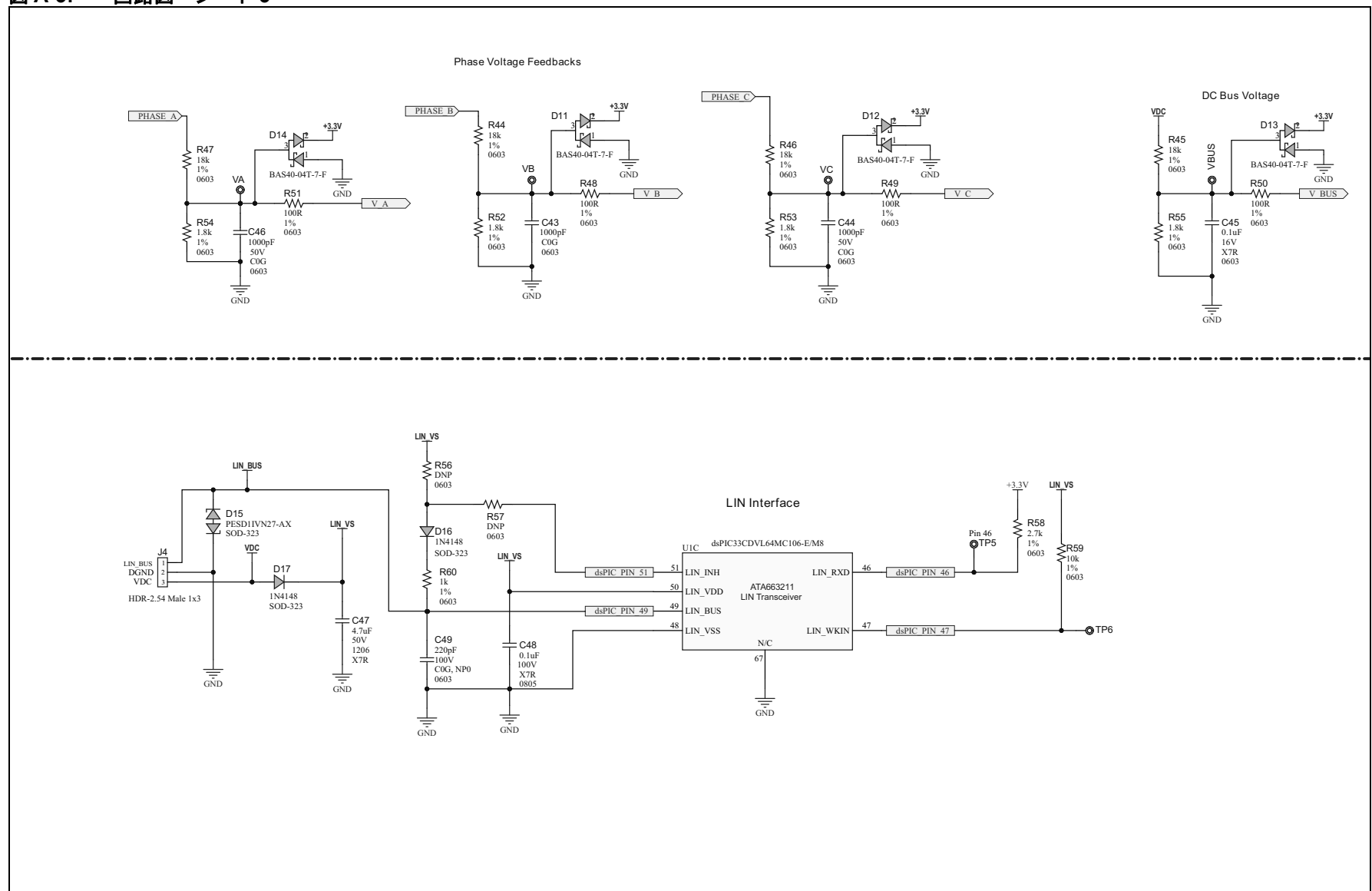


図 A-3: 回路図 - シート 3



[illegible]

A stylized map of the United Kingdom, including Great Britain and Northern Ireland, composed of various geometric shapes like circles, squares, and rectangles, all in shades of blue and teal. The map is set against a white background with a thin black border.

図 A-6: PCB - 中間層 2 銅箔層

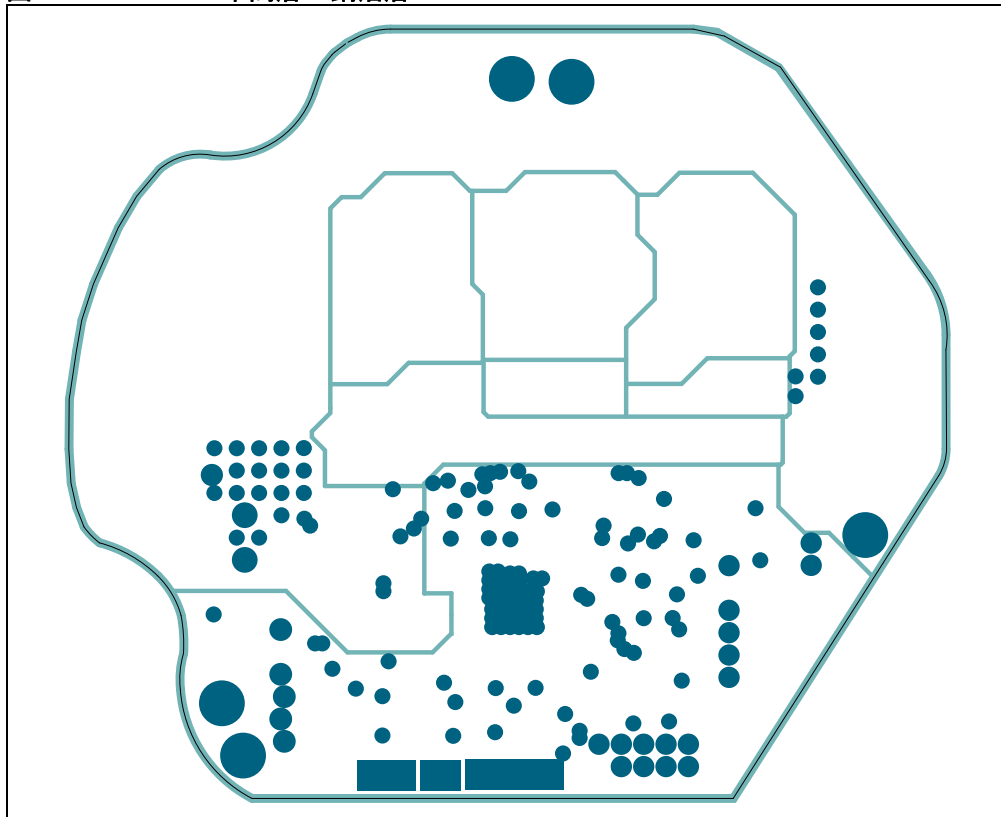


図 A-7: PCB - 下面シルクと下面銅箔層

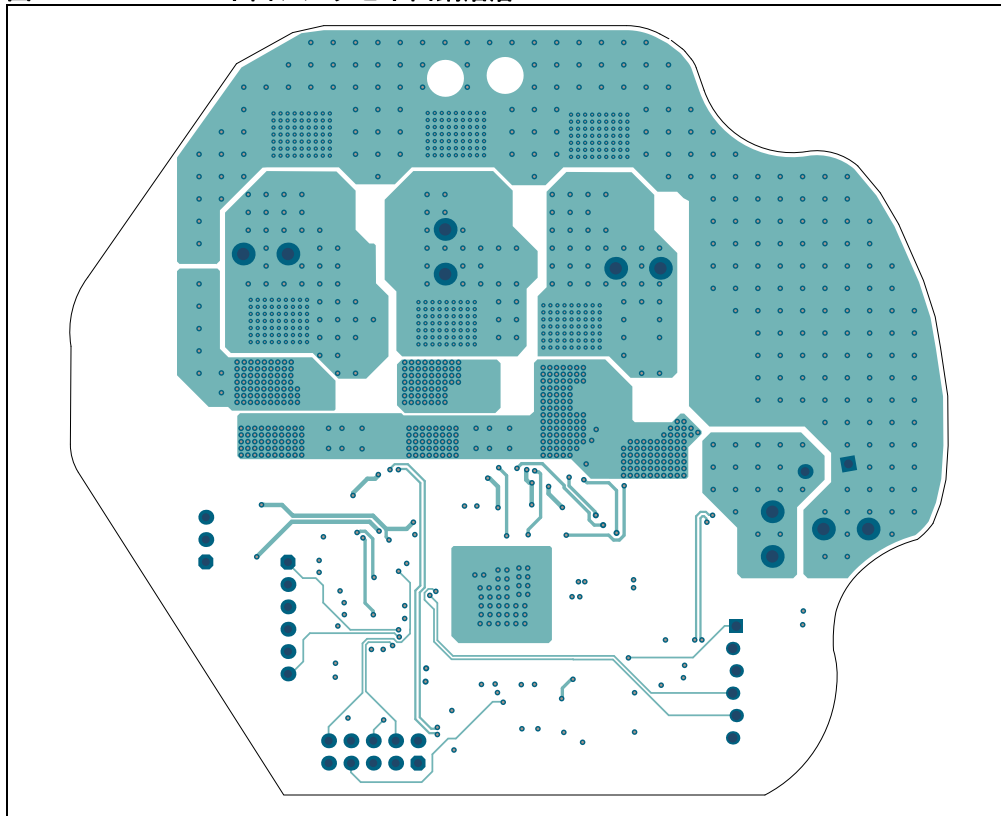


図 A-8: PCB - 上面

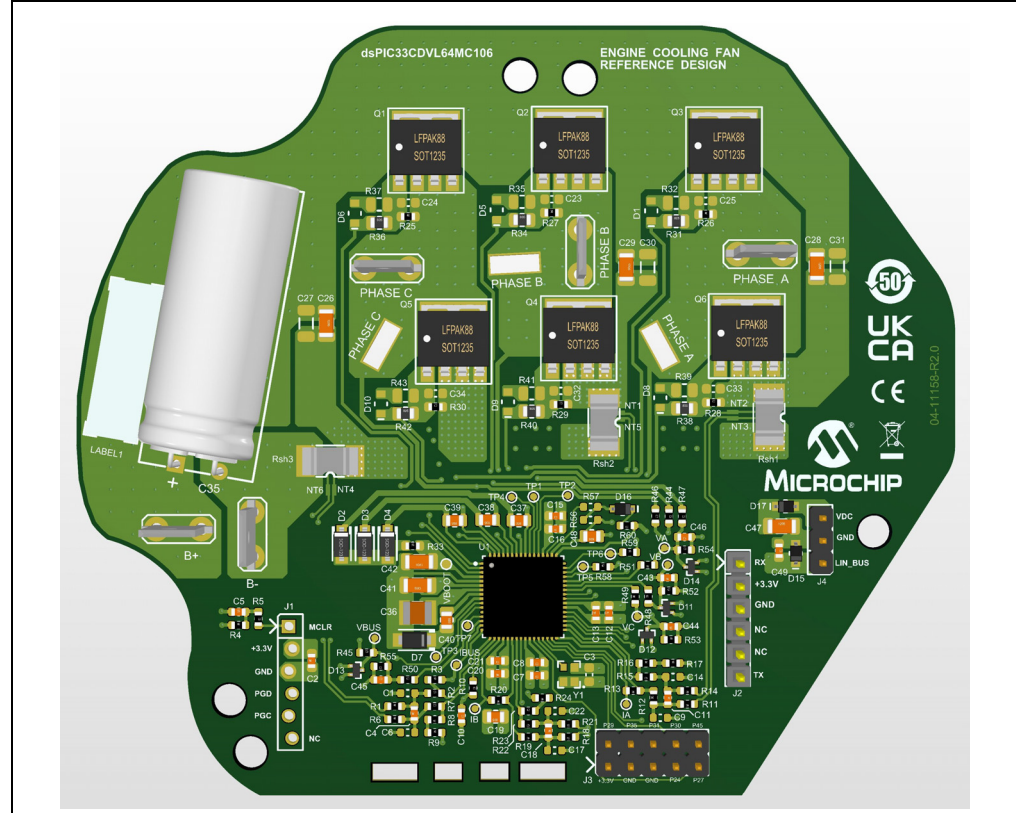
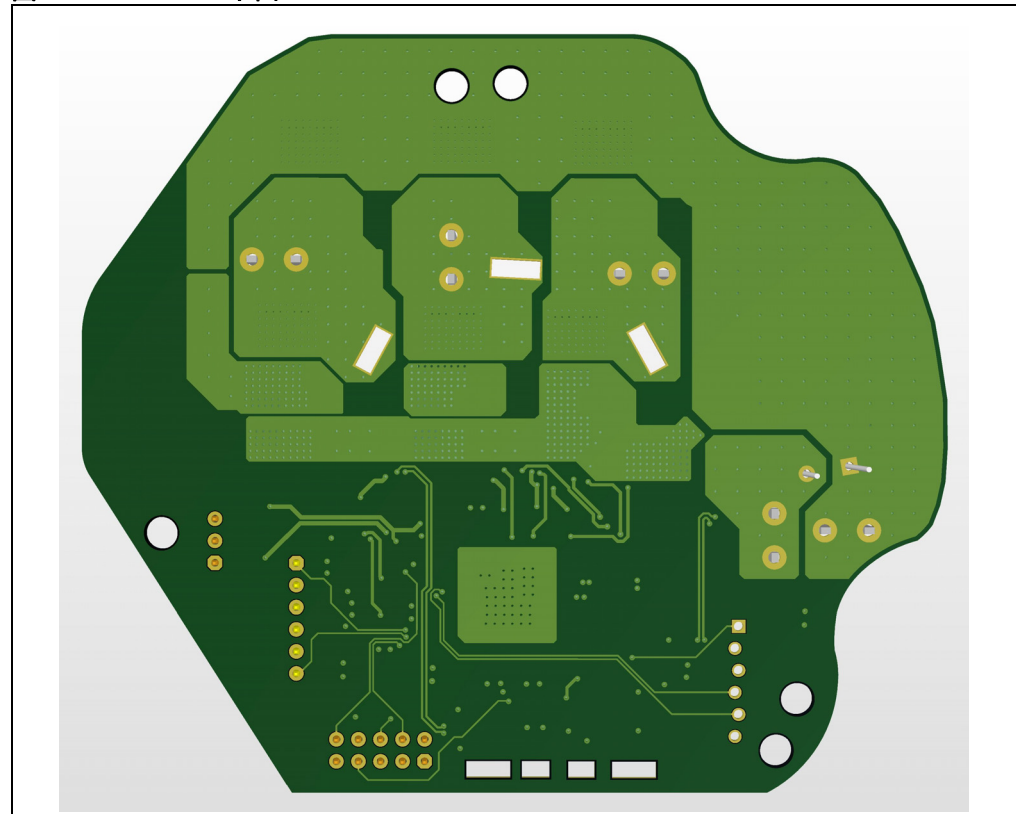


図 A-9: PCB - 下面



NOTE:

補遺 B. 電氣的仕様

本補遺には車載冷却ファン リファレンス デザインの電氣的仕様を示します (表 B-1 参照)。

B.1 電氣的仕様

表 B-1: 電氣的仕様

パラメータ	動作レンジ
入力 DC 電圧	11-15 V
絶対最大入力 DC 電圧	20 V
コネクタ B+ および B- の最大入力電流	15 A
相あたりの連続出力電流 (@25 °C)	20 A (RMS)

Note 1: 周囲温度 25 °Cでは、許容電圧レンジ内でヒートシンクに取り付けた状態で、相ごとの連続出力電流最大 20 A (RMS) での動作時に温度制限値を満たします。

- 2: 回転しているモータが特定の動作状況 (弱め界磁制御中、もしくはモータの慣性による惰性回転中の再始動による脱調、またはモータ高速回転中の回転方向逆転) となった場合、DC バス電圧は印加されている入力電圧を超える場合があります (使用している DC 電源にシンク機能がない場合)。そのような場合、入力 DC 電圧が指定された制限を超えないように注意します。この最大入力 DC 電圧を超過すると、本ボードに恒久的な損傷が生じます。

NOTE:

補遺 C. 08c6 部品表 (BOM)

本補遺には車載冷却ファン リファレンス デザインの BOM(部品表) を記載しています。

C.1 部品表 (BOM)

表 C-1: BOM(部品表)

数量	記号	概要	メーカー	メーカー製品番号
5	B-, B+, PHASE A, PHASE B, PHASE C	0.250" (6.35mm) Quick Connect Male Solder Connector Non-Insulated	TE Connectivity AMP コネクタ	1217861-1
7	C2, C5, C7, C12, C15, C20, C45	セラミック コンデンサ、0.1 μ F、 16 V、10 %、X7R、0603	Taiyo Yuden	EMK107B7104KA-T
3	C4, C11, C18	セラミック、10000 pF、50 V、 10%、X7R、0603	Kyocera AVX	06035C103KAT4A
4	C8, C13, C16, C21	セラミック コンデンサ、10000 pF、 16 V、10%、X7R、0603	Würth Elektronik	885012206040
4	C10, C43, C44, C46	セラミック コンデンサ、1000 pF、 50 V、5%、C0G、0603	Kyocera AVX	06035A102JAT2A
2	C19, C40	セラミック コンデンサ、1 μ F、 25 V、10%、X7R、0805	Kyocera AVX	08053C105K4Z2A
6	C26, C28, C29, C41, C42, C47	セラミック コンデンサ、4.7 μ F、 50 V、10%、X7R、1206	TDK Corporation	C3216X7R1H475K160AC
1	C35	アルミ電解コンデンサ、2200UF、 20%、35 V	United Chemi-Con	EGPD350ELL222MK30H
1	C36	セラミック コンデンサ、10 μ F、 50 V、20%、X7R、1210	TDK Corporation	C3225X7R1H106M250AC
3	C37, C38, C39	セラミック コンデンサ、0.22 μ F、 50 V、10%、X7R、0805	Murata Electronics	GCM21BR71H224KA37L
1	C48	セラミック コンデンサ、0.1 μ F、 100 V、10%、X7R、0805	Kyocera AVX	08051C104K4T2A
1	C49	セラミック コンデンサ、220 pF、 100 V、5%、C0G、0603	KEMET	C0603C221J1GAC7867
3	D2, D3, D4	ショットキー ダイオード、40 V、 1 A、SOD-123F	Nexperia USA	PMEG4010CEH,115
1	D7	ショットキー ダイオード、760 mV、 2 A、60 V、SOD-123W	Nexperia USA	PMEG6020ELRX
4	D11, D12, D13, D14	ショットキー ダイオードアレイ、 40 V、200 mA、SOT-523	Diodes Incorporated	BAS40-04T-7-F
1	D15	TVS ダイオード、45 V クランプ、 3 A Ipp、SOD-323	Nexperia USA	PESD1IVN27-AX
2	D16, D17	ショットキー ダイオード、1N4148、 855 mV、300 mA、75 V、SOD-323	Diodes Incorporated	1N4148WS-7-F
1	J1	ヘッダ、2.54、オス、1x6、 スルーホール、垂直	Amphenol ICC (FCI)	10129378906001BLF

表 C-1: BOM(部品表) (続き)

数量	記号	概要	メーカー	メーカー製品番号
1	J2	ヘッダ、2.54、オス、1x6、スルーホール、垂直	Amphenol ICC (FCI)	10129378906001BLF
1	J3	ヘッダ、2.54、オス、2x5、スルーホール、垂直	Sullins Connector Solutions	PEC05DAAN
1	J4	ヘッダ、2.54、オス、1x3、スルーホール、垂直	Samtec	TSW-103-07-T-S
6	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6	N チャンネル MOSFET、40 V、325 A (Ta)、1 mΩ @ 25 A、LFPK88	Nexperia USA	PSMN1R0-40SSHJ
12	R1, R2, R6, R7, R11, R12, R14, R15, R18, R19, R21, R22	抵抗、100R、0.1%、1/10 W、0603	Panasonic Electronic Components	ERA-3AEB101V
7	R3, R8, R10, R13, R16, R20, R23	抵抗、2.2k、0.1%、1/10 W、0603	進工業	RG1608P-222-B-T5
2	R4, R59	抵抗、10k、1%、1/16 W、0603	TE Connectivity Passive Product	CPF0603F10KC1
1	R5	抵抗、470R、1%、1/10 W、0603	Yageo	RC0603FR-07470RL
3	R9, R17, R24	抵抗、2.4k、1%、1/10 W、0603	Yageo	RC0603FR-072K4L
6	R25, R26, R27, R28, R29, R30	抵抗、332k、1%、1/10 W、0603	Panasonic Electronic Components	ERJ-3EKF3323V
6	R31, R34, R36, R38, R40, R42	抵抗、30R、5%、1/8 W、0805	Yageo	9C08052A30R0JLHFT
1	R33	抵抗、4.7R、1%、1/10 W、0603	Vishay Dale	CRCW06034R70FNEA
4	R44, R45, R46, R47	抵抗、18k、1%、1/10 W、0603	Panasonic Electronic Components	ERJ-3EKF1802V
4	R48, R49, R50, R51	抵抗、100R、1%、1/10 W、0603	Panasonic Electronic Components	ERJ-3EKF1000V
4	R52, R53, R54, R55	抵抗、1.8k、1%、1/10 W、0603	Panasonic Electronic Components	ERJ-3EKF1801V
1	R58	抵抗、2.7k、1%、1/10 W、0603	Panasonic Electronic Components	ERJ-3EKF2701V
1	R60	抵抗、1k、1%、1/10 W、0603	Panasonic Electronic Components	ERJ3EKF1001V
3	Rsh1, Rsh2, Rsh3	シャント抵抗、0.003R、1%、4 W、2512	Vishay Dale	WSLF25123L000FEA
1	U1	MCU、16 ビット、64 KB、100 MIPS、dsPIC33CDVL64MC106-E/M8、QFN-64	Microchip Technology	dsPIC33CDVL64MC106-E/M8

補遺 D. テスト結果

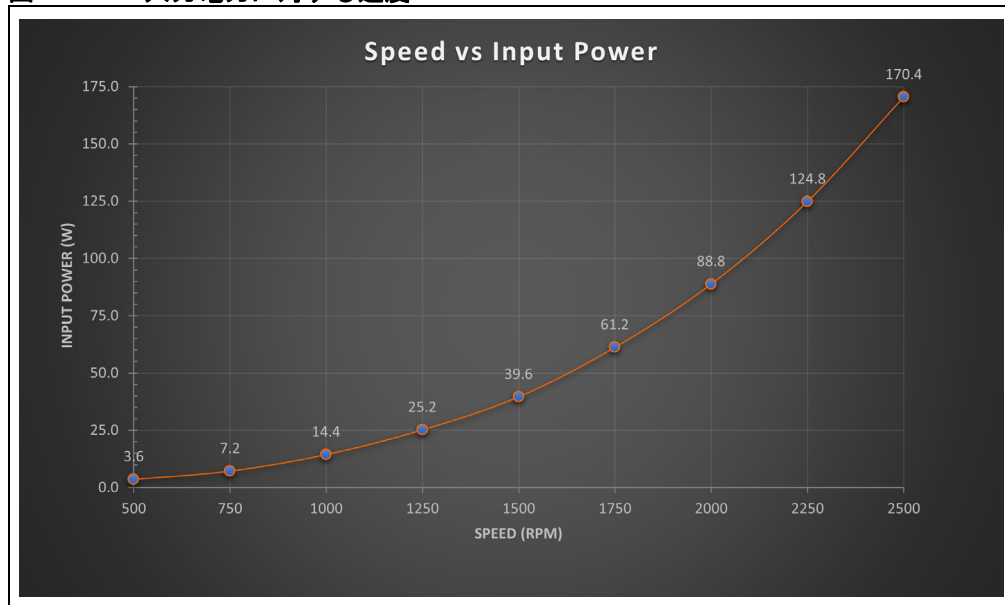
車載冷却ファン リファレンス デザインの特性を評価するためにテストを実施しました。テストには 12 V、8 極、三相 PMSM 車載冷却ファンモータを使用しました。表 D-1 にテスト結果をまとめます。図 D-1 に入力電力に対する速度を示します。

D.1 入力電力に対する速度

表 D-1: 入力電力に対する速度

DC 入力電圧 (V)	速度 (rpm)	DC 入力電流 (A)	DC 入力電力 (W)
12 VDC	500	0.3	3.6
	750	0.6	7.2
	1000	1.2	14.4
	1250	2.1	25.2
	1500	3.3	39.6
	1750	5.1	61.2
	2000	7.4	88.8
	2250	10.4	124.8
	2500	14.2	170.4

図 D-1: 入力電力に対する速度



NOTE:

各国の営業所とサービス

南北アメリカ

本社
2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel: 480-792-7200
Fax: 480-792-7277
技術サポート:
<http://www.microchip.com/support>
URL:
www.microchip.com

アトランタ
Duluth, GA
Tel: 678-957-9614
Fax: 678-957-1455

オースティン, TX
Tel: 512-257-3370

ボストン
Westborough, MA
Tel: 774-760-0087
Fax: 774-760-0088

シカゴ
Itasca, IL
Tel: 630-285-0071
Fax: 630-285-0075

ダラス
Addison, TX
Tel: 972-818-7423
Fax: 972-818-2924

デトロイト
Novi, MI
Tel: 248-848-4000

ヒューストン, TX
Tel: 281-894-5983

インディアナポリス
Noblesville, IN
Tel: 317-773-8323
Fax: 317-773-5453
Tel: 317-536-2380

ロサンゼルス
Mission Viejo, CA
Tel: 949-462-9523
Fax: 949-462-9608
Tel: 951-273-7800

ローリー, NC
Tel: 919-844-7510

ニューヨーク, NY
Tel: 631-435-6000

サンノゼ, CA
Tel: 408-735-9110
Tel: 408-436-4270

カナダ - トロント
Tel: 905-695-1980
Fax: 905-695-2078

アジア / 太平洋

オーストラリア - シドニー
Tel: 61-2-9868-6733

中国 - 北京
Tel: 86-10-8569-7000

中国 - 成都
Tel: 86-28-8665-5511

中国 - 重慶
Tel: 86-23-8980-9588

中国 - 東莞
Tel: 86-769-8702-9880

中国 - 広州
Tel: 86-20-8755-8029

中国 - 杭州
Tel: 86-571-8792-8115

中国 - 香港 SAR
Tel: 852-2943-5100

中国 - 南京
Tel: 86-25-8473-2460

中国 - 青島
Tel: 86-532-8502-7355

中国 - 上海
Tel: 86-21-3326-8000

中国 - 瀋陽
Tel: 86-24-2334-2829

中国 - 深圳
Tel: 86-755-8864-2200

中国 - 蘇州
Tel: 86-186-6233-1526

中国 - 武漢
Tel: 86-27-5980-5300

中国 - 西安
Tel: 86-29-8833-7252

中国 - 厦門
Tel: 86-592-2388138

中国 - 珠海
Tel: 86-756-3210040

アジア/太平洋

インド - バンガロール
Tel: 91-80-3090-4444

インド - ニューデリー
Tel: 91-11-4160-8631

インド - プネ
Tel: 91-20-4121-0141

日本 - 大阪
Tel: 81-6-6152-7160

日本 - 東京
Tel: 81-3-6880-3770

韓国 - 大邱
Tel: 82-53-744-4301

韓国 - ソウル
Tel: 82-2-554-7200

マレーシア - クアラルンプール
Tel: 60-3-7651-7906

マレーシア - ペナン
Tel: 60-4-227-8870

フィリピン - マニラ
Tel: 63-2-634-9065

シンガポール
Tel: 65-6334-8870

台湾 - 新竹
Tel: 886-3-577-8366

台湾 - 高雄
Tel: 886-7-213-7830

台湾 - 台北
Tel: 886-2-2508-8600

タイ - バンコク
Tel: 66-2-694-1351

ベトナム - ホーチミン
Tel: 84-28-5448-2100

欧州

オーストリア - ヴェルス
Tel: 43-7242-2244-39
Fax: 43-7242-2244-393

デンマーク - コペンハーゲン
Tel: 45-4485-5910
Fax: 45-4485-2829

フィンランド - エスポー
Tel: 358-9-4520-820

フランス - パリ
Tel: 33-1-69-53-63-20
Fax: 33-1-69-30-90-79

ドイツ - ガーヒンク
Tel: 49-8931-9700

ドイツ - ハーネ
Tel: 49-2129-3766400

ドイツ - ハイムブロン
Tel: 49-7131-72400

ドイツ - カールスルーエ
Tel: 49-721-625370

ドイツ - ミュンヘン
Tel: 49-89-627-144-0
Fax: 49-89-627-144-44

ドイツ - ローゼンハイム
Tel: 49-8031-354-560

イスラエル - ラーナナ
Tel: 972-9-744-7705

イタリア - ミラノ
Tel: 39-0331-742611
Fax: 39-0331-466781

イタリア - パドヴァ
Tel: 39-049-7625286

オランダ - ドリリュネン
Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340

ノルウェー - トロンハイム
Tel: 47-7288-4388

ポーランド - ワルシャワ
Tel: 48-22-3325737

ルーマニア - ブカレスト
Tel: 40-21-407-87-50

スペイン - マドリッド
Tel: 34-91-708-08-90
Fax: 34-91-708-08-91

スウェーデン - ヨーテボリ
Tel: 46-31-704-60-40

スウェーデン - ストックホルム
Tel: 46-8-5090-4654

イギリス - ウォーキングガム
Tel: 44-118-921-5800
Fax: 44-118-921-5820