



**TRCDRIVE pack™**

**Full SiC Module 評価ドライバボード**

**User's Guide**

## <高電圧に関するご注意事項>

◇操作を始められる前に！

このドキュメントは、SiC モジュール 3 相ゲートドライバ評価ボード(GD6112TRC3P-EVK-003)とその機能に限定し記載しています。

評価ボードのより詳細な内容については、データシートを参照してください。

**安全に操作を行って頂く為に、評価ボードをご使用になる前に  
必ずこのドキュメントの全文を読んでください！**



また、使用される電圧およびボードの構造によっては、

**生命に危険をおよぼす電圧が発生する場合があります。**

必ず下記囲み内の注意事項を厳守してください。

### <使用前に>

- [1] ボードの落下などによる部品の破損、欠落がない事を確認してください。
- [2] 導電性の物体がボード上に落ちていない状態であることを確認してください。
- [3] モジュールと評価ボードのはんだ付けを行う際は、はんだ飛散に注意してください。
- [4] 基板に、結露や水滴がない事を確認してください。

### <通電中>

- [5] 導電性の物体がボードに接触しないよう注意してください。
- [6] 動作中は、偶発的な短時間の接触、もしくは手を近づけた場合の放電であっても、重篤に陥る場合や生命に関わる危険性があります。**

**絶対にボードに素手で触れたり、近づけ過ぎたりしないでください。**

また、ピンセットやドライバなど導電性の器具を用いての作業も上記同様に注意してください。

- [7] 定格以上の電圧が印加された場合、短絡など仕様状況によっては部品の破裂等も考えられます。部品の飛散などによる危険についても考慮して下さい。
- [8] 動作時は、熱等によるボード・部品の変色や液漏れ等、及び低温評価による結露に注意しながら作業を進めてください。

### <使用后>

- [9] 評価ボードには、高電圧を蓄える回路が含まれる場合があります。接続している電源回路を切断しても電荷を蓄えているため、ご使用後には必ず放電し、放電したことを確認してから取り扱うようにして下さい。
- [10] 過熱された部品への接触による火傷等に注意してください。

この評価ボードは、研究開発施設で使用されるもので、

**各施設において高電圧を取り扱う事を許可された方だけが使用出来ます。**

また、高電圧を使用しての作業時には、「高電圧作業中」等の明示を行い、インターロック等を備えたカバーや保護メガネの着用等、安全な環境において作業される事を推奨します。

## Evaluation board for SiC MOSFET TRCDRIVE pack™

## GD6112TRC3P-EVK-003

このユーザーガイドは、ロームの第4世代SiC MOSFET（TRCDRIVE pack™パッケージ）と共に、評価ボードGD6112TRC3P-EVK-003を使用する方法について説明します。

GDボードは3相フルブリッジ構成となっており、3相トラクションインバータの動作評価を行えるようになっています。このボードは絶縁型ゲートドライバBM6112xFV-C、ゲートドライバに必要な絶縁型電源、5V供給用のLDO、およびPWM信号用のインターフェースが容易なコネクタを搭載しています。

【重要なお知らせと警告】 この評価ボードには、評価デバイスの短絡保護機能を搭載しています。しかしながら、たとえ通常の評価方法であっても、お客様が選択された評価デバイスの電氣的仕様（最大電流など）から逸脱した使い方をすると、デバイスが「破裂音（popping sound）」と共に深刻な損傷を受ける可能性があります。したがって、評価デバイスの仕様から逸脱する方法でこの評価ボードを決して使用しないでください。また、深刻な損傷が発生した場合に破片が飛散するのを防ぐための予防措置を必ず講じ、保護具を使用してください。

このユーザーガイドには、評価ボードの回路図、部品表（BOM）、および評価ボードの全体的な機能の説明が含まれています。また、このユーザーガイドには、ボードの使用前に注意深く確認する必要がある重要なお知らせと警告が含まれています。

**重要なお知らせ**

この評価ボードは、研究開発の文脈における製品評価のみを目的としており、最終消費者に再販されることは想定されておらず、最終顧客または一般家庭での使用は許可されていません。このボードは、CEまたは類似の規格（EMC指令 2004/EC/108を含むがこれに限定されない）に準拠していない可能性があり、ユーザーが操作する国のその他の要件を満たさない場合があります。ユーザーは、この評価ボードが操作される国におけるすべての規格および規制に準拠した方法で取り扱われることを確実にする必要があります。

ここで提供される評価ボードは、標準的な負荷条件の下での機能テストのみを受けています。この評価ボードの設計は、本ボードのユーザーガイドに記載されている方法でのみロームによってテストされています。この設計は、安全性要件、製造、または全動作温度範囲や寿命にわたる動作に関して認定されているわけではありません。

この評価ボードは、高電圧機器のテストや高電圧回路での実験に伴う危険性を認識し、それに対処するための適切な訓練を受けた権限のある担当者のみが使用できます。本ユーザーガイドには重要な安全上の警告が含まれているため、必ず確認してください。高電圧を取り扱う際には、常に適用される安全規則に従ってください。

## 0. Index

### Content

0.	Index .....	4
1.	安全上のご注意 .....	6
2.	概要 .....	7
2.1.	外観 .....	7
2.2.	特徴 .....	8
3.	システム概要 .....	8
3.1.	機能ブロック図 .....	8
3.2.	機能ブロック説明 .....	9
3.3.	電源ブロック図 .....	11
4.	I/O 信号説明 .....	11
4.1.	コントローラ・インターフェース .....	12
4.2.	出力信号インターフェース .....	12
4.3.	I/O 等価回路 .....	13
5.	絶対最大定格 .....	14
6.	電気仕様 .....	14
7.	アプリケーション .....	15
7.1.	GD ボードとパワーモジュール .....	15
8.	ハードウェア及びテストのセットアップ .....	15
8.1.	ゲート抵抗器 .....	16
8.2.	LED .....	17
8.3.	テストピン及び MMCX コネクタ .....	19
8.4.	ピン配置 .....	20
8.4.1.	GD ボードプレスフィットピン配置 .....	20
8.4.2.	コネクタピン配置 .....	21
8.5.	電源投入/遮断シーケンス .....	23
9.	実験結果 .....	24
9.1.	ダブルパルステスト .....	24
9.1.1.	DPT 波形 .....	24
9.1.2.	DPT 結果 .....	25
9.1.3.	様々なゲート抵抗の比較 .....	29
9.2.	モータベンチ実験 .....	34

9.2.1. 実験条件 .....34

9.2.2. 実験波形及び結果.....35

10. 回路図 .....36

11. レイアウト図 .....42

12. 部品表 .....45

13. 改訂履歴.....47

## 1. 安全上のご注意



**注意：**本評価ボードは、高電圧機器の試験や高電圧回路の実験に伴う危険性を認識し、それに対処するための適切な訓練を受けた権限のある担当者のみが使用できます。本ボードは、関連する電圧レベルでパワーエレクトロニクスシステムを安全に試験するための適切な設備を備えた実験施設内でのみ使用してください。これらの指示に従わない場合、機器の損傷、人身傷害、または死亡につながる可能性があります。



**警告：**本ボードのDCリンク電圧および入力電圧は、最大800Vに達する可能性があります。この電圧を測定する際は、適切な高電圧差動プローブのみを使用するように徹底してください。これを怠った場合、機器の損傷、人身傷害、または死亡につながる可能性があります。



**警告：**本評価ボードには、電源を切断した後も放電に時間を要するDCバスコンデンサが含まれています。ボードを作業する前に、接続されている全ての電源を停止してから少なくとも6分間待ち、コンデンサが安全なレベルまで放電されていることを確認してください。



**警告：**ボード上に存在する電圧レベルに対し、適切な測定機器のみを使用するように徹底してください。不適切な測定プローブを介して活電部を接地したり、受動プローブを使用して異なるグラウンド同士を結線したりしないよう注意してください。適切な高電圧差動プローブを使用する必要があります。これを怠った場合、機器の損傷、人身傷害、または死亡につながる可能性があります。



ボードへ配線や測定プローブを切断、接続、または再接続する前、あるいはボードに触れる前、またはボード上でいかなる操作を行う前には、全ての外部電源がボードから取り除かれているか、切断されていることを確認し、コンデンサが安全なレベルまで放電していることを確実にするために少なくとも6分間が経過していることを確認し、その後、コンデンサ電圧が安全なレベルまで低下していることを確認してください。これに従わない場合、機器の損傷、人身傷害、または死亡につながる可能性があります。



**注意：**評価ボード上のヒートシンクおよび一部の部品表面は、試験中に高温になる可能性があり、電源停止後も一定時間熱が残ります。使用後にボードを取り扱う際は、適切な措置を講じてください。これを怠ると、人身傷害を引き起こす可能性があります。



**注意：**電源または負荷の接続が不適切な場合、ボードを損傷する可能性があります。本文書に記載されている情報を注意深く確認してください。

# 2. 概要

GD6112TRC3P-EVK-003は、BST400D12P4A101（TRCDRIVE pack™）向けに設計された3相ゲートドライバボード（GDボード）のリファレンスデザインです。プレスフィットピン配置は、A Type(Small)モジュールの寸法図と一致しています。ユーザーは、設計時に役立つ回路図、レイアウト、および部品表（BOM）を参照することができます。

## 2.1. 外観

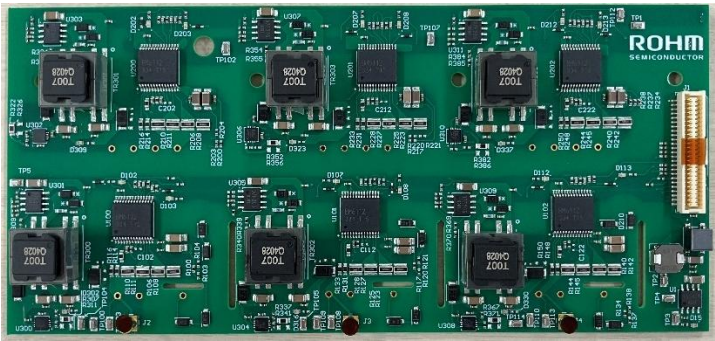


Figure 1. GD ボード

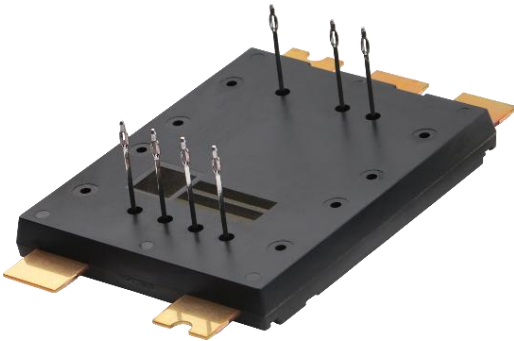


Figure 2. TRCDRIVE pack™



Figure 3. 3 相インバータ EVK(KIT に実装した場合)

Table 1. SiC power module

品番	VDSS[V]	RDS(on)[mΩ]	Heat sink assembly	Module type
BST400D12P4A101	1200	2.8	Ag Sinter	A Type(Small)

Table 2. Key Components in the GD Board

	品番	アプリケーション
5V LDO	BD950N1WEFJ-CE2	Nano Cap™ 技術を用いた低暗電流リニアレギュレータ
補機電源IC	BD7F205EFJ-C	車載用スイッチングMOSFET内蔵絶縁型フライバック・コンバータIC
ゲートドライバIC	BM6112xFV-C	1チャンネル絶縁ゲートドライバIC

## 2.2. 特徴

- ◆6個の絶縁型ゲートドライバ回路を用いてTRCDRIVE pack™ A type SiCモジュールを駆動
- ◆絶縁耐圧3750Vrmsのゲートドライバ回路を利用し、最大キャリア周波数30kHzに対応
- ◆+18Vゲートドライバ供給用の6個の絶縁型電源を搭載
- ◆アクティブミラーランプ回路およびその他のサージ抑制回路を搭載
- ◆DESAT回路により、ソフトターンオフ機能でパワーデバイスの破壊を防止
- ◆TRCDRIVE pack™内蔵のNTCサーミスタから温度監視用のPWM信号を提供

## 3. システム概要

### 3.1. 機能ブロック図

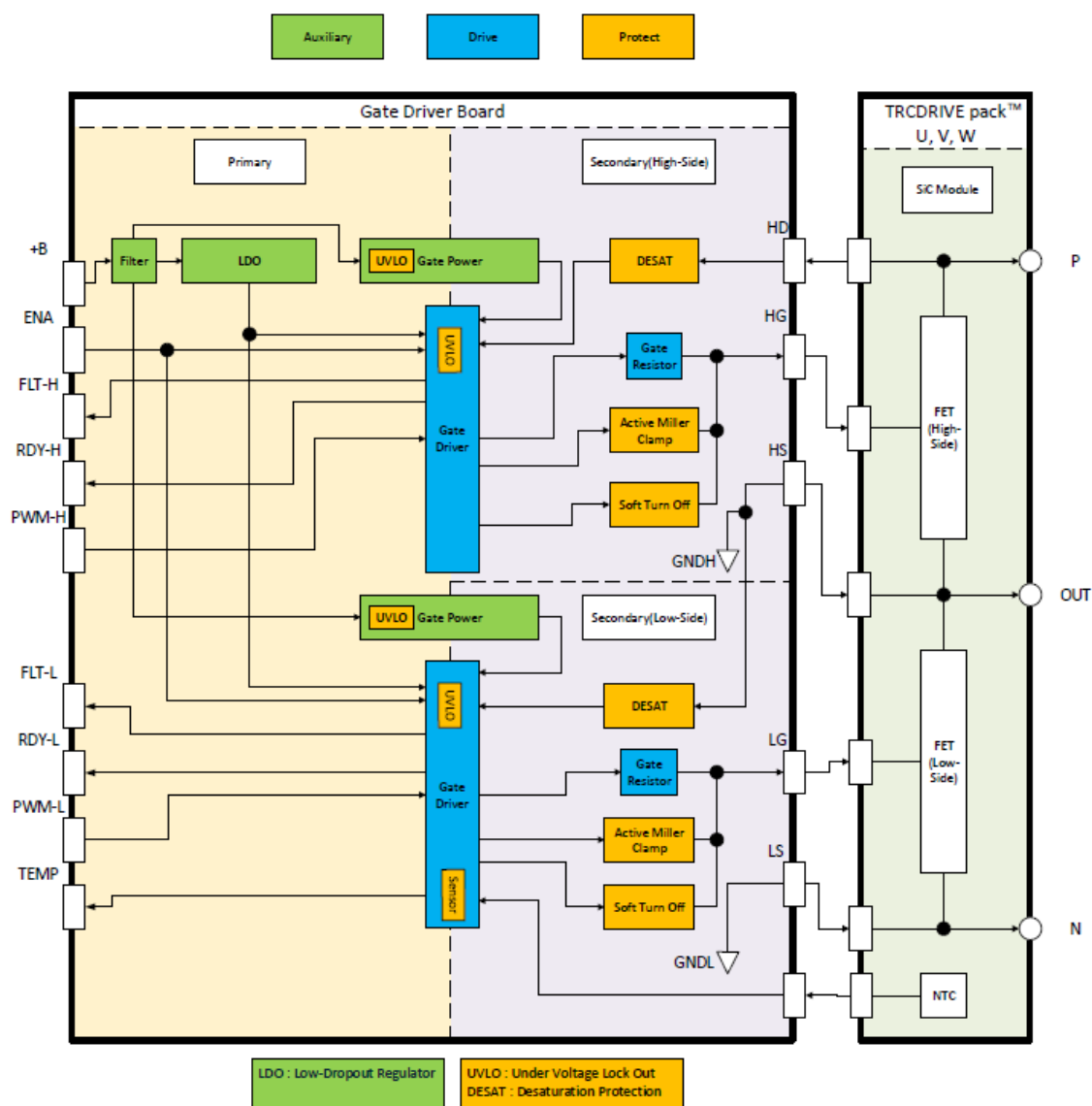


Figure 4. 機能ブロック図

## 3.2. 機能ブロック説明

このセクションでは、GDボードの機能について説明します。

- ゲート電源 (Gate Power)  
ゲート電源は、ゲートドライバ回路に電力を供給するための絶縁型フライバック回路 (BD7F205EFJ-C) です。ゲート電源の出力は +18Vおよび-3Vです。ユーザーはジャンパー(0805 0Ω 抵抗器)でVEE2の電源をGNDまたは-3Vから選択できます。デフォルト設定はGNDに接続されています
- ゲートドライバとゲート抵抗 (Gate Driver and Gate Resistor)  
ゲートドライバ回路には、ゲートドライバICであるBM6112xFV-Cと、ゲート抵抗が含まれています。ターンオン用とターンオフ用のゲート抵抗は分離されており、それぞれ2つの抵抗が並列に接続されています。
- アクティブミラークランプ (Active miller clamp)  
BM6112xFV-Cのアクティブミラークランプ機能は、SiCモジュールがオフ状態のときにセルフターンオンするのを防ぐために働きます。ゲートドライバの出力が「L」レベルのとき、外部MOSFETがオンになり、ゲートピンを「L」レベルに保ちます。詳細については、BM6112xFV-Cのデータシートを参照してください。
- DESAT (飽和検出) とソフトターンオフ (DESAT and Soft Turn Off)  
SiCモジュールがオン状態にある間に、ドレイン-ソース間電圧が  $V_{SCDET}$  を超えると、短絡保護(SCP)機能が作動します。その結果、ゲート駆動出力は「L」レベルに設定され、SiCモジュールはソフトターンオフ抵抗を通じてオフされます。FLT信号は「L」レベルに設定され、LEDが点灯します。この保護はラッチされます。フォルト状態をリセットして再開するには、ENAピンに立ち上がりエッジ (L→H遷移) が必要であり、かつSiCモジュールのドレイン-ソース間電圧が  $V_{SCDET}$  未満でなければなりません。SCP機能が解除されると、FLTは「Hi-Z」レベルに設定され、ゲート駆動出力が再び有効になります。

飽和検出電圧  $V_{DESAT}$  は、SiCデータシートのI-V曲線によって決定されます。ただし、SiCのI-V曲線は飽和領域を明確に示さないため、安全動作領域(SOA)グラフも考慮する必要があります。SOAによると、500Aでの電圧は約11Vであるため、 $V_{DESAT}$  は11Vより低く設定する必要があります。データシートの基準値に基づき、計算は以下の通りです。

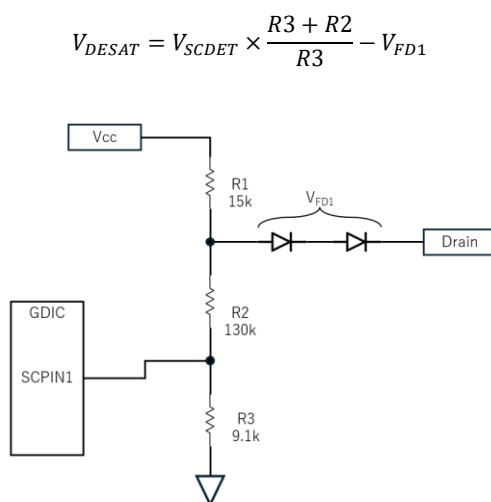


Figure 5. DESAT 検知回路

$$V_{DESAT} = 0.7 \times \frac{9.1 + 130}{9.1} - 0.7 \times 2 = 9.3V$$

- UVLO (Under Voltage Lock Out : 低電圧ロックアウト)  
ゲートドライバIC(BM6112xFV-C)とフライバックIC(BD7F205EFJ-C) は、UVLO機能を備えています。この保護機能が作動している間は、デバイスをオンにすることはできません。詳細については、各ICのデータシートを参照してください。
- 温度監視 (Temperature Monitoring)  
BM6112xFV-Cは、パワーモジュールからのNTC電圧を監視する温度監視機能を搭載しており、その出力は PWM信号です。ユーザーは「TEMP」出力信号を監視し、プログラミングによりOTP（過熱保護）機能を設計することができます。この機能の出力信号は +5V、1kHzのPWM信号 であり、そのDuty比は温度に応じて変化します。

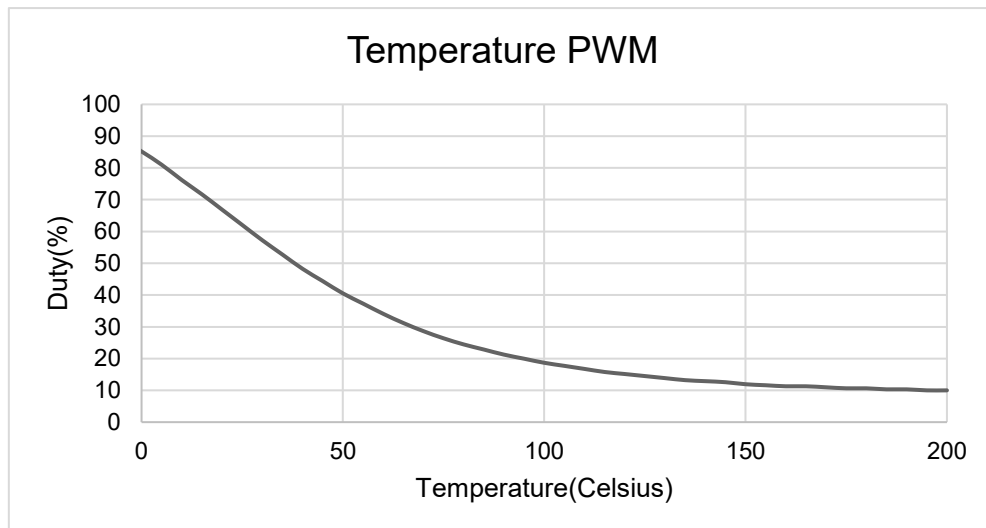


Figure 6. 温度監視と Duty グラフ

### 3.3. 電源ブロック図

Figure 7に、GDボードの補助電源系統と主要な構成部品を示します。

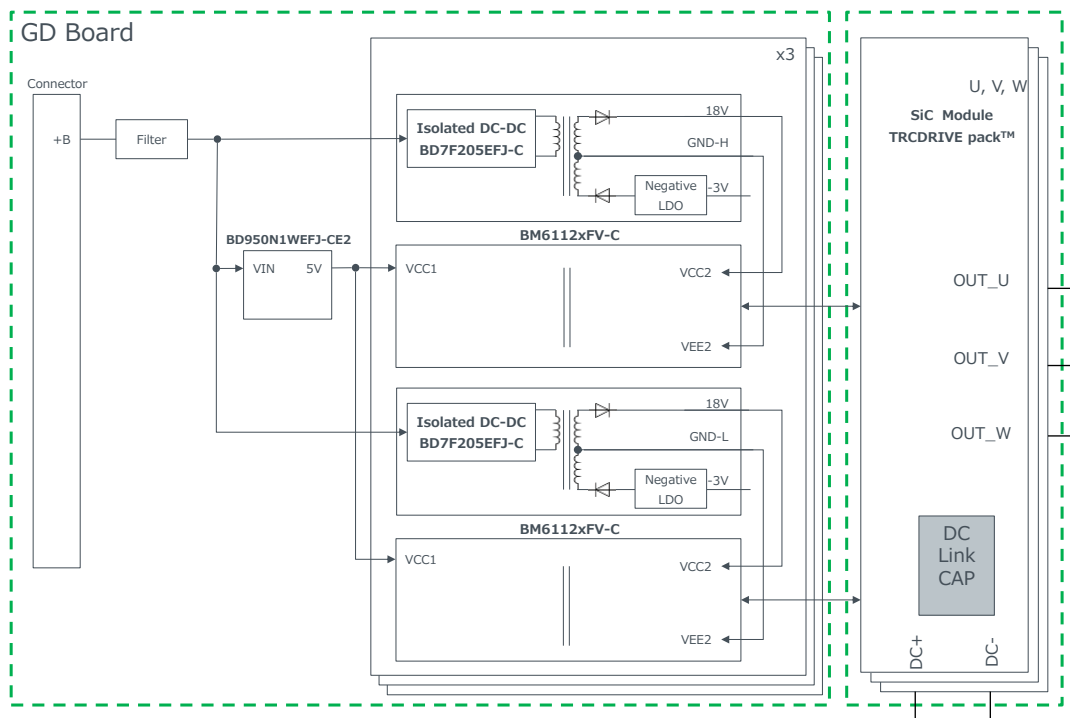


Figure 7. 電源ブロック図

## 4. I/O 信号説明

GDボードにはコネクタJ1を搭載しています。ユーザーはこのコネクタを通じて入力信号を取り込み、出力を行うことで、自身のインバータシステムを評価することができます。また、このセクションでは、各I/O信号のもつ意味について説明します。

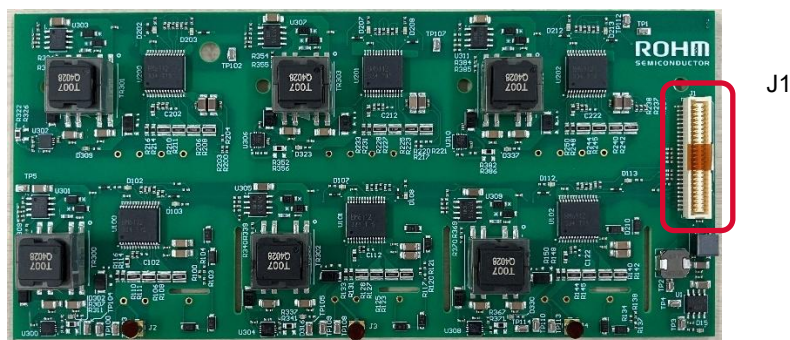


Figure 8. J1 部品配置

## 4.1. コントローラ・インターフェース

ここでは、GDボードの制御信号について説明します。

Table 3. J1コントローラ信号端子表

ピン番号	ピン名前	I/O	詳細
31	ENA	I	イネーブル信号ピン ENAが「H」レベルのとき、出力が有効になります。 ENAが「L」レベルのとき、出力が無効になります。
33	IN_WH	I	W相ハイスайдSiC-MOSFET用の入力信号 「H」レベル：出力（ゲートドライバ電圧）はHigh 「L」レベル：出力（ゲートドライバ電圧）はLow
35	IN_WL	I	W相ローサイドSiC-MOSFET用の入力信号 「H」レベル：出力（ゲートドライバ電圧）はHigh 「L」レベル：出力（ゲートドライバ電圧）はLow
37	IN_VH	I	V相ハイスайдSiC-MOSFET用の入力信号 「H」レベル：出力（ゲートドライバ電圧）はHigh 「L」レベル：出力（ゲートドライバ電圧）はLow
39	IN_VL	I	V相ローサイドSiC-MOSFET用の入力信号 「H」レベル：出力（ゲートドライバ電圧）はHigh 「L」レベル：出力（ゲートドライバ電圧）はLow
41	IN_UH	I	U相ハイスайдSiC-MOSFET用の入力信号 「H」レベル：出力（ゲートドライバ電圧）はHigh 「L」レベル：出力（ゲートドライバ電圧）はLow
43	IN_UL	I	U相ローサイドSiC-MOSFET用の入力信号 「H」レベル：出力（ゲートドライバ電圧）はHigh 「L」レベル：出力（ゲートドライバ電圧）はLow

## 4.2. 出力信号インターフェース

ここでは、GDボードから提供される信号について説明します。ユーザーはこれらの信号によって、システムのステータスを監視することができます。

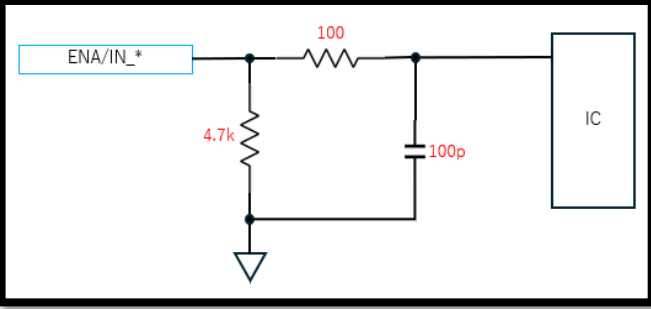
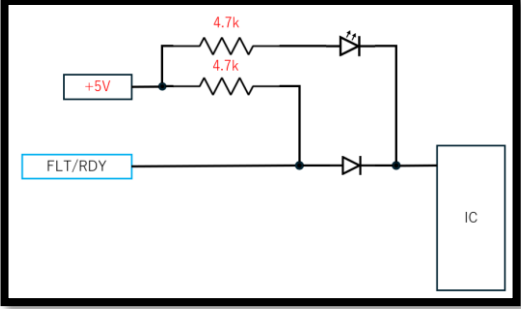
Table 4. 出力信号端子表

ピン番号	ピン名前	I/O	詳細
11	TEMP_U	O	U相パワーモジュールにはNTCが内蔵されており、GDボードから温度監視機能ができます
13	TEMP_V	O	V相パワーモジュールにはNTCが内蔵されており、GDボードから温度監視機能ができます
15	TEMP_W	O	W相パワーモジュールにはNTCが内蔵されており、GDボードから温度監視機能ができます
21	RDY_H	O	異常信号ピン（ハイスайд） 正常時：「Hi-Z」。フォルト（UVLOまたはOSFB）発生時：「L」（ローレベル）
23	RDY_L	O	異常信号ピン（ローサイド） 正常時：「Hi-Z」。フォルト（UVLOまたはOSFB）発生時：「L」（ローレベル）
25	FLT_H	O	フォルト信号ピン（ハイスайд） 正常時：「Hi-Z」（ハイインピーダンス）。フォルト(SCP)発生時：「L」（ローレベル）
27	FLT_L	O	フォルト信号ピン（ローサイド） 正常時：「Hi-Z」（ハイインピーダンス）。フォルト(SCP)発生時：「L」（ローレベル）

4.3. I/O等価回路

ユーザーは、入力PWMモジュールとI/O回路を準備する必要があります。ここでは、入力信号の等価回路について説明します。I/O回路には2種類あります。

Table 5. I/O 回路

ENA/IN_*	FLT/RDY
ENAおよびIN_*入力PWM信号は、プルダウン回路です。	FLTおよびRDYはプルアップ回路であり、LEDを搭載しています。
	

## 5. 絶対最大定格

Table 6. 絶対最大定格

項目	シンボル	最小	最大	単位
入力電圧	B+	9.0	15.0	V
入力信号電圧	ENA, PWM-H, PWM-L	-0.3	7.0	V
スイッチング周波数	fsw	10	30	kHz

## 6. 電気仕様

Table 7. 電気仕様

項目	シンボル	最小	標準	最大	単位	備考
補機電源(BD7F205EFJ-C)						
Input voltage range	+B	9.0	12.0	15.0	V	
Output voltage(+18V)	+18V	16.2	18.0	19.8	V	
Output voltage(-3V)	-3V	-2.7	-3.0	-3.3	V	
Output current(+18V)	I <sub>OUT+18V</sub>	-	-	130	mA	
Output current(-3V)	I <sub>OUT-3V</sub>	-	-	130	mA	
Maximum output power	P <sub>OUT</sub>	-	-	2.9	W	
UVLO	V <sub>UVLOH</sub>	7.1	7.6	8.2	V	ICのデータシートを参照してください
	V <sub>UVLOL</sub>	6.0	6.9	7.9	V	ICのデータシートを参照してください
一次側LDO(BD950N1G-C)						
Input voltage range	+B	9.0	12.0	15.0	V	ICのデータシートを参照してください
Output voltage(+5V)	+5V	4.9	5.0	5.1	V	ICのデータシートを参照してください
Output current	I <sub>OUT+5V</sub>	-	-	65.4	mA	
ゲートドライブ(BM6112xFV-C)						
Primary side input voltage range	V <sub>CC1</sub>	4.9	5.0	5.1	V	ICのデータシートを参照してください
Secondary side input voltage range	V <sub>CC2</sub>	16.2	18.0	19.8	V	
Secondary side negative bias voltage range	V <sub>EE2</sub>	-	0	-	V	
UVLO (primary side)	V <sub>UVLO1H</sub>	4.05	4.25	4.45	V	ICのデータシートを参照してください
	V <sub>UVLO1L</sub>	3.95	4.15	4.35	V	ICのデータシートを参照してください
UVLO (secondary side)	V <sub>UVLO2H</sub>	11.5	12.5	13.5	V	ICのデータシートを参照してください
	V <sub>UVLO2L</sub>	10.5	11.5	12.5	V	ICのデータシートを参照してください
Switching frequency	f <sub>SW</sub>	10	-	30	kHz	
DESAT voltage	V <sub>DESAT</sub>	-	9.3	-	V	推奨電圧5.5V~9.3V

## 7. アプリケーション

このセクションでは、GDボードの機能について説明します。

### 7.1. GDボードとパワーモジュール

このGDボードはBST400D12P4A101を駆動でき、トラクションインバータとして3相モータを動作させることができます。ユーザーは、この GDボードとパワーモジュールを使用して、以下の試験を実施できます。

- ダブルパルス試験(Double pulse test)
- 3相インバータ連続試験(3 phase inverter continuous test)

## 8. ハードウェア及びテストのセットアップ

ここでは、ユーザーが正しく活用または変更できるように、ハードウェアの設定について説明します。

# 8.1. ゲート抵抗器

スイッチング速度は、ゲート抵抗の値によって調整することができます。初期状態においてもゲート抵抗は実装されているため、ユーザーははんだ付けを行う必要はありません。ターンオン回路とターンオフ回路にはそれぞれ2つの抵抗が並列に接続されているため、実際の抵抗値は表記値の半分になります。Figure 9は、回路図におけるゲート抵抗を示しています。Table 8とTable 9は、各ゲート抵抗の名称および初期値を示しています。ターンオン抵抗はGDICのピン12に接続され、ターンオフ抵抗はGDICのピン13に接続されています。

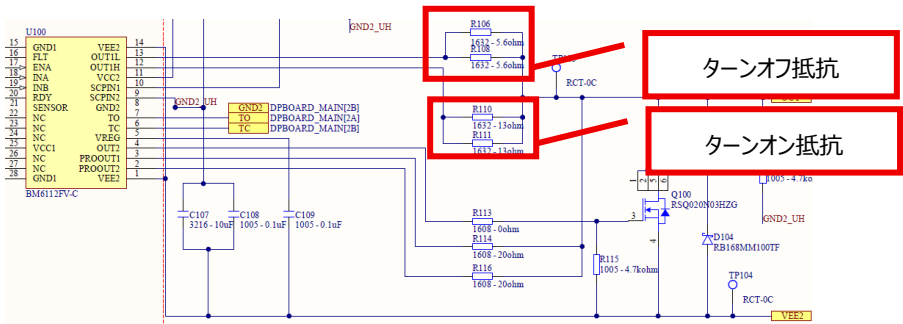


Figure 9. 回路図のゲート抵抗器

Table 8. ターンオン抵抗とターンオン抵抗

	UH	UL	VH	VL	WH	WL
ターンオフ抵抗	R110, R111	R210, R211	R127, R128	R227, R228	R144, R145	R244, R245
ターンオン抵抗	R106, R108	R206, R208	R123, R125	R223, R225	R140, R142	R240, R242

Table 9. 初期設定値抵抗値

	初期設定値抵抗値	
	ターンオン抵抗	ターンオフ抵抗
パッケージ	LTR18(0612)	LTR18(0612)
抵抗器数値(Ω)	13	5.6
回路抵抗値(Ω) (2並列)	6.5	2.8

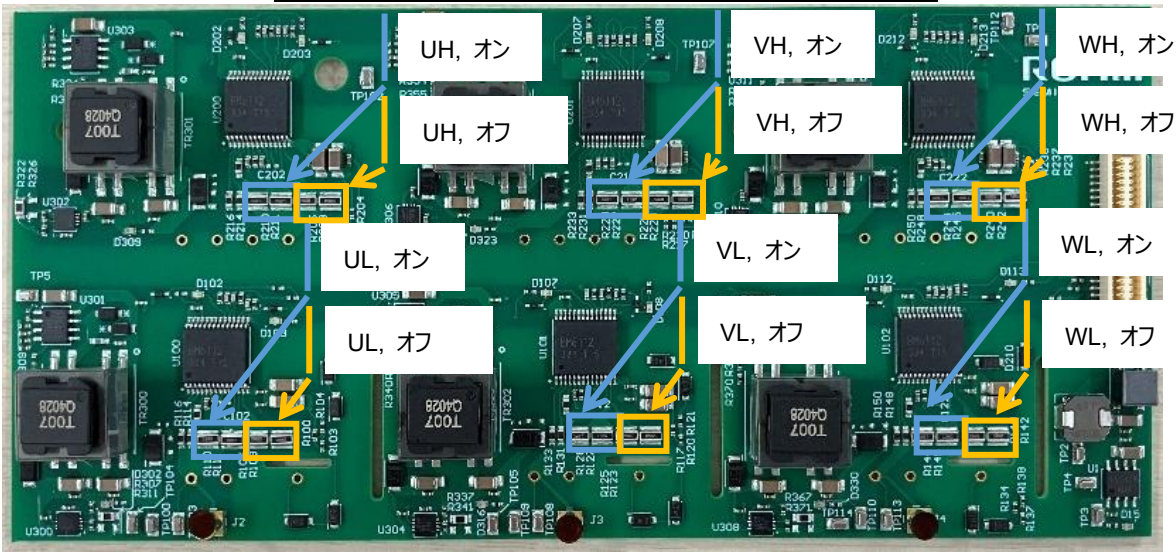


Figure 10. ゲート抵抗配置

## 8.2. LED

GDボードには、ボードのステータス情報を示す19個のLEDが搭載されています。これにより、ユーザーはボードの状態を容易に判断し、トラブルシューティングを簡単に行うことができます。Table 10にLEDの一覧を、Figure 11にLEDの配置を示します。

Table 10. LEDリスト

分類	一次側/二次側	表示記号	説明
補機電源	一次側	D15	ON: +5V正常 OFF: +5V異常
UH	一次側	D102	ON: RDYエラーが発生 OFF: 正常
		D103	ON: FLTエラーが発生 OFF: 正常
	二次側	D302	ON: +18V正常 OFF: +18V異常
UL	一次側	D202	ON: RDYエラーが発生 OFF: 正常
		D203	ON: FLTエラーが発生 OFF: 正常
	二次側	D309	ON: +18V正常 OFF: +18V異常
VH	一次側	D107	ON: RDYエラーが発生 OFF: 正常
		D108	ON: FLTエラーが発生 OFF: 正常
	二次側	D316	ON: +18V正常 OFF: +18V異常
VL	一次側	D207	ON: RDYエラーが発生 OFF: 正常
		D208	ON: FLTエラーが発生 OFF: 正常
	二次側	D323	ON: +18V正常 OFF: +18V異常
WH	一次側	D112	ON: RDYエラーが発生 OFF: 正常
		D113	ON: FLTエラーが発生 OFF: 正常
	二次側	D330	ON: +18V正常 OFF: +18V異常
WL	一次側	D212	ON: RDYエラーが発生 OFF: 正常
		D213	ON: FLTエラーが発生 OFF: 正常
	二次側	D337	ON: +18V正常 OFF: +18V異常

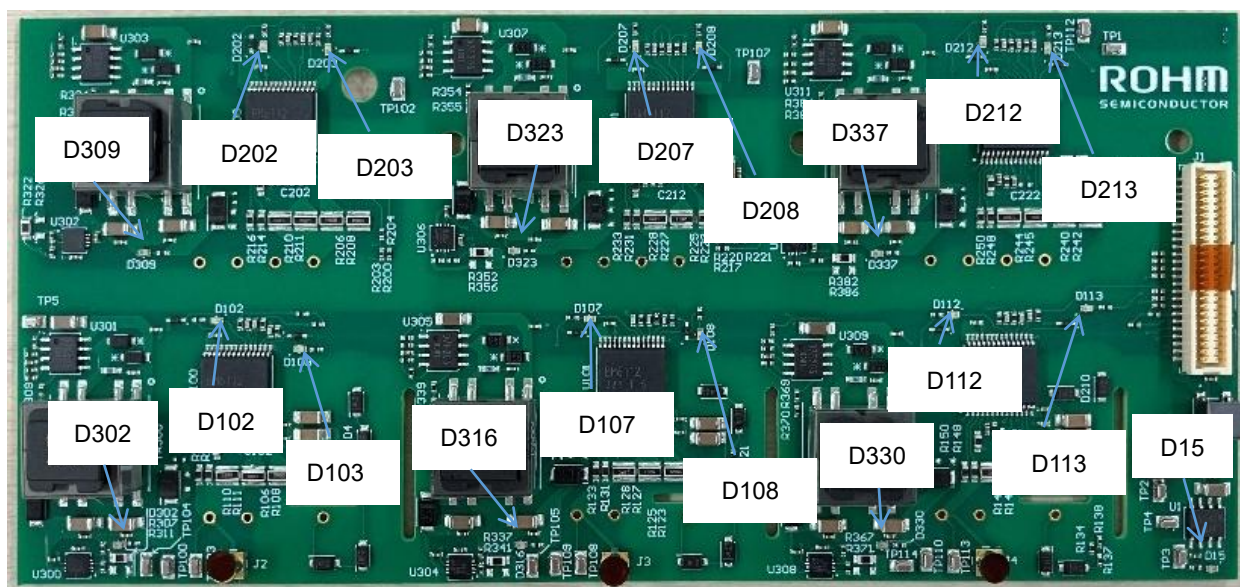


Figure 11. LED 配置

### 8.3. テストピン及びMMCXコネクタ

GDボードには、16個のテストピンと3個のMMCXコネクタが組み込まれています。Figure 12に、これらのテストピンとMMCXコネクタの配置を示します。

Table 11. テストピン表

分類	一次側/二次側	表示記号	説明
入力電圧及び入力信号	一次側	TP1	ENA
		TP2	VSUP
		TP3	+5V
		TP4, TP5	GND
UH	一次側	TP102	IN_UH
	二次側	TP100	UH VCC2
		TP103	UH Gate
		TP104	UH VEE2
		J2	UH Vgs MMCX
VH	一次側	TP107	IN_VH
	二次側	TP105	VH VCC2
		TP108	VH Gate
		TP109	VH VEE2
		J3	VH Vgs MMCX
WH	一次側	TP112	IN_WH
	二次側	TP110	WH VCC2
		TP113	WH Gate
		TP114	WH VEE2
		J4	WH Vgs MMCX

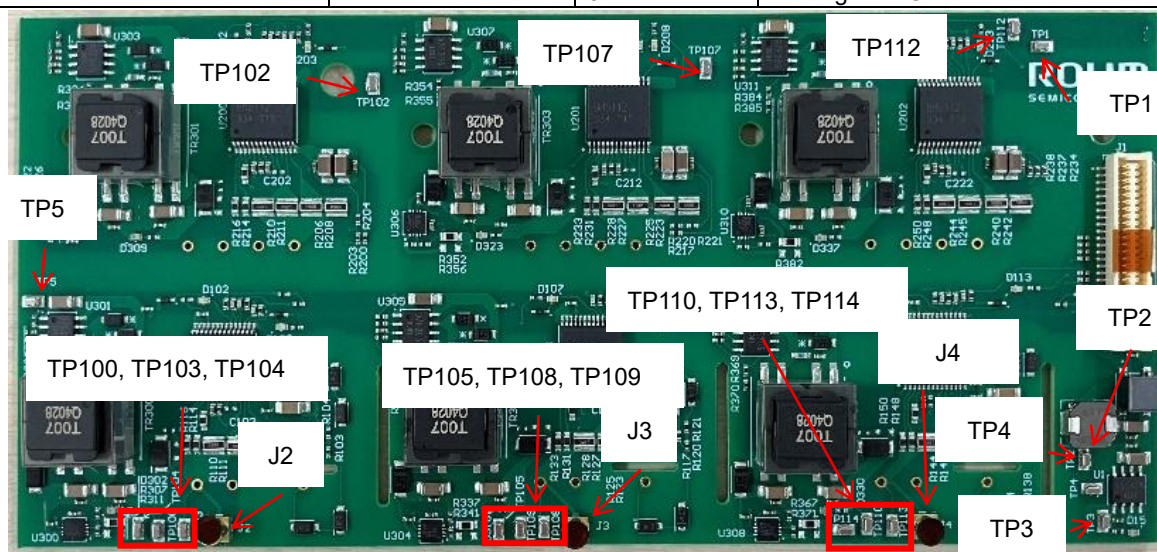


Figure 12. テストピン配置

## 8.4. ピン配置

Figure 13にGDボードのピン配置を示します。ユーザーは、GDボードにI/O信号を供給するためのケーブルを設計する際は、Table 13およびJ1のピン割り当てを参照してください。

J1コネクタ品番: BM50B-SHLDS-G-TFT

J1ケーブルコネクタ品番: SHLDP-50V-S-1(B)

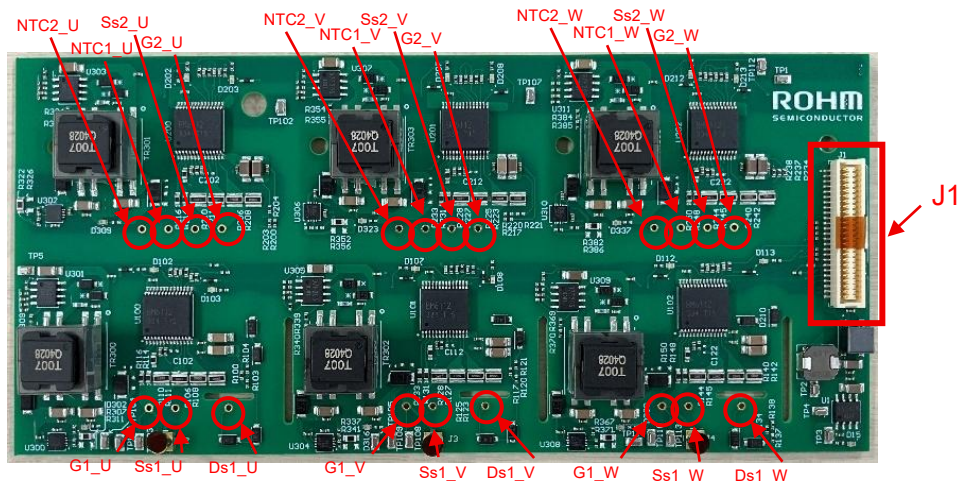


Figure 13. GD ボードプレスフィットピン及び J1 コネクタ

### 8.4.1. GDボードプレスフィットピン配置

Table 12はプレスフィットピン名の一覧表です。

Table 12. GDボードプレスフィットピン一覧表

ピン名前	説明
G1_U	Uハイサイドゲート
Ss1_U	Uハイサイドソース
Ds1_U	Uハイサイドドレン
G2_U	Uローサイドゲート
Ss2_U	Uローサイドソース
NTC1_U	UパワーモジュールNTC
NTC2_U	UパワーモジュールNTC
G1_V	Vハイサイドゲート
Ss1_V	Vハイサイドソース
Ds1_V	Vハイサイドドレン
G2_V	Vローサイドゲート
Ss2_V	Vローサイドソース
NTC1_V	VパワーモジュールNTC

NTC2_V	VパワーモジュールNTC
G1_W	Wハイサイドゲート
Ss1_W	Wハイサイドソース
Ds1_W	Wハイサイドドレン
G2_W	Wローサイドゲート
Ss2_W	Wローサイドソース
NTC1_W	WパワーモジュールNTC
NTC2_W	WパワーモジュールNTC

## 8.4.2. コネクタピン配置

Table 13はJ1のピン端子一覧表です。

Table 13. J1端子一覧表

Pin番号	Pin名前	I/O	説明
1	N.C.	-	-
2	GND_IN	-	GND
3	N.C.	-	-
4	GND_IN	-	GND
5	N.C.	-	-
6	GND_IN	-	GND
7	N.C.	-	-
8	N.C.	-	-
9	N.C.	-	-
10	N.C.	-	-
11	TEMP_U	O	U相パワーモジュールにはNTC（負温度係数サーミスタ）が内蔵されており、GDボードから温度監視機能を提供しています。
12	GND_IN	-	GND
13	TEMP_V	O	V相パワーモジュールにはNTC（負温度係数サーミスタ）が内蔵されており、GDボードから温度監視機能を提供しています。
14	GND_IN	-	GND
15	TEMP_W	O	W相パワーモジュールにはNTC（負温度係数サーミスタ）が内蔵されており、GDボードから温度監視機能を提供しています。
16	GND_IN	-	GND
17	N.C.	-	-
18	N.C.	-	-
19	N.C.	-	-
20	N.C.	-	-
21	RDY_H	O	異常信号ピン（ハイサイド） 正常時：「Hi-Z」。フォルト（UVLOまたはOSFB）発生時：「L」（ローレベル）
22	GND_IN	-	GND
23	RDY_L	O	異常信号ピン（ローサイド） 正常時：「Hi-Z」。フォルト（UVLOまたはOSFB）発生時：「L」（ローレベル）
24	GND_IN	-	GND
25	FLT_H	O	フォルト信号ピン（ハイサイド） 正常時：「Hi-Z」（ハインピーダンス）。フォルト(SCP)発生時：「L」（ローレベル）
26	GND_IN	-	GND
27	FLT_L	O	フォルト信号ピン（ローサイド） 正常時：「Hi-Z」（ハインピーダンス）。フォルト(SCP)発生時：「L」（ローレベル）

28	GND_IN	-	GND
29	N.C.	-	-
30	N.C.	-	-
31	ENA	I	イネーブル信号ピン ENAが「H」レベルのとき、出力が有効になります。 ENAが「L」レベルのとき、出力が無効になります。
32	GND_IN	-	GND
33	IN_WH	I	W相ハイスайдSiC-MOSFET用の入力信号 「H」レベル：出力（ゲートドライバ電圧）はHigh 「L」レベル：出力（ゲートドライバ電圧）はLow
34	GND_IN	-	GND
35	IN_WL	I	W相ローサイドSiC-MOSFET用の入力信号 「H」レベル：出力（ゲートドライバ電圧）はHigh 「L」レベル：出力（ゲートドライバ電圧）はLow
36	GND_IN	-	GND
37	IN_VH	I	V相ハイスайдSiC-MOSFET用の入力信号 「H」レベル：出力（ゲートドライバ電圧）はHigh 「L」レベル：出力（ゲートドライバ電圧）はLow
38	GND_IN	-	GND
39	IN_VL	I	V相ローサイドSiC-MOSFET用の入力信号 「H」レベル：出力（ゲートドライバ電圧）はHigh 「L」レベル：出力（ゲートドライバ電圧）はLow
40	GND_IN	-	GND
41	IN_UH	I	U相ハイスайдSiC-MOSFET用の入力信号 「H」レベル：出力（ゲートドライバ電圧）はHigh 「L」レベル：出力（ゲートドライバ電圧）はLow
42	GND_IN	-	GND
43	IN_UL	I	U相ローサイドSiC-MOSFET用の入力信号 「H」レベル：出力（ゲートドライバ電圧）はHigh 「L」レベル：出力（ゲートドライバ電圧）はLow
44	GND_IN	-	GND
45	+B	I	入力電圧
46	+B	I	入力電圧
47	+B	I	入力電圧
48	+B	I	入力電圧
49	+B	I	入力電圧
50	+B	I	入力電圧

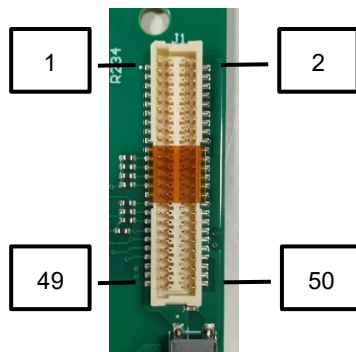


Figure 14. J1 コネクタ写真

## 8.5. 電源投入/遮断シーケンス

このGDボードには、電源や制御信号のために複数の入力があります。必ず下記に説明する電源投入/遮断シーケンスに従ってください。これに従わない場合、電圧オーバーシュート等によりパワーモジュールが損傷する可能性があります。

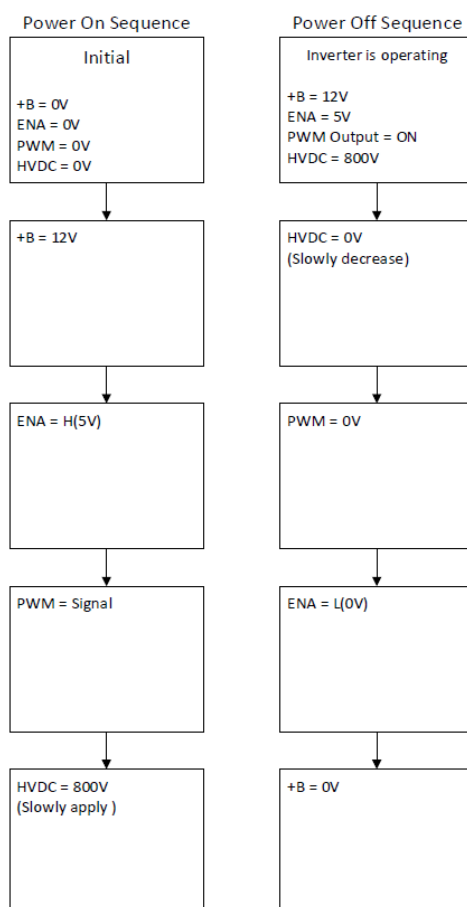


Figure 15. 電源投入/遮断シーケンス

## 9. 実験結果

### 9.1. ダブルパルステスト

ダブルパルステスト（DPT）は、スイッチング損失やVdsサージなどのスイッチング特性を評価するために実施されます。Figure 17は、このGDボードのDPT回路図を示し、Figure 16は、本ユーザーガイドでの測定におけるスイッチング特性の定義を示しています

- インバータ入力電圧 = 800VDC
- ハイサイドスイッチング
- インダクタンス：125μH

Eon、Eoff、tr、tfの時間間隔は、パワーデバイスのデータシートに基づいて決定されます。

Table 14. 時間間隔定義

	時間間隔T1	時間間隔T2
Eon	Id (2%)	Vds (2%)
Eoff	Vds (2%)	Id (2%)
Tr	Id (10%)	Id (90%)
Tf	Id (90%)	Id(10%)

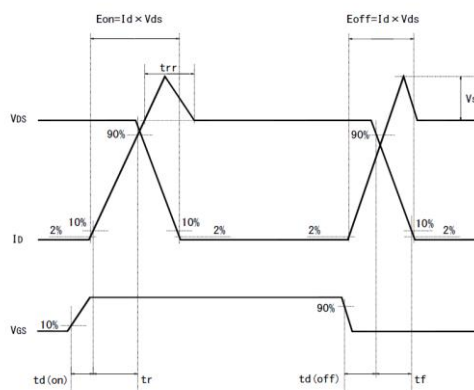


Figure 16. スwitching特性の定義

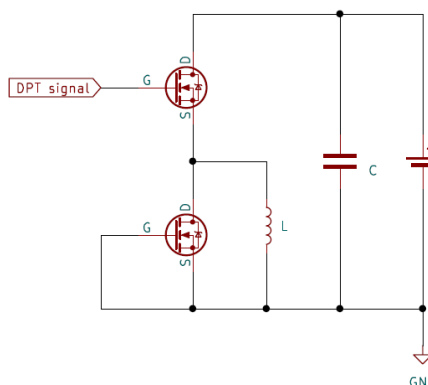


Figure 17. DPT 回路

#### 9.1.1. DPT波形

Figure 18は、DPT（ダブルパルステスト）波形の例です。測定環境によって、結果が変わる可能性があります。

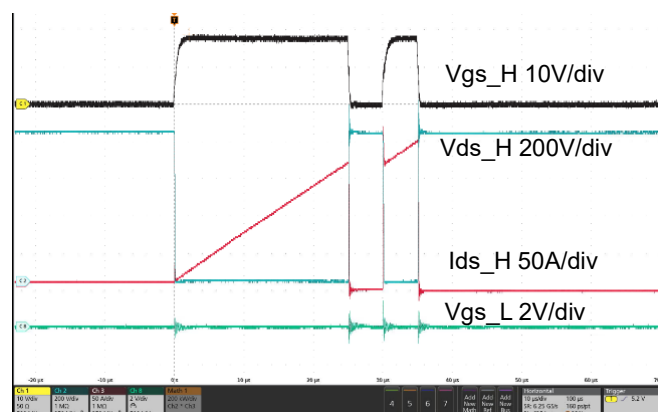


Figure 18. DPT 波形

## 9.1.2. DPT結果

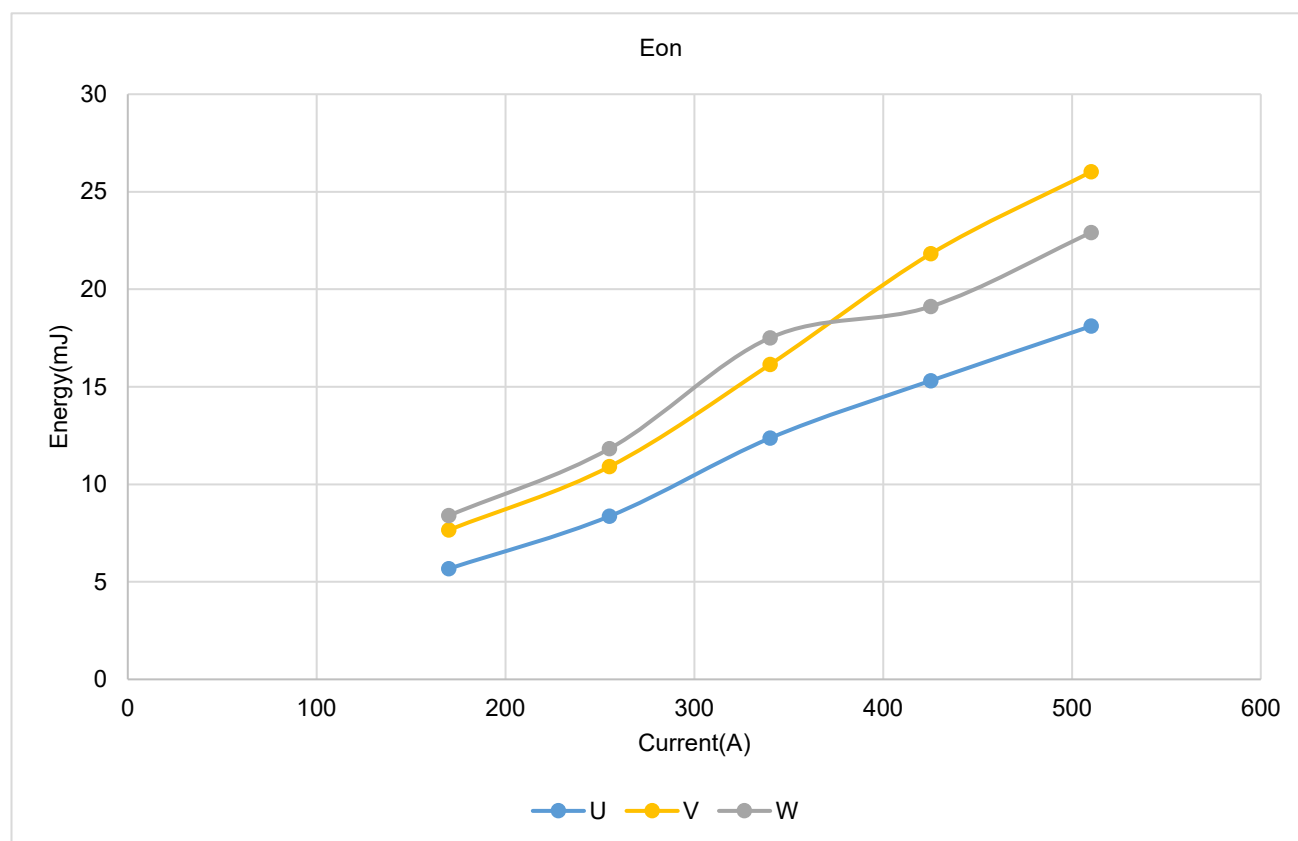


Figure 19. タンオン損失

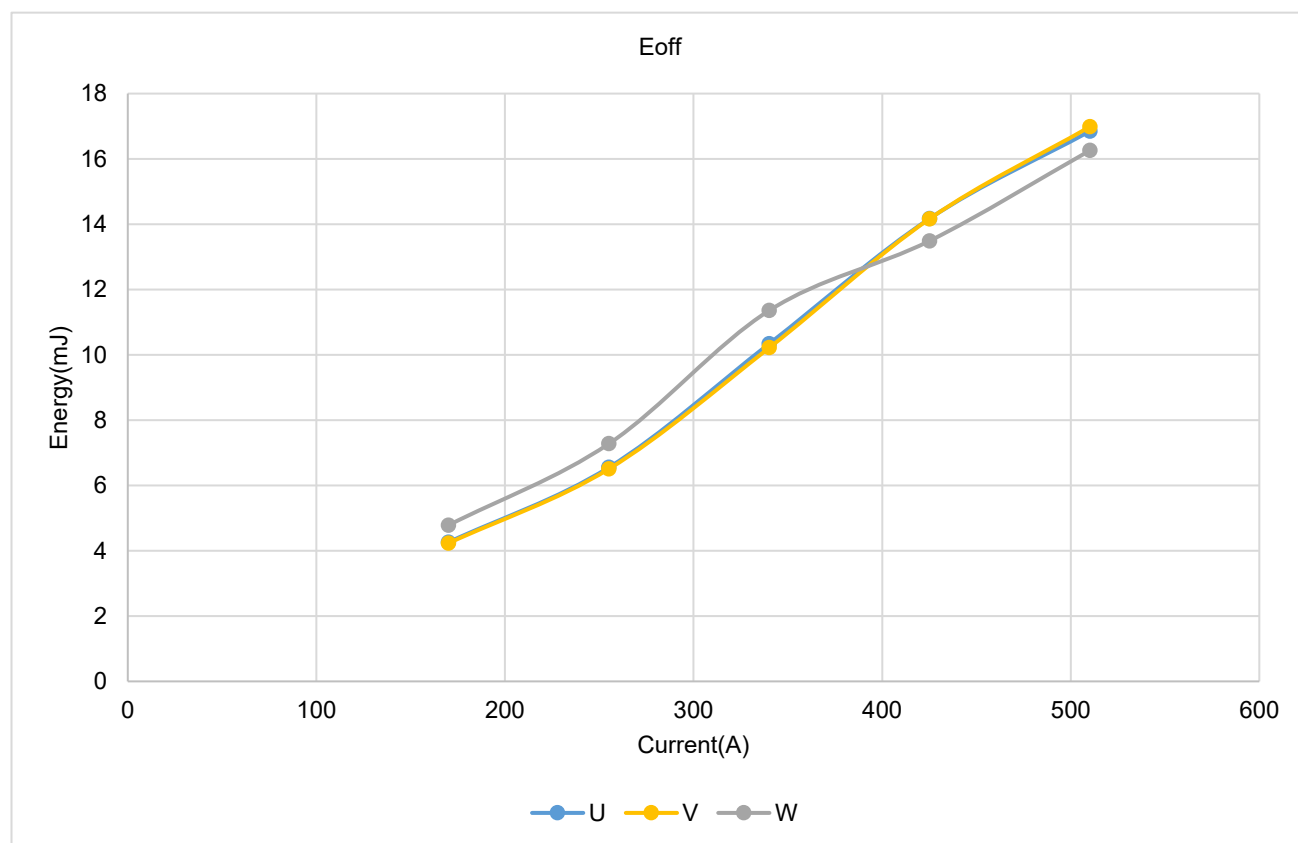


Figure 20. タンオフ損失

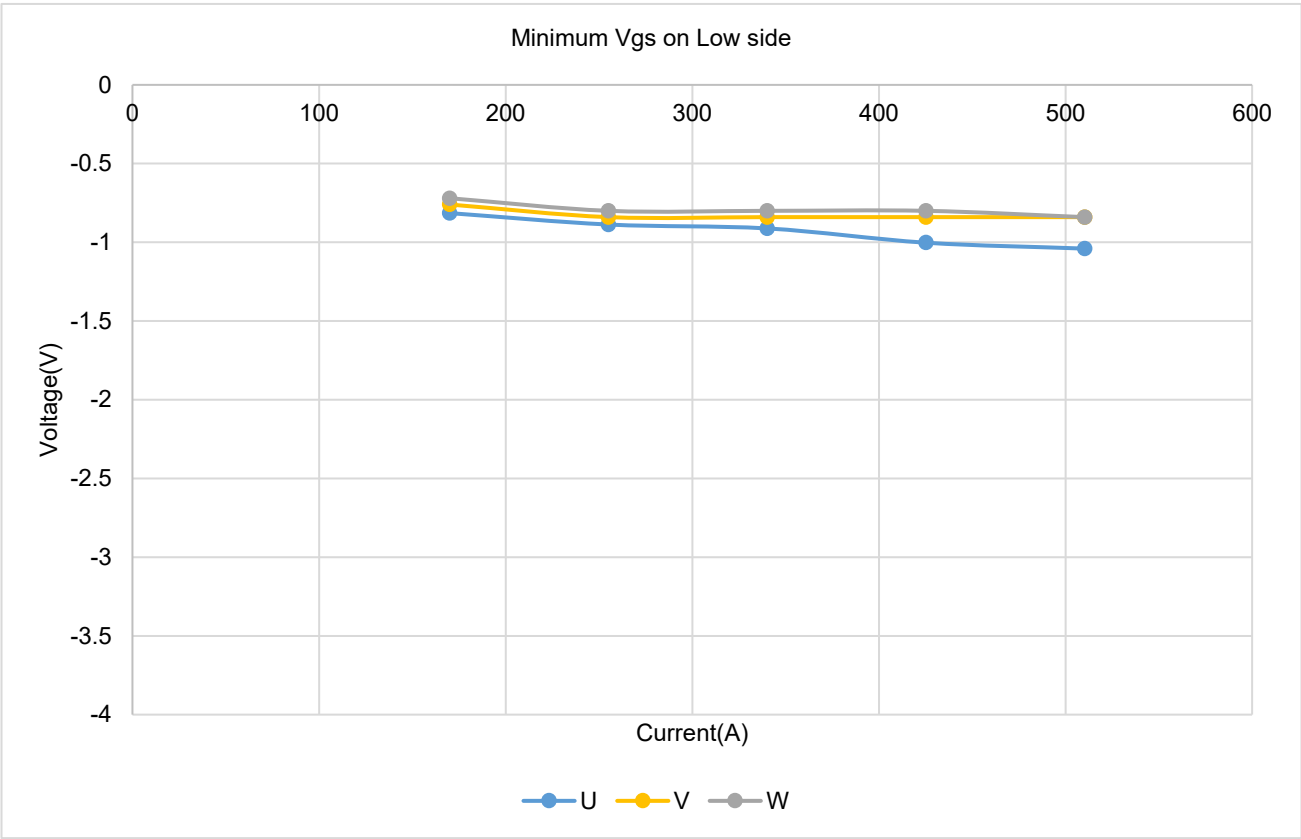


Figure 21. 最小 Vgs\_L

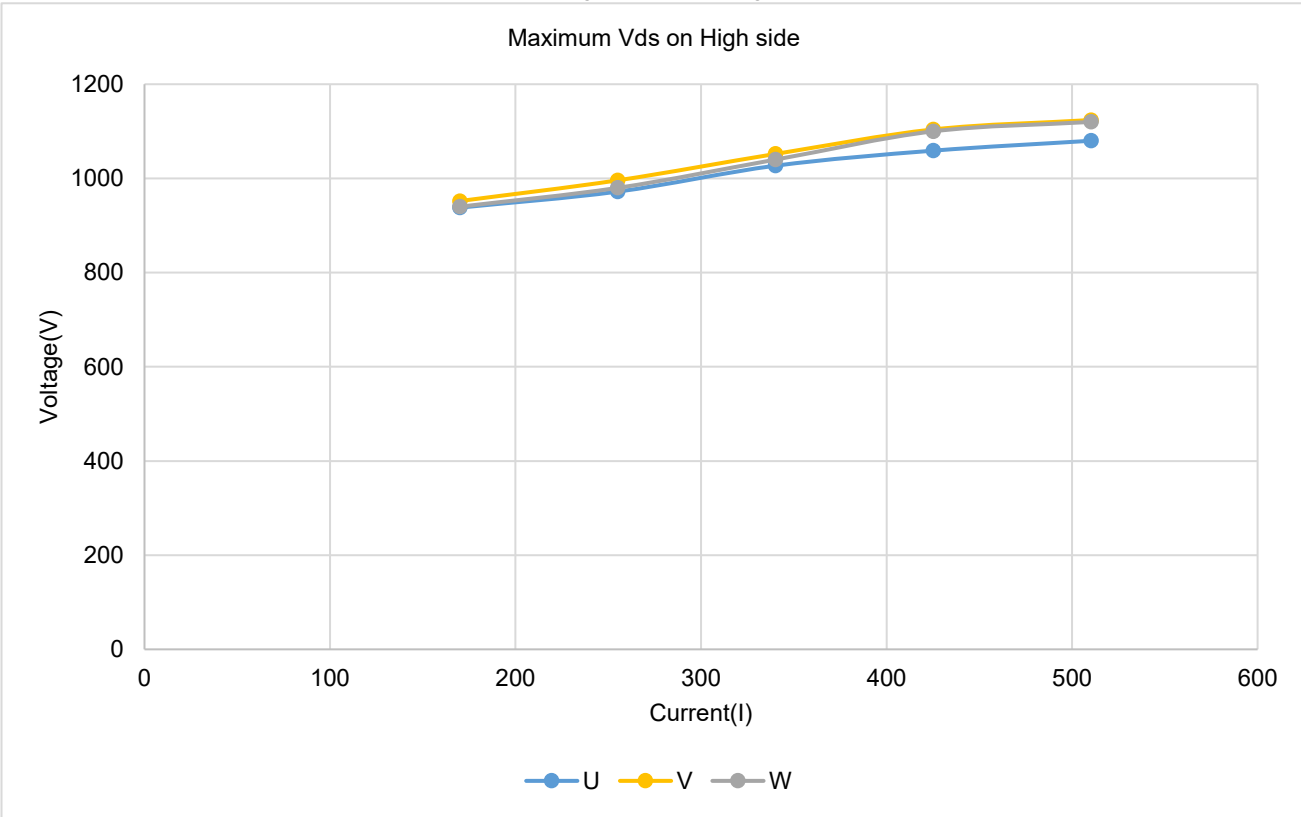


Figure 22. 最大 Vds

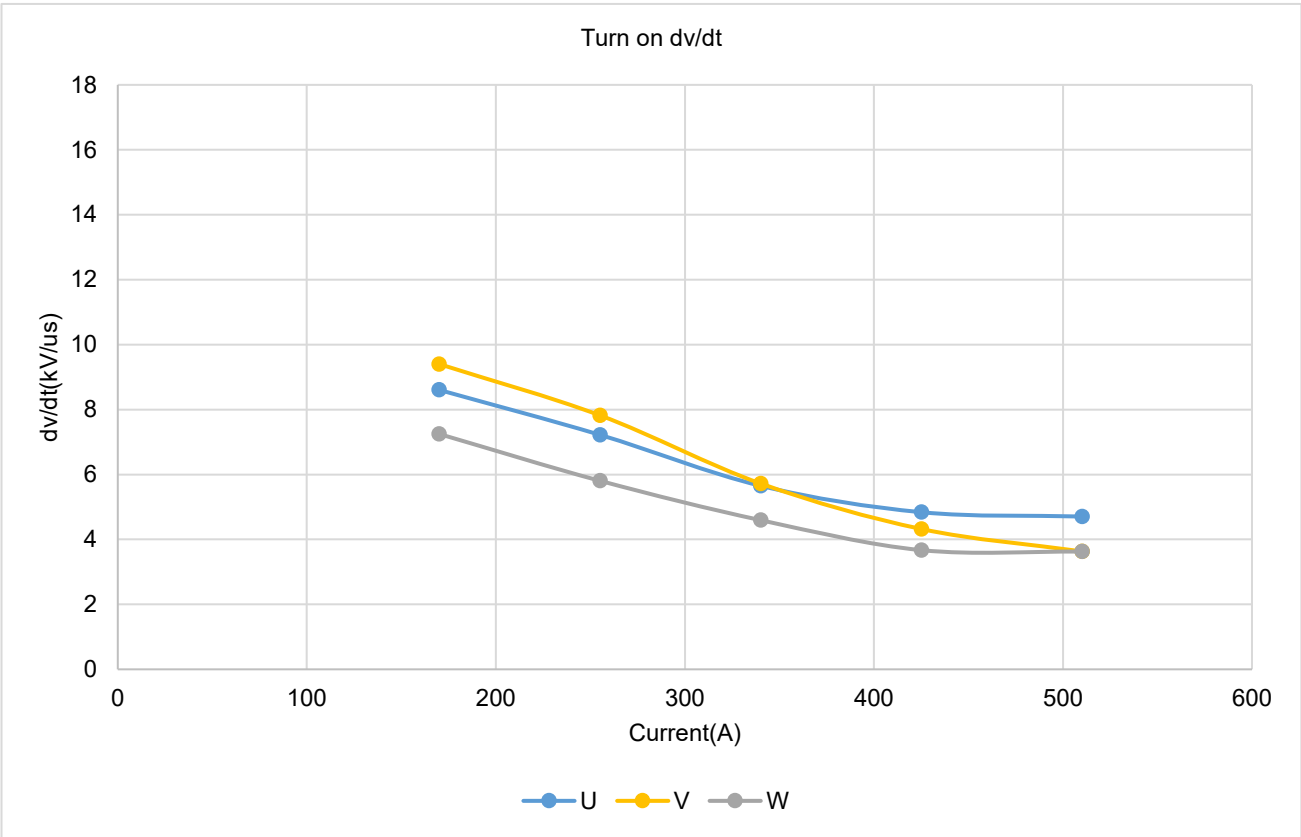


Figure 23. タンオン dv/dt

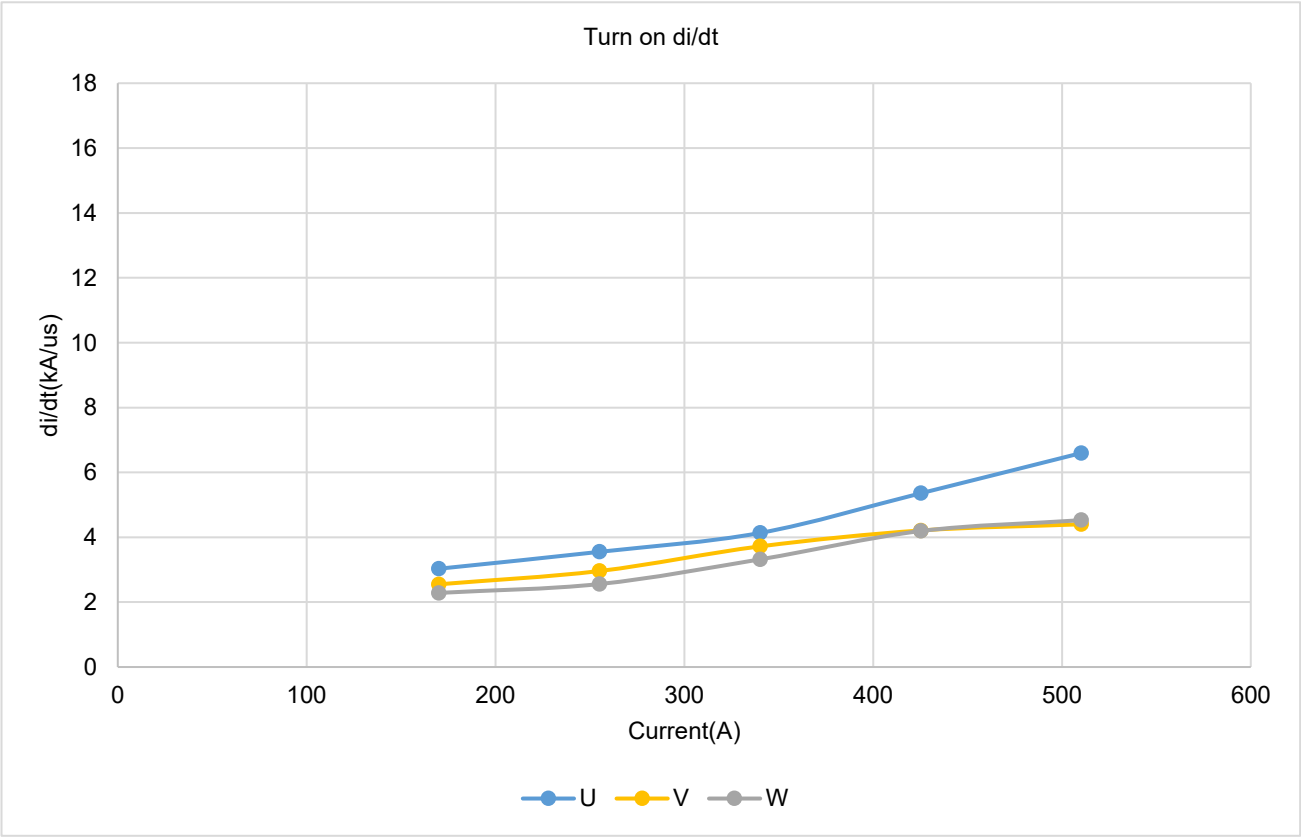


Figure 24. タンオン di/dt

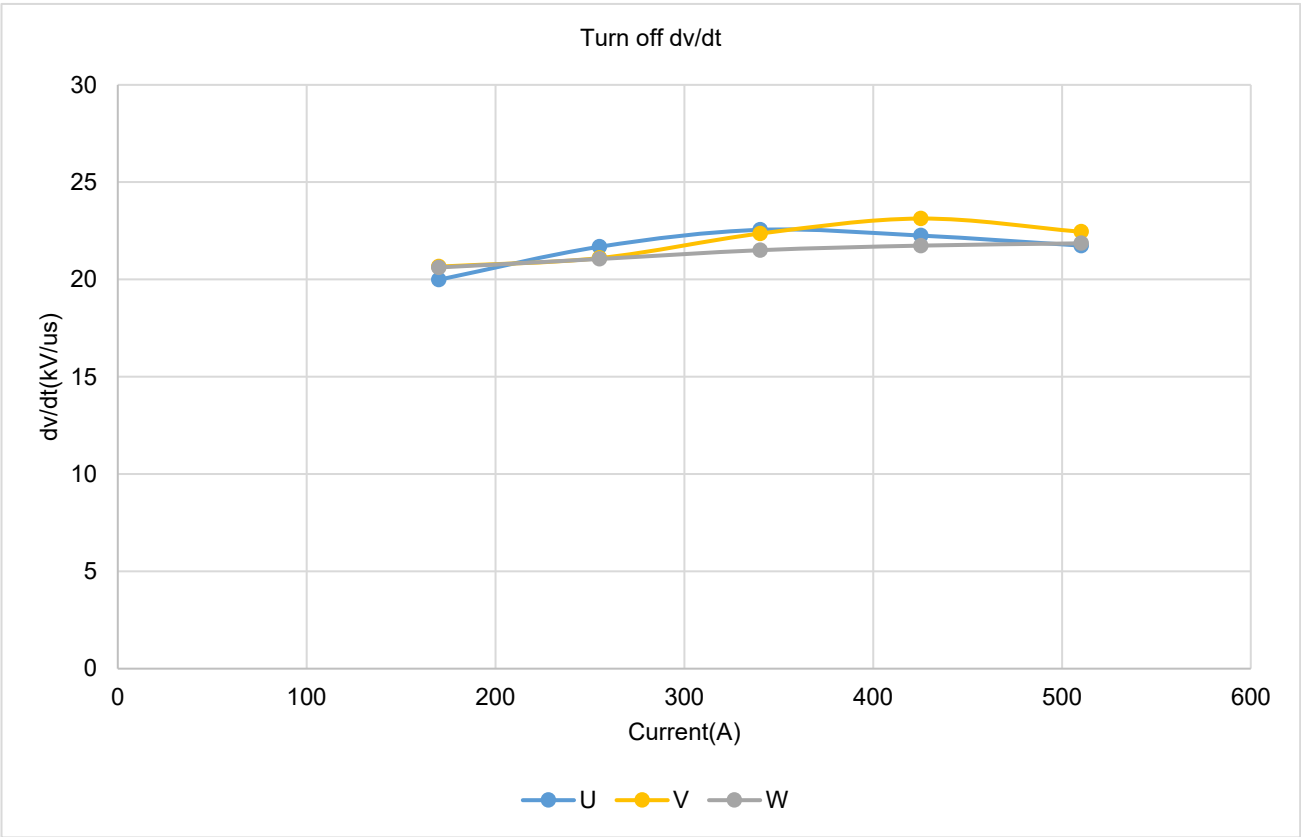


Figure 25. タンオフ dv/dt

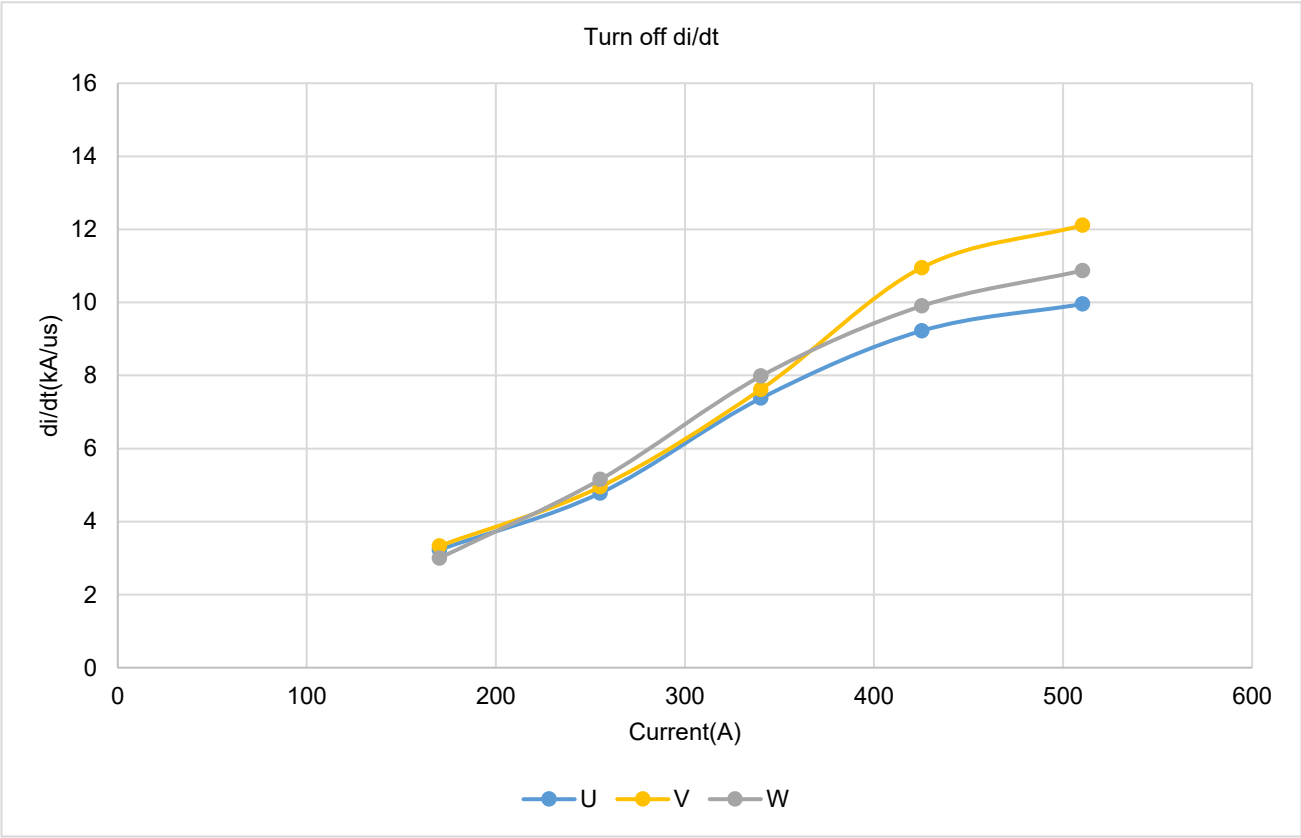


Figure 26. タンオフ di/dt

9.1.3. ゲート抵抗を変更した場合の比較

ゲートドライバ回路では、ターンオン時とターンオフ時にそれぞれ2つの抵抗が並列に接続されています。したがって、実際の抵抗値は、実装されている抵抗の値の半分になります。

Table 15. ターンオンおよびターンオフ抵抗値

	Gate Resistor( $\Omega$ ) Default		Gate Resistor( $\Omega$ ) 1 level down		Gate Resistor( $\Omega$ ) 1 level up	
	ターンオン	ターンオフ	ターンオン	ターンオフ	ターンオン	ターンオフ
抵抗器( $\Omega$ )	13	5.6	3.3	4.7	18	6.8
回路抵抗値( $\Omega$ ) (2並列)	6.5	2.8	1.65	2.35	9	3.4

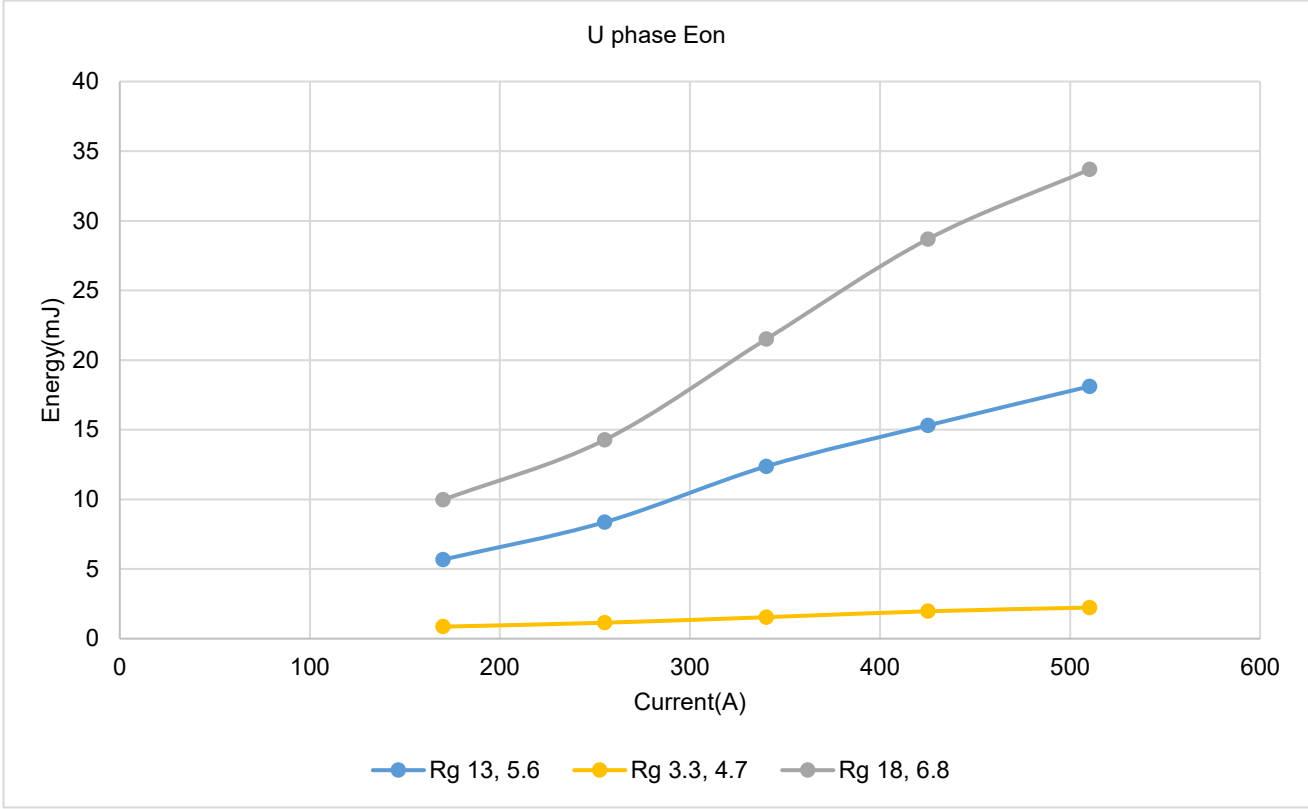


Figure 27. U 相タンオン損失

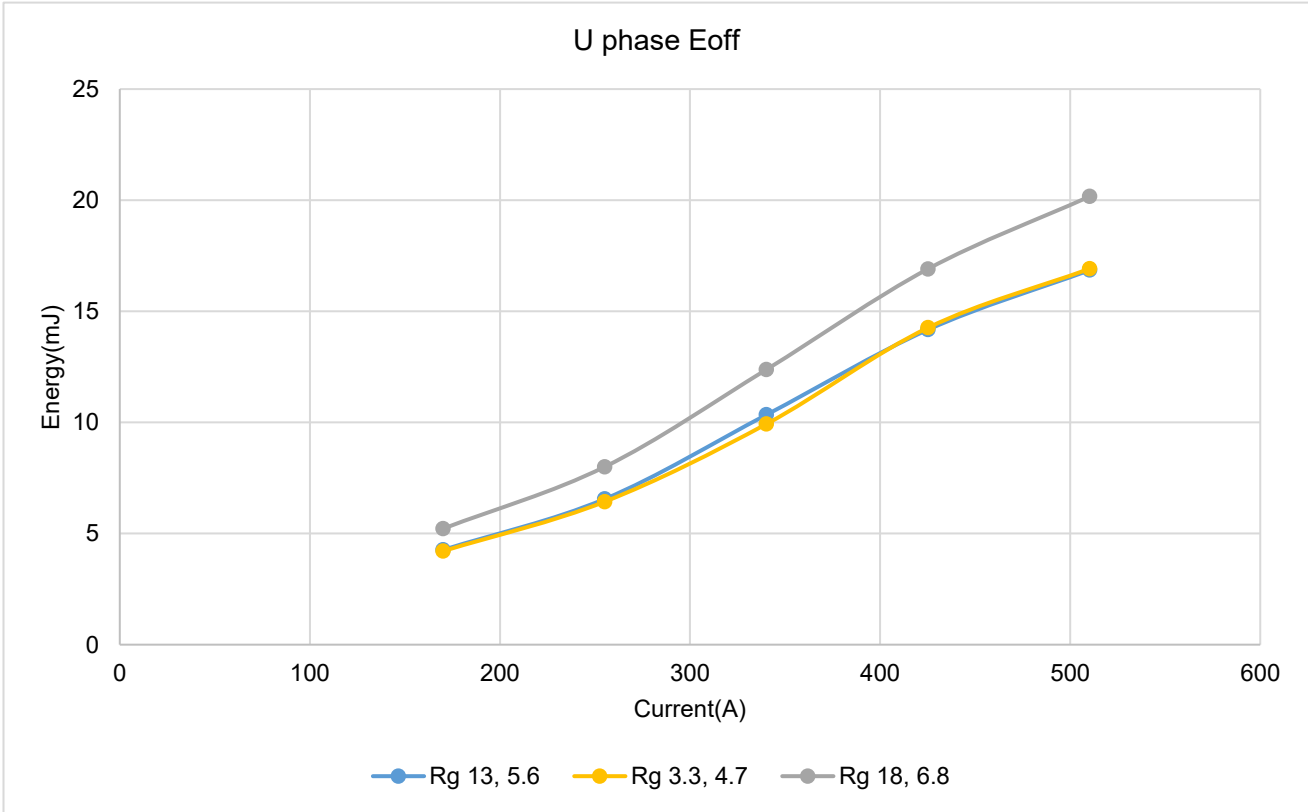
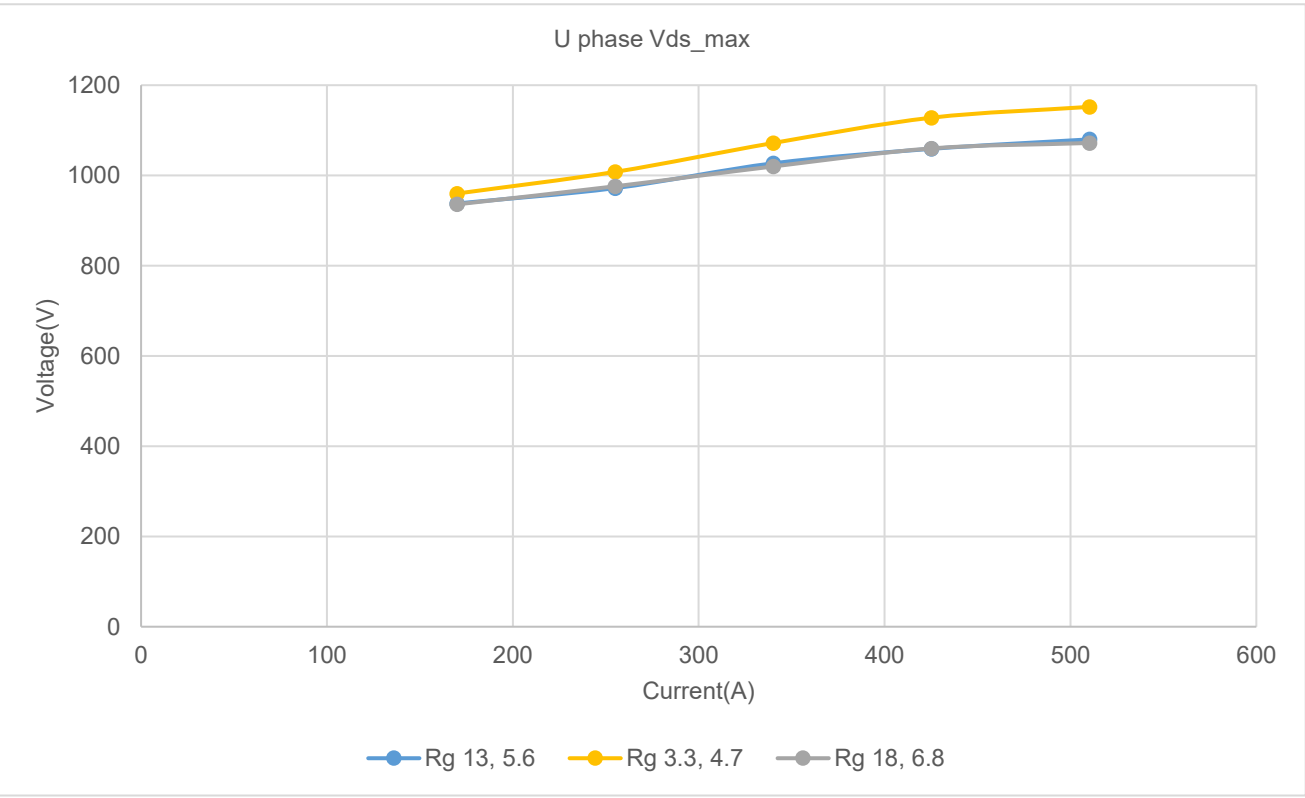
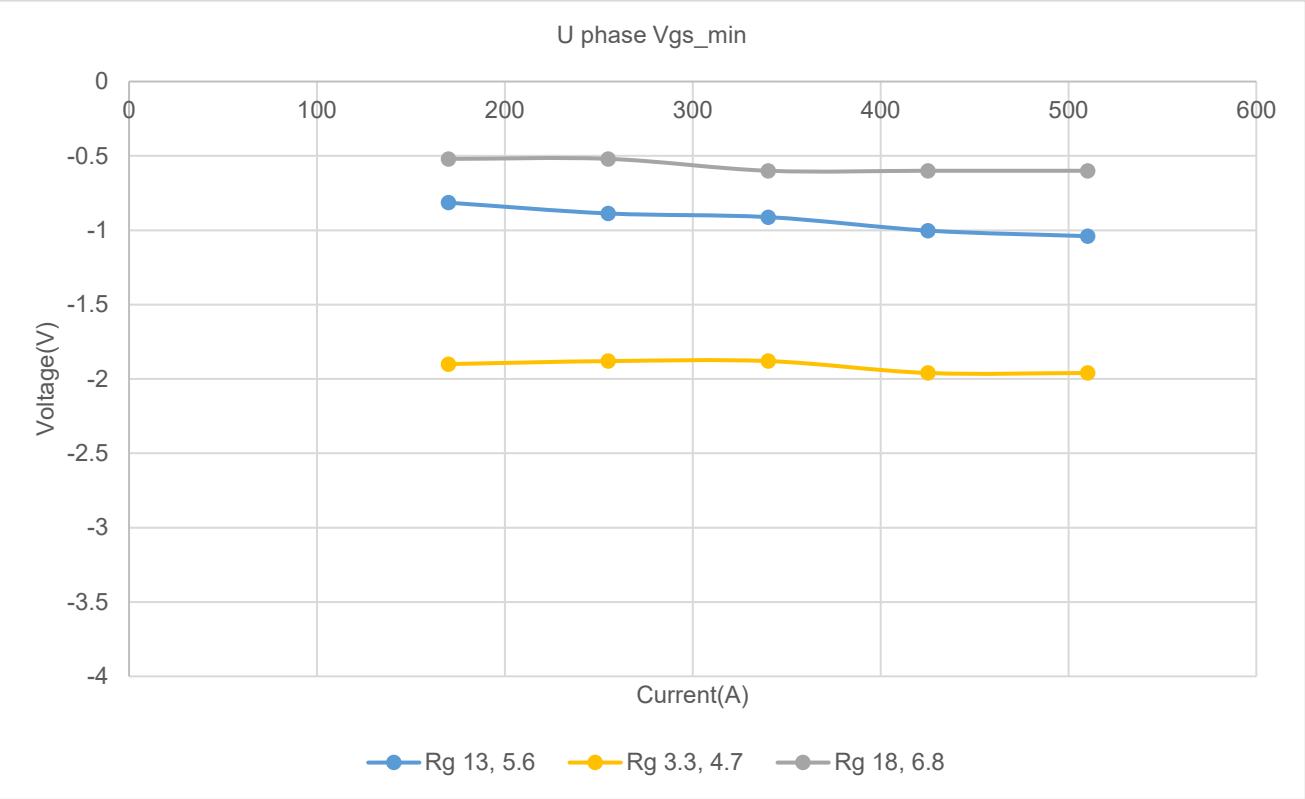


Figure 28. U 相タンオフ損失



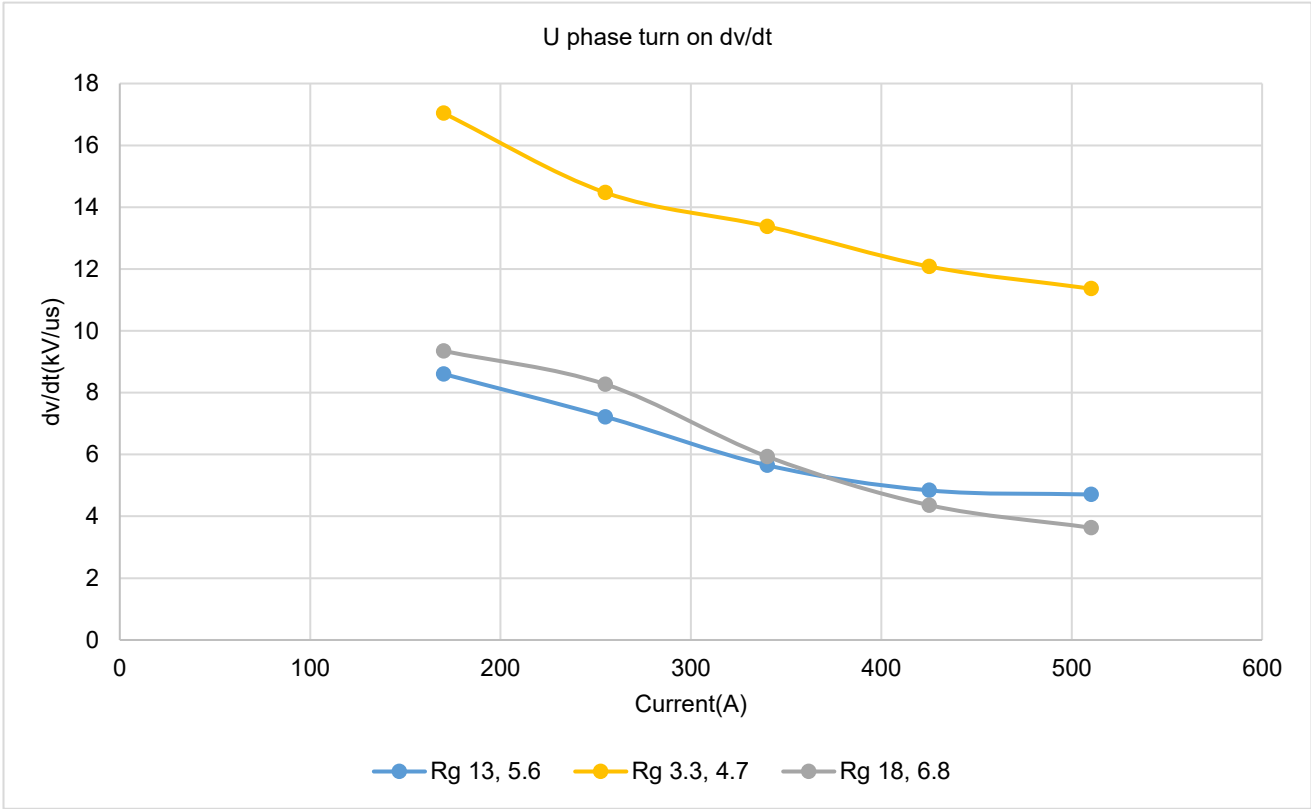


Figure 31. U 相タンオン dv/dt

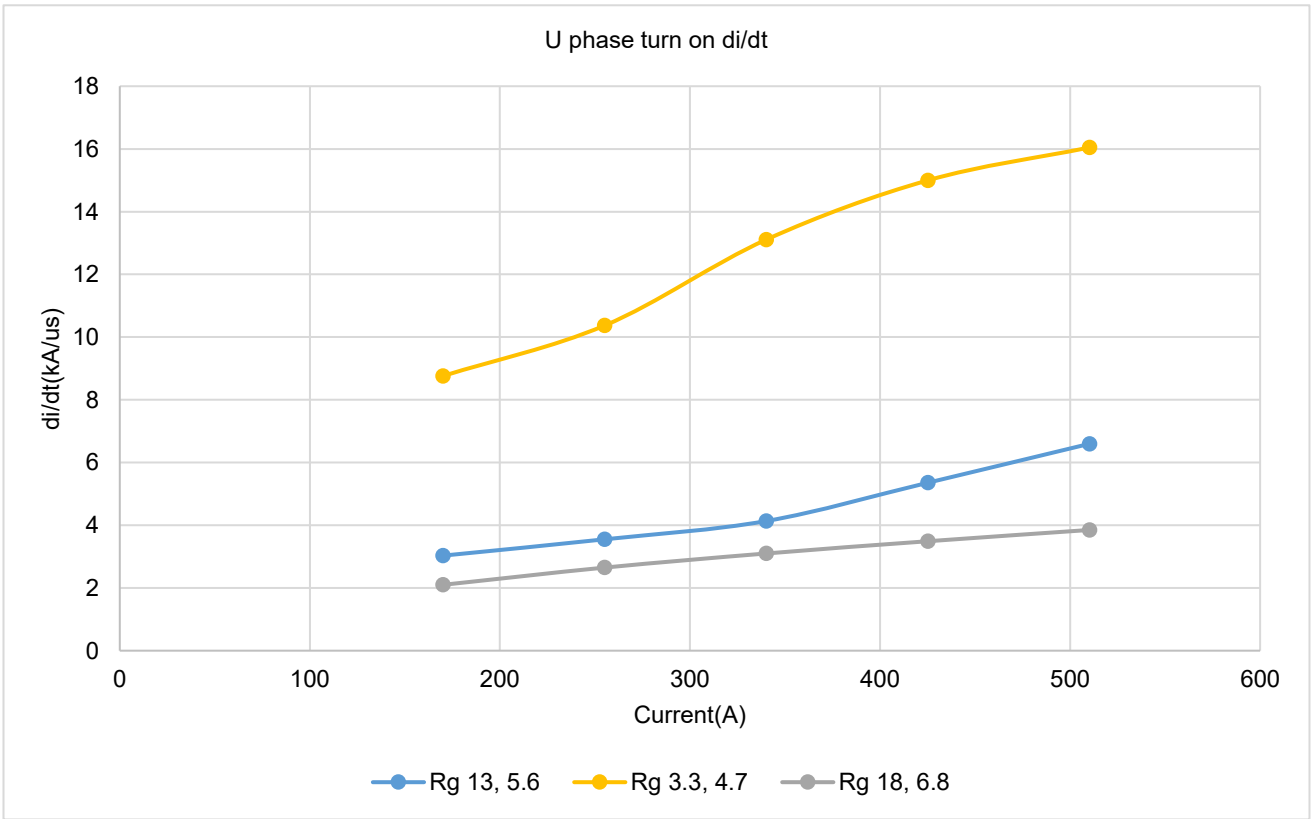


Figure 32. U 相タンオン di/dt

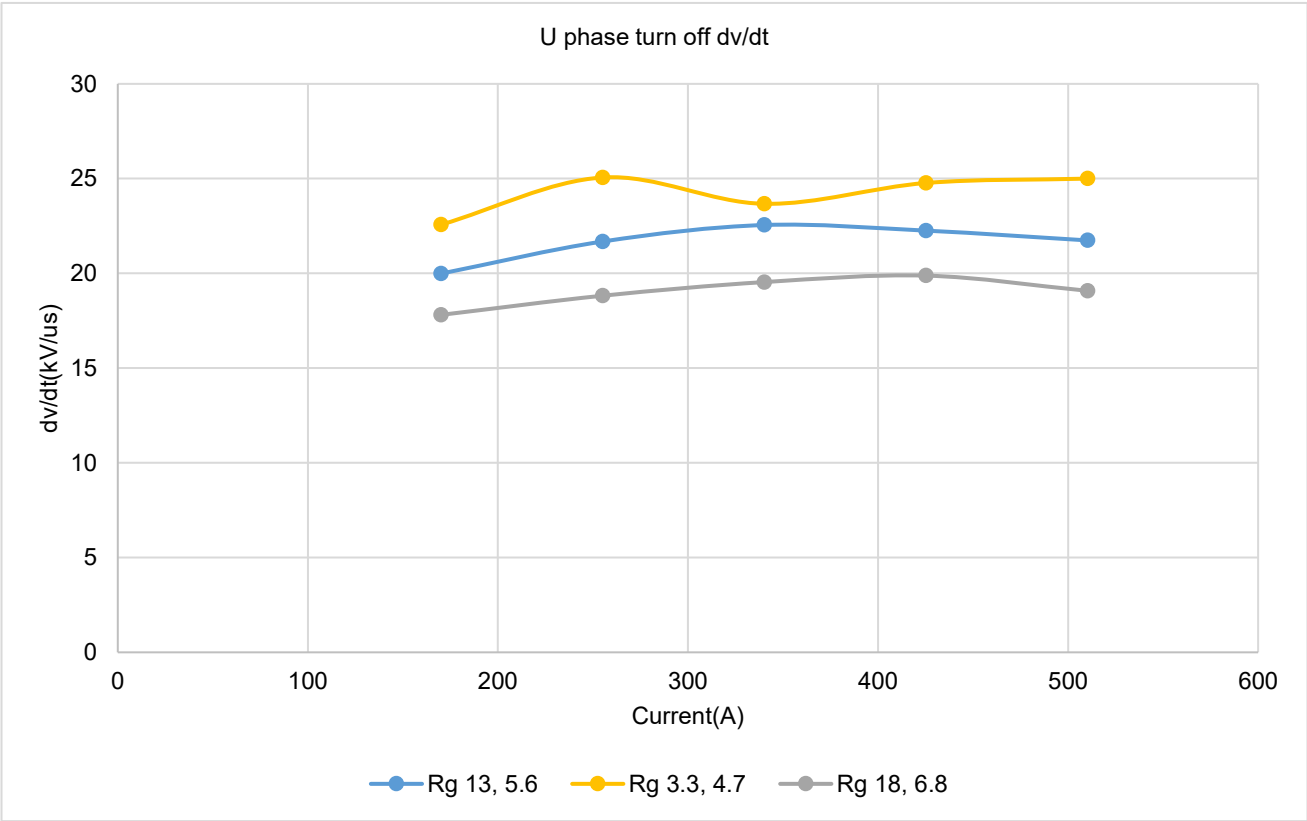


Figure 33. U 相タンオフ dv/dt

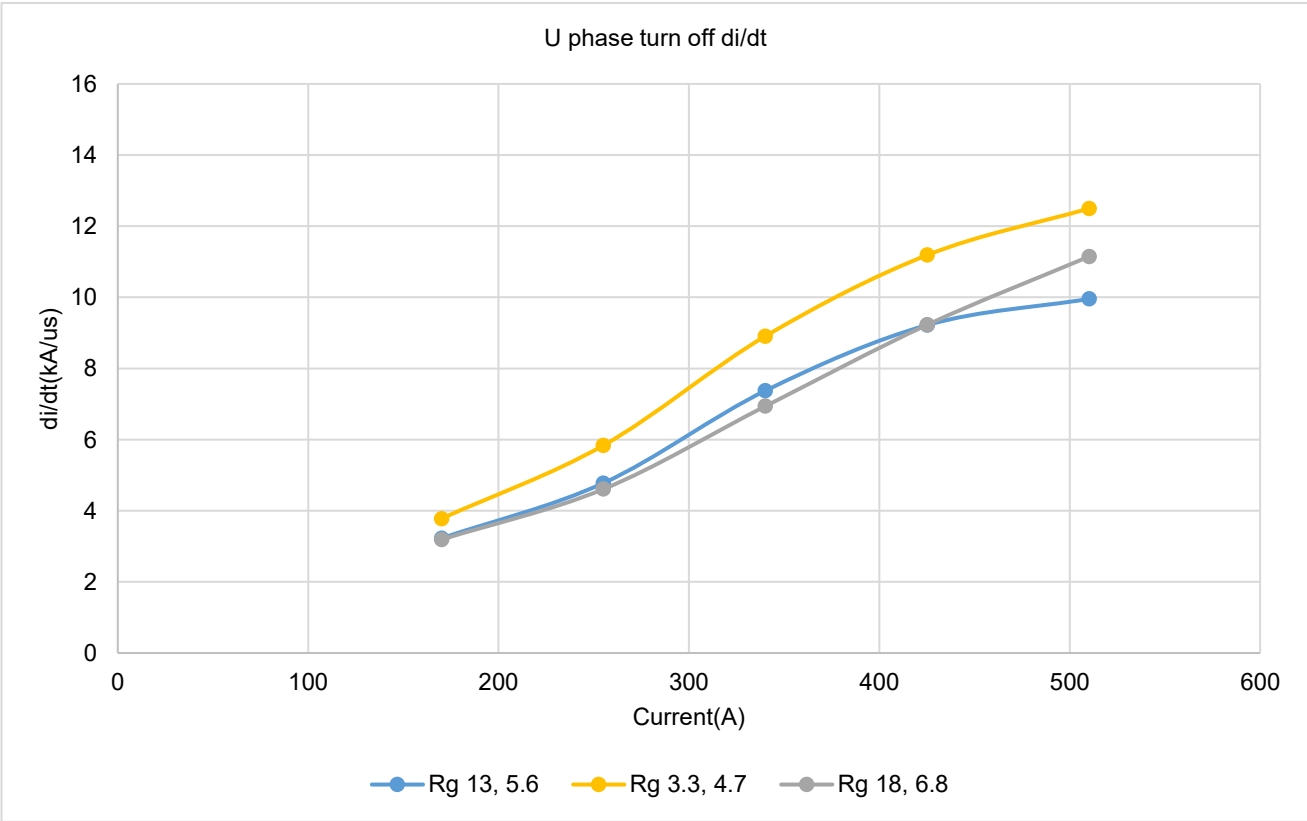


Figure 34. U 相タンオフ di/dt

## 9.2. モータベンチ実験

このEVK（評価キット）は、トラクションインバータとしてIPMSM（埋込磁石同期モータ）を用いて評価されています。Table 15にテスト仕様を示します。Figure 35は、モータベンチテストの配線図を示し、Figure 36は、モータベンチテストの接続図を示しています。

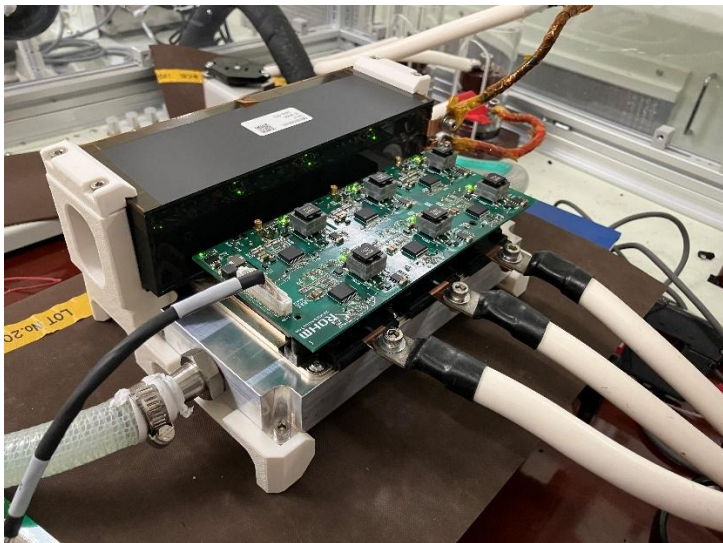


Figure 35. EVK とモータ接続

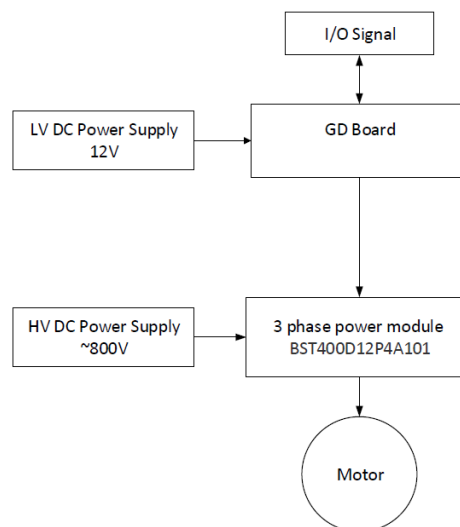


Figure 36 モータベンチ結線図

### 9.2.1. 実験条件

実験条件は、Table 16のとおりです

Table 16. 実験条件

	数値	備考
入力DC電圧	800V	
入力キャパシタ	500 $\mu$ F	
相電流	200Arms	
出力周波数	200Hz	
キャリア周波数	20kHz	
相電流角度	20度	Fixed value
デットタイム	3 $\mu$ s	
モータ種類	IPMSM	メーカー：Motion System Tech
モータポール	4	
モータ最大出力電力	100kW	
パワーモジュール	BST400D12P4A101	TRCDRIVE pack™ A Type
回路図抵抗値	Rオン: 6.5 $\Omega$ Rオフ: 2.8 $\Omega$	部品抵抗値: Rオン13 $\Omega$ , Rオフ5.6 $\Omega$ .
インバータ液冷速度	12 L/min	

9.2.2. 実験波形及び結果

結果を、Table 19、Figure 37、およびFigure 38に示します。

Table 17. 入力及び出力電力

	電力
インバータ入力電力	81kW
インバータ出力電力	80kW
モータ出力電力	74kW

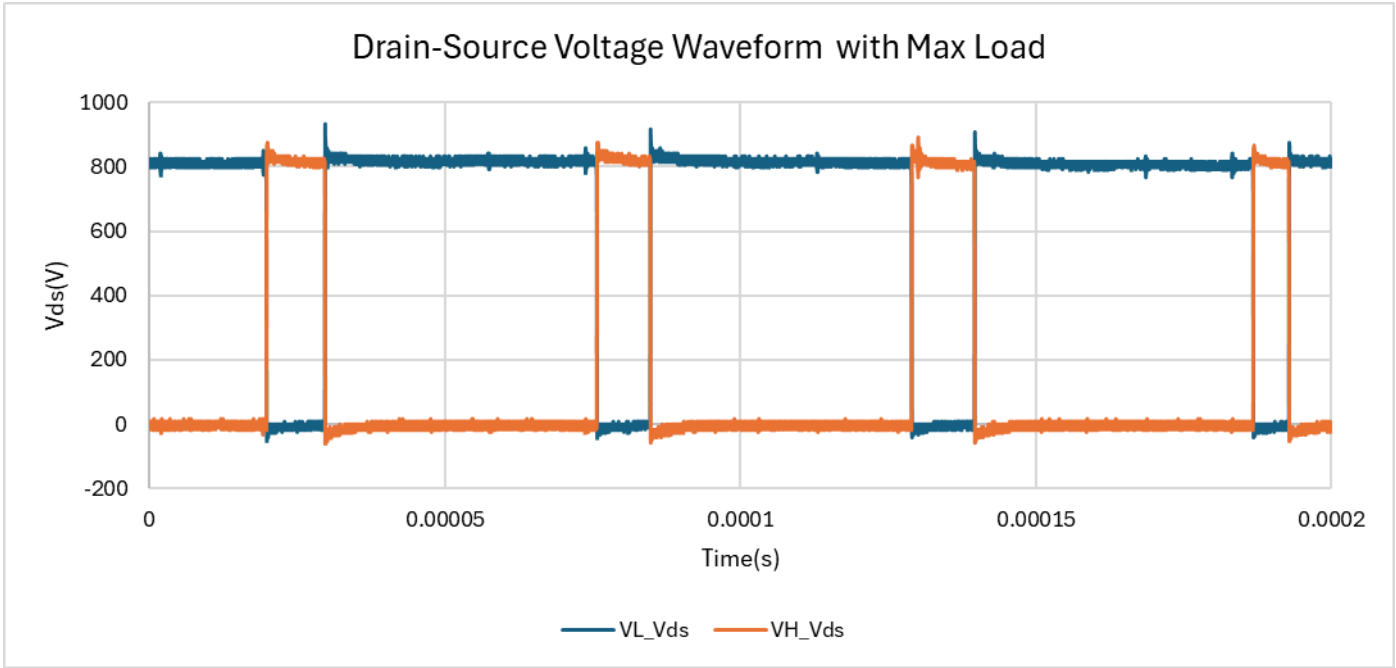


Figure 37. V 相 Vds

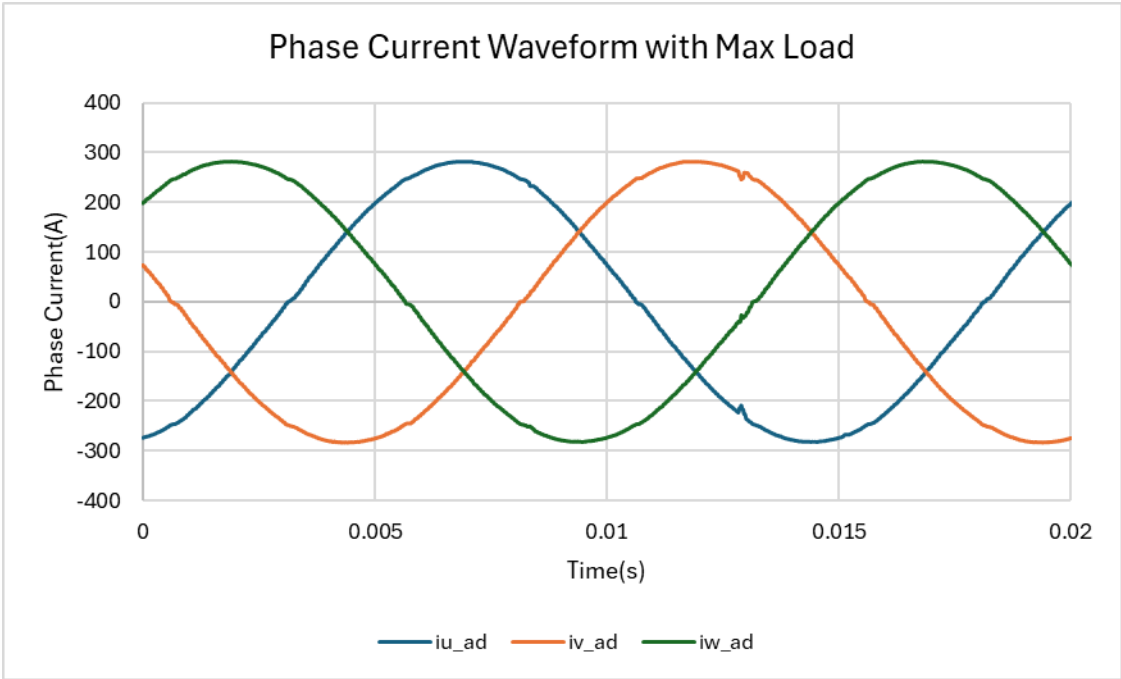


Figure 38. 相電流

## 10. 回路図

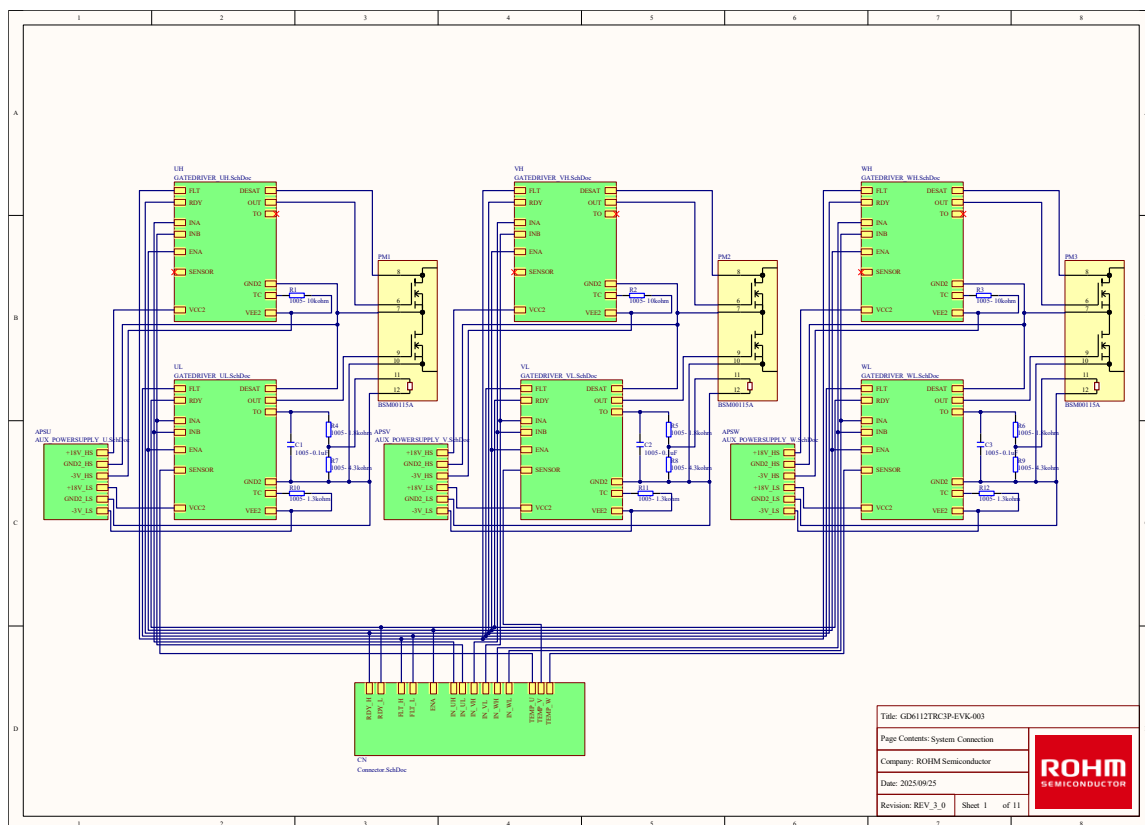


Figure 39. Page1, システム接続図

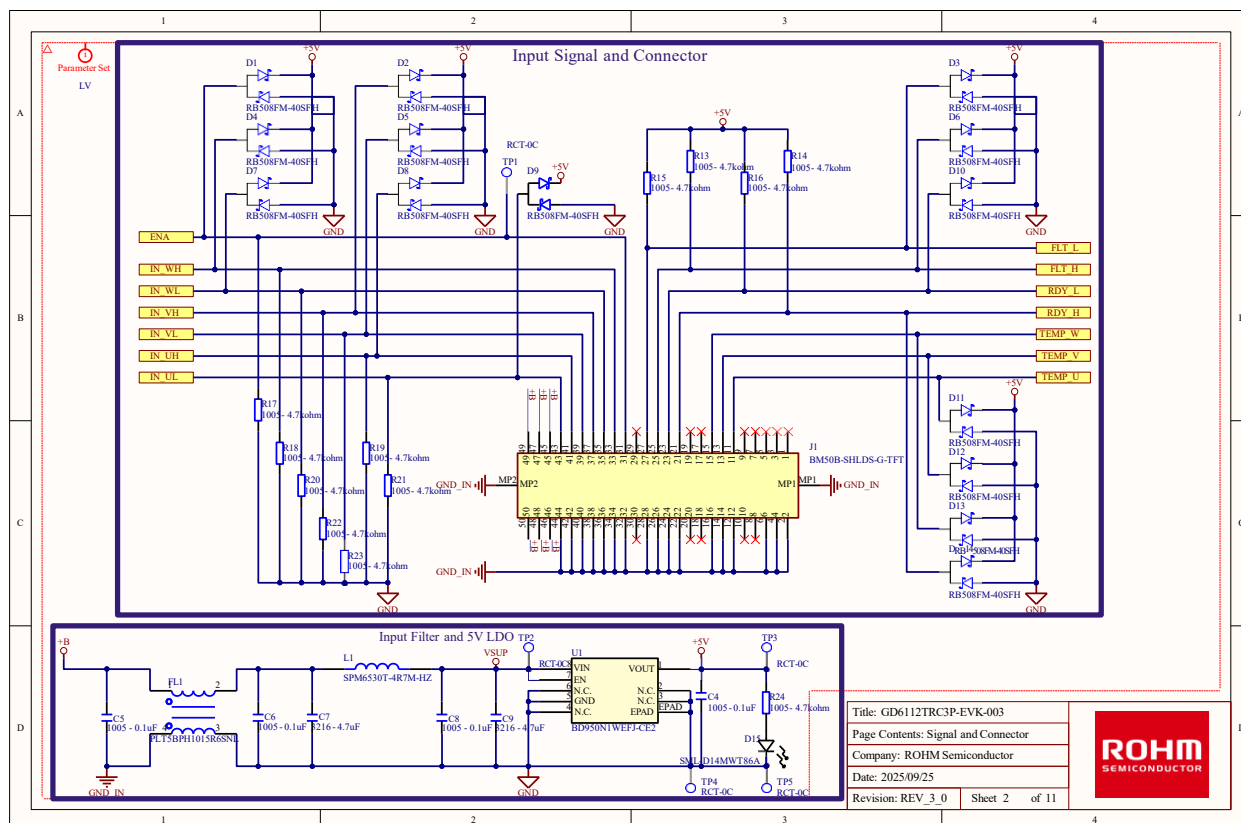
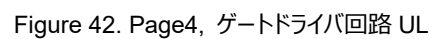
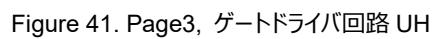
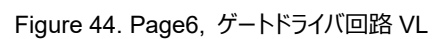
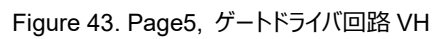
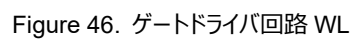
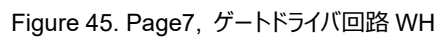
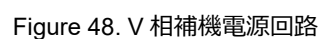
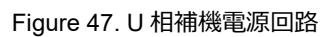


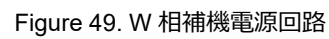
Figure 40. Page2, 信号及びコネクタ











## 11. レイアウト図

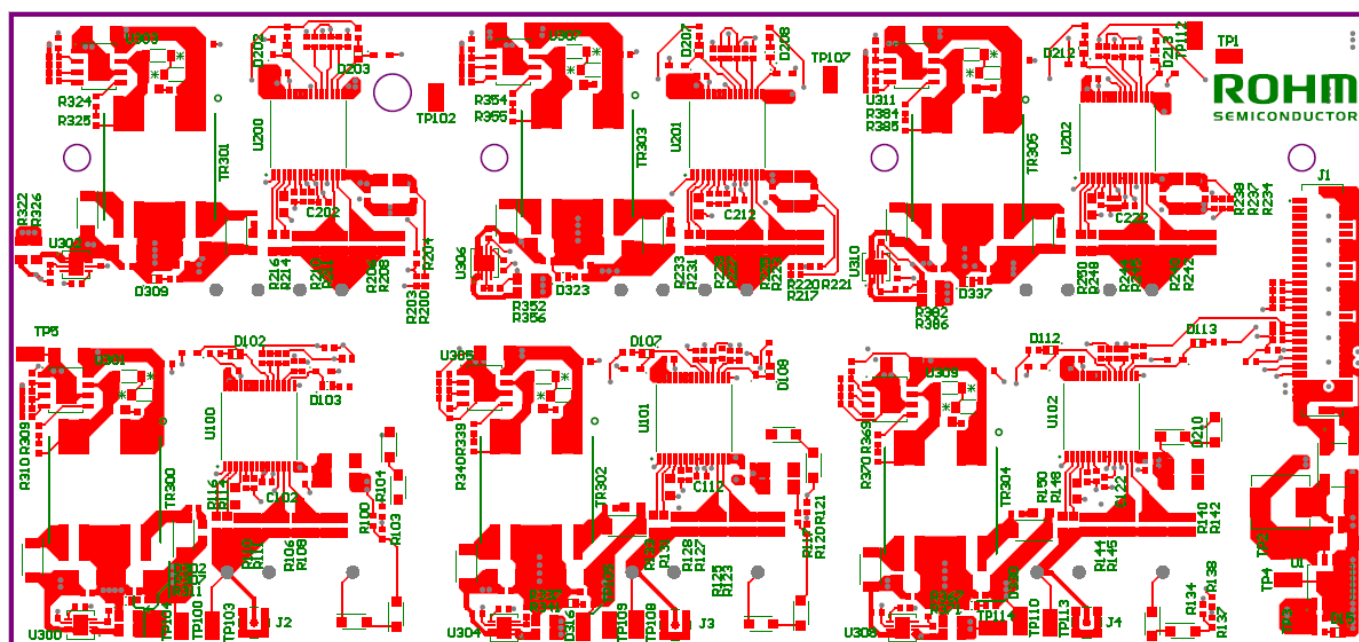
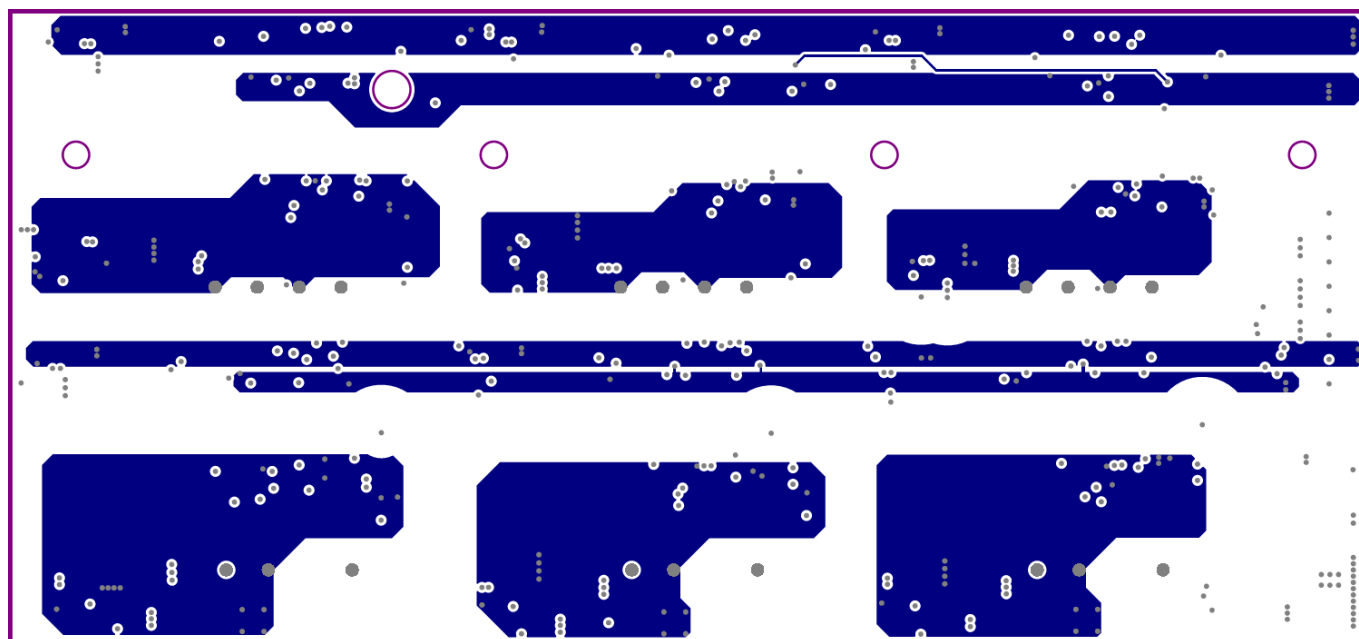
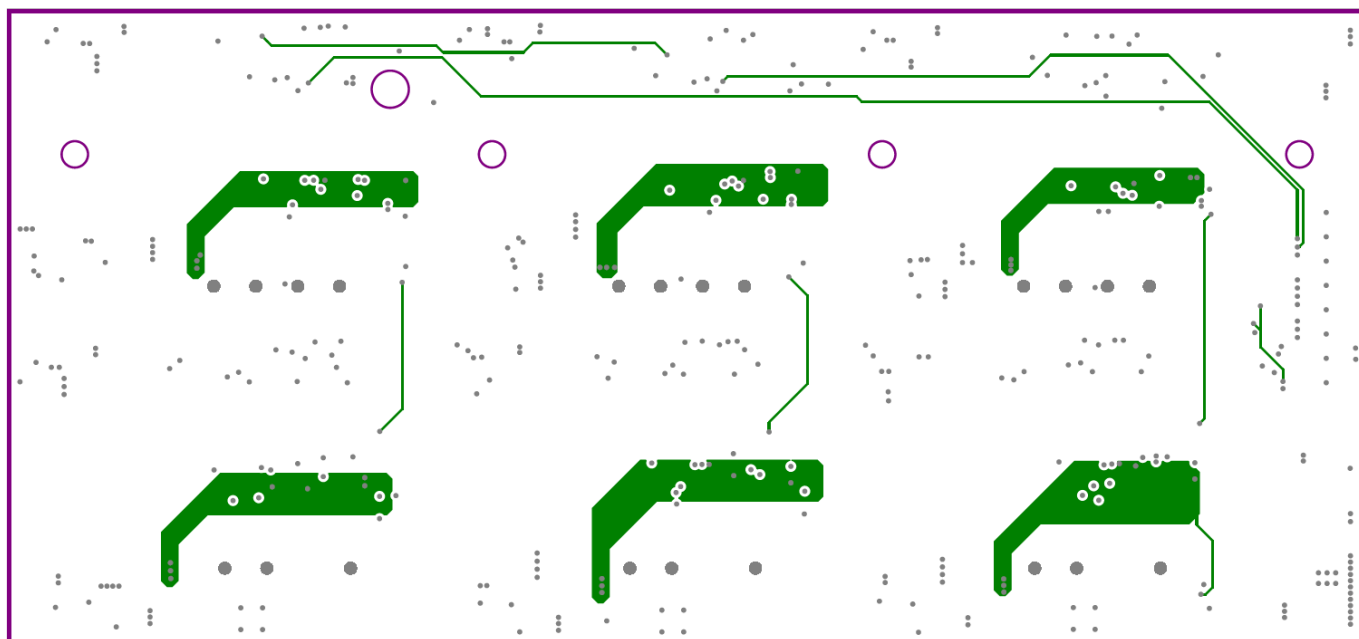
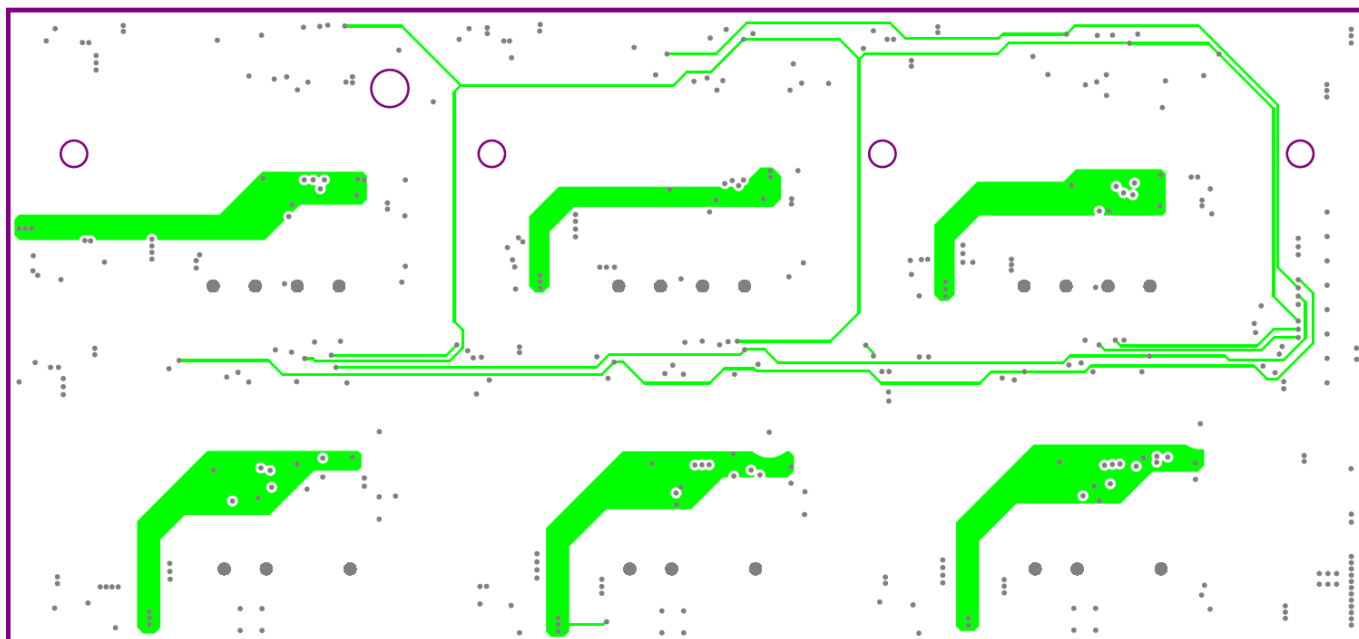


Figure 50. Top Layer (top view)

Figure 51. 2<sup>nd</sup> Layer (top view)

Figure 52. 3<sup>rd</sup> Layer (top view)Figure 53. 4<sup>th</sup> Layer (top view)

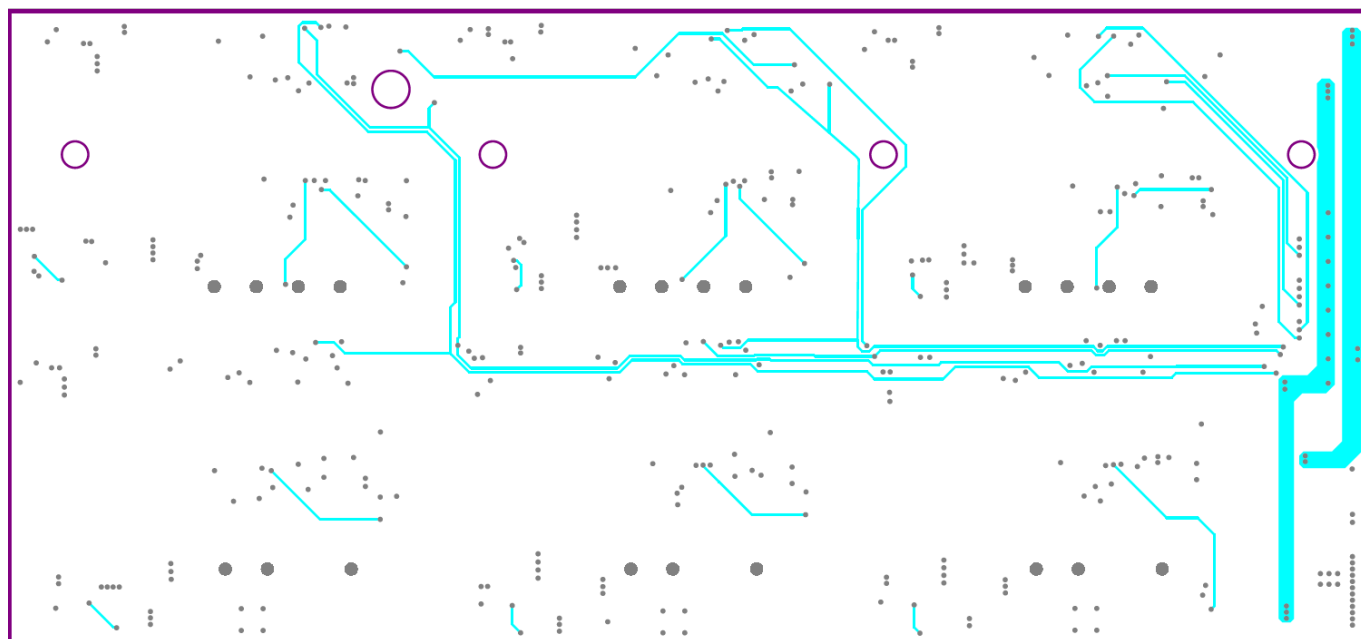
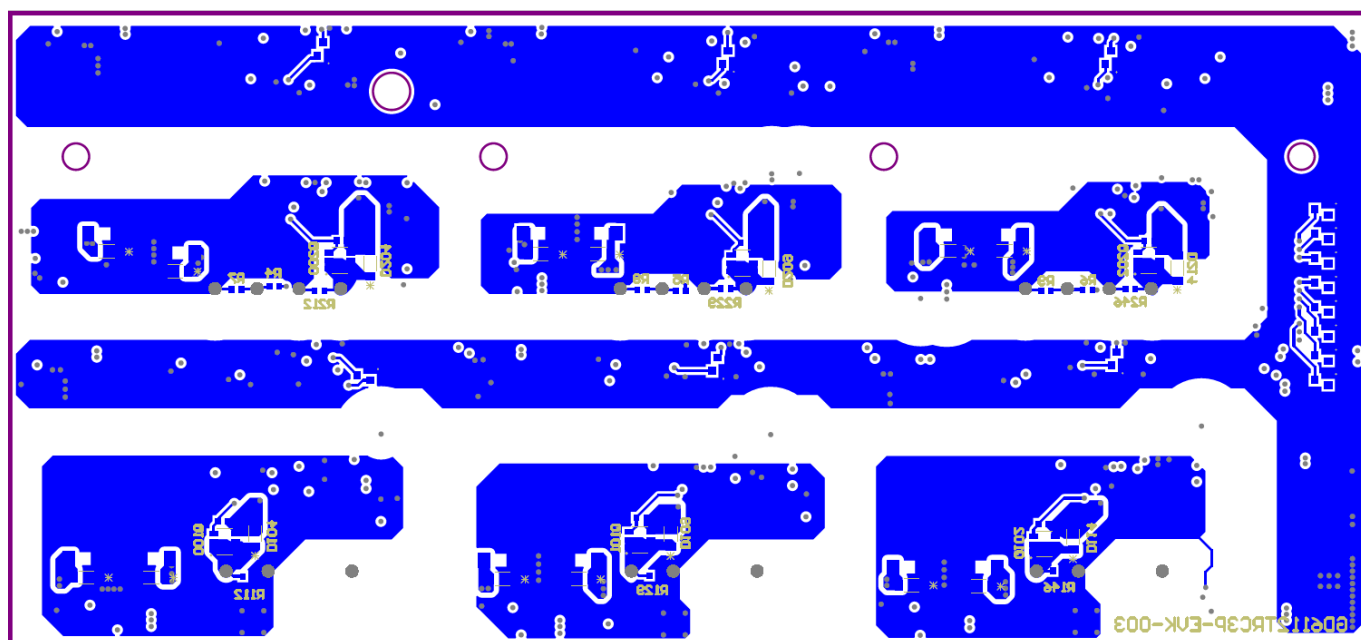
Figure 54. 5<sup>th</sup> Layer (top view)

Figure 55. Bottom Layer (top view)

## 12. 部品表

部品	表示記号	品番	詳細	メーカー	数量
Capacitor	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C8, C100, C108, C109, C110, C118, C119, C120, C128, C129, C200, C208, C209, C210, C218, C219, C220, C228, C229, C301, C305, C307, C310, C314, C316, C319, C323, C325, C328, C332, C334, C337, C341, C343, C346, C350, C352, C354, C355, C356, C357, C358, C359, C360, C361, C362, C363, C364, C365	GCM155R71H104KE02	CAP CER 0.1 $\mu$ F 50V X7R 0402	Murata	55
Capacitor	C7, C9	GCM31CC71H475KA03	CAP CER 4.7 $\mu$ F 50V X7S 1206	Murata	2
Capacitor	C101, C107, C111, C117, C121, C127, C201, C207, C211, C217, C221, C227, C302, C306, C308, C311, C315, C317, C320, C324, C326, C329, C333, C335, C338, C342, C344, C347, C351, C353	GCM31CD7YA106KE36	CAP CER 10 $\mu$ F 35V X7T 1206	Murata	30
Capacitor	C102, C112, C122, C202, C212, C222, C300, C309, C318, C327, C336, C345	-	No mounted	-	12
Capacitor	C103, C104, C105, C113, C114, C115, C123, C124, C125, C203, C204, C205, C213, C214, C215, C223, C224, C225	GCM1555C1H101JA16	CAP CER 100pF 50V C0G/NP0 0402	Murata	18
Capacitor	C106, C116, C126, C206, C216, C226	GCM155R71C224KE02	CAP CER 0.22 $\mu$ F 16V X7R 0402	Murata	6
Capacitor	C303, C312, C321, C330, C339, C348	GCM1555C1H102JA16	CAP CER 1000pF 50V C0G/NP0 0402	Murata	6
Capacitor	C304, C313, C322, C331, C340, C349	GCM1885C1H103GA16	CAP CER 10000pF 50V C0G/NP0 0603	Murata	6
Diode	D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14	RB508FM-40SFH	DIODE ARR SCHOTT 40V 80MA SOT323	ROHM	14
Diode	D100, D101, D105, D106, D110, D111, D200, D201, D205, D206, D210, D211	US1NWF-7	DIODE STANDARD 1200V 1A SOD123F	Diodes	12
Diode	D104, D109, D114, D204, D209, D214, D304, D311, D318, D325, D332, D339	RB168MM100TF	DIODE SCHOTTKY 100V 1A PMDU	ROHM	12
Diode	D115, D116, D117, D118, D119, D120, D215, D216, D217, D218, D219, D220	RB521SM-30FH	DIODE SCHOTTKY 30V 200mA EMD2	ROHM	12
Diode	D300, D307, D314, D321, D328, D335	RB168LAM150TF	DIODE SCHOTTKY 150V 1A PMDTM	ROHM	6
Diode	D301, D308, D315, D322, D329, D336	KDZVTF20B	DIODE ZENER 21.2V 1W PMDU	ROHM	6
Diode	D303, D310, D317, D324, D331, D338	KDZVTF9.1B	DIODE ZENER 9.65V 1W PMDU	ROHM	6
Diode	D305, D312, D319, D326, D333, D340	KDZVTF6.2B	DIODE ZENER 6.6V 1W PMDU	ROHM	6
Diode	D306, D313, D320, D327, D334, D341	RB168LAM-30TF	DIODE SCHOTTKY 30V 1A PMDTM	ROHM	6
LED	D15, D302, D309, D316, D323, D330, D337	SML-D14MWT86A (Use as an indicator, not automotive component)	LED YLW-GRN CLEAR 1608 SMD	ROHM	7

LED	D102, D103, D107, D108, D112, D113, D202, D203, D207, D208, D212, D213	SML-D14U2WT86A (Use as an indicator, not automotive component)	LED RED CLEAR 1608 SMD	ROHM	12
Filter	FL1	PLT5BPH1015R4SNL	-	Murata	1
Connector	J1	BM50B-SHLDS-G-TFT	CONN SMD	JST	1
Connector	J2, J3, J4	734152063	CONN MMCX JACK STR 50 OHM SMD	Molex	3
Inductor	L1	SPM6530T-4R7M-HZ	FIXED IND 4.7μH 5.6A 39.38 MOHM	TDK	1
MOSFET	Q100, Q101, Q102, Q200, Q201, Q202	RSQ020N03HZG	MOSFET N-CH 30V 2A TSMT6	ROHM	6
Test Point	TP1, TP2, TP3, TP4, TP5, TP100, TP102, TP103, TP104, TP105, TP107, TP108, TP109, TP110, TP112, TP113, TP114	RCT-0C	PC TEST POINT NATURAL	TE Connectivity AMP Connectors	17
Transformer	TR300, TR301, TR302, TR303, TR304, TR305	17326-T007	-	SUMIDA	6
IC	U1	BD950N1WEFJ-CE2	IC REG LINEAR 5V 150mA 8-HTSOP-J	ROHM	1
IC	U100, U101, U102, U200, U201, U202	BM6112xFV-C	IC ISO 3750VRMS 1CH GD	ROHM	6
IC	U300, U302, U304, U306, U308, U310	LT1964EDD#TRPBF	IC REG LIN NEG ADJ 200mA 8-DFN	Analog devices	6
IC	U301, U303, U305, U307, U309, U311	BD7F205EFJ-C	IC REG FLYBACK ADJ 8HTSOP-J	ROHM	6
Resistor	R1, R2, R3, R308, R323, R338, R353, R368, R383	MCR01SMQPF1002	RES SMD 10k OHM 1% 1/16W 0402	ROHM	9
Resistor	R4, R5, R6	MCR01SMQPF1801	RES SMD 1.8k OHM 1% 1/16W 0402	ROHM	3
Resistor	R7, R8, R9	MCR01SMQPF4301	RES SMD 4.3k OHM 1% 1/16W 0402	ROHM	3
Resistor	R10, R11, R12	MCR01SMQPF1301	RES SMD 1.3k OHM 1% 1/16W 0402	ROHM	3
Resistor	R13, R14, R15, R16, R17, R18, R19, R20, R21, R22, R23, R24, R101, R102, R112, R115, R118, R119, R129, R132, R135, R136, R146, R149, R201, R202, R212, R215, R218, R219, R229, R232, R235, R236, R246, R249, R301, R316, R331, R346, R361, R376	MCR01SMQPF4701	RES SMD 4.7k OHM 1% 1/16W 0402	ROHM	42
Resistor	R100, R117, R134, R200, R217, R234	MCR01SMQPF1502	RES SMD 15k OHM 1% 1/16W 0402	ROHM	6
Resistor	R103, R120, R137, R203, R220, R237, R305, R321, R335, R351, R365, R381	MCR01SMQPF1303	RES SMD 130k OHM 1% 1/16W 0402	ROHM	12
Resistor	R104, R121, R138, R204, R221, R238	MCR01SMQPF9101	RES SMD 9.1k OHM 1% 1/16W 0402	ROHM	6
Resistor	R105, R107, R109, R122, R124, R126, R139, R141, R143, R205, R207, R209, R222, R224, R226, R239, R241, R243	MCR01SMQPF1000	RES SMD 100 OHM 1% 1/16W 0402	ROHM	18
Resistor	R106, R108, R123, R125, R140, R142, R206, R208, R223, R225, R240, R242	LTR18EZPF5R60	RES 5.6 OHM 1% 1.5W 1206 WIDE	ROHM	12

Resistor	R110, R111, R127, R128, R144, R145, R210, R211, R227, R228, R244, R245	LTR18EZPF13R0	RES 13 OHM 1% 1.5W 1206 WIDE	ROHM	12
Resistor	R113, R130, R147, R213, R230, R247	MCR03SEQPJ000	RES SMD 0 OHM JUMPER 1/10W 0603	ROHM	6
Resistor	R114, R116, R131, R133, R148, R150, R214, R216, R231, R233, R248, R250	MCR03SEQPF20R0	RES SMD 20 OHM JUMPER 1/10W 0603	ROHM	12
Resistor	R300, R315, R330, R345, R360, R375	-	No mounted	-	6
Resistor	R302, R317, R332, R347, R362, R377	MCR18SEQPJ162	RES SMD 1.6k OHM 5% 1/4W 1206	ROHM	6
Resistor	R303, R318, R333, R348, R363, R378	MCR01SMQPF6801	RES SMD 6.8k OHM 1% 1/16W 0402	ROHM	6
Resistor	R304, R319, R334, R349, R364, R379	MCR03SEQPF1001	RES SMD 1k OHM JUMPER 1/10W 0603	ROHM	6
Resistor	R306, R320, R336, R350, R366, R380	MCR18SEQPJ391	RES SMD 390 OHM 5% 1/4W 1206	ROHM	6
Resistor	R307, R322, R337, R352, R367, R382	MCR10SEQPJ000	RES SMD 0 OHM JUMPER 1/8W 0805	ROHM	6
Resistor	R309, R324, R339, R354, R369, R384	MCR01SMQPF2001	RES SMD 2k OHM 1% 1/16W 0402	ROHM	6
Resistor	R310, R325, R340, R355, R370, R385	MCR01SMQPF3602	RES SMD 36k OHM 1% 1/16W 0402	ROHM	6
Resistor	R311, R326, R341, R356, R371, R386	-	Not Mounted	-	6
Resistor	R312, R327, R342, R357, R372, R387	MCR01SMQPF4702	RES SMD 47k OHM 1% 1/16W 0402	ROHM	6
Resistor	R313, R328, R343, R358, R373, R388	MCR01SMQPJ183	RES SMD 18k OHM 1% 1/16W 0402	ROHM	6
Resistor	R314, R329, R344, R359, R374, R389	MCR01SMQPF2701	RES SMD 2.7k OHM 1% 1/16W 0402	ROHM	6

### 13. 改訂履歴

Table 18. 改訂履歴

改訂	日付	変更記述
1	2025年12月	初版

### ご 注 意

- 1) 本資料に記載されている内容は、ロームグループ(以下「ローム」という)製品のご紹介を目的としています。ローム製品のご使用にあたりましては、別途最新のデータシートもしくは仕様書を必ずご確認ください。
- 2) ローム製品は、一般的な電子機器(AV機器、OA機器、通信機器、家電製品、アミューズメント機器等)もしくはデータシートに明示した用途への使用を意図して設計・製造されています。したがって、極めて高度な信頼性が要求され、その故障や誤動作が人の生命、身体への危険もしくは損害、またはその他の重大な損害の発生に関わるような機器または装置(医療機器、輸送機器、交通機器、航空宇宙機器、原子力制御装置、燃料制御、カーアクセサリを含む車載機器、各種安全装置等)(以下「特定用途」という)にローム製品のご使用を検討される際は事前にローム営業窓口までご相談くださいようお願いいたします。ロームの文書による事前の承諾を得ることなく、特定用途にローム製品を使用したことによりお客様または第三者に生じた損害等に関し、ロームは一切その責任を負いません。
- 3) 半導体を含む電子部品は、一定の確率で誤動作や故障が生じる場合があります。万が一、誤動作や故障が生じた場合であっても、人の生命、身体、財産への危険または損害が生じないように、お客様の責任においてフェールセーフ設計など安全対策をお願いいたします。
- 4) 本資料に記載された応用回路例やその定数などの情報は、ローム製品の標準的な動作や使い方を説明するためのもので、実際に使用する機器での動作を明示的にも黙示的にも保証するものではありません。したがって、お客様の機器の設計において、回路やその定数及びこれらに関連する情報を使用する場合には、外部諸条件を考慮し、お客様の判断と責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様または第三者に生じた損害に関し、ロームは一切その責任を負いません。
- 5) ローム製品及び本資料に記載の技術を輸出または国外へ提供する際には、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」など適用される輸出関連法令を遵守し、それらの定めにしたがって必要な手続きを行ってください。
- 6) 本資料に記載された応用回路例などの技術情報及び諸データは、あくまでも一例を示すものであり、これらに関する第三者の知的財産権及びその他の権利について権利侵害がないことを保証するものではありません。また、ロームは、本資料に記載された情報について、ロームもしくは第三者が所有または管理している知的財産権その他の権利の実施、使用または利用を、明示的にも黙示的にも、お客様に許諾するものではありません。
- 7) 本資料の全部または一部をロームの文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを固くお断りいたします。
- 8) 本資料に記載の内容は、本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。ローム製品のご購入及びご使用に際しては、事前にローム営業窓口で最新の情報をご確認ください。
- 9) ロームは本資料に記載されている情報に誤りがないことを保証するものではありません。万が一、本資料に記載された情報の誤りによりお客様または第三者に損害が生じた場合においても、ロームは一切その責任を負いません。



ローム製品のご検討ありがとうございます。  
より詳しい資料やカタログなどをご用意しておりますので、お問い合わせください。

## ROHM Customer Support System

<https://www.rohm.co.jp/contactus>