

EVB-M81748FP アプリケーションノート

目次

1. M81748FP Evaluation Board 概要	p.2
1-1. アプリケーション	p.2
1-2. 概要と特長	p.2
1-3. 製品オプション	p.2
1-4. M81748FP Evaluation Board との接続	p.3
2. IGBTモジュール駆動用HVICの使い方	p.4
2-1. 導入	p.4
2-2. HVIC(M81748FP)の特長	p.4
2-3. HVICの動作と接続例	p.4
2-4. デサット検出と過電流保護	p.5
2-5. VSアンダーシュート	p.7
3. プリント回路基板 (PCB) 設計	p.8
3-1. EVB-M81748FPの回路図	p.8
3-2. PCB設計要点	p.9
3-3. トップレイヤ設計	p.9
3-4. ボトムレイヤ設計	p.10
3-5. 配置図	p.11
3-6. 部品表 (BOM)	p.13
4. EVB-M81748FPのテスト結果	p.15
5. 取扱上の注意点	p.16

注意

EVB-M81748FP evaluation board は高電圧に接続されるため、生命に危険を生じさせる可能性があります。S1-Series NX Package 6in1モジュールの使用にあたっては、経験のあるエンジニアによって取り扱われる必要があります。

M81748FP evaluation board は、評価用途のみにご使用下さい。

M81748FP evaluation board は、いかなる安全規格、EMC及びEMC規格にも準拠しません。

M81748FP evaluation board は、ダイナミックブレーキ機能を含みません。よって、もし M81748FP evaluation board がダイナミックブレーキ機能を必要とするモータ駆動アプリケーションに使用される場合、テストセットにブレーキ回路を追加することを推奨します。

< Evaluation Board for M81748FP > EVB-M81748FP アプリケーションノート

1. M81748FP Evaluation Board 概要

1-1. アプリケーション

30kW 400/440Vまでの3相インバータアプリケーションです(定格出力動作を保証するためには、正しい動作条件が必要です)。パワーモジュールのより適切な選定には、三菱電機パワー損失シミュレーションソフト「MELCOSIM」の最新版を使用下さい。(http://www.mitsubishielectric.co.jp/)

1-2. 概要と特長

M81748FP evaluation board は、HVIC M81748FPによって駆動される三菱電機S1-Series NX Package 6in1パワーモジュールの効率的な評価プラットフォームを提供します。3相モータ出力、DCリンクコンデンサ、15V電源、コントロール信号の接続によって、3相インバータ回路を実現します。プリント回路基板(PCB)は、IGBTを駆動/保護するハーフブリッジHVIC、およびP-side IGBT用フローティング電源を供給するブートストラップ回路等、必要な部品を含みます。HVIC内蔵のP-sideおよびN-sideのエラー保護回路に接続されたデサット検出ダイオードを介して、過電流(P-sideおよびN-sideにおける短絡、地絡)が検出されます。

PCBは、DCリンクスナバコンデンサ(1ヶ実装)とIGBT高圧電源間の低インダクタンス結合を実現し、DCリンクコンデンサおよび3相モータ出力は、メスネジ(M6)の端子台から接続することができます。低圧(15V)電源とすべてのコントロール信号は、2.54mmピッチのピンヘッダーから供給することができます。

図1.1にEVB-M81748FPの外観写真を示します。

1-3. 製品オプション

EVB-M81748FP は、三菱電機S1-Series NX Package 6in1パワーモジュール用に設計されています。使用可能なパワーモジュールは、表1.1に示します。

表1.1 使用可能なパワーモジュール

HVIC形名	IGBTモジュール形名	IGBT定格 (I_c)	IGBT定格 (V_{DC})
M81748FP	CM100TX-24S1	100A	1200V
M81748FP	CM150TX-24S1	150A	1200V

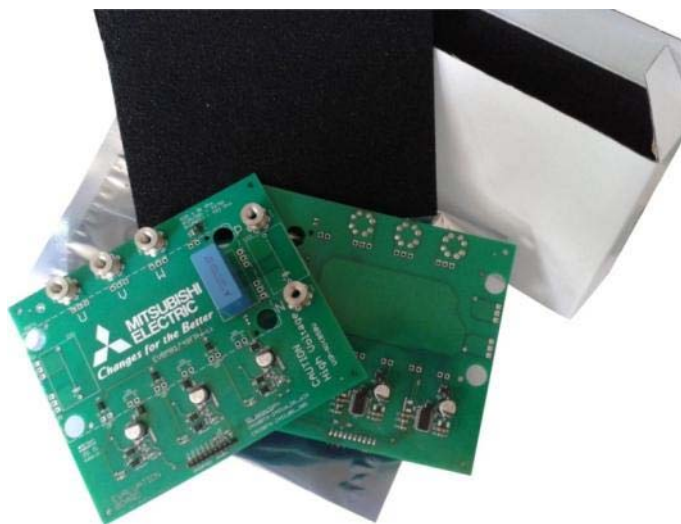


図.1.1 EVB-M81748FP 外観写真

< Evaluation Board for M81748FP > EVB-M81748FP アプリケーションノート

1-4. M81748FP Evaluation Board との接続

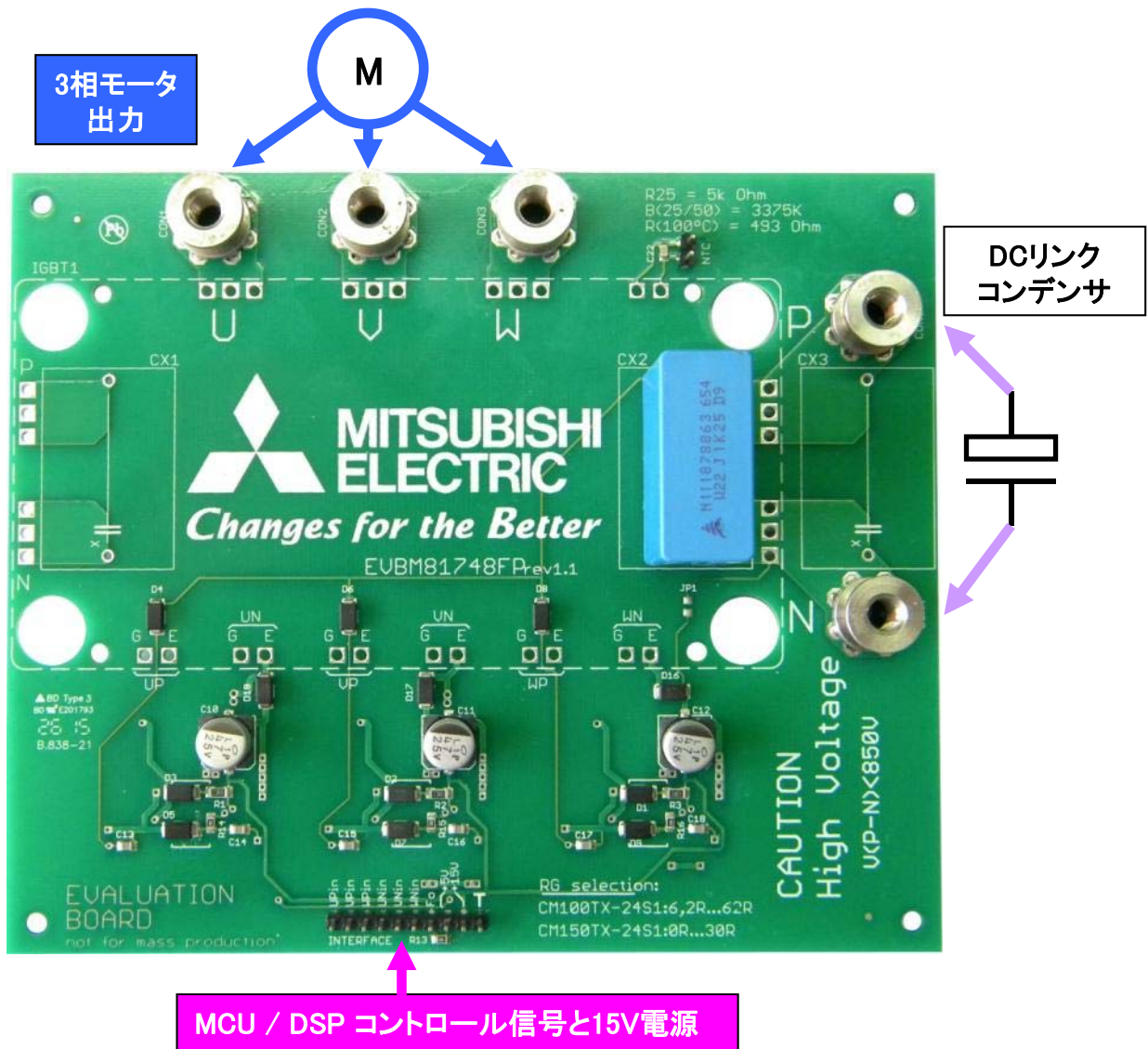


図.1.2 EVB-M81748FPの接続

< Evaluation Board for M81748FP > EVB-M81748FP アプリケーションノート

2. IGBTモジュール駆動用HVICの使い方

2-1. 導入

3相インバータ/コンバータアプリケーションにおいて、IGBTモジュールの駆動/保護にHVICを使用するには、低インダクタンスを実現するPCBレイアウトのノウハウが要求されます。本アプリケーションノートは、産業用途での信頼できる動作を実現するテストセットを提案します。

詳細については、以下三菱電機ウェブサイト上のM81748FPデータシートおよびHVICアプリケーションノートを参照ください。

- M81748FPデータシート

http://www.mitsubishielectric.co.jp/semiconductors/content/product/driversensor/hvic/m81748fp_j_a.pdf

- HVICアプリケーションノート

http://www.mitsubishielectric.co.jp/semiconductors/files/manuals/hvic_application_note_j.pdf

2-2. HVIC (M81748FP) の特長

- 耐圧.....1200V
- 低回路電流
- 出力電流..... $\pm 2A$ (typ)
- ゲートクランプ用NMOSシンク電流..... $2A$ (typ)
- ノイズフィルター回路内蔵 (HIN,LIN,FO)
- デサット検出とソフト遮断回路内蔵
- 電源電圧低下保護回路内蔵
- エラー信号入出力回路内蔵

2-3. HVICの動作と接続例

図2.1にHVICのブロック図を示します。HIN入力信号はレベルシフトにより、HO出力へ伝達され、HDESATエラー検出信号は逆レベルシフトにより、FO出力へ伝達されます。

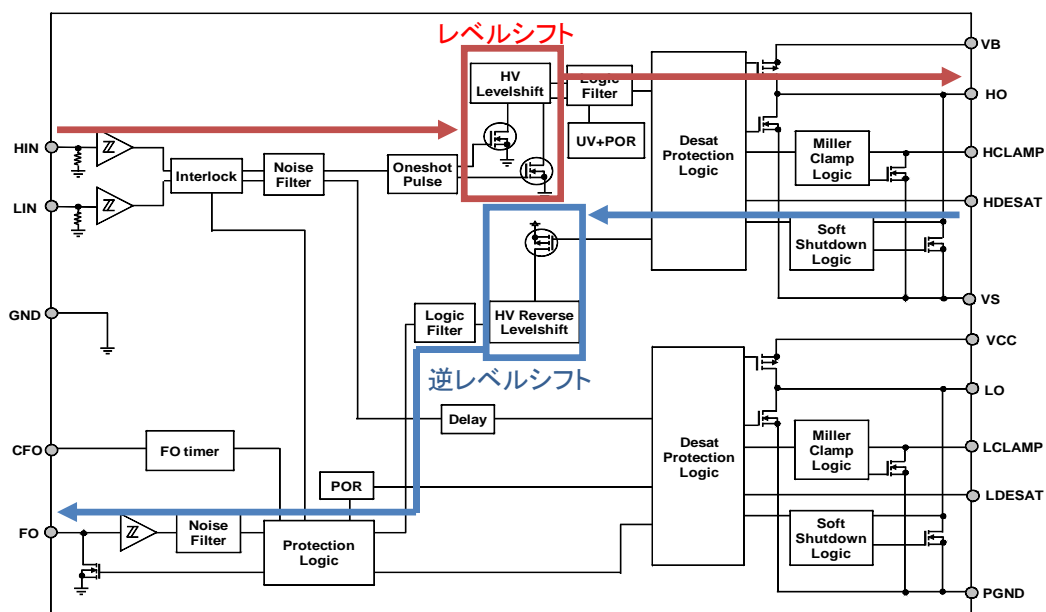


図2.1 M81748FP内部ブロック図

M81748FPは、HDESATおよびLDESAT端子において、MOSFETあるいはIGBTのデサットを検出することができます。

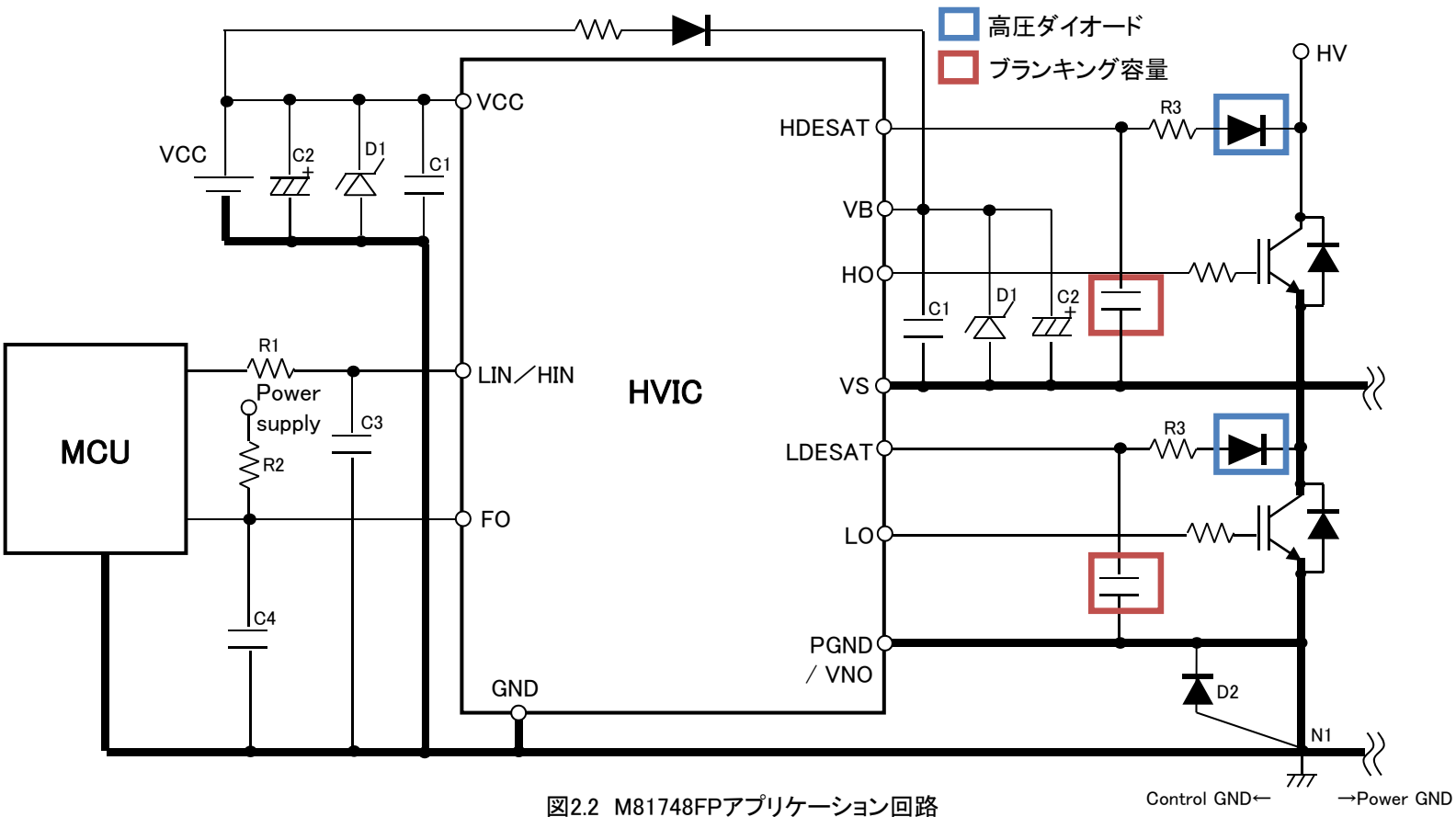


図2.2 M81748FPアプリケーション回路

2-4. デサット検出と過電流保護

HDESAT(LDESAT)端子は、IGBTの飽和電圧を検出します。IGBTがターンオンしDESAT端子の電圧がデサット閾値を超えると、HO(LO)出力はソフト遮断し、IGBTはソフト遮断され、高di/dtを防止します。FO出力端子はL出力となり、マイコンにエラー信号を伝達します。一旦エラーが検出されると、tFO期間中はすべての入力信号が無効となります。

図2.2に示すように、高速リカバリ高圧ダイオードが、DESAT端子(アノード側)とIGBTコレクタ端子(カソード側)間に接続されます。さらに、ブランキング容量が、DESAT端子とVS(GND)端子間に接続され、ノイズフィルタとデサット検出ディレイの機能を果たします。回路の詳細動作を以下に示します。

IGBTがターンオンすると、DESAT端子から電流が供給され、IGBTのコレクタ-エミッタを通り、VS(GND)端子へ流れます。このとき、DESAT端子の電圧は、Lレベルとなります。しかし、短絡状態のときには、IGBTはデサット状態となり高圧ダイオードは逆バイアスとなるため、DESAT端子から供給される電流は、ブランキング容量へ流れます。デサット端子の電圧が閾値を超えると、デサット状態を検出し、HO(LO)出力はソフト遮断されます。FO出力はL出力となり、デサット検出信号をマイコンへ伝達します。

図2.1に示しますように、P-sideフローティング領域におけるデサットエラー信号は、逆レベルシフトにより、N-sideへ伝達されます。

< Evaluation Board for M81748FP > EVb-M81748FP アプリケーションノート

- Vce電圧がデサット検出に使用されます。

DESAT端子でモニタされるVdesat電圧は以下の式で示されます。
(Vce: コレクタ-エミッタ間電圧、Idesat: DESAT端子から供給される電流、Rdesat: DESAT端子に接続される抵抗)

$$V_{desat} = V_{ce} + I_{desat} \times R_{desat}$$

デサット閾値とIdesatはデータシートを参照下さい。VceはIGBTに依存します。使用するパワー半導体に応じて、デサットを検出するVceパラメータとRdesatの値を設定下さい。

- ブランキング時間

HVICの出力がHレベルのとき、デサットは検出可能となります。しかし、誤動作を防止するため、短絡ソフト遮断シーケンスを開始するまでの間に、ディレイ(ブランキング)時間を設定する必要があります。ブランキング時間は以下の式で示されます。

$$t_{BLANK} = C_{blank} \times V_{desat} / I_{desat} + t_0$$

Cblankは図2.2のブランキング容量を示します。t0はHVIC内部で設定されているブランキング時間を示します。即ち、Cblankが0(pF)のとき、ブランキング時間はt0となります。デサット閾値、Idesat、t0についてはデータシートを参照下さい。実動作において、IGBTおよびMOSFETにとって適切なブランキング時間となるように、上式を使用し、ブランキング容量を設定下さい。

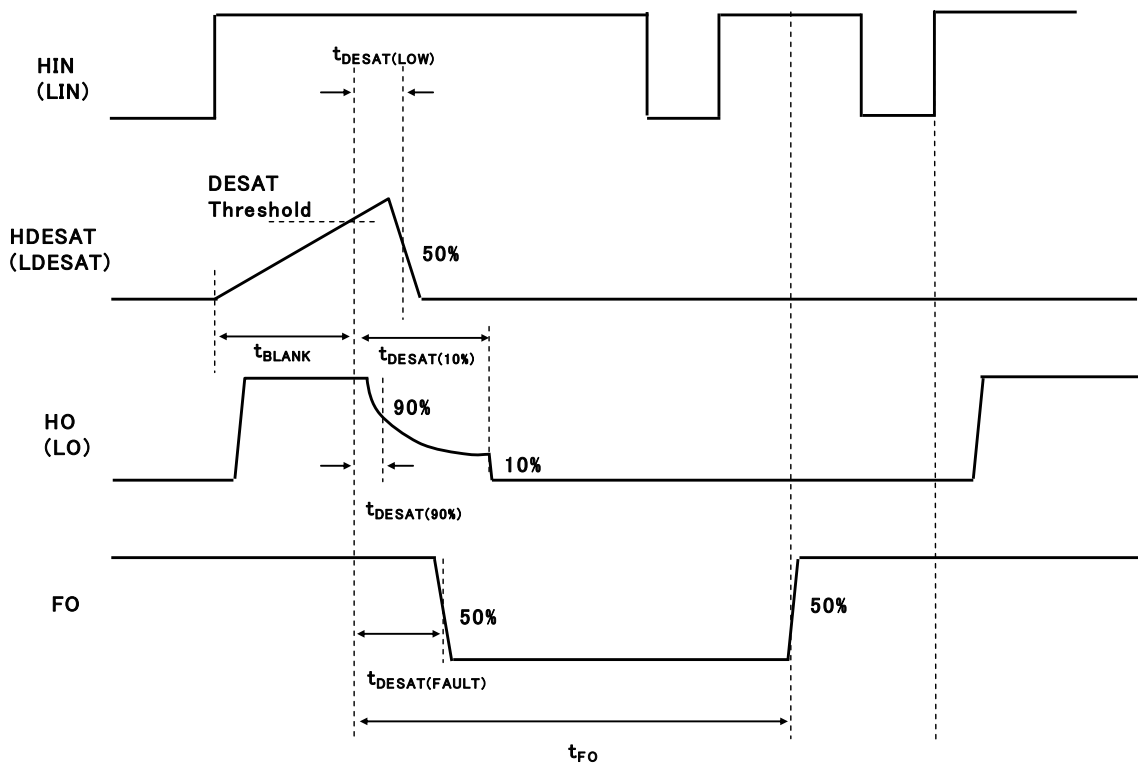


図 2.3 デサット検出とソフト遮断

< Evaluation Board for M81748FP > EVB-M81748FP アプリケーションノート

2-5. VS アンダーシュート

P-side IGBTターンオフ時、寄生L成分による電圧降下によって、VS端子電圧は過渡的にGND端子より低い電圧となります。VS端子電圧のアンダーシュートは、誤動作を防止するために十分に留意する必要があります。VSアンダーシュートのメカニズムを図2.4に示します。

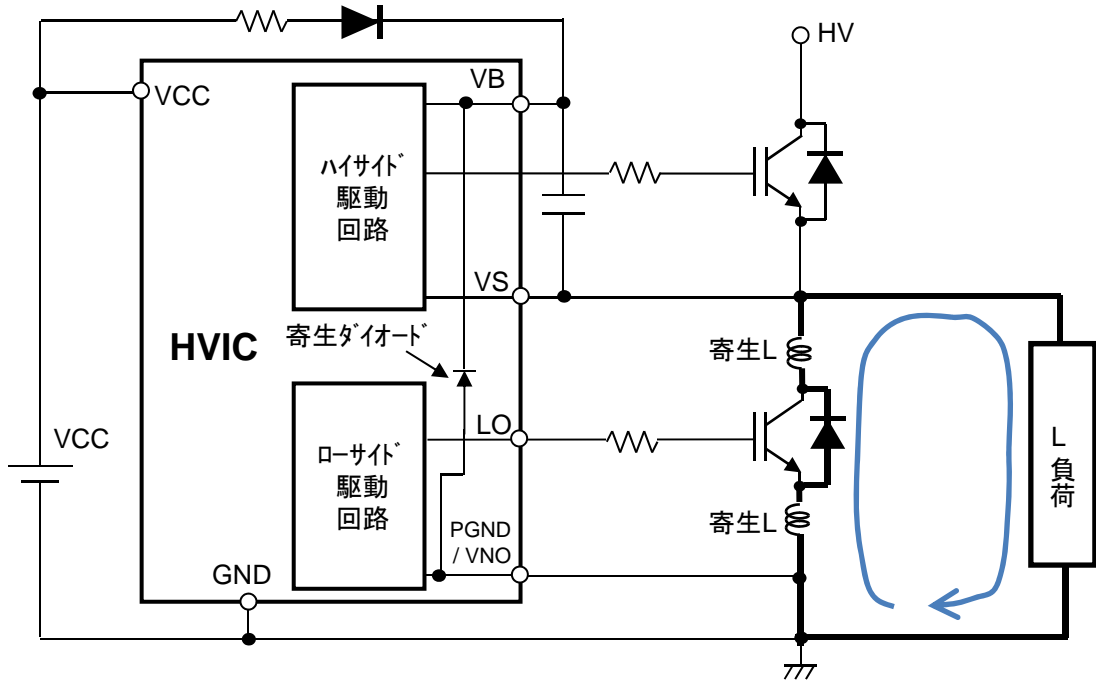


図2.4 L負荷時のVSアンダーシュート

接合分離HVICのキーポイントは、上記VSアンダーシュートに対する誤動作耐量です。M81748FPはVSアンダーシュートに対して、高い耐量を実現しています。CM100TX-24S1 6in1 IGBTモジュール駆動時におけるVSアンダーシュートの一例を図2.5に示します。VS電圧は過渡的に-129Vまで落ち込んでいますが、M81748FPに破壊および誤動作はありません。

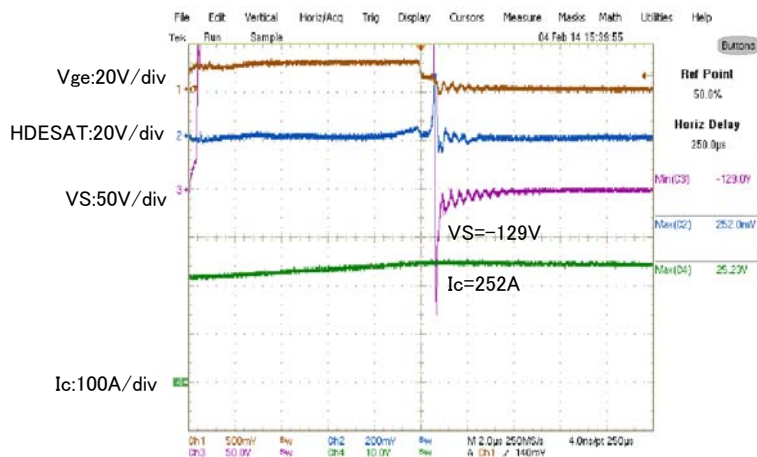


図2.5 IGBTモジュールターンオフ波形例
(条件: CM100TX-24S1, Ta=25°C, VS=900V, Rg=0ohm, VGE=15V)

< Evaluation Board for M81748FP >
 EVB-M81748FP アプリケーションノート

3. プリント回路基板 (PCB) 設計

3-1. EVB-M81748FPの回路図

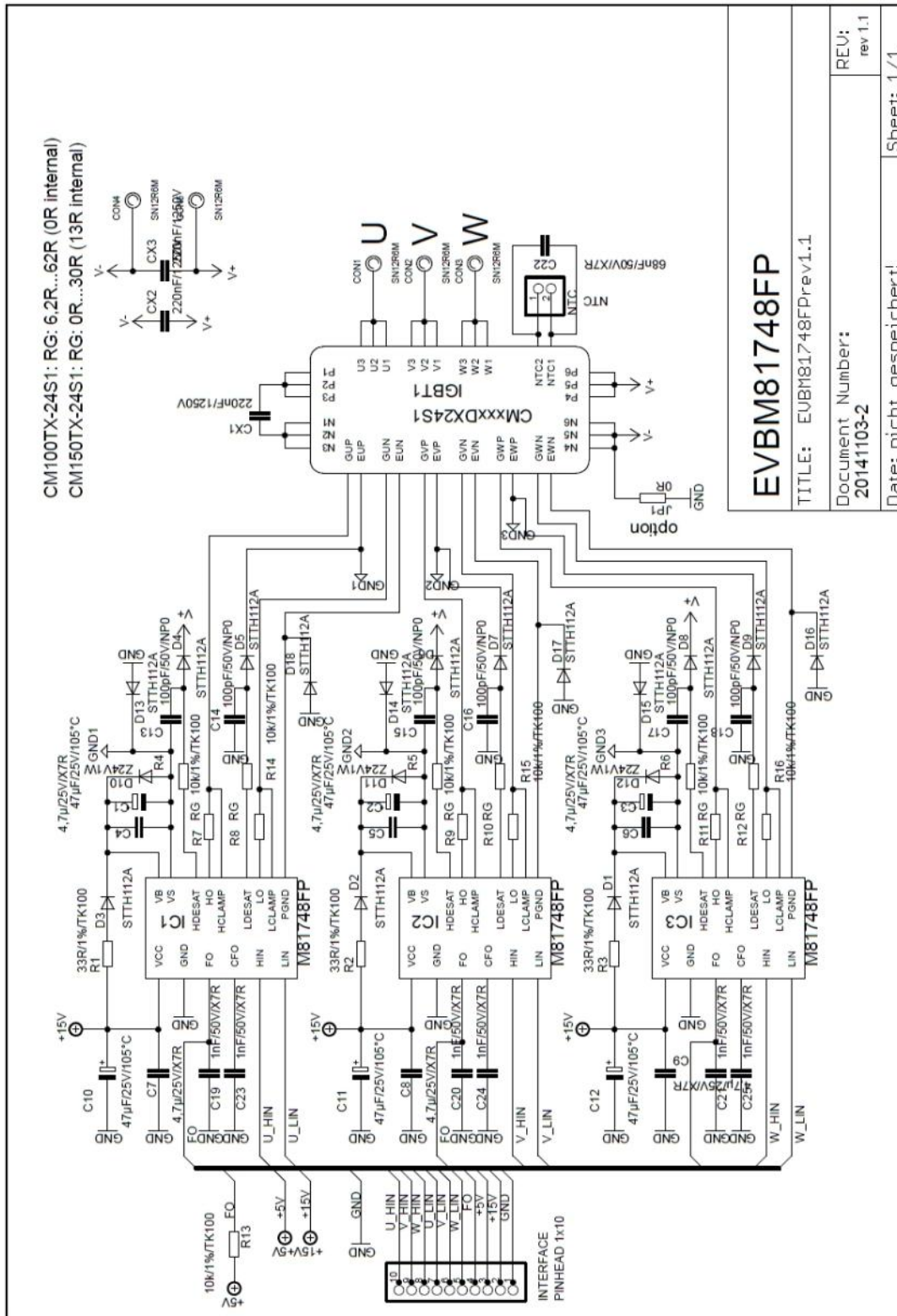


図3.1 EVB-M81748FP回路図

< Evaluation Board for M81748FP > EVBM81748FP アプリケーションノート

3-2. PCB設計要点

M81748FP evaluation board のPCBは、それぞれ70um厚の銅配線二層構造です。パワー端子およびコントロール信号インターフェースは、HVICとS1-Series NX Package 6in1 IGBTのピン端子レイアウトを効率的に設計し、低インダクタンス結合を実現し、信号配線と高電圧パターンとの交差を無くしています。グランド層はボトムレイヤによって形成されています。はんだ工程における幅広い温度範囲と耐量のために、FR4基板を選択しています。

3-3. トップレイヤ設計

トップレイヤ(図3.2に示す赤色パターン)の設計は、デサット用ダイオード、ブートストラップダイオードおよび抵抗、スナバコンデンサ、NTCインターフェイスピンヘッダー、コントロール信号用ピンヘッダー、パワー端子コネクタを含みます。部品の配置を容易にするため、基板にシルクスクリーンで部品情報を示しています。

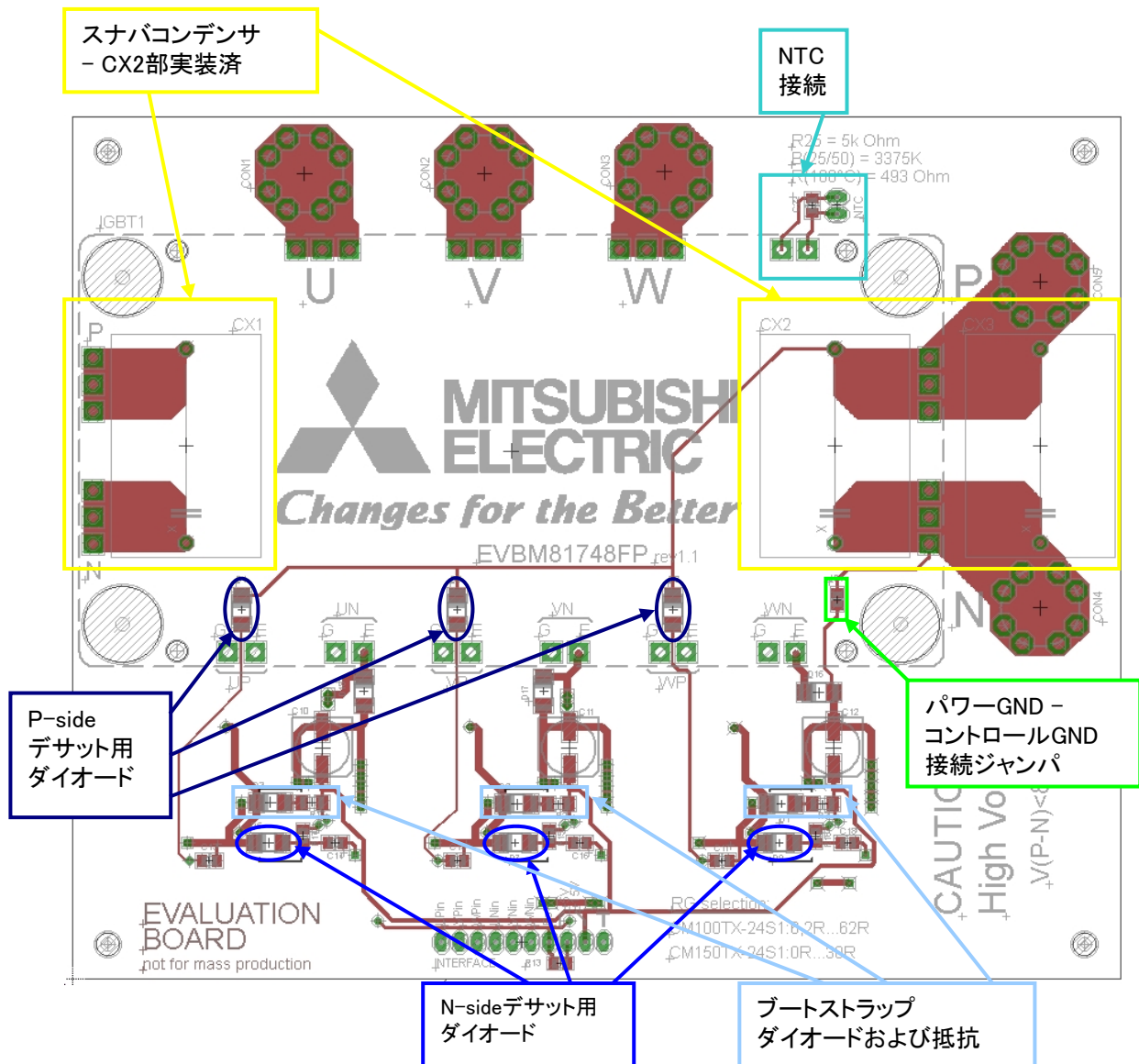


図3.2 PCBトップレイヤ

3-4. ボトムレイヤ設計

ボトムレイヤ(図3.3に示す青色パターン)上には、HVIC、IGBTモジュールのゲート-エミッタパターン、ゲート抵抗、ブートストラップコンデンサが含まれます。

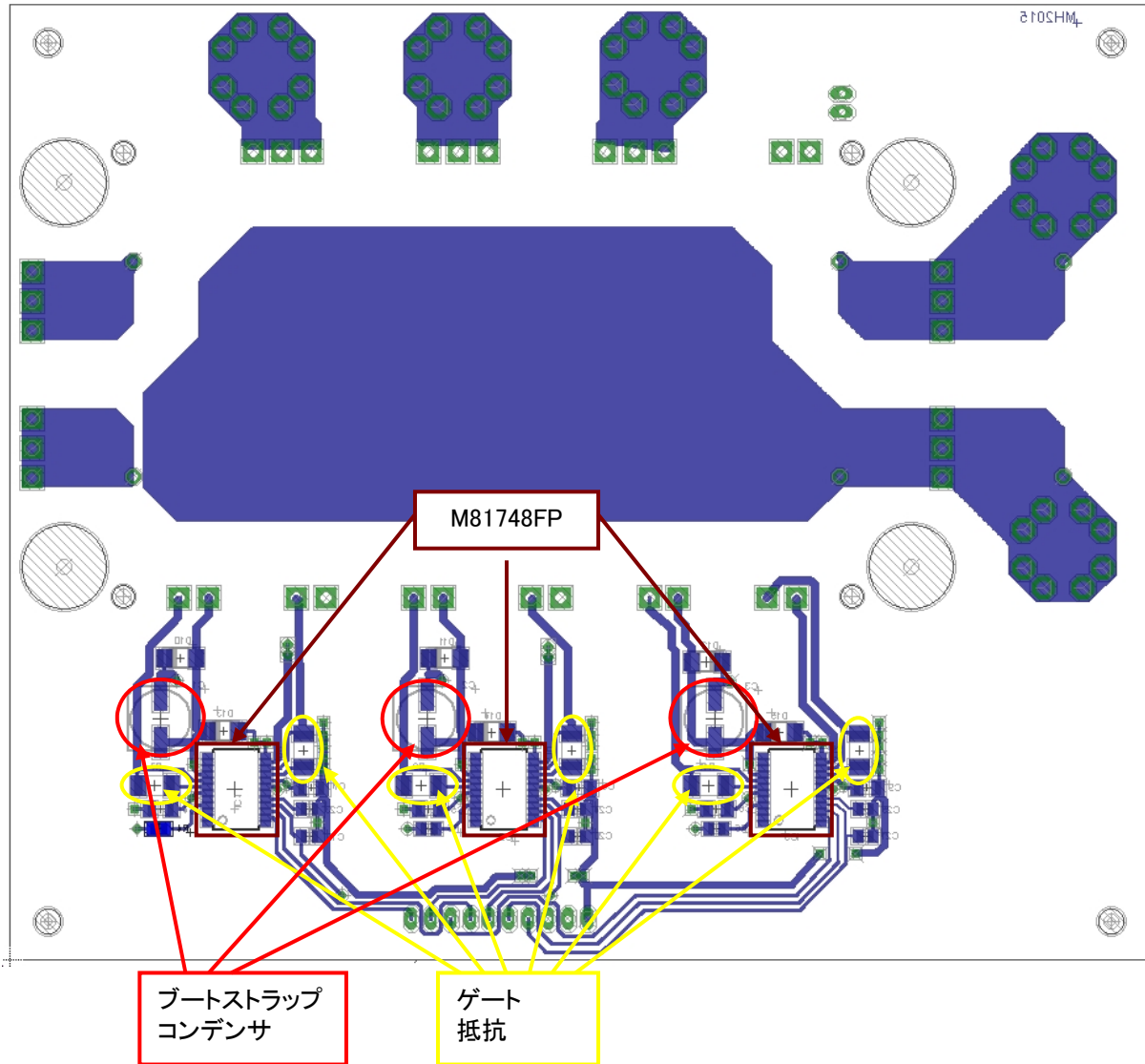


図3.3 PCBボトムレイヤ

< Evaluation Board for M81748FP > EVBM81748FP アプリケーションノート

3-5. 配置図

配置図は、PCBのトップおよびボトムにおける部品実装位置を示します。実装される部品は、部品表(BOM)を参照下さい。また、ダイオード、電解コンデンサ、集積回路の向き、部品実装用のスルーホールを示します。

実装されていない抵抗 (2010) : R7, R8, R9, R10, R11, R12

実装されていない抵抗 (0805) : JP1

実装されていないコンデンサ : CX1, CX3

IGBT1(6in1 IGBT)は実装されていません。損失シミュレータMLCOSIMによるモジュール選定後、ボトム側にS1-Series NX Package 6in1 IGBTモジュールを実装下さい。また、取り扱い時のESD破壊防止の観点から、トップ側からはんだ付け下さい。IGBTモジュールの取り扱いについては、以下アプリケーションノートを参照下さい。

http://www.mitsubishielectric.co.jp/semiconductors/files/manuals/igbt_nx_note_j.pdf

NTCピンヘッダー、コントロールインターフェイスはそれぞれPCBトップレイヤにシルクスクリーンでプリントされています。部品実装について、回路図は3.1項、部品表(BOM)は3.6項を参照下さい。

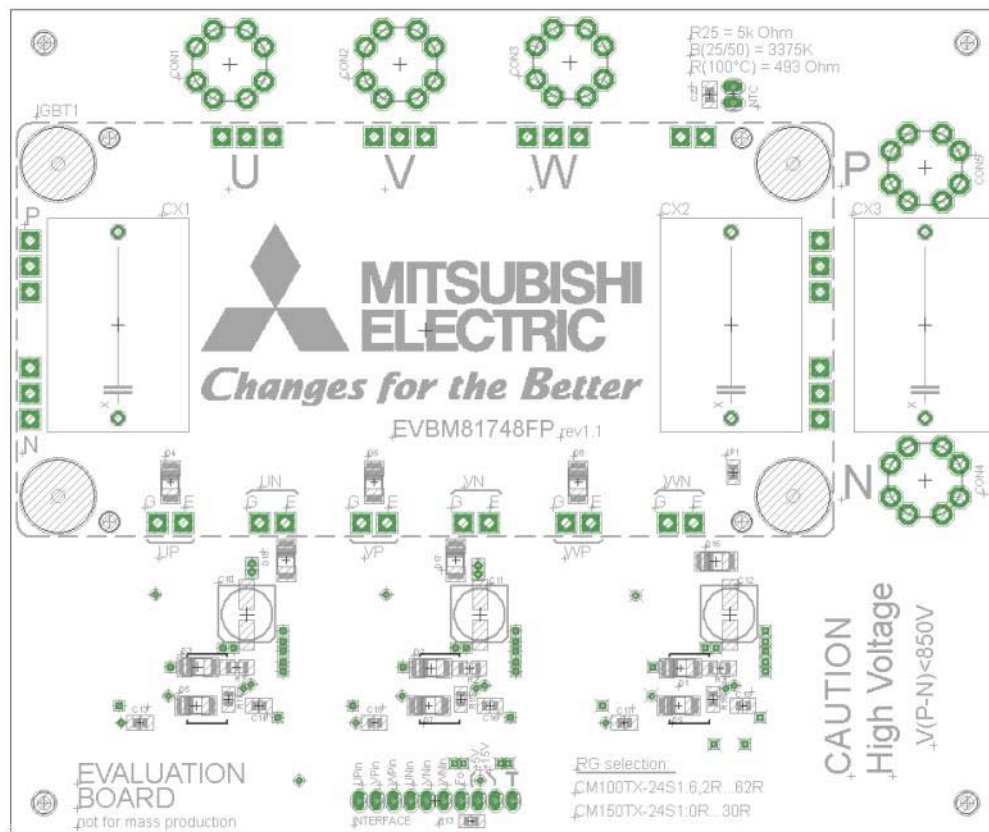


図3.4 トップレイヤ部品 (シルクスクリーン)

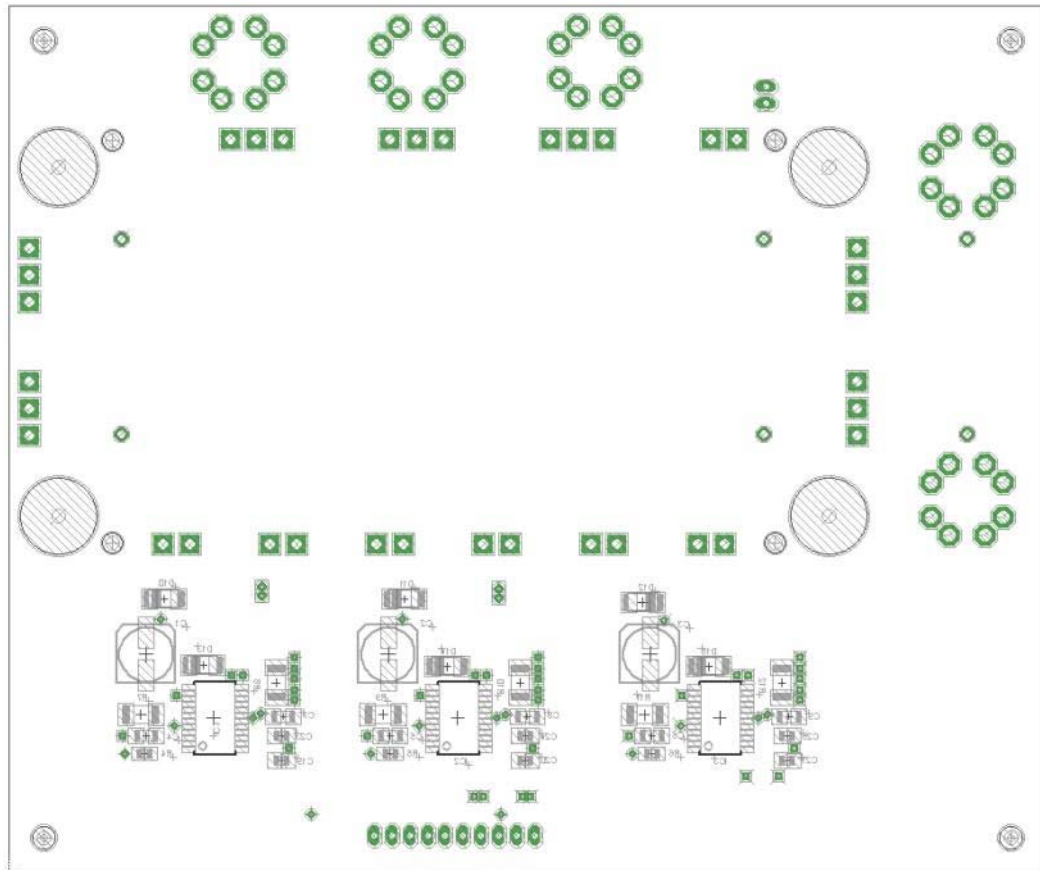


図3.5 ボトムレイヤ部品 (シルクスクリーン)

3-6. 部品表 (BOM)

表 3.1 部品表 (BOM)

Part	Value	Package /Part No. /Comment	Manufacturer
C1	47μF/25V/105°C	UUX1E470MCL1GS	Nichicon
C2	47μF/25V/105°C	UUX1E470MCL1GS	Nichicon
C3	47μF/25V/105°C	UUX1E470MCL1GS	Nichicon
C4	4,7μ/25V/X7R	CL31B475KAHNNNE	Samsung
C5	4,7μ/25V/X7R	CL31B475KAHNNNE	Samsung
C6	4,7μ/25V/X7R	CL31B475KAHNNNE	Samsung
C7	4,7μ/25V/X7R	CL31B475KAHNNNE	Samsung
C8	4,7μ/25V/X7R	CL31B475KAHNNNE	Samsung
C9	4,7μ/25V/X7R	CL31B475KAHNNNE	Samsung
C10	47μF/25V/105°C	UUX1E470MCL1GS	Nichicon
C11	47μF/25V/105°C	UUX1E470MCL1GS	Nichicon
C12	47μF/25V/105°C	UUX1E470MCL1GS	Nichicon
C13	100pF/50V/NP0	C0805	
C14	100pF/50V/NP0	C0806	
C15	100pF/50V/NP0	C0807	
C16	100pF/50V/NP0	C0808	
C17	100pF/50V/NP0	C0809	
C18	100pF/50V/NP0	C0810	
C19	1nF/50V/X7R	C0811	
C20	1nF/50V/X7R	C0812	
C21	1nF/50V/X7R	C0813	
C22	68nF/50V/X7R	C0814	
C23	1nF/50V/X7R	C0815	
C24	1nF/50V/X7R	C0816	
C25	1nF/50V/X7R	C0817	
CON1	SN12R6M	SN12R6M	Broxing
CON2	SN12R6M	SN12R6M	Broxing
CON3	SN12R6M	SN12R6M	Broxing
CON4	SN12R6M	SN12R6M	Broxing
CON5	SN12R6M	SN12R6M	Broxing
CX1	220nF/1250V	not populated	
CX2	220nF/1250V	B32654A7224J000	TDK
CX3	220nF/1250V	not populated	
D1	STTH112A	DO-214AC	STMicroelectronics
D2	STTH112A	DO-214AC	STMicroelectronics
D3	STTH112A	DO-214AC	STMicroelectronics
D4	STTH112A	DO-214AC	STMicroelectronics
D5	STTH112A	DO-214AC	STMicroelectronics
D6	STTH112A	DO-214AC	STMicroelectronics
D7	STTH112A	DO-214AC	STMicroelectronics
D8	STTH112A	DO-214AC	STMicroelectronics
D9	STTH112A	DO-214AC	STMicroelectronics
D10	BZG05C24TR	DO-214AC	Vishay
D11	BZG05C24TR	DO-214AC	Vishay
D12	BZG05C24TR	DO-214AC	Vishay
D13	STTH112A	DO-214AC	STMicroelectronics
D14	STTH112A	DO-214AC	STMicroelectronics
D15	STTH112A	DO-214AC	STMicroelectronics
D16	STTH112A	DO-214AC	STMicroelectronics
D17	STTH112A	DO-214AC	STMicroelectronics
D18	STTH112A	DO-214AC	STMicroelectronics

表 3.1 部品表 (BOM) (続き)

Part	Value	Package /Part No. /Comment	Manufacturer
IC1	M81748FP	SSOP4-300-0.8	Mitsubishi Electric
IC2	M81748FP	SSOP4-300-0.8	Mitsubishi Electric
IC3	M81748FP	SSOP4-300-0.8	Mitsubishi Electric
IGBT1	CMxxxDX24S1	not populated	
INTERFACE	PINHEAD 1x10	1X10	
JP1	0R	not populated	
NTC	NTC	1X02	
R1	33R/1%/TK100	R1206	
R2	33R/1%/TK100	R1206	
R3	33R/1%/TK100	R1206	
R4	10k/1%/TK100	R0805	
R5	10k/1%/TK100	R0805	
R6	10k/1%/TK100	R0805	
R7	RG	not populated	
R8	RG	not populated	
R9	RG	not populated	
R10	RG	not populated	
R11	RG	not populated	
R12	RG	not populated	
R13	10k/1%/TK100	R0805	
R14	10k/1%/TK100	R0805	
R15	10k/1%/TK100	R0805	
R16	10k/1%/TK100	R0805	

< Evaluation Board for M81748FP > EVB-M81748FP アプリケーションノート

4. EVB-M81748FPのテスト結果

S1-Series NX package 6in1 IGBT モジュールを実装したEVB-M81748FPにおいて、M81748FPのテストを実施した結果を示します。

図4.1、4.2、4.3、4.4は、100A/1200V定格のIGBT モジュール(CM100TX-24S1 IGBTモジュール)を使用し、テストを実施した際のスイッチング波形を示しています。図4.1、4.2は通常動作スイッチング波形を示しており、CM100TX-24S1のSOAを50A上回るコレクタ電流250Aまで動作を確認しています。規格以上の厳しい条件下であっても、破壊/誤動作は起きておりません。(P-sideおよびN-side、VDC=600V、 $T_a=25^\circ\text{C}$ 、 $R_g=0\Omega$)

図4.3、4.4は、過電流時にデサットを検出し、ソフト遮断している波形を示しています。デサット検出後、HO/LO出力がソフト遮断し、FO出力がLレベルとなっています。

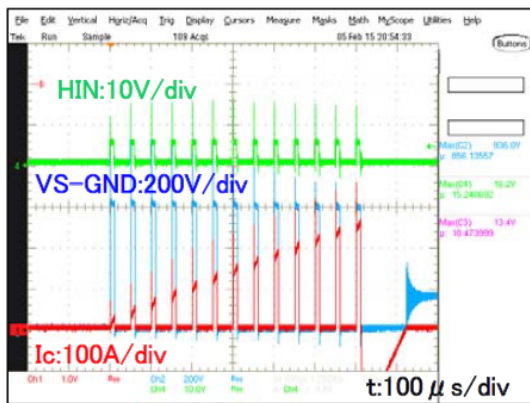


図4.1 P-sideスイッチング波形

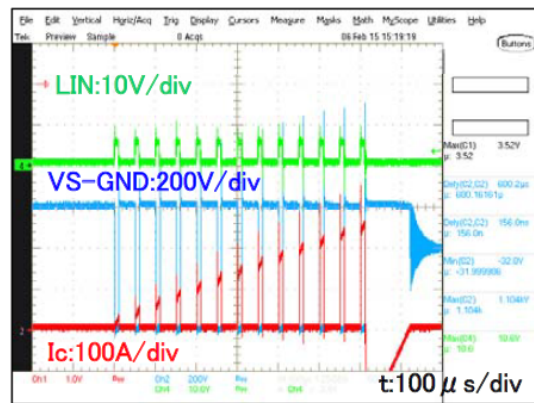


図4.2 N-sideスイッチング波形

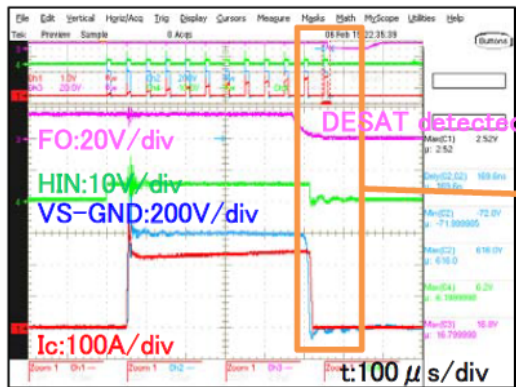


図4.3 P-sideソフト遮断波形

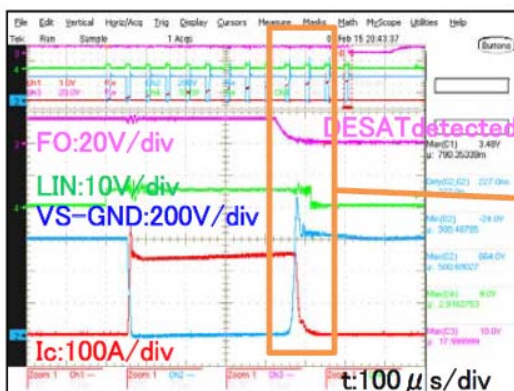
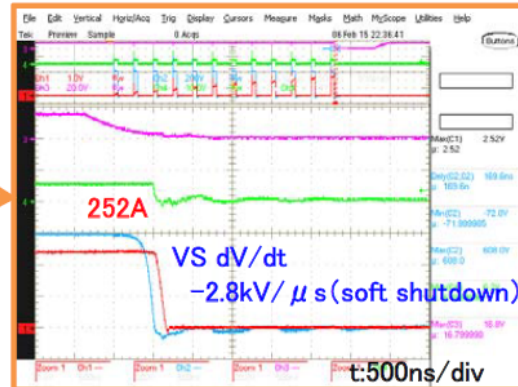
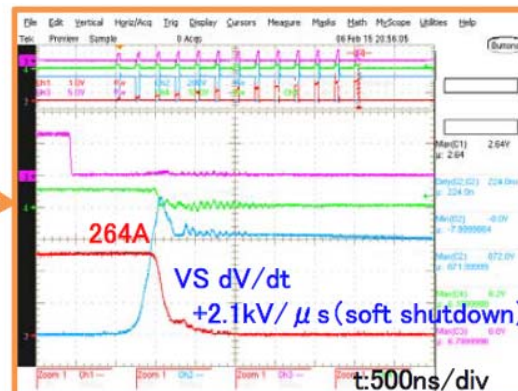


図4.4 N-sideソフト遮断波形



5. 取扱上の注意

■ HVICを安全に使用するために

HVIC素子(以下素子という)の開発、生産には品質、とりわけ信頼性には最大限の注意を払って生産活動をしております。しかし、素子の信頼性は、素子固有の要因だけでなく、ご使用条件によっても大きく影響されます。当社素子の取り扱いに当たりましては、次に示す注意事項をよくお読みのうえ正しくご使用下さい。



梱包・包装	当社から出荷される素子の梱包箱、内装材は一定の環境・条件に耐えられるようになっておりますが、外部からの衝撃、雨水、汚染等にさらされますと、梱包箱が壊れたり内装材が壊れ素子が露出する場合がありますので、取り扱いには十分注意して下さい。
運搬	<ul style="list-style-type: none"> ・運送中は梱包箱を正しい向きに置いて下さい。逆さにしたり、立てかけたりすると不自然な力が加わり壊れることがあります。(天地無用) ・投げたり落としたりすると素子が壊れることがあります。(ワレモノ注意) ・水に濡れないようにする必要があり、降雨、降雪時の運搬には濡らさないように注意して下さい。(水濡れ注意) ・以上の点の他、運搬時には出来るだけ機械的な振動や衝撃を少なくするよう留意して下さい。素子が壊れることがあります。
保管	<ul style="list-style-type: none"> ・素子を保管する場所の温度及び湿度は、目安として5～30℃で、40～60%程度の常温常湿が望ましく、あまりかけ離れた温湿度中は避けて下さい。また急激な温度変化のあるところでは、素子表面及びリード部に水分の結露が起きますので、出来るだけ温度変化の少ない場所に保管して下さい。 ・腐食性ガスを発生する場所や有機溶剤や爆発性粉塵等のある場所での保管は避けて下さい。腐食、誤動作、破壊の原因となります。 ・梱包箱を高く積み上げて保管したり、梱包箱の上に重いものを乗せないで下さい。梱包箱が壊れ、荷崩れして危険です。
長期保管	長期保管が必要な場合には、未加工の状態でご保管下さい。また非常に悪い環境に置かれた場合や長期に保管した素子をご使用の際は、外観に傷、汚れ、錆び等がないことを確認の上、ご使用下さい。
定格・特性	絶対最大定格とは、弊社が保証する定格の最大値で、この定格以上で使用することは、信頼性を著しく下げたり、素子の劣化または破壊を起こします。これを未然に防ぎ、周辺機器における高信頼度を実現するために、また特性上及び経済性の面から最も有効に動作させるために、記載の定格値内及び規格内でご使用下さい。
周囲温度	温度定格には動作周囲温度と保存温度が定められており、使用の際はそれぞれに定められた温度範囲内でご使用下さい。動作周囲温度や保存温度の定格を超えて使用されますと素子の劣化または破壊に至ることがありますのでご注意下さい。
ノイズ	本素子はバイポーラ構造を含んでいます。このため外来ノイズ等により素子の入出力電位が-0.5V以下に下がると寄生素子が動作します。このため素子内部の隣接するTrの分離ができなくなり回路誤動作、出力耐圧の低下、デバイスの破壊等の原因ともなりますのでご注意下さい。
難燃性について	本素子のエポキシモールド樹脂材料には、UL規格の94-V0認定品を使用していますが、不燃性ではありません。
静電気対策	半導体素子では特に静電気に対する注意が必要です。作業環境の静電気レベルは100V以下に抑えることが望ましく、そのためには、乾燥期には加湿を行い低湿度状態を避け、帯電し易い絶縁物(特に化学繊維やプラスチック製品)はできるだけ避け導電性(導電性マット、静電作業着、導電靴)のものを使用する心がけが必要です。静電破壊の原因になります。

改定履歴

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
A	2016.8月	－	新規作成

安全設計に関するお願い

弊社は品質、信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品は故障が発生したり、誤動作する場合があります。弊社の半導体製品の故障又は誤動作によって結果として、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないような安全性を考慮した冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計などの安全設計に十分ご留意ください。

本資料ご利用に際しての留意事項

- ・本資料は、お客様が用途に応じた適切な三菱半導体製品をご購入いただくための参考資料であり、本資料中に記載の技術情報について三菱電機が所有する知的財産権その他の権利の実施、使用を許諾するものではありません。
- ・本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例の使用に起因する損害、第三者所有の権利に対する侵害に関し、三菱電機は責任を負いません。
- ・本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他全ての情報は本資料発行時点のものであり、三菱電機は、予告なしに、本資料に記載した製品または仕様を変更することがあります。三菱半導体製品のご購入に当たりますは、事前に三菱電機または代理店へ最新の情報をご確認頂きますとともに、三菱電機半導体情報ホームページ (www.MitsubishiElectric.co.jp/semiconductors/) などを通じて公開される情報に常にご注意ください。
- ・本資料に記載した情報は、正確を期すため、慎重に制作したものです。万一本資料の記述誤りに起因する損害がお客様に生じた場合には、三菱電機はその責任を負いません。
- ・本資料に記載の製品データ、図、表に示す技術的な内容、プログラム及びアルゴリズムを流用する場合は、技術内容、プログラム、アルゴリズム単位で評価するだけでなく、システム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。三菱電機は、適用可否に対する責任を負いません。
- ・本資料に記載された製品は、人命にかかわるような状況の下で使用される機器あるいはシステムに用いられることを目的として設計、製造されたものではありません。本資料に記載の製品を運輸、移動体用、医療用、航空宇宙用、原子力制御用、海底中継用機器あるいはシステムなど、特殊用途へのご利用をご検討の際には、三菱電機または代理店へご照会ください。
- ・本資料の転載、複製については、文書による三菱電機の事前の承諾が必要です。
- ・本資料に関し詳細についてのお問い合わせ、その他お気づきの点がございましたら三菱電機または代理店までご照会ください。