

## 概要

本書は2CGシリーズを使用するためのアプリケーションノートです。

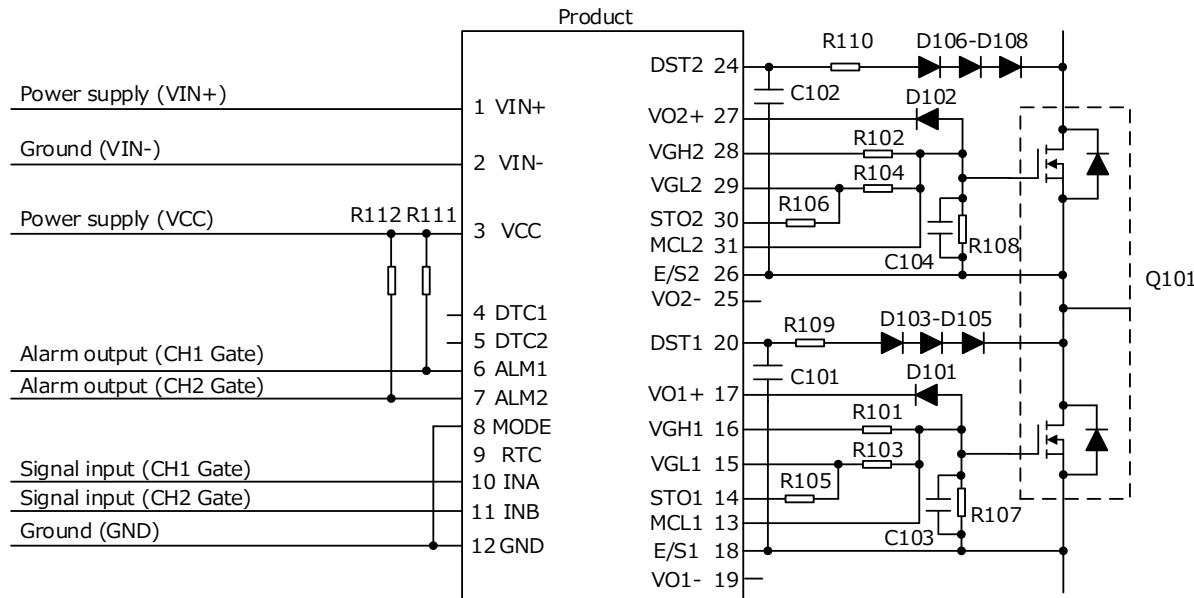
本書に記載されている応用例や部品定数は、設計の補助を目的とするものであり、部品バラツキや使用条件を充分に考慮したものではありません。ご使用にあたっては、部品バラツキや使用条件等を考慮した設計をお願いします。

## 目次

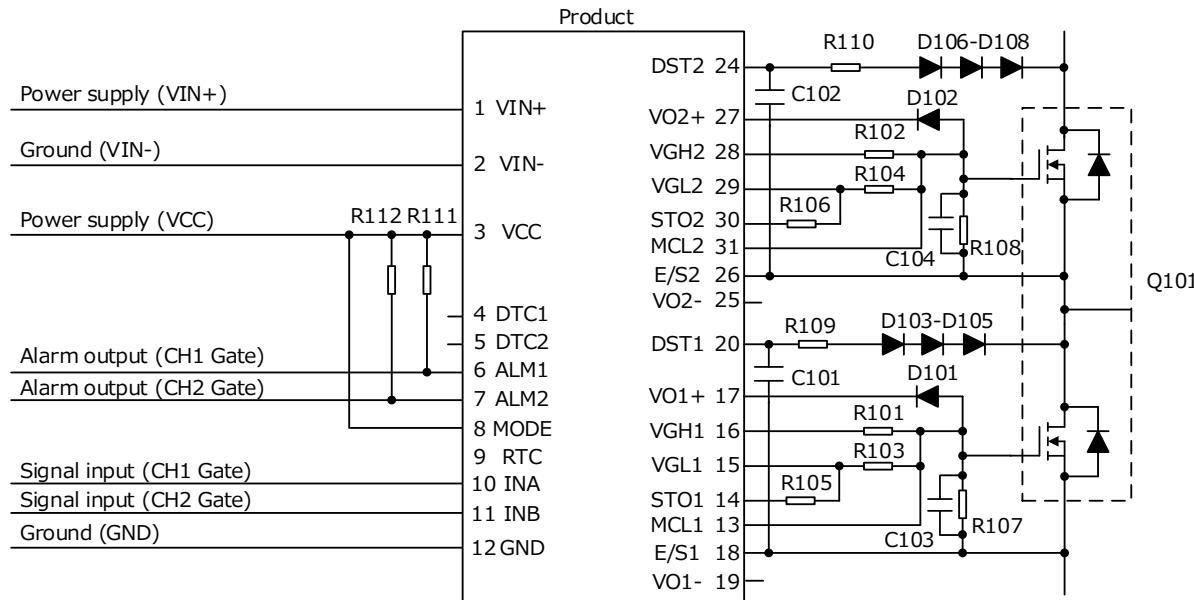
1. 接続例 -----	2
1.1 Si-IGBT,SiC-MOSFETの場合<2CG_B_ダイレクトモード> -----	2
1.2 Si-IGBT,SiC-MOSFETの場合<2CG_B_ハーフブリッジモード> -----	2
1.3 Si-IGBTの場合<2CG-D_ダイレクトモード> -----	3
1.4 Si-IGBTの場合<2CG-D_ハーフブリッジモード> -----	3
2. 端子機能と説明 -----	4
2.1 端子説明 -----	4
2.2 機能動作説明 -----	8
3. 製品周辺の配線や周囲環境、注意事項について -----	11
3.1 入力異常電流保護 -----	11
3.2 VIN-とGNDについて -----	11
3.3 機械スイッチについて -----	11
3.4 入力信号について -----	11
3.5 ハーフブリッジモードについて -----	11
3.6 入力ラインについて -----	12
3.7 DC/DCコンバータの電源配線について -----	12
3.8 DESAT保護回路 -----	13
3.9 ゲート抵抗の選定方法 -----	14
3.10 モジュール周辺の基板設計、配線 -----	14
3.11 ハンドリングについて -----	16
3.12 デバイス短絡について -----	16
3.13 周囲温度規定 -----	16

## 1. 接続例

### 1.1 Si-IGBT,SiC-MOSFETの場合<2CG\_B\_ダイレクトモード>



### 1.2 Si-IGBT,SiC-MOSFETの場合<2CG\_B\_ハーフブリッジモード>

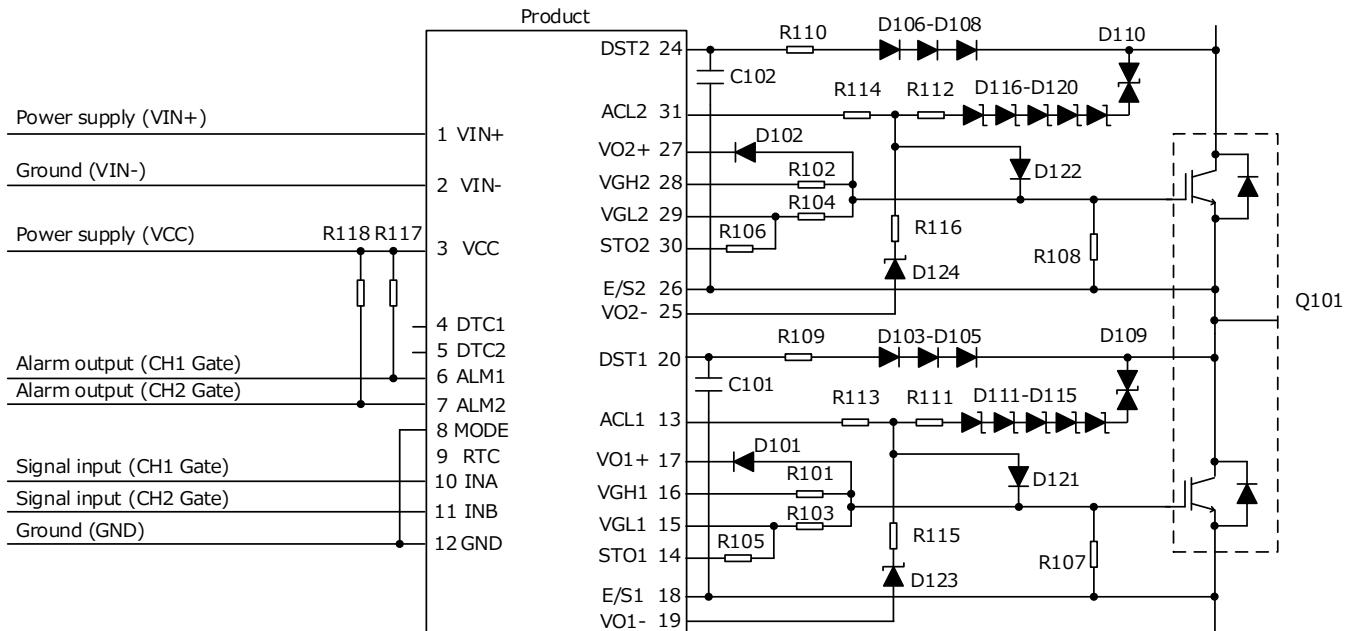


#### 1.1, 1.2 構成例

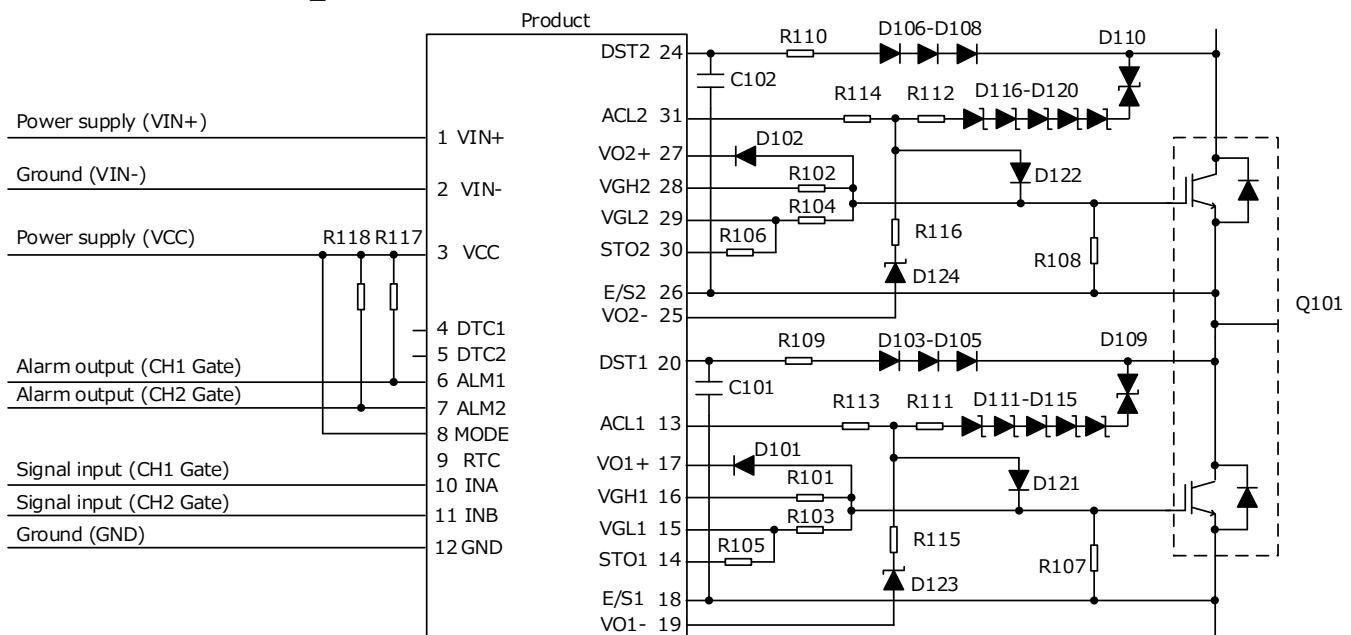
Symbol	Description	Part No.	Manufacture
Q101			
D101,102	Diode	RB400VAM-50	ROHM
D103-108	Diode	CMF05	TOSHIBA
C101,102	Capacitor	100pF 25V	
C103,104	Capacitor	33nF 50V	*As necessary

Symbol	Description	Part No.	Remark
R101-104	Resistor	0.51Ω 4W	Refer to P14
R105,106	Resistor	18Ω 0.75W	Refer to P14
R107,108	Resistor	10kΩ 0.125W	
R109,110	Resistor	100Ω 0.1W	Refer to P13
R111,112	Resistor	10kΩ 0.1W	

### 1.3 Si-IGBTの場合<2CG-D\_ダイレクトモード>



### 1.4 Si-IGBTの場合<2CG-D\_ハーフブリッジモード>



1.3, 1.4 構成例

Symblo	Description	Part No.	Manufacture
Q101			
D101,102	Diode	RB400VAM-50	ROHM
D103-108	Diode	CMF05	TOSHIBA
D109,110	TVS Diode	P6SMB250CA	Diotec
D111-113,116-118	TVS Diode	P6SMB250A	Diotec
D114,115,119,120	TVS Diode	P6SMB220A	Diotec
D121,122	Diode	RB162MM-40	ROHM
D123,124	Diode	KDZV20B	ROHM

Symblo	Description	Part No.	Remark
C101,102	Capacitor	100pF 25V	
R101-104	Resistor	0.51Ω 4W	Refer to P14
R105,106	Resistor	18Ω 0.75W	Refer to P14
R107,108	Resistor	10kΩ 0.125W	
R109,110	Resistor	100Ω 0.1W	Refer to P13
R111,112	Resistor	0Ω	Refer to P9
R113,114	Resistor	1kΩ 0.1W	Refer to P9
R115,116	Resistor	4.7Ω 0.25W	Refer to P9
R117,118	Resistor	10kΩ 0.1W	

## 2. 端子機能と説明

### 2.1 端子説明

(1) VIN(+), VIN(-) (DC/DCコンバータ入力電源端子)

(2) VCC(ドライブ回路入力電源端子)

(3) GND(ドライブ回路グラウンド端子)

(4) MOD, INA, INB(モード切替, 制御入力端子)

出力論理を決定する端子です。

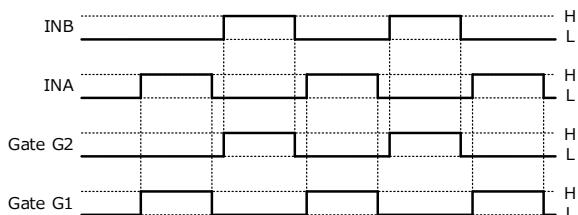
モード切替端子にてダイレクトモード/ハーフブリッジモードの切り替えることができます。

ハーフブリッジモード時、INA : ゲート信号, INB : イネーブル信号として機能します。

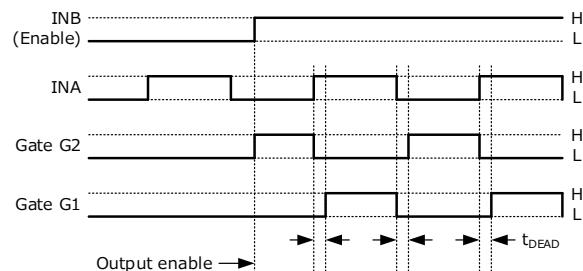
INA,INBを使用しない場合は、GNDに接続してください。

MOD	INB	INA	Gate G2	Gate G1	説明
L (OPEN or GNDに接続)	X	L	X	L	ダイレクトモード
	X	H	X	H	
	L	X	L	X	
	H	X	H	X	
H (VCCに接続)	L	X	L	L	ハーフブリッジモード
	H	L	H	L	
	H	H	L	H	

※Gate G1 : Ch1側で作るゲート出力  
Gate G2 : Ch2側で作るゲート出力



ダイレクトモードタイミングチャート



ハーフブリッジモードタイミングチャート

(5) ALM1,2(異常信号出力端子)

異常発生時(UVLO, 短絡検出時)、異常信号を出力する端子です。(オープンドレイン)

状態	ALM1,2
通常時	Hi-Z
UVLO, IGBT短絡検出時, ゲート-エミッタ短絡時	L

オープンドレイン出力となりますので使用する際はプルアップ抵抗を接続してください。(Figure 1.1 R110,R111参照)

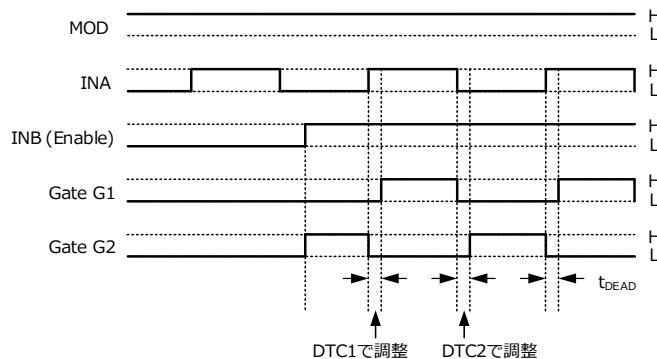
プルアップ電圧[V]	プルアップ抵抗[kΩ]
5	4.7
15	15

## (6) DTC1,2(デッドタイム調整端子)

ハーフブリッジモード時のゲート出力G1,G2のデットタイムを調整する端子です。

未使用時は、他の回路に接続しないでください。

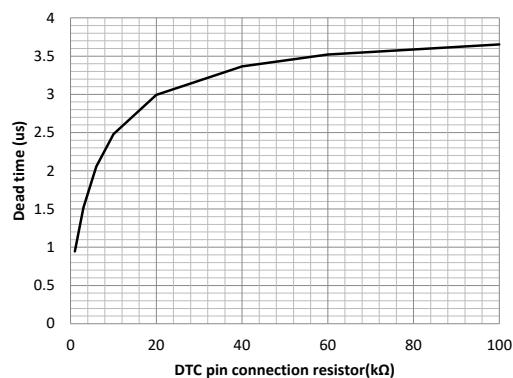
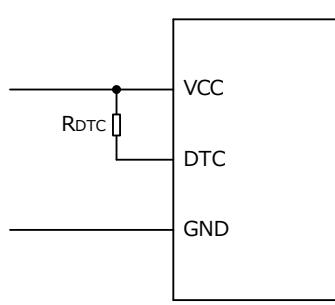
ハーフブリッジモード時のデットタイム調整する場合は、下図を参照に設定してください。



ハーフブリッジモードタイミングチャート

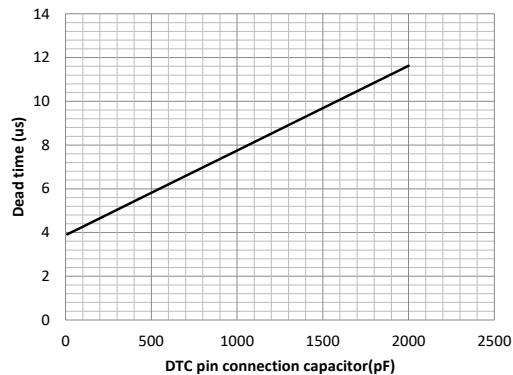
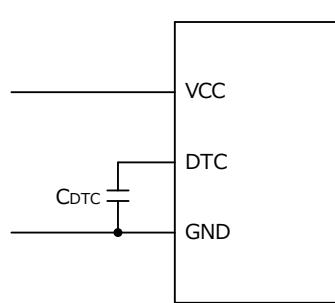
## ① 抵抗による調整方法

VCC-DTC間に抵抗を追加することで復帰時間を調整できます。



## ② コンデンサによる調整方法

DTC-GND間にコンデンサを追加することで復帰時間を調整できます。



(7) RTC(保護回路復帰時間調整端子)

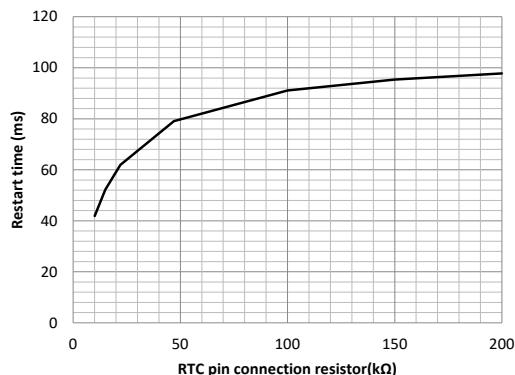
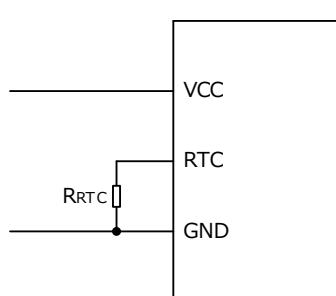
異常発生時(UVLO, 短絡検出時)、復帰する時間を調整する端子です。

未使用時は、他の回路に接続しないでください。

復帰時間を調整する場合は、下図を参照に設定してください。

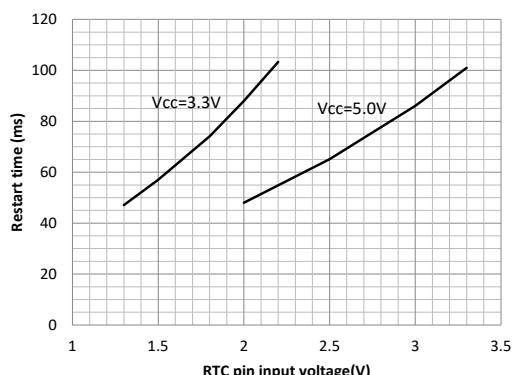
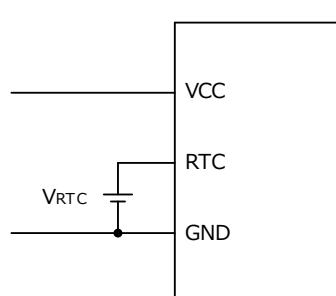
① 抵抗による調整方法

RTC-GND間に抵抗を追加することで復帰時間を調整できます。



② 電圧による調整方法

RTC-GND間に電圧を印加することで復帰時間を調整できます。



(8) VGH1,2(ゲートON側端子)

(9) VGL1,2(ゲートOFF側端子)

(10) E/S1,2(エミッタ/ソース端子)

(11) STO1,2(ソフトターンオフ端子)

DESAT保護機能の動作時にゲート電圧を緩やかに減少させる端子です。

VGL1,2に接続する抵抗値よりも高い値の抵抗値を介してゲート端子に接続してください。

10Ω～47Ωを推奨します。

(12) DST1,2(DESAT検出端子)

DESAT保護のための検出端子です。DESAT端子電圧がDESAT検出電圧以上になるとDESAT保護起動が動作します。

オープン状態ではDESATは誤検知しますのでDESAT保護機能を使用しない場合はDESAT端子をE/S端子に接続してください。

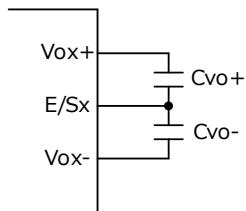
また、ノイズによる誤検出を防止するためのマスク時間を設けるために、DSTx-E/S間にコンデンサを接続してください。

**(13) VO1+,VO2+,VO1-,VO2(DC/DCコンバータ出力端子)**

内部のDC/DCコンバータの出力端子です。必要によりコンデンサを接続してください。

$Q_g$ が大きい場合、出力にコンデンサを追加することによりゲート出力特性が安定します。

必要に応じて下図のようにコンデンサを接続してください。最大接続可能容量は、470 $\mu$ F以下になります。



Unit No.	$C_{VO+} : C_{VO-}$
2CG010xBC11N	1 : 1
2CG010xBC12N	1 : 1
2CG010BBC13N	1 : 2
2CG010BBC14N	1 : 4

ex) 2CG010BBC13N

$C_{VO+} : C_{VO-} = 4.7\mu F : 10\mu F$

外付け出力コンデンサ

**(14) MCL1,2(ミラークランプ端子) - 2CG-Bシリーズのみ**

ゲート端子に接続された素子のmiller電流によるゲート電圧上昇を防止するためのミラークランプ端子です。

使用しない場合は、ノイズによる誤動作が懸念されるためMCL1-Vo1-間,MCL2-Vo2-間を短絡してください。

**(15) ACL1,2(アクティブクランプ端子) - 2CG-Dシリーズのみ**

アクティブクランプ用TVS動作時にゲード電圧上昇させるためのアクティブクランプ端子です。

使用しない場合は、オープン状態またはVOx-に接続してください。

ACL pinがON電圧でまで上昇すると、アクティブクランプ機能が動作し、VGLxがHigh-Zになります。

ACL pinを動作させる時間は、Duty 2%以下にしてください。

Gate Gx	ACL1,2	VGLx	STOx
L	L	L	L
L	H	High-Z	L

## 2.2 機能動作説明

### (1) 過負荷保護機能(DC/DCコンバータ)

出力短絡時、過負荷時の保護として、過負荷保護機能を有しています。

動作モードは、自動復帰動作となります。

出力電力や許容周波数カーブを越えて使用した場合、ゲート電圧低下の原因になりますので注意してください。

### (2) 過熱保護機能(DC/DCコンバータ)

何等かの原因で、モジュールが異常高温となった場合、破損、発煙などの防止のため過熱保護機能を有しています。

動作モードは、自動復帰動作となります。

DC/DCコンバータ内部温度が正常になると復帰します。

### (3) 低電圧時誤動作防止機能(UVLO)

出力電圧(H)に低電圧時誤動作防止機能を内蔵しています。

出力電圧(H)がUVLO ON 電圧まで低下すると、出力端子とALM端子はL を出力します。

出力電圧(H)がUVLO OFF 電圧まで上昇すると復帰します。

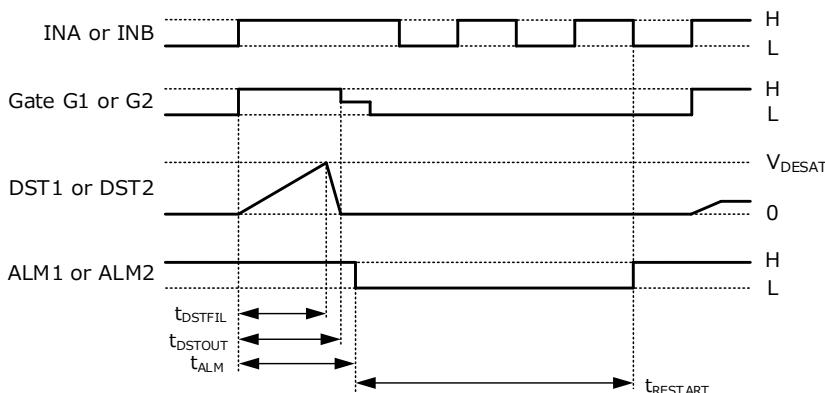
### (4) 短絡保護機能、ソフトターンオフ機能

DST端子電圧が $V_{DESAT}$ 以上になった場合、短絡保護機能が動作します。

短絡保護機能が動作すると、ゲートON/OFF端子がHi-Z、STO端子がL、ALM端子がLとなります。

また、短絡電流によるコレクタ/ドレイン電圧サージを軽減するため、ソフトターンオフ機能が働きます。

短絡保護は異常状態復帰時間後かつ入力信号がLの時に自動で解除されます。



短絡保護動作タイミングチャート

## (5) アクティブクランプ機能 - 2CG-Dシリーズのみ

アクティブクランプ機能は下図のような回路を接続することによりIGBTのターンオフ時におけるコレクターエミッタ間の突発的な電圧サーボに対してIGBTを保護する機能です。DC-LINK電圧やサーボ電圧に応じて、TVSダイオードとIGBTに発生する損失は増加します。

連続で高いサーボ電圧をクランプするとドライバやIGBTにストレスがかかりますので、TVSダイオードの設定や主回路条件

(DC-LINK電圧、寄生インダクタンス、 $dIc/dt$ )を最適化し、通常時にアクティブクランプ機能が動作しないように設計してください。

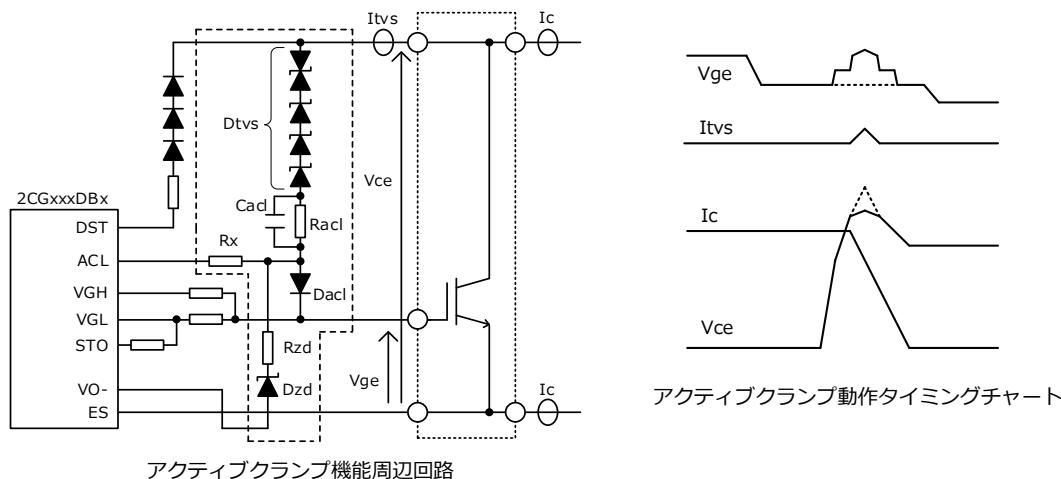
また、TVSダイオードの表面温度は120°C以下で使用してください。

IGBTのコレクターゲート間電圧がアクティブクランプ用TVSダイオードの降伏電圧以上になるとコレクタからゲートにかけて電流 $I_{tvs}$ が流れます。電流 $I_{tvs}$ がゲートに電荷を供給することでIGBTが部分的にONし、コレクターエミッタ間のサーボがクランプされます。

TVSの損失は電流 $I_{tvs}$ とコレクターエミッタ間電圧 $V_{ce}$ の時間積分により求めることができます。

設定した条件によりTVSダイオードに電流が流れていない期間でもゲートが上昇することがあります。異常ではありません。

またVGLxに接続する抵抗値(シンク側)は、0.5Ωを最小として、IGBT内部抵抗値の3/4以上の抵抗値を推奨します。



-Dtv : 通常時に動作しないTVS電圧に設定し、少なくとも1つは双方向TVSを使用してください。

TVSの電力及び温度に注意してください。

ex) DC-link電圧:800V ⇒ TVS合計電圧:850Vmin以上(バラツキ含む)

-Racl, Cadl : TVS及びIGBTの損失を調整します。評価により調整してください。抵抗の電力に注意してください。

ex) Racl = 0~100Ω

-Dacl : クランプ時の電圧、電流が定格を超えないよう設定してください。

ex) ショットキーバリアダイオード/VR:30V以上/IF:1A以上

-Rx : ゲートドライバのACLx pinに印加する電圧を調整する抵抗です。ゲートドライバモジュールのACLpin-VO-pin間に1kΩの内部抵抗が入っていますので、定格を超えないように調整してください。

また、 $V_{ce}$ の電圧上昇を検出しACL機能が動作するタイミングを調整することができます。

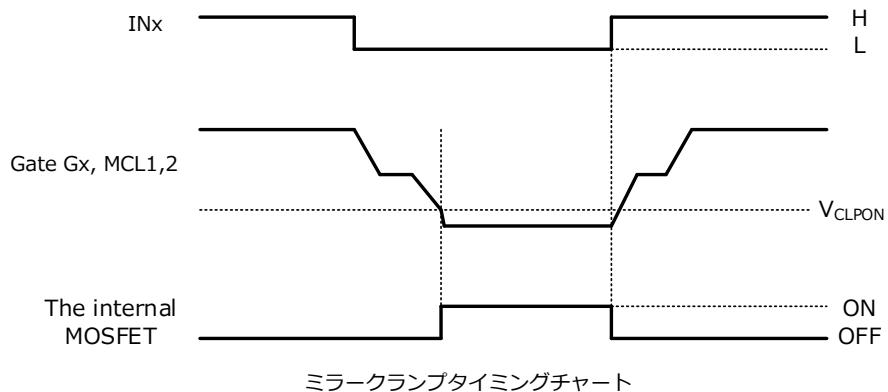
通常時動作時の $E_{off}$ 、及びACL機能が動作する $V_{ce}$ 電圧を確認の上、設定してください。

-Rzd, Dzd : TVSダイオードクランプ時に $V_{ge}$ 及びACLpinへの過電圧を保護しています。必要に応じて設定してください。

## (6) ミラークランプ機能 - 2CG-Bシリーズのみ

ゲート出力  $G_x=L$ かつミラークランプ端子電圧 $<V_{CLPON}$ 時、ミラークランプ端子の内部MOSFETがONし、ミラークランプ機能が動作します。

Gate Gx	MCL1,2	MLC端子の内部MOSFET
H	X	OFF
L	$V_{CLPON}$ 以上	OFF
L	$V_{CLPON}$ 以下	ON



### 3. 製品周辺の配線や周囲環境、注意事項について

### 3.1 入力異常電流保護

本製品内にはヒューズを内蔵しておりませんので、安全性確保のために必ず入力の+側にヒューズを実装してください。

定常電流、突入電流、周囲温度等の条件を考慮し、ヒューズの選定を行ってください。

別コンバータと入力ライン及び入力電解コンデンサを併用する等で、定格電流の大きなヒューズ、

大容量の入力電解コンデンサを使用される場合、異常にヒューズが溶断しない場合があります。

太電カラインとのヒューズの共用はしないでください

### 3.2 VIN-とGNDについて

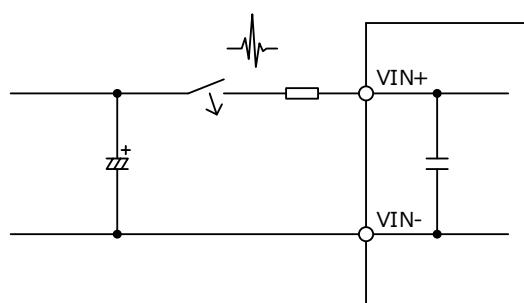
VIN-とGNDは製品内部で絶縁されていますが、安全規格上の絶縁設計をしておりません。

VIN-とGNDに電位差が発生しないように、ネット側で接続して使用してください。

### 3.3 機械スイッチについて

入力ラインに機械スイッチを配置しないでください。

機械スイッチが必要な場合は、同ラインに窓入防止用の抵抗を挿入してください。

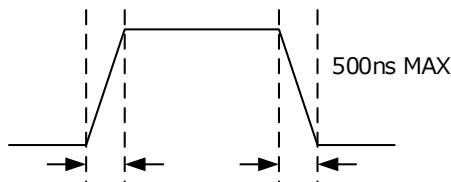


### 3.4 入力信号について

本製品の入力信号の立ち上がり時間および立ち下がり時間は500ns以下にしてください。

また、入力配線はノイズの発生源からなるべく遠ざけてください。

ノイズによる誤動作を防止するため信号電圧は推奨範囲内の高い電圧を推奨します。



### 3.5 ハーフブリッジモードについて

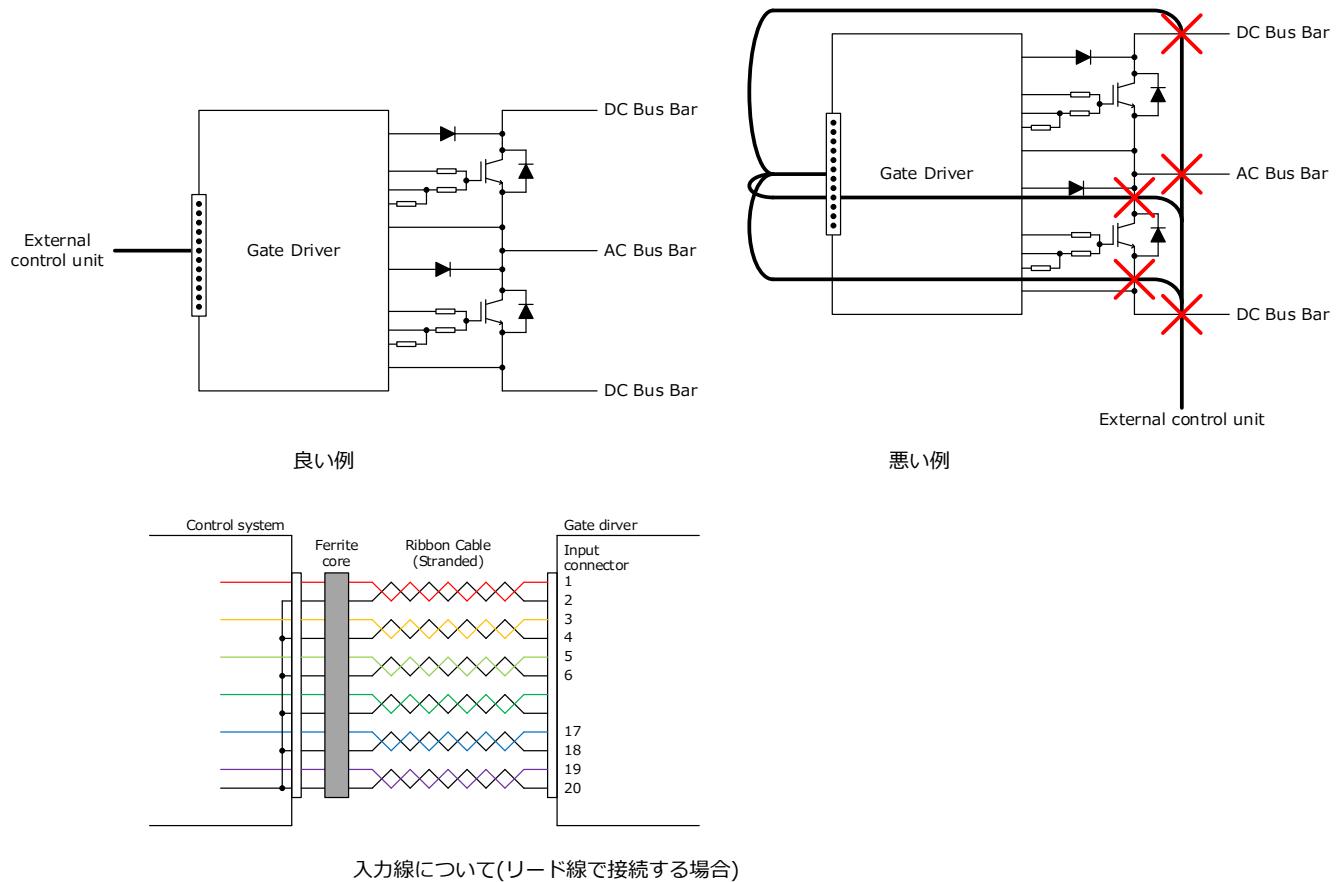
ハーフブリッジモードで設定されるデッドタイムはCRの時定数で設定してあるため、高精度ではありません。

より精度の高い動作が要求される場合はダイレクトモードをご使用ください。

### 3.6 入力ラインについて

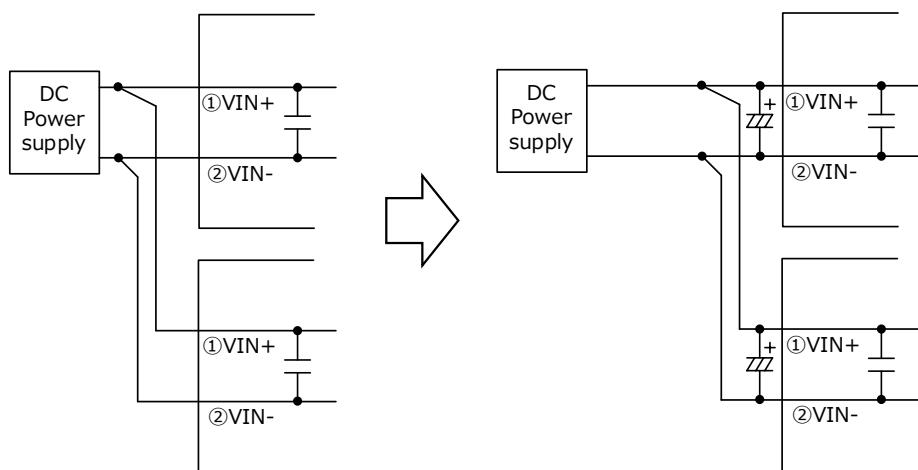
誤動作の原因となるため、製品の入力ラインは主回路側の伝導ノイズ・磁束ノイズから遠ざけて配置することを推奨します。

また、配線の制約等で製品の入力ラインと主回路が近くなってしまう場合は、使用するケーブルをリボンケーブル(より線タイプ)に変更したり、フェライトコアを追加する等の対策を推奨します。



### 3.7 DC/DCコンバータの電源配線について

複数のモジュール駆動時、隣接するモジュール間で電流の流入・流出が発生する場合は、電源直近から各モジュールに分岐するよう配線してください。電源直近から分岐できない場合は分岐点にコンデンサを追加する等の対策をしてください。



### 3.8 DESAT保護回路

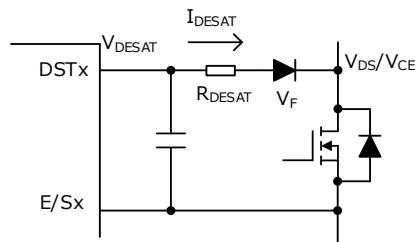
DESAT保護機能が動作する検出電圧 $V_{SD}$ は高耐圧ダイオードの $V_F$ と、直列に接続された抵抗 $R_{DESAT}$ にて調節することができます。

DESATに接続する高耐圧ダイオードは使用される素子の耐圧や素子に印加される電圧に応じて選定をお願い致します。

破損防止のためDST端子に100Ω以上を接続してください。

計算式 : 検出電圧 $V_{SD} = V_{DESAT} - ( V_F + R_{DESAT} \times I_{DESAT} )$

※高耐圧ダイオードはVDS/VCEと同等の電圧が印加されます。ご使用電圧に対して、耐電圧マージンを確保できるように注意してください。



DESAT保護回路

【設計例】 高耐圧ダイオード $V_F(I_F=0.24mA)$  : 2V  
 $R_{DESAT}$ 抵抗値 : 100Ω

$$\text{検出電圧 } V_{SD} = V_{DESAT} - ( V_F + R_{DESAT} \times I_{DESAT} ) = 6.35V - ( 2V + 100\Omega \times 0.24mA ) \approx 4.33V$$

また、DESATフィルタ時間( $t_{DSTFIL}$ )は、DSTx端子とE/Sxに並列に接続されたコンデンサ $C_{DESAT}$ により調整可能です。

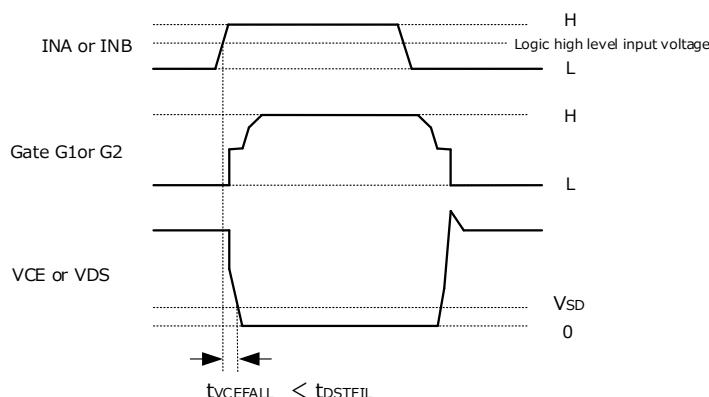
計算式 :  $t_{DSTFIL} = C_{DESAT} \times V_{DESAT} / I_{DESAT}$

【設計例】 外付けコンデンサ $C_{DESAT}$  : 150pF

$$t_{DSTFIL} = C_{DESAT} \times V_{DESAT} / I_{DESAT} = 150pF \times 6.35V / 240uA \approx 3.97\mu s$$

通常動作でDESAT保護の誤動作を防ぐために、以下に示すように $C_{DESAT}$ またはゲート抵抗を調整して下さい。

$t_{DSTFIL} > t_{VCEFALL}$



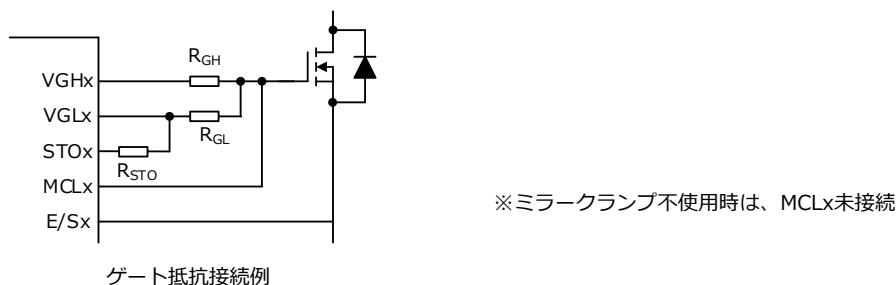
### 3.9 ゲート抵抗の選定方法

#### (1) ゲート抵抗の選定

ゲート抵抗は、接続される素子のサージ電圧、ノイズ等を考慮して選定してください。

STOxのゲート抵抗 $R_{STO}$ は、下図のように接続してください。DESAT動作時には、 $R_{GL}+R_{STO}$ の抵抗値でゲートをLowに引きます。

短絡時のドレイン電圧/コレクタ電圧及び短絡電流の時間を確認しながら調整してください。



#### (2) 最大電力、パルス耐量について

ゲート抵抗にはパルス電流が流れますので、抵抗のパルス電力耐量にご注意ください。

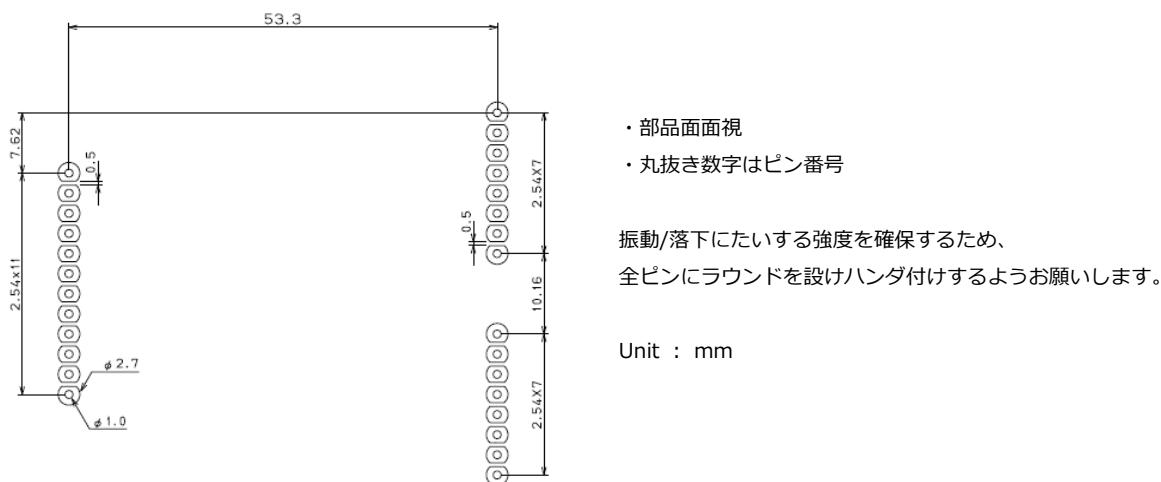
パルス耐量については抵抗メーカーにお問い合わせください。

抵抗の実効電力は定格電力の50%以下を目安にし、部品温度に注意して使用して下さい。

推奨抵抗表面温度：120°C以下

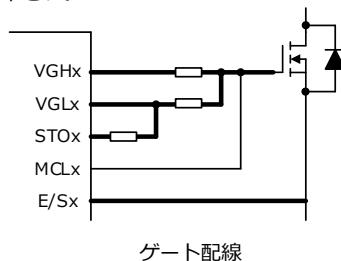
### 3.10 モジュール周辺の基板設計、配線

#### (1) 推奨穴径、ランド、ピンピッチ



#### (2) ゲート配線

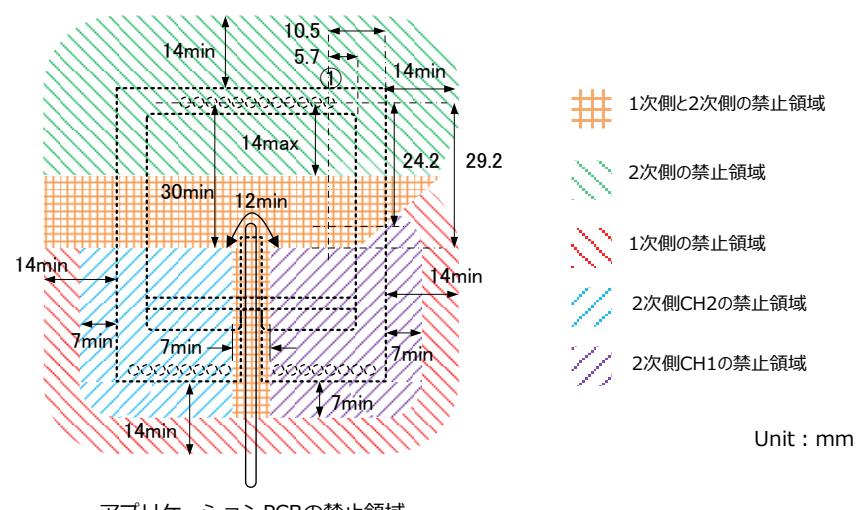
VGHx端子、VGLx端子、STOx端子及びE/Sx端子（下図）の太線部分には、パルス電流が流れますので、極力、太く短いパターンにして下さい。



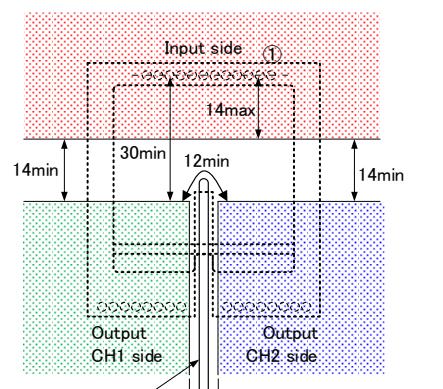
### (3) 部品配置・パターン配線領域

モジュール周辺の部品配置、パターン領域は下図のようになります。

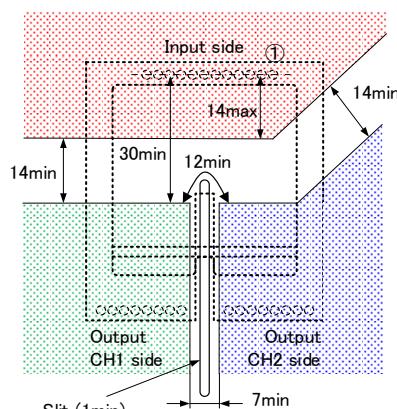
対応する安全規格に応じて各セクションとの空間距離及び沿面距離を確保してください。



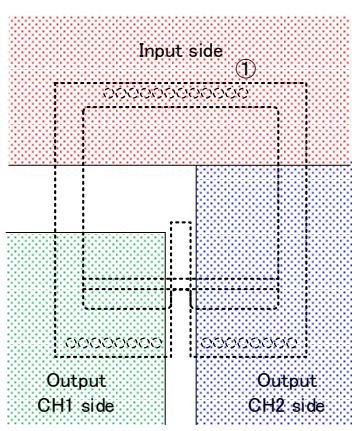
アプリケーションPCBの禁止領域



推薦レイアウト例 1

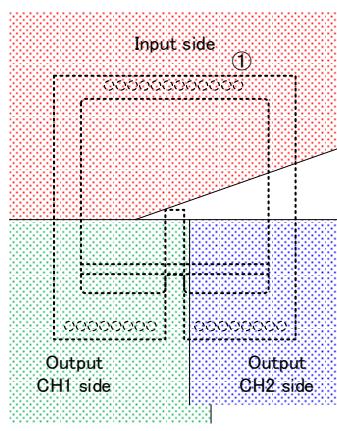


推薦レイアウト例 2



NG レイアウト例 1

(1次-2次CH2側の距離NG)



NG レイアウト例 2

(1次-2次CH1側、2次CH1-2次CH2の距離NG)

※Slit幅の推奨値 ・・・ 汚損度1：0.5mm以上 / 汚損度2：1.0mm以上

### 3.11 ハンドリングについて

ハンドリングの際、本製品に過度な応力がかからないようにしてください。  
 また、製品故障および信頼性に影響を及ぼす可能性があるため、  
 ESD保護対策のない環境で、製品を取り扱うことや触れることのないようお願いします。

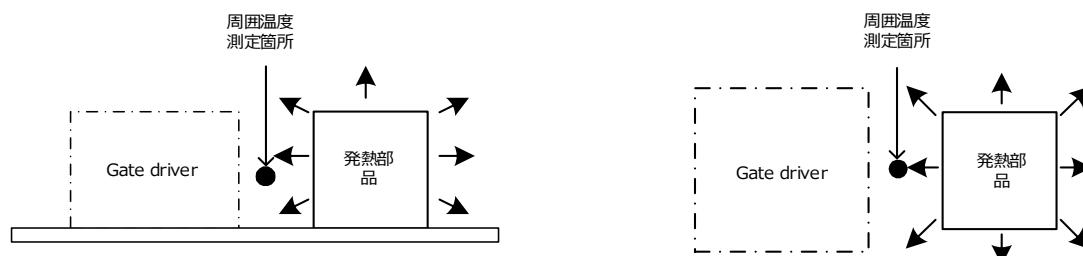
### 3.12 デバイス短絡について

本製品はアーム短絡、負荷短絡における保護としてDESAT保護機能を有しておりますが、デバイス特性のバラツキ、  
 またはデバイス並列接続における負荷短絡モード等にて過大な電流が発生した場合、デバイス破損に至る可能性がございます。  
 ご使用されるセットにおいて短絡電流等をご評価いただき、  
 短絡耐量内でご使用できているかご確認の上セットの安全設計を実施してください。

### 3.13 周囲温度規定

ゲートドライバの動作周囲温度はセット内における温度とし、下記を参考の上測定してください。  
 周辺部品の煽り熱がある場合、煽り熱を周囲温度としてください。  
 周辺に発熱部品がない場合、ゲートドライバ上部から距離20mmの箇所を周囲温度としてください。  
 各データシートに記載している許容周波数カーブに従って使用してください。  
 また、ゲートドライバ基板の最高表面温度は120°C以内で使用してください。

<発熱部品が近くにある場合の周囲温度測定箇所>



<発熱部品の影響がない場合の周囲温度測定箇所>

