

## デジタル漏電検出 IC

### ■特長

- ・動作電圧範囲 4.0V to 5.5V
- ・動作温度範囲 -40°C to 105°C
- ・高精度 ADC 内蔵 14 ビット
- ・デジタル LPF -3dB 周波数 = 150Hz
- ・内蔵電源  $V_{REG} = 3.3V$   
 $V_{COM} = 1.65V$
- ・漏電検出条件設定(TMD) Type A / Type AC 切り替え
- ・トリップレベルの 5 倍の検出 NJU9102: 即時応答  
NJU9102A: 即時応答なし
- ・漏電検出制御回路内蔵 漏電検出条件設定(TMD)  
サンプリングカウント(SCNT)
- ・パッケージ DMP8

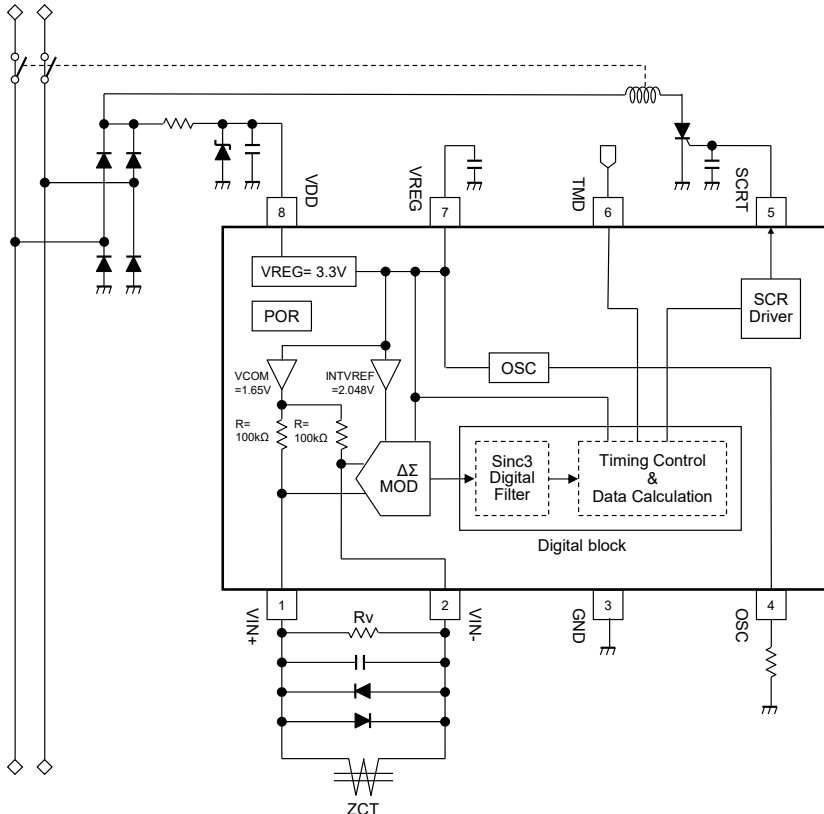
### ■概要

NJU9102/A は漏電遮断器用デジタル漏電検出 IC です。ZCT(零相変流器)より得られるアナログ信号を内蔵 ADC によりデジタルデータに変換し、設定したトリップレベルによる漏電検出条件を基にデータ処理が行われます。データ処理の結果、漏電と判定されると SCRT 端子にワンショットパルスを出力し、外部に接続されたサイリスタをターンオンさせます。

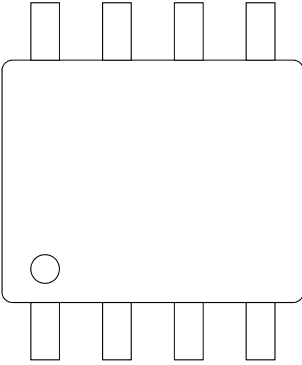
### ■アプリケーション

- ・漏電遮断器

### ■ブロック図

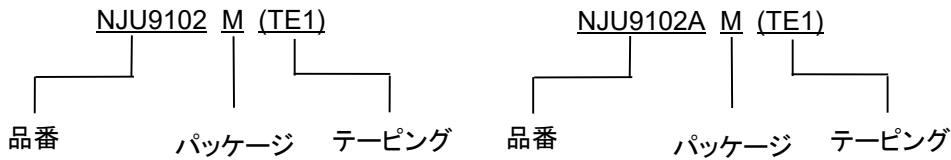


## ■端子配置図



端子番号	端子名	機能
1	VIN+	入力端子 +
2	VIN-	入力端子 -
3	GND	接地端子
4	OSC	オシレータ端子
5	SCRT	サイリスタ駆動出力端子
6	TMD	漏電検出条件設定端子
7	VREG	内蔵電源出力端子
8	VDD	電源端子

## ■品名の付け方



## ■オーダーインフォメーション

製品名	パッケージ	RoHS	Halogen-Free	めっき組成	マーキング	製品重量 (mg)	最低発注数量 (pcs)
NJU9102/AM	DMP8	○	○	Sn-2Bi	9102/9102A	95	2,000

## ■絶対最大定格 (Ta=25°C)

項目	記号	定格	単位
電源電圧	$V_{DD}$	7 (Note1)	V
消費電力	$P_D$	425 (Note2)	mW
最大入力電圧	$V_{IMAX}$	0 to $V_{REG}$	V
動作温度	$T_{opr}$	-40 to 105	°C
保存温度	$T_{stg}$	-40 to 150	°C

(Note1) 絶対最大電源電圧と動作電源電圧の差が小さいため、スパイク等によって絶対最大電源電圧を超えないようにしてください。

(Note2) EIA/JDEC 仕様基板 (76.2×114.3×1.6 mm、4層、FR-4)実装時

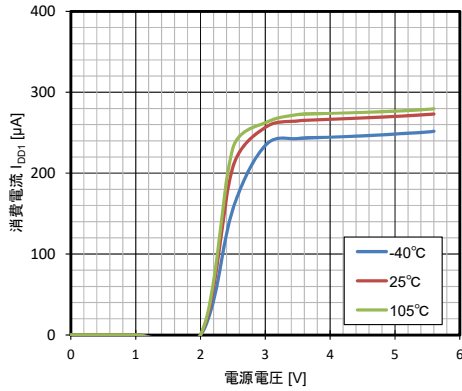
## ■電気的特性 (指定なき場合 Ta=+25°C, $V_{DD}=5V$ , $f_{in}=60Hz$ , $R_{OSC}=120k\Omega$ )

項目	記号	条件	最小	標準	最大	単位
電源特性						
動作電源電圧	$V_{DD}$		4.0	-	5.5	V
消費電流 1	$I_{DD1}$	通常動作時	-	300	380	$\mu A$
消費電流 2	$I_{DD2}$	漏電検出時:無負荷時	-	240	$I_{DD1}$	$\mu A$
内蔵電圧源						
内蔵電源電圧	$V_{REG}$		3.0	3.3	3.6	V
アナログ入力特性						
入力抵抗	$R_{IN}$		80	100	120	k $\Omega$
入力バイアス電圧	$V_{COM}$		1.50	1.65	1.80	V
漏電検出特性						
漏電検出 AC 入力電圧	$V_{TAC}$	$V_{IN} =  V_{IN+} - V_{IN-} $ , $f_{in}=60Hz$	5.2	6.5	7.8	mVrms
SCR 駆動回路特性						
SCRT 端子" H "出力電流	$I_{OH}$	$V_O=0.8V$	-150	-200	-	$\mu A$
SCRT 端子" L "出力電圧	$V_{OL}$	$I_{OL}=200\mu A$	-	-	0.2	V
$I_{OH}$ 保持電源電圧	$V_{OHK}$	$I_{OH}=-150\mu A$	4.0	-	-	V
その他						
OSC 端子電圧	$V_{OSC}$	$R_{OSC}=120k\Omega$	-	0.47	-	V
TMD 端子" H "レベル 入力電圧	$V_{IH TMD}$		2.4	-	$V_{REG}$	V
TMD 端子" L "レベル 入力電圧	$V_{IL TMD}$		0	-	0.8	V
リセットタイムパルス幅	$T_{WRET}$	$R_{OSC}=120k\Omega$	50	60	70	msec

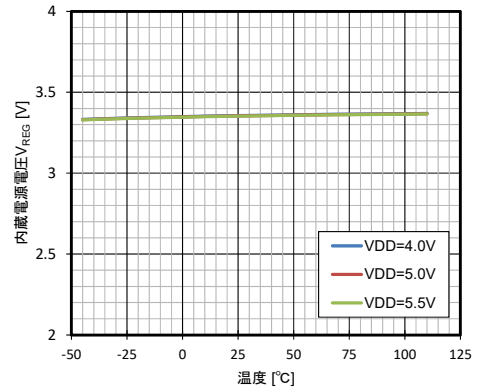
(Note3)  $R_{OSC}$  が全ての動作に影響します。 $R_{OSC}$  は精度が高い抵抗を使用することを推奨します。

## ■特性例

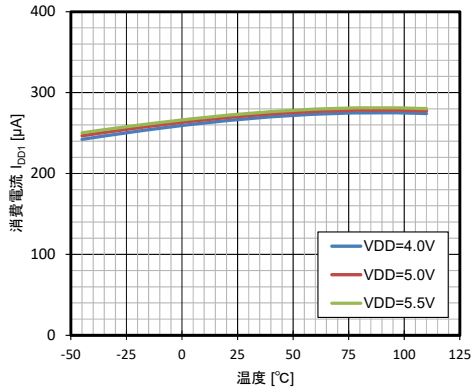
消費電流 $I_{DD1}$ 電源電圧特性



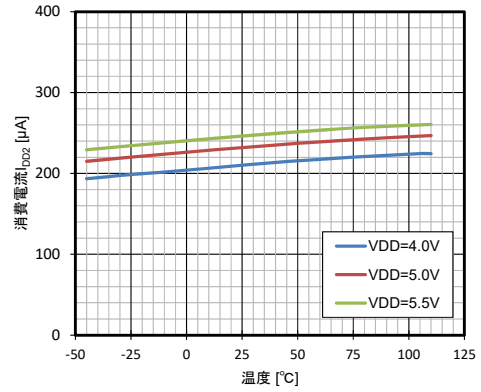
内蔵電源電圧 $V_{REG}$ 温度特性



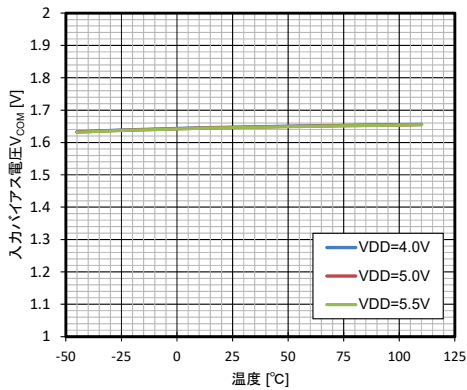
消費電流 $I_{DD1}$ 温度特性



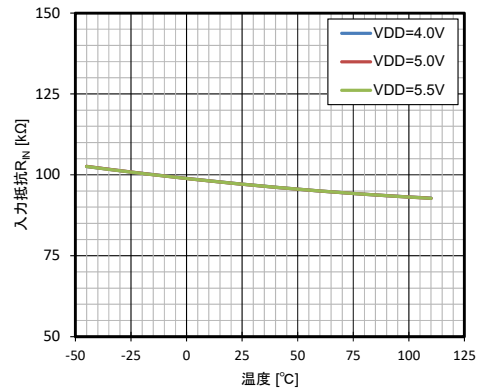
消費電流 $I_{DD2}$ 温度特性



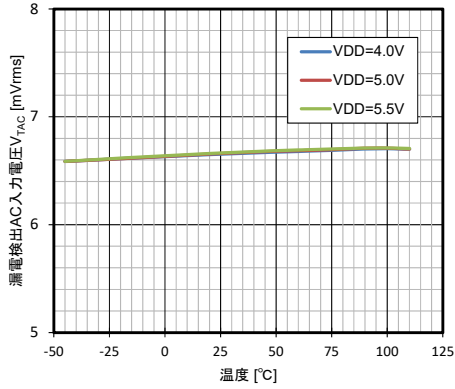
入力バイアス電圧 $V_{COM}$ 温度特性



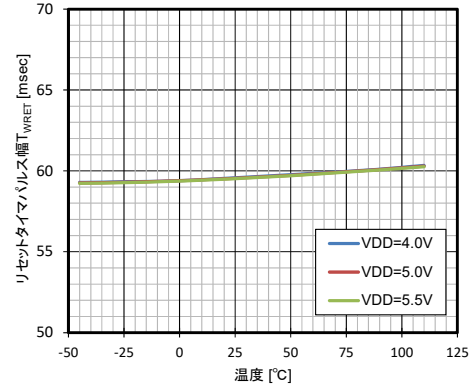
入力抵抗 $R_{IN}$ 温度特性



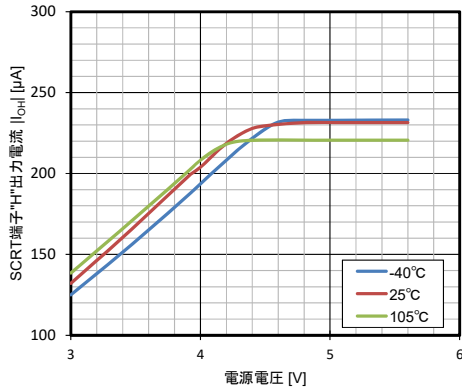
漏電検出AC入力電圧 $V_{TAC}$ 温度特性



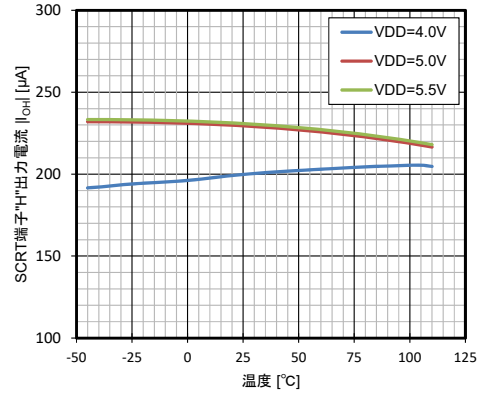
リセットタイムパルス幅 $T_{WRET}$ 温度特性



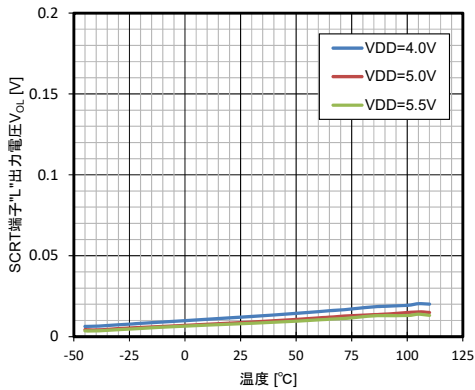
SCRT端子"H"出力電流 $I_{OH}$ 電源電圧特性



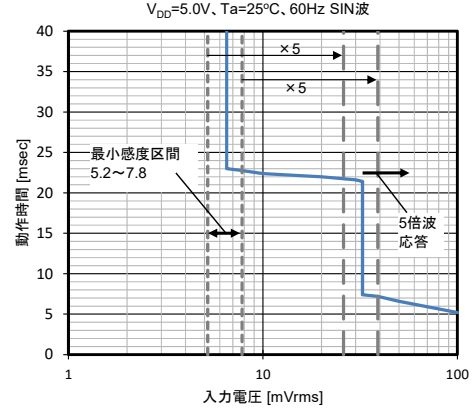
SCRT端子"H"出力電流 $I_{OH}$ 温度特性



SCRT端子"L"出力電圧 $V_{OL}$ 温度特性

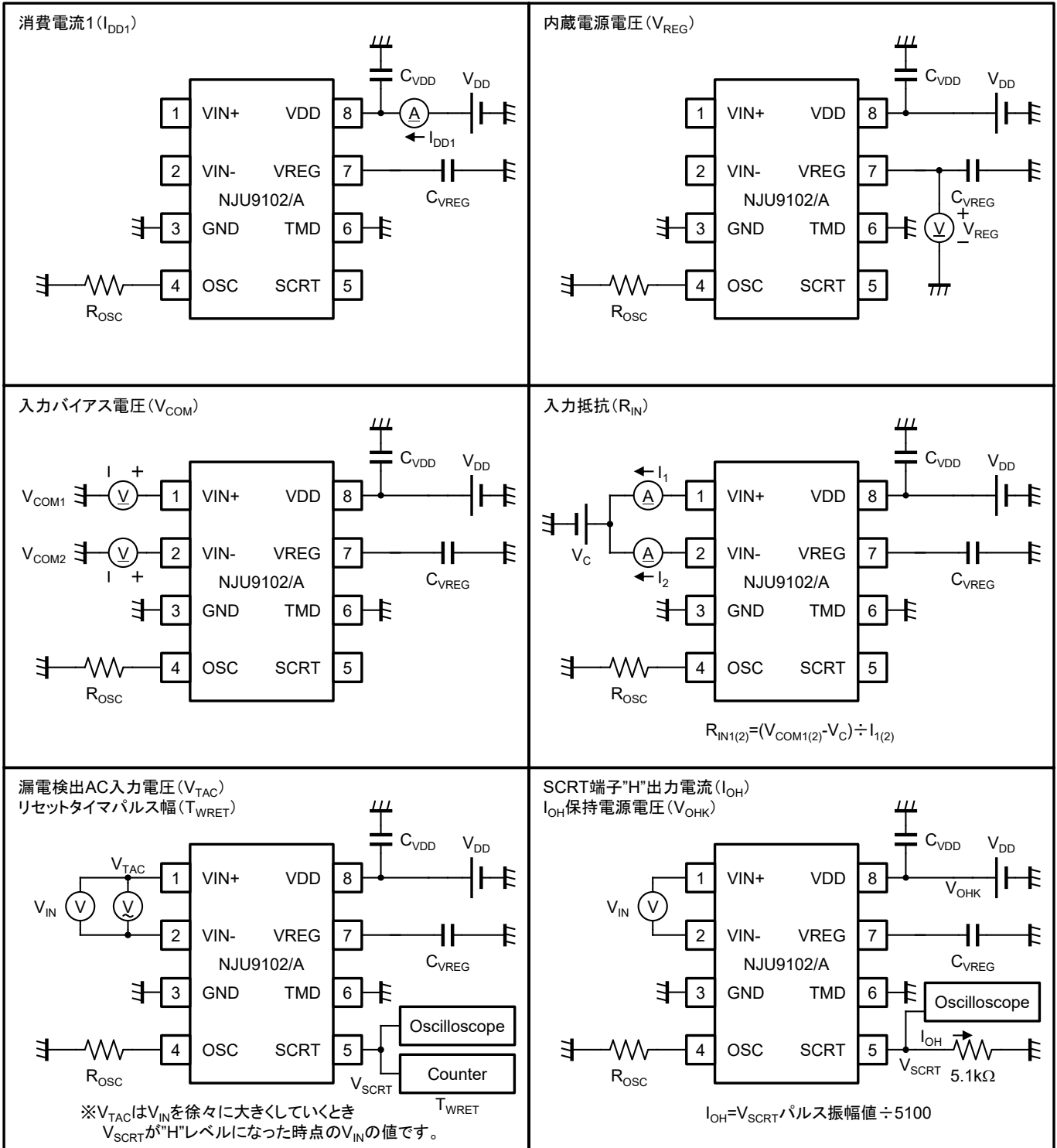


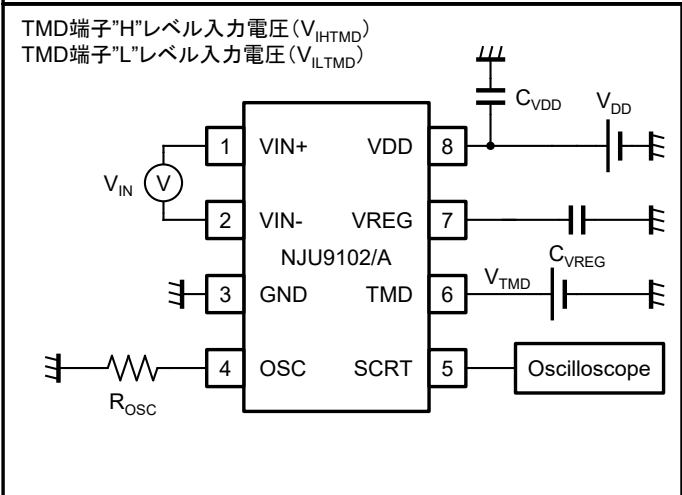
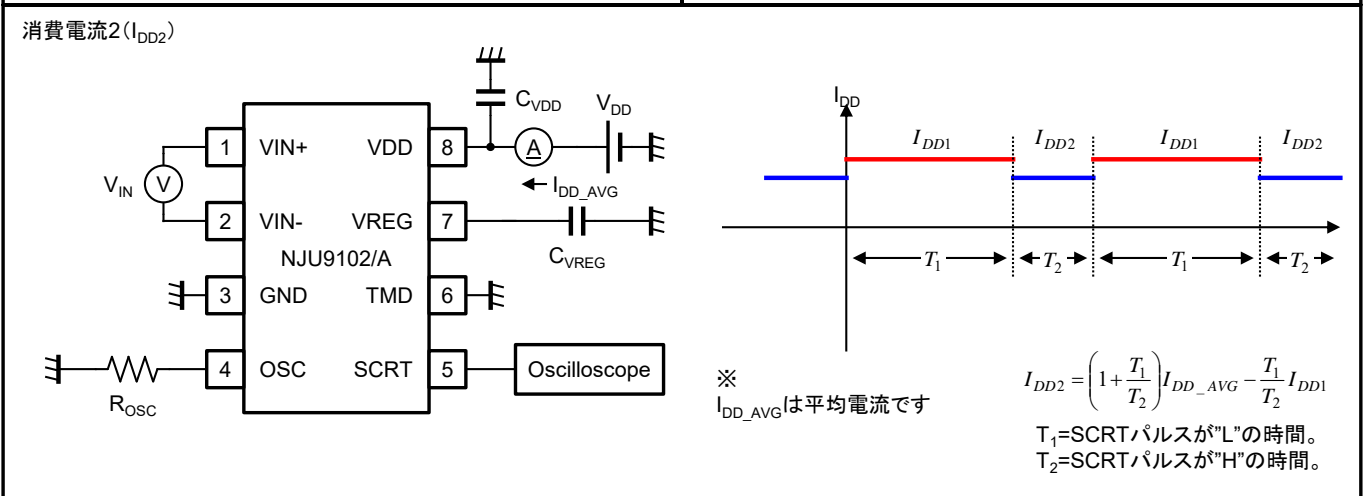
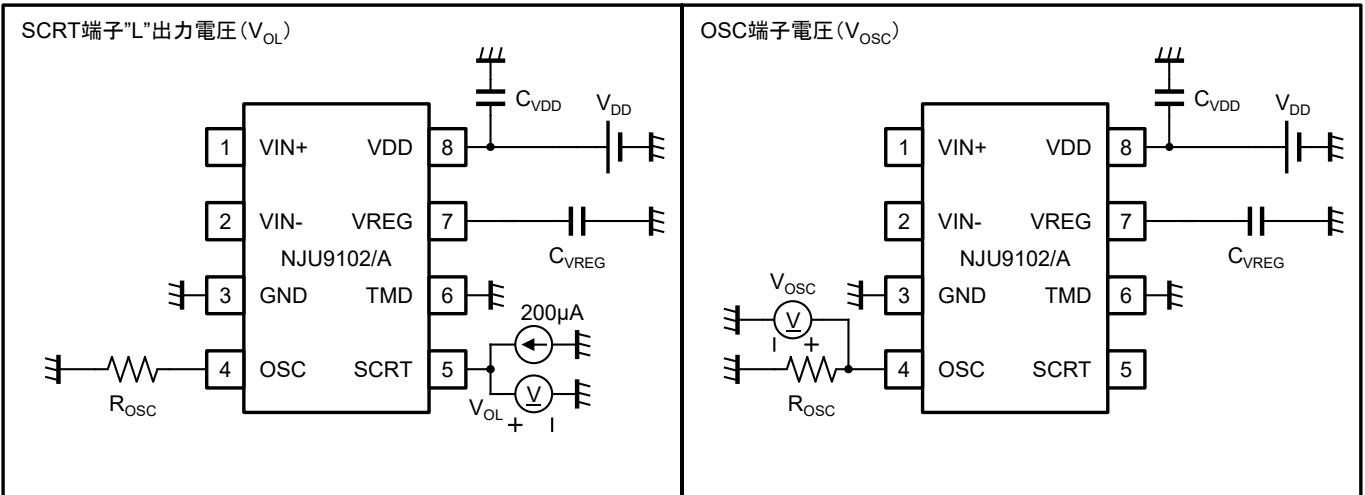
動作時間 - 入力電圧特性



(NJU9102のみ)

■測定回路 (指定なき場合  $C_{VDD}=10\mu\text{F}$ ,  $C_{VREG}=2.2\mu\text{F}$ ,  $R_{OSC}=120\text{ k}\Omega$ )





## ■アプリケーションノート・用語説明

### ■漏電検出 IC 端子説明

#### 漏電検出条件設定端子: TMD 端子

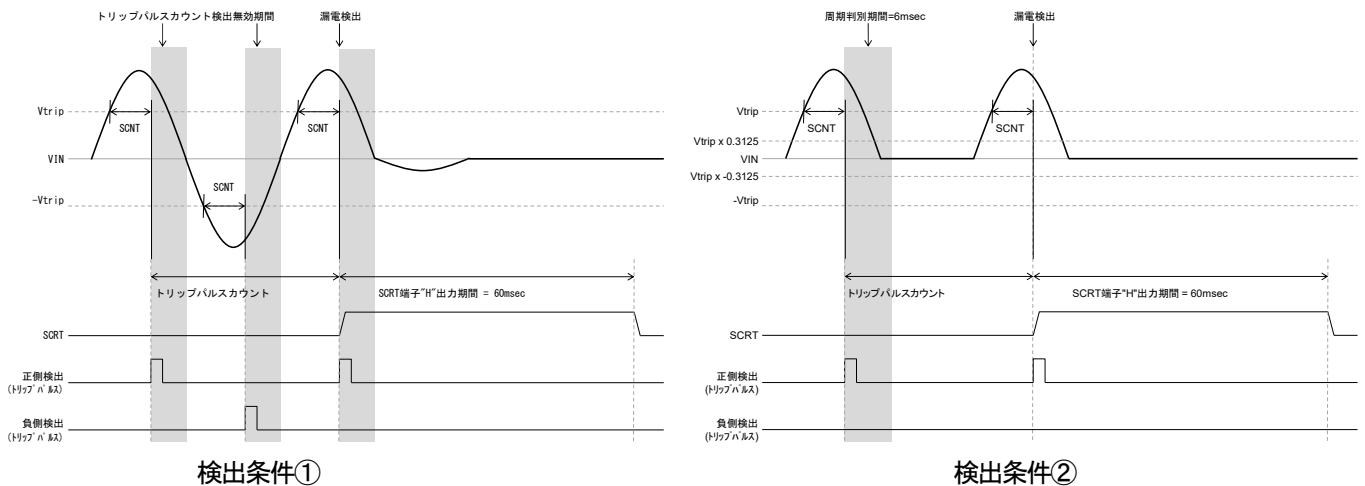
TMD 端子により、トリップパルスによる漏電検出条件を設定します。

- “H”:
- 検出条件①: 正/負/正(もしくは負/正/負)のトリップパルスを連続で検出した場合(交流波形漏電検出)
  - OR
  - 検出条件②: 正(もしくは負)のトリップパルスを連続して 2 つ検出した場合(整流波形漏電検出)。
- Type A 相当。外部 Pull-up 抵抗を接続して使用します。  
1 波目を検出後、周期判別期間後に  $V_{trip}$  の 0.3125 倍を下回るまでトリップパルスの生成を抑制します。
- “L”:
- 検出条件①: 正/負/正(もしくは負/正/負)のトリップパルスを連続で検出した場合(交流波形漏電検出)。
- Type AC 相当。直接 Ground に接続して使用します。

#### サイリスタ制御出力端子: SCRT 端子

漏電検出状態により、サイリスタ制御出力 SCRT 端子の出力状態が変化します。

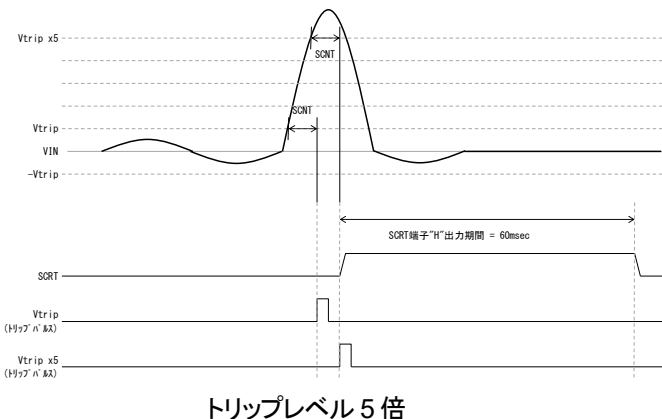
- “H”:
- 漏電検出時、SCRT 端子は“H”出力です。
- “L”:
- 通常動作時、SCRT 端子は“L”出力です。



## ■機能説明

### 動作時間

漏電検出条件のトリップパルスを連続で検出した場合、動作時間が 1.75msec で SCRT 出力になる高速形で動作します。また、トリップ電圧の 5 倍を超えた場合、即応答に設定します (NJU9102 のみ)。





## ■動作説明

### 1. 電源・入力・内蔵オシレータ

#### 1.1 電源

NJU9102/A の VDD 端子、GND 端子は確実に接続してください。動作電源電圧  $V_{DD}$  は、電気的特性の範囲内で使用してください。 $V_{DD}$  を下げすぎると、SCR Driver に影響が出ます。

NJU9102/A は、内蔵レギュレータを搭載しており、IC 内部で 3.3V を生成します。VREG 端子は、この内蔵レギュレータの内蔵電源出力端子です。VREG 端子と GND との間にデカップリングコンデンサを接続してください。

内蔵レギュレータは、NJU9102/A 動作のためだけに使用してください。他の電源と接続したりしないでください。

#### 1.2 入力

NJU9102/A の入力端子 VIN+端子、VIN-端子には、ZCT の 2 次側を接続します。

IC を保護するため、ZCT の 2 次側には、ダイオードを接続してください。

#### 1.3 内蔵オシレータ

NJU9102/A は内蔵オシレータ OSC を搭載しており、IC 内部のデジタルロジックに動作クロックを供給します。システムクロック周波数は 293.2kHz です。OSC 端子に接続する  $R_{OSC}$  が全ての動作に影響します。 $R_{OSC}$  は精度が高い抵抗を使用することを推奨します。

## 2. ADC データ処理

ADC は、 $\Delta \Sigma$  モジュレータとデジタルロジック回路で構成されています。

### 2.1 $\Delta \Sigma$ モジュレータ

$\Delta \Sigma$  モジュレータは、オーバーサンプリング周波数  $f_{mod} = 146.6\text{kHz}$  で駆動します。

$\Delta \Sigma$  モジュレータは 2 次の  $\Delta \Sigma$  モジュレータで構成されています。

### 2.2 Sinc3 フィルタ

ADC のデジタルフィルタは、デシメーション率が 64 の 3 次 Sinc フィルタのローパスフィルタ(LPF)です。

Sinc3 フィルタからの出力データレート  $f_{sample}$  と、フィルタの 1st ノッチ周波数  $f_{n1}$  は以下の関係になります。

$$f_{sample} = \{f_{mod} / (\text{デシメーション率})\} [\text{SPS}]$$

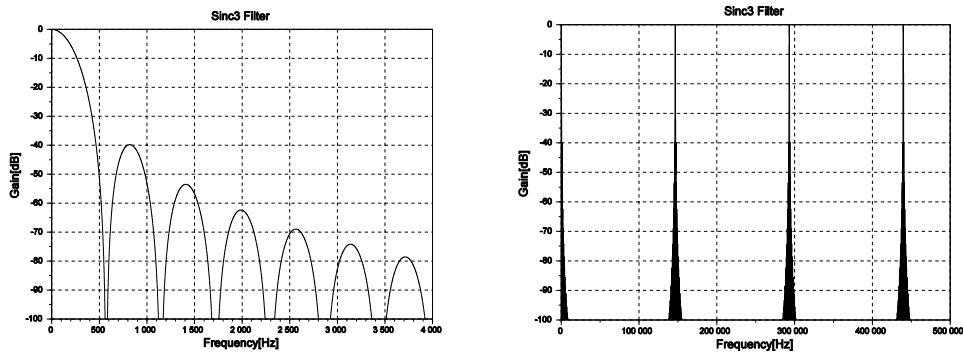
$$f_{n1} = f_{sample} / 4 [\text{Hz}]$$

$f_{mod} = 146.6\text{kHz}$ 、デシメーション率 = 64 であるため、出力データレート  $f_{sample} = 2,290.6\text{SPS}$ 、

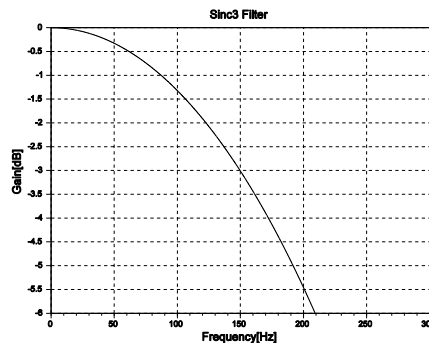
1st ノッチ周波数  $f_{n1} = 572.6\text{Hz}$ 、フィルタカットオフ(-3dB)周波数  $f_c = 150\text{Hz}$  となります。

最大折り返し量は、約-53dB@1,400Hz となります。

Sinc3 フィルタは、電源投入時、パワーオンリセットで 0V の状態に初期化されます。



Sinc3 フィルタ特性 (  $f_{mod} = 146.6\text{kHz}$  )



Sinc3 フィルタ特性 ( カットオフ付近 )

### 3. AD 変換動作

パワーオンリセット(PORb)の解除後、システムクロックに基づき AD 変換動作を開始します。漏電検出(SCRT 端子“H”出力)状態となるまで AD 変換動作を継続します。

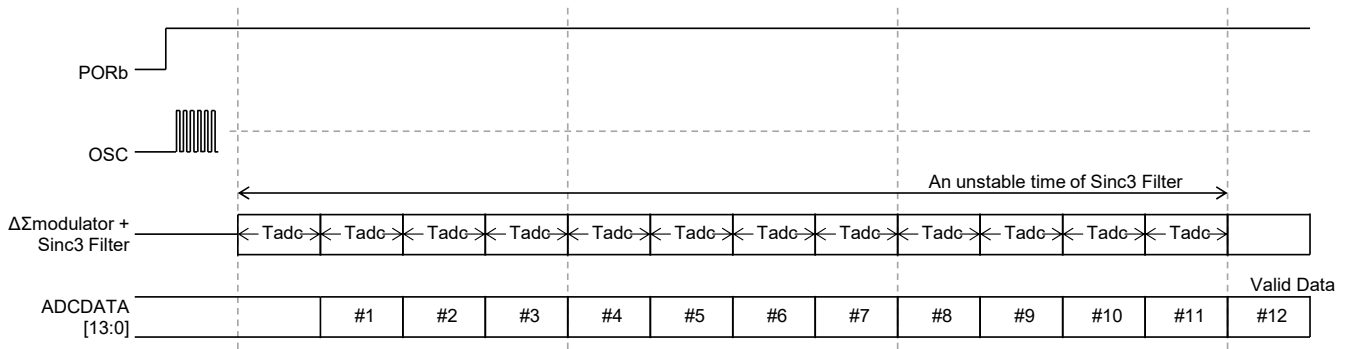
#### 3.1 AD 変換タイミング

$\Delta \Sigma$  モジュレータの動作クロック  $f_{mod} = 146.6\text{kHz}$  をデシメーション率 = 64 で分周した周期  $T_{adc}$  が AD 変換タイミングの基本単位となります。

$$T_{adc} = \text{デシメーション率} / f_{mod} = 0.437 \text{ [msec]}$$

AD 変換動作の開始後は、 $T_{adc}$  毎に変換データが ADCDATA レジスタにロードされます。このとき変換データの出カレートは  $1 / T_{adc} \text{ [SPS]} = 2,290.6 \text{ [SPS]}$  となります。

パワーオンリセットで Sinc3 フィルタは 0V の状態に初期化されます。AD 変換開始直後から  $T_{adc}$  毎に変換データを出力しますが、Sinc3 フィルタが入力電圧によって完全に安定するのは  $12T_{adc}$  後(標準 5.24msec)となります。変換開始後の最初のデータから 11 番目までのデータは、0V から入力電圧への動作安定期間中の変換データが出力されます。



AD 変換開始タイミング

## 4. 漏電検出動作

ADC の変換データ ADCDATA とトリップレベルを比較し、漏電状態を検出します。  
NJU9102/A のトリップレベルは、 $\pm 8.4\text{mV}$  に固定されます。

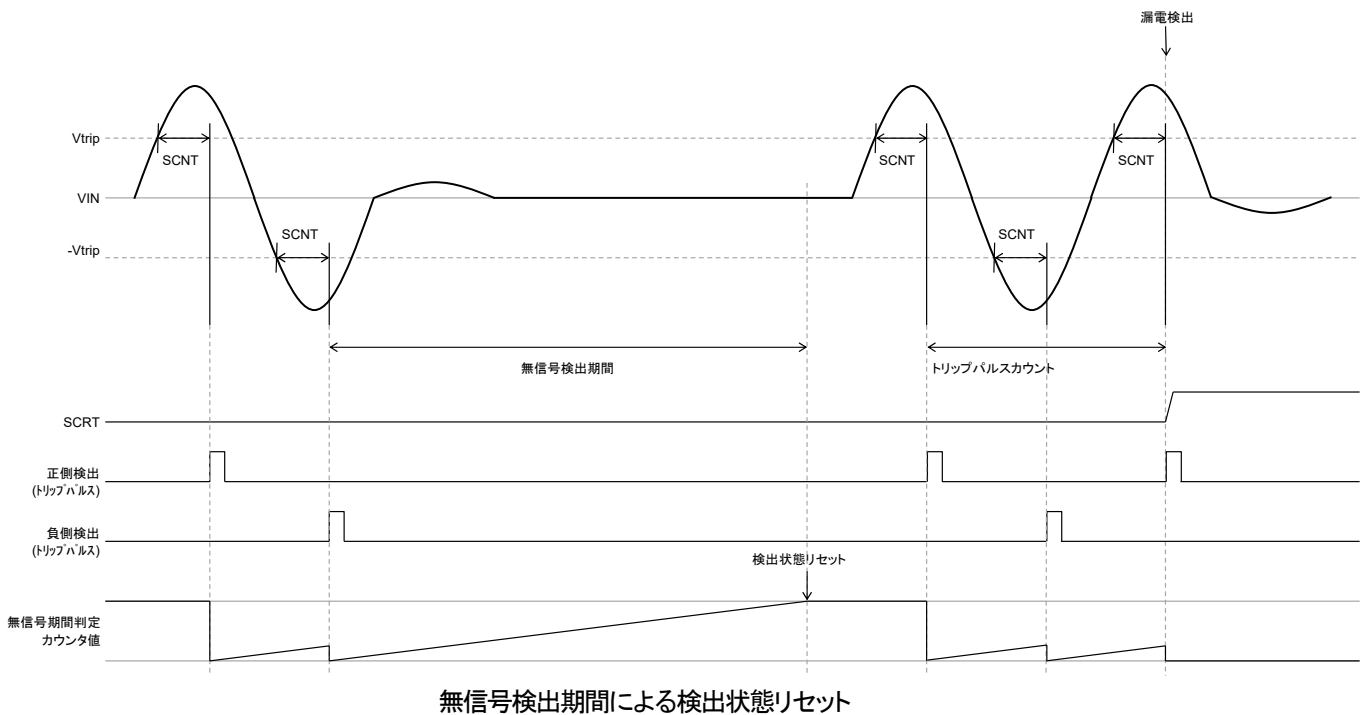
### 4.1 トリップパルスの生成

AD 変換動作中は、 $T_{\text{adc}}$  毎に ADCDATA が更新されます。ADCDATA をトリップレベル $\pm 8.4\text{mV}$  と比較します。ADCDATA の絶対値が、サンプリングカウント  $\text{SCNT} = T_{\text{adc}} \times 4$  回  $= 1.75\text{msec}$  連続してトリップレベルより大きかった場合、トリップパルスが生成されます。入力信号が 60Hz 正弦波の時、正側トリップパルス、負の時に生成される負側トリップパルスがあります。

### 4.2 トリップパルスのカウントと漏電状態の判定

トリップパルスが生成された回数は内部でカウントされ、TMD 設定条件に適合する回数のトリップパルスが観測されると漏電検出状態となります。

漏電検出状態になった後、SCRT 端子が“L”出力から“H”出力へ変化します。ただし漏電検出のためのトリップパルスカウント中、無信号検出時間  $\text{RJUDGE} \approx 50\text{msec}$  ( $T_{\text{adc}} \times 114$  回) の間、トリップパルスが検出されなかった場合、トリップパルスのカウントはリセットされ、SCRT 端子の“H”出力は発生しません。

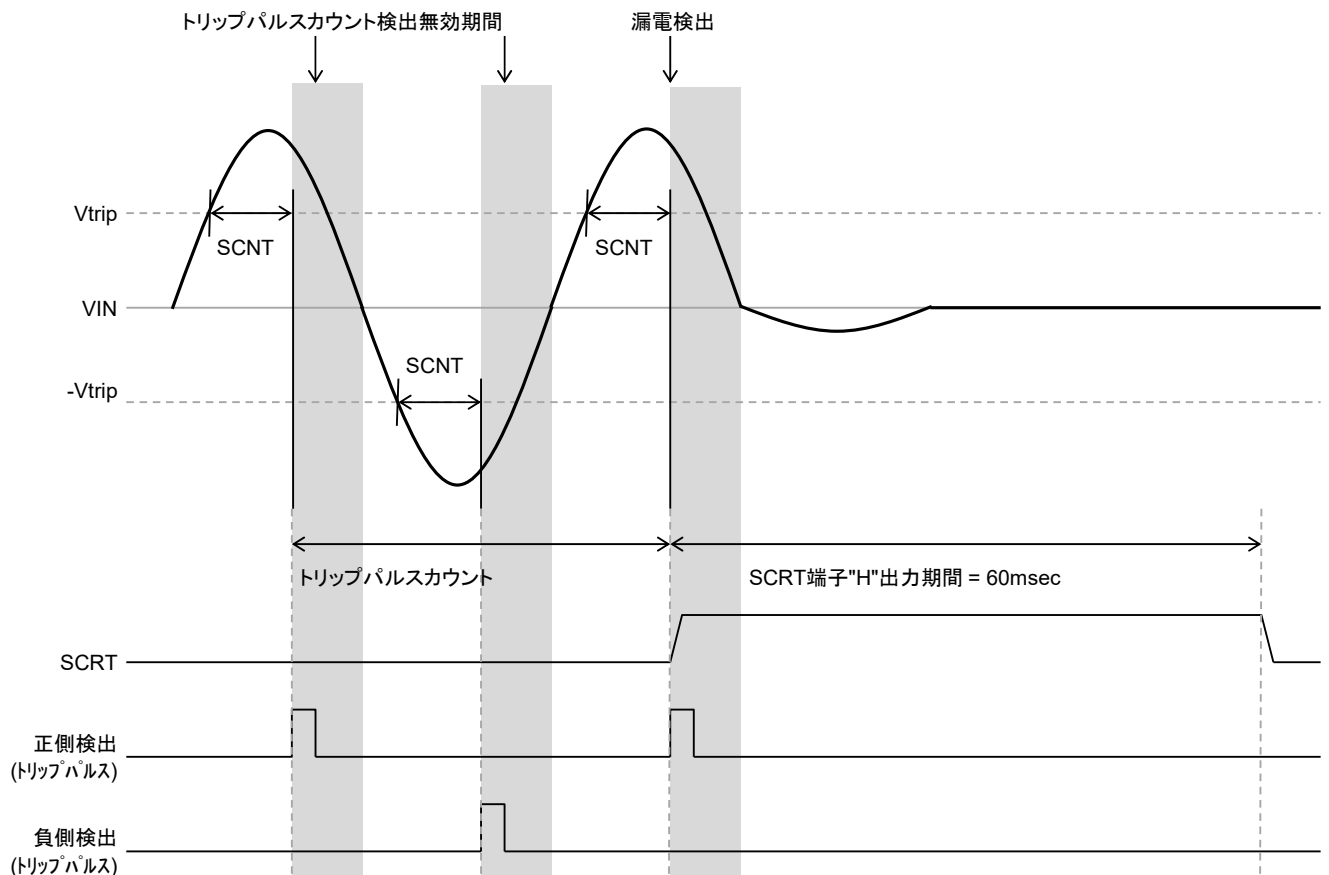


無信号検出期間による検出状態リセット

### 4.3 交流波形検出

漏電電流信号が商用周波数の交流波形であるという仮定のもと、トリップパルスが正/負/正のように交互に発生すると漏電状態の検出と判定します。TMD 端子は、"L": Type AC 相当に設定されます。

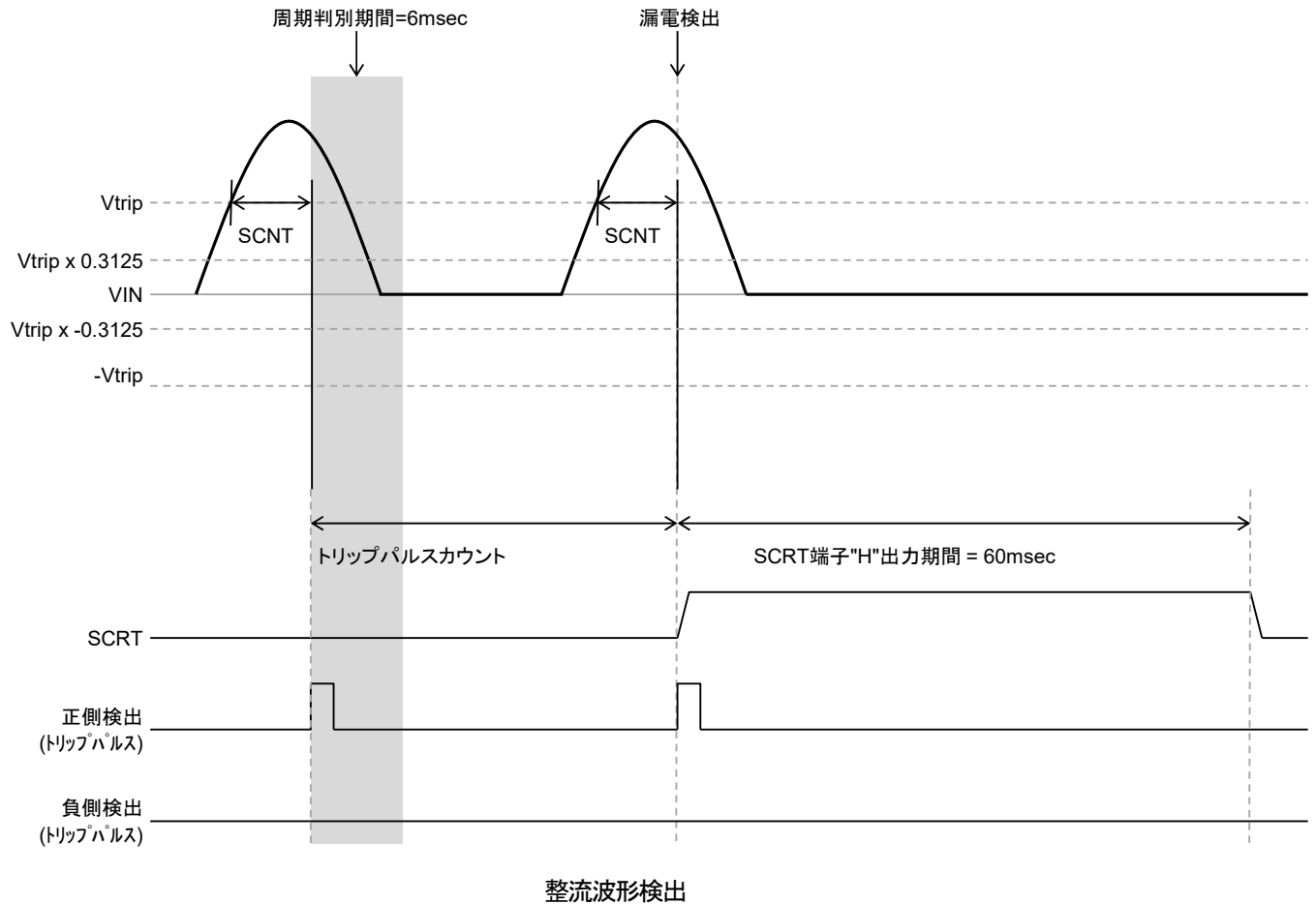
交流波形検出用のトリップパルス生成部では、トリップパルスが検出されるとそのトリップパルスの逆極性の ADCDATA が検出されるまで、新たなトリップパルスの生成動作を停止します。たとえば、正側トリップパルスが生成された後は、ADCDATA の値が負数となるまでトリップパルス生成動作を停止します。



漏電状態検出と SCRT 出力

## 4.4 整流波形検出

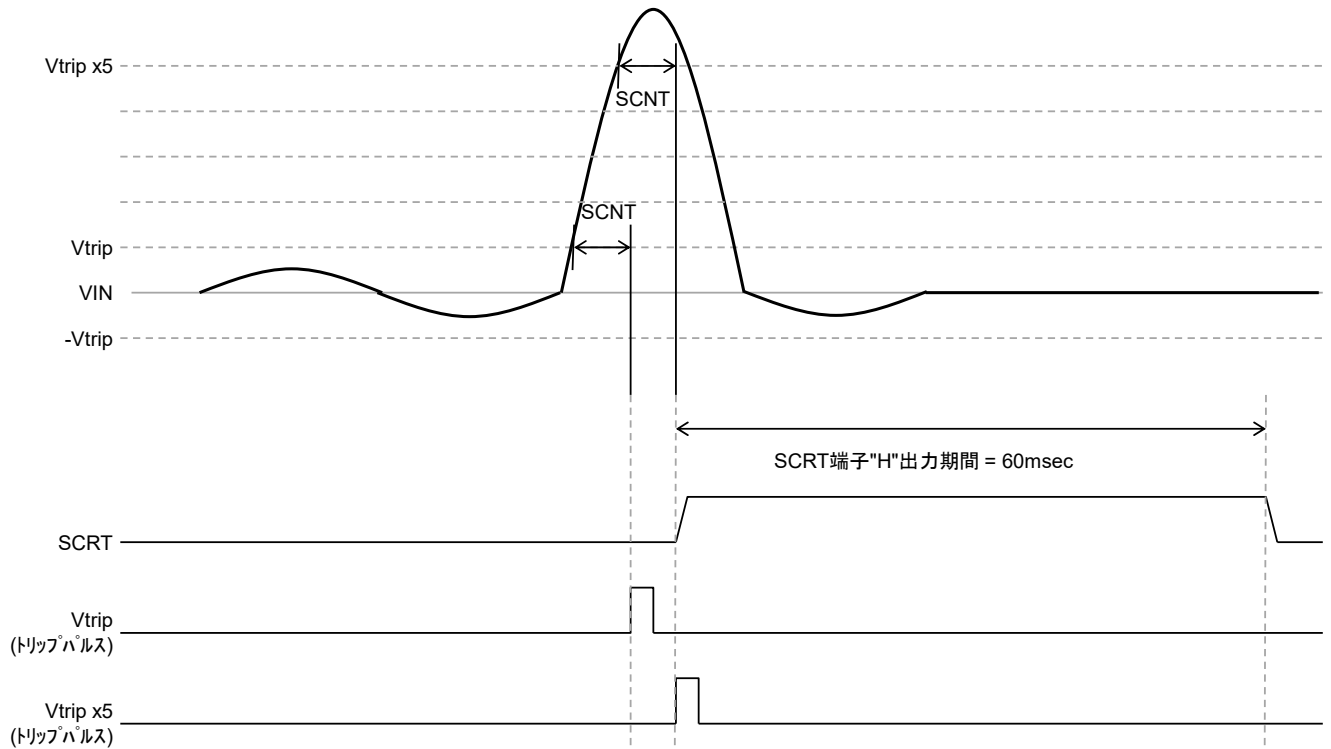
TMD 端子が“H”：Type A に設定される場合、4.3 交流波形検出に加え整流波形検出が有効になります。整流波形検出では一度トリップパルスが生成されると、その後、周期判別期間  $T_{JUDGE} = 6\text{msec}$  の間、トリップパルスの生成動作を停止します。正側トリップパルス、あるいは負側トリップパルスのみカウントでも漏電状態の検出になります。1 波目を検出後、周期判別期間後に  $V_{trip}$  の 0.3125 倍を下回るまでトリップパルスの生成を抑制します。



## 4.5 トリップレベルの 5 倍の検出 (NJU9102 のみ)

ADCDATA の値は、本来のトリップレベルに加え、トリップレベルの 5 倍に対しても比較が行われ、それぞれの検出レベルに対してトリップレベルを生成します。

トリップレベルの 5 倍の検出に対しては、TMD 設定によるトリップパルスのカウントがなく、1 つ目のトリップパルスの検出で即時 SCRT 出力となります。高いトリップレベルでの漏電検出に対して高速に応答します。



トリップレベルの 5 倍の検出と応答

#### 4.6 漏電状態検出回路

Sinc3 フィルタから出力される変換データ、ADCDATA は、トリップレベルとの比較によりレベルが判定されます。トリップレベルの 5 倍の閾値に対するレベルも判定されます(NJU9102 のみ)。

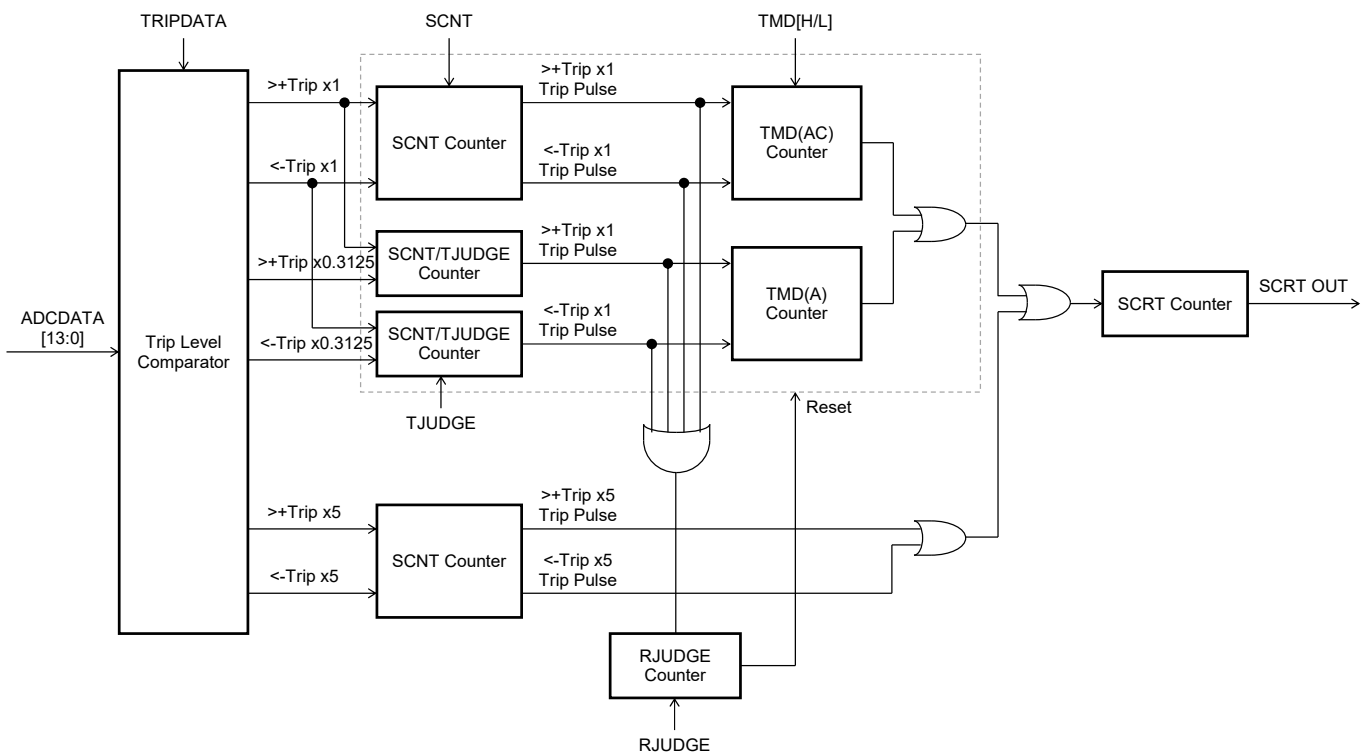
各レベル判定結果は、SCNT 設定による連続レベル超過回数のカウントを行うトリップパルス生成部に入力されます。

トリップレベル 1 倍のレベル判定に対して交流波形検出用トリップパルス生成部、整流波形検出用トリップパルス生成部を持ちます。整流波形検出用トリップパルス生成部では、トリップパルス生成後に TJUDGE 期間のカウントを行うカウンタを持ちます。

トリップレベル 1 倍に対するトリップパルスは、TMD 設定によるトリップパルスカウンタ部と RJUDGE 無信号期間検出部に入力されます。トリップパルスカウンタ部では、TMD 設定に適合したトリップパルスが観測されると漏電状態検出として SCRT 端子を”H”出力にします。

トリップレベル 5 倍のレベル判定に対しては、交流波形検出用トリップパルス生成部のみを持ちます。また TMD 設定によるトリップパルスのカウントはなく、トリップパルスの検出が即漏電状態の検出となります(NJU9102 のみ)。

無信号検出部では無信号検出期間以上、トリップパルスの発生がないことを検出するとすべてのトリップパルスカウンタ部をリセットします。



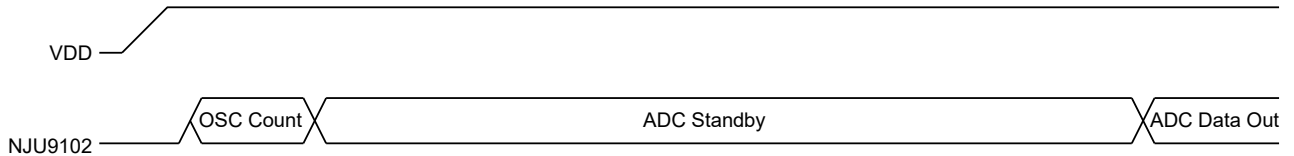
漏電状態検出回路概略



## 5. 動作タイミング

### 5.1 起動シーケンス

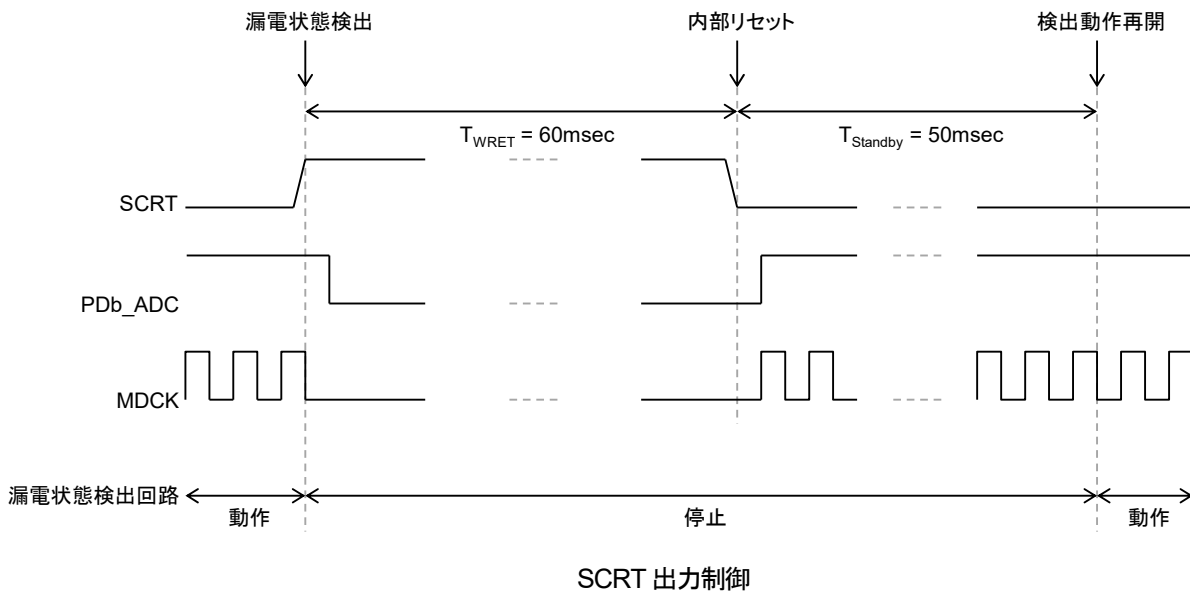
パワーオンリセットの解除後、すぐに内蔵発信器 OSC のパワーダウンが解除され、OSC が動作を開始します。OSC の動作開始から OSC クロック 256 サイクル後に ADC のパワーダウンが解除され変換動作を開始します。モジュレータクロック MDCK の供給開始から最初の 20 サイクル分のモジュレータ出力 MOUT は破棄され、21 サイクル目から変換データとして演算を開始します。



起動シーケンス

### 5.2 SCRT 出力制御

漏電検出条件を検出すると SCRT 端子は、“H”出力します。SCRT の“H”出力期間は、OSC クロックによりカウントされます。漏電検出条件を検出し SCRT 端子から“H”出力すると、ADC はパワーダウン状態へ遷移します。SCRT 端子の“H”出力期間がリセットタイマパルス幅  $T_{WRET} = 60\text{msec}$  に達すると、NJU9102/A はリセットされ、SCRT 端子は“L”出力となり、再起動します。SCRT 出力後の再起動では、SCRT の立ち上がりから約 50msec のアイドル期間を持ってから漏電検出動作が再開されます。

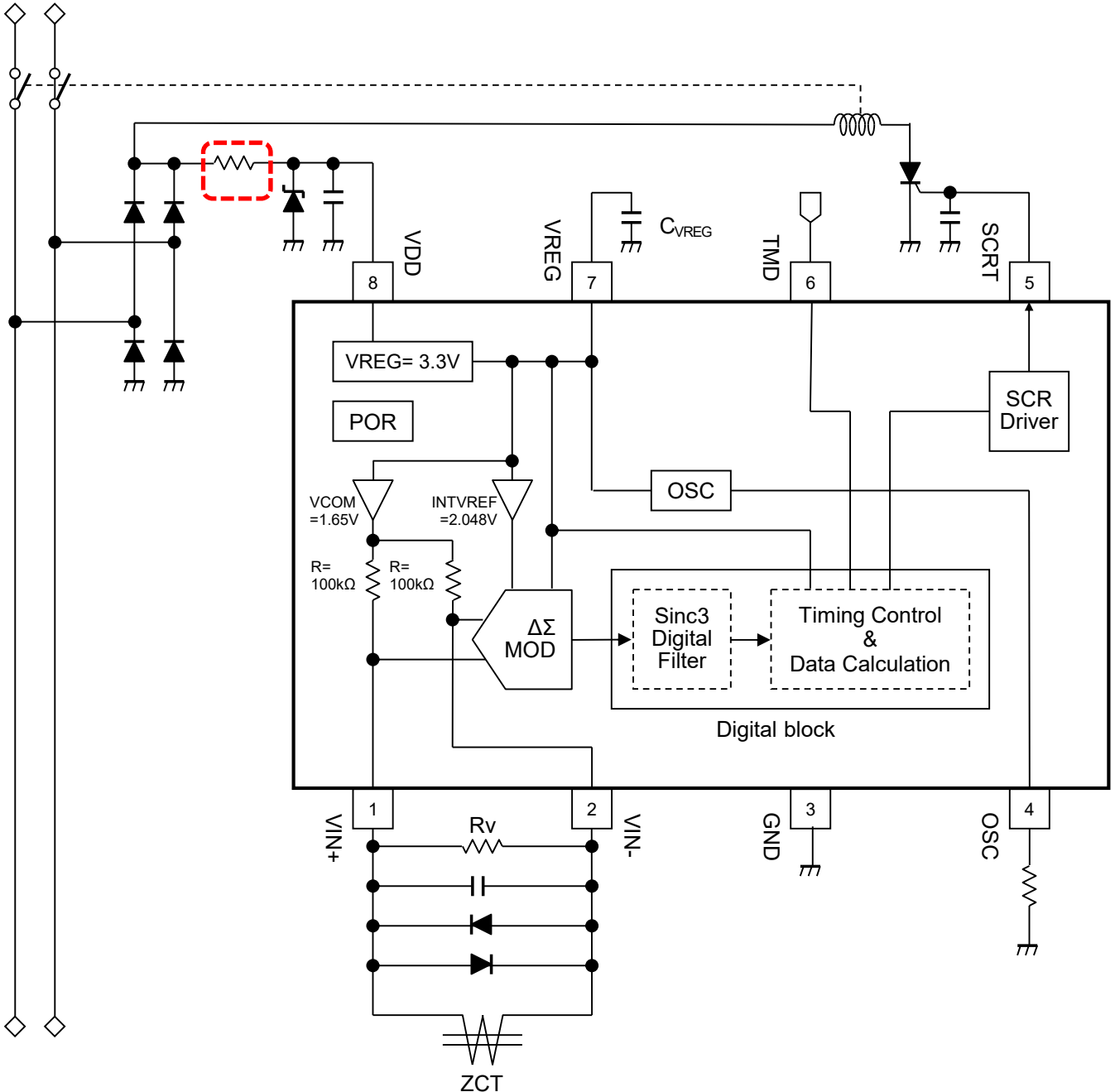


SCRT 出力制御

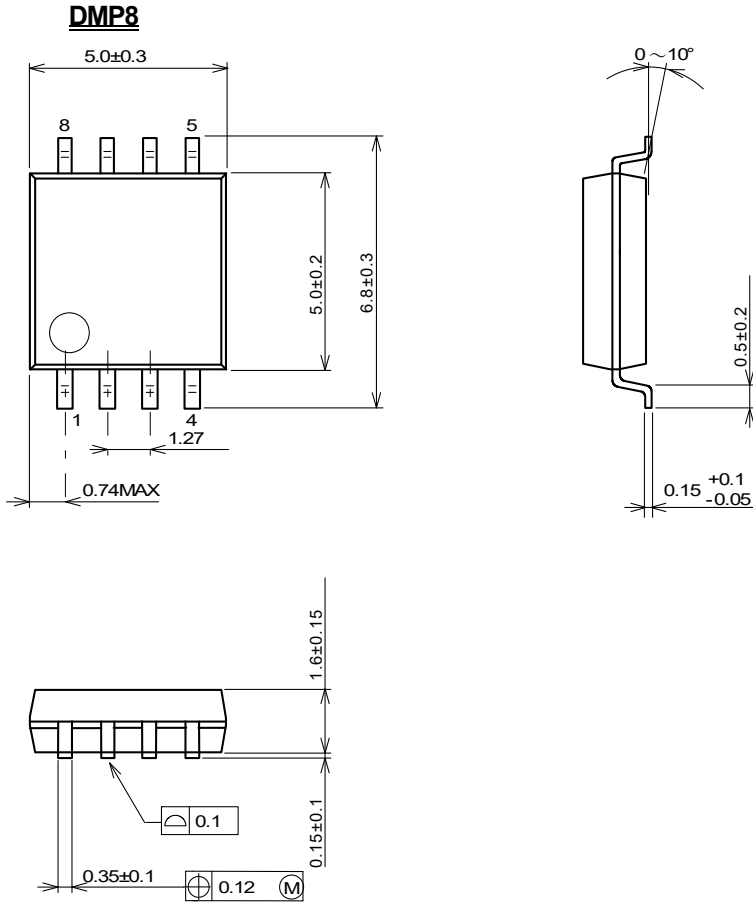
## 6. 電源起動時における瞬時電流抑制について

NJU9102/A は電源起動時に容量  $C_{VREG}$  に充電するように動作します。下図の点線部の抵抗により起動時の充電電流の大きさが変わります。過大な瞬時電流を抑制するため、点線部の抵抗は必要です。

抑制電流値の目安は 9.6mA 未満です。

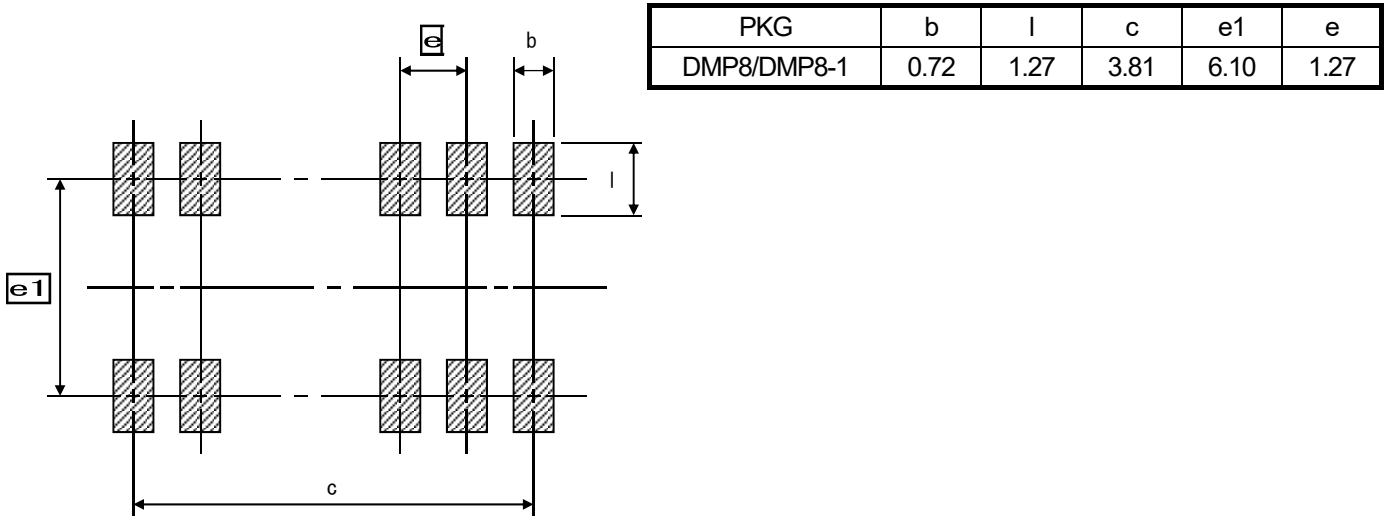


## ■パッケージ外形図



単位:mm

## ■ランドパターン



## ■包装仕様

新日本無線は電子機器の軽薄短小化、更には自動実装による省力化のニーズに対して、スティックケース、エンボステーピング、トレイ及びビニール袋にて出荷しております。

尚、各包装方式には、静電気防止処理として帯電防止処理またはカーボン入り素材を使用しております。各パッケージにおける包装仕様一覧を以下に示します。

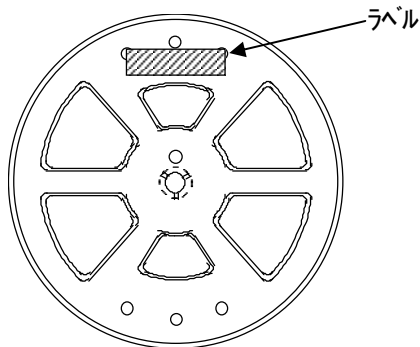
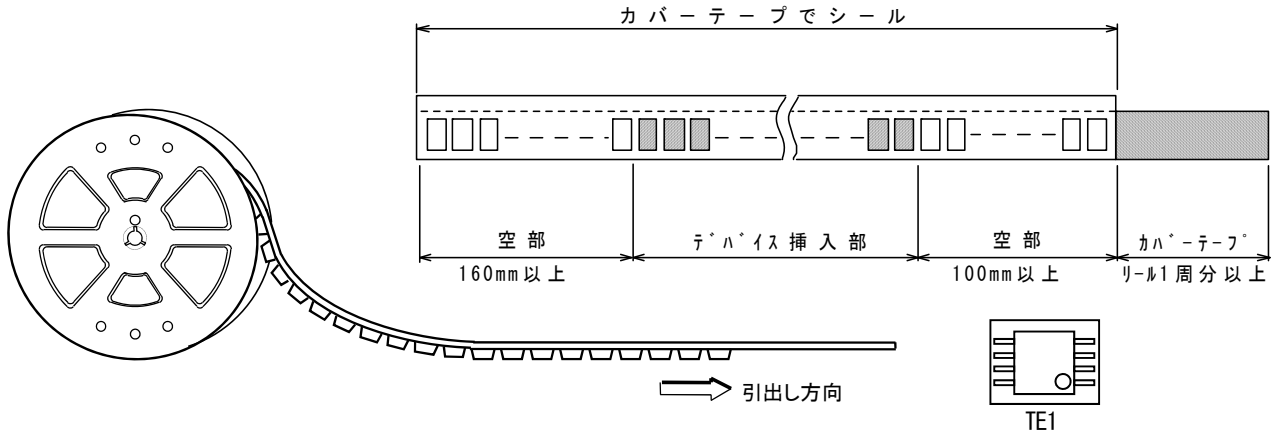
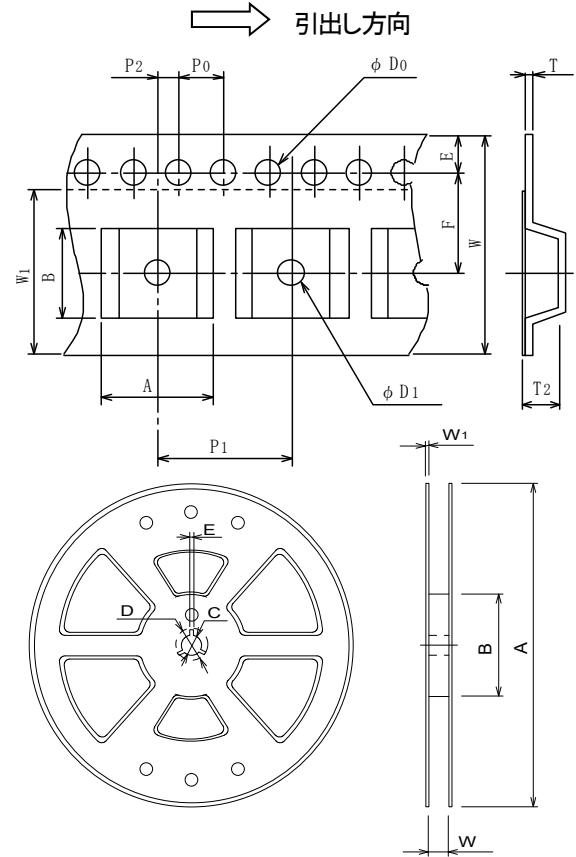
### DMP エンボースキアアテピング(TE1)

照合文字	DMP8 / DMP8-1	DMP14/16/20	備考
A	7.1	7.4	内底の寸法
B	5.4	10.4	内底の寸法
$D_0$	$1.55 \pm 0.05$	$1.5 + 0.1 / -0$	
$D_1$	$2.05 \pm 0.1$	$1.7 \pm 0.1$	
E	$1.75 \pm 0.1$	$1.75 \pm 0.1$	
F	$7.5 \pm 0.1$	$7.5 \pm 0.1$	
$P_0$	$4.0 \pm 0.1$	$4.0 \pm 0.1$	
$P_1$	$12.0 \pm 0.1$	$12.0 \pm 0.1$	
$P_2$	$2.0 \pm 0.1$	$2.0 \pm 0.1$	
T	$0.3 \pm 0.05$	$0.3 \pm 0.05$	
$T_2$	2.0	2.0	
W	$16.0 \pm 0.3$	$16.0 \pm 0.3$	
$W_1$	13.5	13.5	厚さ0.1以内

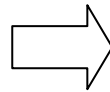
単位:mm

照合文字	DMP8 / DMP8-1	DMP14/16/20
A	$\phi 330 \pm 2$	
B	$\phi 80 \pm 1$	
C	$\phi 13 \pm 0.2$	
D	$\phi 21 \pm 0.8$	
E	$2 \pm 0.5$	
W	$17.5 \pm 0.5$	
$W_1$	$2 \pm 0.2$	
収納数	2,000pcs	

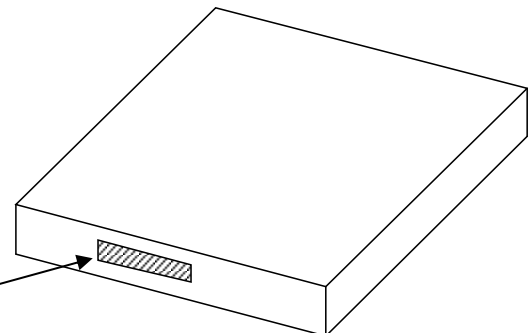
単位:mm



中箱に収納



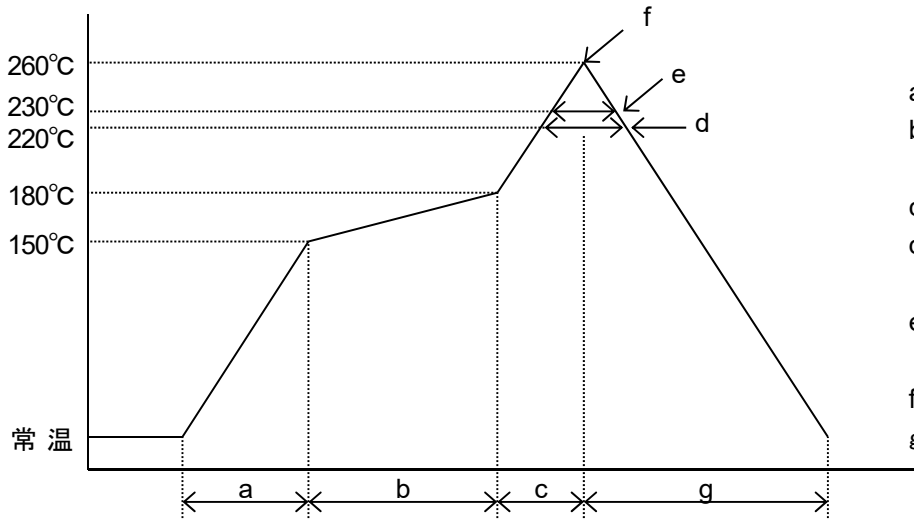
ラベル



## ■推奨実装方法

### リフローはんだ法

\*リフロー温度プロファイル



- a: 温度上昇勾配 : 1~4°C/s
- b: 予備加熱温度 : 150~180°C  
時間 : 60~120s
- c: 温度上昇勾配 : 1~4°C/s
- d: 実装領域 A 温度 : 220°C  
時間 : 60s 以内
- e: 実装領域 B 温度 : 230°C  
時間 : 40s 以内
- f: ピーク温度 : 260°C以下
- g: 冷却温度勾配 : 1~6°C/s

温度測定点 : パッケージ表面

**■注意事項**

1. 当社は、製品の品質、信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品はある確率で故障が発生することがありますので、当社半導体製品の故障により結果として、人身事故、火災事故、社会的な損害等を生じさせることのないように、お客様の責任においてフェールセーフ設計、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計を行い、機器の安全性の確保に十分留意されますようお願いいたします。
2. このデータシートの掲載内容の正確さには万全を期しておりますが、掲載内容について何らかの法的な保証を行うものではありません。とくに応用回路については、製品の代表的な応用例を説明するためのものです。また、工業所有権その他の権利の実施権の許諾を伴うものではなく、第三者の権利を侵害しないことを保証するものでもありません。  
このデータシートに記載されている商標は、各社に帰属します。
3. このデータシートに掲載されている製品を、特に高度の信頼性が要求される下記の機器にご使用になる場合は、必ず事前に当社営業窓口までご相談願います。
  - ・ 航空宇宙機器
  - ・ 海底機器
  - ・ 発電制御機器 (原子力、火力、水力等)
  - ・ 生命維持に関する医療装置
  - ・ 防災/ 防犯装置
  - ・ 輸送機器 (飛行機、鉄道、船舶等)
  - ・ 各種安全装置
4. このデータシートに掲載されている製品の仕様を逸脱した条件でご使用になりますと、製品の劣化、破壊等を招くことがありますので、なさないように願います。仕様を逸脱した条件でご使用になられた結果、人身事故、火災事故、社会的な損害等を生じた場合、当社は一切その責任を負いません。
5. このデータシートに掲載されている製品の仕様等は、予告なく変更することがあります。ご使用にあたっては、納入仕様書の取り交わしが必要です。

