

本資料の内容は和英併記となっておりますが、和文優先とさせていただきます。  
This application note, which shows in Japanese and English, Japanese expression shall be given priority over English expression.

## 【目次】

|   |    |
|---|----|
| 1. はじめに(General Description) .....                              | 3  |
| 2. 特徴(Features).....  | 3  |
| 3. 外形・参考ランド形状(Package information, recommended foot print)..... | 4  |
| 4. ブロック図&応用回路例 (Block diagram and application circuit) .....    | 5  |
| 5. 端子表(Pin assignment) .....                                    | 9  |
| 6. 絶対最大定格(Absolute maximum rating) .....                        | 11 |
| 7. 推奨動作範囲(Recommended operating range).....                     | 12 |
| 8. 許容損失(Power dissipation).....                                 | 12 |
| 9. 電気的特性(Electrical characteristics) .....                      | 13 |
| 10. 真理値表、タイミングチャート(Truth table, timing chart).....              | 16 |
| 10.1. 励磁制御入力 (ホール&Logic 入力) .....                               | 16 |
| 10.2. STBY 端子 .....   | 16 |
| 10.3. 出力 : FLAG 端子 .....  | 17 |
| 10.4. FG 信号 .....   | 17 |
| 10.5. 内部 PWM 制御.....  | 18 |
| 10.6. 外部 PWM 制御.....  | 18 |
| 10.7. PWM 制御入力 (PWM & Decay) .....                              | 19 |
| 10.8. PWM 動作 & 同期整流動作 (Deacy 端子&SRMD 端子) .....                  | 20 |
| 10.9. 同期整流強制停止機能 (Fast Decay 時のみ) .....                         | 22 |
| 10.10. OCP 制御.....  | 23 |
| 10.11. モータロック検出.....  | 24 |
| 10.12. Enable 端子 & Brake 端子 .....                               | 25 |

|  |    |
|--|----|
| 11.回路構成（個別回路）(Functional description; individual block)..... | 26 |
| 11.1. STBY_IN.....   | 26 |
| 11.2. Reg (Int.REG1、Int.REG2) .....                          | 26 |
| 11.3. Charge Pump .....                                      | 26 |
| 11.4. UVLO .....   | 26 |
| 11.5. OVP .....  | 27 |
| 11.6. TSD.....   | 27 |
| 11.7. Hall Amp & Comm Logic.....                             | 27 |
| 11.8. FG Gen .....   | 27 |
| 11.9. Lock Detect .....                                      | 27 |
| 11.10. PWM OSC .....   | 28 |
| 11.11. Internal PWM .....                                    | 29 |
| 11.12. External PWM.....                                     | 29 |
| 11.13. OC&NV Detect .....                                    | 30 |
| 11.14. PWM Control Logic.....                                | 30 |
| 11.15. Gate Drive.....                                       | 30 |
| 11.16. OCP Timer .....                                       | 30 |
| 12. その他(Others).....   | 31 |
| 12.1. PWM 機能に関して.....  | 31 |
| 12.2. 過熱保護機能に関して.....  | 31 |
| 12.3. 過電流保護機能（OCP）に関して.....                                  | 31 |
| 12.4. 過電圧保護機能（OVP）に関して.....                                  | 31 |
| 12.5. 診断結果出力端子（Flag）に関して.....                                | 32 |
| 12.6. ロジック入出力端子について.....                                     | 32 |
| 12.7. 保護回路動作について.....  | 32 |
| 12.8. その他の注意事項.....  | 32 |
| 13. 端子部内部回路(Pin diagram) .....                               | 33 |
| 14. 評価データ(Evaluation data) .....                             | 34 |
| 14.1. 動作波形 .....   | 34 |
| 14.2. 発熱特性 .....   | 35 |
| 14.3. リニアリティ .....   | 36 |
| 15. 捺印仕様(Blanding).....                                      | 37 |
| 16. 梱包仕様(Packing).....                                       | 38 |
| 16.1. 出荷形態、使用材料、巻き数.....                                     | 38 |
| 16.2. テーピング材料.....   | 38 |
| 16.3. テープ引き出し図.....  | 38 |
| 16.4. 材料寸法（図面） .....   | 39 |
| 16.4.1.エンボステープ.....  | 39 |
| 16.4.2. リール .....  | 39 |
| 16.5. 保管条件 .....   | 40 |
| 17. 評価ボードパターン図(Pattern layout for evaluation board) .....    | 41 |
| 18. 仕様上の注意(Caution/Warning) .....                            | 42 |

## 1. はじめに(General Description)

SI-6633M は、定格電流が 2A(DC)/4A(peak)の 3 相ブラシレスモータ駆動用 IC として開発しています。出力素子やそのプリドライバ、PWM 制御機能、保護機能などを1チップ/パッケージに搭載したもので、30V までのモータ電源電圧に対応しています。

SI-6633M is motor driver for 3-phase brushless motor with 2A (DC)/4A (peak) as current ratings. The device has output DMOSFET, pre-drive, PWM current control and protection etc in 1 package. The device is also applied to 30V of VBB as recommended voltage range.

## 2. 特徴(Features)

- ▶ 動作電源電圧範囲  $V_{BB}=10\sim30V$   
Motor supply voltage range  $V_{BB}=10\sim30V$
- ▶ パワー素子搭載、定常定格出力電流  $I_{OUT}=2A(DC)/4A(peak)$   
Output DMOSFETs are integrated. Output current  $I_{OUT}=2A (DC)/4A (peak)$
- ▶ ホール素子入力  
Hall Input
- ▶ 下記電流制御機能搭載  
Current control functions below
  - ピーク電流制御型の固定周波数 PWM (内部 PWM)  
Fixed frequency PWM (Internal PWM) with peak current control
  - 速度制御信号 (アナログ信号) による PWM 制御 (外部 PWM)  
PWM control by speed control signal with analog voltage (External PWM)
  - ロジック入力による PWM 制御 (ロジック PWM)  
PWM control by logic input (Logic PWM)
- ▶ 各種保護機能搭載 (保護機能動作時のアラーム出力端子を用意)  
Protections (Alarm output pin (FLAG) is active when any protection is activated.)
  - 過電流保護  
Over current protection
  - 過電圧保護  
Over voltage protection
  - 過熱保護  
Thermal shutdown
  - 低電圧動作保護  
Under voltage lock out
  - モータロック検知  
Motor lock detection
- ▶ ホール入力の状態遷移より生成する回転信号出力端子 (FG) を用意  
Motor speed output by hall input transition (FG)
- ▶ 電力損失を低減する同期整流機能搭載  
Synchronous rectification with low power dissipation
- ▶ 同期整流動作 (アクティブ/パッシブ) の切り替え機能を搭載  
Select for synchronous rectification (active/passive).
- ▶ スタンバイモード  
Stand-by mode

※各種保護機能によりアブノーマル状態における製品破壊を極力防ぐ設計を行っておりますが、保護機能により製品破壊を防ぐ保証は出来ません。セット設計においては、極力アブノーマル状態が発生しないよう考慮願います。

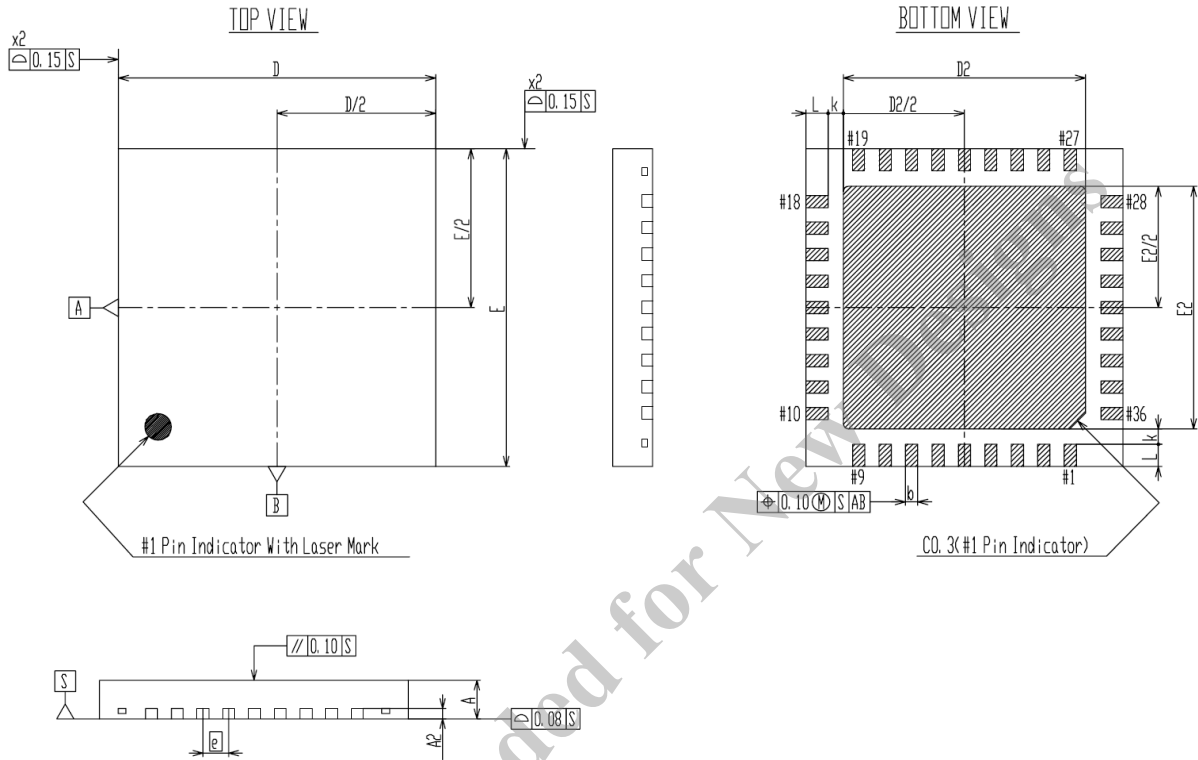
Although the device may be protected from damaged with protection circuit in the device from design point of view, it can't be guaranteed the device being damaged by the protections in the device.

In the design of set, please take care to avoid abnormal condition with all the countermeasures you can take.

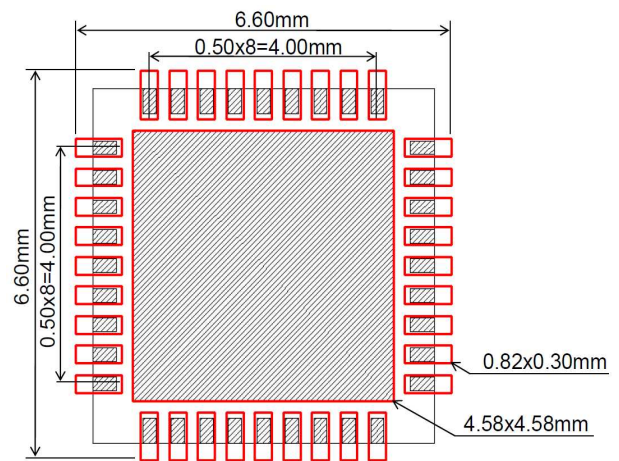
### 3. 外形・参考ランド形状(Package information, recommended foot print)

Unit : mm

サーマルパッド付き QFN36Pin パッケージ  
QFN36 package with exposed pad



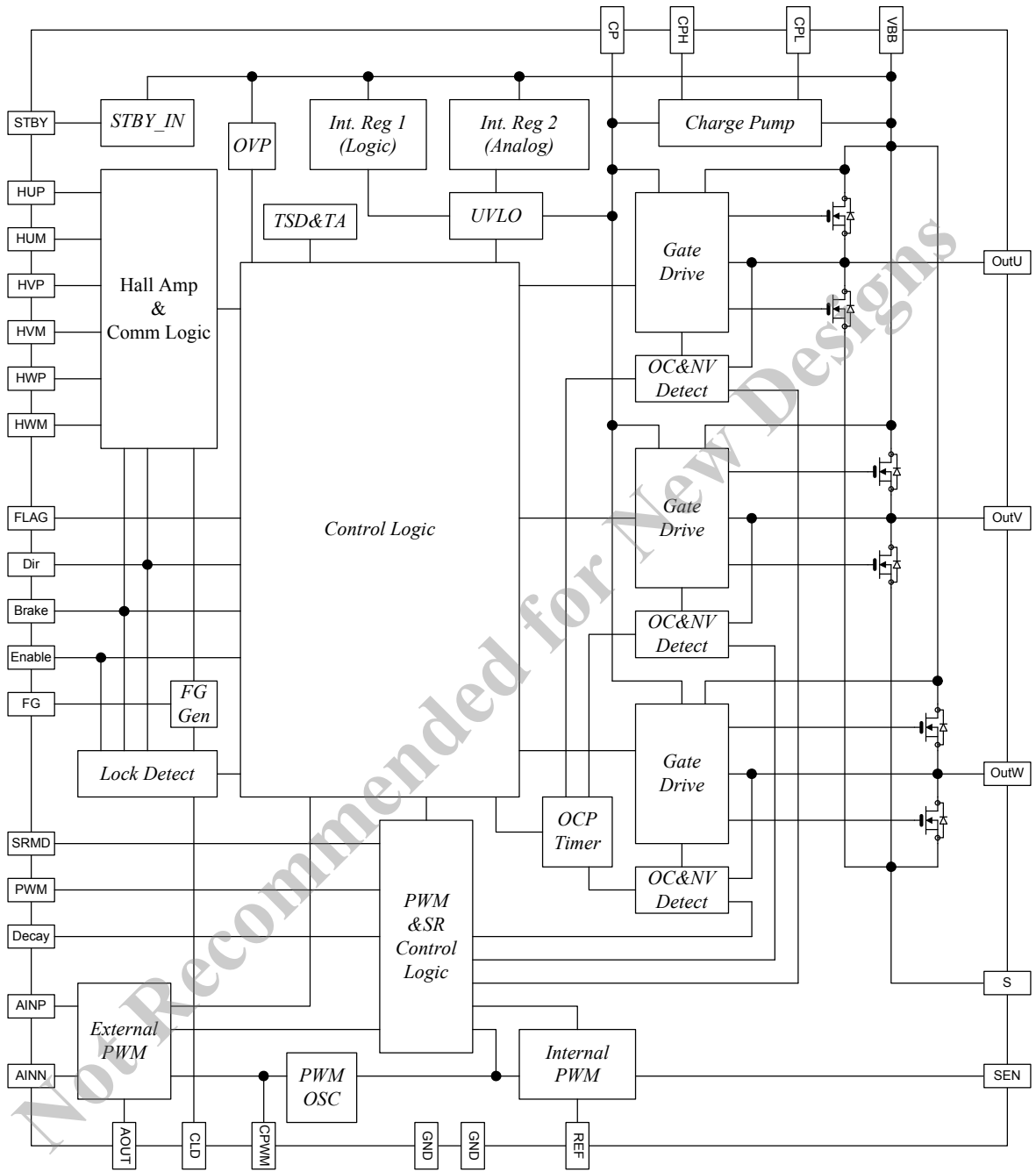
参考ランド形状 (赤線部分)  
Recommended foot print (red line)



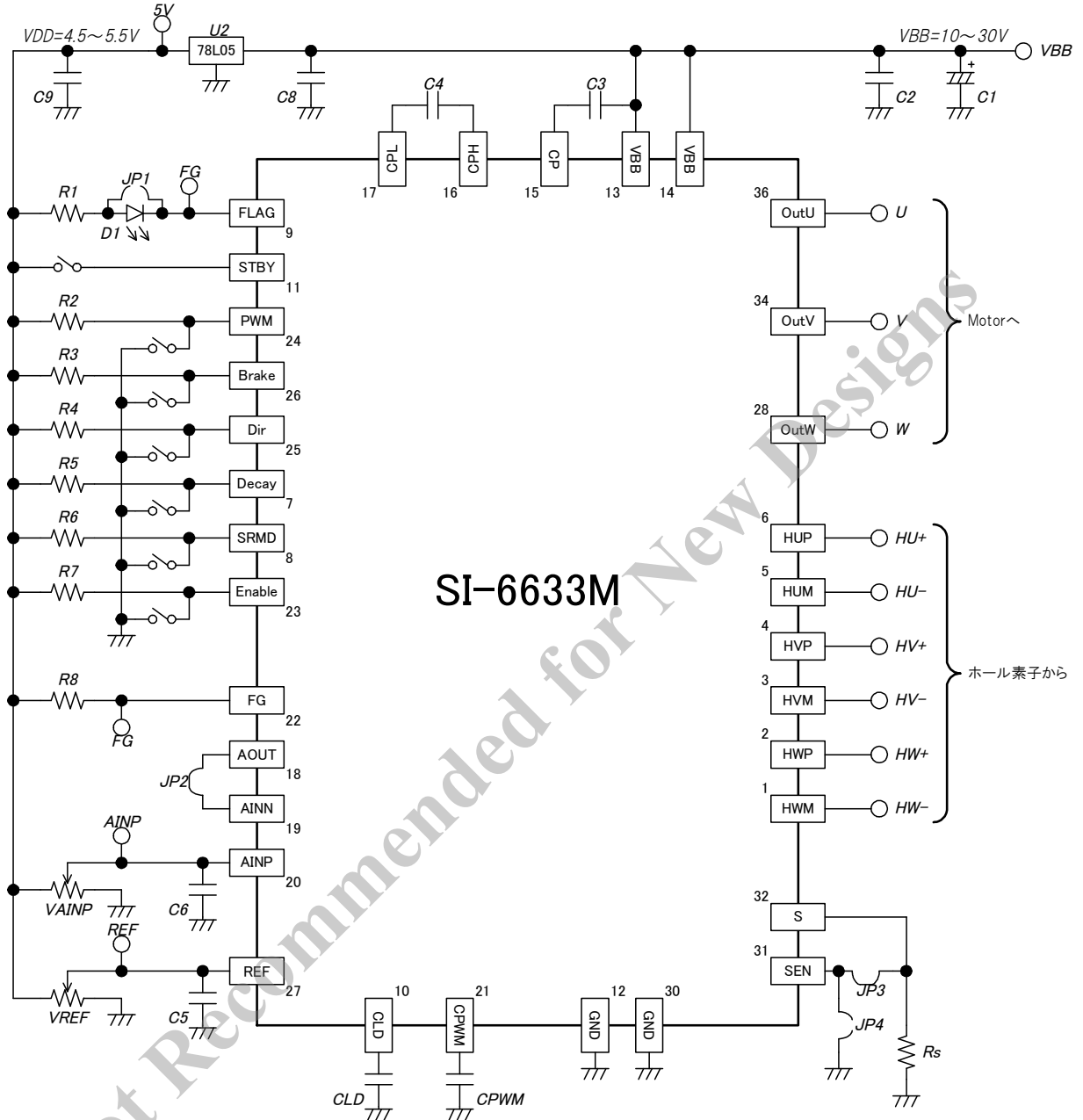
| SYMBOL | COMMON DIMENSIONS |      |      |
|--------|-------------------|------|------|
|        | MIN               | NOM  | MAX  |
| A      | 0.70              | 0.75 | 0.80 |
| A2     | 0.20 REF.         |      |      |
| b      | 0.18              | 0.23 | 0.28 |
| D      | 5.90              | 6.00 | 6.10 |
| D2     | 4.43              | 4.58 | 4.73 |
| E      | 5.90              | 6.00 | 6.10 |
| E2     | 4.43              | 4.58 | 4.73 |
| e      | 0.50 BSC.         |      |      |
| k      | 0.25              | —    | —    |
| L      | 0.32              | 0.42 | 0.52 |

### 4. ブロック図&応用回路例 (Block diagram and application circuit)

回路ブロック図(Block diagram)



応用回路例-ホール素子入力時  
(Application circuit – Hall element input)



SI-6633M

参考定数(Component value for reference)

|                              |           |                             |
|------------------------------|-----------|-----------------------------|
| C1 : 100μF/50V               | R1 : 1kΩ  | CLD <sup>※1</sup> : 0.1μF   |
| C2 <sup>※1</sup> : 0.1μF/50V | R2 : 10kΩ | CPWM <sup>※1</sup> : 1000pF |
| C3 : 0.1μF/16V               | R3 : 10kΩ | Rs <sup>※1※2</sup> : 0.1Ω   |
| C4 : 0.1μF/50V               | R4 : 10kΩ |                             |
| C5 : (option)                | R5 : 10kΩ |                             |
| C6 : (option)                | R6 : 10kΩ |                             |
|                              | R7 : 10kΩ |                             |

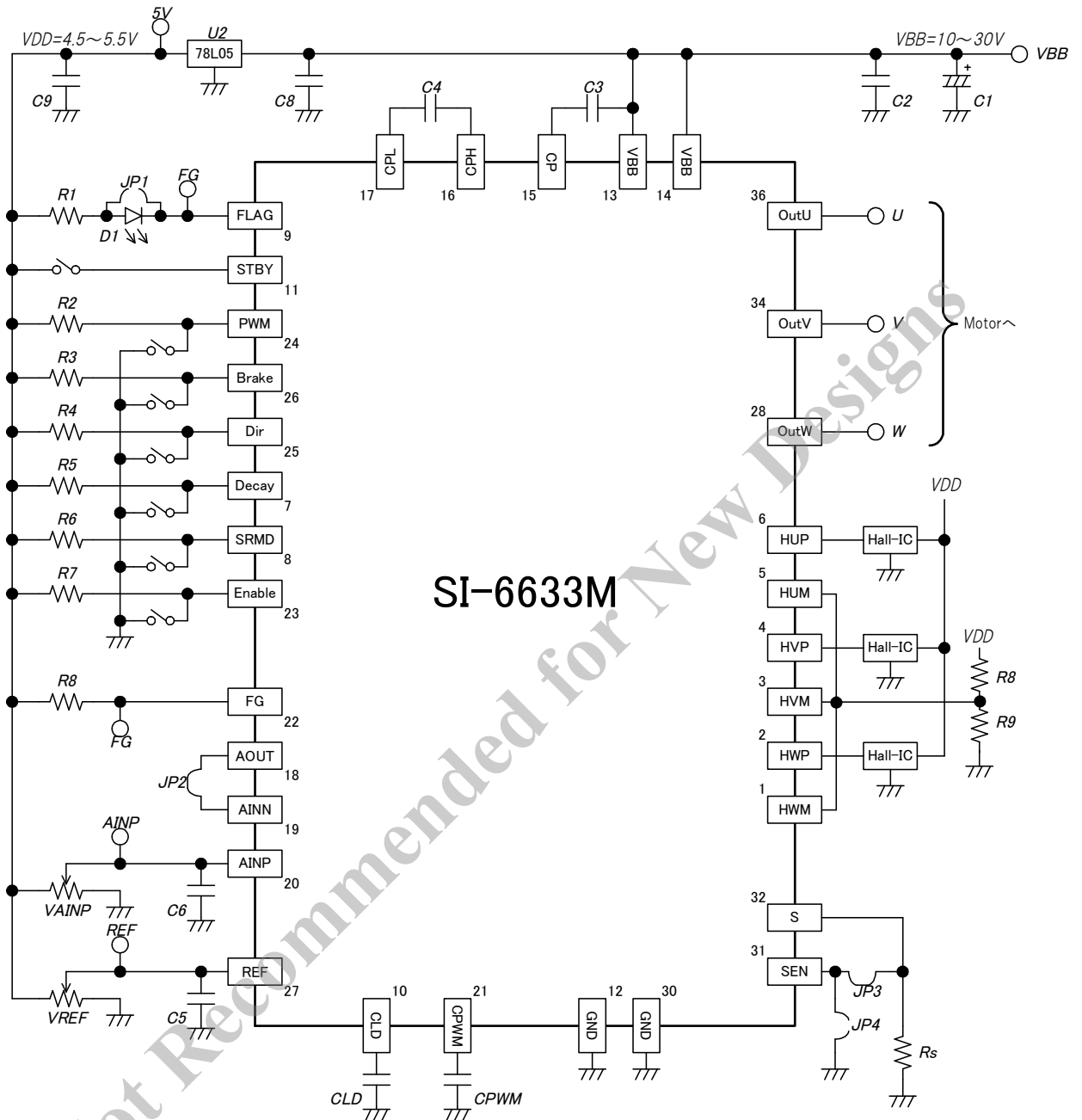
※1: 出来るだけ IC の直近で接続して下さい。

These components should be mounted as close to the device as possible.

※2: 特に損失に注意して下さい。

Care should be taken with power dissipation.

応用回路例-ホール IC 入力時  
(Application circuit - Hall IC input)



SI-6633M

参考定数(Component value for reference)

|                        |                   |                       |
|------------------------|-------------------|-----------------------|
| C1 : 100 $\mu$ F/50V   | R1 : 1k $\Omega$  | R8 : 10k $\Omega$     |
| C2*1 : 0.1 $\mu$ F/50V | R2 : 10k $\Omega$ | R9 : 10k $\Omega$     |
| C3 : 0.1 $\mu$ F/16V   | R3 : 10k $\Omega$ | CLD*1 : 0.1 $\mu$ F   |
| C4 : 0.1 $\mu$ F/50V   | R4 : 10k $\Omega$ | CPWM*1 : 1000pF       |
| C5 : (option)          | R5 : 10k $\Omega$ | Rs*1*2 : 0.1 $\Omega$ |
| C6 : (option)          | R6 : 10k $\Omega$ |                       |
|                        | R7 : 10k $\Omega$ |                       |

※1: 出来るだけ IC の直近で接続して下さい。

These components should be mounted as close to the device as possible.

※2: 特に損失に注意して下さい。

Care should be taken with power dissipation.

☆特に  $V_{DD}$  ラインのノイズに注意して下さい。

$V_{DD}$  ラインのノイズが 0.5V 以上になると製品が誤動作する場合がありますので、GND パターンの引き回しには十分に注意して下さい。製品 GND 部から  $V_{DD}$  系 GND(S-GND)と  $V_{BB}$  系 GND(P-GND)を分離するとノイズ低減効果があります。

Care should be taken to avoid the noise on  $V_{DD}$  line.

Switching noise from PCB traces, where high current flows, to the  $V_{DD}$  line should be minimized because the noise level more than 0.5V on the  $V_{DD}$  line may cause malfunctioning operation.

The tip for avoiding such problem is to separate the logic GND (S-GND) and the power GND (P-GND) on a PCB, and then connect them together at IC GND pin.

☆応用回路例は評価ボード回路図も兼ねております。

Application circuit is also applied to evaluation board for the device.

Not Recommended for New Designs



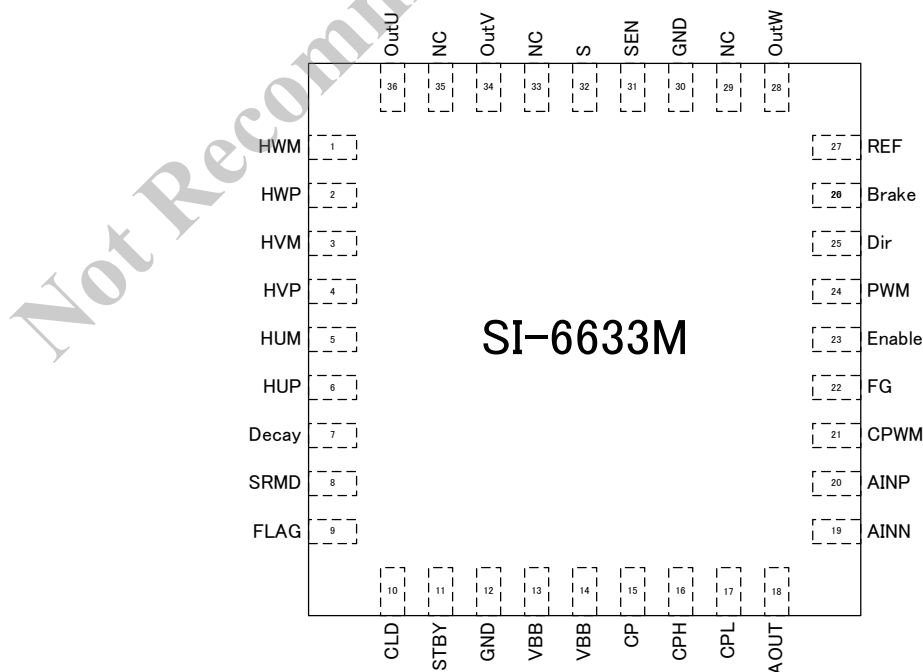
## 5. 端子表(Pin assignment)

| No | 端子名<br>Pin name | 端子機能<br>Function  |
|----|-----------------|---|
| 1  | HWM             | ホール素子入力端子 W-<br>Hall input W-   |
| 2  | HWP             | ホール素子入力端子 W+<br>Hall input W+   |
| 3  | HVM             | ホール素子入力端子 V-<br>Hall input V-   |
| 4  | HVP             | ホール素子入力端子 V+<br>Hall input V+   |
| 5  | HUM             | ホール素子入力端子 U-<br>Hall input U-   |
| 6  | HUP             | ホール素子入力端子 U+<br>Hall input U+   |
| 7  | Decay           | 電流回生方式設定端子<br>Select for decay mode                                   |
| 8  | SRMD            | 同期整流動作選択 (アクティブ or パッシブ)<br>Select for synchronous rectification      |
| 9  | FLAG            | 異常検知出力端子<br>Output for protection detected                            |
| 10 | CLD             | ロック検知保護時間設定端子<br>Setting for lock detection timer                     |
| 11 | STBY            | スタンバイ制御入力端子<br>Stand-by input   |
| 12 | GND             | 製品 GND<br>Ground  |
| 13 | VBB             | モータ電源&主電源端子<br>Motor power supply                                     |
| 14 | VBB             | モータ電源&主電源端子<br>Motor power supply                                     |
| 15 | CP              | チャージポンプチャージアップ用コンデンサ端子<br>Reservoir pin for charge pump               |
| 16 | CPH             | チャージポンプ汲み上げ用コンデンサ端子 High<br>Pumping for charge pump - High            |
| 17 | CPL             | チャージポンプ汲み上げ用コンデンサ端子 Low<br>Pumping for charge pump - Low              |
| 18 | AOUT            | アンプ出力&100%ON 指示入力端子<br>Amplifier output and 100% ON input             |
| 19 | AINN            | アンプ入力マイナス<br>Minus pin for amplifier input                            |
| 20 | AINP            | アンプ入力プラス<br>Plus pin for amplifier input                              |
| 21 | CPWM            | PWM 周波数設定端子<br>Setting pin for PWM frequency                          |
| 22 | FG              | FG 信号出力<br>Output for FG signal                                       |
| 23 | Enable          | ロックカウンターリセット&Enable 信号入力端子<br>Reset for lock counter and Enable input |

| No | 端子名<br>Pin name | 端子機能<br>Function   |
|----|-----------------|--|
| 24 | PWM             | 外部 PWM 制御ロジック信号入力<br>External PWM control input                |
| 25 | Dir             | 回転方向設定端子<br>Direction input                                    |
| 26 | Brake           | ブレーキ入力端子<br>Brake input  |
| 27 | REF             | 内部 PWM 電流設定端子<br>Analog input for internal PWM current control |
| 28 | OutW            | W 相出力端子<br>Output for W phase                                  |
| 29 | N.C.            | No Connection  |
| 30 | GND             | 製品 GND<br>Ground   |
| 31 | SEN             | 電流検出入力端子<br>Current sensing input                              |
| 32 | S               | ソース端子<br>Source pin  |
| 33 | N.C.            | No Connection  |
| 34 | OutV            | V 相出力端子<br>Output for V phase                                  |
| 35 | N.C.            | No Connection  |
| 36 | OutU            | U 相出力端子<br>Output for U phase                                  |

※GND 端子と VBB 端子は、2 端子とも各電源ラインへ接続して下さい。

Two GND pins should be connected together to ground line on PCB, two VBB pins should be connected together to VBB line.



## 6. 絶対最大定格(Absolute maximum rating)

特記なき場合、 $T_J=+25^{\circ}\text{C}$

$T_J=+25^{\circ}\text{C}$  Unless otherwise noted

| 項目<br>Items                         | 記号<br>Symbol            | 条件<br>Condition                          | 規格値<br>Limit    | 単位<br>Unit         |
|-------------------------------------|-------------------------|--|-----------------|--------------------|
| 電源電圧<br>Power supply voltage        | $V_{\text{BB}}$         |  | 38              | V                  |
| 出力電圧<br>Output voltage              | $V_{\text{OUT}}$        |  | $V_{\text{BB}}$ | V                  |
| 出力電流 (※)<br>Output current          | $I_{\text{OUT(Ave)}}$   |  | $\pm 2$         | A                  |
|                                     | $I_{\text{OUT(Peak)}}$  | $tw < 500\text{msec}/\text{Duty} < 10\%$ | $\pm 4$         | A                  |
| ロジック入力電圧<br>Logic input voltage     | $V_{\text{IN(Logic)}}$  |  | -0.3~5.5        | V                  |
| アナログ入力電圧<br>Analog voltage          | $V_{\text{IN(Analog)}}$ |  | -0.3~6          | V                  |
| 検出電圧<br>Sense voltage               | $V_{\text{SENSE}}$      |  | $\pm 0.5$       | V                  |
| パッケージ許容損失<br>Power dissipation      | PD                      | サンケン評価基板<br>SK evaluation board          | 2.9             | W                  |
| 最高ジャンクション温度<br>Junction temperature | $T_J$                   |  | 150             | $^{\circ}\text{C}$ |
| 保存温度<br>Storage temperature         | $T_{\text{stg}}$        |  | -40~150         | $^{\circ}\text{C}$ |
| 動作周囲温度<br>Ambient temperature       | $T_A$                   |  | -20~85          | $^{\circ}\text{C}$ |

(※) 出力電流値は、Duty 比、周囲温度、放熱条件によって制限される可能性があります。いかなる場合も最大接合部温度 ( $T_J=150^{\circ}\text{C}$ ) を超えないようにしてください。

Output current rating may be limited by duty cycle, ambient temperature, and heat sinking. Under any set of conditions, do not exceed the specified junction temperature ( $T_J$ ).

ピーク電流は設計保証となります。

Peak current is guaranteed by design.

## 7. 推奨動作範囲(Recommended operating range)

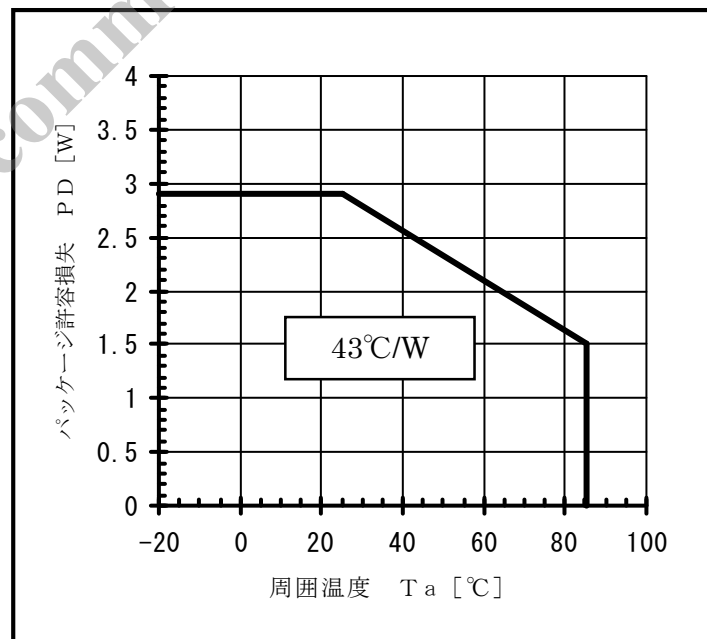
| 項目<br>Item                       | 記号<br>Symbol     | 規格値<br>Limit | 単位<br>Unit  | 備考<br>Remark   |
|----------------------------------|------------------|--------------|-------------|--|
| 電源電圧<br>Power supply voltage     | $V_{BB}$         | 10~30        | V           | 通常動作時<br>Normal operation  |
| ロジック入力電圧<br>Logic input voltage  | $V_{IN(Logic)}$  | 0~5.5        | V           |  |
| アナログ入力電圧<br>Analog input voltage | $V_{IN(Analog)}$ | 0~5.5        | V           | Refを除く<br>Except for Ref pin   |
| Ref入力電圧<br>Ref input voltage     | $V_{Ref}$        | 0.5~5.5      | V           | 0.5V以下では、電流制御精度が大幅に低下します<br>Current accuracy is going down under 0.5V. |
| 検出電圧<br>Sense voltage            | $V_{SEN}$        | $\pm 0.5$    | V           |  |
| パッケージ温度<br>Package temperature   | $T_C$            | 105          | $^{\circ}C$ |  |
| 動作周囲温度<br>Ambient temperature    | $T_A$            | -20~85       | $^{\circ}C$ |  |

注)特に出力電流を推奨動作範囲以上、絶対最大定格以下にてご使用される場合、下記熱設計データおよびアプリケーションノート等を参照の上、他の定格を越える事の無いよう十分な評価、検証を必ず行って下さい。

Especially, care should be taken with output current on condition over recommendation range and below absolute max rating. In this case, enough evaluation is needed with thermal design data below and application note to avoid the device being over absolute max rating for other item.

## 8. 許容損失(Power dissipation)

パッケージ使用時の減定格(Power dissipation)



※SK 評価基板使用時(SK evaluation board)

## 9. 電気的特性(Electrical characteristics)

(特に断り無き場合、 $T_a=25^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BB}}=24\text{V}$ 、 $V_{\text{DD}}=5\text{V}$ )

( $T_a=25^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BB}}=24\text{V}$ 、 $V_{\text{DD}}=5\text{V}$ 、Unless Otherwise Noted.)

| 項目<br>Item                                     | 記号<br>Symbol                    | 定格(Limit) |           |                   | 単位<br>Unit    | 条件<br>Condition  |                            |
|--|---------------------------------|-----------|-----------|-------------------|---------------|--|----------------------------|
|  |                                 | Min.      | Typ.      | Max.              |               |  |                            |
| 主電源電圧範囲<br>Power supply voltage range          | $V_{\text{BB}}$                 | 10        | -         | $V_{\text{BBOV}}$ | V             | モータ駆動時<br>Motor operation  |                            |
| チャージポンプ出力電圧<br>Charge pump voltage             | $V_{\text{CP}}$                 | 6         | 7.5       | 9                 | V             | 出力Disable、CP~VBB端子間電圧<br>Output disable, VCP-VBB voltage                                     |                            |
| チャージポンプ動作周波数<br>Charge pump frequency          | $f_{\text{CP}}$                 | 90        | 120       | 150               | kHz           |  |                            |
| 主電源電流<br>Power supply current                  | $I_{\text{BB}}$                 | 5         | 10        | 15                | mA            | 出力Disable<br>Output disable  | $V_{\text{BB}}=38\text{V}$ |
|  | $I_{\text{BBSTBY}}$             | -         | 100       | 500               | $\mu\text{A}$ | $V_{\text{STBY}}=2.5\text{V}$  |                            |
| Out端子リーク電流<br>Output leak current              | $I_{\text{OLKL}}$               | -200      | -100      | -50               | $\mu\text{A}$ | $V_{\text{BB}}=38\text{V}$ 、 $V_{\text{OUT}}=0\text{V}$                                      |                            |
|  | $I_{\text{OLKH}}$               | 50        | 100       | 200               | $\mu\text{A}$ | $V_{\text{BB}}=V_{\text{OUT}}=38\text{V}$  |                            |
| 出力MOSFET ON抵抗<br>MOSFET ON resistance          | $R_{\text{DS(on)}}$             | 0.1       | 0.2       | 0.3               | $\Omega$      | $I_{\text{DS}}=2.0\text{A}$ 、S端子GND接続<br>$I_{\text{DS}}=2.0\text{A}$ 、S pin connected to GND |                            |
| 出力MOSFETダイオード順電圧<br>Body diode forward voltage | $V_{\text{SD}}$                 | 0.8       | 1.1       | 1.4               | V             | $I_{\text{SD}}=2.0\text{A}$  |                            |
| STBY端子入力電圧<br>STBY pin input voltage           | $V_{\text{STBYL}}$              | 0         | -         | 0.8               | V             |  |                            |
|  | $V_{\text{STBYH}}$              | 2.5       | -         | $V_{\text{DD}}$   | V             |  |                            |
|  | $\Delta V_{\text{STBY}}$        | 0.1       | 0.25      | 0.4               | V             | ヒステリシス幅<br>Hysteresis  |                            |
| STBY端子入力電流<br>STBY pin input current           | $I_{\text{STBYL}}$              | 0         | $\pm 1$   | $\pm 10$          | $\mu\text{A}$ |  |                            |
|  | $I_{\text{STBYH}}$              | 20        | 50        | 100               | $\mu\text{A}$ | $V_{\text{STBY}}=5\text{V}$  |                            |
| Logic入力電圧<br>Logic input voltage               | $V_{\text{INPL}}$               | 0         | -         | 0.8               | V             | ヒステリシス幅<br>Hysteresis  |                            |
|  | $V_{\text{INPH}}$               | 3.5       | -         | $V_{\text{DD}}$   | V             |  |                            |
|  | $\Delta V_{\text{INP}}$         | 1         | 1.5       | 2                 | V             |  |                            |
| Logic入力電流<br>Logic input current               | $I_{\text{INPL}}$               | 0         | $\pm 1$   | $\pm 10$          | $\mu\text{A}$ | $V_{\text{IN}}=0\text{V}$  |                            |
|  | $I_{\text{INPH}}$               | 0         | $\pm 1$   | $\pm 10$          | $\mu\text{A}$ | $V_{\text{IN}}=5.5\text{V}$  |                            |
| REF端子入力電流<br>REF pin input current             | $I_{\text{REF}}$                | -5        | -0.5      | 1                 | $\mu\text{A}$ | $V_{\text{REF}}=0\sim 5.5\text{V}$   |                            |
| REF端子入力電圧範囲<br>REF pin input current           | $V_{\text{REF}}$                | 0.5       | -         | 5.5               | V             |  |                            |
| SEN端子入力電流<br>SEN pin input current             | $I_{\text{SEN}}$                | 0         | $\pm 2.5$ | $\pm 10$          | $\mu\text{A}$ | $V_{\text{SEN}}=0\sim 0.5\text{V}$   |                            |
| 電流検出電圧比<br>Current sensing divider ratio       | $V_{\text{SEN}}/V_{\text{REF}}$ | -10       | -         | 10                | %             | $V_{\text{REF}}=5.5\text{V}$   |                            |
| 電流検出フィルタ時間<br>Current sensing filter time      | $t_{\text{LPFSEN}}$             | 0.6       | 1.8       | 3                 | $\mu\text{s}$ |  |                            |
| CPWM端子閾値電圧<br>CPWM pin threshold voltage       | $V_{\text{CPWML}}$              | 1.1       | 1.5       | 1.9               | V             |  |                            |
|  | $V_{\text{CPWMH}}$              | 3         | 3.5       | 4                 | V             |  |                            |
| CPWM端子発振周波数<br>CPWM pin frequency              | $f_{\text{CPWM}}$               | 15        | 25        | 35                | kHz           | $C_{\text{PWM}}=1000\text{pF}$   |                            |
| CLD端子発振周波数<br>CLD pin frequency                | $f_{\text{CLD}}$                | 54        | 64        | 74                | Hz            | $C_{\text{LD}}=0.1\mu\text{F}$   |                            |

- Typ データは設計情報として使用して下さい。  
Typ data is for reference only.
- 電流は製品から流れ出す方向を-(マイナス)とします  
Negative current is defined as coming out of the specified pin.

電気的特性(続き) (特に断り無き場合、 $T_a=25^\circ\text{C}$ 、 $V_{BB}=24\text{V}$ 、 $V_{DD}=5\text{V}$ )Electrical Characteristic(continued) ( $T_a=25^\circ\text{C}$ 、 $V_{BB}=24\text{V}$ 、 $V_{DD}=5\text{V}$ , Unless Otherwise Noted.)

| 項目<br>Item                                      | 記号<br>Symbol    | 定格(Limit)   |      |             | 単位<br>Unit    | 条件<br>Condition  |                              |
|---|-----------------|-------------|------|-------------|---------------|--|------------------------------|
|   |                 | Min.        | Typ. | Max.        |               |  |                              |
| 主電源電圧範囲<br>Power supply voltage range           | $V_{BB}$        | 10          | -    | $V_{BBOV}$  | V             | モータ駆動時<br>Motor operation  |                              |
| チャージポンプ出力電圧<br>Charge pump voltage              | $V_{CP}$        | 6           | 7.5  | 9           | V             | 出力Disable、CP~VBB端子間電圧<br>Output disable, VCP-VBB voltage                               |                              |
| チャージポンプ動作周波数<br>Charge pump frequency           | $f_{CP}$        | 90          | 120  | 150         | kHz           |  |                              |
| AIN端子入力電流<br>AIN pin input current              | $I_{AIN}$       | -1          | -0.5 | 1           | $\mu\text{A}$ | AINP、AINN端子、 $V_{AIN}=0\sim 5.5\text{V}$<br>AINP、AINN pin, $V_{AIN}=0\sim 5.5\text{V}$ |                              |
| AOUT端子イネーブル閾値電圧<br>AOUT pin threshold voltage   | $V_{AOENA}$     | -           | 1.2  | $V_{CPWML}$ | V             | AOUT端子電圧上昇時<br>AOUT pin voltage rising   |                              |
|   | $V_{AOENAhys}$  | 0.05        | 0.1  | 0.15        | V             | ヒステリシス幅<br>Hysteresis  | 設計保証<br>Guaranteed by design |
| AOUT端子最大出力電圧<br>AOUT pin max output voltage     | $V_{AOUTH}$     | $V_{CPWMH}$ | 4    | 4.45        | V             | 出力PWM動作時<br>Output PWM operating   |                              |
| AOUT端子外部印加電圧範囲<br>AOUT pin input voltage range  | $V_{AOUTEI}$    | 4.5         | -    | 5.5         | V             | 出力100%オン<br>Output 100% ON   |                              |
| AOUT端子最大出力電流<br>AOUT pin max output current     | $I_{AOUT}$      | 7.5         | -    | -           | mA            | $V_{AOUT}=0\text{V}$   |                              |
| AOUT端子プルダウン抵抗値<br>AOUT pin pull-down resistance | $R_{AOUT}$      | 25          | 32.5 | 40          | k $\Omega$    | $V_{AOUT}=2.5\text{V}$   |                              |
| フラグ出力端子オン電圧<br>FLAG pin output voltage          | $V_{FLAG(ON)}$  | 0.1         | 0.2  | 0.5         | V             | $I_{FLAG}=2\text{mA}$  | FLAG                         |
| フラグ出力端子リーク電流<br>FLAG pin leak current           | $I_{FLAG(OFF)}$ | 0           | -    | 20          | $\mu\text{A}$ | $V_{FLAG}=5.5\text{V}$   |                              |
| FG出力端子オン電圧<br>FG pin output voltage             | $V_{FG(ON)}$    | 0.1         | 0.2  | 0.5         | V             | $I_{FG}=2\text{mA}$  | FG                           |
| FG出力端子リーク電流<br>FG pin leak current              | $I_{FG(OFF)}$   | 0           | -    | 20          | $\mu\text{A}$ | $V_{FG}=5.5\text{V}$   |                              |

- Typ データは設計情報として使用して下さい。  
Typ data is for reference only.
- 電流は製品から流れ出す方向を-(マイナス)とします  
Negative current is defined as coming out of the specified pin.

電气的特性(続き) (特に断り無き場合、 $T_a=25^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{\text{BB}}=24\text{V}$ 、 $V_{\text{DD}}=5\text{V}$ )Electrical Characteristic(continued) ( $T_a=25^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{\text{BB}}=24\text{V}$ 、 $V_{\text{DD}}=5\text{V}$ , Unless Otherwise Noted.)

| 項目<br>Item                                 | 記号<br>Symbol            | 定格(Limit) |      |                     | 単位<br>Unit         | 条件<br>Condition   |   |
|--|-------------------------|-----------|------|---------------------|--------------------|---|---|
|  |                         | Min.      | Typ. | Max.                |                    |   |   |
| VBB低電圧保護閾値電圧<br>VBB under voltage lock out | $V_{\text{BBUVH}}$      | 7         | 7.5  | 9                   | V                  | VBB電圧上昇時<br>VBB rising                                      | $V_{\text{CP}}=V_{\text{BB}}+7\text{V}$ |
|  | $V_{\text{BBUVhys}}$    | 0.1       | 0.3  | 0.5                 | V                  | ヒステリシス幅<br>Hysteresis                                       |   |
| 過電圧保護開始電圧<br>Over voltage threshold        | $V_{\text{BBOV}}$       | 34        | 35   | 37.5                | V                  | VBB電圧上昇時<br>VBB rising                                      | モータ駆動停止                                 |
|  | $V_{\text{BBOVhys}}$    | 1.5       | 2    | 2.5                 | V                  | ヒステリシス幅<br>Hysteresis                                       |   |
| 過電流検出電圧<br>Over current detect voltage     | $V_{\text{OCPLS}}$      | 1         | 1.3  | 1.5                 | V                  | OUT~GND間電圧、Low Side検出<br>OUT-GND voltage, Low side detect   |   |
|  | $V_{\text{OCPHS}}$      | 0.7       | 1.0  | 1.3                 | V                  | VBB~OUT間電圧、High Side検出<br>VBB-OUT voltage, High side detect |   |
| 過電流検出フィルタ時間<br>Over current filter time    | $t_{\text{LPFOC}}$      | -         | 0.6  | $t_{\text{LPFSEN}}$ | $\mu\text{s}$      |   |   |
| 熱保護回路動作温度<br>Thermal shutdown              | $T_{\text{TSD}}$        | 150       | 165  | -                   | $^{\circ}\text{C}$ | 温度上昇時<br>Temperature rising                                 | 設計保証<br>Guaranteed by design            |
|  | $\Delta T_{\text{TSD}}$ | -         | 50   | -                   | $^{\circ}\text{C}$ | ヒステリシス幅<br>Hysteresis                                       |   |
| 過熱アラーム動作温度<br>Thermal alarm                | $T_{\text{TA}}$         | -         | 120  | -                   | $^{\circ}\text{C}$ | 温度上昇時<br>Temperature rising                                 |   |
|  | $\Delta T_{\text{TA}}$  | -         | 10   | -                   | $^{\circ}\text{C}$ | ヒステリシス幅<br>Hysteresis                                       |   |
| 入出力間伝播遅延時間<br>Propagation delay            | $t_{\text{PDON}}$       | -         | 2.3  | -                   | $\mu\text{s}$      | HALL入力→出力オン<br>HALL input to output ON                      |   |
|  | $t_{\text{PD OFF}}$     | -         | 2.1  | -                   | $\mu\text{s}$      | HALL入力→出力オフ<br>HALL input to output OFF                     |   |
|  | $t_{\text{PDPW MON}}$   | -         | 1.1  | -                   | $\mu\text{s}$      | PWM入力→出力オン<br>PWM input to output ON                        |   |
|  | $t_{\text{PDPW OFF}}$   | -         | 0.9  | -                   | $\mu\text{s}$      | PWM入力→出力オフ<br>PWM input to output OFF                       |   |
| OUT端子デッドタイム<br>Dead time                   | $t_{\text{DEAD}}$       | 100       | 300  | 800                 | ns                 |   |   |
| ホール入力電流<br>Hall input current              | $I_{\text{HALL}}$       | -2        | -0.5 | 1                   | $\mu\text{A}$      | $V_{\text{IN}}=0.2\sim 4.2\text{V}$                         |   |
| コモンモード入力電圧範囲<br>Common mode voltage range  | $V_{\text{CMR}}$        | 0.2       | -    | 3.5                 | V                  |   |   |
| AC入力電圧範囲<br>AC input voltage range         | $V_{\text{HALL}}$       | 60        | -    | -                   | mV                 |   |   |
| ヒステリシス<br>Hysteresis                       | $V_{\text{HYS}}$        | -         | 20   | $V_{\text{HALL}}$   | mV                 | 設計保証<br>Guaranteed by design                                |   |
| パルス除去フィルタ<br>Pulse reject filter           | $t_{\text{pulse}}$      | 1         | 2    | 3                   | $\mu\text{s}$      |   |   |

- Typ データは設計情報として使用して下さい。  
Typ data is for reference only.
- 電流は製品から流れ出す方向を-(マイナス)とします  
Negative current is defined as coming out of the specified pin.

## 10. 真理値表、タイミングチャート(Truth table, timing chart)

### 10.1. 励磁制御入力 (ホール&Logic 入力)

Excitation control input (Hall and Logic input)

真理値表 (Truth table)

| 状態名<br>Status         | Input               |                     |                     |        |       | Output status |       |       |
|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------|-------|---------------|-------|-------|
|                       | HallU <sup>※1</sup> | HallV <sup>※1</sup> | HallW <sup>※1</sup> | Enable | Brake | DIR=H (L)     |       |       |
|                       |                     |                     |                     |        |       | OUTU          | OUTV  | OUTW  |
| F1                    | +                   | -                   | +                   | L      | H     | H (L)         | L (H) | Z     |
| F2                    | +                   | -                   | -                   | L      | H     | H (L)         | Z     | L (H) |
| F3                    | +                   | +                   | -                   | L      | H     | Z             | H (L) | L (H) |
| F4                    | -                   | +                   | -                   | L      | H     | L (H)         | H (L) | Z     |
| F5                    | -                   | +                   | +                   | L      | H     | L (H)         | Z     | H (L) |
| F6                    | -                   | -                   | +                   | L      | H     | Z             | L (H) | H (L) |
| Error                 | -                   | -                   | -                   | X      | H     | Z             | Z     | Z     |
| Error                 | +                   | +                   | +                   | X      | H     | Z             | Z     | Z     |
| Brake                 | X                   | X                   | X                   | L      | L     | L             | L     | L     |
| Disable <sup>※2</sup> | X                   | X                   | X                   | H      | X     | Z             | Z     | Z     |

※1 HallU、HallV、HallW : '+'=H+>H-、'-'=H+<H-

※2 Disable となるには条件があります。

There are conditions for the device to be disable

•HallU、HallV、HallW は HU+、HU-、HV+、HV-、HW+、HW-から生成される、内部ロジック信号名となります。

HallU、HallV and HallW are internal logic signal made from HU+, HU-, HV+, HV-, HW+ and HW-

•Disable の動作に関しては、「10.12. Enable 端子&Brake 端子」の項を参照願います。

Refer to “10.12 Enable and Brake” for disable operation

### 10.2. STBY 端子

Stand-By pin

真理値表 (Truth table)

| STBY | 状態<br>Status             |
|------|--------------------------|
| L    | 動作状態<br>Operation mode   |
| H    | スタンバイ状態<br>Stand-By mode |

•スタンバイ状態では、内部回路は一部を除いてバイアスカットされて停止します。

In stand-by mode, some internal circuits are shut down with bias current being cut.



## 10.3. 出力 : FLAG 端子

## FLAG output

真理値表 (Truth table)

| 状態<br>Status  | Fault   |
|---------------|---|
| 正常時<br>Normal | OFF(出力ハイインピーダンス)<br>Output OFF (High impedance) |
| 異常検知<br>Fault | L   |

・異常は、下記の状態となります。

Below are the fault conditions.

- ①  $V_{BB}$  電圧(内部 Reg 電圧)が低電圧保護領域にある場合  
Under voltage lock out for VBB (internal regulator)
- ② ポンプアップ電圧 (CP~VBB 端子間電圧)が低電圧保護領域にある場合  
Under voltage lock out for charge pump
- ③ 過電圧保護が働いた場合  
Overvoltage
- ④ 過熱アラームが出力された場合  
Thermal alarm
- ⑤ 過電流検知後の  $t_{OFFOCP}$  の期間中  
 $t_{OFFOCP}$  after over current detection
- ⑥ ロック保護が働いた場合  
Lock detection

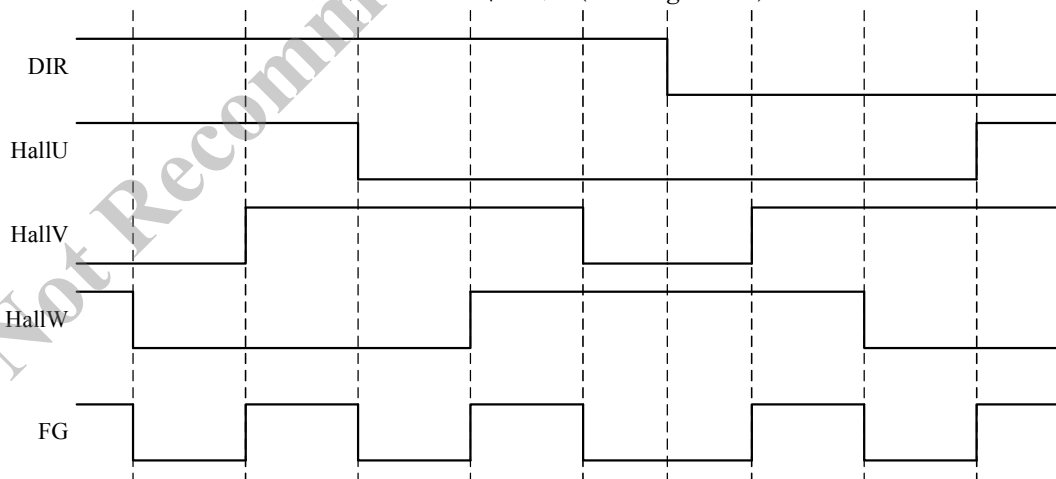
・電源電圧  $V_{BB}$  が低い状態では内部回路の動作が不完全となって正しい診断結果を出力しない場合がありますので、注意願います。

Please take care for FLAG output due to the internal circuit may not be fixed with VBB being low.

## 10.4. FG 信号

## FG signal

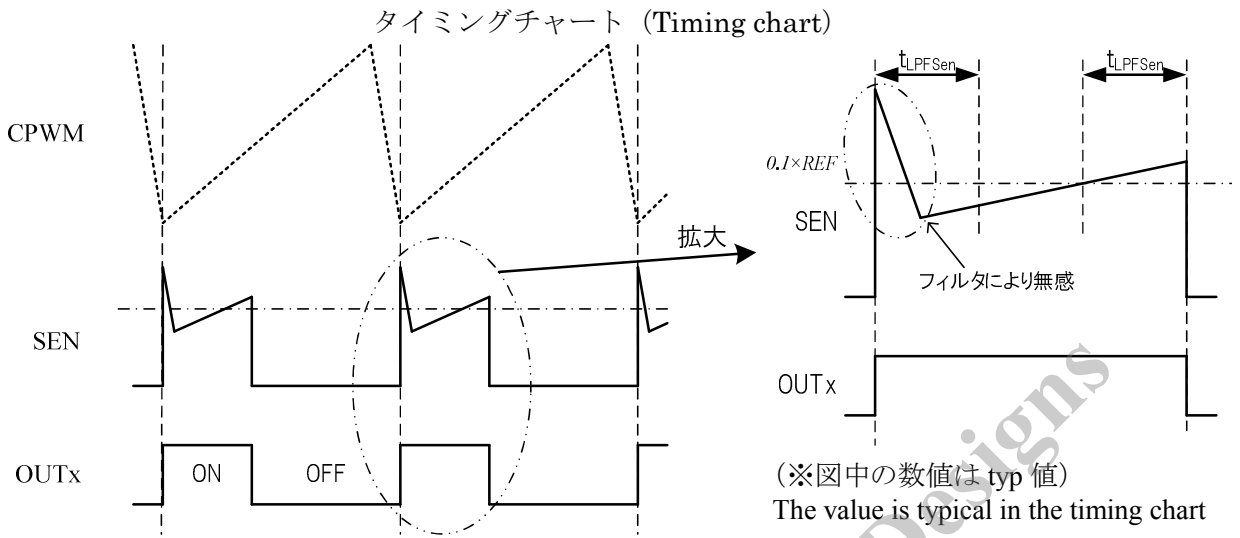
タイミングチャート (Timing chart)



・HalU、HallV、HallW に関しては、「10.1 励磁制御入力 (ホール&Logic 入力)」を参照願います。  
Refer to “10.1 Hall and Logic input” on HalU, HallV and HallW

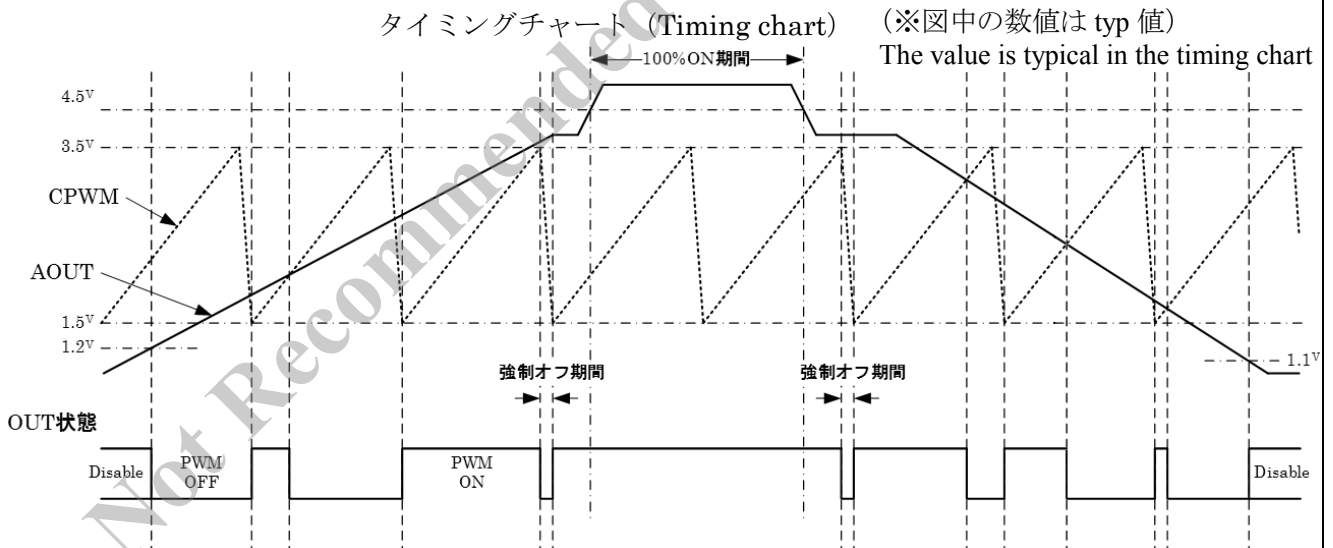
・FG はホール入力によって励磁相が切り替わる毎に論理が反転する、トグル動作となります。  
FG is toggled by each phase changed

### 10.5. 内部 PWM 制御 Internal PWM control



- 本機能を無効とする場合は、SEN 端子は GND に接続し、REF には適度な電圧 (概ね 1V 以上、ただし Ref 入力電圧範囲内) を印加してください。  
If not using this function, you should connect SEN pin to GND and put some voltage (from 1V to max in VREF voltage range) to REF pin.
- オフ期間でも本機能は動作しますが、オフ直後に  $t_{LPFsen}$  とほぼ同じ時間の無感期間があります。  
Internal PWM is active in off time, but the device has blanking time that is almost same as  $t_{LPFsen}$ .

### 10.6. 外部 PWM 制御 External PWM control

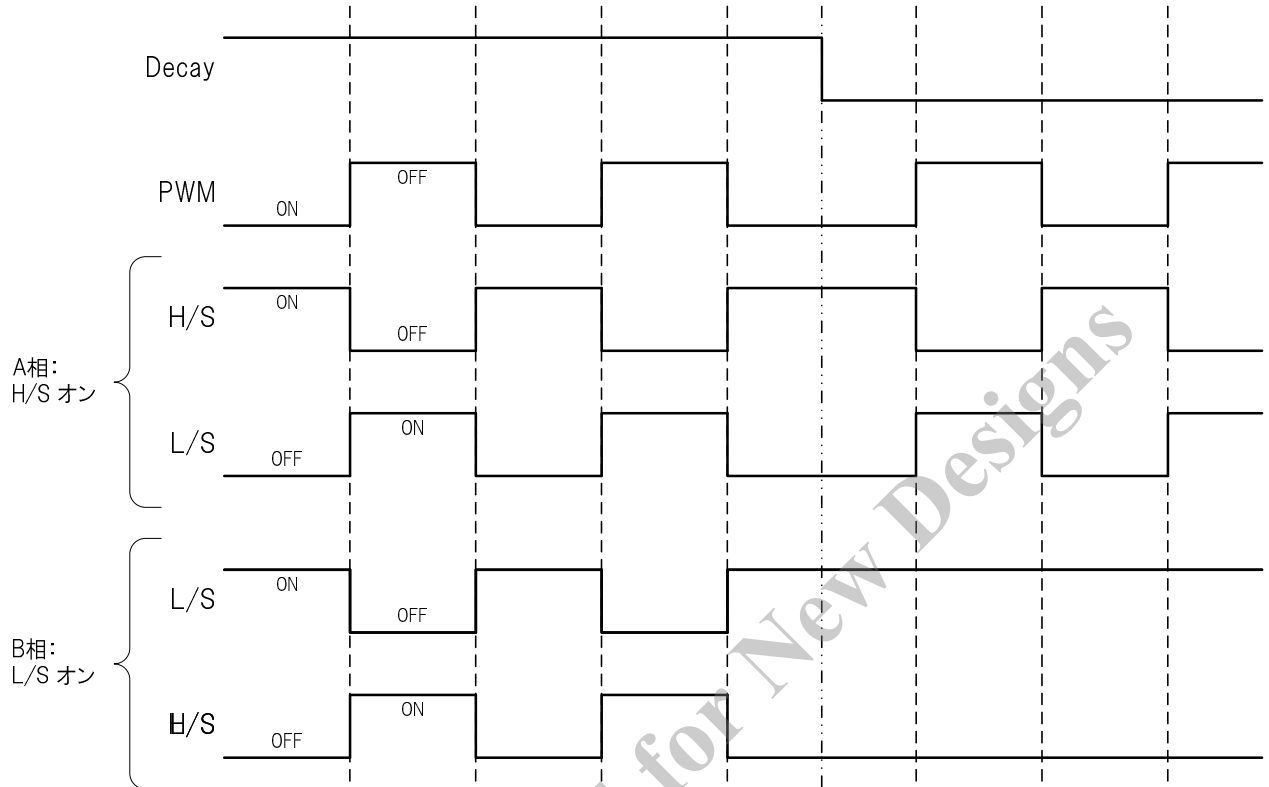


- AOUT 端子の電圧が 1.2V (typ、電圧上昇時) 以下では、出力 Disable 状態となります。  
Outputs are disable below 1.2V (typ, the voltage rising) on AOUT pin.
- 強制オフ期間が設けてありますので、出力オン Duty は 95% (typ、理論値) が最大となります。なお本機能を使用しない場合であっても、この強制オフ期間は発生します。  
The max duty is 95% (typ, design value) due to the forced off time. The forced off time is active even if not using this function.
- 外部から 4.5V (typ) 以上の電圧を AOUT 端子に印加することにより、100%オン状態となります。この AOUT 端子への印加電圧範囲は、4.5~5.5V としてください。  
To make 100% ON duty, you should put the external voltage over 4.5V on AOUT. However, the voltage range to make 100% ON is from 4.5V to 5.5V.

## 10.7. PWM 制御入力 (PWM &amp; Decay)

PWM control (PWM and Decay)

タイミングチャート (Timing chart)



•この図では PWM 端子入力と出力の関係のみを示しています。ただし実動作では「10.6 外部 PWM 制御」の項にある「強制オフ期間」は出力オフとなります。

This diagram only shows the relation between PWM pin and output. However, the forced off time in “10.6 external PWM control” make the outputs be OFF.

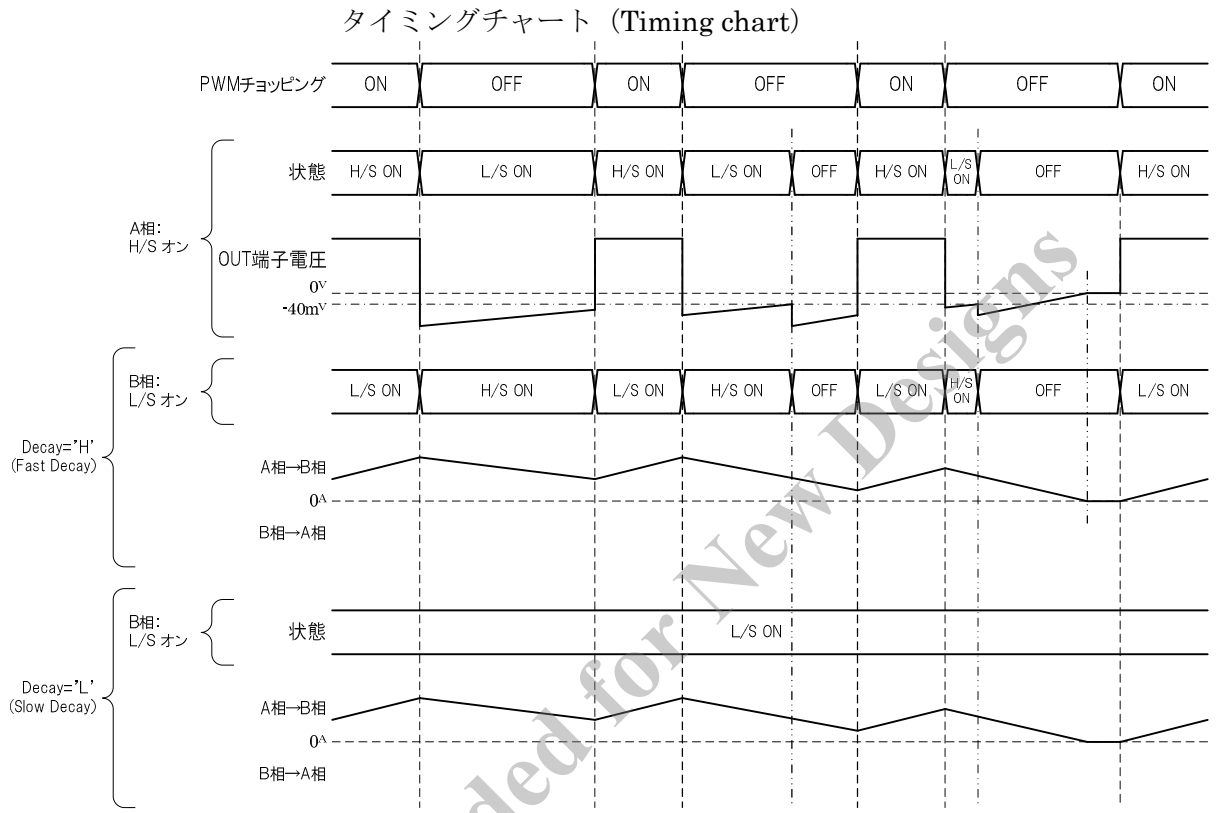
•本機能を使用しない場合は、PWM 端子を'L'として下さい。

Please tie to “L” when not using this function.

10.8. PWM 動作 & 同期整流動作 (Decay 端子 & SRMD 端子)  
 PWM and Synchronous rectification (Decay pin and SRMD pin)

SRMD='L' (パッシブモード)

SRMD='L' (passive mode)



(※図中の数値は typ 値)

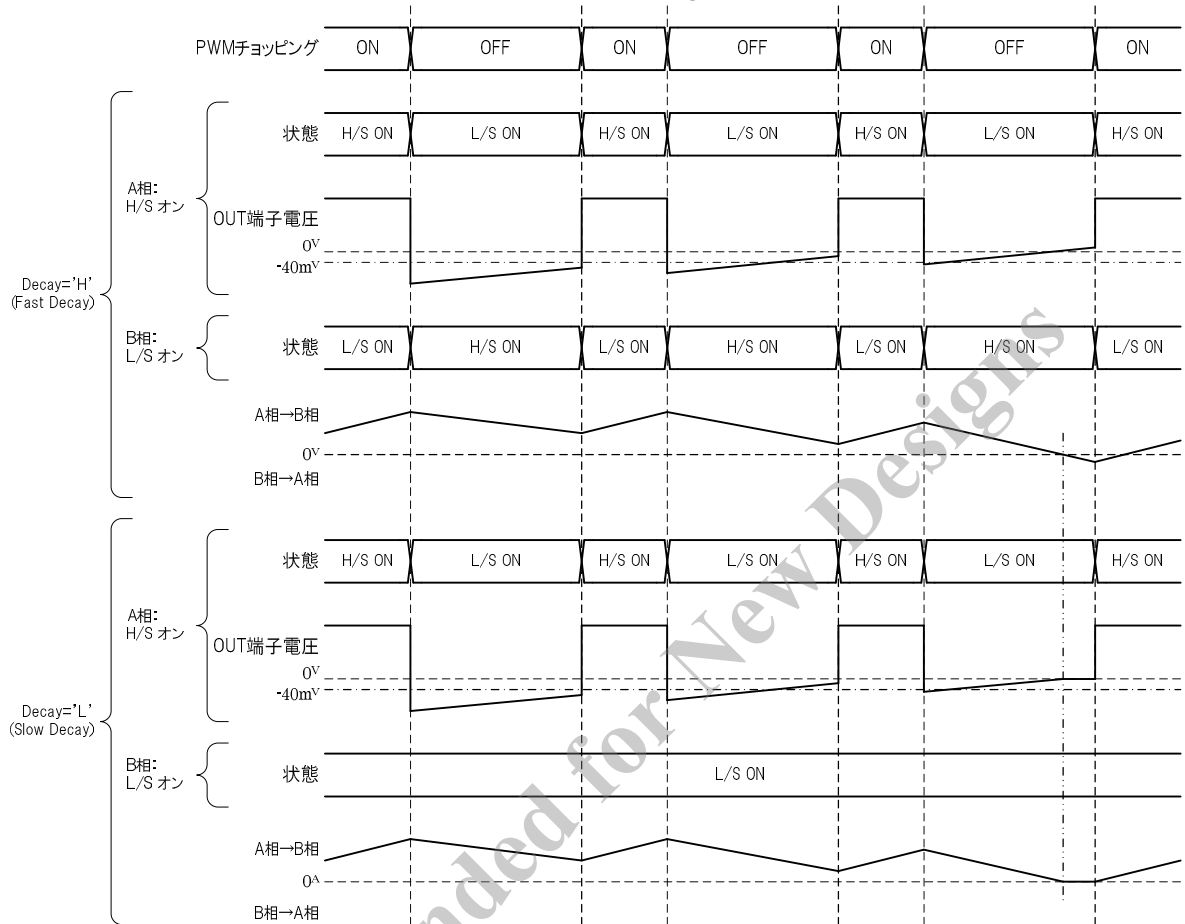
The value is typical in the timing chart

- PWM オフ時の回生期間、L/S オンの相の OUT 端子の電位を監視し、-40mV (typ、RT) より高くなると同期整流動作は停止します。  
 The device stop the synchronous rectification in PWM off time if the voltage on OUT pin, where low side is ON, is over -40mV (typ, room temp).

SRMD='H' (アクティブモード)

SRMD='H' (Active mode)

## タイミングチャート (Timing chart)



(※図中の数値は typ 値)

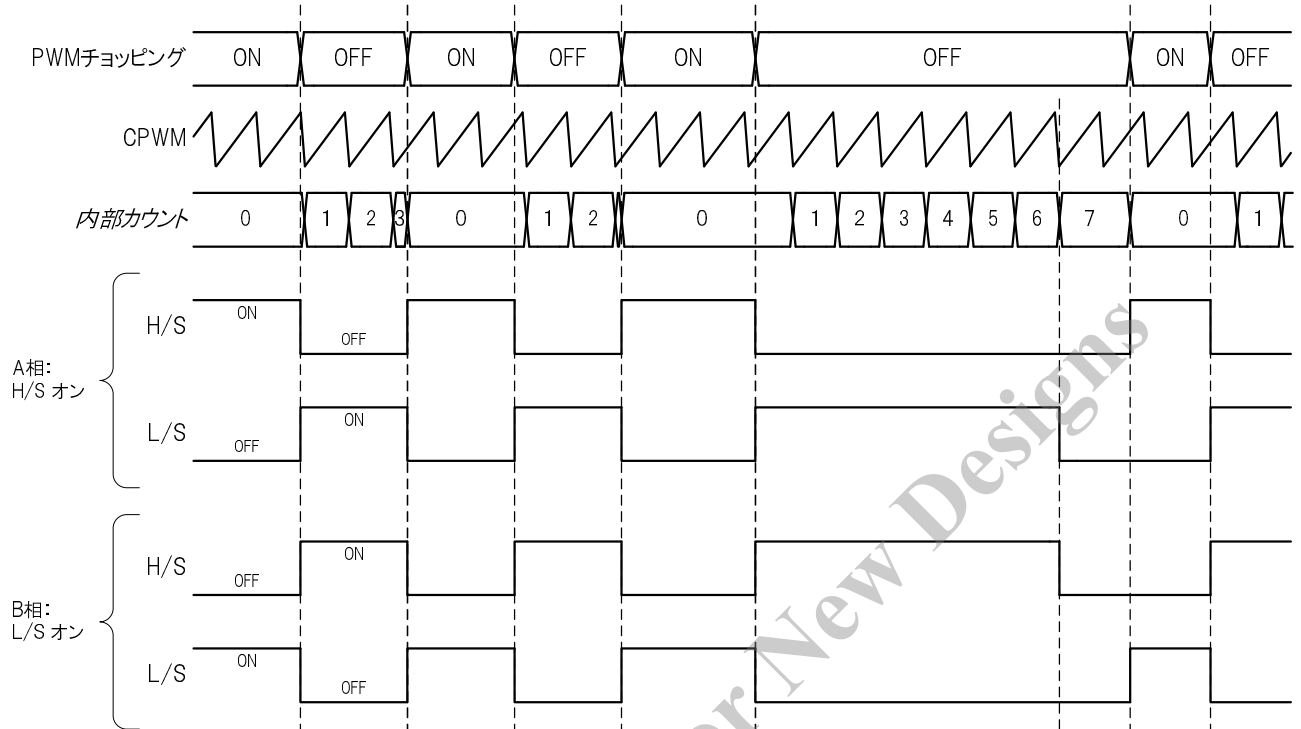
The value is typical in the timing chart

- PWM オフ時の回生期間は OUT 端子の監視はしない同期整流動作となります。  
Synchronous rectification is active in PWM OFF (current recirculation) without monitor on OUT pin.
- このモードでは電流回生が終了しても励磁状態は変わらないため、電流回生が終了した後、以下のように動作します。  
In this mode, since the excitation mode is not changed even if current recirculation is finished, the condition of the device is below.
  - Slow Decay 時: ショートブレーキ状態と同等  
Slow Decay: Same as short brake
  - Fast Decay 時: コイル電流が転流という状態となります。  
Fast Decay: Reverse current starts to flow.
- Fast Decay で内部 PWM 機能を使用しないアプリケーションでは、同期整流の動作期間が長くなった場合に転流したコイル電流が増大し、過電流保護が動作する可能性があります。  
In the application where not using internal PWM with fast decay, the device gets OCP protection with long term of synchronous rectification due to the reverse current get large.

## 10.9. 同期整流強制停止機能 (Fast Decay 時のみ)

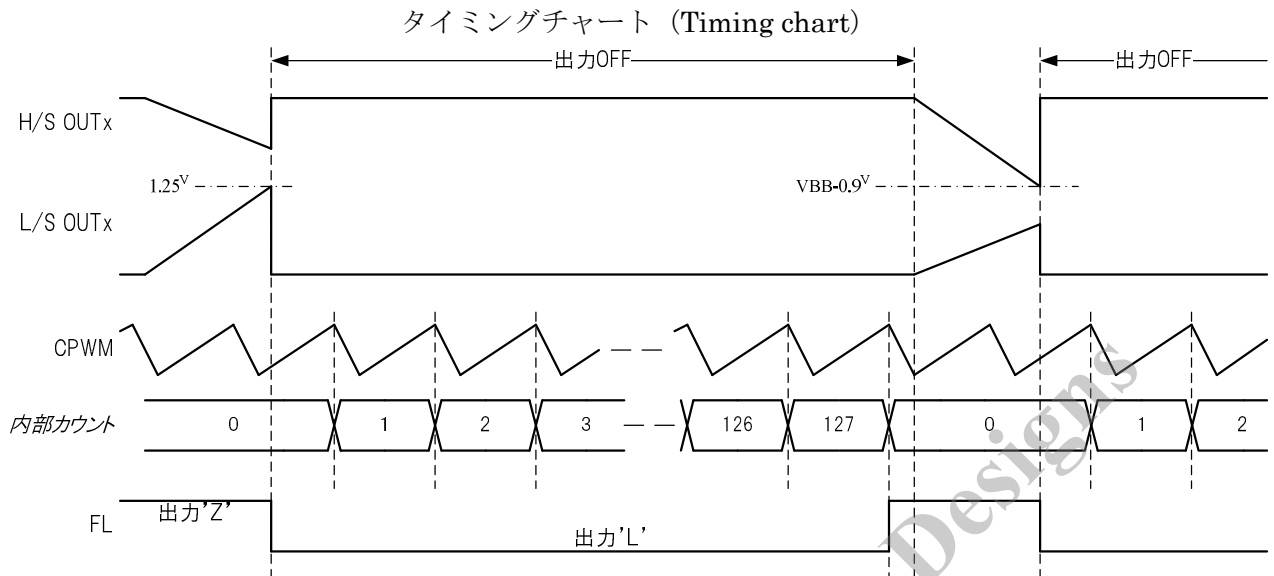
Disable function for synchronous rectification (Fast decay only)

タイミングチャート (Timing chart)



- PWM オフ期間が一定時間 (CPWM の約 7 周期) 継続した場合に、同期整流動作を停止させます。  
The device stops synchronous rectification when PWM OFF keeps for 7 cycles of CPWM.
- Brake 時はこの機能は動作しません。  
Synchronous rectification is not activated when in brake mode.

## 10.10. OCP 制御 Over current protection



(※図中の数値は typ 値)

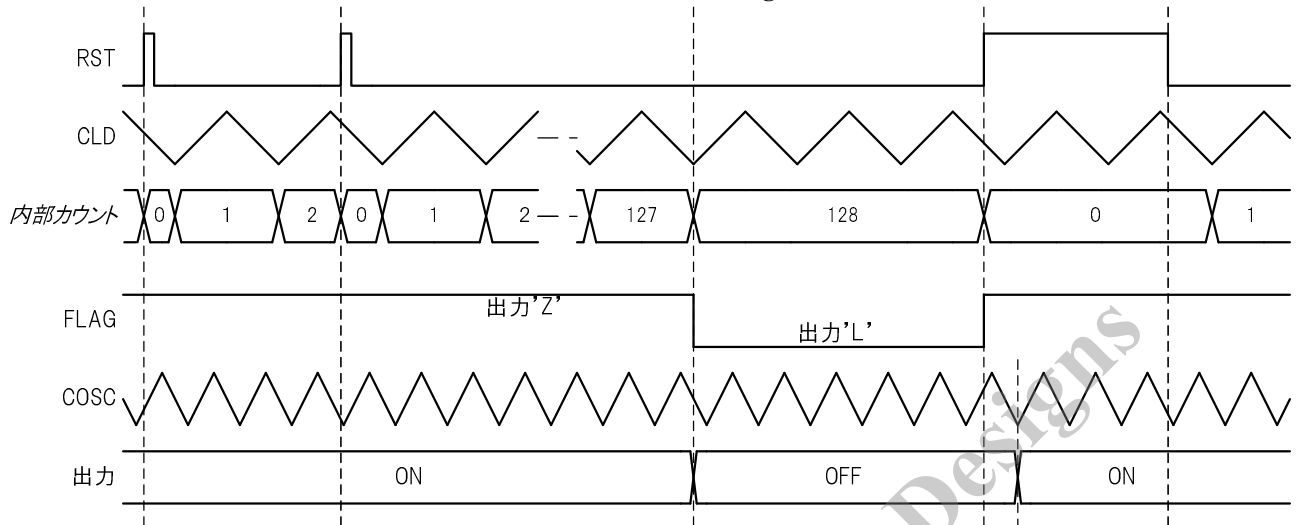
The value is typical in the timing chart

- ・過電流検知後一定時間(CPWM の約 128 周期) 出力 Disable 状態となり、その後自動復帰します。  
After OCP function is detected, outputs are disabled for 128 cycles of CPWM. After the disable time (128cycles of CPWM) is finished, the device automatically operates again
- ・出力オフ時間のタイマーカウントと FL 出力解除は CPWM のトップのタイミングで行われます。  
The trigger for off timer count and release of FL output is at the top of CPWM oscillation waveform.
- ・オフ期間の解除は CPWM のボトムのタイミングとなります。  
The trigger for release of off timer count is at the bottom of CPWM oscillation.
- ・FL 検知出力の解除から実際に出力行となるまでには時間差があります。  
There is time difference between release for FL and actual output on.

## 10.11. モータロック検出

Motor lock

タイミングチャート (Timing chart)

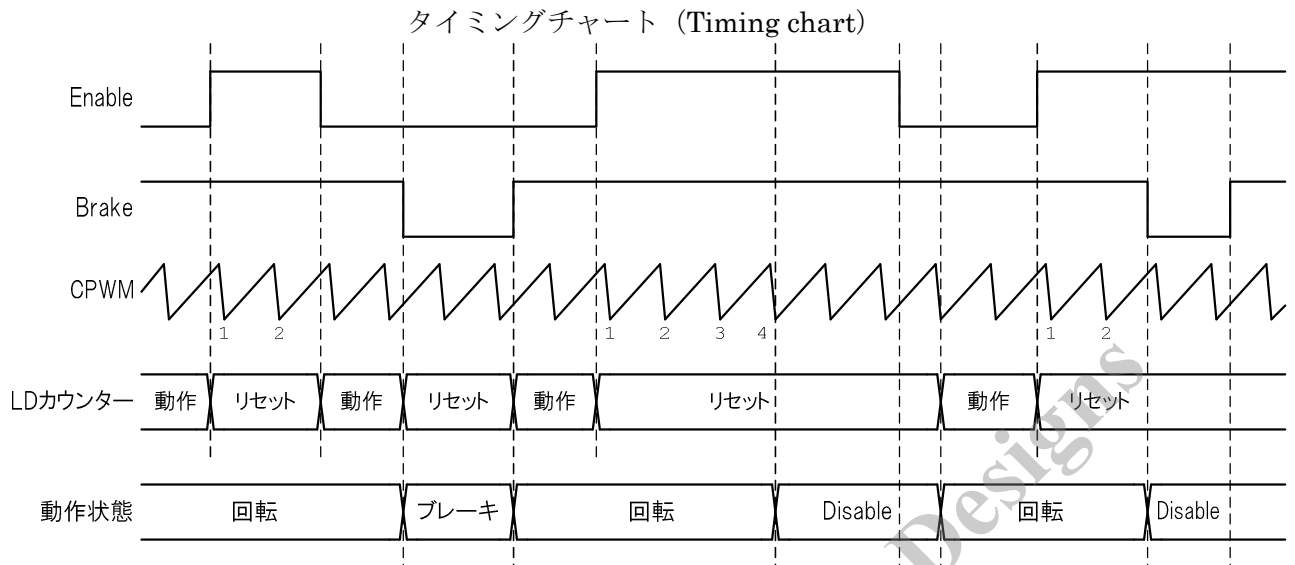


- ロック検出は、回転状態 (Enable 端子='L'、Brake 端子='H') 時のみ動作をします。  
Lock detection is active in operation only (Enable=L and Brake=H)
- RST 信号が一定時間 (CLD の約 128 周期) 発生しなかった場合、ロックしたと判断します。  
The device recognizes lock condition if RST signal (H) is not for about 128 cycles of CLD.
- RST は、ホール入力の変化などモータロック検出状態の解除信号を意味します。詳しくは、10.12 のタイミングチャートや「11.9 Lock Detect」を参照願います。  
RST means internal signal showing release lock condition as in hall input changing. Please refer to timing chart in 10.12 Enable and Brake, or refer to 11.9 Lock detect.



## 10.12. Enable 端子 &amp; Brake 端子

## Enable and Brake



- Enable 端子には優先動作の順に、次の 2 つの機能があります。

Enable pin has two functions with priority below.

① ロックカウンターリセット

Reset for lock counter

- Enable='H'の期間中はロックカウンターがリセット状態となります。

Lock counter is reset for Enable being high.

② 出力 Enable/Disable 動作

Enable/Disable operation for output

- 出力 Disable となるのは、Enable 端子が'L'→'H'となってから CPWM の発振回数(ボトムタイミングでカウント)が 4 回目の時となります。

The device makes output disable at 4<sup>th</sup> bottom on CPWM oscillation waveform after down-edge of Enable signal.

- 出力 Enable となるのは、Enable 端子が'H'→'L'となった次のオントリガー (CPWM のボトム) のタイミングとなります。

The device makes output enable at the first on trigger (the bottom of CPWM wave from) after Enable pin changing from "H" to "L".

- Enable='H'の間、Brake 端子は無視されます。

Brake signal is neglected for Enable being high.

## 11. 回路構成（個別回路）(Functional description; individual block)

### 11.1. STBY\_IN

Stand-By input

STBY 端子の論理により製品の状態(スタンバイ状態/通常状態)を制御する回路となります。スタンバイ状態では、このブロック以外のほぼすべての回路のバイアスをカットし電源電流を低減します。

STBY 端子は他のロジック端子とは回路構成が異なるため、閾値電圧が若干異なります。

This block is to control the device condition between stand-by mode and normal operation.

In stand-by mode, almost all circuits except for this block are disabled to make low power dissipation.

The threshold voltage on STBY pin is the different from that of other logic pins.

### 11.2. Reg (Int.REG1、Int.REG2)

Internal regulator (Int.REG1, Int.REG2)

内部回路を駆動するための電源回路となり、2 系統あります。

Int.Reg 1 は主にロジック回路、Int.Reg 2 は主にアナログ回路用となっています。

Reg block is for power supply to operate internal circuits. Reg block has two lines, meaning one is for logic (Int.Reg1) and the other (Int.Reg2) is for analog circuit.

### 11.3. Charge Pump

Charge Pump

ハイサイドの N-ch MOSFET を駆動するための昇圧電源となります。

CP 端子電圧は VBB 端子より 7~8V 程度高い電圧となります。CPH~CPL 端子間、CP~VBB 端子間に各々コンデンサを接続して構成しますが、下記点に注意願います。

This block is gate driver for high-side N-channel MOSFET. The voltage of CP pin is over that of VBB pin by 7V to 8V. You should put capacitors at CP-VBB and CPH-CPL, and should also take care below.

#### ➤CP-VBB 間

CP-VBB

CP 端子は、通常時は VBB 端子より 7~8V 程度高い電圧となりますが、チャージポンプ回路が起動した直後は VBB 端子より 1~1.5V 程度低い電圧となることがあります。

The voltage of CP pin is over that of VBB pin by 7V to 8V.

However, in start-up conditions, the voltage of CP pin may below that of VBB by 1 to 1.5V.

#### ➤CPH-CPL 間

CPH-CPL

電源電圧(VBB)と同等の電圧が加わりますので、耐圧には注意して下さい。

You should take care of the breakdown voltage for the capacitor due to the voltage on the capacitor is the same as that of VBB.

### 11.4. UVLO

Under Voltage Lock Out

内部回路が正常動作可能な電圧を下回る場合に出力をシャットダウンして、保護する回路となります。内部 Reg(2 系統)やチャージポンプ(CP-VBB 間)の電圧を監視します。

This block is for protection to avoid the device damaged. The block makes all outputs shutdown if the device is below voltage where the device can't control internal circuit.

The block monitors the voltages on Int.Reg2 and charge pump.

## 11.5. OVP

### Over Voltage Protection

主電源電圧 (VBB) を監視し、絶対最大定格付近まで高くなった場合は出力をシャットダウンして製品が最も過電圧に対して耐量の得られる状態に移行します。本製品の OVP は、約 35V (typ) で動作します。なお、これ以上の電圧を印加してもモータを動作させることは出来ません。

This block monitors VBB voltage and make output shut down with VBB being near to the absolute max rating to keep the device endure from the over voltage condition. OVP is active with VBB being 35V (typ). The device can't be operated with OVP.

## 11.6. TSD

### Thermal Shut Down

制御 IC のジャンクション温度をモニターし、製品の過熱を防ぐ保護回路になります。

過熱保護は、IC の温度が 160°C を超えると出力をシャットダウンします。

その後、制御 IC の温度が 50°C 程度低下すると出力のシャットダウンは解除されます。

なお、この機能は定常的に動作させて使用するものではありませんので、この機能が動作しないよう熱設計を行ったうえで、使用してください。

TSD block monitors junction temperature to avoid the overheating of the device.

The block makes all outputs shutdown with junction temperature being over 160C. The TSD is released with temperature falling by 50C. TSD function is not for use in normal operation. Care should be taken not to use this function from the thermal design point of view.

## 11.7. Hall Amp & Comm Logic

### Hall Amplifier and Commutation Logic

ブラシレスモータからの位置信号を受け、励磁信号を生成します。

本製品では、標準的なホール素子を接続する回路構成となっています。

This block makes excitation signal based on the position signal of brushless motor.

The device should be connected with hall element as a typical application.

## 11.8. FG Gen

### FG generator

Hall Amp&Comm Logic からの位置信号を受けて、モータ回転パルスを FG 端子から出力します。

同時にロック検出のリセット用の信号を生成します。

This block makes rotation pulse from FG pin through hall amp and commutation logic.

It also makes reset signal for lock detection.

## 11.9. Lock Detect

### Lock Detect

モータロックを検知する機能となります。

ホール入力信号が CLD 端子のコンデンサー (CLD) と内部分周比で決まる時間 (ロック検出時間  $t_{LD}$ ) の間変化しなかった場合、モータロック状態と判断しモータへの通電をシャットダウンします。

This block is motor lock detection.

If hall input signal is not changed for the time of  $t_{LD}$ , which is made by the capacitor on CLD pin and internal divider, the device recognizes "lock condition" and also makes all outputs shut down.

CLD 端子容量とロック検出時間  $t_{LD}$  の関係は、下記の計算式で算出されます。

The formula regarding  $t_{LD}$  and capacitance on CLD pin is below.

$$t_{LD} \approx 20 \times C_{LD} [\mu F]$$

内部カウンタのリセットやロック検後の出力停止状態からの復帰には、以下の何れかの条件が必要となります。

To reset the internal counter and to resume from all outputs off after lock detection, any of below condition is needed.

- ▶ Brake 端子の論理をブレーキ('L')に設定する。  
Brake pin tie to L (Brake mode)
- ▶ Enable 端子の論理をディセーブル('H') に設定する。  
Enable pin tie to H (Disable mode)
- ▶ Dir 端子の論理を切り替える。  
Change the logic signal of Dir pin.
- ▶ 電源の再投入を行う。  
Power up cycle on VBB.
- ▶ ホール信号を変化させる。  
Change the hall signal.

ホール信号が切り替わる度に内部カウンタはリセットされる構成となっているため、ロック検知でモータが停止した後、外力などでモータが回りホール信号が切替わった場合もロック検知はリセットされて動作状態へ復帰します。

Lock counter is reset with every cycle for hall transition.

After motor stopped with lock condition, if the motor is rotated with some external force and hall signal is changed, the device reset lock condition and operate again.

モータを励磁している状態でロック検知を強制的に回避しようとする場合は、ロック検出時間よりも短い周期で、Dir 端子の論理を切り替えるか、または Enable 端子に Disable 状態としない狭い幅 (CPWM の約 4 周期未満) の 'H' のパルスを入力してください。

If you intentionally want to avoid lock condition with motor operated, you should change the signal on Dir pin with shorter term than  $t_{LD}$  or should put H signal on Enable pin for short time (below 4 cycles of CPWM).

内部 Reg の低電圧保護以外の保護機能 (CP-VBB 間 UVLO、TSD、OVP、OCP) が動作してもロック検知機能の動作は継続しますので、場合によってはロック検知されます。このような場合、モータを停止させる原因となった異常状態から解放されてもロック保護により停止したままですので、モータを再始動させるためにロック保護から復帰させる必要があります。

Except for internal Reg UVLO, lock detection function is active even if other protection (charge pump UVLO, TSD, OVP and OCP) is asserted. In this condition, the motor may be stopped with lock condition even if the abnormal mode is released. To make the motor operate again from this condition, you should release lock condition after abnormal mode is released.

## 11.10. PWM OSC

### PWM Oscillation

PWM 動作周波数を決定すると共に、製品の多くの動作タイミングを決めている基準信号を生成します。そのため、必ずコンデンサを接続して発振動作させる必要があります。

This block sets the PWM operation frequency and basic signal regarding operation timing in the device. The capacitor is needed on CPWM pin to oscillate.

発振周波数  $f_{PWM}$  は CPWM 端子に接続するコンデンサ CPWM で決まり、下記の計算式で算出されます。

Oscillation frequency ( $f_{PWM}$ ) is set to the capacitance on CPWM pin. Below is the formula.

$$f_{PWM} [kHz] \approx \frac{25}{C_{PWM} [nF]}$$

発振波形は、上昇期間は約 95%、下降期間は約 5% のノコギリ波となり、この下降期間は強制オフ期間となります (AOUT 端子電圧を 4.5V 以上としない場合)。

Oscillation is the triangle waveform where 95% of a cycle is rising term and 5% of a cycle is falling term. The falling term is forced off time (The voltage on AOUT is below 4.5V).

### 11.11. Internal PWM

#### Internal PWM

外部から入力する電流基準信号(アナログ電圧)に合わせ、モータコイルに流れるピーク電流を制御します。チョッピングオン時に発生するノイズに対するフィルタを搭載しています。

The block controls peak current of motor winding according to the external analog voltage.

The block also has noise filter for rising edge of chopping ON.

この PWM 機能は、PWM OSC からのトリガ信号 (CPWM 端子の発振波形の最下端) でチョッピングオンとなり、コイル電流が設定した電流 (ピーク電流値  $I_{Opeak}$ ) となると、チョッピングオフとなる動作をします。

As a operation of internal PWM function, it is chopping ON with trigger signal from PWM OSC (Bottom point of CPWM oscillation waveform) and it is chopping OFF with the motor current hit the peak current setting ( $I_{Opeak}$ ).

$I_{Opeak}$  の設定値は、下記の計算式で算出できます。

Below is the formula of  $I_{Opeak}$

$$I_{Opeak} \approx 0.1 \times V_{REF} / R_S \quad [A] \quad V_{REF}: REF \text{ 端子電圧} \quad / \quad R_S: \text{電流検出抵抗値}$$

$V_{REF}$ : analog voltage on REF pin /  $R_S$ : sense resistance

なお、SEN 端子を GND に接続し、REF に適度な電圧 (1V 以上、ただし Ref 入力電圧範囲内) を印加することで、本機能は無効となります。

You can neglect the function with SEN pin tie to GND and put the analog voltage (the voltage is put between 1V and max voltage range on REF pin) on REF pin.

### 11.12. External PWM

#### External PWM

AOUT 端子と CPWM 端子の電圧を比較して出力 Duty を可変します。

AINP、AINN、AOUT の 3 端子でアンプを構成されており、FG 端子などから得られる回転速度信号を使用したフィードバック制御を構成することが可能です。

The block control output duty with comparing the voltage between AOUT and CPWM.

There is amplifier constructed by AINP, AINN and AOUT. With the amplifier, feedback control can be made by using speed signal from FG pin.

AOUT 端子の電圧 (typ 値) により、下記のような動作となります。

The device operates below ON condition of the voltage for AOUT pin.

- 1.2V 以下

Below 1.2V

出力は常時 OFF (出力 Disable 状態) となります。

Outputs are OFF (outputs disable).

- 1.5V ~ 3.5V

From 1.5V to 3.5V

この範囲では、オン Duty はリニアに変化します。

There is linear characteristic in this voltage range.

- 3.5V ~ 4.5V

From 3.5V to 4.5V

この範囲にアンプの出力電圧の上限が設定されています。

またオン Duty は、最大オン Duty (約 95%、理論値) で固定されます。

The max output voltage of amplifier is set in this voltage range.

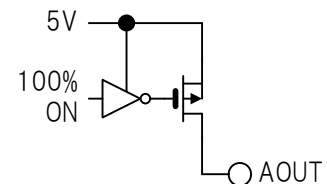
Also, output ON duty is set to maximum (95%, ideal).

- 4.5V 以上 (5.5V 以下、AOUT 端子印加電圧上限)

Over 4.5V (Below 5.5V, maximum for input voltage on AOUT pin)

AOUT 端子を 4.5V 以上とすることにより、出力は 100% オン状態となります。

ただし、内部アンプの出力 (AOUT 端子) は 4.5V 以上を出力しない回路構成としているため、外部より印加する必要があります。この時 AOUT 端子への電圧印加は、AOUT 端子印加電圧範囲内と





してください。内部回路は、この範囲(4.5V~AOUT 端子印加電圧範囲上限)の電圧印加では問題ない回路構成としてあります。(上記回路例参照)

100% duty can be made by putting over 4.5V on AOUT pin. However, internal circuit can't make over 4.5V, meaning it is needed to put over 4.5V externally. Please put the external analog voltage within the voltage range on AOUT pin. There is no problem with the voltage range (4.5V to maximum voltage on AOUT pin) from the circuit point of view. (Refer to above example circuit)

なお外部からの電圧印加時は、内部アンプは非平衡状態となります。そのため外部印加を止めてから内部アンプが平衡状態となって出力電圧(AOUT 端子出力電圧)が安定となるまでには時間がかかりますので注意願います。

Internal amplifier is not balanced with putting external voltage. Please take care it takes some time for the amplifier and output voltage on AOUT to be balanced after stopping put the external voltage.

本機能を使用しない場合、AOUT 端子電圧が最大となるよう AINP、AINN、AOUT 端子を処理して下さい。(例、AINN と AOUT を接続してボルテージフォロワ構成として AINP に 5V 印加、など)ただしこの状態でも、強制オフ期間は発生しますので、100%オン状態とする場合は AOUT 端子を 4.5V 以上とするようにして下さい。

If not using this function, please connect AINP, AINN and AOUT pins for AOUT voltage to be maximum. (For example, voltage follower circuit with connecting AINN and AOUT and put 5V on AINP) But, in this condition, there is forced off time. If you make 100% on condition, please set the voltage on AOUT over 4.5V.

製品内部の回路構成上、AOUT 端子から VBB 端子への電流の回り込みを起こします。

AOUT 端子へ 4.5V 以上を印加するアプリケーションの場合、回り込みが発生しないよう AOUT 端子と VBB 端子の電位関係には注意をお願いします

From the circuit point of view, the current may flow from AOUT to VBB.

When you put over 4.5V on AOUT pin, please take care the voltage relation between AOUT and VBB to avoid the current flow from AOUT to VBB.

### 11.13. OC&NV Detect

Over current and Negative voltage detect

OUT 端子の電圧を監視し、過電流や回生時の同期整流動作停止の判定(パッシブ時のみ)を行います。

The block monitors the voltage on output and decides the OCP and synchronous rectification (Passive mode only).

### 11.14. PWM Control Logic

PWM Control Logic

各制御ブロックやロジック入力信号をもとに、PWM 制御、同期整流制御、Decay 制御などを反映した出力 MOSFET の ON/OFF 信号を生成します。

The block makes ON/OFF signal for output by the signals from control blocks and logic input signal as in PWM control, synchronous rectification and decay control.

### 11.15. Gate Drive

Gate Drive

Control Logic からの信号を受けて、内蔵の Nch MOSFET を駆動するプリドライバの回路になります。

このブロックにてハイサイド(上アーム)とローサイド(下アーム)を同時にスイッチング動作させる際に留意しなければならない貫通電流を防ぐデッドタイムも設定されています。

The block is the pre-drive circuit for internal n-channel MOSFET. The block receives the signal from control logic. The block also has dead-time control, which is to avoid shoot thru meaning simultaneous ON condition between high-side and low-side.

### 11.16. OCP Timer

OCP Timer

過電流を検出したという信号を受けた後、PWM OSC の周波数と内部分周比とで決まる一定時間( $t_{\text{COFF}}$ )、モータへの通電をシャットダウンします。

The block makes output off for  $t_{\text{COFF}}$  after receiving OCP detection signal.

$t_{\text{COFF}}$  is made from frequency for PWM OSC and internal divider.

## 12. その他(Others)

### 12.1. PWM 機能に関して

About PWM function

本製品には PWM 制御機能として、  
The device has three PWM control function below.

- ①内部 PWM (SEN 端子、REF 端子)  
Internal PWM (SEN pin, REF pin)
- ②外部 PWM (CPWM 端子、AINP 端子、AINN 端子、AOUT 端子)  
External PWM (CPWM pin, AINP pin, AINN pin, AOUT pin)
- ③ロジック PWM (PWM 端子)  
Logic PWM (PWM pin)

の 3 系統を搭載しています。内部では、3 系統がすべて PWM オン状態の時に出力オンとなるような設計(出力オフ優先)としています。複数の制御を組み合わせる場合には十分な評価をお願いします。

Internally, the device makes output ON with all three PWM functions being ON condition (priority with output OFF). Please evaluate and verify if you make combination multiple PWM functions.

### 12.2. 過熱保護機能に関して

About Thermal shut down

本機能は、過度の温度上昇による製品破壊を防止することを目的としており、動作温度は保証温度 ( $T_J$ ) より高く設定してあります。本機能は定常的に動作させるものではありませんので、本機能が動作しないような熱設計をお願いします。

Thermal shut down function is to avoid the device damaged, so the operation temperature of this function is over rating for  $T_J$ . This function can't be used in normal operation. Please verify thermal calculation to avoid this function.

### 12.3. 過電流保護機能 (OCP) に関して

About over current protection (OCP)

本機能は、何らかの異常によりパワー素子に過大電流が流れた場合の製品破壊を防止するのを目的としており、動作電流値は最大定格 (4A<sub>peak</sub>) より高く設定してあります。本機能は定常的に動作させるものではありませんので、内部 PWM 機能により電流制御(制限)を行うなどし、通常動作時には本機能が動作しないような設計をお願いします。

OCP is to avoid the device damaged when in abnormal mode and the over current flowing through output power device, so the operation current for OCP is set over absolute max rating of 4A(peak).

This function can't be used in normal operation. Please verify the operation to avoid the OCP function being active in normal operation. To achieve this, it is effective to use internal PWM function to control the over-current.

### 12.4. 過電圧保護機能 (OVP) に関して

About the over voltage protection (OVP)

モータからの発電エネルギーにより主電源電圧 VBB が上昇した場合に出力をシャットダウンして製品を保護することを想定した機能となります。ただ出力をシャットダウンしても主電源電圧の上昇が止まらず、製品の絶対最大定格を超えてしまう場合もありますので、そのような場合でも製品の絶対最大定格を超えないよう対策をお願いします。

This function is estimated for VBB to go up the voltage by the energy generated from the motor.

This function makes output OFF with OVP detected to protect the device. However, VBB may continue going up the voltage with OVP active, please make some countermeasure to avoid the device damaged from over-voltage.

## 12.5. 診断結果出力端子 (Flag) に関して

### About Flag pin

電源電圧 VBB が低い状態では内部回路の動作が不完全で、正しい診断結果を出力しない場合がありますので、注意をお願いします。

Please take care for FLAG output due to the internal circuit may not be fixed with VBB being low.

## 12.6. ロジック入出力端子について

### Logic inputs/output

Logic 入力 (PWM, Dir, Decay, SRMD, Brake, Enable, STBY) は、オープンでは使用しないで下さい。使用しない場合は、必ず  $V_{DD}$  又は GND などへの接続を行い、所定の電位に固定して下さい。

※オープンで使用した場合、ノイズの影響などで製品が誤動作する場合があります。

Be sure to prevent the logic inputs (PWM, Dir, Decay, SRMD, Brake, Enable, STBY) from being "OPEN". If some of the logic inputs are not used, be sure to connect them to VDD or GND.

※In case some of the logic inputs stay "OPEN", a malfunction may occur due to external noises.

Logic 出力 (FG, FL) を使用しない場合は、必ずオープン又は Gnd にして下さい。

※ $V_{DD}$  への接続は、製品の劣化や破壊へ至る可能性があります。

When the logic output (FG, FL) is not used, be sure to keep it "OPEN" or Gnd.

※In case it is connected to VDD, it may cause the device's deterioration or/and breakdown.

## 12.7. 保護回路動作について

### About the protection circuit operation

本製品は、2つの保護回路(負荷短絡,過熱保護)を有しておりますが、これらの保護回路はドライバに過大なエネルギーが加わった事を検知して働きます。従いまして、負荷短絡により生じるエネルギーがドライバの許容範囲を越えた場合には保護できません。

This product has Two protection circuits (motor coil short-circuit and overheating).

These protection circuits work with detecting the thing that excessive energy joins the driver. Therefore, it is not possible to protect it when the energy caused by the motor coil short-circuit is outside the tolerance of the driver.

## 12.8. その他の注意事項

### Notice

本製品は、入力端子に MOS 回路を使用していますので、以下の内容に注意して下さい。

This driver has MOS inputs. Please notice as following contents.

- ・静電気の発生しやすいときには、室内の湿度の管理を十分に行って下さい。

特に冬期は静電気が発生しやすいので、十分な注意が必要です。

When static electricity is a problem, care should be taken to properly control the room humidity.

This is particularly true in the winter when static electricity is most troublesome.

- ・静電気が IC に印加されないように入力端子などからの配線やアッセンブル順序に注意して下さい。

プリント基板の端子などを短絡して同電位にする配慮も必要です。

Care should be taken with device leads and with assembly sequencing to avoid applying static charges to IC leads. PC board pins should be shorted together to keep them at the same potential to avoid this kind of trouble.



### 13. 端子部内部回路(Pin diagram)

| No | 端子名    | 端子機能 |
|----|--------|------|
| 1  | HWM    |      |
| 2  | HWP    |      |
| 3  | HVM    |      |
| 4  | HVP    |      |
| 5  | HUM    |      |
| 6  | HUP    |      |
| 7  | Decay  |      |
| 8  | SRMD   |      |
| 23 | Enable |      |
| 24 | PWM    |      |
| 25 | Dir    |      |
| 26 | Brake  |      |
| 9  | FLAG   |      |
| 22 | FG     |      |
| 10 | CLD    |      |
| 11 | STBY   |      |
| 15 | CP     |      |
| 16 | CPH    |      |
| 17 | CPL    |      |
| 18 | AOUT   |      |

| No | 端子名  | 端子機能 |
|----|------|------|
| 19 | AINN |      |
| 20 | AINP |      |
| 21 | CPWM |      |
| 27 | REF  |      |
| 28 | OutW |      |
| 34 | OutV |      |
| 36 | OutU |      |
| 32 | S    |      |
| 31 | SEN  |      |
| 12 | GND  |      |
| 30 | GND  |      |
| 13 | VBB  |      |
| 14 | VBB  |      |
| 29 | N.C. |      |
| 33 | N.C. |      |
| 35 | N.C. |      |

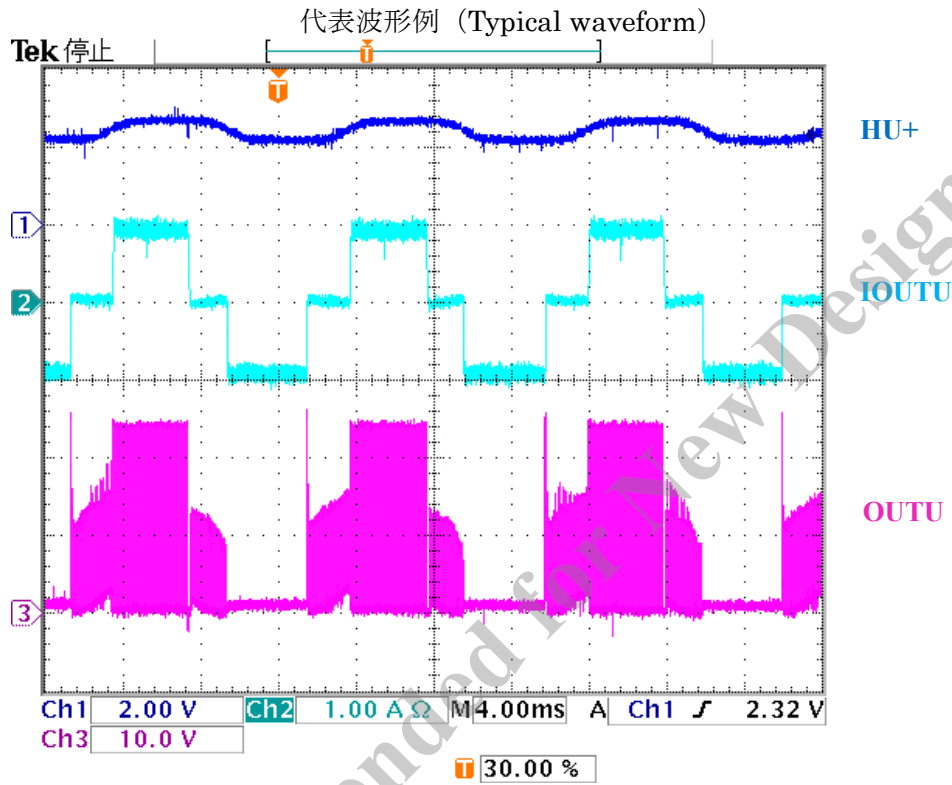
## 14. 評価データ (Evaluation data)

### 14.1. 動作波形

Operation wave form

下図に代表波形例を示します。

Below is the typical waveform.



## 14.2. 発熱特性

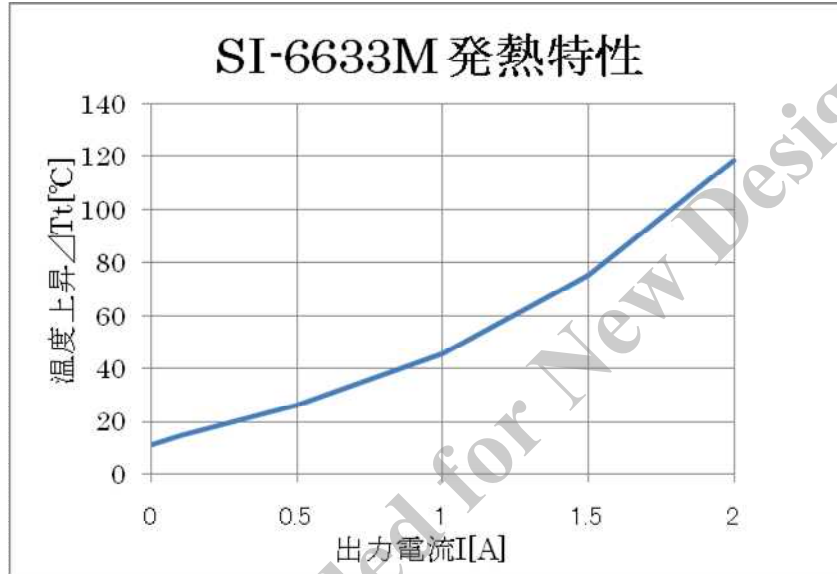
### Thermal characteristic

下図に発熱特性を示します。また、測定条件を以下に示します。

Below is the thermal characteristic and measurement condition

- SK 評価ボード使用および弊社所有モータ使用  
SK evaluation board and motor in SK lab use
- VBB=24V
- Decay=L (Slow Decay)

SI-6633M の発熱特性(Thermal characteristic for SI-6633M)



※  $\Delta T_t$  は  $T_a$  と  $T_{tab}$  (裏面放熱スラグ部) との温度差になります

Delta  $T_t$  is the temperature difference between  $T_a$  and  $T_{tab}$  (temperature at exposed pad).

### 14.3. リニアリティ

#### Linearity

下図にリニアリティ特性を示します。また、測定条件を以下に示します。

Below is the linearity and measurement condition

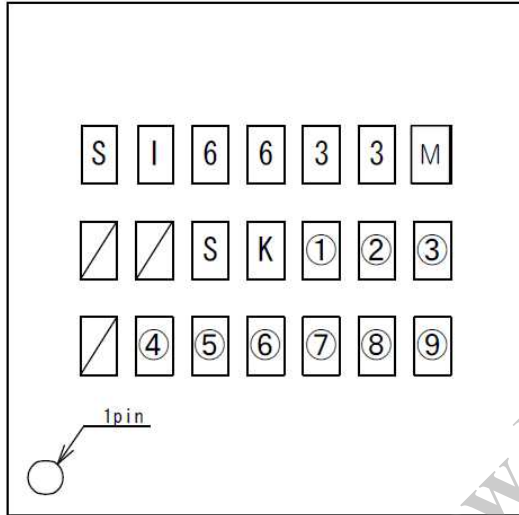
- 弊社評価ボードおよび弊社所有 3 相 BLDC モータ使用  
SK evaluation board and motor in SK lab use
- VBB=24V
- REF=AOUT=5V
- Decay=L (Slow Decay)
- DIR=H
- SENSE=GND

PWM Duty vs FG 周波数の特性 (Linearity; PWM Duty vs FG frequency)



### 15. 捺印仕様(Blanding)

SI-6633M マーキング仕様  
SI-6633M Marking Specification



| 区分<br>Discriminati    | マークNo<br>Mark No | 内訳<br>Contents  |
|-----------------------|------------------|---|
| 製造年<br>Year           | ①                | 西暦年号下1桁<br>The last digit of year   |
| 製造月<br>Month          | ②                | Assy投入月を英数字で表示する。<br>Month by number or alphabet when assembly is started |
|                       |                  | 1~9月の場合 「1 ~ 9」<br>[1-9] in case from January to September                |
|                       |                  | 10月の場合 「O」(オー)<br>[10] in case October                                    |
|                       |                  | 11月の場合 「N」<br>[11] in case November                                       |
| 製造週<br>Week           | ③                | 12月の場合 「D」<br>[12] in case December                                       |
|                       |                  | 1日 ~ 10日 :「1」<br>[1] in case from first to tenth                          |
|                       |                  | 11日 ~ 20日 :「2」<br>[2] in caes from eleventh to twentieth                  |
| 管理コード<br>Control code | ④ ~ ⑨            | 21日 ~ 31日 :「3」<br>[3] in case from twenty first to thirty first           |

## 16. 梱包仕様(Packing)

### 16.1. 出荷形態、使用材料、巻き数

Container/Material/The number of parts per reel

テーピング出荷とし、2500pcs/巻 とする。

Container is taping. The number of parts is 2500pcs per reel.

端数は次のロットとコンバインし出荷する。

Remainder is packed with combination with next lot.

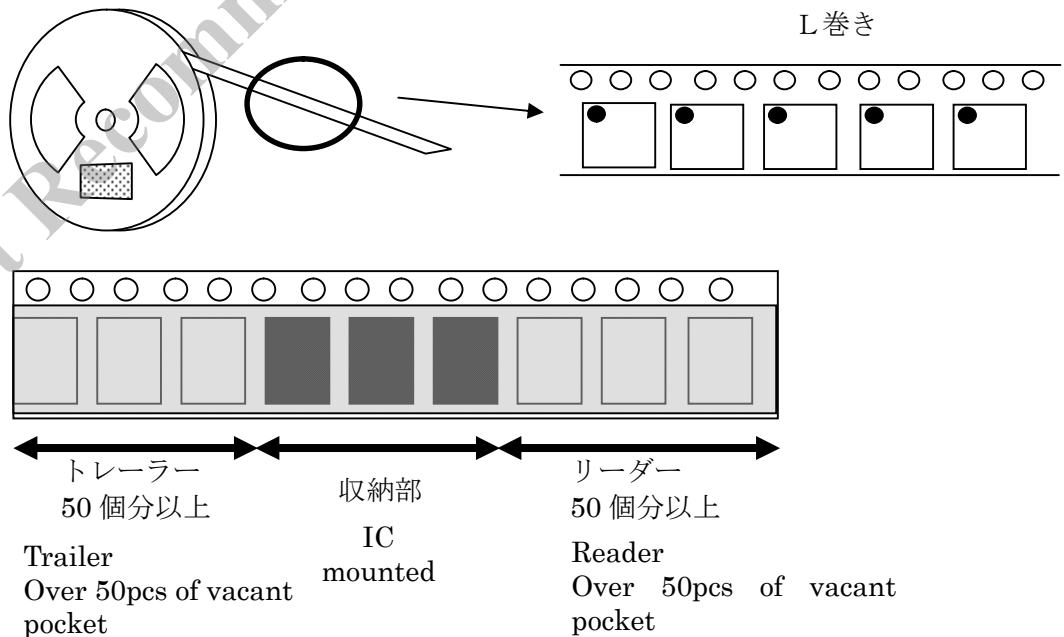
### 16.2. テーピング材料

The material of taping

| 材料<br>Material             |  |
|----------------------------|--|
| エンボステープ<br>Emboss tape     | テープ幅: 16[mm]<br>The width of tape : 16mm   |
| リール<br>Reel                | φ330 [mm]  |
| ラミネート袋<br>laminated bag    | サイズ 0.075×380× 450 [mm]<br>Size : 0.075×380× 450 [mm]  |
| 内箱<br>Inner packing figure | サイズ 340×360× 55 [mm]<br>Size : 340×360× 55 [mm]  |
| 外箱<br>Outer packing figure | サイズ 350×370×230 [mm]<br>Size : 350×370×230 [mm]<br>最大入り数: 4リール<br>4 reels(max) per 1 outer box |

### 16.3. テープ引き出し図

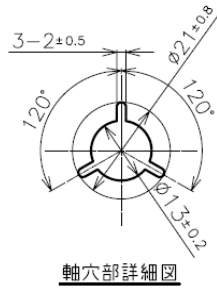
Emboss tape diagram



※リーダー部、トレーラー部は、カバーテープでヒートシールされていること。

It is heat-sealed with cover tape in reader and trailer.





テープ幅: 16.0mm

W1 : 17.5 ± 1.0 mm

W2 ; 21.5 ± 1.0 mm

(単位 mm)  
Dimension in millimeter

## 16.5. 保管条件

### Storage condition

- ①保管環境は温度 5～30℃・相対湿度 90%以下とし、保管期限は梱包日から 12 か月以内としてください。開封後は温度 5～30℃・相対湿度 70%以下で保管してください。

Storage environment is below.

Temperature: 5 degrees-30 degrees

Humidity: 90% or below

Storage limitation is within 12month from packing date

- ②上記①の保管期限を過ぎた場合は 125℃、20 時間のベーキングを行ってください。

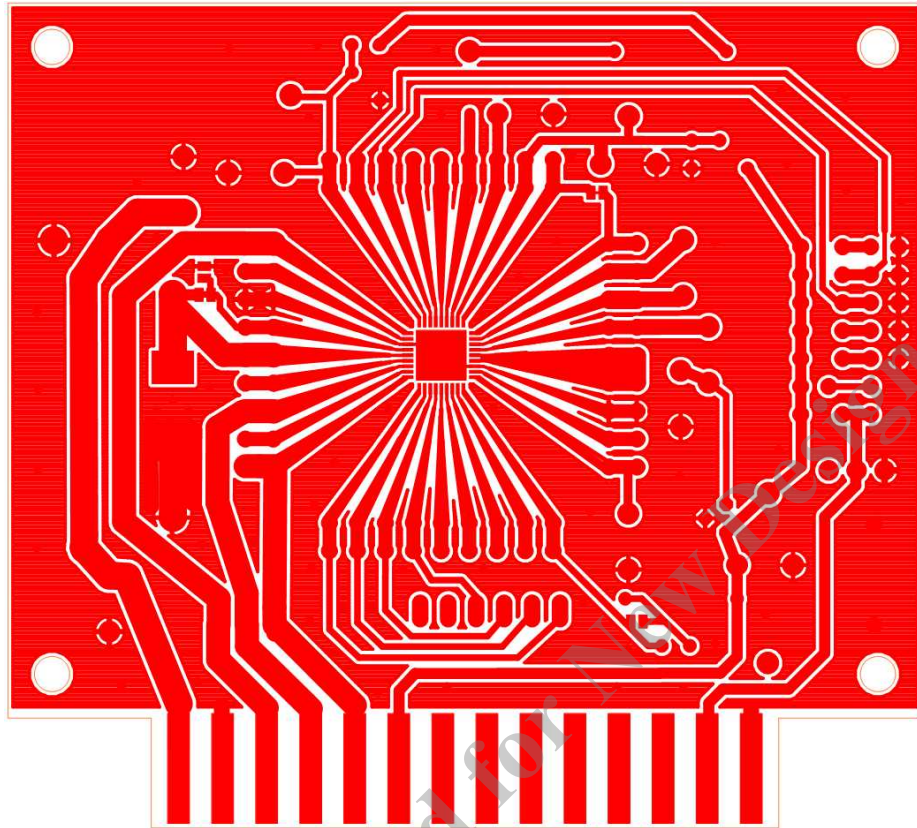
尚、テーピング包装品のテープ及びリールは耐熱仕様ではありません。ベーキング処理を行う場合は「Heatproof」または温度表示があり静電対策を施した容器に移し変えた上でベーキングを行ってください。

If the above storage condition (17-5.1) is expired, the device is needed to have baking with 125 degrees for 20 hours. Also, Tape and reel are not guaranteed with the temperature and time condition. If the device should be baked, it is needed to use container with “heatproof” or temperature to cover baking condition. And the container is needed to have static electricity control.

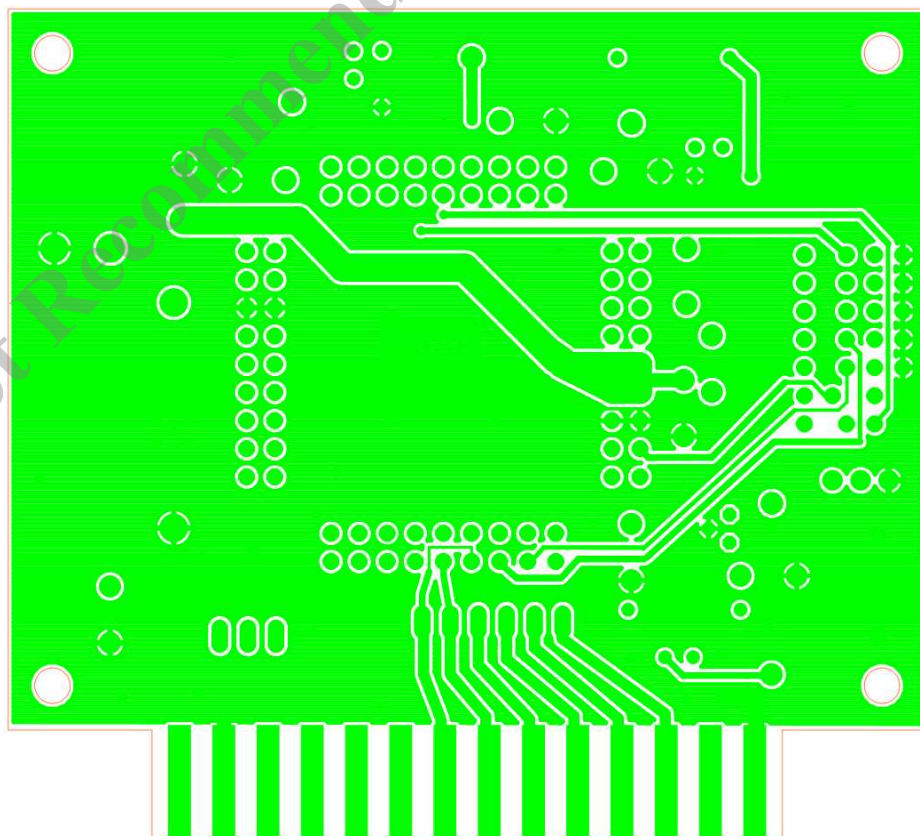


## 17. 評価ボードパターン図(Pattern layout for evaluation board)

部品面 (Component side (top) of evaluation board)



半田面 (Solder side (bottom) of evaluation board)



## 18. 仕様上の注意(Caution/Warning)

- 本書に記載されている動作例及び回路例は、使用上の参考として示したもので、これらに起因する弊社もしくは第三者の工業所有権、知的所有権、その他の権利の侵害問題について弊社は一切責任を負いません。  
Application and operation examples described in this document are quoted for the sole purpose of reference for the use of the products herein and Sanken can assume no responsibility for any infringement of industrial property rights, intellectual property rights or any other rights of Sanken or any third party which may result from its use.
- 弊社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体製品では、ある確率での欠陥、故障の発生は避けられません。部品の故障により結果として、人身事故、火災事故、社会的な損害等が発生させないよう、使用者の責任に於いて、装置やシステム上で十分な安全設計及び確認を行ってください。  
Although Sanken undertakes to enhance the quality and reliability of its products, the occurrence of failure and defect of semiconductor products at a certain rate is inevitable. Users of Sanken products are requested to take, at their own risk, preventative measures including safety design of the equipment or systems against any possible injury, death, fires or damages to the society due to device failure or malfunction.
- 本書に記載されている製品は、一般電子機器(家電製品、事務機器、通信端末機器、計測機器など)に使用されることを意図しております。ご使用の際は、納入仕様書に署名または押印の上ご返却をお願いいたします。  
高い信頼性が要求される装置(輸送機器とその制御装置、交通信号制御装置、防災・防犯装置、各種安全装置など)への使用をご検討の際には、必ず弊社販売窓口へご相談及び納入仕様書に署名または押印の上、ご返却をお願いいたします。  
極めて高い信頼性が要求される装置(航空宇宙機器、原子力制御、生命維持のための医療機器など)には弊社の文書による合意が無い限り使用しないでください。  
Sanken products listed in this document are designed and intended for the use as components in general purpose electronic equipment or apparatus (home appliances, office equipment, telecommunication equipment, measuring equipment, etc.). Please return to us this document with your signature(s) or seal(s) prior to the use of the products herein.  
When considering the use of Sanken products in the applications where higher reliability is required (transportation equipment and its control systems, traffic signal control systems or equipment, fire/crime alarm systems, various safety devices, etc.), please contact your nearest Sanken sales representative to discuss, and then return to us this document with your signature(s) or seal(s) prior to the use of the products herein.  
The use of Sanken products without the written consent of Sanken in the applications where extremely high reliability is required (aerospace equipment, nuclear power control systems, life support systems, etc.) is strictly prohibited.
- 弊社のデバイスをご使用、またはこれを使用した各種装置を設計する場合、定格値に対するデレーティングをどの程度行うかにより、信頼性に大きく影響いたします。  
デレーティングとは信頼性を確保または向上するため、各定格値から負荷を軽減した動作範囲を設定したり、サージやノイズなどについて考慮することを言います。デレーティングを行う要素には、一般的には電圧、電流、電力などの電気的ストレス、周囲温度、湿度などの環境ストレス、半導体デバイスの自己発熱による熱ストレスがあります。これらのストレスは、瞬間的の数値或いは最大値、最小値についても考慮する必要があります。  
なおパワーデバイスやパワーデバイス内蔵 IC は、自己発熱が大きく接合部温度(Tj)のデレーティングの程度が、信頼性を大きく変える要素となりますので十分にご配慮ください。  
In the case that you use our semiconductor devices or design your products by using our semiconductor devices, the reliability largely depends on the degree of derating to be made to the rated values. Derating may be interpreted as a case that an operation range is set by derating the load from each rated value or surge voltage or noise is considered for derating in order to assure or improve the reliability. In general, derating factors include electric stresses such as electric voltage, electric current, electric power etc., environmental stresses such as ambient temperature, humidity etc. and thermal stress caused due to self-heating of semiconductor devices. For these stresses, instantaneous values, maximum values and minimum values must be taken into consideration.  
In addition, it should be noted that since power devices or IC's including power devices have large self-heating value, the degree of derating of junction temperature (Tj) affects the reliability significantly.
- 本書に記載されている製品のご使用にあたって、これらの製品に他の製品・部材を組み合わせる場合、或いは、これらの製品に物理的、化学的その他何らかの加工・処理を施す場合には、使用者の責任に於いてそのリスクをご検討の上行ってください。  
When using the products specified herein by either (i) combining other products or materials therewith or (ii) physically, chemically or otherwise processing or treating the products, please duly consider all possible risks that may result from all such uses in advance and proceed therewith at your own responsibility.
- 本書に記載された製品は耐放射線設計をしておりません。  
Anti radioactive ray design is not considered for the products listed herein.
- 弊社物流網外での輸送、製品落下等によるトラブルについて弊社は一切責任を負いません。  
Sanken assumes no responsibility for any troubles, such as dropping products caused during transportation out of Sanken's distribution network.