

TC78B004FTG 使用上の注意点

概要

TC78B004FTG は、速度制御機能を内蔵した正弦波 PWM 駆動方式の 3 相全波ブラシレスモータコントローラ IC です。OA 機器などのモータ用途向けに開発した製品です。2 相変調方式による正弦波 PWM 駆動により、高効率かつ低騒音での駆動が可能です。

目次

| | |
|---------------------------|----|
| 概要 | 1 |
| 1. 電源電圧 | 4 |
| 1.1. 動作電源電圧範囲 | 4 |
| 2. 出力電流 | 4 |
| 3. 制御入力 | 4 |
| 3.1. F_{ref} 信号入力 | 4 |
| 4. 検出回路 | 5 |
| 4.1. 過電流制限回路 | 5 |
| 4.2. ロック保護回路 | 6 |
| 4.3. 昇圧回避機能 | 8 |
| 4.4. 電源監視機能 | 9 |
| 5. 応用回路例 | 10 |
| 6. 正弦波駆動(60°変調 / 60°リセット) | 15 |
| 6.1. 正弦波駆動 | 15 |
| 6.2. 通電切り替え | 16 |
| 7. 速度制御 | 17 |
| 8. 自動進角制御 | 18 |
| 9. 電流帰還 | 19 |
| 10. 許容損失 | 20 |
| 11. レイアウト上の考慮点 | 21 |
| 12. 評価ボード | 22 |
| 記載内容の留意点 | 23 |
| 使用上のご注意およびお願い事項 | 23 |
| 使用上の注意事項 | 23 |
| 使用上の留意点 | 24 |
| 製品取り扱い上のお願 | 25 |

目次

| | | |
|--------|---|----|
| 図 4.1 | フィルタ値の調整 | 5 |
| 図 4.2 | TC78B004FTG 過電流制限動作波形(ご参考データ) | 5 |
| 図 4.3 | TC78B004FTG ロック保護動作波形例(ご参考データ) | 6 |
| 図 4.4 | CLD 端子入力電圧の抵抗分圧による調整 | 7 |
| 図 4.5 | TC78B004FTG モータ減速時の動作波形(ご参考データ) | 8 |
| 図 4.6 | 電源シーケンス | 9 |
| 図 5.1 | 応用回路例 | 10 |
| 図 5.2 | 内部基準クロック周波数の調整 | 10 |
| 図 5.3 | 外付け抵抗 R15 と内部基準クロック周波数 f_x の特性(ご参考データ) | 11 |
| 図 5.4 | 外付けコンデンサ C19 と内部基準クロック周波数 f_x の特性(ご参考データ) | 11 |
| 図 5.5 | チャージポンプ用コンデンサ | 12 |
| 図 5.6 | 外付け FET | 12 |
| 図 5.7 | FG アンプ周辺回路 | 13 |
| 図 5.8 | 積分アンプ周辺回路 | 13 |
| 図 5.9 | ホールバイアス回路周辺 | 14 |
| 図 6.1 | 正弦波駆動 | 15 |
| 図 6.2 | 通電切り替え | 16 |
| 図 7.1 | 速度制御システム | 17 |
| 図 8.1 | 自動位相進角補正回路 | 18 |
| 図 8.2 | 進角設定のタイミング | 18 |
| 図 9.1 | 電流帰還 | 19 |
| 図 10.1 | PD - Ta 特性 | 20 |
| 図 11.1 | ご参考ランドパターン寸法 | 21 |
| 図 12.1 | 評価ボード (TC78B004FTG) | 22 |

表目次

| | | |
|-------|----------------------------------|---|
| 表 1.1 | 動作電源電圧範囲 | 4 |
| 表 3.1 | 外部クロック周波数範囲 | 4 |
| 表 4.1 | 外付け抵抗と CLD 端子電圧に対するモードおよびロック検出時間 | 6 |
| 表 4.2 | CLD 端子の推奨外付け抵抗値 | 7 |

1. 電源電圧

1.1. 動作電源電圧範囲

表 1.1 動作電源電圧範囲

| 項目 | 記号 | 動作電源電圧範囲 | 単位 |
|------|-----|----------|----|
| 電源電圧 | Vcc | 10 ~ 28 | V |

2. 出力電流

絶対最大定格は 10 mA (LU(U)、LV(U)、LW(U)、LU(L)、LV(L)、LW(L)ソース電流 FET 駆動時のピーク電流)、100 mA (LU(U)、LV(U)、LW(U)、LU(L)、LV(L)、LW(L)シンク電流 FET 駆動時のピーク電流)、25 mA (Vreg)です。絶対最大定格は、瞬時たりとも超えてはならない規格です。

3. 制御入力

3.1. F_{ref} 信号入力

表 3.1 外部クロック周波数範囲

| 項目 | 記号 | 動作周波数範囲 | 単位 |
|-----------|------------------|------------|----|
| 外部クロック周波数 | F _{ref} | 200 ~ 4000 | Hz |

速度制御の信号として、F_{ref} 端子に外部よりクロック信号を入力します。F_{ref} の入力周波数範囲は、外部クロック測定用カウンタの Bit 数と内部基準クロックの周波数 f_x によって制約されます。

F_{ref} が使用範囲(200 Hz ~ 4 kHz)より十分遅いとき、カウンタが足りなくなります。

具体的には f_x = 5 MHz 設定時、F_{ref} に 150 Hz (CLK 周期 × 8 × 16³ = 6.55 ms) 前後より遅い周波数が入力された場合

(f_x = 5 MHz 設定時)、カウンタ・フル状態となり、駆動出力 Off となります。(オーバフロー検出)

(f_x = 4 MHz では 122 Hz、f_x = 6 MHz では 183 Hz でカウンタ・フルになります。)

Off モードは START 信号をいったん H にするか、BRAKE 信号をいったん L にすることでクリアされ、再度起動していただくと駆動開始します。確実に起動するためには、オーバフローしない F_{ref} 周波数確定後、START 信号、BRAKE 信号を設定してください。

4. 検出回路

この IC は以下の機能を内蔵しています。如何なる場合でも IC を保護するものではありません。必ず絶対最大定格以内でご使用ください。

4.1. 過電流制限回路

上側の出力トランジスタを OFF して電流を制限します。出力に過電流が流れた場合、抵抗 R11 によって検出し、電流リミッタ回路基準電圧 $V_{dc} = 0.25 \text{ V (typ.)}$ に到達することで回路が動作します。

過電流制限回路が動作する電流値 $I_{OUT} = \text{電流リミッタ回路基準電圧 } V_{dc} / \text{検出抵抗 } R11$ になります。R12、C12 はチョッピングによる出力電流ノイズで過電流制限回路が誤動作しないようにフィルタ値を調整してください。

例) R11 抵抗値を 0.06Ω に設定した場合、 $I_{OUT} \text{ (typ.)} = 0.25 \text{ V (typ.)} / 0.06 \Omega \approx 4.17 \text{ A}$

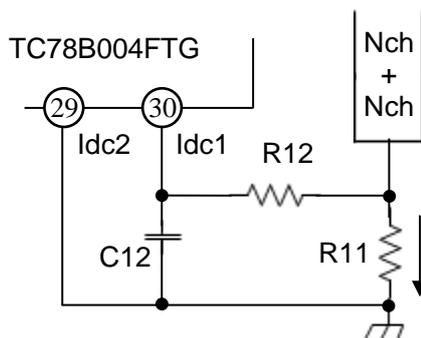


図 4.1 フィルタ値の調整

測定条件

$V_{CC} = 24 \text{ V}$ 、 $F_{ref} = 1 \text{ kHz}$ (Duty 50%)、モータ無負荷、 $R11 = 0.05 \Omega$ 、 $R12 = 1 \text{ k}\Omega$ 、 $C12 = 2200 \text{ pF}$

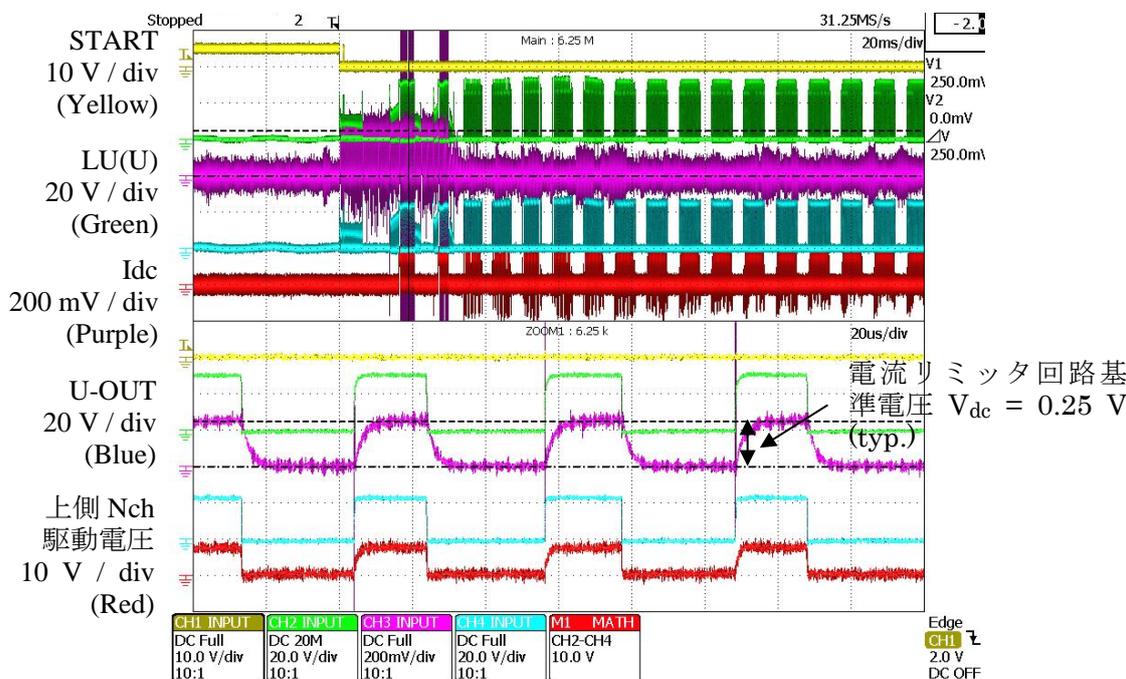


図 4.2 TC78B004FTG 過電流制限動作波形(ご参考データ)

4.2. ロック保護回路

ロック保護機能は、モータがロックした場合、出力パワーFET を OFF する機能です。

<設定方法>

下表の7つのモードを、CLD 端子の入力電圧により、電流帰還ゲインと合わせて設定します。

<動作説明>

Ready 信号(READY)の High の期間が設定したロック検出時間継続した場合、全出力パワーFET を上下 OFF します。

<出力 OFF 動作の解除方法>

ラッチモードは、一度ストップ状態、またはブレーキ状態とすることで解除されます。

表 4.1 外付け抵抗と CLD 端子電圧に対するモードおよびロック検出時間

| 外付け抵抗(kΩ) | | CLD 端子入力電圧(V) | | モード | ロック検出時間(s) | 電流帰還ゲイン |
|-----------|-----|---------------|------------------|-----|------------|---------|
| R1 | R2 | Min | Max | | | |
| 100 | 0 | 0.00 | 0.48 | 無効 | — | 0 |
| 82 | 18 | 0.68 | 1.07 | ラッチ | 1 | 0.0625 |
| 68 | 27 | 1.27 | 1.65 | | | 0.125 |
| 56 | 38 | 1.85 | 2.23 | | | 0.5 |
| 47 | 51 | 2.43 | 2.82 | | 3 | 0.0625 |
| 36 | 62 | 3.02 | 3.40 | | | 0.25 |
| 0 | 100 | 3.60 | V _{reg} | | | 0.5 |
| | | | | | | 0.5 |

測定条件

V_{CC} = 24 V、F_{ref} = 1 kHz (Duty 20 %)、モータ無負荷、CLD 端子電圧 = 2.23 V

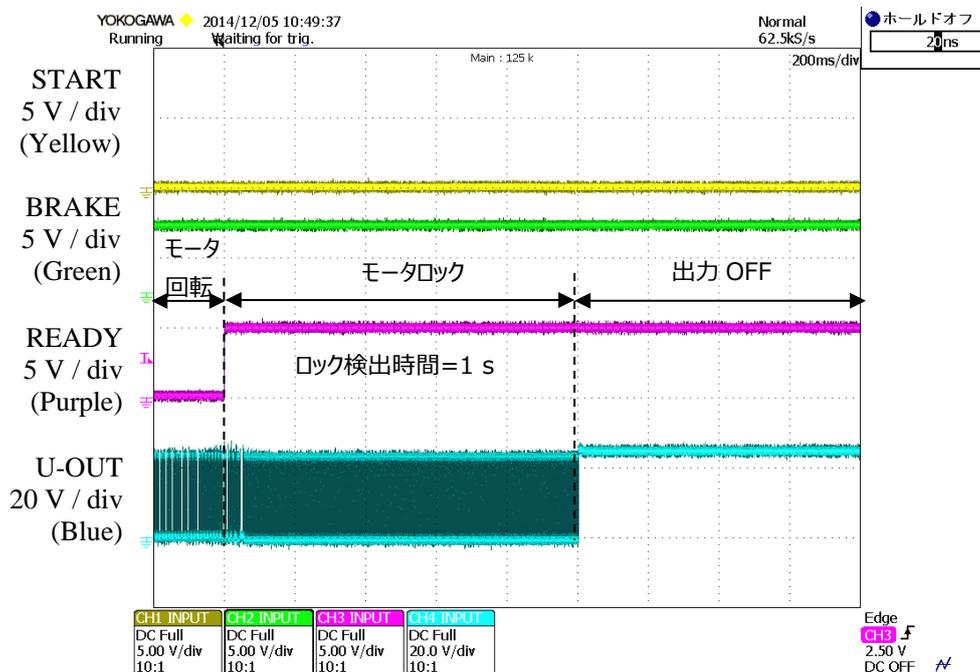


図 4.3 TC78B004FTG ロック保護動作波形例(ご参考データ)

ロック保護設定電圧は、IC 内部の AD 変換回路で処理されます。AD 変換回路は、 V_{reg} を電源とし、IC 内部の抵抗分圧で基準電圧を決めています。ロック保護電圧を設定する場合は、 V_{reg} を電源として $\pm 5\%$ の外付け抵抗で設定してください。推奨外付け抵抗値、および外付け抵抗値のバラツキを加味した CLD 端子入力電圧のバラツキを下表に示します。CLD 端子は、オープンにしないで、下記電圧に設定してください。また、CLD 端子には、ノイズキャンセルのためのコンデンサをつけてください。

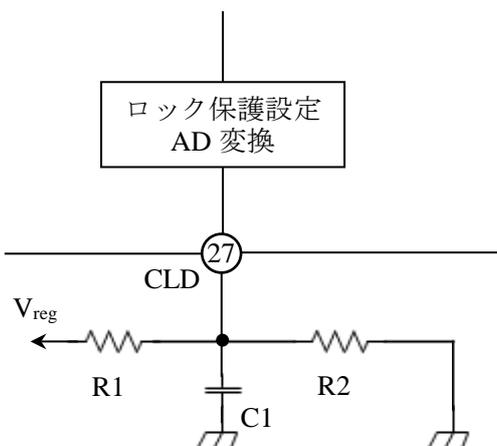


図 4.4 CLD 端子入力電圧の抵抗分圧による調整

表 4.2 CLD 端子の推奨外付け抵抗値

| モード | ロック検出時間(s) | 電流帰還ゲイン | CLD 端子入力電圧(V) | | 外付け抵抗(k Ω) | | 外付け抵抗値に $\pm 5\%$ のバラツキがある場合の抵抗分圧値(V) | |
|-----|------------|---------|---------------|-----------|--------------------|-----|---------------------------------------|------|
| | | | Min | Min | R1 | R2 | Min | Max |
| 無効 | — | 0 | 0.00 | 0.48 | 100 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| ラッチ | 1 | 0.0625 | 0.68 | 1.07 | 82 | 18 | 0.83 | 0.98 |
| | | 0.125 | 1.27 | 1.65 | 68 | 27 | 1.32 | 1.53 |
| | | 0.5 | 1.85 | 2.23 | 56 | 38 | 1.90 | 2.14 |
| | 3 | 0.0625 | 2.43 | 2.82 | 47 | 51 | 2.48 | 2.73 |
| | | 0.25 | 3.02 | 3.40 | 36 | 62 | 3.05 | 3.28 |
| | | 0.5 | 3.60 | V_{reg} | 0 | 100 | 5.00 | 5.00 |

4.3. 昇圧回避機能

正弦波駆動時にモータを急減速させた場合、モータから電流が電源側に逆流するため、電源電圧が上昇します。その際の、電源上昇を抑制するための機能を内蔵しています。

V_{CC} 電圧が上昇すると、180°通電(同期整流) ⇒ 120°通電(上側 PWM)に切替わります。

<動作条件>

- (1) 180°通電 → 120°通電の条件 電源電圧が上昇し、V_{CC} > 28.8 V(typ.)になった場合
- (2) 120°通電 → 180°通電の条件 READY 信号の出力が Low となる定速回転になった場合

通常使用される電源電圧の上限 V_{CC(max)}は、電源監視電圧 V_{K(min)} = 27.8 V 以下になるように設定してください。また、本機能は全ての電源電圧の昇圧現象を回避するものではありません。電源回路などの要因で電源電圧が昇圧する場合には、別の昇圧保護回路を追加してください。また、記動作以外の要因などによる電源電圧上昇を抑制することはできません。

測定条件

V_{CC} = 24 V、F_{ref} = 600 Hz (Duty 50 %)、モータを拘束

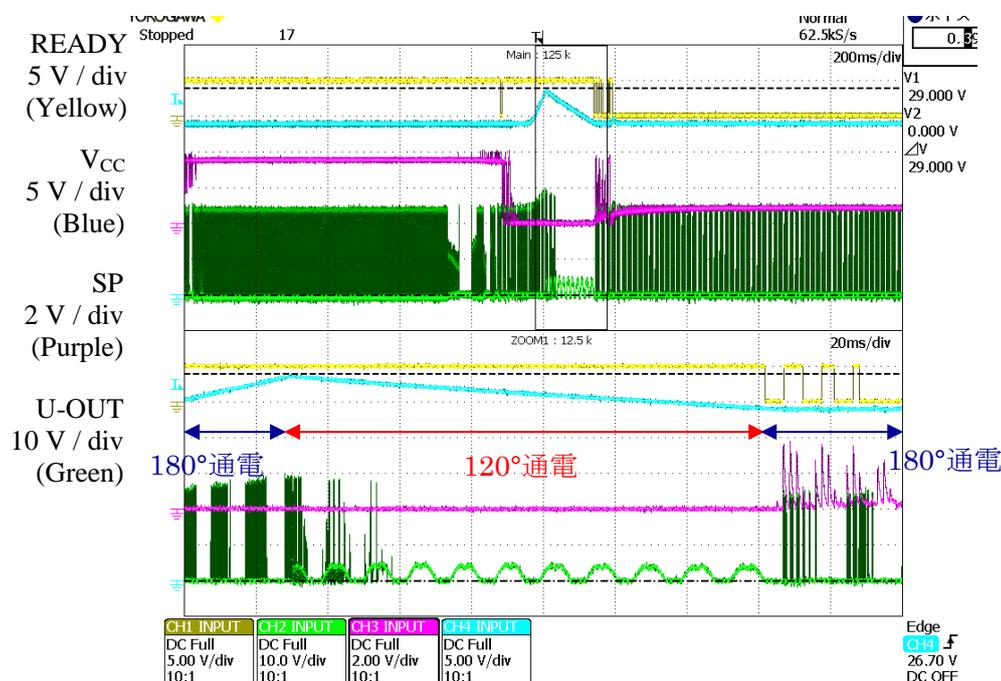


図 4.5 TC78B004FTG モータ減速時の動作波形(ご参考データ)

4.4. 電源監視機能

V_{CC} 電圧、 V_{reg} 電圧、 $V_{reg1.5}$ 電圧に電源監視機能を内蔵しています。

V_{CC} 電源(24 V、外部印加)

• $V_{CC(H)} \leq 9.0 \text{ V (typ.)}$ 、 $V_{CC(L)} \leq 8.0 \text{ V (typ.)}$

(電源 ON)

V_{CC} 電源電圧が、立ち上がり時に、 9.0 V (typ.) 以下では、外付け上下 FET を OFF、内部ロジックをリセットします。

(電源 OFF)

V_{CC} 電源電圧が、立ち下がり時に、 8.0 V (typ.) 以下では、外付け上下 FET を OFF、内部ロジックをリセットします。

V_{reg} 電源(5 V、内部基準電源)

• $V_{reg(H)} \leq 4.2 \text{ V (typ.)}$ 、 $V_{reg(L)} \leq 3.5 \text{ V (typ.)}$

(電源 ON)

V_{CC} が立ち上がると、 V_{reg} 電圧が立ち上がります。

V_{reg} 電圧が 4.2 V 以下では、外付け上下 FET を OFF、内部ロジックをリセットします。

(電源 OFF)

V_{CC} が立ち下がると、 V_{reg} 電圧が下がります。

V_{reg} 電圧が 3.5 V 以下では、外付け上下 FET を OFF、内部ロジックをリセットします。

$V_{reg1.5V}$ 電源(内部 Logic 電源)

• $V_{reg1.5(H)} \leq 1.4 \text{ V (typ.)}$ 、 $V_{reg1.5(L)} \leq 1.3 \text{ V (typ.)}$

(電源 ON)

V_{CC} が立ち上がると、 $V_{reg1.5}$ 電圧が立ち上がります。 $V_{CC} > 9.0 \text{ V}$ かつ、 $V_{reg} > 4.2 \text{ V}$ で $V_{reg1.5}$ が立ち上がります。

$V_{reg1.5}$ 電圧が 1.4 V 以下では、外付け上下 FET を OFF、内部ロジックをリセットします。

(電源 OFF)

V_{CC} が立ち下がると、 $V_{reg1.5}$ 電圧が下がります。 $V_{CC} < 8.0 \text{ V}$ または、 $V_{reg} < 3.5 \text{ V}$ で $V_{reg1.5}$ が立ち下がります。 $V_{reg1.5}$ 電圧が 1.3 V 以下では、外付け上下 FET を OFF、内部ロジックをリセットします。

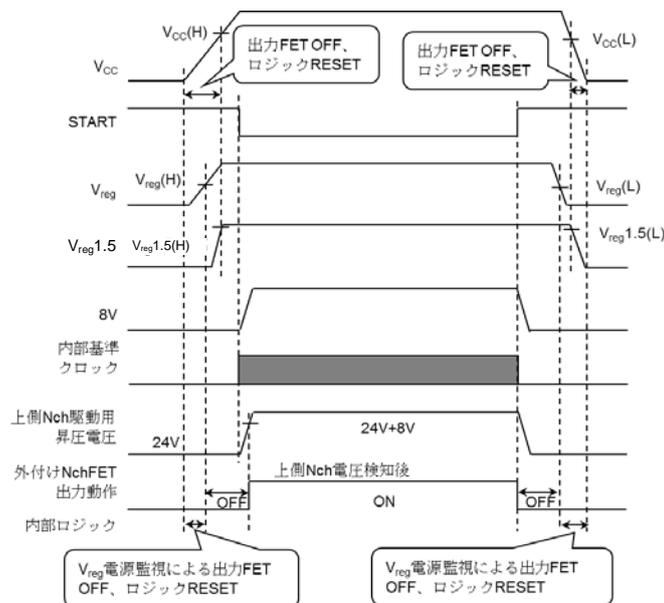


図 4.6 電源シーケンス

5. 応用回路例

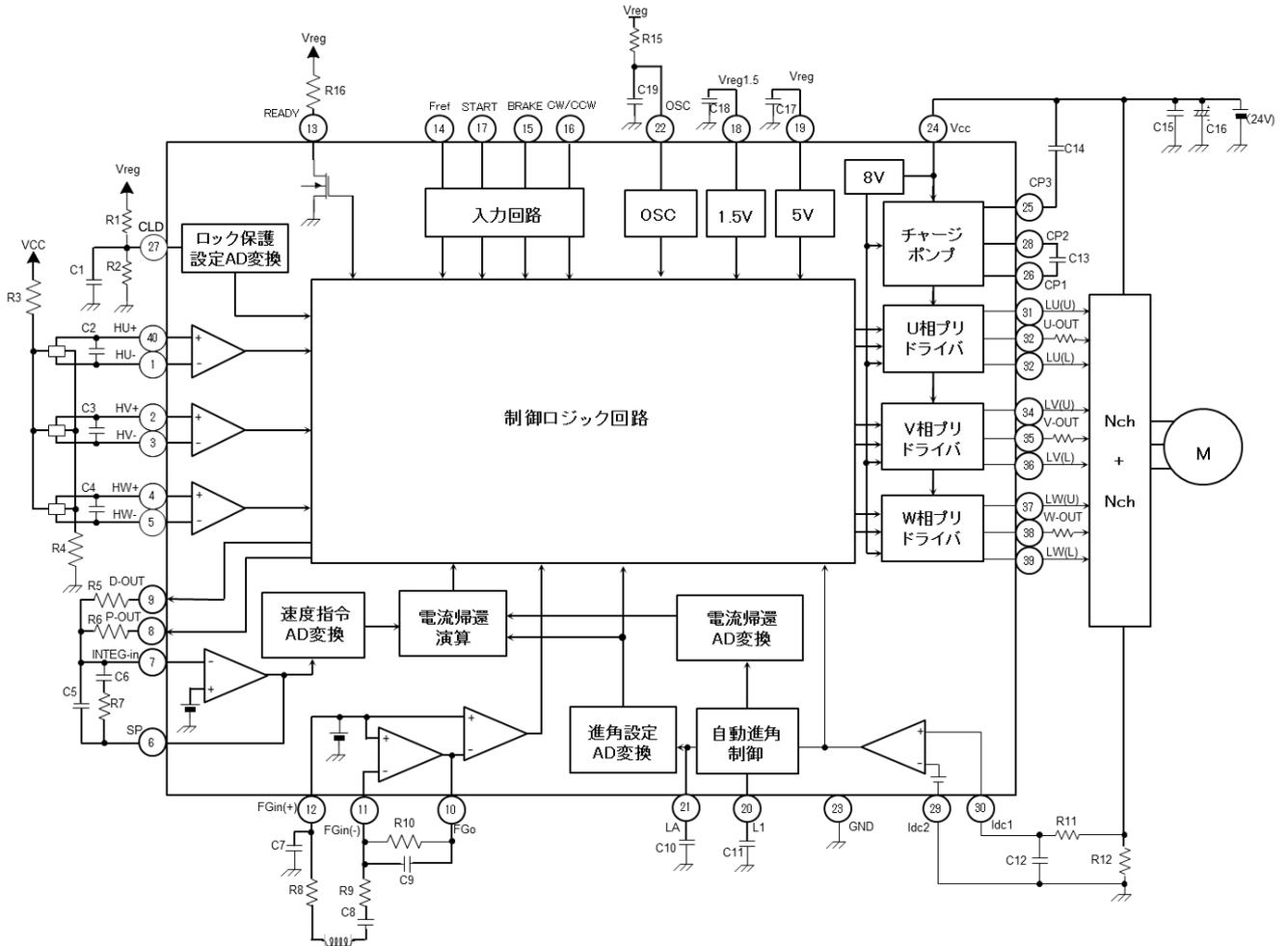


図 5.1 応用回路例

(1) 内部基準クロック周波数

外付け CR を使い IC 内部で基準クロックを発生します。

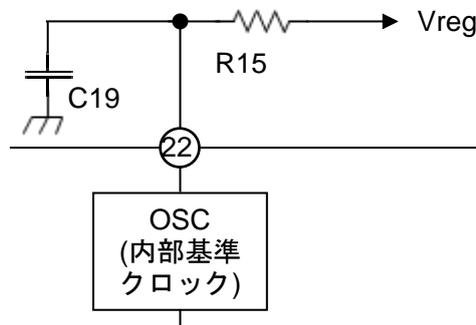


図 5.2 内部基準クロック周波数の調整

外付け C19 を 100 pF としたときの外付け抵抗 R15 と内部基準クロック周波数 f_x の特性を以下に示します。

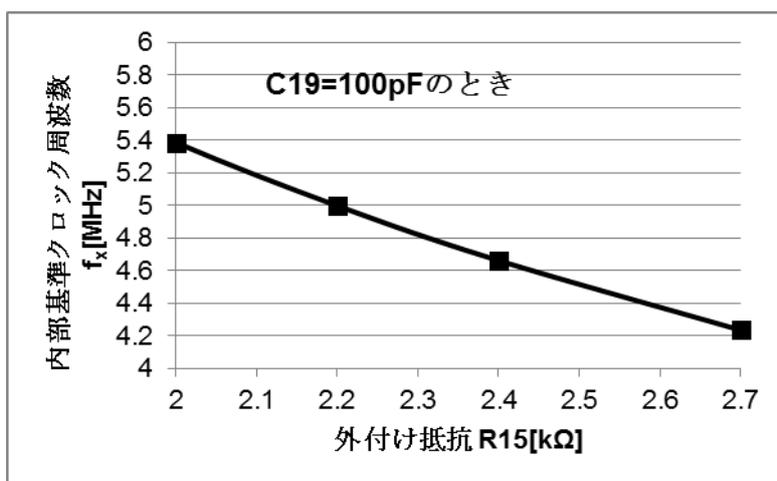


図 5.3 外付け抵抗 R15 と内部基準クロック周波数 f_x の特性(ご参考データ)

外付け抵抗 R15 を 2.4 kΩ としたときの外付けコンデンサ C19 と内部基準クロック周波数 f_x の特性を以下に示します。

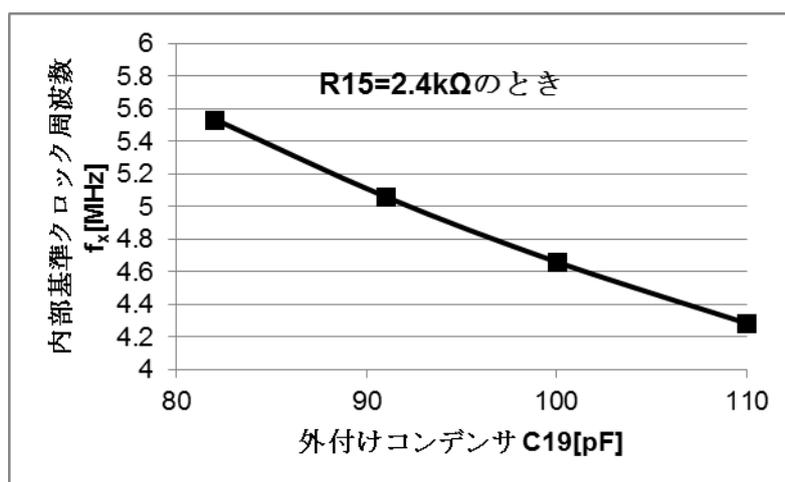


図 5.4 外付けコンデンサ C19 と内部基準クロック周波数 f_x の特性(ご参考データ)

内部基準クロックは、以下の設定に使用していますのでバラツキの影響を考慮して設定ください。

- PWM 周波数 $f_{pwm} = f_x$ (内部基準クロック周波数) / 248
- デッドタイム $t_d = (1 / f_x) \times 6$
- チャージポンプ(昇圧回路)動作周波数: $f_x / 16$
- 進角回路の AD 変換部の基準クロック
- 外部クロックの時間測定用カウンタの基準クロック
- FLL、PLL の基準クロック

(2) チャージポンプ用コンデンサ

チャージポンプ回路は内部基準クロック周波数 f_x の $1/16$ の周波数で昇圧します。
コンデンサ容量は下記を目安としてください。

C13 = 0.022 μ F 以上推奨

C14 = 0.22 μ F 以上推奨

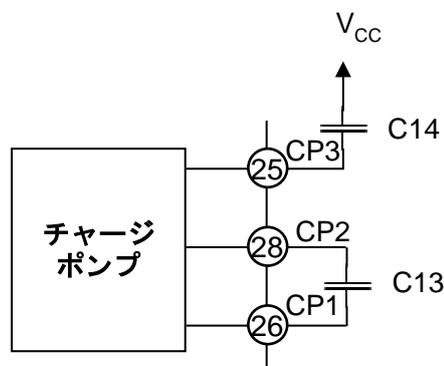


図 5.5 チャージポンプ用コンデンサ

CP3 電圧は、上側 FET の駆動電圧として使用されます。FET 駆動時に C14 から電荷が抜かれます。外付け FET によっては、CP3 電圧が下がってしまう場合があります。

CP3 電圧立ち上がり時、CP3 電圧 $-V_{CC} > 6.35$ V(Typ.) で出力 ON し、CP3 電圧立ち下がり時 CP3 電圧 $-V_{CC} < 5.8$ V(Typ.) で出力 OFF する上側 Nch 電圧検知機能を内蔵しています。通常動作時に上記検知電圧の範囲に入らないように注意してください。この範囲に入る場合、コンデンサ C13、C14 の容量値を大きくしてください。

(3) 外付け FET

外付け FET としては TPC8227-H(当社製)または、TPC8224-H(当社製)を接続することを推奨致します。
また、OUT 端子(U-OUT、V-OUT、W-OUT)と直列に 10 Ω の抵抗を接続してください。

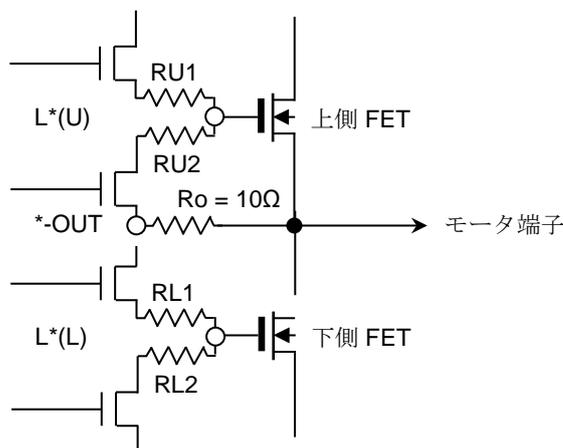


図 5.6 外付け FET

(4) Idc1 端子フィルタ

過電流検知抵抗の接続によりパワー部のノイズの影響を受けるため、IC 外付けにフィルタの接続をお願いします。セラミックコンデンサを IC 端子に近接して接続してください。この際、コンデンサの GND ラインは GND に接続してください。

(5) FG アンプ周辺

使用する回転数の FG 周波数に合わせて調整してください。
(調整例)

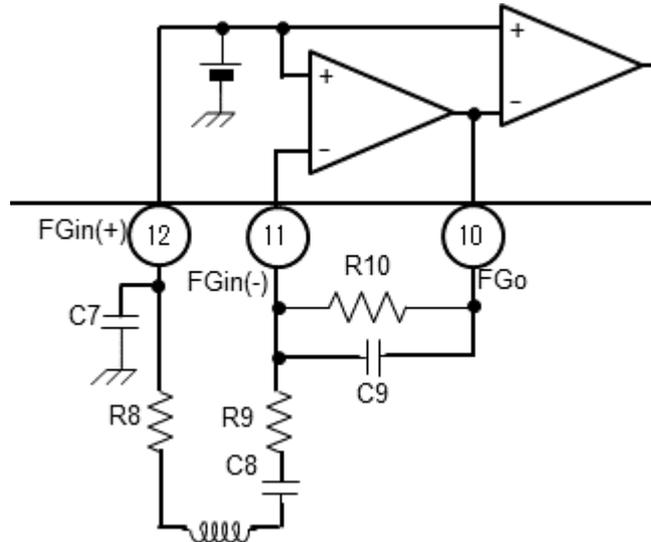


図 5.7 FG アンプ周辺回路

$$R9 \leq 1 / (2\pi \times C8 \times F_{ref}(\min))$$

$$R10 = R9 \times G_{FG}$$

$$C9 \geq 1 / (2\pi \times R10 \times F_{ref}(\max))$$

※ G_{FG} : FG ゲイン

$C8 = 0.1 \mu\text{F}$ 、 $F_{ref}(\min) = 500 \text{ Hz}$ 、 $F_{ref}(\max) = 2 \text{ kHz}$ 、 $G_{FG} = 100$ 倍とすると、

$R9 \leq 3.18 \text{ k}\Omega$ 、これより $R9 = 2 \sim 3 \text{ k}\Omega$ 、 $R11 = 200 \sim 300 \text{ k}\Omega$ 。

$R10 = 200 \text{ k}\Omega$ として $C9 \geq 398 \text{ pF}$ 、これより $C9 = 470 \sim 1000 \text{ pF}$ 。

また、 $C7 = 0.047 \sim 0.1 \mu\text{F}$ 、 $R8 = 0 \Omega$ としています。

G_{FG} は、FG コンパレータの入力ヒステリシス(片側 $0.25 \text{ V}(\text{typ.})$)がありますので、FGO 波形の振幅が 0.5 V 以上となるように設定してください。

(6) 積分アンプ周辺

これらの定数はご使用になるモータにより調整が必要です。

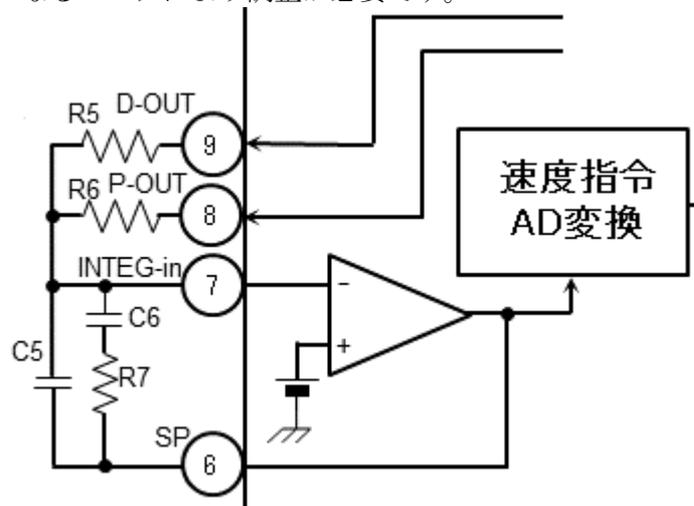


図 5.8 積分アンプ周辺回路

(7) ホールバイアス周辺

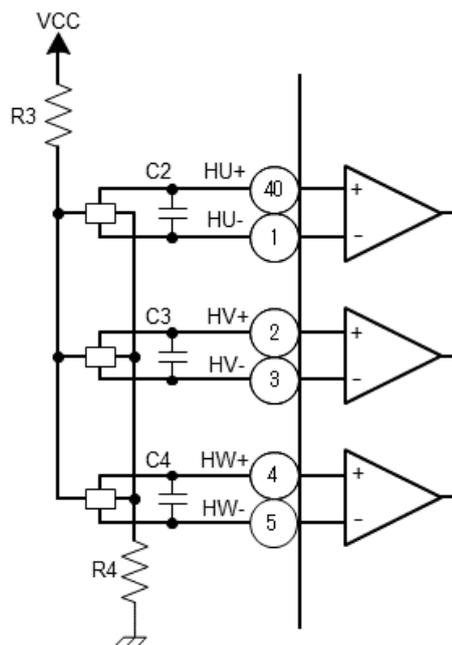


図 5.9 ホールバイアス回路周辺

R3、R4 につきましてはご使用になるホール素子により調整してください。(注)

注: ホール IC ご使用に関して

ホール IC を接続する場合は片方の入力を $V_{reg}/2$ に設定し、他方は $0 \sim 5V$ 入力としてください。
ホール信号にノイズが見られる場合、ホール信号に CR フィルタを接続してください。

6. 正弦波駆動(60°変調 / 60°リセット)

6.1. 正弦波駆動

TC78B004FTG の正弦波駆動は、2 相変調の正弦波 PWM 駆動を採用しています。ホールによる位置検出信号から作った変調信号と、キャリア周波数の三角波を比較して正弦波 PWM 信号を生成しています。3 つの位置検出信号のゼロクロスから次のゼロクロスまでの電気角 60°の時間をカウントし、このカウント時間を次の 60°位相分として使います。

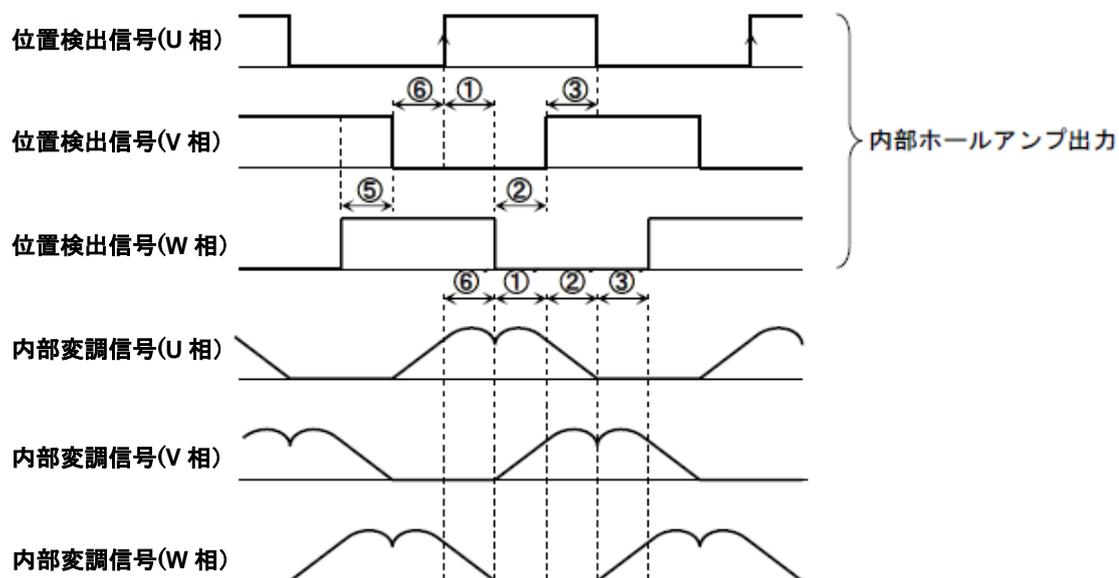


図 6.1 正弦波駆動

6.2. 通電切り替え

始動時は 120°通電(矩形波駆動)で起動し、下記の条件で 180°通電(正弦波駆動)に切り替わります。

- 位置検出信号(ホール素子信号)の 1 相あたりの周波数 f が設定値 f_H を越えた後
- ホール切り替わりエッジ 6 周期分(3 相全相の)を確認した後

ホール(HU)立ち下がり で 180°通電に切り替わります。

(切り替わりエッジ 6 周期目が HU 立ち下がりの場合は次の HU 立ち下がりで通電切り替え)

位置検出信号の 1 相あたりの周波数 $\Rightarrow f$

設定周波数 $\Rightarrow f_H = 1 / \{ (2^{16} - 1) \times (1 / f_x) \times 6 \}$

内部基準クロック周波数 $\Rightarrow f_x$

$f_H > f$ のときは 120°通電となり、 $f_H < f$ のときは 180°通電可能。

切り替わり周波数は f_x (内部基準クロック周波数)に依存します。

起動時以外にもモータ回転速度が遅い場合($f_H > f$)は 120°通電となります。

ノイズ対策として、想定より f が速い場合に 120°通電とします。

$f \geq 666.7 \text{ Hz}$ ($f_x = 4 \text{ MHz}$ 時)、 $f \geq 833.3 \text{ Hz}$ ($f_x = 5 \text{ MHz}$ 時)、 $f \geq 1 \text{ kHz}$ ($f_x = 6 \text{ MHz}$ 時)で 120°通電となります。

120°通電時は上側 PWM 制御、180°通電時は同期整流 PWM 制御を行います。

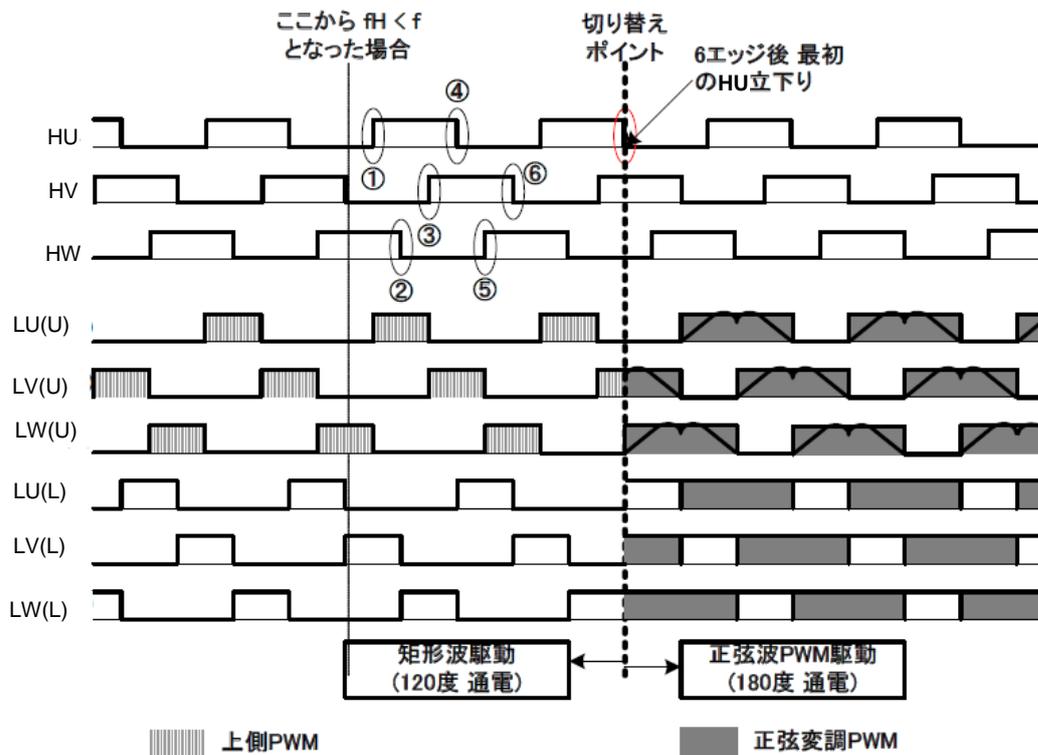


図 6.2 通電切り替え

7. 速度制御

本製品は FLL、PLL で速度制御を実施します。

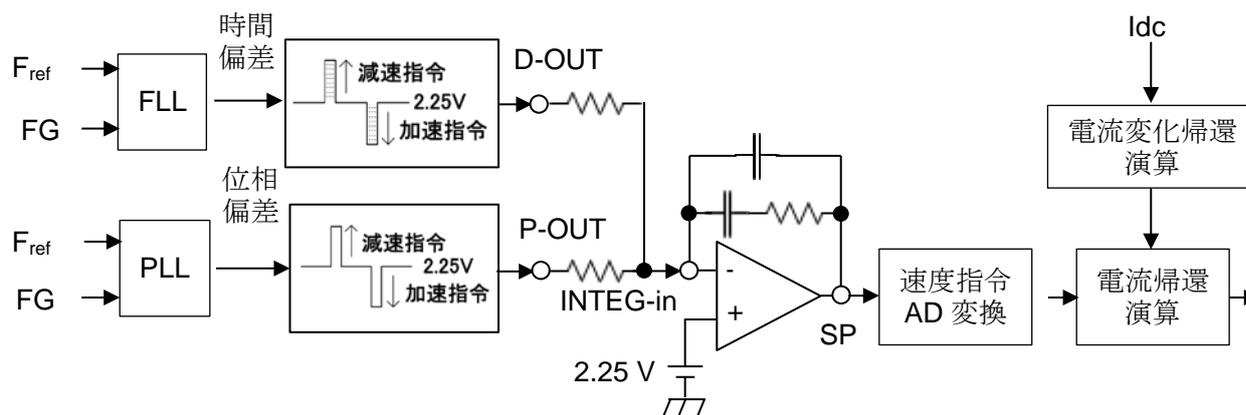


図 7.1 速度制御システム

D-OUT、P-OUT より 2.25 V を中心に偏差時間分だけパルス電圧(± 1.25 V)を出力します。

(加速指令は 2.25 V からマイナス側、減速指令はプラス側)

D-OUT 出力用のゲイン調整回路を設けており、ピーク電圧を 8 ステップ分解能で調整します。

P-OUT 出力に関しては ± 1.25 V 固定となっています。

P-OUT は READY = L の条件時のみ出力されます。

F_{ref} が一定期間入力されない場合、認識期間(CLD = 0.1 μ F 時 120 ms)後に出力 FET は OFF となります。

F_{ref} の周波数が想定より十分遅い場合、同様に出力 OFF となります。

継続的に BRAKE 設定された場合も、以下の条件を満たす場合出力 OFF となります。

($f_x = 4$ MHz 時 122 Hz 以下、 $f_x = 5$ MHz 時 150 Hz 以下、 $f_x = 6$ MHz 時 183 Hz 以下で出力 OFF)

OFF モードをクリアする際は、いったん START = H または BRAKE = L とし、再起動してください。

詳細条件につきましてはデータシートも合わせてご参照ください。

8. 自動進角制御

進角機能を内蔵し、モータ電流(I_{dc1} 電圧)をフィードバックすることで自動進角設定が可能です。

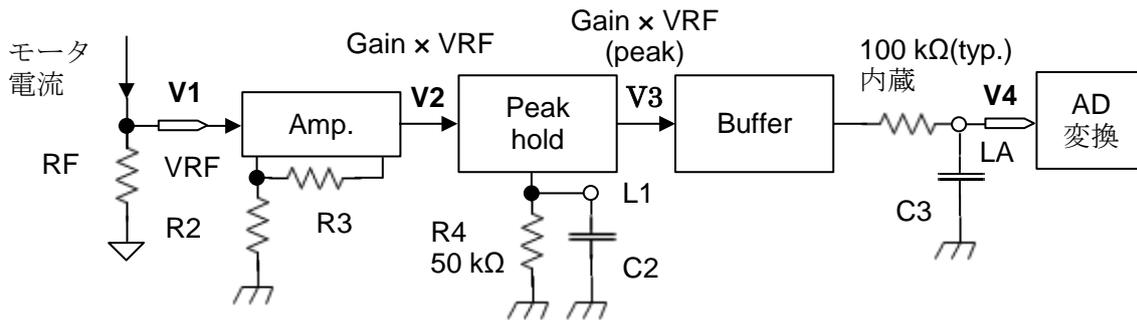


図 8.1 自動位相進角補正回路

モータ電流を RF 抵抗で電圧変換しフィードバックします。電圧変換した VRF 電圧を Amp. で Gain 倍します。

Amp. Gain = (R2 + R3) / R2 は IC 内部固定で 17 倍です。

ピークホールド回路では、

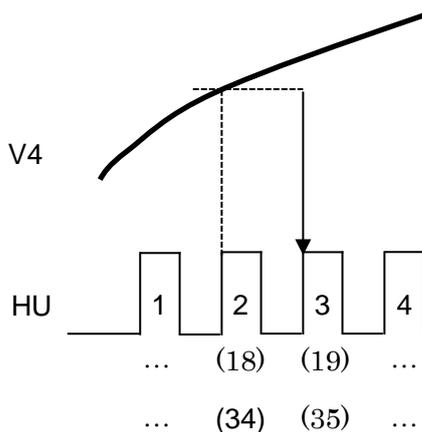
- (1) V2 電圧 > V3 電圧の場合、C2 に電流チャージし、V3 電圧 = V2 電圧となります。
- (2) V2 電圧 < V3 電圧の場合、C2 にチャージされた電荷が抵抗 R4 にディスチャージされ、V3 電圧は V2 電圧まで下がっていきます。V3 電圧は Buffer を通し、100 kΩ / C3 のフィルタを通してさらに平滑されます(V4 電圧)。

進角設定は、V4 電圧の AD 変換で行われ、V4 電圧 = 0 V ⇒ 0°、V4 電圧 = 2.5 V ⇒ 30°となり、その間を 16 ステップで設定されます。V4 電圧が 2.5 V を超えた場合は、進角設定は最大の 30°となります。

進角設定への V4 反映のタイミング

進角設定の反映はホール信号 HU の 16 周期に 1 回とします。

起動後の 1 回目の反映は 2 周期目の立ち上がり時の V4 電圧を 3 周期目の立ち上がりタイミングで行い、以降 16 周期ごとに反映を行います。



HU の 2 周期目の立ち上がりの V4 電圧を次の 3 周期目の立ち上がりのタイミングで反映。以降+16 周期ごとに反映を行う。

図 8.2 進角設定のタイミング

9. 電流帰還

回転ムラ成分を抑えるため、モータ電流の変動を抑える目的で電流帰還系を設けています。速度制御に電流変動分を帰還させます。

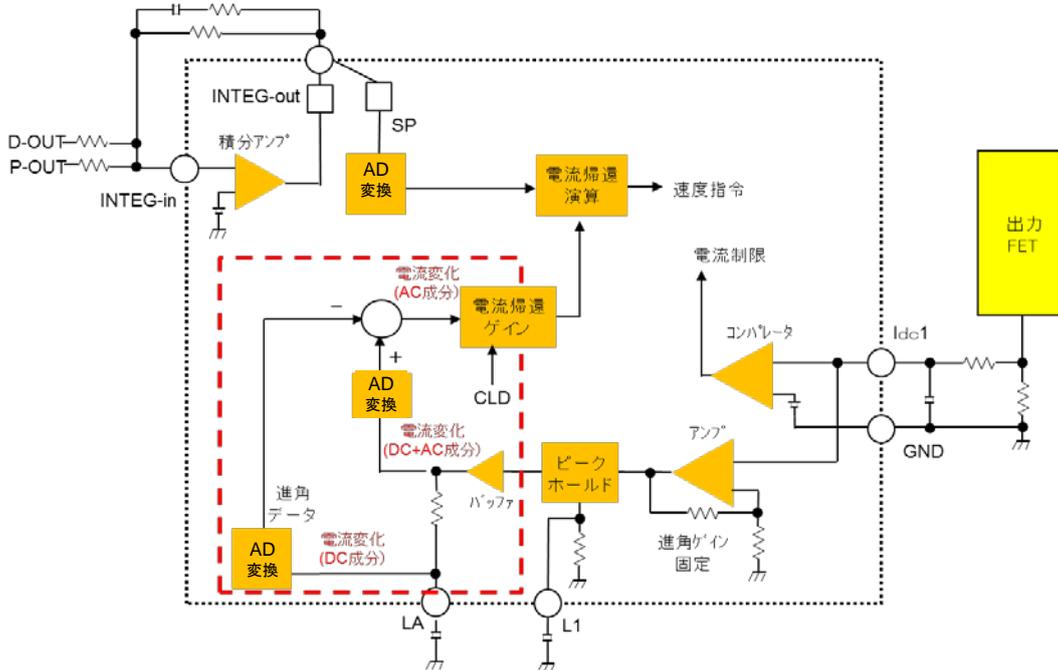


図 9.1 電流帰還

電流値の AC 成分のみを速度指令にフィードバックするシステムとしており、進角指令値(DC 成分)と電流帰還(DC + AC 成分)の差を電流帰還値として使用しています。

10. 許容損失

基板実装時(ガラスエポキシ 76.2 mm × 114.3 mm × 1.6 mm、銅箔 60 %、両面基板)

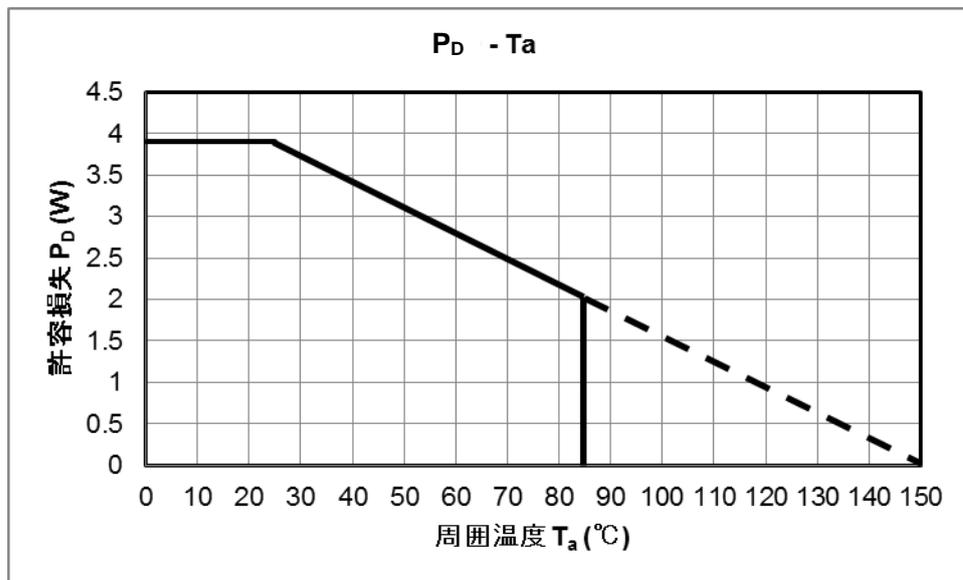


図 10.1 P_D - T_a 特性

11. レイアウト上の考慮点

基板作製においては以下の点に注意してください。

- GND のインピーダンスを低減するため、GND をベタとして配線を行ってください。
- 大きな電流が流れる外付け FET の出力ピンの配線は、可能な限り太くしてください。
- VM 入力端子とコンデンサの距離が大きくなるとスイッチングノイズが大きくなる可能性がありますので、VM 端子に接続する電解コンデンサは入力端子の直近に配置してください。
- IC の GND と外付け FET の GND は共通インピーダンスをもたないよう 1 点接続としてください。
- ご参考のランドパターン寸法は以下になります。

Unit: mm

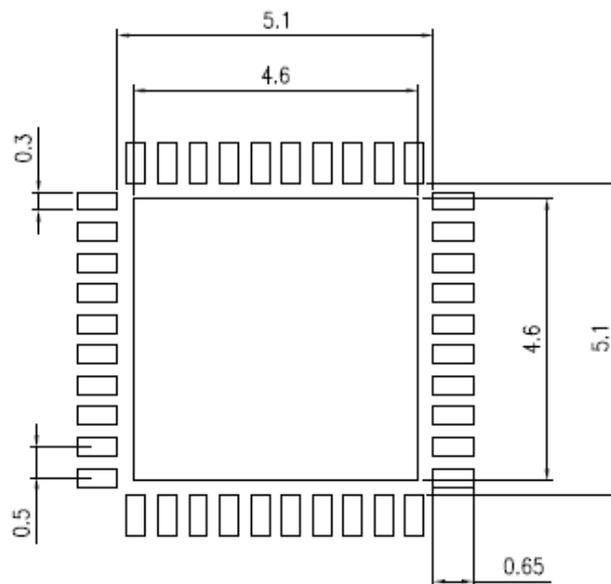


図 11.1 ご参考ランドパターン寸法

注意

- 特に表示がない限り、寸法数字の単位はミリメートルです。
- 本資料は JEITA ET-7501 Level 3 に準じた参照用の図です。
当社は、図および情報の正確性、完全性に関して一切の保証を致しません。
- お客様で各種条件(はんだ付け条件など)を十分評価し、お客様の責任で調整を行ってください。
- 本資料の図は実際の形状や寸法を正確に示すものではありません。図から採寸などで現品の寸法を見積もるなど、その値で設計しないでください。
- 設計および使用に際しては、本製品に関する最新の情報および本製品が使用される機器の取扱説明書などをご確認の上、これに従ってください。

12. 評価ボード

下記、評価ボードを準備しています (ソケットタイプ)。

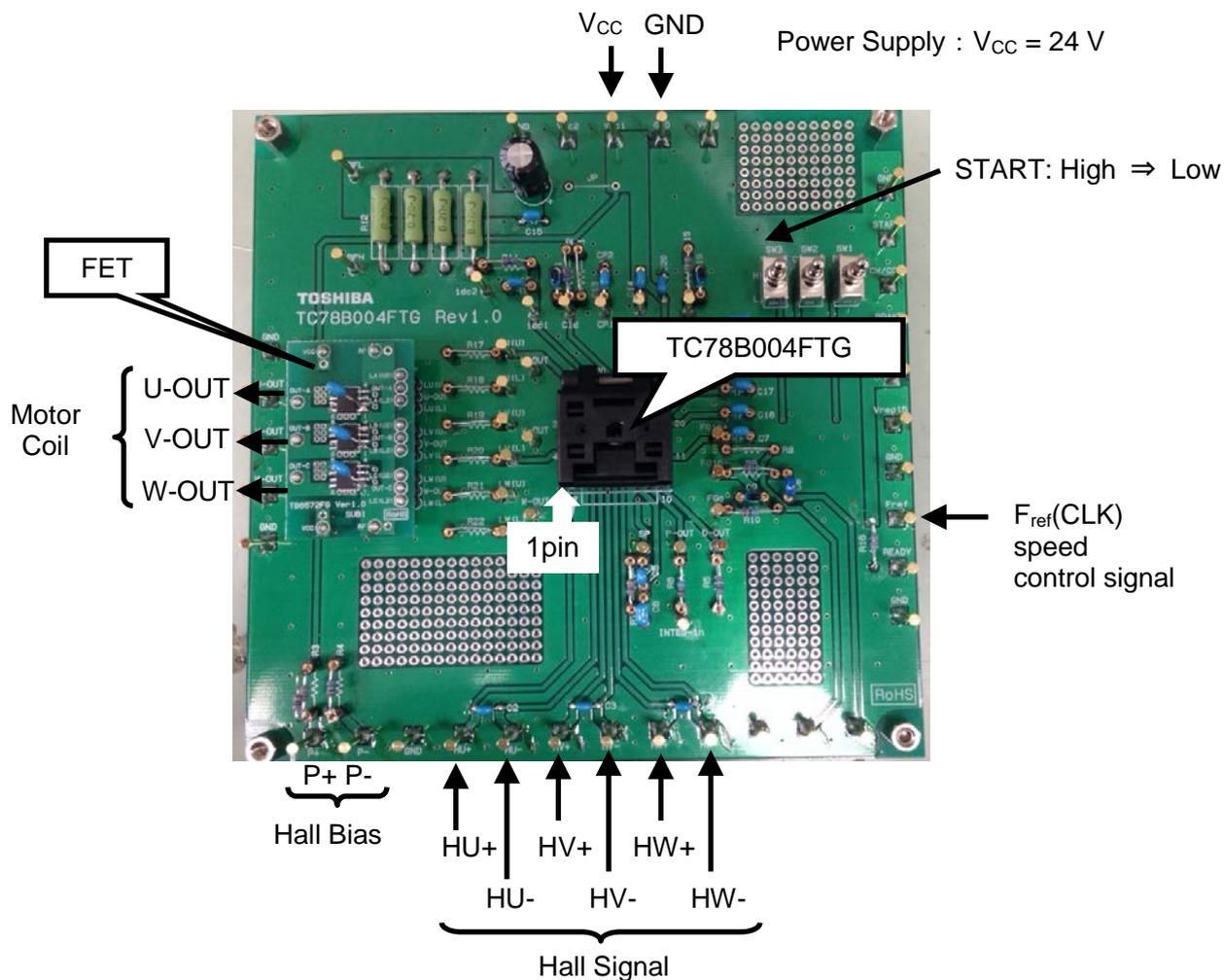


図 12.1 評価ボード (TC78B004FTG)

記載内容の留意点

1. ブロック図
ブロック図内の機能ブロック/回路/定数などは、機能を説明するため、一部省略・簡略化している場合があります。
2. 等価回路
等価回路は、回路を説明するため、一部省略・簡略化している場合があります。
3. タイミングチャート
タイミングチャートは機能・動作を説明するため、単純化している場合があります。
4. 応用回路例
応用回路例は、参考例であり、量産設計に際しては、十分な評価を行ってください。
また、工業所有権の使用の許諾を行うものではありません。

使用上のご注意およびお願い事項

使用上の注意事項

- (1) 絶対最大定格は複数の定格の、どの1つの値も瞬時たりとも超えてはならない規格です。
複数の定格のいずれに対しても超えることができません。
絶対最大定格を超えると破壊、損傷および劣化の原因となり、破裂・燃焼による傷害を負うことがあります。
- (2) 過電流の発生やICの故障の場合に大電流が流れ続けないように、適切な電源ヒューズを使用してください。ICは絶対最大定格を超えた使い方、誤った配線、および配線や負荷から誘起される異常パルスノイズなどが原因で破壊することがあり、この結果、ICに大電流が流れ続けることで、発煙・発火に至ることがあります。破壊における大電流の流出入を想定し、影響を最小限にするため、ヒューズの容量や溶断時間、挿入回路位置などの適切な設定が必要となります。
- (3) モータの駆動など、コイルのような誘導性負荷がある場合、ON時の突入電流やOFF時の逆起電力による負極性の電流に起因するデバイスの誤動作あるいは破壊を防止するための保護回路を接続してください。ICが破壊した場合、傷害を負ったり発煙・発火に至ることがあります。
保護機能が内蔵されているICには、安定した電源を使用してください。電源が不安定な場合、保護機能が動作せず、ICが破壊することがあります。ICの破壊により、傷害を負ったり発煙・発火に至ることがあります。
- (4) デバイスの逆差し、差し違い、または電源のプラスとマイナスの逆接続はしないでください。電流や消費電力が絶対最大定格を超え、破壊、損傷および劣化の原因になるだけでなく、破裂・燃焼により傷害を負うことがあります。なお、逆差しおよび差し違いのままに通電したデバイスは使用しないでください。

使用上の留意点

- (1) 過電流保護回路
過電流制限回路（通常：カレントリミッタ回路）はどのような場合でも IC を保護するわけではありません。動作後は、速やかに過電流状態を解除するようお願いします。
絶対最大定格を超えた場合など、ご使用方法や状況により、過電流制限回路が正常に動作しなかったり、動作する前に IC が破壊したりすることがあります。また、動作後、長時間過電流が流れ続けた場合、ご使用方法や状況によっては、IC が発熱などにより破壊することがあります。
- (2) 熱遮断回路
熱遮断回路（通常：サーマルシャットダウン回路）は、どのような場合でも IC を保護するわけではありません。動作後は、速やかに発熱状態を解除するようお願いします。
絶対最大定格を超えて使用した場合など、ご使用法や状況により、熱遮断回路が正常に動作しなかったり、動作する前に IC が破壊したりすることがあります。
- (3) 放熱設計
パワーアンプ、レギュレータ、ドライバなど、大電流が流出入する IC の使用に際しては、適切な放熱を行い、規定接合温度 (T_j) 以下になるように設計してください。これらの IC は通常使用時でも、自己発熱をします。IC 放熱設計が不十分な場合、IC の寿命の低下・特性劣化・破壊が発生することがあります。
また、IC の発熱に伴い、周辺に使用されている部品への影響も考慮して設計してください。
- (4) 逆起電力
モータを逆転やストップ、急減速を行った場合に、モータの逆起電力の影響でモータからモータ側電源へ電流が流れ込みますので、電源の Sink 能力が小さい場合、IC のモータ側電源端子、出力端子が絶対最大定格以上に上昇する恐れがあります。
逆起電力によりモータ側電源端子、出力端子が絶対最大定格電圧を超えないように設計してください。
- (5) その他
出力間ショート、出力の天絡、地絡、隣接ピンショート時に IC の破壊の恐れがありますので、 V_{cc} , V_M , GND , ラインの設計は十分注意してください。

製品取り扱い上のお願い

株式会社東芝およびその子会社ならびに関係会社を以下「当社」といいます。

本資料に掲載されているハードウェア、ソフトウェアおよびシステムを以下「本製品」といいます。

- 本製品に関する情報等、本資料の掲載内容は、技術の進歩などにより予告なしに変更されることがあります。
- 文書による当社の事前の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。また、文書による当社の事前の承諾を得て本資料を転載複製する場合でも、記載内容に一切変更を加えたり、削除したりしないでください。
- 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体・ストレージ製品は一般に誤作動または故障する場合があります。本製品をご使用頂く場合は、本製品の誤作動や故障により生命・身体・財産が侵害されることのないように、お客様の責任において、お客様のハードウェア・ソフトウェア・システムに必要な安全設計を行うことをお願いします。なお、設計および使用に際しては、本製品に関する最新の情報（本資料、仕様書、データシート、アプリケーションノート、半導体信頼性ハンドブックなど）および本製品が使用される機器の取扱説明書、操作説明書などをご確認の上、これに従ってください。また、上記資料などに記載の製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を使用する場合は、お客様の製品単独およびシステム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。
- 本製品は、特別に高い品質・信頼性が要求され、またはその故障や誤作動が生命・身体に危害を及ぼす恐れ、膨大な財産損害を引き起こす恐れ、もしくは社会に深刻な影響を及ぼす恐れのある機器（以下“特定用途”という）に使用されることは意図されていませんし、保証もされていません。特定用途には原子力関連機器、航空・宇宙機器、医療機器、車載・輸送機器、列車・船舶機器、交通信号機器、燃焼・爆発制御機器、各種安全関連機器、昇降機器、電力機器、金融関連機器などが含まれますが、本資料に個別に記載する用途は除きます。特定用途に使用された場合には、当社は一切の責任を負いません。なお、詳細は当社営業窓口までお問い合わせください。
- 本製品を分解、解析、リバースエンジニアリング、改造、改変、翻案、複製等しないでください。
- 本製品を、国内外の法令、規則及び命令により、製造、使用、販売を禁止されている製品に使用することはできません。
- 本資料に掲載してある技術情報は、製品の代表的動作・応用を説明するためのもので、その使用に際して当社及び第三者の知的財産権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。
- 別途、書面による契約またはお客様と当社が合意した仕様書がない限り、当社は、本製品および技術情報に関して、明示的にも黙示的にも一切の保証（機能動作の保証、商品性の保証、特定目的への合致の保証、情報の正確性の保証、第三者の権利の非侵害保証を含むがこれに限らない。）をしておりません。
- 本製品、または本資料に掲載されている技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍事用途の目的で使用しないでください。また、輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」等、適用ある輸出関連法令を遵守し、それらの定めるところにより必要な手続を行ってください。
- 本製品の RoHS 適合性など、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問い合わせください。本製品のご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用ある環境関連法令を十分調査の上、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は一切の責任を負いかねます。