

Webinar

すぐにわかる！ モータードライバー技術セミナー ～ブラシレスDCモーター初級編～

TOSHIBA

東芝デバイス&ストレージ株式会社

半導体応用技術センター

モーターコントロール応用技術部 モーターコントロール応用技術第一担当

東芝デバイスソリューション株式会社

拡販技術部 アプリケーション技術第二担当

(R640-851-09-22A-083)

本日のセミナーについて

東芝デバイス&ストレージ株式会社では、民生機器から産業機器まで幅広いアプリケーションに多用される3相ブラシレスDCモーターに焦点をあてたWebセミナーを複数回に分けて開催いたします。

2回目となる今回の【初級編】では、基礎知識編のおさらい、ブラシレスDCモータードライバーを用いた制御回路や評価時のポイントについて解説致します。

講師



東芝デバイスソリューション 株式会社
拡販技術部 アプリケーション技術第二担当
村上 学

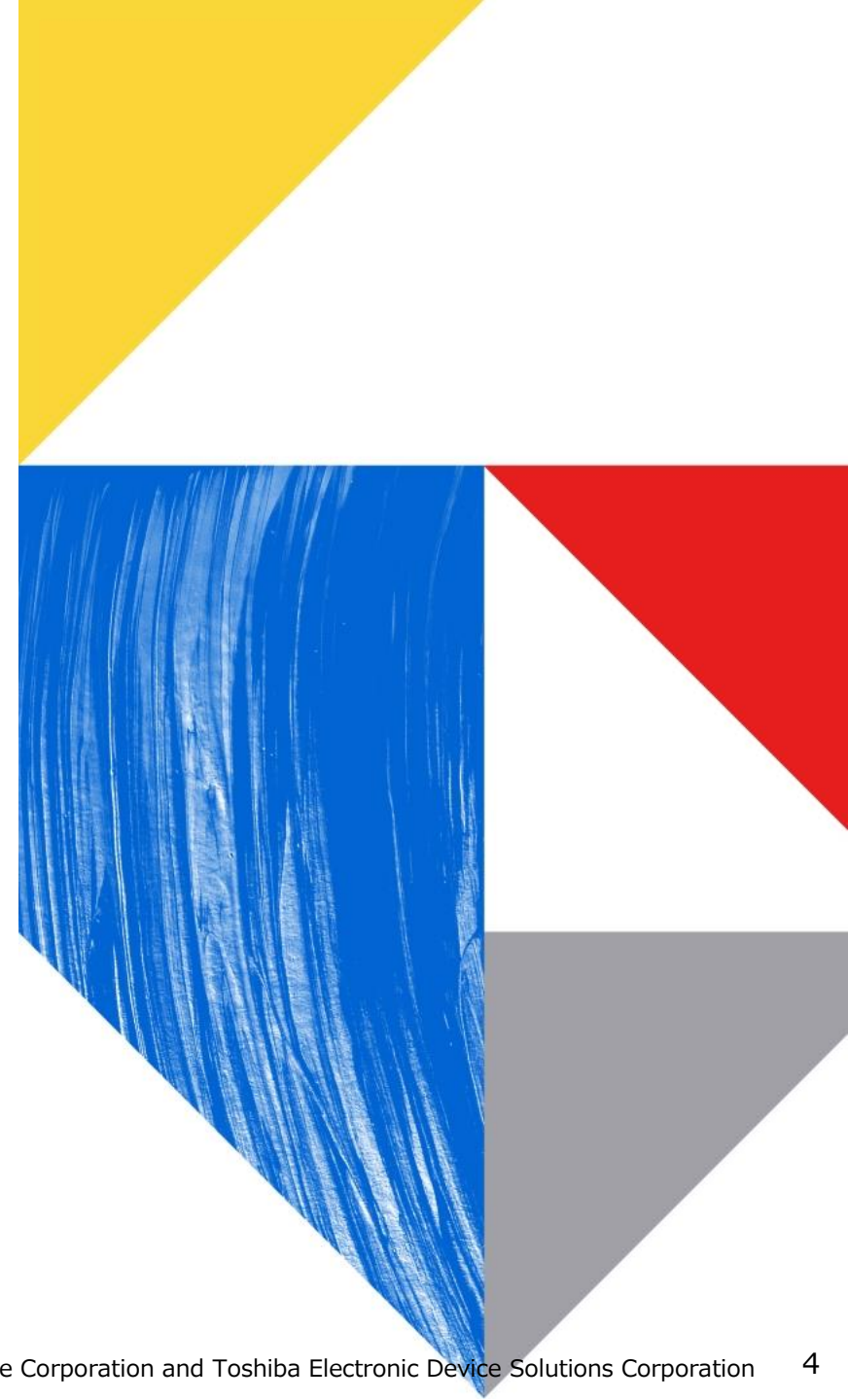
2003年より東芝で、アナログIC製品の開発および拡販に従事。
現在は、モータードライバーICを中心として、製品企画/製品提案/お客様
技術サポートに従事。

Contents

- 01 【基礎知識編】のおさらい
- 02 ブラシレスDCモーター用ICの選定
- 03 今回のモチーフ品(TB6605FTG)の特長とその機能について
- 04 3相ブラシレスモーターを動かしてみよう

01

【基礎知識編】のおさらい



ブラシレスDCモーターの特徴

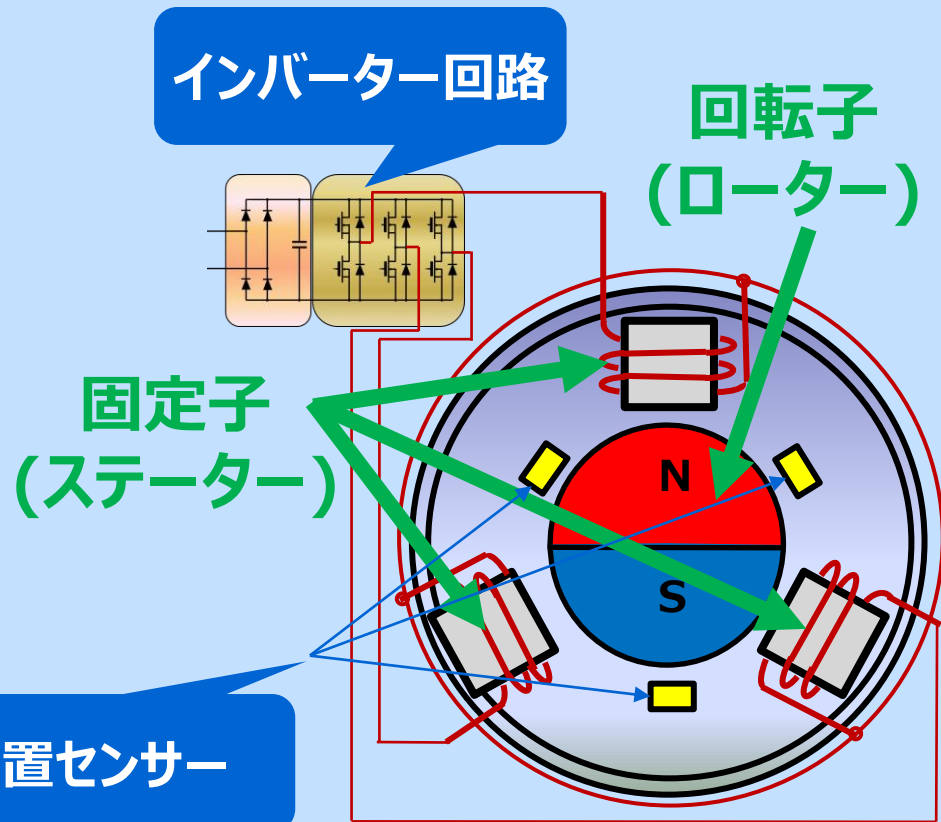
ブラシレスDCモーターは、高速回転/長寿命が特長です

モーターの種類	ブラシ付きDCモーター	ブラシレスDCモーター	ステッピングモーター
回転方法	コイルに流れる電流が、モーター内の機構(ブラシと整流子)の働きにより、切り替わることにより回転。	各コイル流す電流を、電気回路(位置センサー&出力回路)により、決まった順番で切り替えることにより回転。ブラシと整流子の働きを電気回路が担っている。	各コイル流す電流を、電気回路(Hブリッジ)により、決まった順番で切り替えることにより回転。ブラシと整流子の働きを電気回路が担っている。
電気回路	ただ回転させるだけでは不要	必要	必要
回転速度	印加電圧に比例	印加電圧に比例	入力パルス周波数に比例
高速回転	数千rpm程度	数千～数万rpm程度 高速回転	不向き
寿命	数百～数千時間 (ブラシの摩耗に依存)	数万～数十万時間 長寿命	数万時間
位置制御	不向き	不向き	精密な位置制御が可能
価格	安価	割高	割高

ブラシレスDCモーターとは

ブラシと整流子ではなく、インバーター回路により電流方向(磁気の方向)を切り替えます

ブラシレスDCモーター 構造イメージ



3相、2極、3スロットの構造の場合

回転の仕組み

モーターの外の電気回路により、電流の向き(磁力の向き)を切り替えます。

メリット

機械的接触が無いいため、長寿命&高速回転可能です。

デメリット

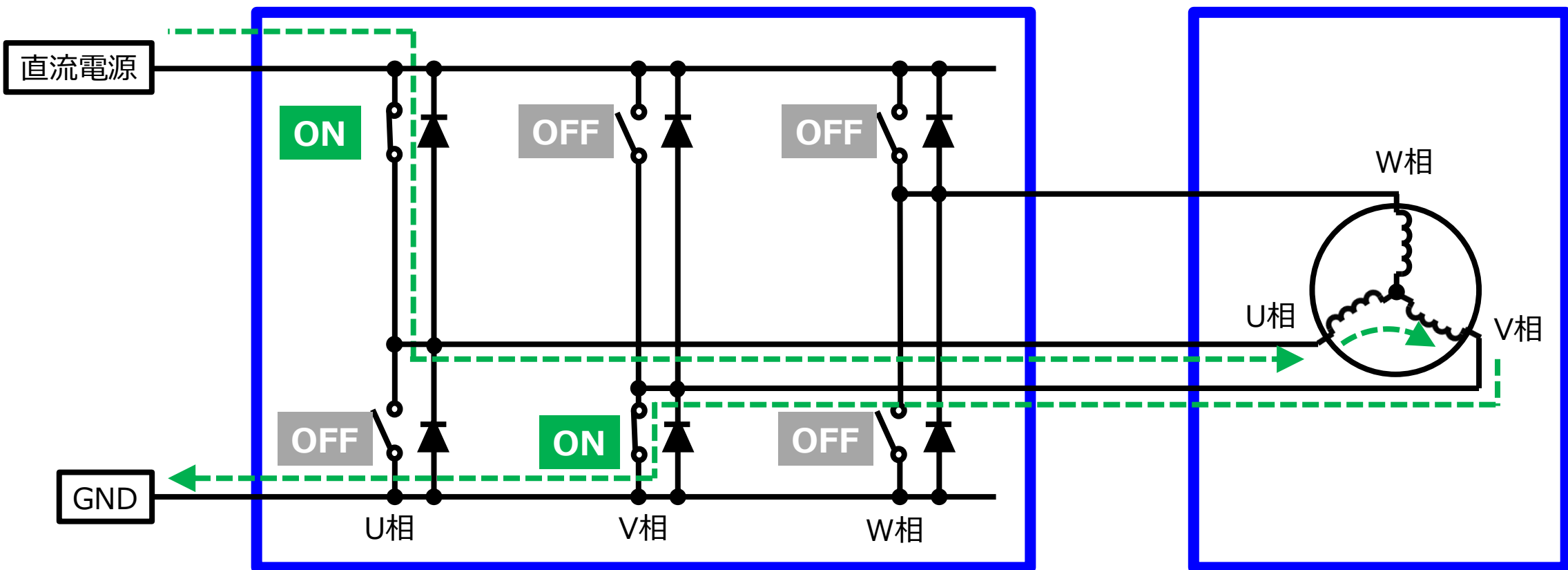
電気回路を用いた複雑な制御システムが必要なため簡単に回すことができません。
専用のモータードライバーやMCUが活躍します!!

インバーター回路について

3相ブラシレスDCモーターの場合、
以下のインバーター回路により、コイルに流す電流を制御します

インバーター回路

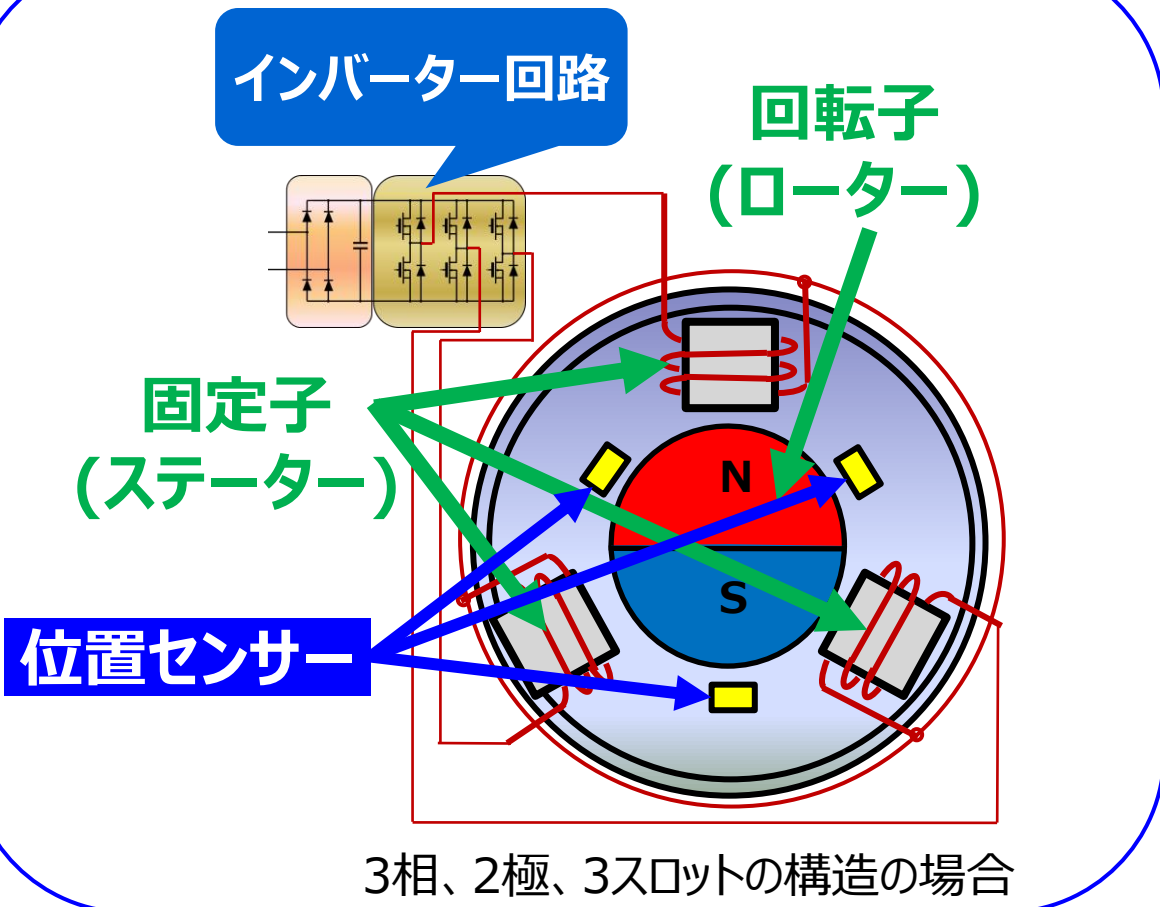
3相ブラシレスDCモーター



複雑な出力回路制御が必要です

位置センサーや誘起電圧にて、回転子(ローター)の位置を把握の上、制御します

ブラシレスDCモーター 構造イメージ



インバーター回路を最適なタイミングで制御するためには、回転子(ローター)の位置を把握する必要有。

方法 1 : 位置センサーによる位置検出

長所 : 回転制御しやすい。

短所 : ホールセンサー分の部品コストが上がる。配線が増える。

方法 2 : 誘起電圧による位置検出 (センサーレス)

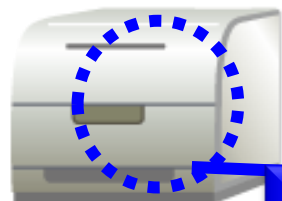
長所 : モーターの小型、高信頼性、低コスト化

短所 : 制御の難易度が高い(応答性、モーター個体バラツキ)

ブラシレスDCモーターの応用例 1

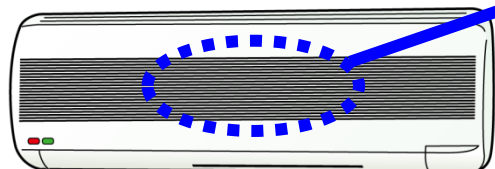
高速回転/長寿命/低騒音の特長により、家電製品によく使われています

食洗機

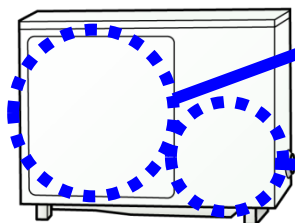


ポンプ

エアコン



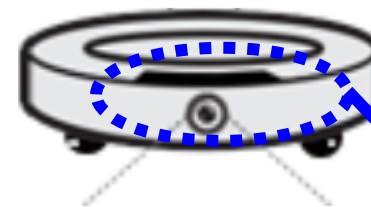
室内ファン



室外ファン

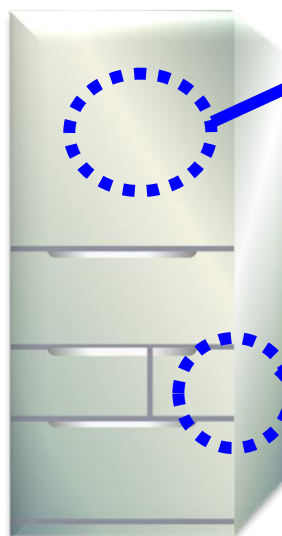
コンプレッサー

ロボット掃除機



吸引ファン

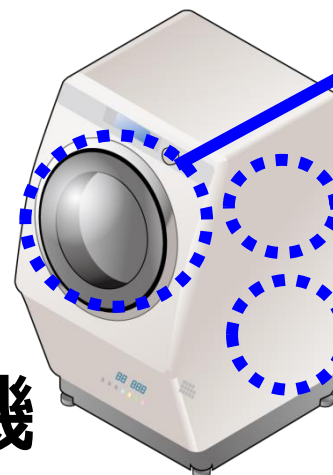
冷蔵庫



庫内ファン

コンプレッサー

洗濯機



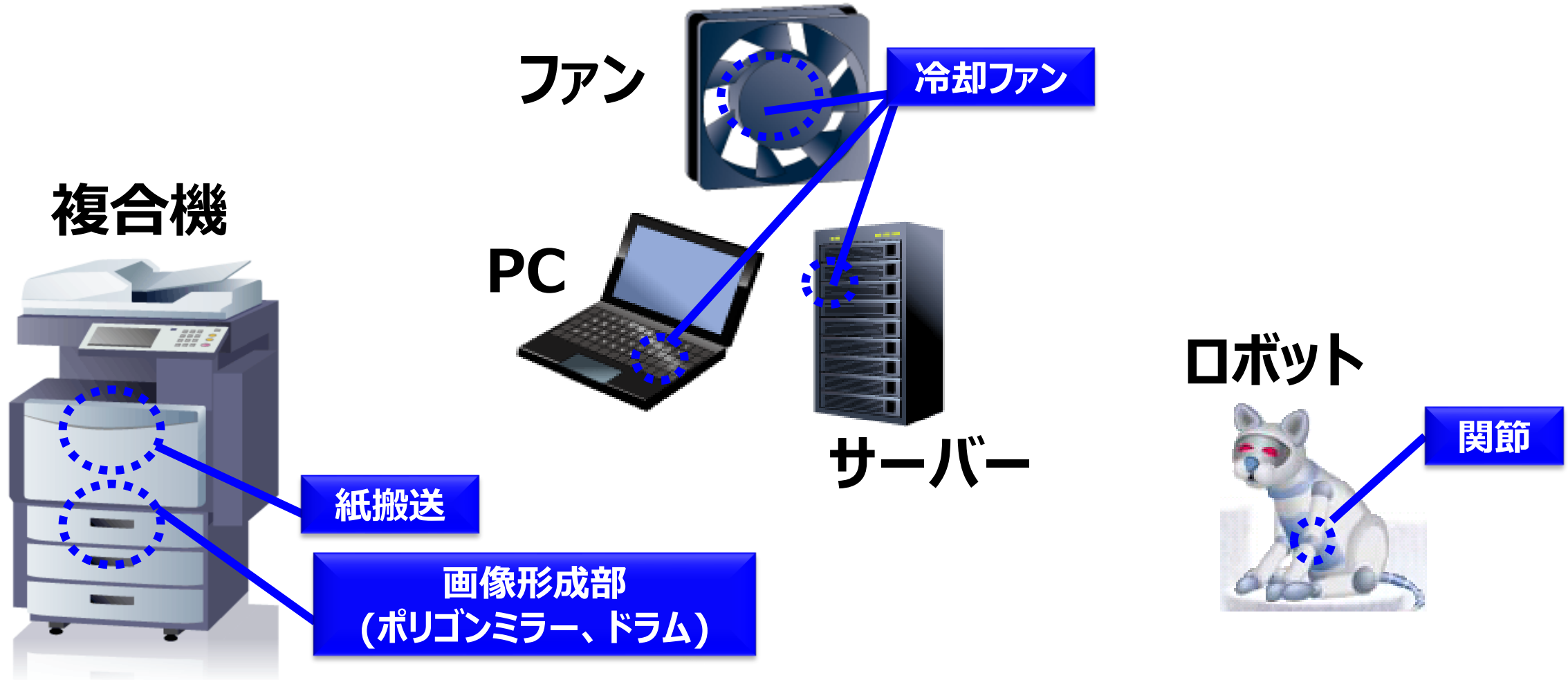
ドラム回転

温風送風

コンプレッサー

ブラシレスDCモーターの応用例 2

高速回転/長寿命/低騒音の特長により、OA機器にもよく使われています



モーター制御に必要な機能を備えたモータードライバーの利用が便利です

モータードライバーのメリット例

ブラシレスDCモーターは、電源を加えただけで回す事ができません。

回転させるシーケンス制御を内蔵したICなどが必要です。

- ① **インバーター回路**の制御
- ② **回転速度**の制御
- ③ **振動/騒音を低減**する**正弦波**制御
- ④ **効率**を高める**進角**制御
- ⑤ **異常検出**で安全性向上

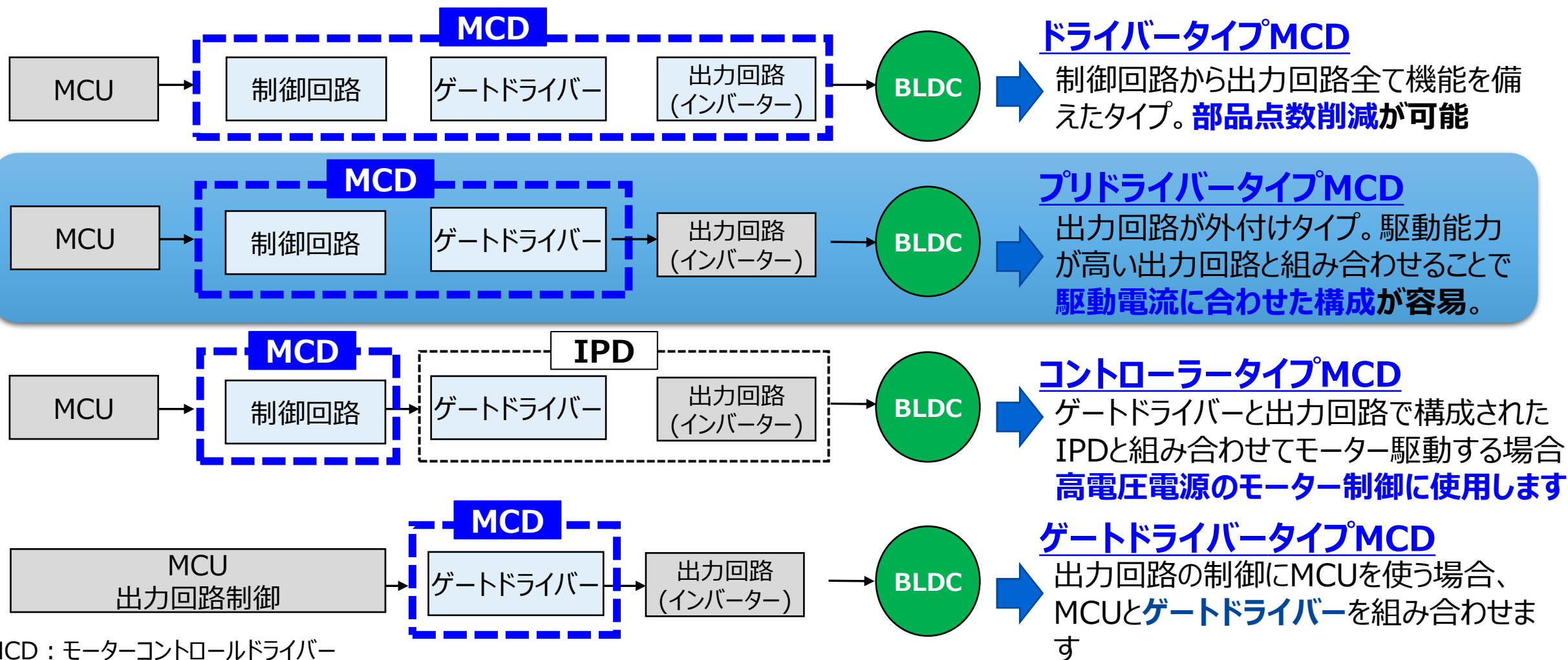
以降のページで、モータードライバーを、“**MCD**”と表現している場合があります。
(MCD : Motor control driver)

02

ブラシレスDCモーター用ICの選定

ブラシレスDCモーター制御回路の構成例

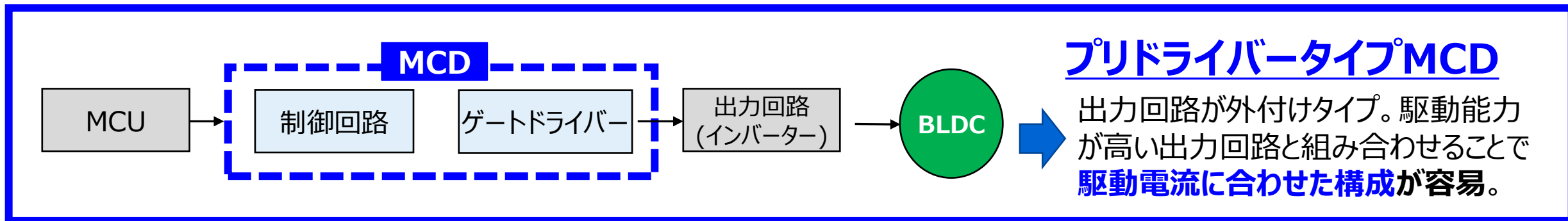
ご使用条件に合わせて、選択いただけけるよう複数のMCDラインアップがございます



MCD : モーターコントロールドライバー
IPD : インテリジェントパワーデバイス

本日のセミナーのモチーフとなる制御回路の構成について

今回は、ブリッドライバータイプMCDをモチーフとして説明いたします



出力回路にパワー素子(トランジスター、FET、IGBT等)を付けることにより、希望の出力能力(電圧、電流)を持ったモーター駆動回路を構成できる。



モーター制御の選択の幅が広がります。

本日のセミナーのモチーフとなる制御回路の構成について

産業機器等の電源電圧24V向けの代表製品TB6605FTGをモチーフとします

品番	タイプ			最大定格		位置センサー		通電方式	
	コントローラー	ブロードライバー	ドライバー	電圧	電流	センサーレス	センサーあり	矩形波	正弦波
				[V]	[A]				
TB6575FNG	●			5.5	0.020	●		●	
TB6556FG	●			12	0.002		●		●
TB6586FG/AFG/BFG	●			18	0.002		●	●	
TC78B041FNG/TC78B042FTG	●			18	0.002		●		●
TC78B025FTG			●	18	4.0		●	●	●
TC78B027FTG		●		18	0.200		●	●	●
TB6633FNG/AFNG			●	25	1.0	●		●	
TB67B008シリーズ			●	25	3.0	●		●	
TC78B015FTG			●	25	3.0		●	●	
TB6605FTG		●		30	0.020		●		●
TC78B009FTG		●		30	0.240	●		●	
TC78B011FTG		●		30	0.240	●			●
TC78B015AFTG			●	36	3.0		●	●	
TC78B016FTG			●	40	3.0		●		●
TB6585FG/AFTG			●	45	1.8		●		●
TB6588FG			●	50	2.5	●		●	
TB67B000FG/HG			●	500	2.0		●	●	●
TB67B000AFG/HG			●	600	2.0		●	●	●

産業機器等で一般的に
使用される電源電圧
24Vに対応し、
かつ
モーター出力能力(電圧、
電流)の選択の幅を広げ
られる

TB6605FTG
をモチーフとします

03

今回のモチーフ品(TB6605FTG)の
特長とその機能について

TB6605FTGをモチーフに、動かし方について説明していきます

アプリケーション

- 家電向けモーター機器
(ロボット掃除機、ハンディークリーナー、オープンレンジ用ファン など)
- 産業機器
(マッサージチェア、金融端末機器、眼鏡レンズ加工機、発電機 など)



ATM



掃除機



自販機



発電機

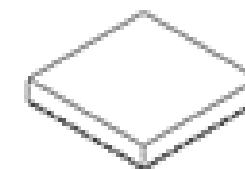


釣銭機

主な特長 (各機能の説明は次項より)

- | | |
|------------|-----------|
| ①3相全波駆動 | → P.18~20 |
| ②PWM駆動 | → P.21~24 |
| ③正弦波制御 | → P.25 |
| ④2相変調方式 | → P.26 |
| ⑤ソフトスタート機能 | → P.27 |
| ⑥進角設定機能 | → P.28~29 |
| ⑦ロック保護機能 | → P.30 |
| ⑧昇圧回避機能 | → P.31 |
| ⑨過電流制限機能 | → P.32 |
| ⑩電源監視機能 | → P.33 |

パッケージ



QFN36パッケージ
5.0mm × 5.0mm

① 3相ブラシレスDCモーターの駆動方式による分類

3相ブラシレスDCモーターは、駆動方式により大きく2種類に分類されます

3相全波駆動

利点：モーターコイルの利用効率が高い → 半波に比べて高トルク

欠点：出力回路の部品数が半波駆動の倍 ← 専用ICを使用すれば解決

TB6605FTGは3相全波駆動

3相半波駆動

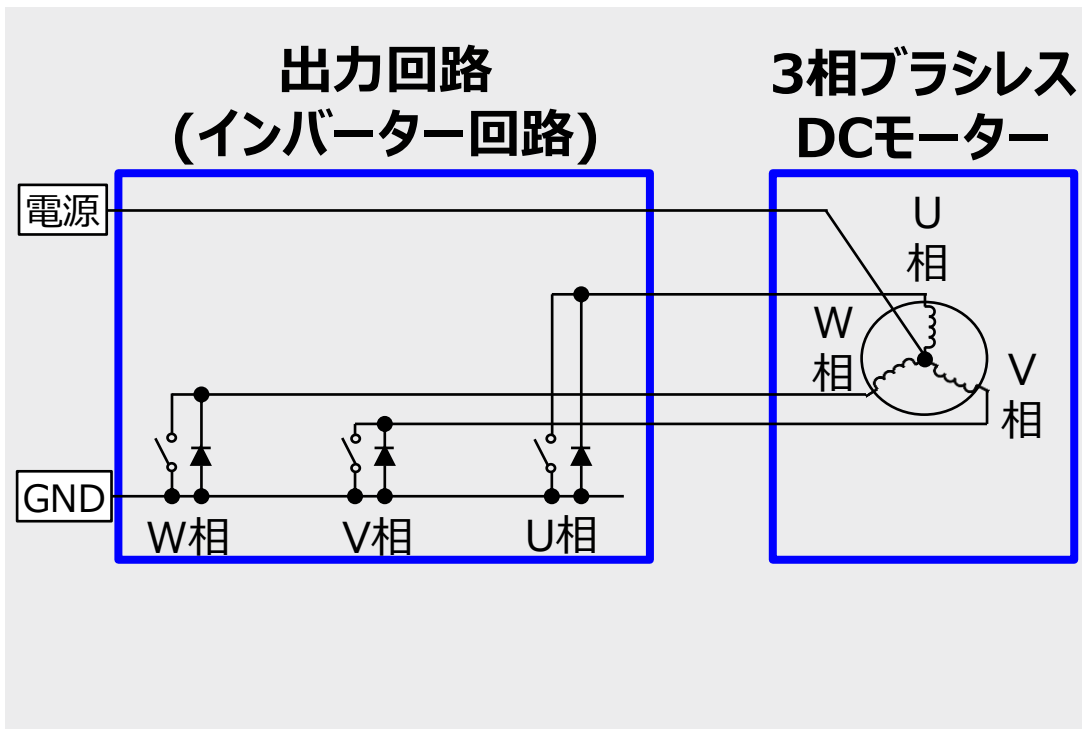
利点：出力回路の部品数が少ない

欠点：モーターコイルの利用効率が低い → トルクが低い

① 3相ブラシレスDCモーターの駆動方式による分類 – 3相半波駆動 –

半波駆動はブラシレスモーターの黎明期に使われていた駆動方式です

3相半波駆動



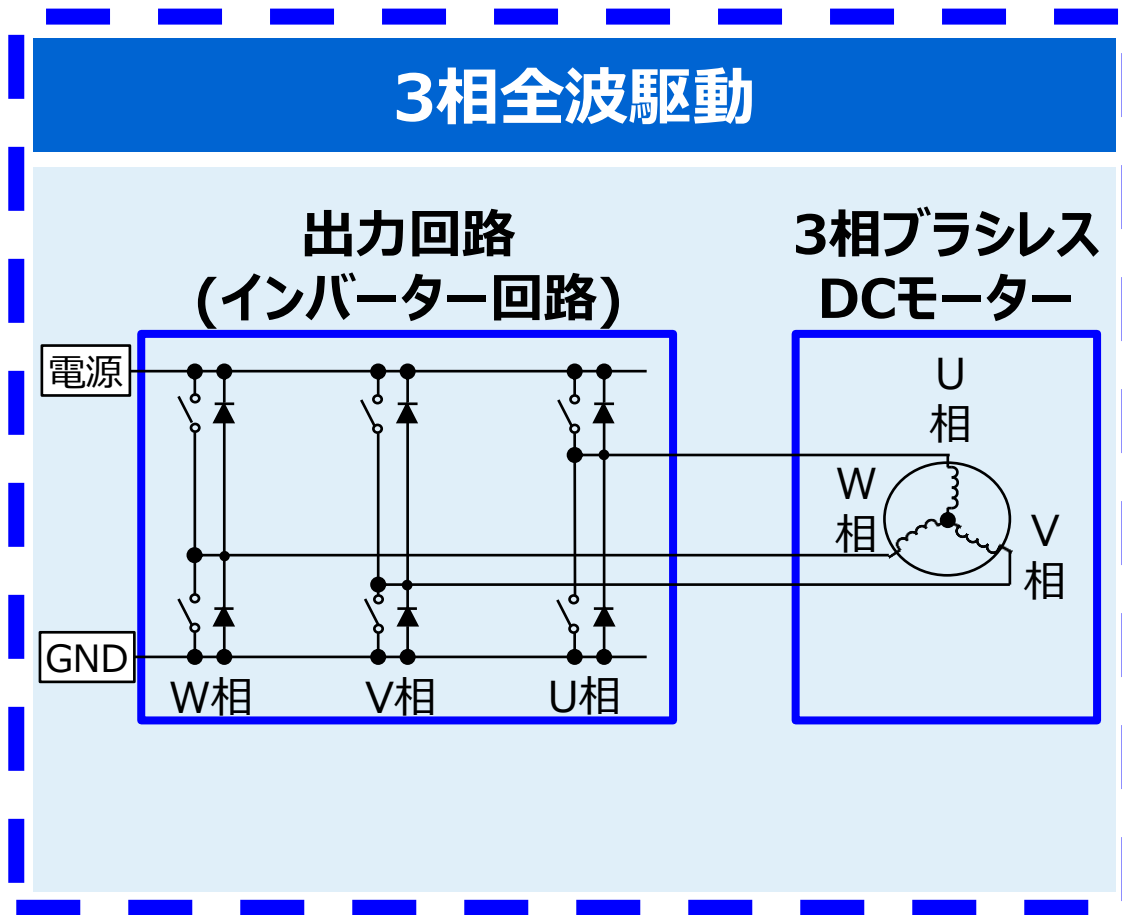
1つのコイルに1つのスイッチを対応させた駆動方式

→常に1つの相にしか電流が流せないため、モータートルクに課題あり

使用するトランジスタの数は少ないので、専用ICではなくディスクリート部品で回路を組んでいた時代によく使われていた駆動方式です

①3相ブラシレスDCモーターの駆動方式による分類 – 3相全波駆動 –

TB6605FTGでは、現在の標準の3相全波駆動方式を採用しています



1つのコイルに2つのスイッチを
対応させた回路構成

→常に2つの相に電流が流せます

半波駆動に比べ**コイルを有効に利用**
することができ、3相ブラシレスDCモーターの
標準的な駆動方式として多く使用されて
います。

② ブラシレスDCモーターの速度制御について

TB6605FTGでは、速度制御にPWMを採用しています

PWM (パルス幅変調)

← 最も一般的な制御方式

利点：周波数が一定のため、ノイズフィルター設計が容易、直流通電と比較して損失減

欠点：軽負荷時も周波数が一定であるため、一定周波数のスイッチング損失が発生

TB6605FTGはPWM制御

PAM (パルス振幅変調)

利点：電圧の振幅が調整できるため、軽負荷時の損失が軽減

欠点：出力回路にインバーター以外に昇圧回路が必要である

PFM (パルス周波数変調)

利点：軽負荷時にスイッチング周波数を下げるため、スイッチング損失が軽減

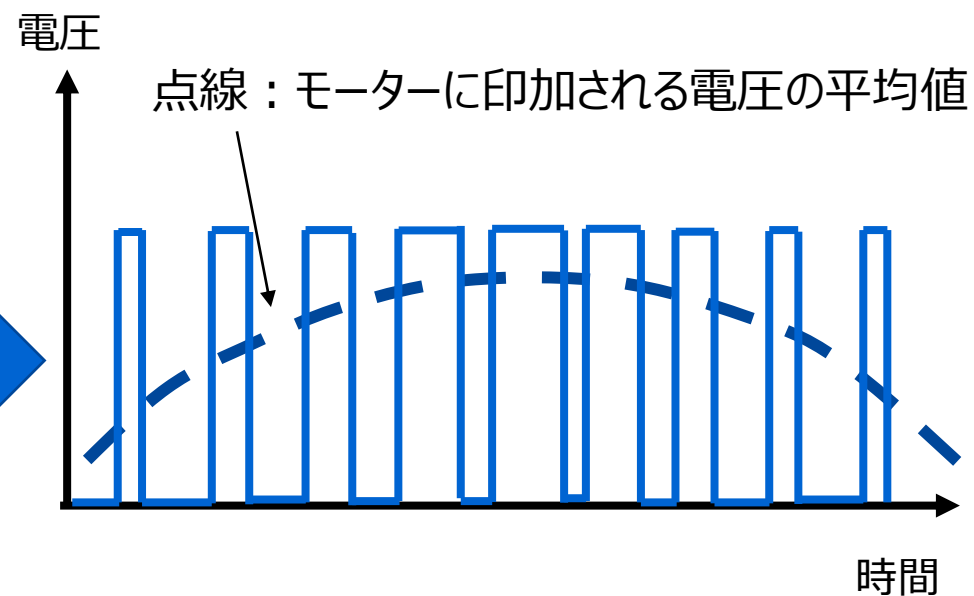
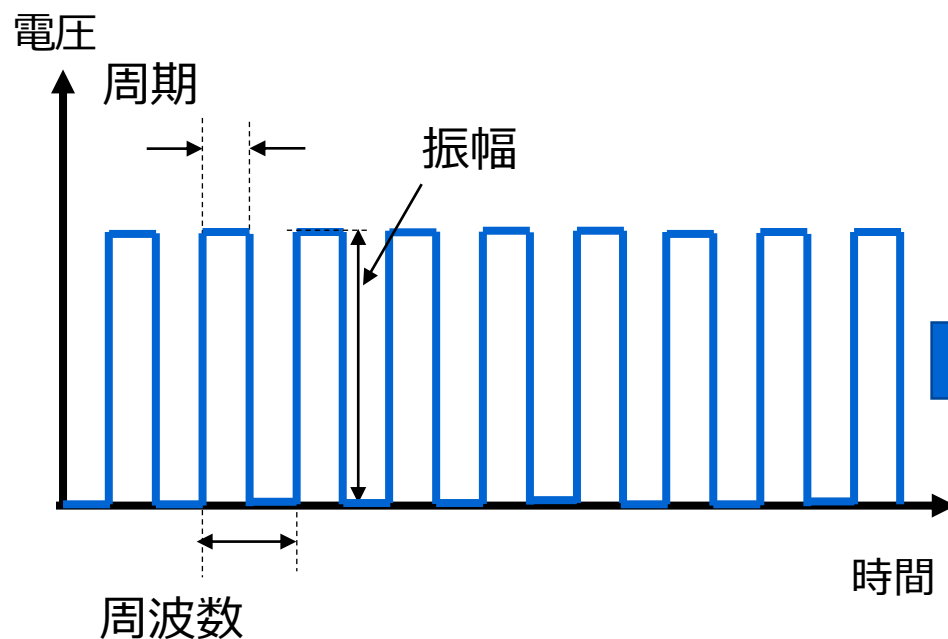
欠点：周波数変調となり、ノイズフィルター設計が困難

② ブラシレスDCモーターの速度制御について – PWM駆動 –

TB6605FTGは、PWM制御によるモーター駆動を行います

PWM (パルス幅変調)

利点：周波数が一定のため、ノイズフィルター設計が容易、直流通電と比較して損失が低減
欠点：軽負荷時も周波数が一定であるため、一定周波数のスイッチング損失が発生

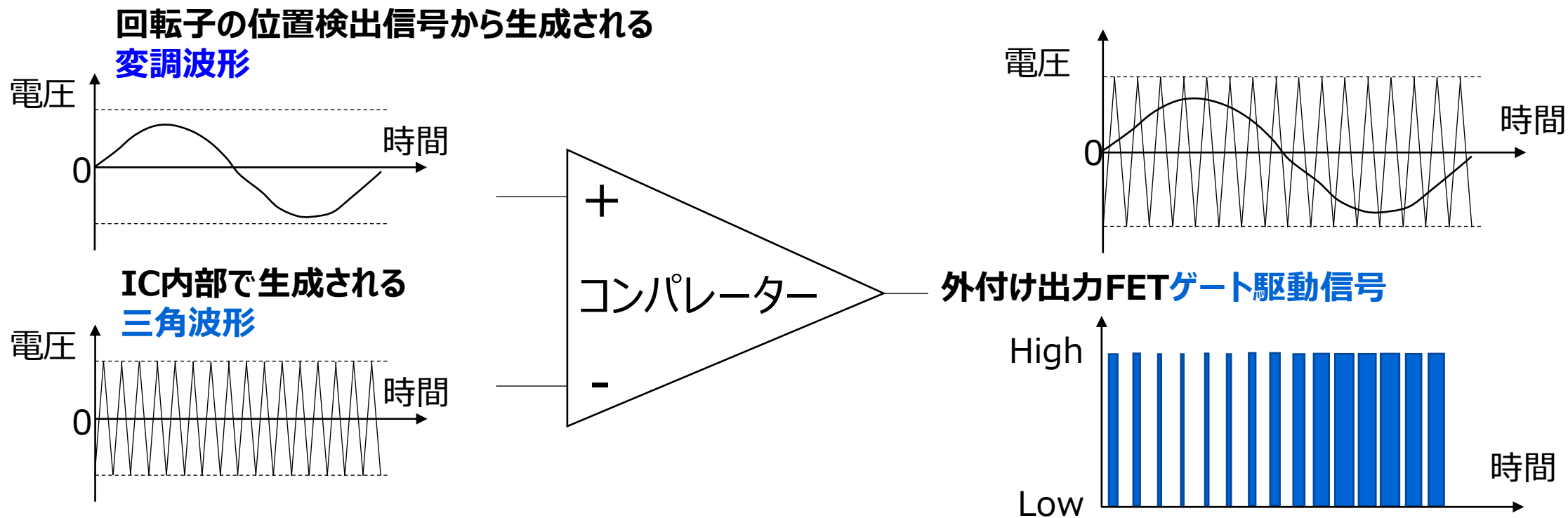


電圧の周波数、振幅は変えずに
出力パルスの幅を変えて出力を制御します

②PWM波形の生成方法について

一般的には、三角波比較方式でPWM制御信号を生成しています

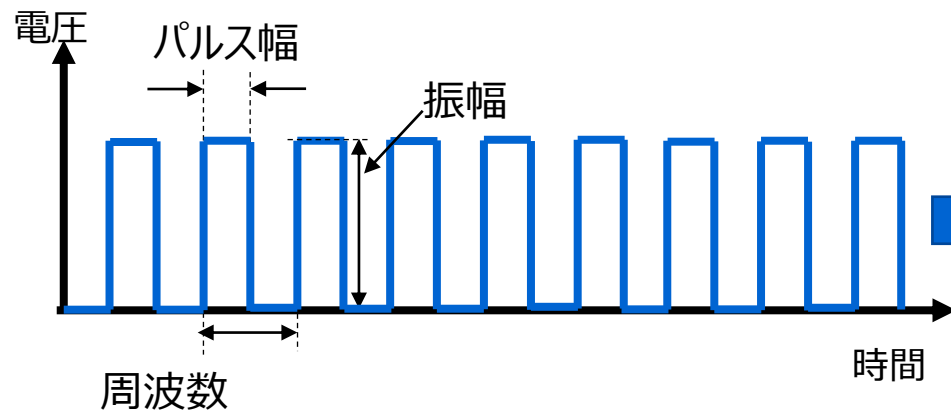
三角波比較方式でPWM波形を生成



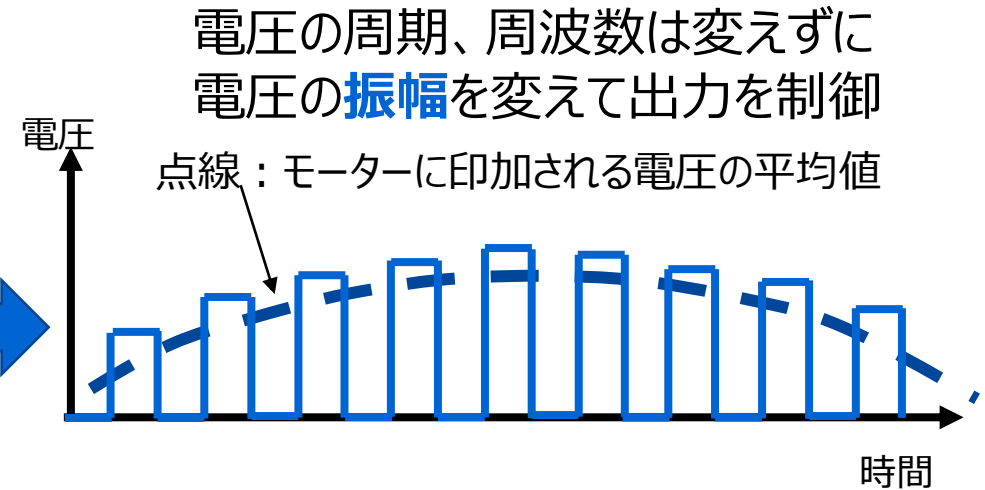
変調波形の方が三角波よりも大きい場合はHigh、小さい場合はLow

速度制御としてはPAMおよびPFMという方式もあります

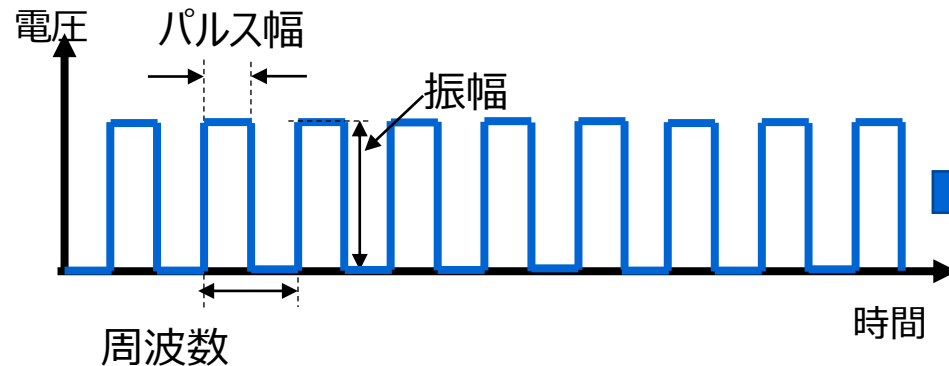
PAM (パルス振幅変調)



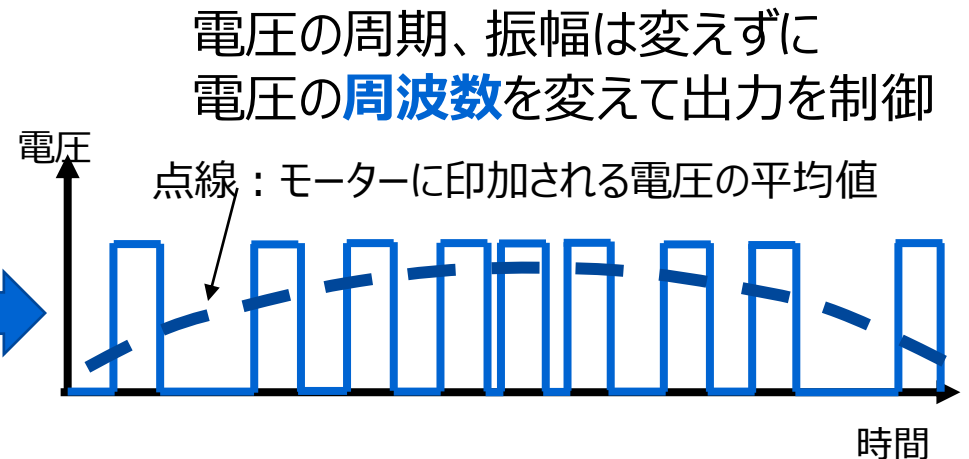
PAM



PFM (パルス周波数変調)



PFM



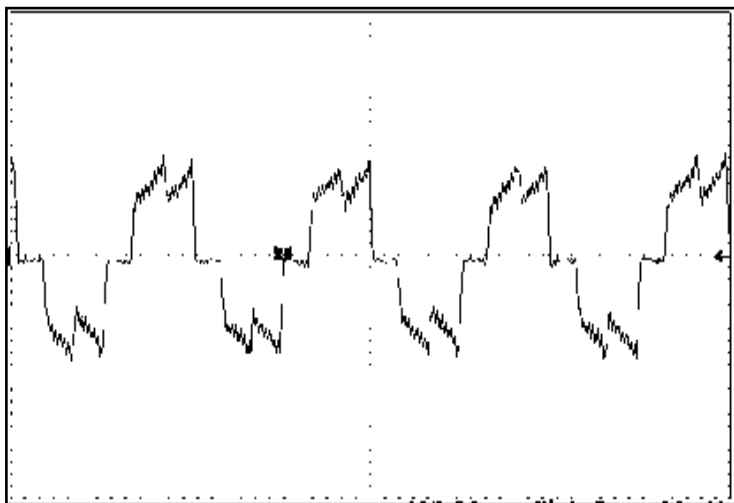
③ 正弦波制御

TB6605FTGでは、正弦波制御が可能な制御回路を採用しています

矩形波制御

長所：回転制御が容易
短所：騒音や振動が大きい

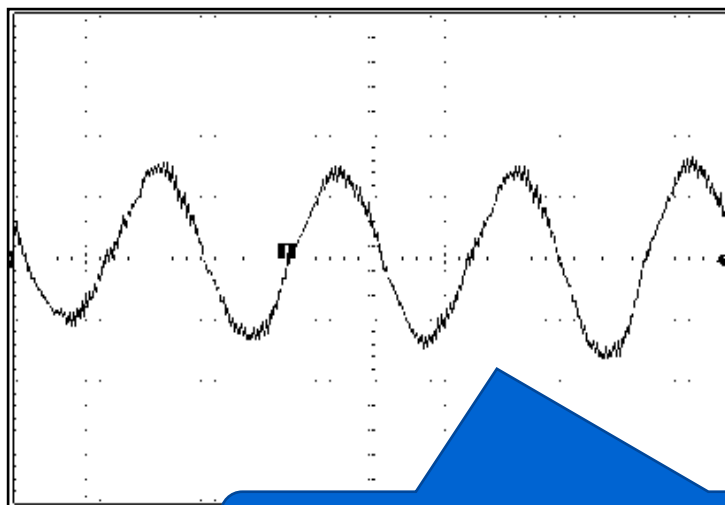
モーター電流波形



正弦波制御

長所：騒音や振動が小さい
短所：正弦波対応制御回路必要

モーター電流波形



正弦波制御の制御が内蔵され、制御が容易になるICが、ブラシレスDCモーター用ICのTB6605FTGです。

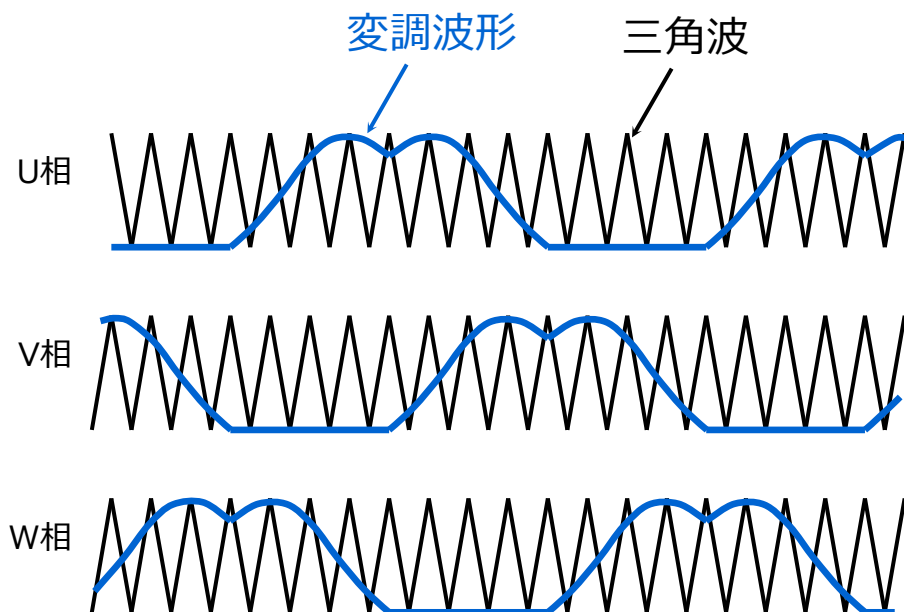
TB6605FTGは正弦波駆動

④ 2相変調方式

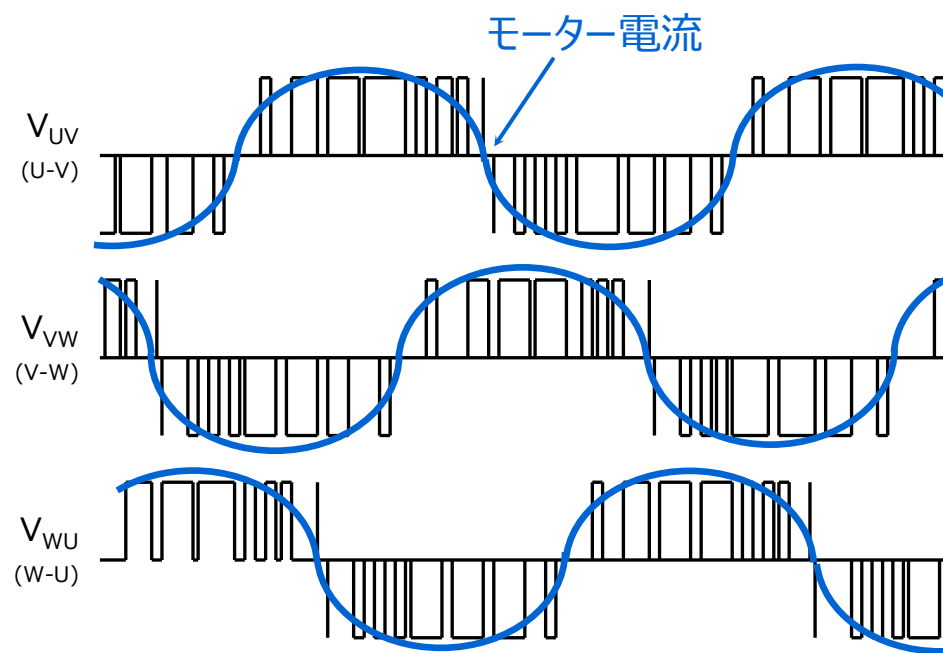
TB6605FTGでは、変調方式に2相変調を採用しています

IC内部で生成される変調波形と三角波を比較

2相変調方式のIC内部波形



モーター線間電圧／モーター電流波形



2相変調は、全区間において常にどこかの一相がLowに固定されており全区間で常に2相だけを変調している方式です。

スイッチング回数が減り、損失が抑えられます

⑤ ソフトスタート機能

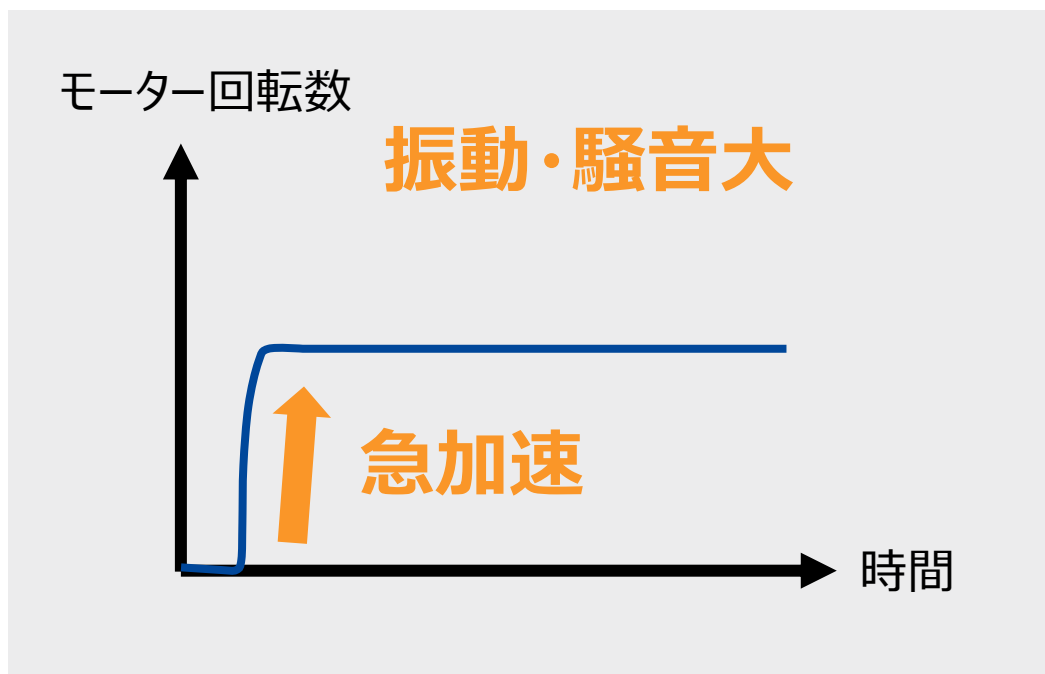
TB6605FTGは、ソフトスタート機能を内蔵しています

ソフトスタート機能とは？

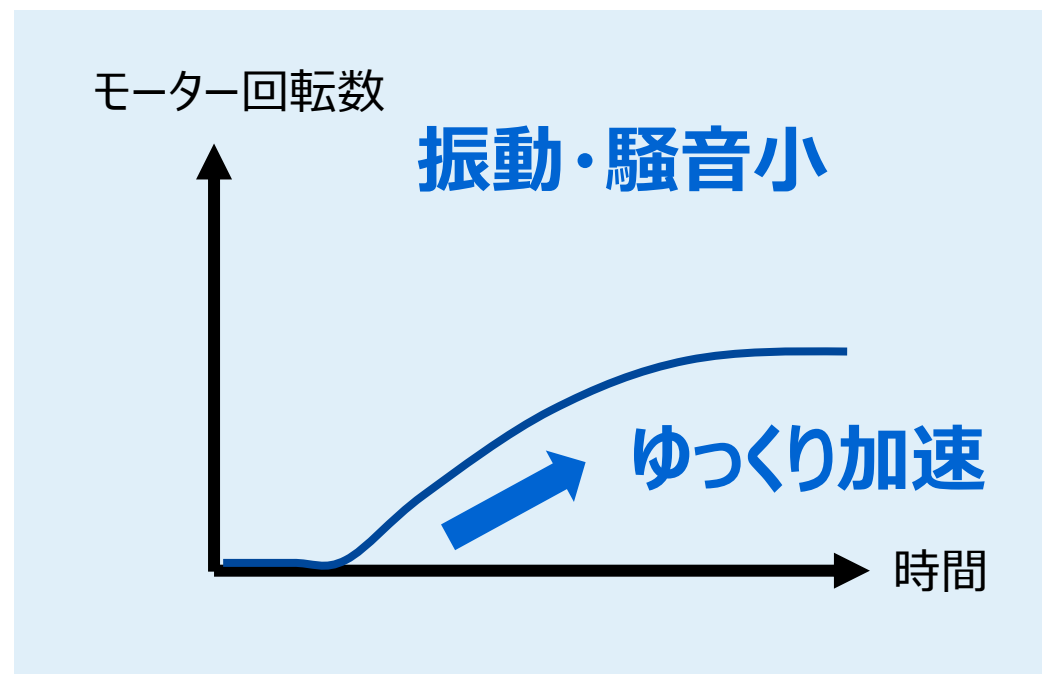
モーター起動時の**回転数をゆっくり上げる機能**です。

モーター起動時に発生する**振動・騒音を抑える**ことに有効な機能です。

ソフトスタート機能なし



ソフトスタート機能あり

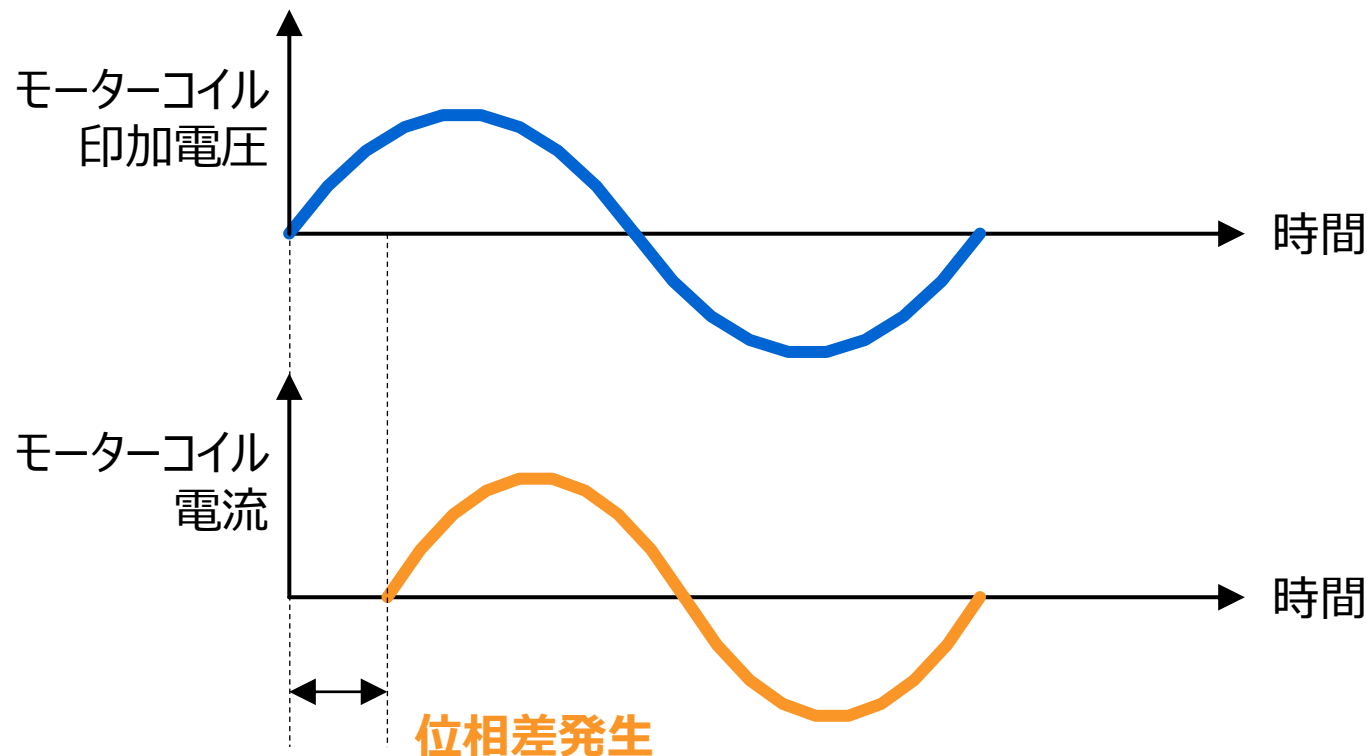
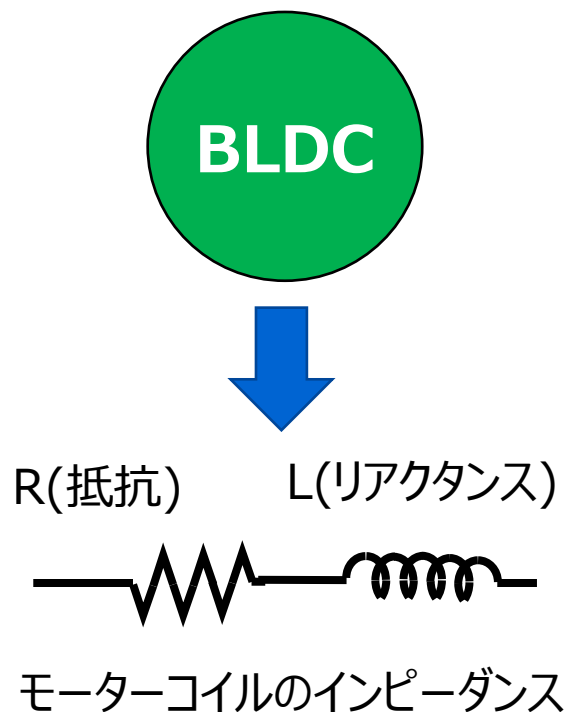


⑥進角設定機能

コイルに電圧を印加してもリアクタンス成分により、電流は遅れて流れます

モーターコイルの特性について

→コイルには**リアクタンス成分**があるため、電圧を印加しても**すぐには電流**は流れません。
モーターの**回転数が上がる**ほど**電圧と電流の位相差が大きくなる**ります。



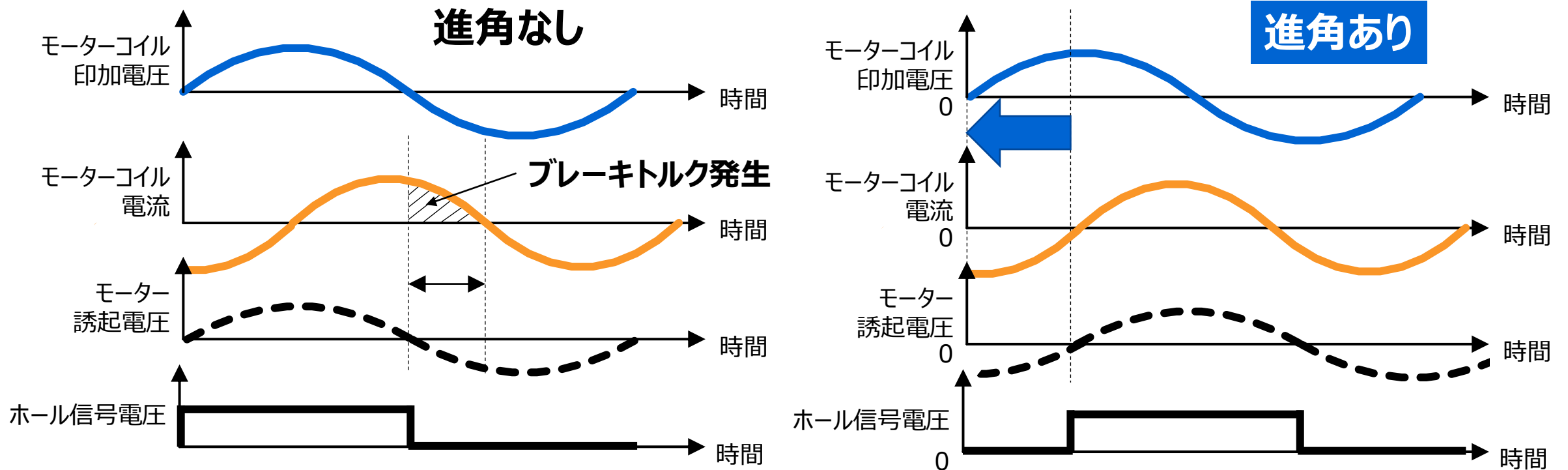
⑥進角設定機能

コイルに発生する誘起電圧と流れる電流の位相を一致させると効率がUpします

モーターを効率よく回すには？

→コイルに発生する誘起電圧の位相と流れる電流の位相を一致させることが効果的です

モーターコイル印加電圧の位相を進ませる ⇒ **進角制御**といいます



タイミングチャートは概略説明のため、実製品とは異なります。

⑦ ロック保護機能

TB6605FTGは、モーターロック時の保護機能を内蔵しています

ロックとは？

→モーターの軸が外部要因等が原因で、**負荷が大きすぎて動かない状態**を「ロック」と呼びます。
モーターがロックする状態が続くとモーターが早期に劣化し、最悪の場合焼損します。

ロック保護機能とは？



モーターがロックした場合、**出力を強制的にOFF**にする機能です。

ロック時のモーター動作のトラブルを防ぎます！

⑧昇圧回避機能

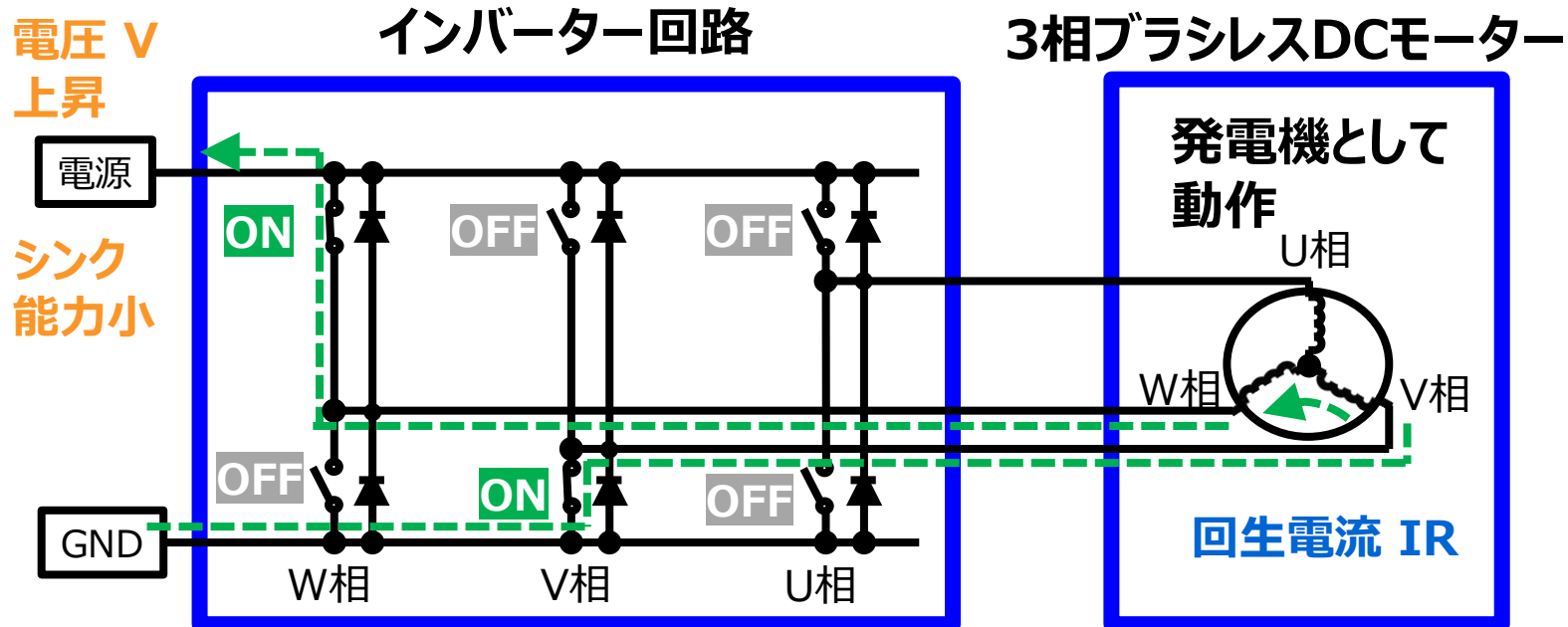
TB6605FTGは、ブレーキ時のモーター電源昇圧回避機能を内蔵しています

昇圧回避機能とは？

モーター急減速時の電源電圧上昇を抑制する機能です。

本機能が働くと180度通電から120度通電へ出力駆動モードを切り替えます。

(注:高速回転時から急停止する場合等の出力OFFモード時の電源回生時の電圧上昇や、その他外部要因等で電源電圧が上昇することを抑制することはできません。)



モーター急減速時に電源電圧が
上昇する理由

回生電流が流れる
↓
電源のシンク能力がないと
電流の行き場がなくなる

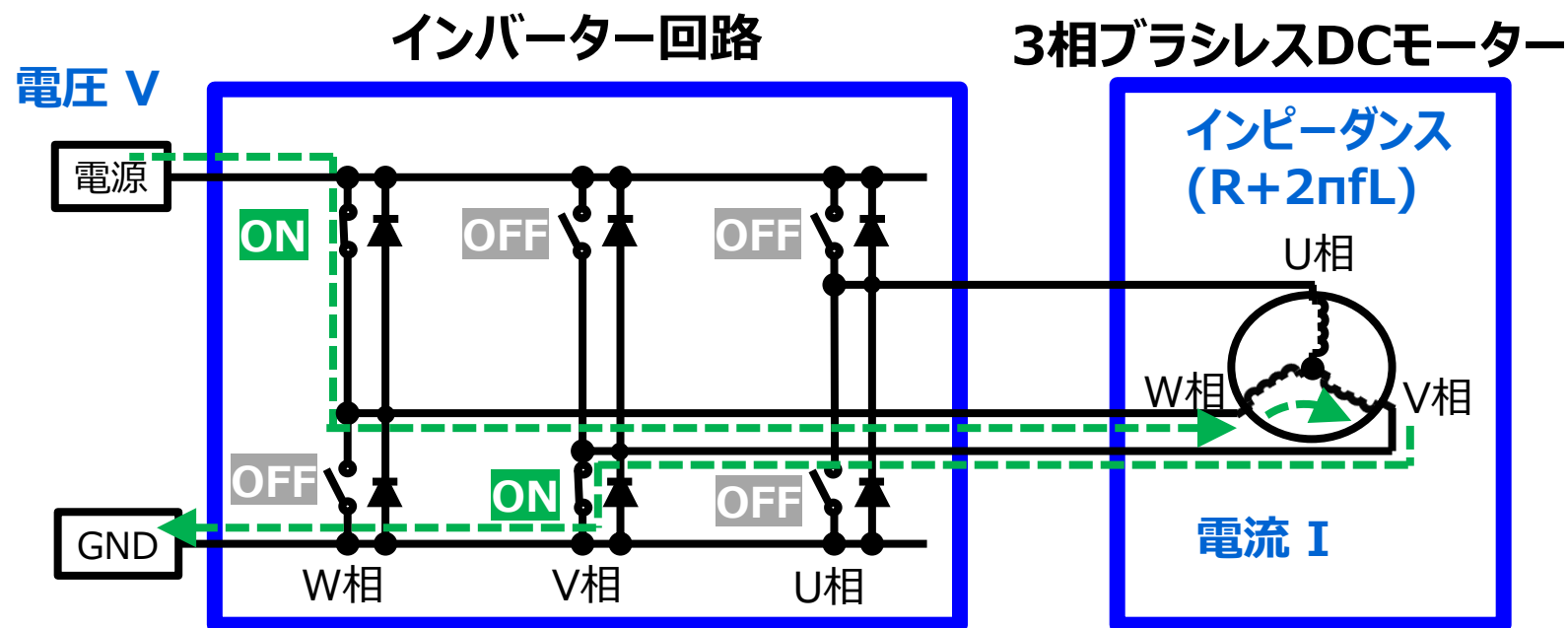
↓
電源の電圧上昇

⑨ 過電流制限機能

TB6605FTGは、設定電流以上の過電流を制限する機能を内蔵しています

過電流制限機能とは？

絶対最大定格内に設定した電流以上の過電流を制限する機能です。モーター起動時の突入電流を抑えるのに有効な機能です。



突入電流が大きくなる理由

$$I = \frac{V - E}{Z}$$



$E \approx 0$

$$I = \frac{V}{Z}$$

V:電源電圧
I:モーター電流
E:誘起電圧
Z:モーターインピーダンス

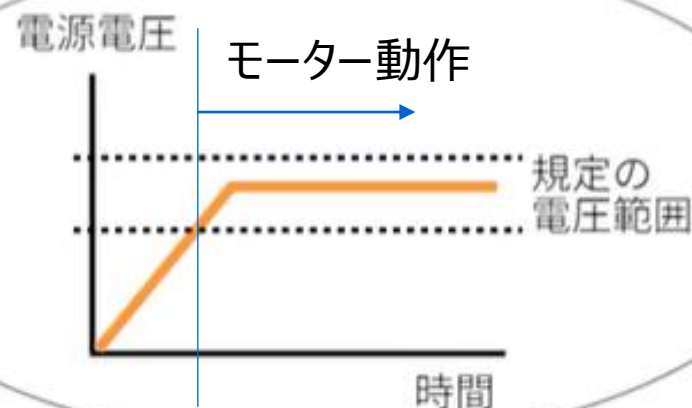
起動直後はモーターに発生する誘起電圧がほとんどないため、大きな突入電流が流れます。

TB6605FTGは、モーター用電源電圧の監視機能を内蔵しています

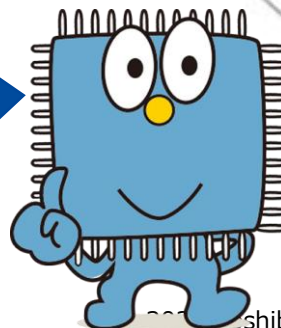
電源監視機能とは？



モーター駆動用電源を監視して規定の電圧に達するまで**出力を強制的にOFF**にする機能です。



電源投入直後のモーター動作の
トラブルを防ぐのに有効です!



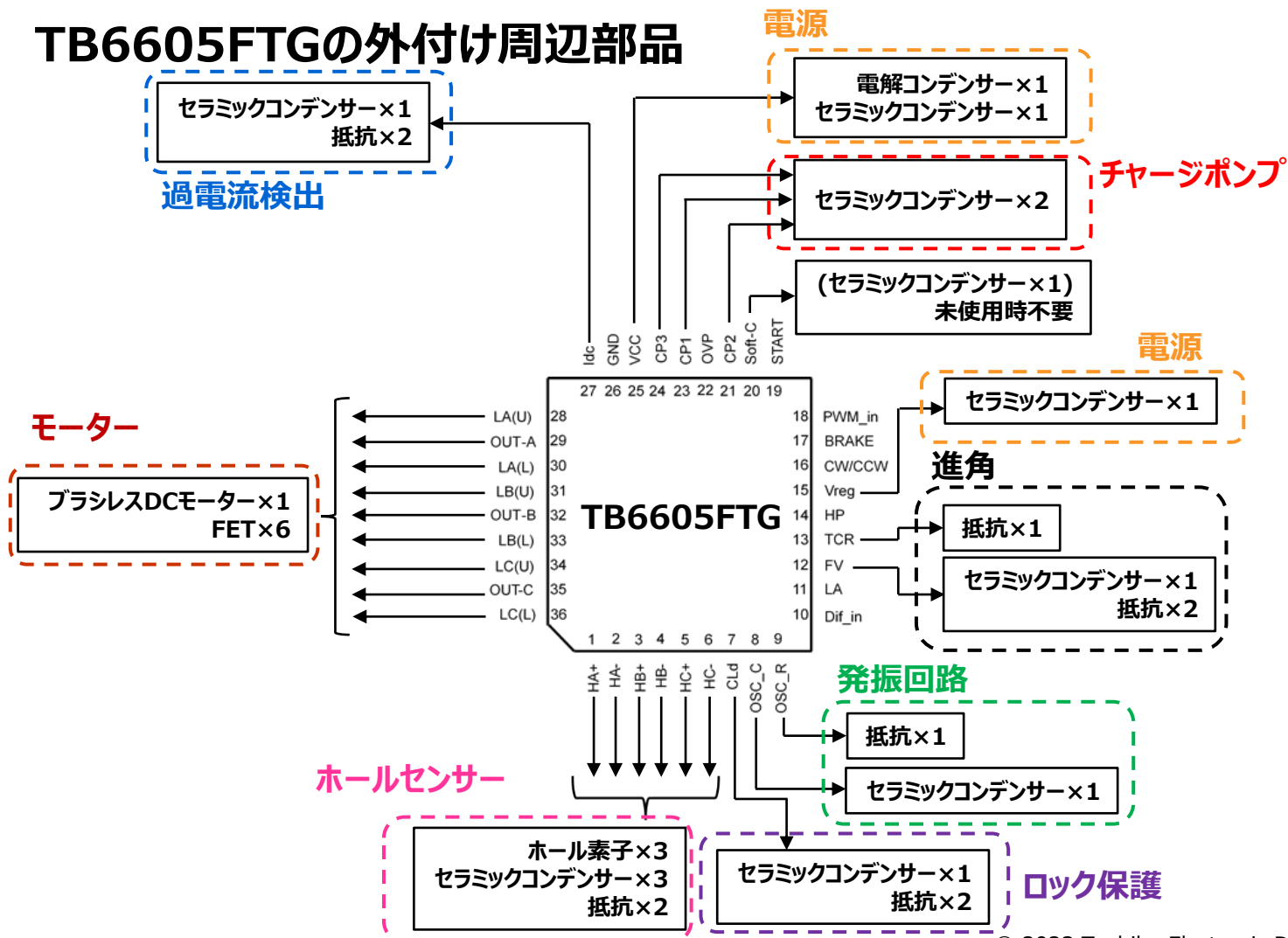
04

3相ブラシレスモーターを動かしてみよう

TB6605FTGでモーターを動かすのに必要な部品を確認しましょう

抵抗/コンデンサー/FET/ホール素子を用意すればブラシレスモーターを駆動できます

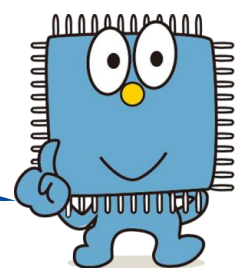
TB6605FTGの外付け周辺部品



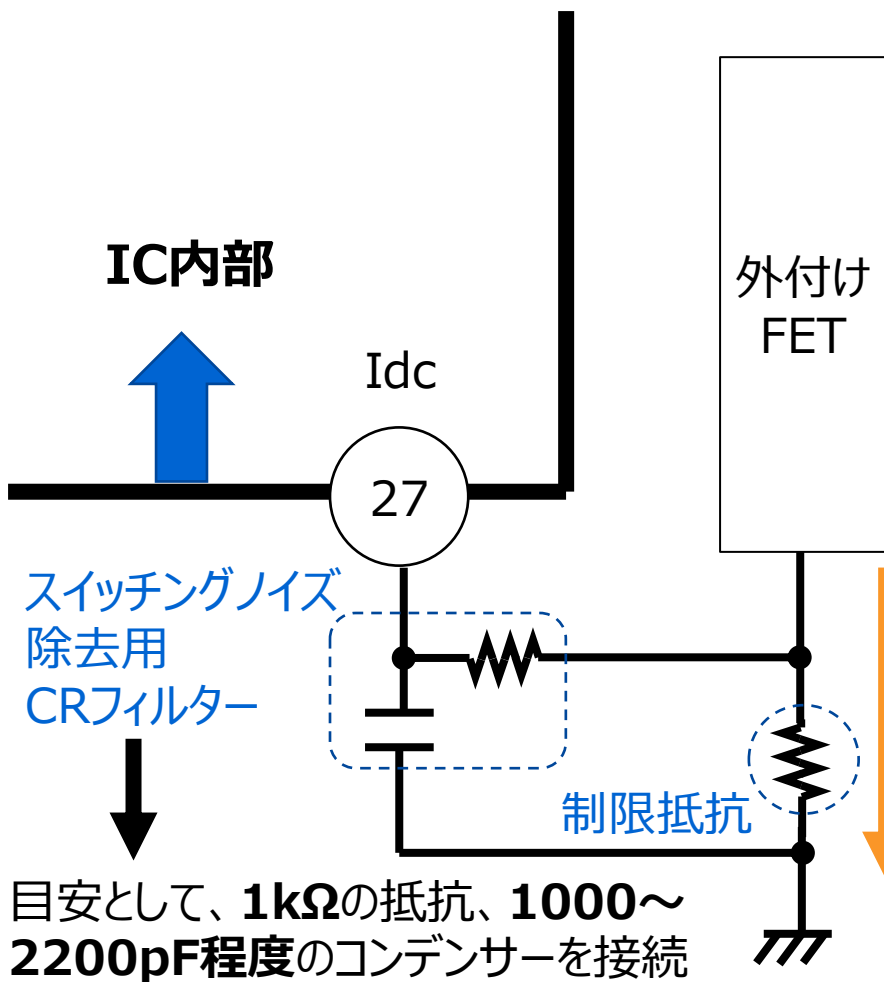
モーター駆動に必要な部品

ブロック	抵抗	コンデンサー	ホール素子	モーター	FET
過電流検出	2個	1個	-	-	-
電源	-	3個	-	-	-
発振回路	1個	1個	-	-	-
チャージポンプ	-	2個	-	-	-
ロック保護	2個	1個	-	-	-
ホールセンサー	2個	3個	3個	-	-
モーター	-	-	-	1個	6個
進角	3個	1個	-	-	-
ソフトスタート	-	(1個)	-	-	-

これらの部品を接続することでブラシレスモーターを駆動することができます



制限抵抗とノイズ除去用のコンデンサーと抵抗を接続してください



Idc端子は、**過電流検出信号入力端子**
過電流制限抵抗 × 1
ノイズ除去用の抵抗 × 1、セラミックコンデンサー × 1
の計3個の部品を接続します。

$$\text{過電流値[A]} = \frac{0.25[\text{V}]}{\text{制限抵抗値}[\Omega]}$$

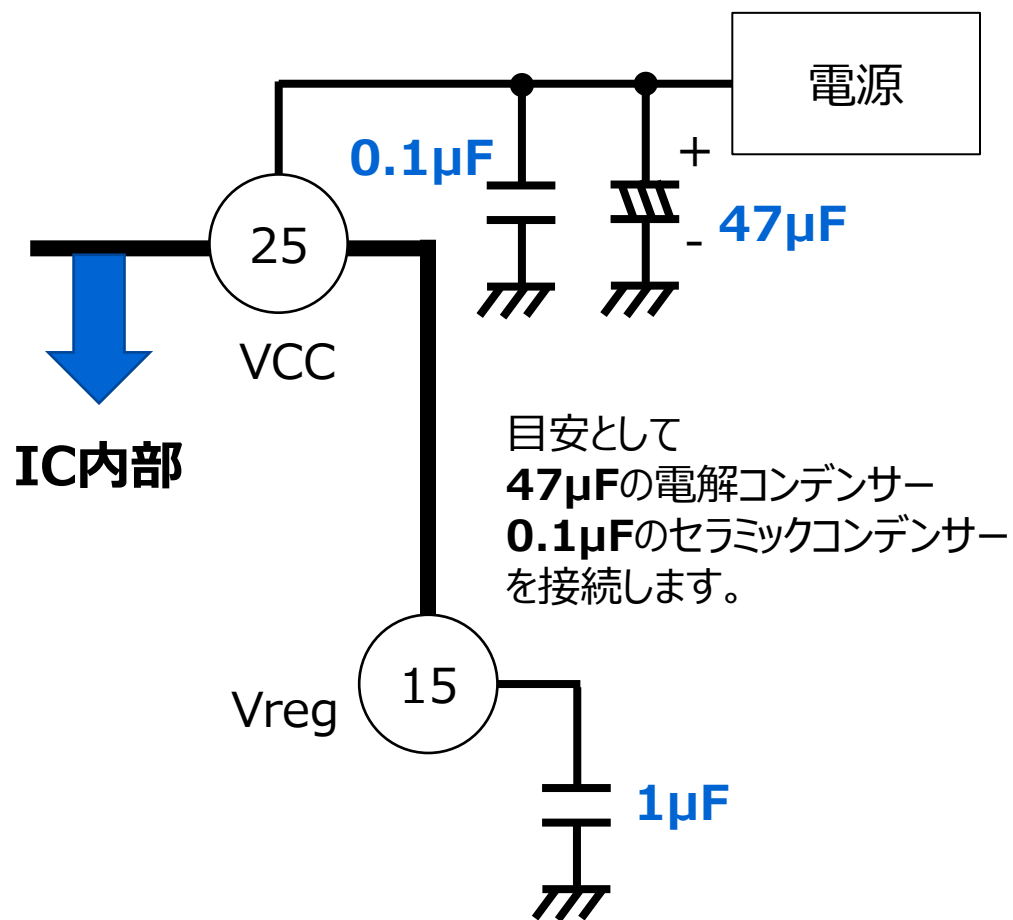
過電流発生

制限抵抗で過電流値を検出

例) 制限抵抗値を**0.1Ω**にした場合、
過電検出の設定値は、
 $0.25\text{V} / 0.1\Omega = 2.5\text{A}$
になります。

TB6605FTG 電源の外付け部品について

電源には、カップリング用に合計3つのコンデンサーを接続します



VCC端子は、電源電圧印加端子、
Vreg端子は、IC内部の5V電源端子です。

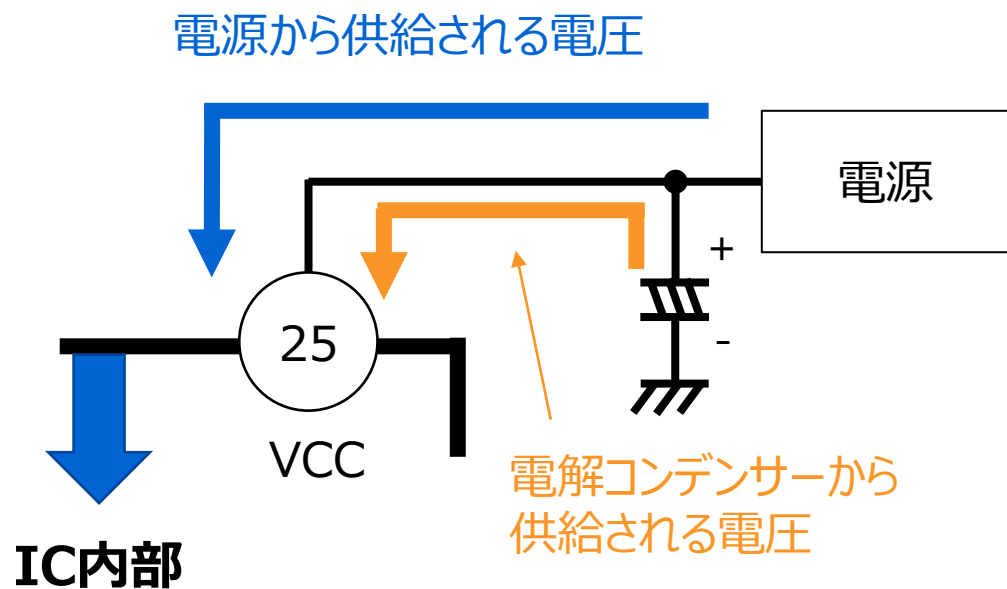
電源電圧の安定化用の電解コンデンサー × 1
ノイズ除去用のセラミックコンデンサー × 2

の計3個の部品を接続します。

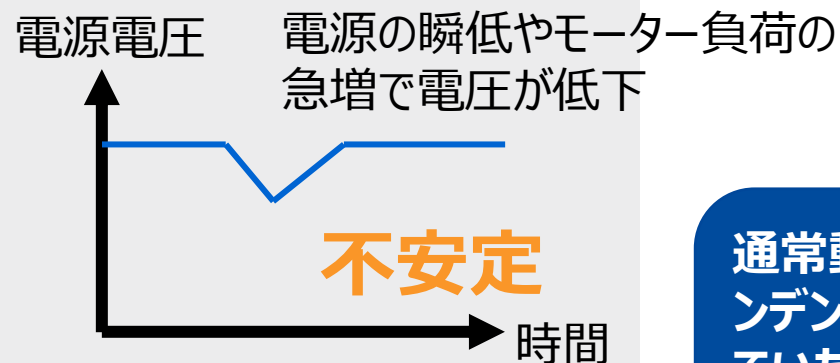
次ページ以降ではそれぞれの役割について
詳細を説明します。

電源電圧端子VCCに接続する電解コンデンサーは電源の安定化に必要です

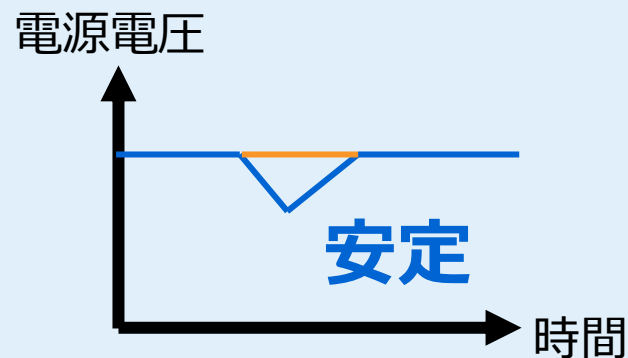
電源電圧安定化用の電解コンデンサーの役割



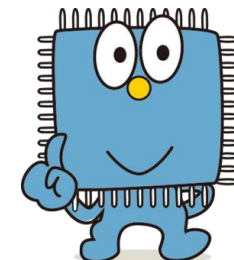
電解コンデンサーなし



電解コンデンサーあり

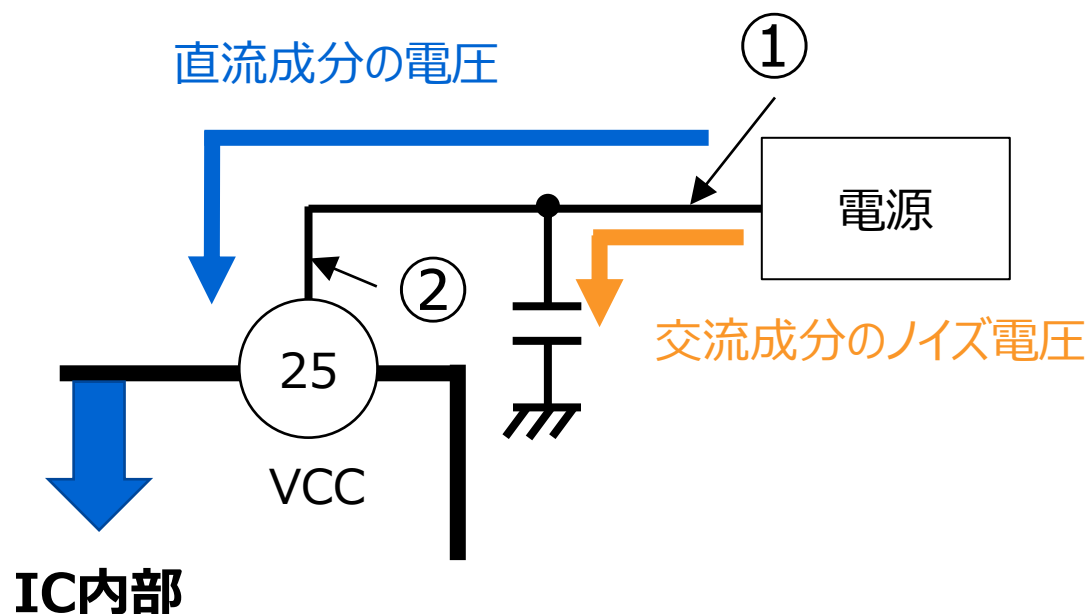


通常動作時に電解コンデンサーに蓄えられていた電荷をIC側に供給し電源電圧を維持します。

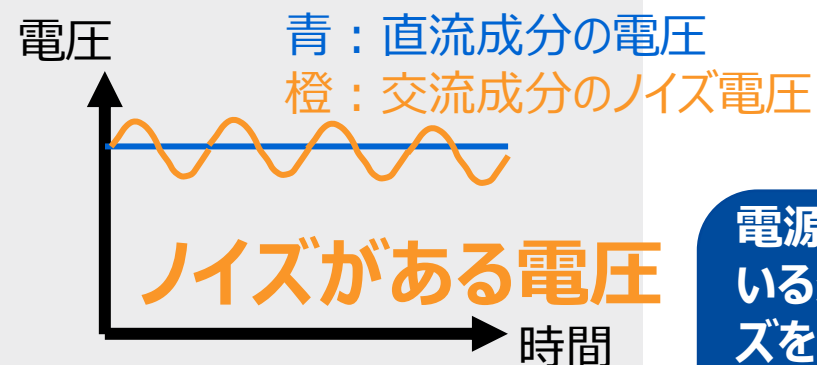


カップリング用セラミックコンデンサーはノイズ除去に効果的です

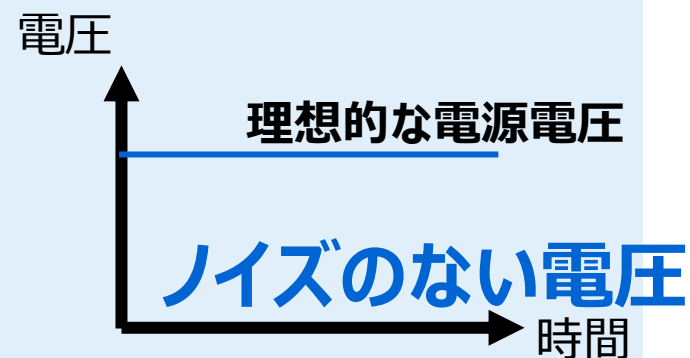
ノイズ除去（カップリング）用のセラミックコンデンサーの役割について



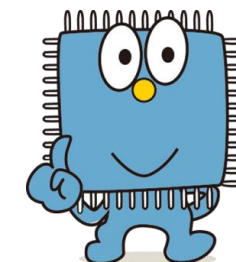
左図①の電圧



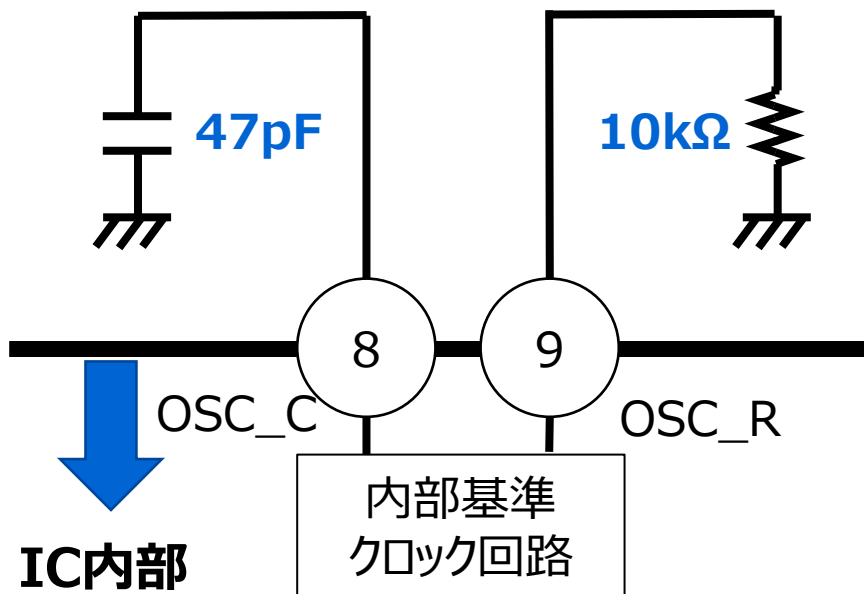
左図②の電圧



電源電圧に含まれている交流成分のノイズを除去することができます。モータードライバーに限らず、一般的に使用されています。



IC内部の基準クロック用OSC端子には、コンデンサーと抵抗を接続します



OSC端子は、IC内部基準クロック設定端子です

内部基準クロック回路用の抵抗 × 1

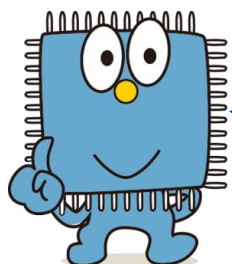
内部基準クロック回路用のセラミックコンデンサー × 1

の計2個の部品を接続します。(OSC周波数計算式は以下)

$$\text{内部基準クロック周波数}f_x[\text{Hz}] = \frac{6.1}{1.85 \times \text{OSC_C}[\text{pF}] \times 10^{-12} \times \text{OSC_R}[\Omega] + (350 \times 10^{-9})}$$

$f_x=5\text{MHz}$ に設定する場合は、**47pF**セラミックコンデンサー、**10kΩ**の抵抗を接続します

$$\text{出力PWM周波数}[\text{Hz}] = \frac{\text{内部基準クロック周波数}f_x[\text{Hz}]}{248}$$

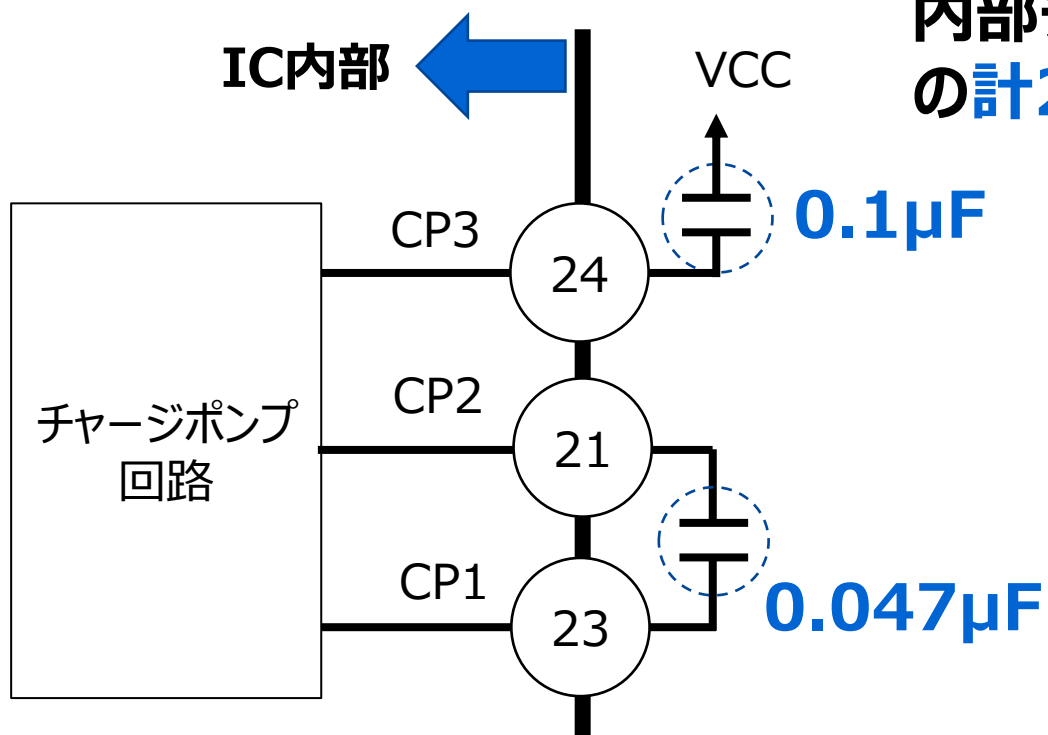


モーターの出力PWM周波数は、内部基準クロック周波数に応じて、設定されます。

外付けFETのゲート容量に注意してコンデンサー容量を選定します

CP1、CP2、CP3端子は、チャージポンプ回路用端子です

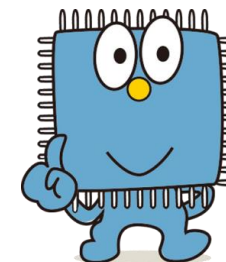
内部チャージポンプ回路用のセラミックコンデンサー × 2
の計2個の部品を接続します。



CP3には標準では0.1µFのコンデンサーを接続します。
外付けFETの入力容量Cissが大きい場合、
CP3端子電圧が低下することがあります。

その場合は、CP3のコンデンサー容量値を上げてください。

使用するFETにより
コンデンサーの容量
値を増やしてくだ
さい。



CLd端子電圧値により、大きく分けて2つのロック保護設定が可能です

● 自動復帰モード

ロックが発生して出力FETがOFF状態になっても、定期的に再起動を行い、ロックが解除されれば回転動作に復帰する。

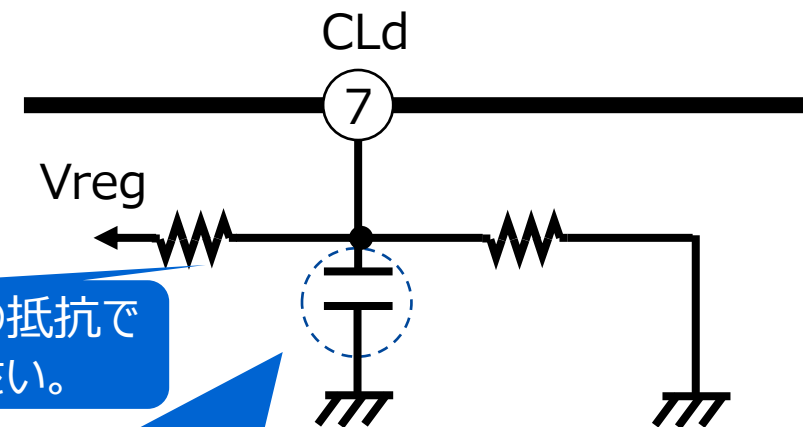
● ラッチモード

ロックが発生して出力FETがOFF状態になった後、再起動動作をせずに出力FETのOFF状態を継続する。

使用するアプリケーションの安全設計の考え方でどちらかを選択します。

CLd端子電圧[V]	モード
0~0.4	ロック保護なし
0.65~1.75	自動復帰モード
1.99~Vref	ラッチモード

Vregを電源として
外付け抵抗で分圧してご使用ください。

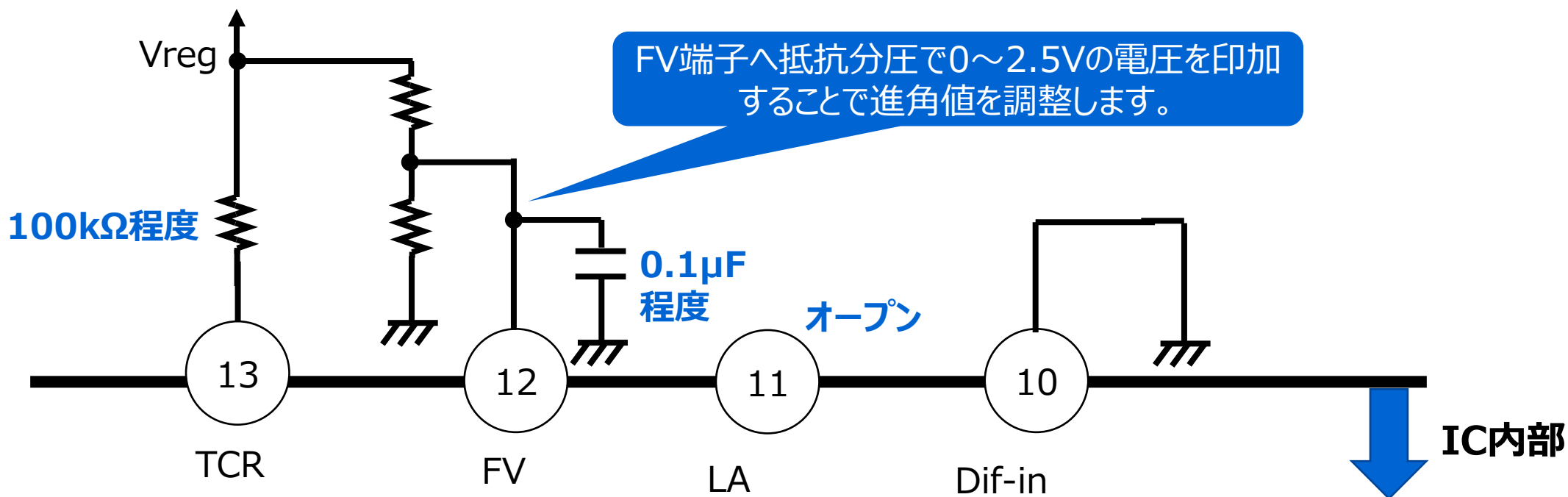


15k~100kΩの抵抗で
分圧してください。

ノイズキャンセルのため1000pF程度
のコンデンサーを接続してください。

進角等に関連する部品定数は下記の定数をつけて評価してください

<進角等に関連する設定端子の部品定数について>



使用条件やモーターの特性により合わせ込みが必要となりますが、まずは記載の定数で動かしてみてください。

TB6605FTG ホール素子を使用する場合の注意点

ホール素子は下記の注意点を守った上でご使用ください

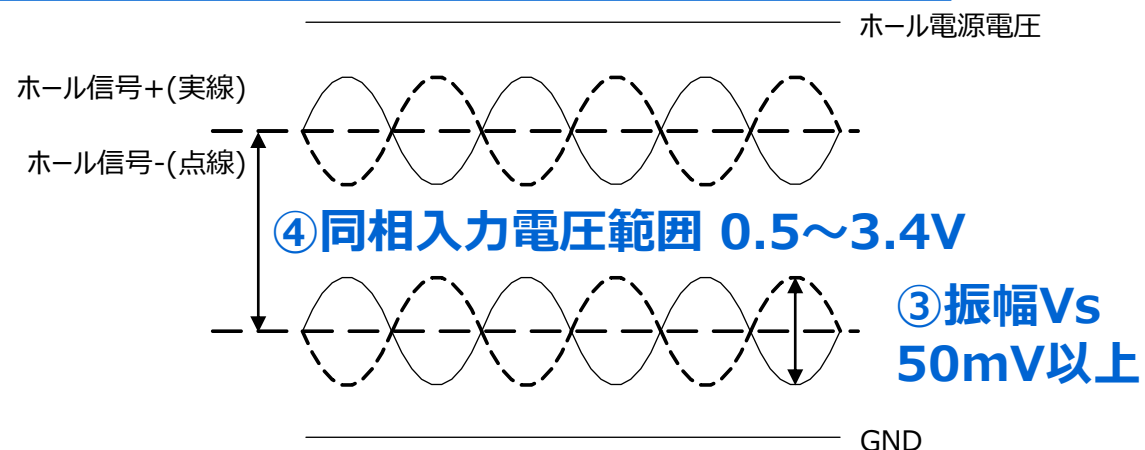
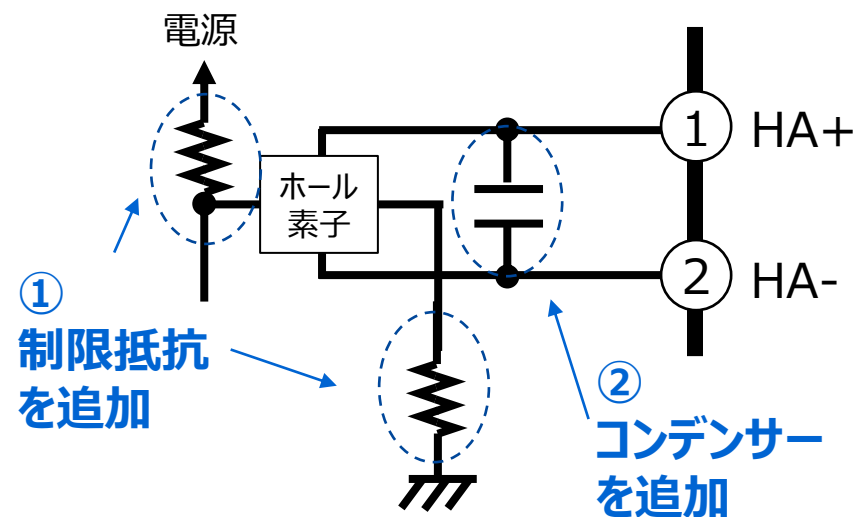
<ホール素子を使用する場合の注意点>

①ICのVCC(電源電圧)からホール素子へ電源を供給する場合、**制限用抵抗をホール素子の電源端子に追加**してください。
抵抗値は、電源電圧や使用するホールの特性によって変わりますので、**ホール素子の最大入力電流を超えないよう**にしてください。

②ホール信号ノイズ除去用コンデンサーを付ける場合、ICのHA+とHA-端子、HB+とHB-端子、HC+とHC-端子の近くに配置してください。コンデンサーの容量については、**0.001~0.1 μ Fを推奨**します。

③ホール素子の入力信号の**振幅Vsは50mV以上**で使用してください。

④**同相入力電圧範囲は0.5~3.4V**で使用してください。



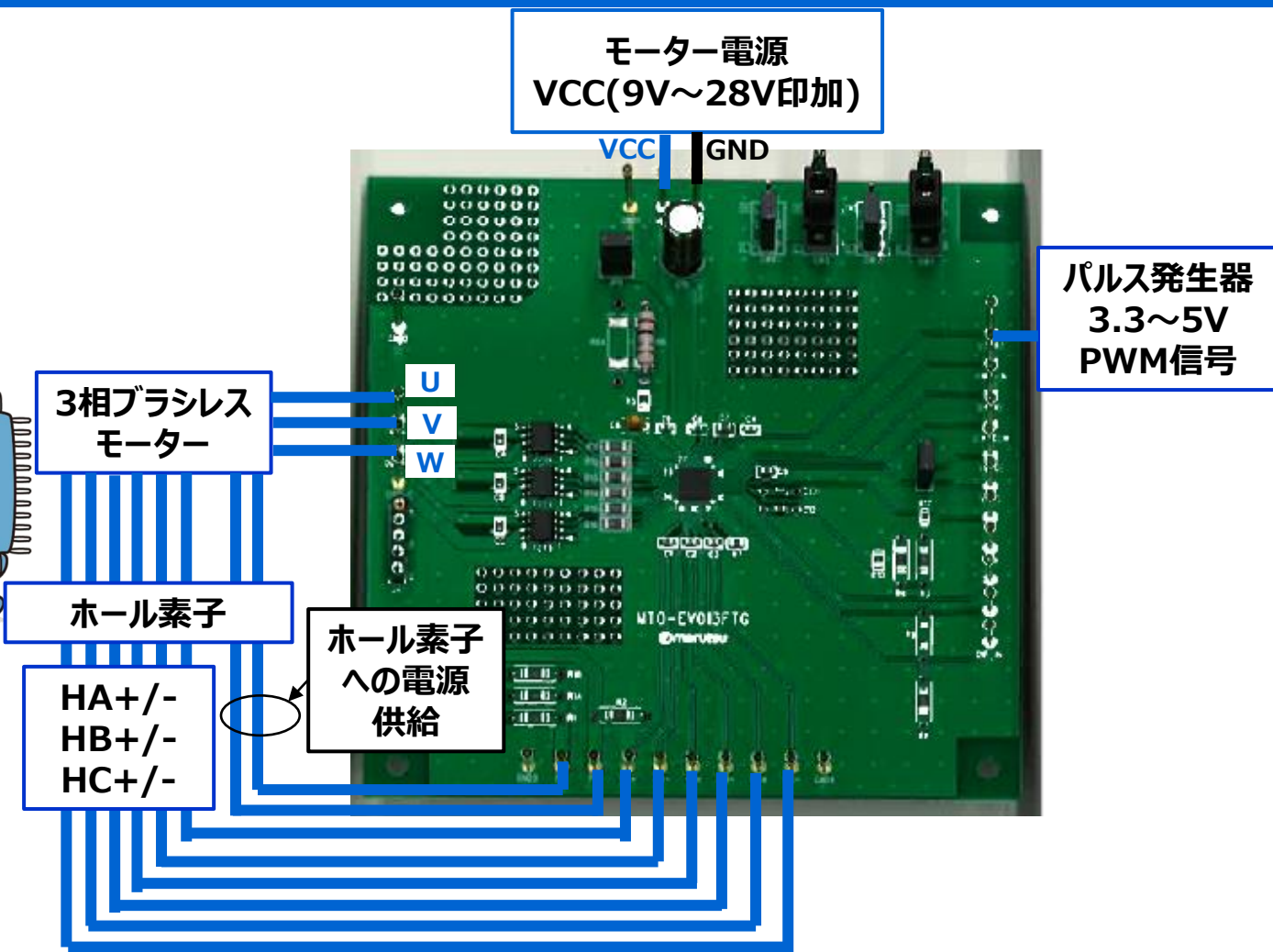
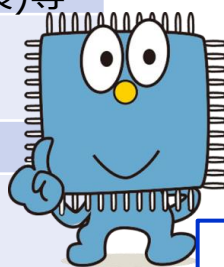
TB6605FTGでモーターを動かすのに必要な環境について

評価ボード、電源、パルス発生器、3相ブラシレスモーターが必要です

必要な機具の一覧

機具	数量	一例
評価ボード	1台	MTO-EV013FTG
電源	1台	30V以上の電源 TR6243(ADVANTEST製)等
モーター	1個	3相ブラシレスモーター TG-619B-KA,24V(ツカサ電工製)等
パルス発生器	1台	3.3~5Vのパルスが発生できる 33250A(Agilent製)等
(オシロスコープ)	1台	TDS3054B(Tektronix製)
(電流プローブ)	1つ	周波数帯域DC~50MHz程度の TCP202(Tektronix製)

通常、モーター電流波形はモーター出力の配線に電流プローブを挟んでオシロスコープを用いて測定します。電流プローブの定格/周波数帯域にはご注意ください！



【よくあるご質問】 TB6605FTGとモーターとの接続について

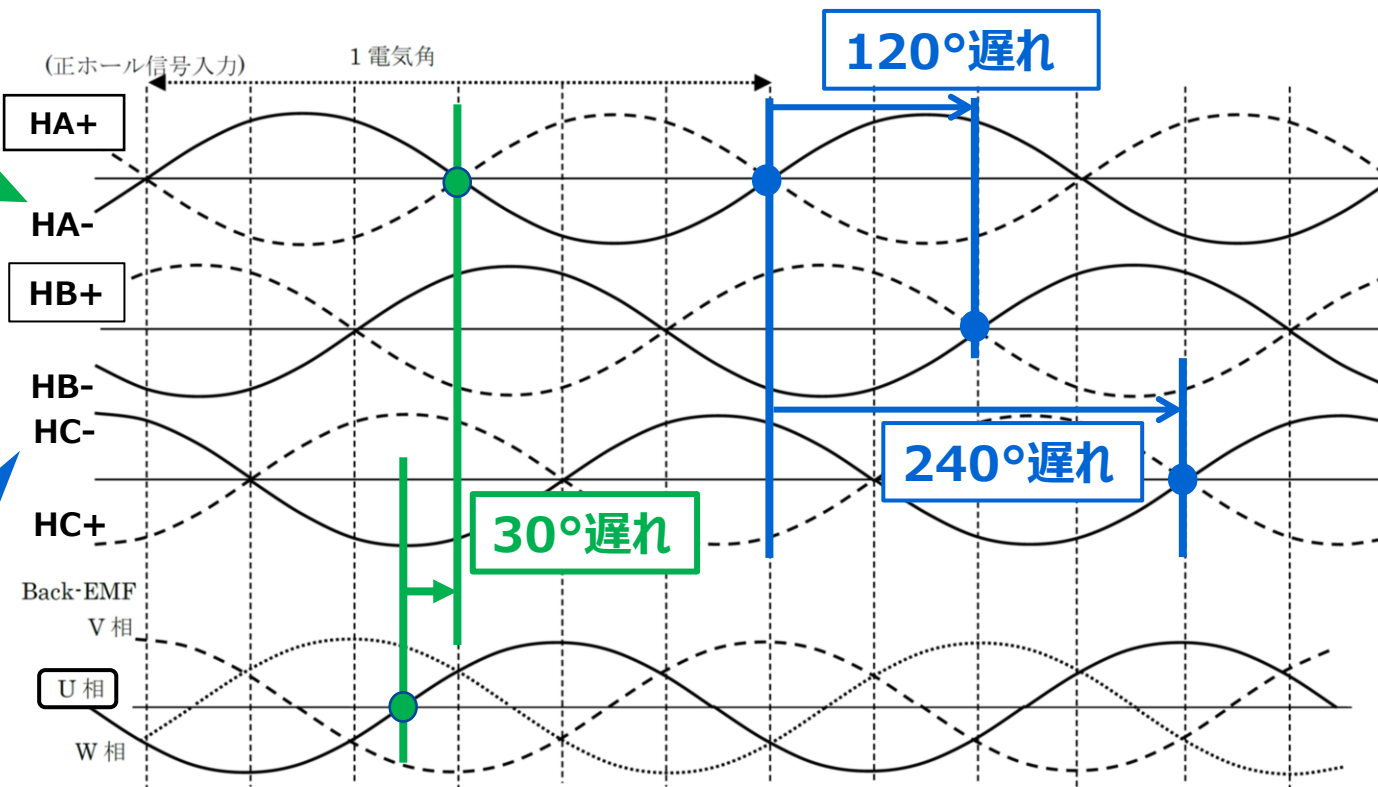
モーターとTB6605FTGの端子との接続（配線の組み合わせ）を確認してください

Q:TB6605FTGでモーターが安定して回りません。どうしてでしょうか？

A:モーターを正弦波で正回転させる場合は、モーターの誘起電圧(Back-EMF)に対し、ホール信号が下図のようなタイミングで入力される様にしてください。もし異なる場合は、**ホール信号の入力の接続を見直してください。**

モーターのU相の誘起電圧(Back-EMF)に対して、U相のホール信号HA+は、 30° 遅れています。

U相ホール信号のHA+に対して、V相ホール信号のHB+は 120° 遅れています（HC+は 240° 遅れ）



正転の場合

【よくあるご質問】 TB6605FTGとモーターとの接続について

モーターとTB6605FTGの端子との接続（配線の組み合わせ）を確認してください

Q:TB6605FTGで正弦波駆動しません。どうしてでしょうか？

A:矩形波駆動になっている可能性があります。モーター、ホールのU相、V相、W相の名称とTB6605FTGのA相がU相、V相がB相、W相がC相に対応せずに、タイミングが異なっている場合がありますので、先のページの関係となるように接続してください。

対処例 1 : A相とB相が逆のタイミングになっている場合

ホール入力の(HA+、HA-)、(HB+、HB-)のプラスとマイナスを入れ替えると同時に出力のA相とB相も入れ替えることで、正弦波駆動になる場合があります。

対処例 2 : ホール信号のタイミングが反転している場合

ホール入力の(HA+とHA-)、(HB+とHB-)、(HC+とHC-)のプラスとマイナスを入れ替えることで、正弦波駆動になる場合があります。

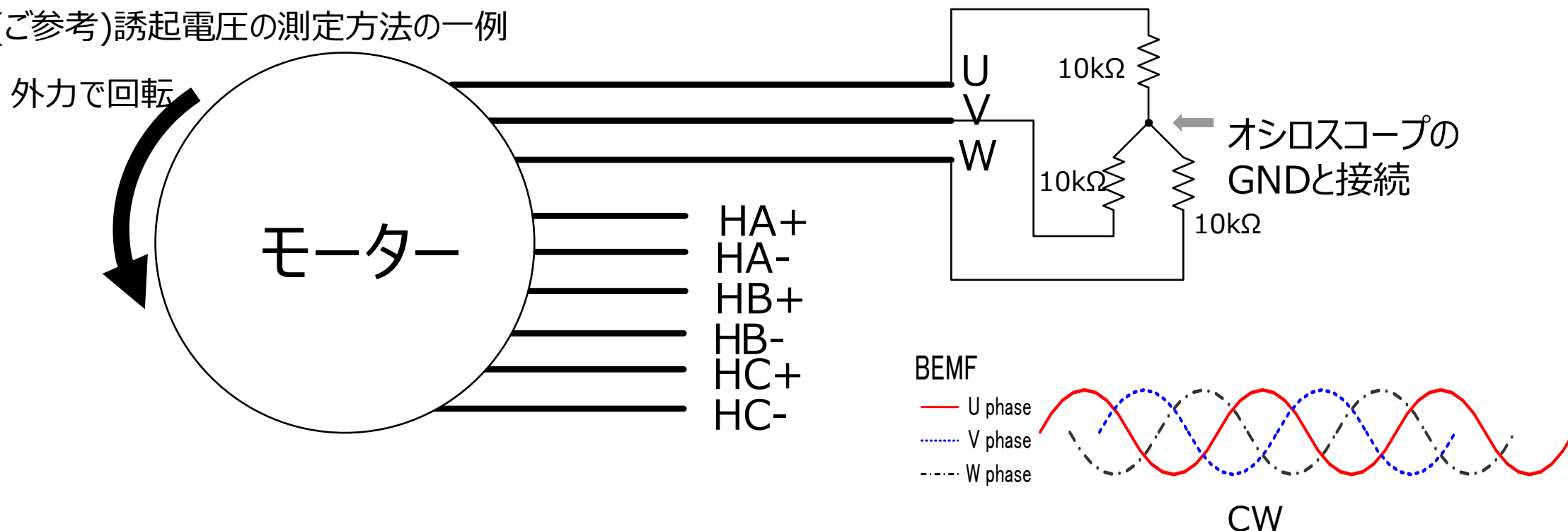
【よくあるご質問】 モーターの誘起電圧について

各相の抵抗両端の電圧をモニターすることで各相の誘起電圧を測定できます

Q:モーターの誘起電圧はどのようにして測定するのでしょうか？

A:スター結線抵抗の終端をそれぞれモーター出力の各相に接続した状態で、外力でローターを回転させ、各相の抵抗の両端の電圧(誘起電圧)をモニターすることで各相の誘起電圧を測定することができます。

(ご参考)誘起電圧の測定方法の一例

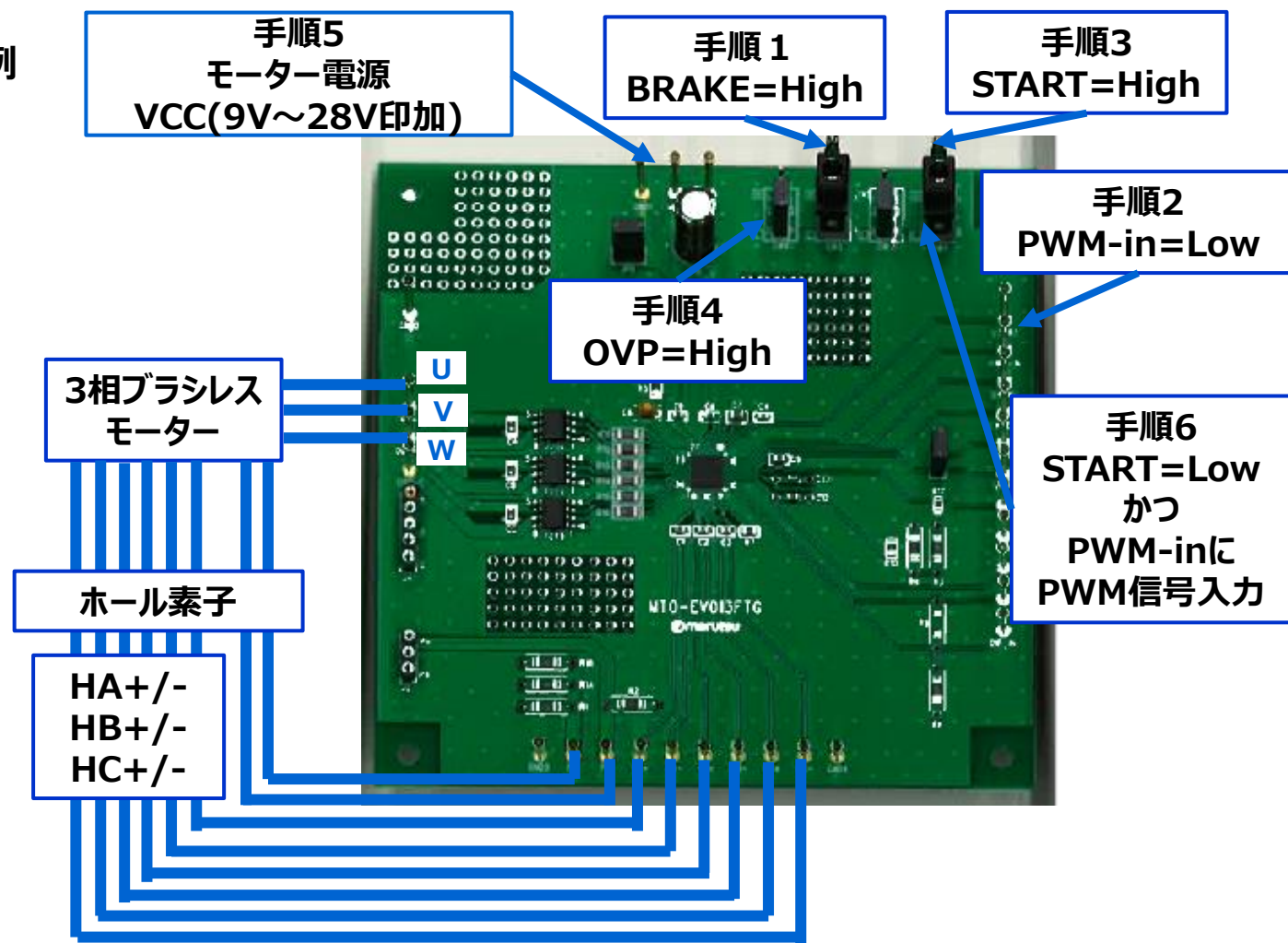


TB6605FTGで電源を立ち上げてみましょう

モーターは、下記の手順で安全に回転させることができます

モーター電源電圧24Vで駆動する場合の立ち上げシーケンス例

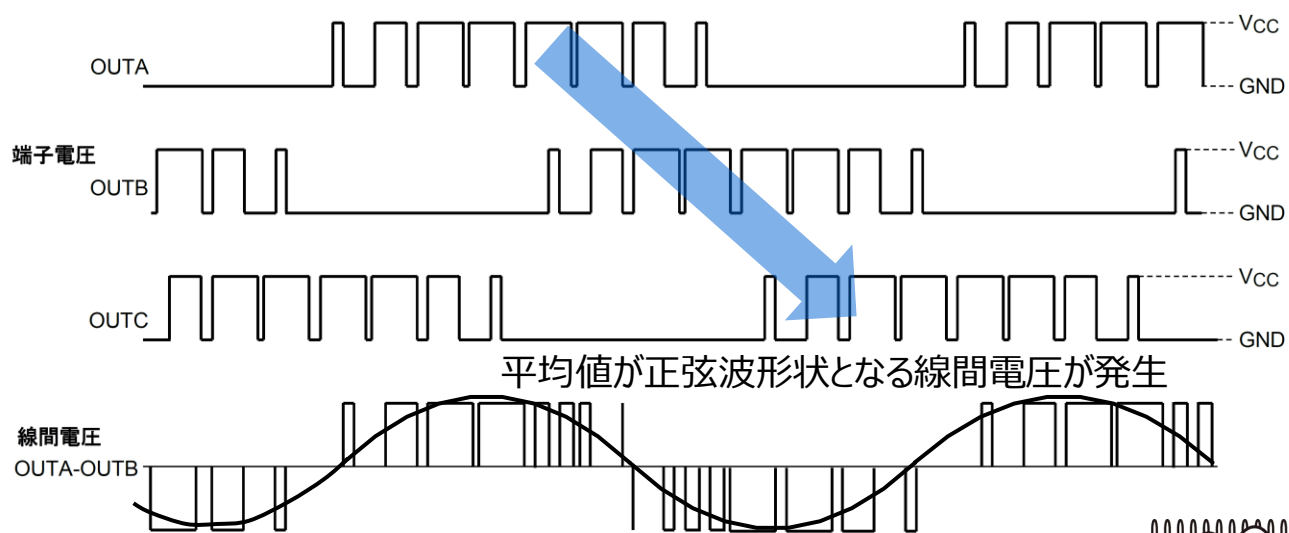
- 手順1.
BRAKE端子がHighになっていることを確認
↓
手順2.
モーター起動時は、PWM-in端子はLowに固定
↓
手順3.
START端子をHighに設定
↓
手順4.
OVP端子をHighに設定
↓
手順5.
VCC端子にモーター電源電圧を印加(9~28Vの範囲内で)
↓
手順6.
PWM-in端子をHighに設定し、
START端子をLowに設定して、
PWM-inにPWM(速度制御)信号を入力すると
PWM信号に従い、モーターが回転します



TB6605FTG 正弦波駆動時の実際の動作波形をみてみましょう

OUT-A→OUT-B→OUT-Cの順に出力がスイッチングし、正弦波駆動しています

データシートに記載のタイミングチャート



線間電圧に従った正弦波状の電流がモーターコイルに発生しています。



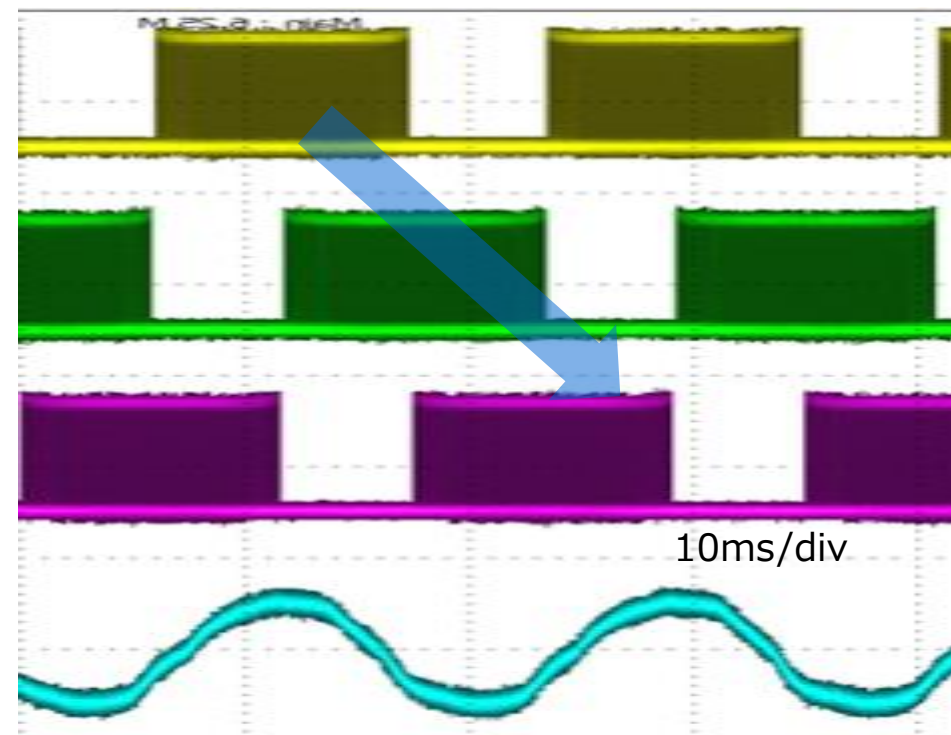
オシロスコープで観測した実際の波形

OUT-A
電圧波形

OUT-B
電圧波形

OUT-C
電圧波形

OUT-A
電流波形

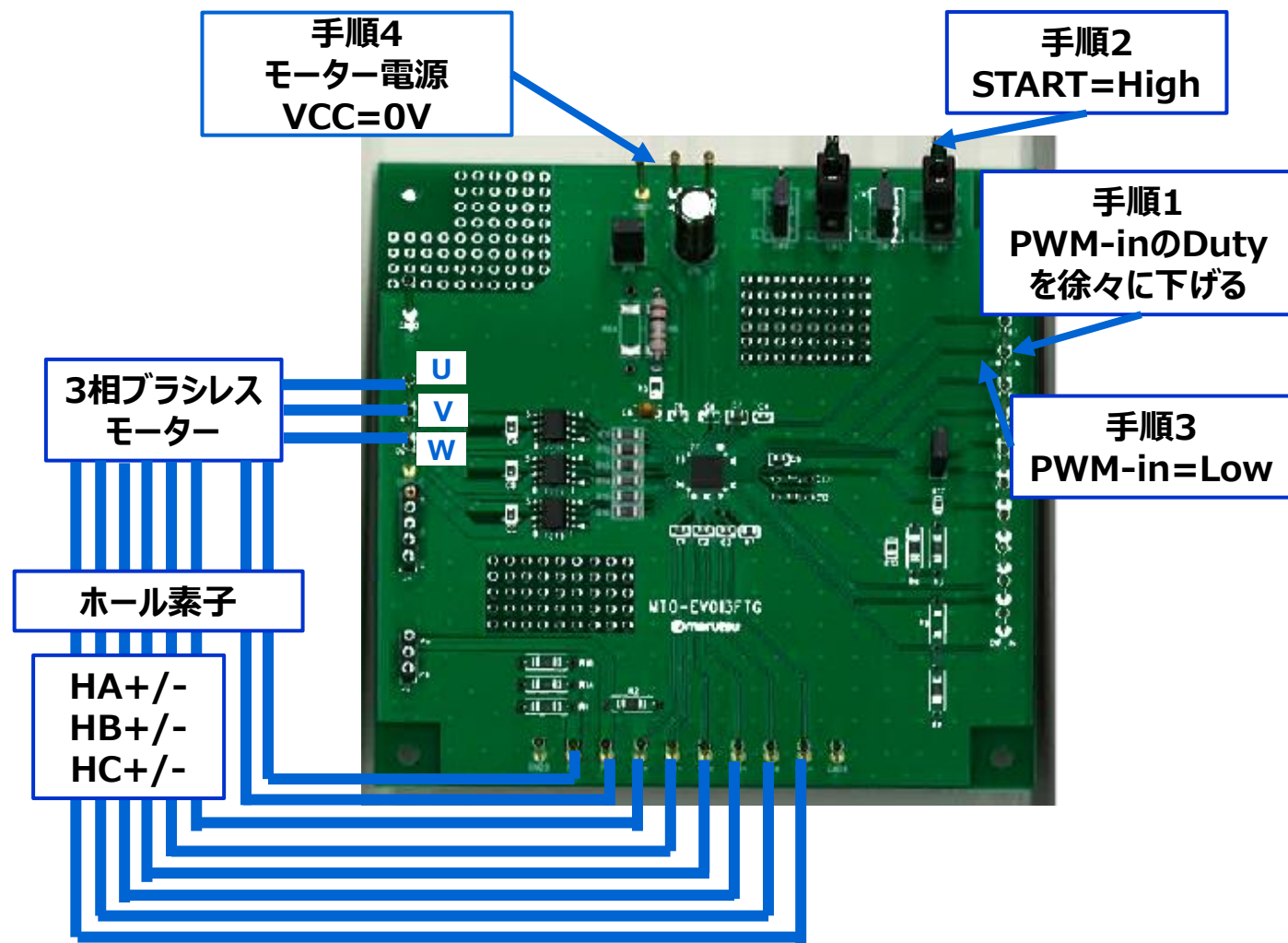


TB6605FTGで電源を立ち下げてみましょう

モーターは、下記の手順で安全に停止させることができます

電源の立ち下げシーケンス例

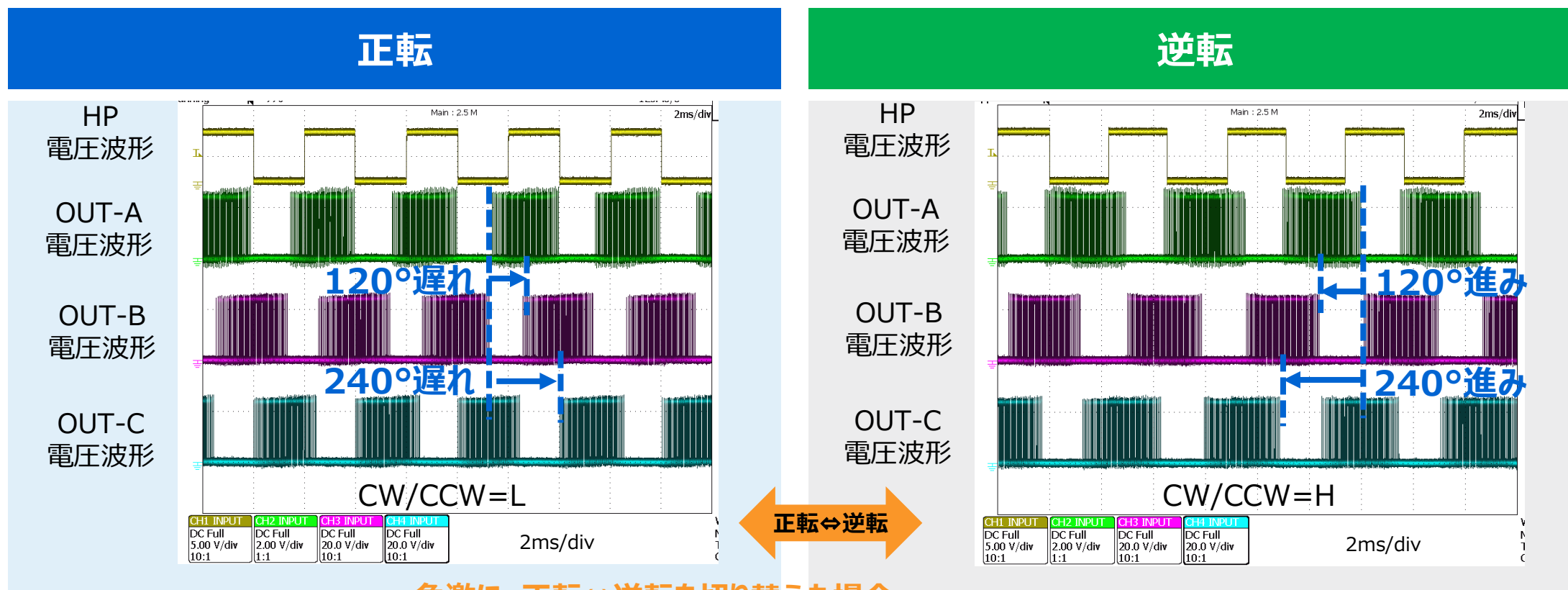
- 手順1.
PWM-in端子に入力している信号のDutyを徐々に下げ、モーターを停止
- ↓
- 手順2.
START端子をHighに設定
- ↓
- 手順3.
PWM-in端子をLowに固定
- ↓
- 手順4.
VCC端子に印加しているモーター電源電圧を0Vにし、VCC電源OFF



TB6605FTGで正転/逆転切り替え機能を使ってみましょう

回転方向は、基準相に対して他相の位相が進んでいるか遅れているかで判別します

OUT-A電圧を基準にすると
正転の時、OUT-B電圧が**120°遅れ**、OUT-C電圧が**240°遅れた**位相関係になります。
逆転の時、OUT-B電圧が**120°進み**、OUT-C電圧が**240°進んだ**位相関係になります。



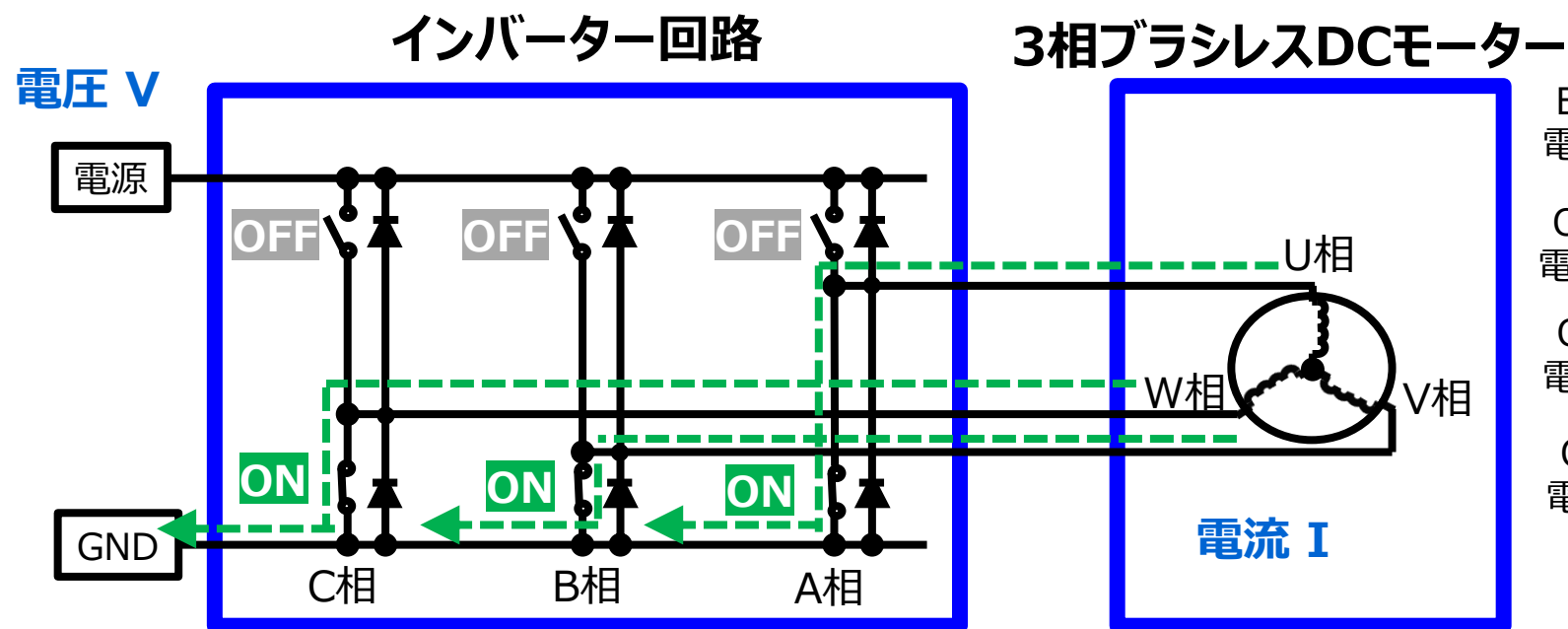
急激に、正転⇔逆転を切り替えた場合、逆トルクで出力FETが破壊することがありますのでご注意ください。

TB6605FTGでブレーキ機能を使ってみましょう

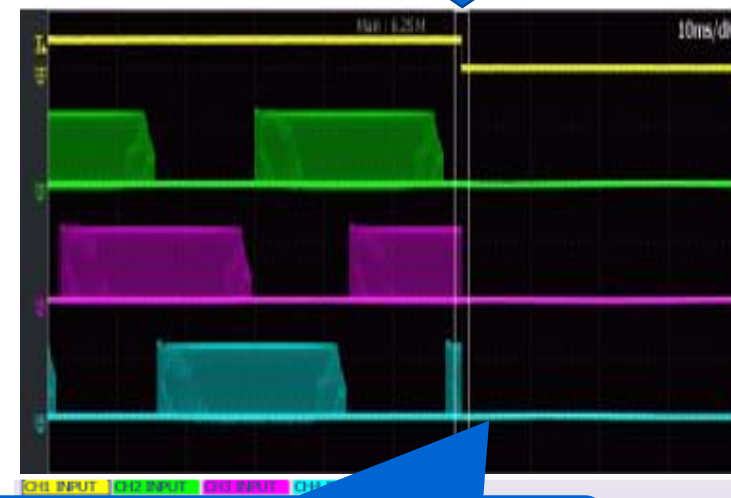
BRAKE=Lにすると電気ブレーキにより、モーターが停止します

BRAKE=Highは通常動作、BRAKE=Lowで3相出力の下側スイッチをONします。
各相のコイルをGNDに短絡、残っている電荷をコイルで消費させます。

→電気ブレーキ（ショートブレーキ）がかかり、モーターを停止させることができます。



BRAKE
電圧波形
OUT-A
電圧波形
OUT-B
電圧波形
OUT-C
電圧波形



BRAKE=H→L
のタイミング

A、B、C相全ての出力がLowになり、
モーターが停止します。

TB6605FTGでモーターの速度を変えてみましょう

PWM ON Dutyが大きくなると、出力PWM Dutyが大きくなり回転が速くなります

PWM-in端子

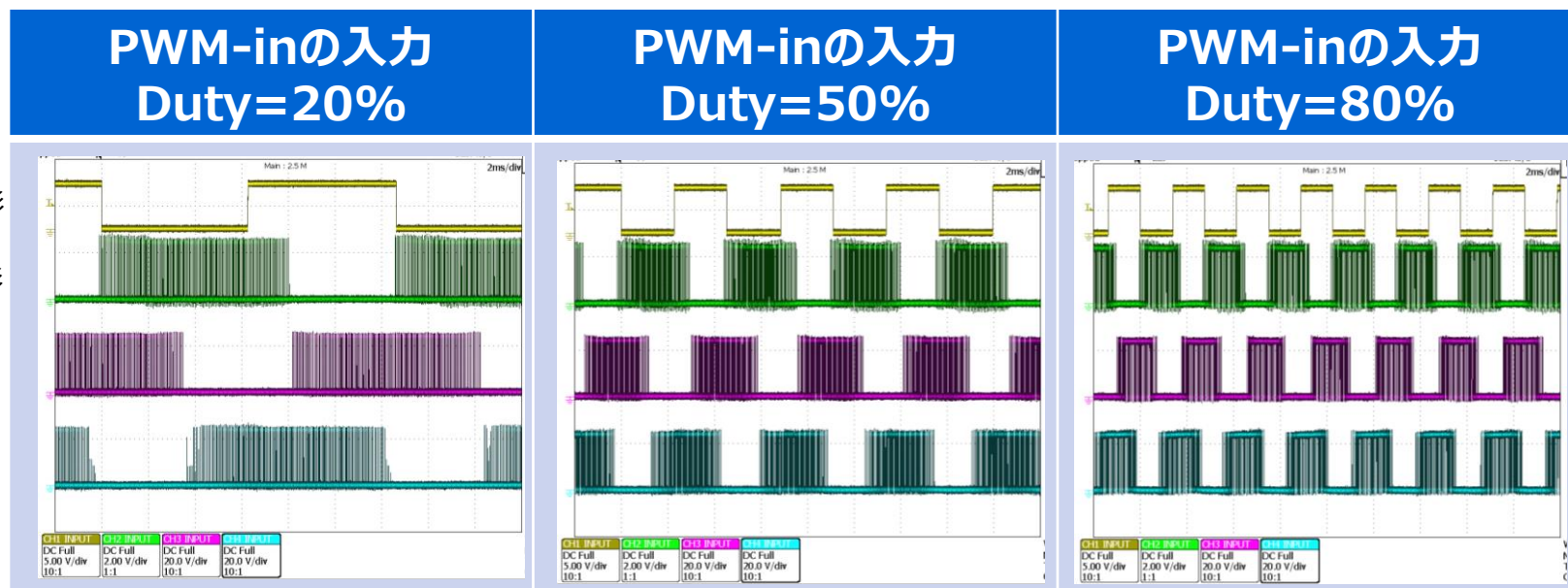
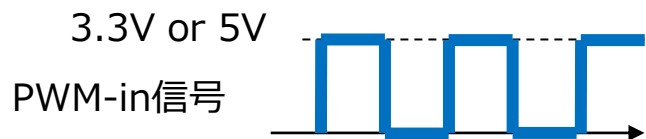
速度指令の信号として、PWM-in端子に外部よりPWM信号(10~100kHz)を入力します。PWMのON Dutyが大きくなると、出力PWMのDutyが大きくなり回転速度が速くなります。

また、**PWM-in端子はLowアクティブ**となり、Lowの期間が長ければ、ON期間が長くなります。



PWM-in

3.3Vと5Vの振幅のクロックをファンクションジェネレーターを用いて入力する際は**オフセットの設定に注意しましょう。**



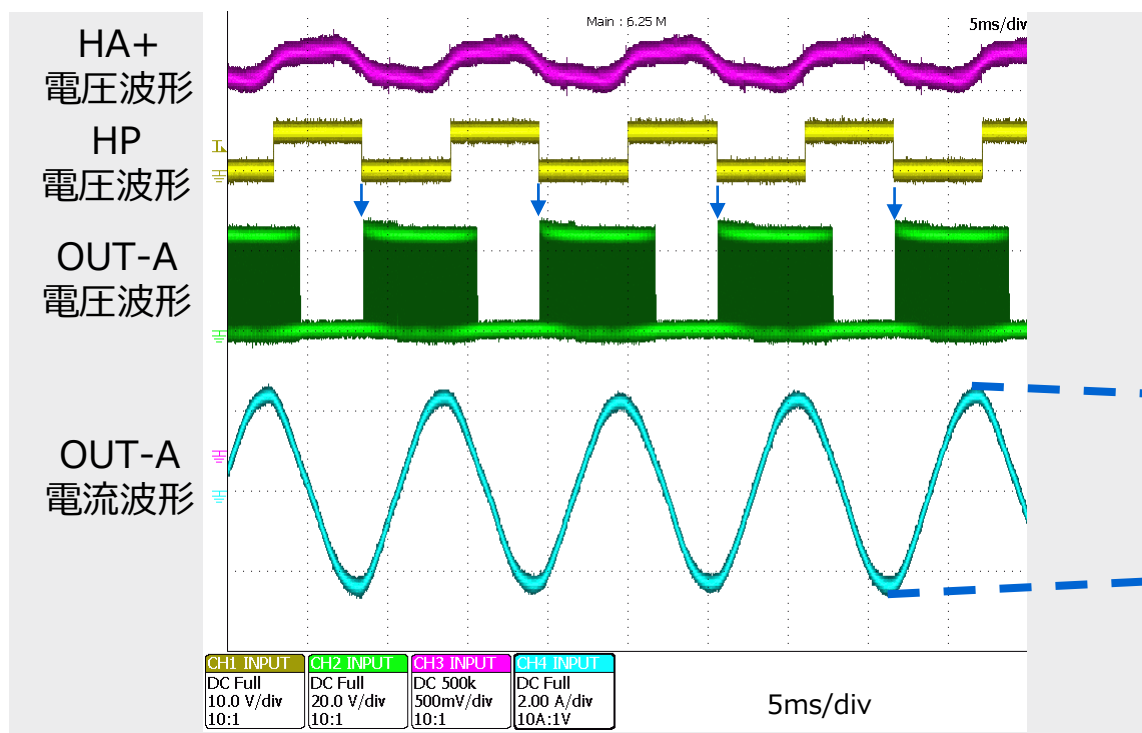
TB6605FTGで進角を調整を使ってみましょう

進角調整によりモーターを効率的に駆動することができます

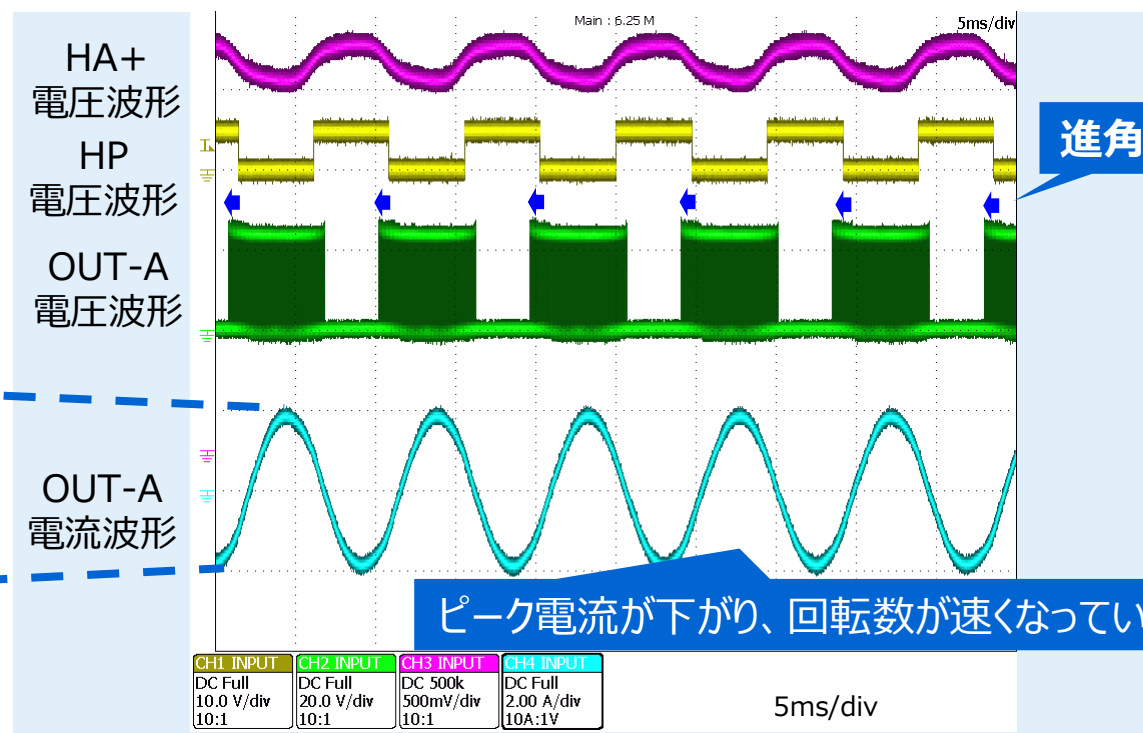
適正な進角を設定すると、モーター駆動効率が高くなることにより、モーター駆動電流が抑えられて、モーター回転数を上げることができている一例です。

FV端子に0~2.5Vの範囲で電圧を印加して調整

進角を設定しない場合

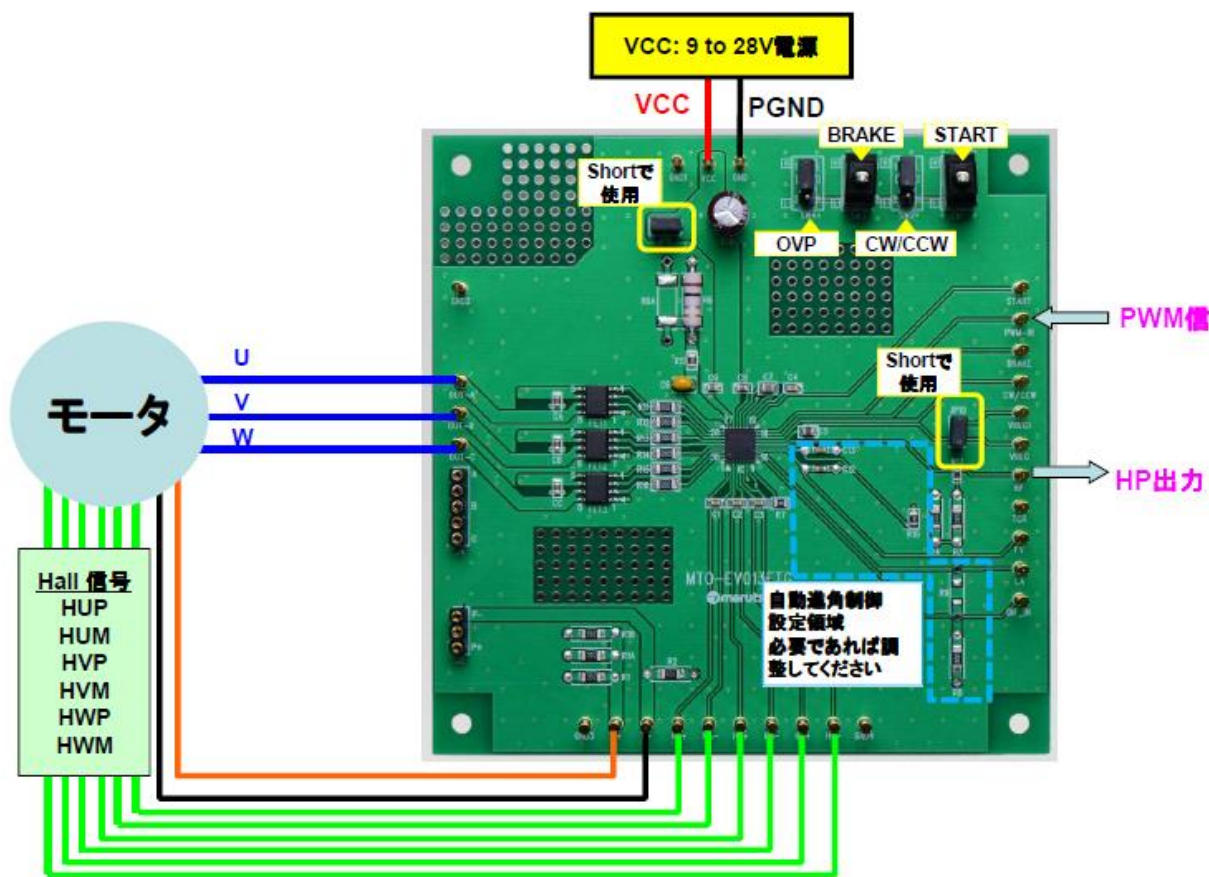


適切な進角を設定した場合



今回使用したTB6605FTGの評価ボードについて

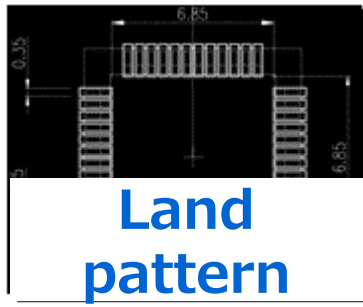
今回の【初級編】では、弊社モータードライバーTB6605FTGをモチーフに、ICの**設定方法**や**評価時の実動作波形**について、紹介いたしました。



今回使用した評価ボード

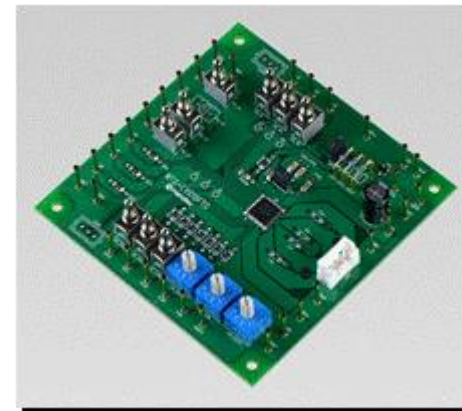
型番 : MTO-EV013FTG(TB6605FTG)

技術資料



各製品の技術資料をWebページで提供

評価ボード



3rd パーティー製の評価ボードが Webサイトより入手可能

- Digi-key
- Mouser
- MikroE
- Akizuki

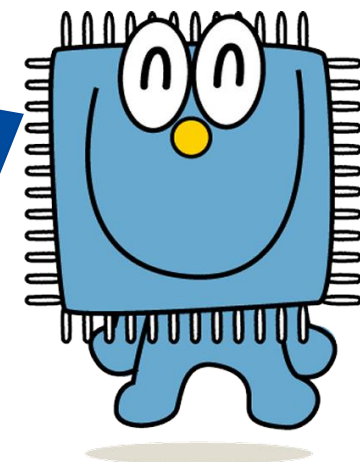
技術紹介動画



弊社オリジナルのモーター制御技術について、ご紹介

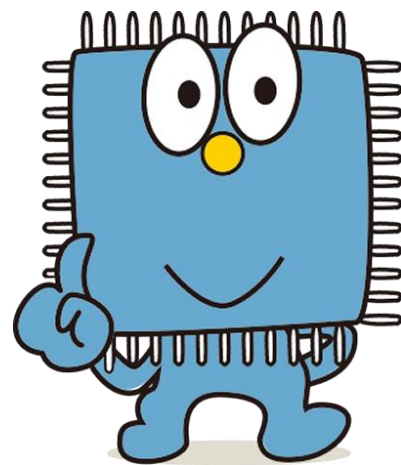
- Intelligent Phase Control
- Active Gain Control
- Advanced Current Detect System
- Advanced Dynamic Mixed Decay

さまざまなWebサポートコンテンツを提供しています!!



TOSHIBA

ご清聴ありがとうございました。



製品取り扱い上のお願い

東芝デバイス&ストレージ株式会社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。
- 本製品にはGaAs(ガリウムヒ素)が使われています。その粉末や蒸気等は人体に対し有害ですので、破壊、切断、粉砕や化学的な分解はしないでください。
- 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。

TOSHIBA

※社名・商品名・サービス名などは、それぞれ各社が商標として使用している場合があります。