ブラシレスモータスタータキット(RX23T)

取扱説明書

ルネサス エレクトロニクス社 RX23T(QFP-64 ピン)搭載
ブラシレスモータスタータキット

-本書を必ずよく読み、ご理解された上でご利用ください

株式会社北斗電子

REV.1.1.0.0

ー目　次ー

注意事項 **1**

安全上のご注意 **2**

特徴 **4**

製品内容 **5**

1.　ブラシレスモータとは **6**

1.1.　ブラシ付きモータとブラシレスモータの違い 6
1.2.　ホールセンサ付きブラシレスモータ 7

2.　キット内容 **8**

2.1.　全体構成 8
2.1.1.　マイコンボード(K1) 8
2.1.2.　接続ボード(K2) 8
2.1.3.　モータドライバボード(K2) 9
2.1.4.　ホールセンサー付きブラシレスモータ(K4) 9
2.2.　お客様にご用意頂く必要があるもの 9
2.2.1.　電源 9
2.2.2.　オシロスコープ 10
2.2.3.　開発環境 10
2.2.4.　プログラム書き込み環境 10

3.　動かしてみる **11**

3.1.　組み立て手順 11
3.2.　電源を投入する 13
3.3.　モータを動かす 14

4.　ハードウェア詳細 **15**

4.1.　全体ブロック図 15
4.2.　モータドライバボード 16
4.2.1.　端子信号表 17
4.2.2.　ボードレイアウト 18
4.2.3.　モータ駆動回路 20
4.2.4.　LPF 21
4.2.5.　電流検出 22
4.2.6.　温度センサー 24
4.2.7.　VR（可変抵抗） 27
4.2.8.　電源電圧モニタ 27
4.2.9.　ホールセンサ端子 28

4.2.10. 電源回路 28
4.3. 接続ボード 28
4.3.1. ボードレイアウト 29
4.3.2. SW 29
4.3.3. LED 29
4.4. キット付属ブラシレスモータ 30
5. 注意点 31
5.1. モータ駆動回路内での電源ショート 31
5.2. モータのコイルを通しての電源ショート 31
5.3. モータ駆動回路での発熱 32
5.4. モータで発生する起電力 32
5.5. モータの回転 32
6. 応用 33
6.1. 波形観測 33
6.2. プログラム開発 33
6.3. プログラム書き込み 33
6.3.1. USB-ADAPTER を使用する 33
6.3.2. ルネサス E1/E20 を使用する 33
6.3.3. USB-Serial 変換機器を使用する 33
取扱説明書改定記録 35
お問合せ窓口 35

注意事項

本書を必ずよく読み、ご理解された上でご利用ください

【ご利用にあたって】

1. 本製品をご利用になる前には必ず取扱説明書をよく読んで下さい。また、本書は必ず保管し、使用上不明な点がある場合は再読し、よく理解して使用して下さい。
2. 本書は株式会社北斗電子製マイコンボードの使用方法について説明するものであり、ユーザシステムは対象ではありません。
3. 本書及び製品は著作権及び工業所有権によって保護されており、全ての権利は弊社に帰属します。本書の無断複写・複製・転載はできません。
4. 弊社のマイコンボードの仕様は全て使用しているマイコンの仕様に準じております。マイコンの仕様に関しましては製造元にお問い合わせ下さい。弊社製品のデザイン・機能・仕様は性能や安全性の向上を目的に、予告無しに変更することがあります。また価格を変更する場合や本書の図は実物と異なる場合もありますので、御了承下さい。
5. 本製品のご使用にあたっては、十分に評価の上ご使用下さい。
6. 未実装の部品に関してはサポート対象外です。お客様の責任においてご使用下さい。

【限定保証】

1. 弊社は本製品が頒布されているご利用条件に従って製造されたもので、本書に記載された動作を保証致します。
2. 本製品の保証期間は購入戴いた日から1年間です。

【保証規定】

保証期間内でも次のような場合は保証対象外となり有料修理となります

1. 火災・地震・第三者による行為その他の事故により本製品に不具合が生じた場合
2. お客様の故意・過失・誤用・異常な条件でのご利用で本製品に不具合が生じた場合
3. 本製品及び付属品のご利用方法に起因した損害が発生した場合
4. お客様によって本製品及び付属品へ改造・修理がなされた場合

【免責事項】

弊社は特定の目的･用途に関する保証や特許権侵害に対する保証等、本保証条件以外のものは明示・黙示に拘わらず一切の保証は致し兼ねます。また、直接的・間接的損害金もしくは欠陥製品や製品の使用方法に起因する損失金・費用には一切責任を負いません。損害の発生についてあらかじめ知らされていた場合でも保証は致し兼ねます。
ただし、明示的に保証責任または担保責任を負う場合でも、その理由のいかんを問わず、累積的な損害賠償責任は、弊社が受領した対価を上限とします。本製品は「現状」で販売されているものであり、使用に際してはお客様がその結果に一切の責任を負うものとします。弊社は使用または使用不能から生ずる損害に関して一切責任を負いません。
保証は最初の購入者であるお客様ご本人にのみ適用され、お客様が転売された第三者には適用されません。よって転売による第三者またはその為になすお客様からのいかなる請求についても責任を負いません。
本製品を使った二次製品の保証は致し兼ねます。

安全上のご注意

製品を安全にお使いいただくための項目を次のように記載しています。絵表示の意味をよく理解した上でお読み下さい。

表記の意味

⚠ 警告	取扱を誤った場合、人が死亡または重傷を負う危険が切迫して生じる可能性がある事が想定される
⚠ 注意	取扱を誤った場合、人が軽傷を負う可能性又は、物的損害のみを引き起こすが可能性がある事が想定される

絵記号の意味

	一般指示 使用者に対して指示に基づく行為を強制するものを示します		**一般禁止** 一般的な禁止事項を示します
	電源プラグを抜く 使用者に対して電源プラグをコンセントから抜くように指示します		**一般注意** 一般的な注意を示しています

⚠ 警告

以下の警告に反する操作をされた場合、本製品及びユーザシステムの破壊・発煙・発火の危険があります。マイコン内蔵プログラムを破壊する場合もあります。

1. 本製品及びユーザシステムに電源が入ったままケーブルの抜き差しを行わないでください。
2. 本製品及びユーザシステムに電源が入ったままで、ユーザシステム上に実装されたマイコンまたはIC等の抜き差しを行わないでください。
3. 本製品及びユーザシステムは規定の電圧範囲でご利用ください。
4. 本製品及びユーザシステムは、コネクタのピン番号及びユーザシステム上のマイコンとの接続を確認の上正しく扱ってください。

発煙・異音・異臭にお気付きの際はすぐに使用を中止してください。

電源がある場合は電源を切って、コンセントから電源プラグを抜いてください。そのままご使用すると火災や感電の原因になります。

⚠注意

以下のことをされると故障の原因となる場合があります。

1. 静電気が流れ、部品が破壊される恐れがありますので、ボード製品のコネクタ部分や部品面には直接手を触れないでください。
2. 次の様な場所での使用、保管をしないでください。
   ホコリが多い場所、長時間直射日光があたる場所、不安定な場所、衝撃や振動が加わる場所、落下の可能性がある場所、水分や湿気の多い場所、磁気を発するものの近く
3. 落としたり、衝撃を与えたり、重いものを乗せないでください。
4. 製品の上に水などの液体や、クリップなどの金属を置かないでください。
5. 製品の傍で飲食や喫煙をしないでください。

ボード製品では、裏面にハンダ付けの跡があり、尖っている場合があります。

取り付け、取り外しの際は製品の両端を持ってください。裏面のハンダ付け跡で、誤って手など怪我をする場合があります。

CD メディア、フロッピーディスク付属の製品では、故障に備えてバックアップ（複製）をお取りください。

製品をご使用中にデータなどが消失した場合、データなどの保証は一切致しかねます。

アクセスランプがある製品では、アクセスランプが点灯中に電源を切ったり、パソコンをリセットをしないでください。

製品の故障の原因となったり、データが消失する恐れがあります。

本製品は、医療、航空宇宙、原子力、輸送などの人命に関わる機器やシステム及び高度な信頼性を必要とする設備や機器などに用いられる事を目的として、設計及び製造されておりません。

医療、航空宇宙、原子力、輸送などの設備や機器、システムなどに本製品を使用され、本製品の故障により、人身や火災事故、社会的な損害などが生じても、弊社では責任を負いかねます。お客様ご自身にて対策を期されるようご注意ください。

特徴

本製品は、ブラシレスモータの制御を学習する目的のスタータキットです。

制御用マイコンボード（HSBRX23T-64）及び、モータドライバボード、ブラシレスモータがセットになっており、ブラシレスモータ制御のアプリケーション開発を行うことが出来ます。

キットに含まれるマイコンボードは、フラッシュメモリ内蔵のルネサス エレクトロニクス製 RX23T（QFP-64 ピン）マイコン搭載ボード(*1)です。

キットに付属するブラシレスモータは、模型用のモータを採用しており、この種のキットとしては比較的お求め易い製品となっております。（製品の定格内であれば、本キットを用いお客様で用意されたモータを駆動することも可能です）

(*1)RX23T は、FPU 及び 16 ビットの拡張タイマを搭載しており、モータ制御に適したマイコンとなっています。

製品内容

本製品は、下記の品が同梱されております。ご使用前に必ず内容物をご確認ください。

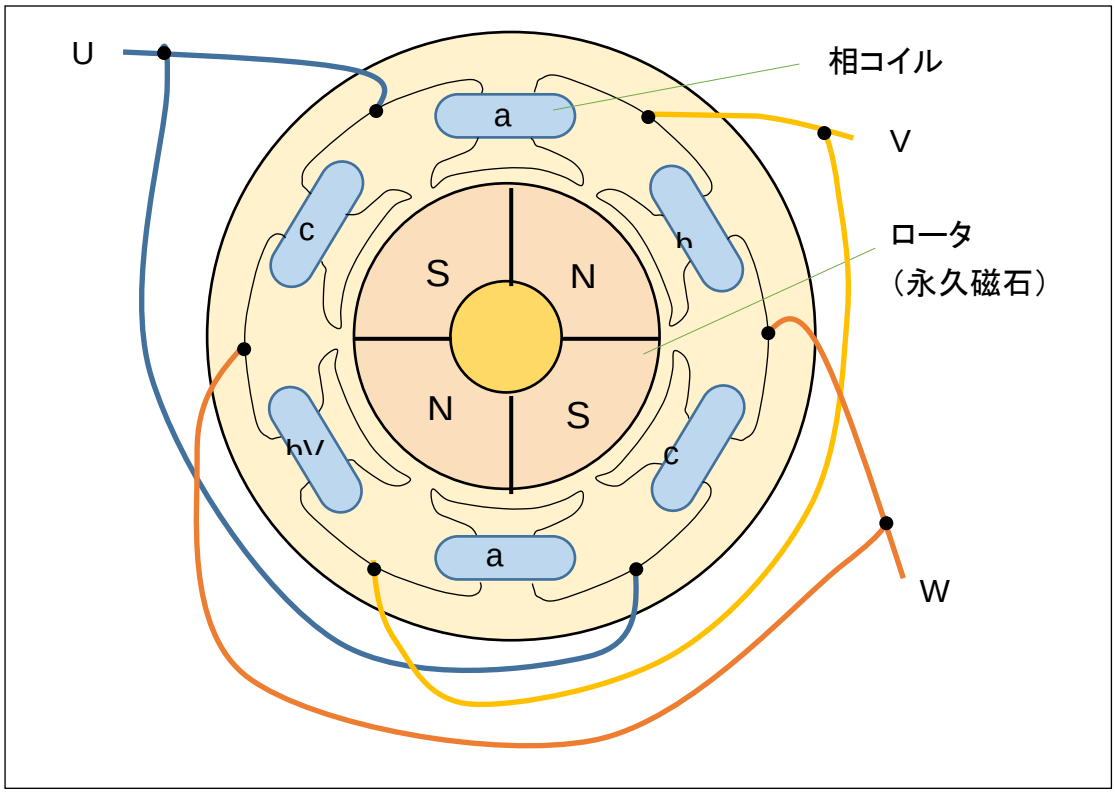
- ・マイコンボード(HSBRX23T-64).....1 枚
- ・モータドライバボード(BLM_EV6).....1 枚
- ・接続ボード(RX23T_MIF).....1 枚
- ・ブラシレスモータ(TBLM-02S).....1 個
- ・ソフトウェア CD .....1 枚
- ・モータ駆動ケーブル(3 相) .....1 組
- ・ホールセンサケーブル.....1 本
- ・インタフェースケーブル(26P).....1 本
- ・回路図.....1 部

1. ブラシレスモータとは

1.1. ブラシ付きモータとブラシレスモータの違い

DC モータでは、ブラシ（整流子）付きのモータが一番一般的です。このタイプのモータはロータ（回転子）が回転する事により、ロータが生成する磁界の向きが切り替わり、モータハウジングに固定された永久磁石との引力・反発力が回転を促します。回転数は、印加電圧により決まります。モータの電極は 2 端子です。

ブラシレスモータは、3 端子の電極を持ち、ロータに任意のタイミングで磁界をかけることが出来ます。



※図は模式的なもので、必ずしもこのような結線ではありません

電極は 3 端子ですので、電流を流す向き（磁界をかける向き）としては、

U→V : a のコイルに→の向きで電流が流れる
V→U : a のコイルに←の向きで電流が流れる
V→W : b のコイルに→の向きで電流が流れる
W→V : b のコイルに←の向きで電流が流れる
W→U : c のコイルに→の向きで電流が流れる
U→W : c のコイルに←の向きで電流が流れる

の 6 通りがあり、適切なタイミングで電流を切り替えることにより、モータを回すことができます。

電圧をかけるだけ（電池をつなぐだけ）で回転する、ブラシモータと比べて、電流を流す向きを切り替える手間はありますが、回転数のターゲットが決まっている場合等はブラシレスモータのほうが有利なケースが多いです。

1.2. ホールセンサ付きブラシレスモータ

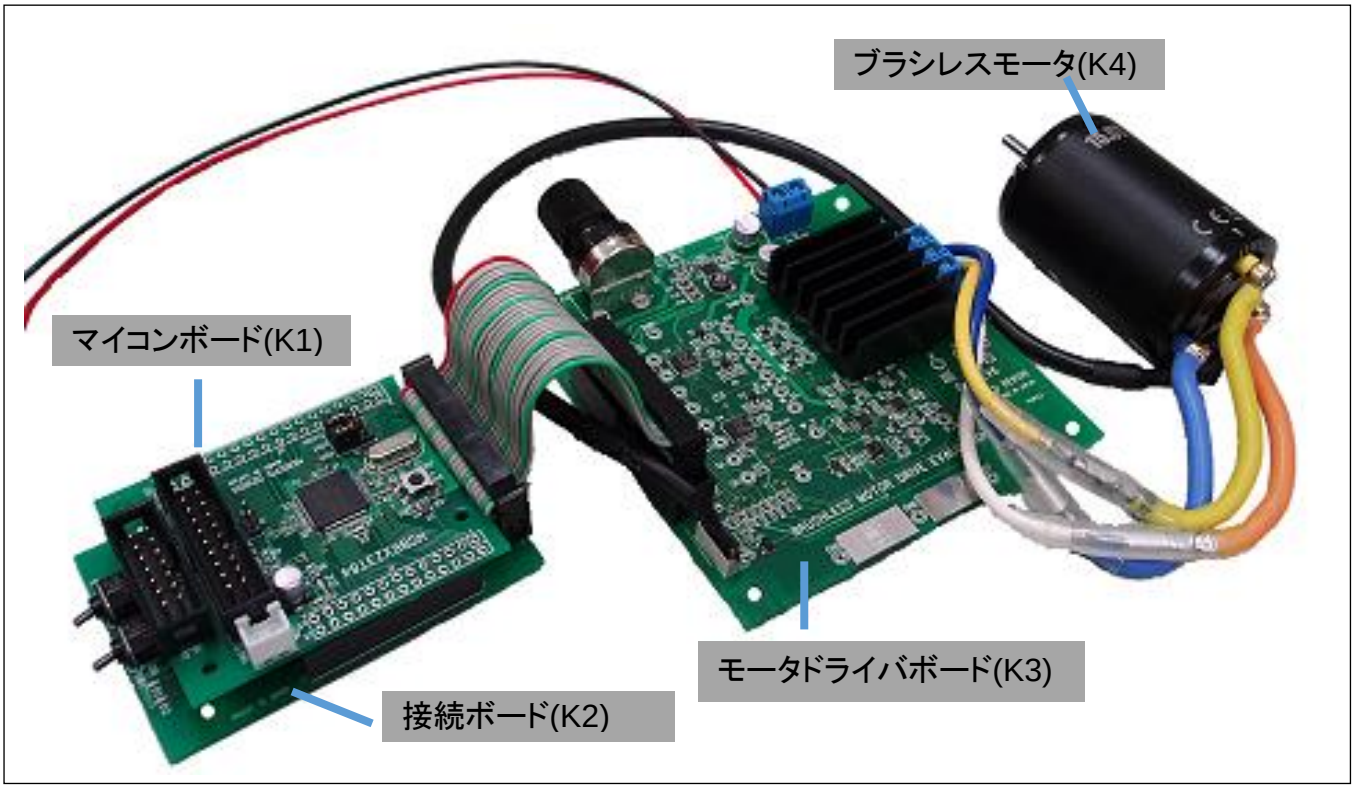
ブラシレスモータを制御する場合、ロータの位置により次の印加磁界（電流を流す方向）が決まりますので、ロータがいまどの位置にあるか、という情報が重要です。

ロータの位置に拘わらず、磁界をかける方法（オープンループ制御）という方法もありますが、「回転数を制御したい」、「無駄な電力は使いたくない」といった場合、現在のロータの位置に基づいた制御が望ましい制御方法となります。ロータの位置は、U,V,W の相電圧や、各相に流れる電流から、位置を特定（推測）する方法もありますが、絶対位置を取得できる、ホールセンサ付きモータは、ブラシレスモータ制御において、強い助けになります。

本キットでは、ホールセンサ付きのブラシレスモータが付属していますので、ホールセンサを使った制御、ホールセンサを使わない制御の比較等も行うことが可能です。

2. キット内容

2.1. 全体構成



2.1.1. マイコンボード(K1)

RX23T マイコンを搭載した、HSBRX23T-64 です。マイコンボード詳細は、HSBRX23T-XX 取扱説明書

HSBRX23T-XX_REV_x_x_x_x_s.pdf

(x:レビジョン番号)

を参照ください。

2.1.2. 接続ボード(K2)

マイコンボードの I/O 端子で、モータ制御に必要なものを、モータドライバボードに引き出して接続するためのボードです。

マイコンボード用コネクタ(26P, 34P)、モータドライバボード用ピンヘッダ(26P)、スイッチ(2 つ)及びモニタ LED(2

つ）が付いています。

2.1.3. モータドライバボード(K3)

ブラシレスモータの駆動に必要なハードウェアを備えたボードです。

・モータ駆動用 FET
・相電圧モニタ
・相電流モニタ
・ホールセンサインタフェース
・電源回路

等の機能を実装しています。

2.1.4. ホールセンサー付きブラシレスモータ(K4)

キット付属のモータは、タミヤの TBLM-02S となっています。

定格電圧は、7.2V となっており、ラジコンカー向けに設計された、ホールセンサ内蔵のブラシレスモータで、大きさの割りに大きな駆動力を持っています。

モータは、キット付属のモータ以外でも接続する事が出来ます。

2.2. お客様にご用意頂く必要があるもの

2.2.1. 電源

電源は、7.2V 2A程度を出力可能なものをご用意ください。

※電流制限機能を持つ電源装置を推奨致します

7.2V を出力できる電源をお持ちでない場合は、別売オプションとして、DC12V から 7.2V に変換する

「ブラシレスモータ用 7.2V 電源接続ボード」

を用意していますので、別途お求めください。（「ブラシレスモータドライブ電源レギュレータ基板」をお使いになる場合でも、12V の電源は、お客様側で用意頂く必要があります。

2.2.2. オシロスコープ

モータドライバボード上には、各部電圧波形が観測できるよう、観測端子を設けてあります。オシロスコープを接続すると、モータ動作時の波形を観測することが出来ます。

※オシロスコープは、本キットを使用するにあたり、必須なものではありませんが、リアルタイムで波形観測される場合は、ご用意ください。

2.2.3. 開発環境

RX23T 向けのプログラムが作成できる環境が必要になります。

WindowsPC 及び、ルネサスエレクトロニクス社の CS+が必要になります。(*1)

(*1)無償評価版はルネサスエレクトロニクスの Web からダウンロード可能

※付属のサンプルソフトは、CS+向けのプロジェクトファイルとなっています
※CS+以外の開発環境を使用される場合は、お客様側で CS+プロジェクトファイルの変換等を行ってください

2.2.4. プログラム書き込み環境

書き込みソフトウェアは、ルネサスエレクトロニクス社の RenesasFlashProgrammer を使用します。
書き込みに使用するハードウェアとして、以下の(1)~(3)のいずれかをご用意ください。
(1)USB-ADAPTER（北斗電子製）を使用する
(2)ルネサス E1 を使用する
(3)市販の USB-Serial 変換アダプタを使用する

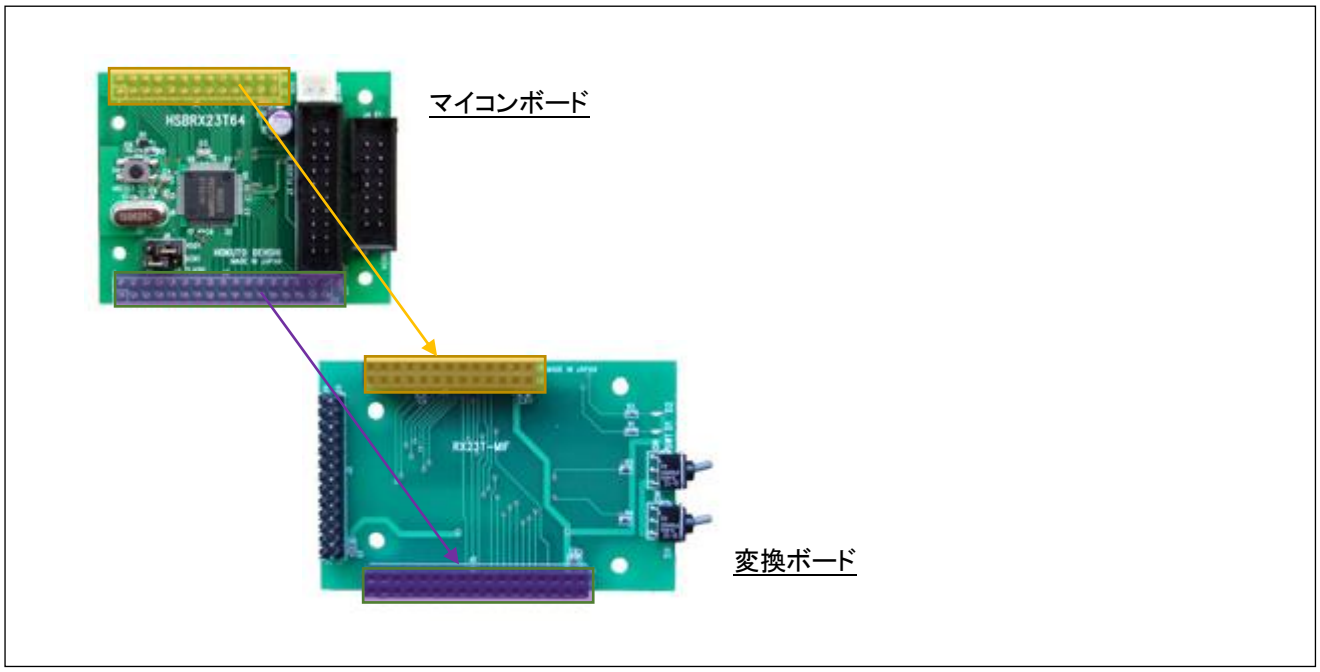
※プログラムのデバッグを行う場合は、ルネサス E1 を使用してください

3. 動かしてみる

3.1. 組み立て手順

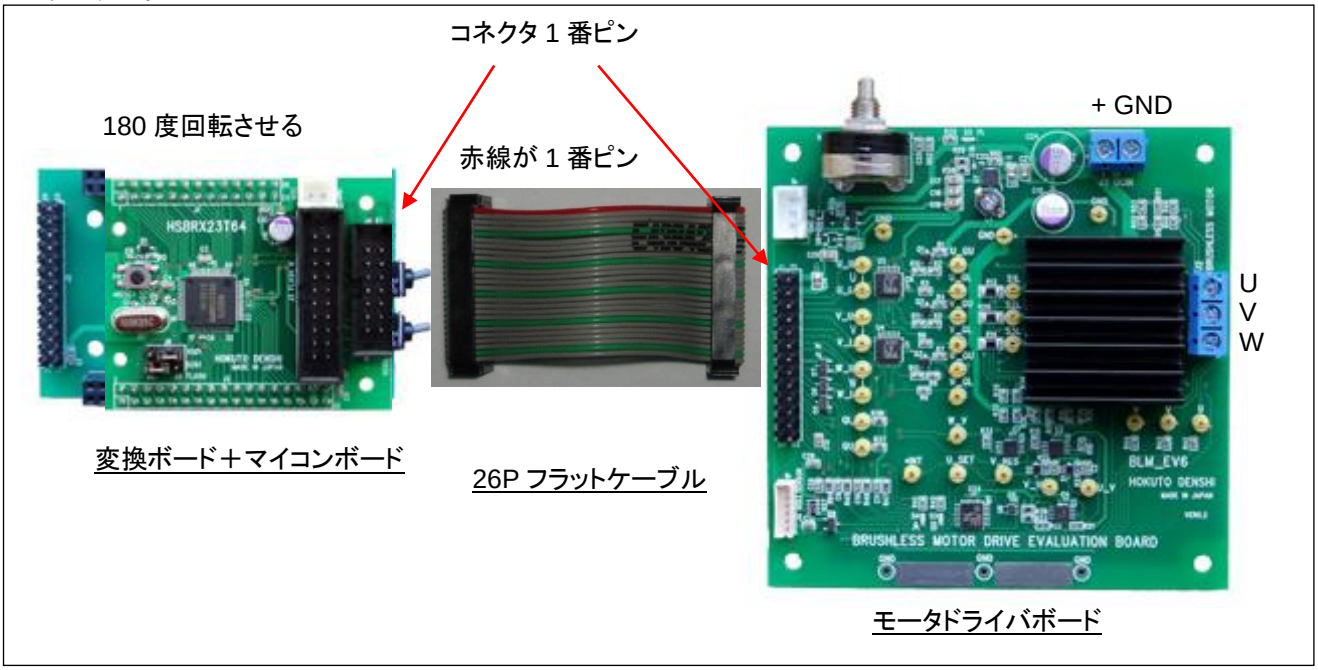
(1)マイコンボードと変換ボードを組み合わせる

マイコンボード(HSBRX23T64 の文字が読める方向、26P が上、34P が下)と変換ボード(スイッチが右側に来る方向)で、変換ボードが下、マイコンボードが上となるようコネクタを合わせて差し込む。



(2)変換ボードとモータドライバボードをフラットケーブルで接続する

付属のケーブルで「変換ボード＋マイコンボード」とモータドライバボードを接続する。その際 1 番ピン同士が接続されるようにする。



(3)モータドライバボードにモータを接続する

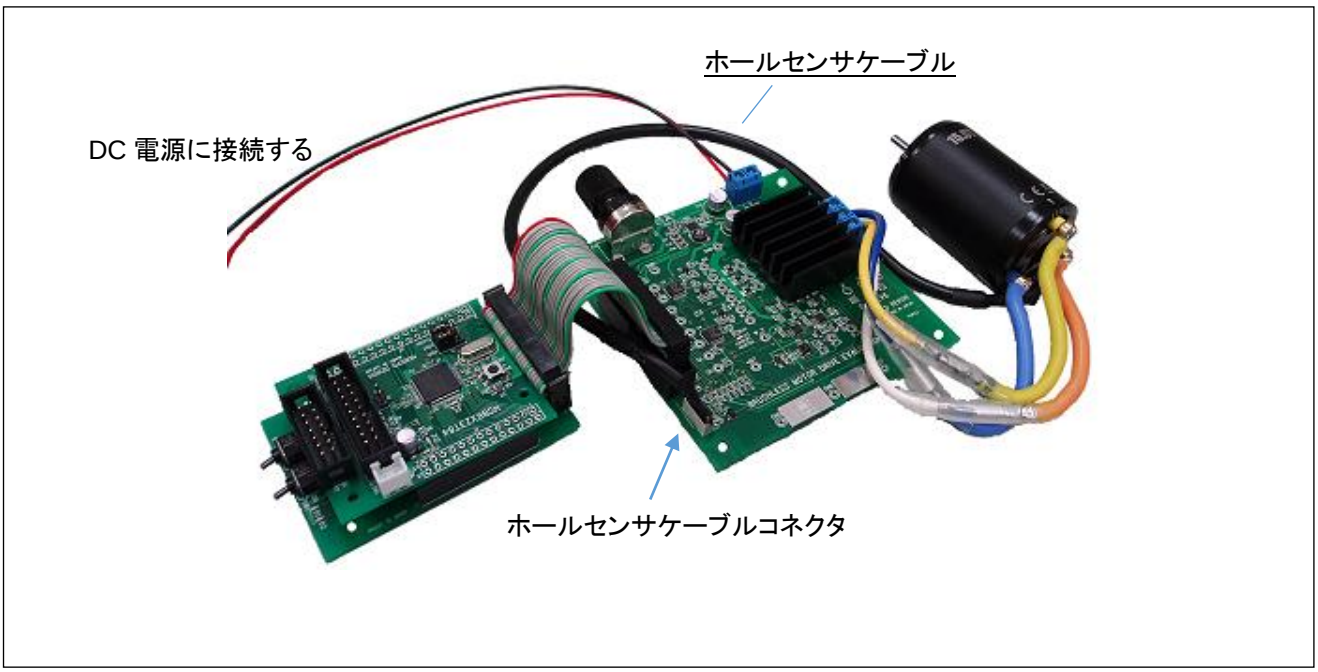
モータの電極に付属のモータ駆動ケーブル（ギボシ端子付きケーブル）をモータの電極に接続してください。

モータの A 端子（青線）を、モータドライバボードコネクタブロックの U 端子（一番上）に接続。モータ B 端子（黄線）と V 端子、モータ C 端子（橙線）と W 端子を接続する。コネクタブロックは、小型のプラスドライバで線を挟むようにネジを閉めてください。

ホールセンサケーブルを使いモータとモータドライバボードのホールセンサ端子同士を接続。（向きに注意。逆向きの場合は刺さりません。）

DC 電源ケーブル（お客様で用意ください）を、DC 電源に接続してください。

－全体の結線後のイメージ－



3.2. 電源を投入する

DC 電源の出力は、7.2V に設定してください。電流リミットが掛けられるタイプの電源では、2A 程度のリミットを掛けてください。

※電源を入れると、モータドライバボード上の PL(D5)LED が点灯します（点灯しない場合は、電源の極性等が間違っている可能性があるので、直ちに電源を切ってください

※電源投入前に、変換ボード上の SW1 は OFF としてください

※マイコンボードには、モータドライバボードから電源が供給されます
（マイコンボードに別途電源を供給しないでください）

⚠注意

電源の極性及び過電圧には十分にご注意下さい

・ボードに電源を供給する場合は、複数個所からの電源供給を行わないで下さい。製品の破損、故障の原因となります。
・極性を誤ったり、規定以上の電圧がかかると、製品の破損、故障、発煙、火災の原因となります。
・ボード破損を避けるために、電圧を印加する場合には 5～7.2V の範囲になるようにご注意下さい。

※7.2V 以上の電圧を入力しないでください

－電源に関して－
電源は、以下のいずれかを使用してください。

(1)電源装置を使用する
電圧、電流リミットが自由に設定できるタイプの電源装置を使用する事を推奨します。
(2)12V 電源と「ブラシレスモータ用 7.2V 電源接続ボード（別売オプション）」の組み合わせで使用する
12V 2A 以上出力できる電源（シリーズ電源、スイッチング電源、AC アダプタ等）と「ブラシレスモータ用 7.2V 電源接続ボード」を組み合わせて、7.2V の電源を生成することが出来ます。
(3)5V 電源を使用する
付属モータを使用する場合は、モータの能力を引き出すことが出来ませんが、動作を見る分には問題ありません。
(4)ラジコン用の 7.2V バッテリを使用する
市販のラジコン用のバッテリを接続して使用することも出来ます。
但し、ラジコン用のバッテリは電流供給能力が高く、ショートした場合非常に大きな電流が流れ、発火や火傷の原因となりますので、ラジコン用バッテリを使用する場合は
ヒューズ等を電源ラインに挿入して過電流保護を行う

事を、強く推奨します。

3.3. モータを動かす

変換ボード上の SW1 を ON に切り替えます。
この時点でモータが回転するはずです。
※モータが動かないときは、配線をチェックしてください

モータドライバボード上の VR を回すと、モータの回転数が変化します。
変換ボード上の SW2 を切り替えると、モータの回転方向が逆転します。
変換ボード上の SW1 を OFF にすると、モータの回転は止まります。

※本キットの出荷時にはモータを動かすプログラムが書き込まれていますが、お客様のプログラムをダウンロード（マイコンの ROM に書き込む）した場合は上記動作とはなりません

※お客様のプログラムを書き込んだ後でも、CD-R に格納されている「サンプルプログラム」を再度書き込むと、上記動作となります

※変換ボード上の LED(D1)が点滅した場合は、過電流保護機構によりモータが停止されていますので、VR をまわして（軸方向からみて時計回り、回転数を下げる方向）リスタート（マイコンボードのリセットスイッチを押す）してください

以上で、本キットを「とりあえず」動かす事が出来たはずです。

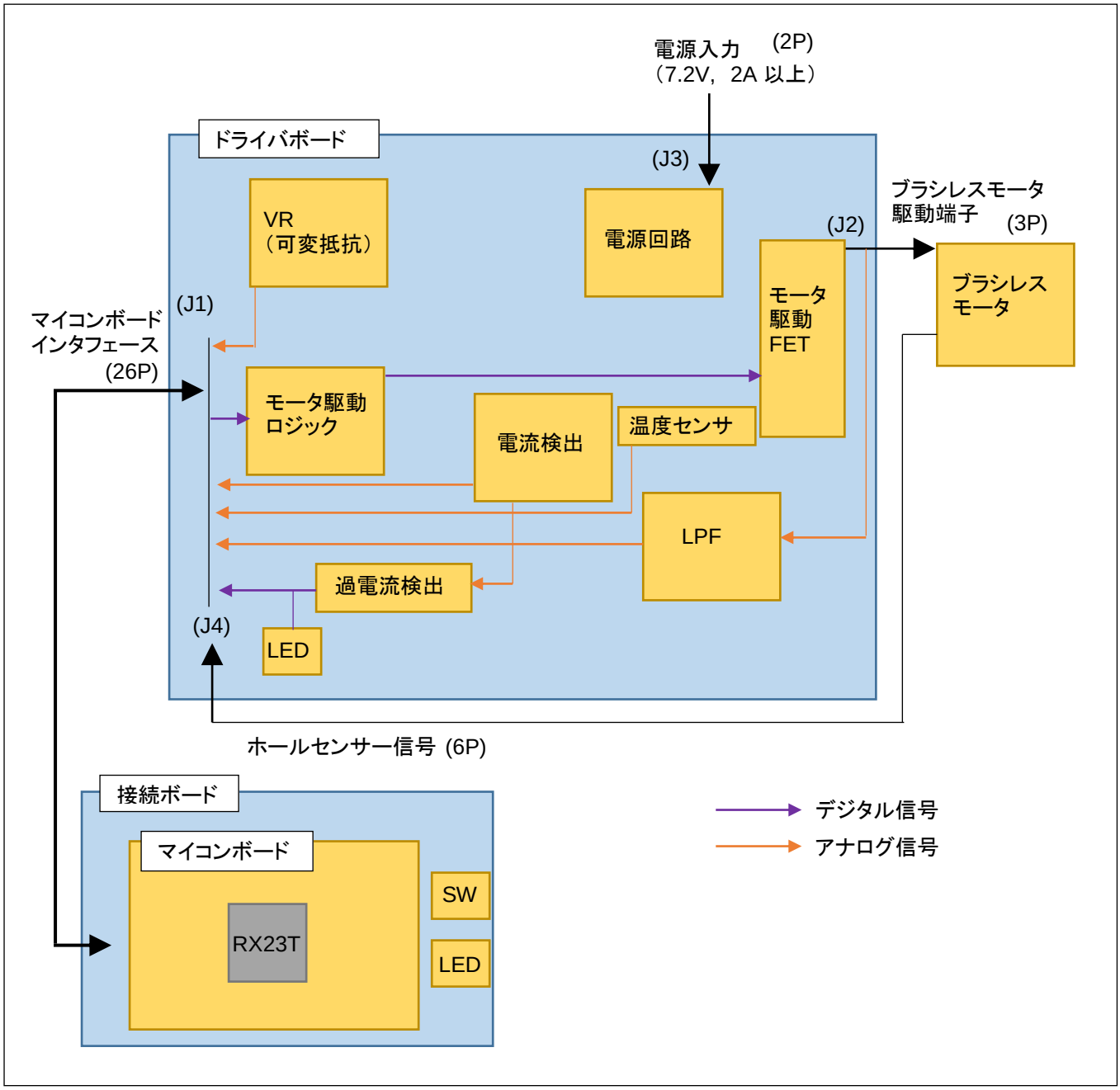
・モータが動作しているときの波形を観測する
・自分で作成したプログラムでモータを動かす

等の応用例は、後で説明致します。

次章では、ハードウェアの詳細に関して説明します。
なお、ソフトウェアの説明は、本書とは別の「ソフトウェア編」マニュアルを参照してください。

4. ハードウェア詳細

4.1. 全体ブロック図



全体のブロック図を示します。

モータの駆動に必要な機能は、ドライバボード側に搭載されています。

マイコンボード側は、汎用的に使用できるよう設計されており、モータを駆動するための機能は搭載されておりません。

4.2. モータドライバボード

モータドライバボードは、以下の端子を持ちます。

・マイコンボードインタフェース(J1-26P)
・モータ駆動端子(J2-3P)
・電源入力端子(J3-2P)
・ホールセンサー入力端子(J4-6P)

また、以下の機能を有しています。

・電源回路
外部からの 7.2V 入力を基に、モータドライバボードで使用する 5V 電源を生成

・モータ駆動ロジック
マイコンボードからの制御信号を使い、モータ駆動 FET（Field Effect Transistor:電界効果トランジスタ）を制御する

・モータ駆動 FET
モータ駆動に必要な大電流を制御する
マイコンは、高速な演算や、組み合わせ処理は得意であるが、モータを駆動するのに必要な（A オーダの）電流を制御する様には設計されていないため、マイコンとモータを組み合わせて、モータを回すためには、大きな電流の流れを制御する素子（広く使用されているのは FET）が必要になります

・電流検出
モータの各相（本キットでは、3 相）に流れる電流を微小抵抗により電圧に変換します
但し、この電圧は振幅が小さいので、オペアンプを使用して、観測に適したレベルに増幅しています

・過電流検出
電流検出部によって得られた電圧をコンパレータに入力し、一定値を超えた場合、デジタル信号として取り出します

・LPF（Low Pass Filter:低域通過フィルタ）
モータを駆動している電圧波形は、一般的にはパルス信号や、モータコイルで発生する起電力等、色々な信号が入り乱れて複雑な波形となるため、LPF を通す事により、観測に適した波形を得ます

・温度センサ
NTC サーミスタ（Negative Temparature Cofficient Thermistor:負特性サーミスタ）を、ボード上の熱が発生する部分（モータ駆動 FET 近傍）に配置し、ボードの温度を測定します

・VR（可変抵抗）
電源電圧を可変抵抗で分圧しアナログレベルを生成します
モータの目標回転数や温度上限、電圧上限の設定値等アナログ値でマイコンボードに指令値を入力するために使用
マイコンの A/D（アナログ－デジタル）変換機能と組み合わせて、汎用的に使える一種の入力デバイスです

・電源電圧モニタ
電源入力電圧を抵抗分割して、マイコンボードに伝達します
外部から印加されている電圧値をマイコンで検出できます

4.2.1. 端子信号表

(1)J1 マイコンボードインタフェース

端子番号	信号名	入出力区分	アナログ／デジタル	マイコン側信号名（ピン番号）	用途	備考
1	GND	-	-		Ground	
2	GND	-	-		Ground	
3	+5V	-	-		+5V マイコンボード電源	
4	+5V	-	-		+5V マイコンボード電源	
5	Q1U	IN	Digital	P71/MTIOC3B(38)	U 相 H 側駆動信号	
6	Q1L	IN	Digital	P74/MTIOC3D(35)	U 相 L 側駆動信号	
7	Q2U	IN	Digital	P72/MTIOC4A(37)	V 相 H 側駆動信号	
8	Q2L	IN	Digital	P75/MTIOC4C(34)	V 相 L 側駆動信号	
9	Q3U	IN	Digital	P73/MTIOC4B(36)	W 相 H 側駆動信号	
10	Q3L	IN	Digital	P76/MTIOC4D(33)	W 相 L 側駆動信号	
11	QU	IN	Digital	P22/MTIC5W(48)	H 側駆動信号	UVW 3 相まとめて制御
12	QL	IN	Digital	P23/MTIC5V(47)	L 側駆動信号	UVW 3 相まとめて制御
13	VR	OUT	Analog	P10/AN017(62)	可変抵抗出力	
14	(NC)			P11/AN016(61)		
15	AD0	OUT	Analog	P44/AN004(52)	U 相電圧	LPF 通過後，抵抗分割
16	AD1	OUT	Analog	P45/AN005(51)	V 相電圧	LPF 通過後，抵抗分割
17	AD2	OUT	Analog	P46/AN006(50)	W 相電圧	LPF 通過後，抵抗分割
18	AD3	OUT	Analog	P40/AN000(56)	U 相駆動電流	オペアンプ増幅後
19	AD4	OUT	Analog	P41/AN001(55)	V 相駆動電流	オペアンプ増幅後
20	AD5	OUT	Analog	P42/AN002(54)	W 相駆動電流	オペアンプ増幅後
21	AD6	OUT	Analog	P47/AN007(49)	温度センサー出力	
22	AD003	OUT	Analog	P43/AN003(53)	入力電源電圧モニタ出力	抵抗分割
23	*INT	OUT	Digital	P70/IRQ5(39)	過電流割り込み信号	
24	HS1	OUT	Digital	P93(30)	ホールセンサ 1 出力	+5V でプルアップ
25	HS2	OUT	Digital	P94(29)	ホールセンサ 2 出力	+5V でプルアップ
26	HS3	OUT	Digital	PA2(28)	ホールセンサ 3 出力	+5V でプルアップ

*は負論理を表す

(2)J2 モータ駆動端子

信号名	入出力区分	用途	備考
U	OUT(IN)	U 相駆動電圧	電圧モニタにも使用
V	OUT(IN)	U 相駆動電圧	電圧モニタにも使用
W	OUT(IN)	U 相駆動電圧	電圧モニタにも使用

(3)J3 電源入力端子

信号名	入出力区分	用途	備考
+	IN	+側入力	7.2V(typ)
0V	IN	Ground	

※電源入力端子に入力する電圧は、7.2V 以下としてください

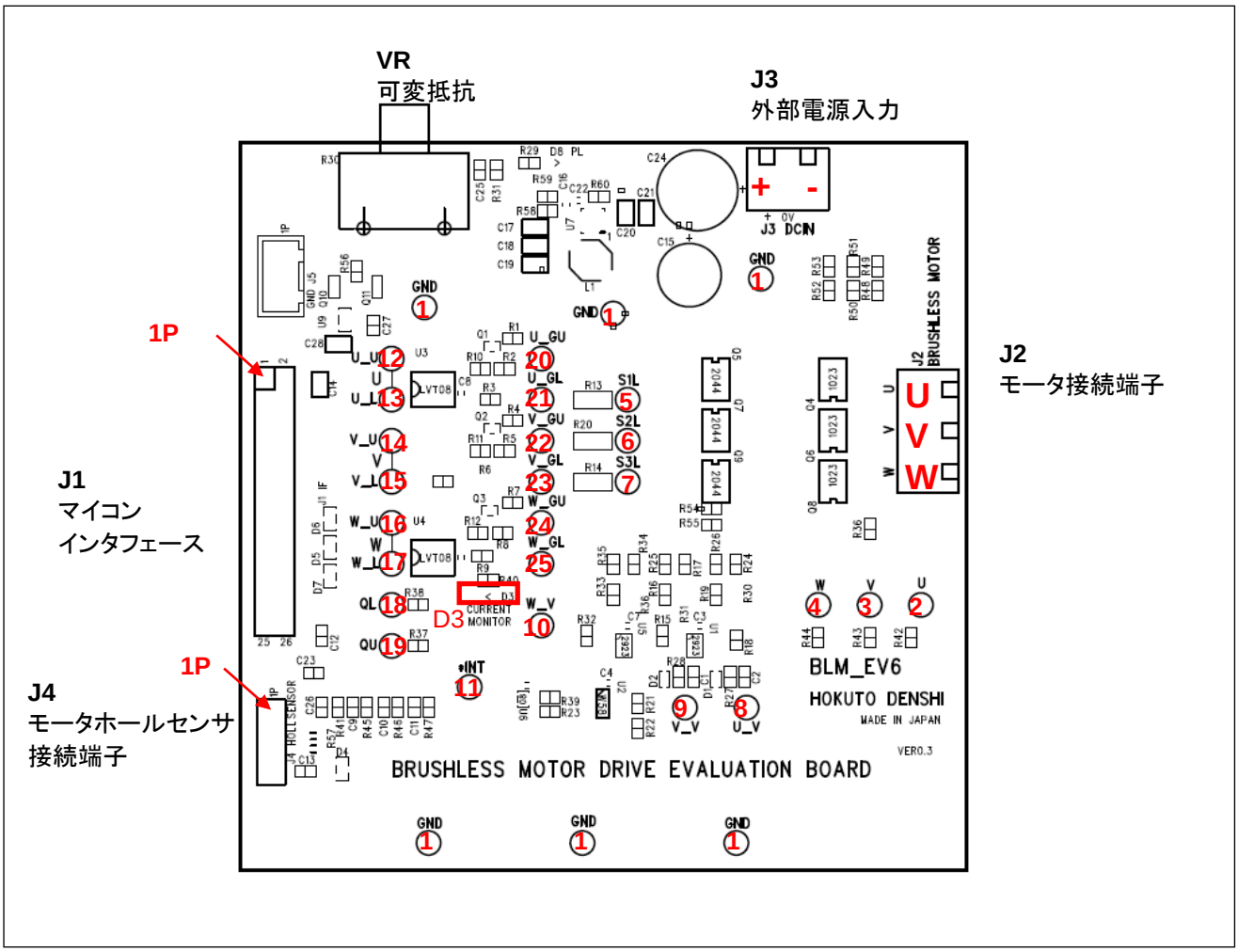
※キット付属のブラシレスモータを使用する際は、7.2V としてください（モータの仕様上）

※モータ駆動 FET 動作のためには、最低 4V 以上は必要です（5~7.2V が推奨動作範囲です）

(4)J4 ホールセンサ入力端子

端子番号	信号名	入出力区分	アナログ／デジタル	用途	備考
1	GND	-	-	Ground	
2	HS1	IN	Digital	ホールセンサ 1 入力	ボード上でプルアップ
3	HS2	IN	Digital	ホールセンサ 2 入力	ボード上でプルアップ
4	HS3	IN	Digital	ホールセンサ 3 入力	ボード上でプルアップ
5	(NC)	-	-	U 相 H 側駆動信号	
6	+5V	OUT	-	ホールセンサ回路向け電源	+5V を供給

4.2.2. ボードレイアウト



J2, J3 はねじでケーブルを固定するタイプの端子となります。

ー観測用端子ー

端子番号	信号名	用途	備考
1	GND	Ground	
2	U	モータ U 相端子	
3	V	モータ V 相端子	
4	W	モータ W 相端子	
5	S1L	U 相電流観測抵抗部	オペアンプ増幅前
6	S2L	V 相電流観測抵抗部	オペアンプ増幅前
7	S3L	W 相電流観測抵抗部	オペアンプ増幅前
8	U_V	U 相電流観測	増幅，ピークホールド後
9	V_V	V 相電流観測	増幅，ピークホールド後
10	W_V	W 相電流観測(=AD5)	増幅後
11	*INT	過電流割り込み(=*INT)	
12	U_U	U 相 H 側入力(=Q1U)	
13	U_L	U 相 L 側入力(=Q1L)	
14	V_U	V 相 H 側入力(=Q2U)	
15	V_L	V 相 L 側入力(=Q2L)	
16	W_U	W 相 H 側入力(=Q3U)	
17	W_L	W 相 L 側入力(=Q3L)	
18	QL	H 側一括制御入力(=QU)	
19	QU	L 側一括制御入力(=QL)	
20	U_GU	U 相モータ駆動 FET H 側ゲート	
21	U_GL	U 相モータ駆動 FET L 側ゲート	
22	V_GU	V 相モータ駆動 FET H 側ゲート	
23	V_GL	V 相モータ駆動 FET L 側ゲート	
24	W_GU	W 相モータ駆動 FET H 側ゲート	
25	W_GL	W 相モータ駆動 FET L 側ゲート	

*は負論理を表す

ーモニタ LEDー

番号	信号名	用途	備考
D3	*INT	過電流モニタ	

モータに流れる電流が過電流（8A(peak)以上）となった場合、LED が点灯します

4.2.3. モータ駆動回路

ドライバボードのモータ駆動回路（モータ駆動ロジック＋モータ駆動 FET）を示す。

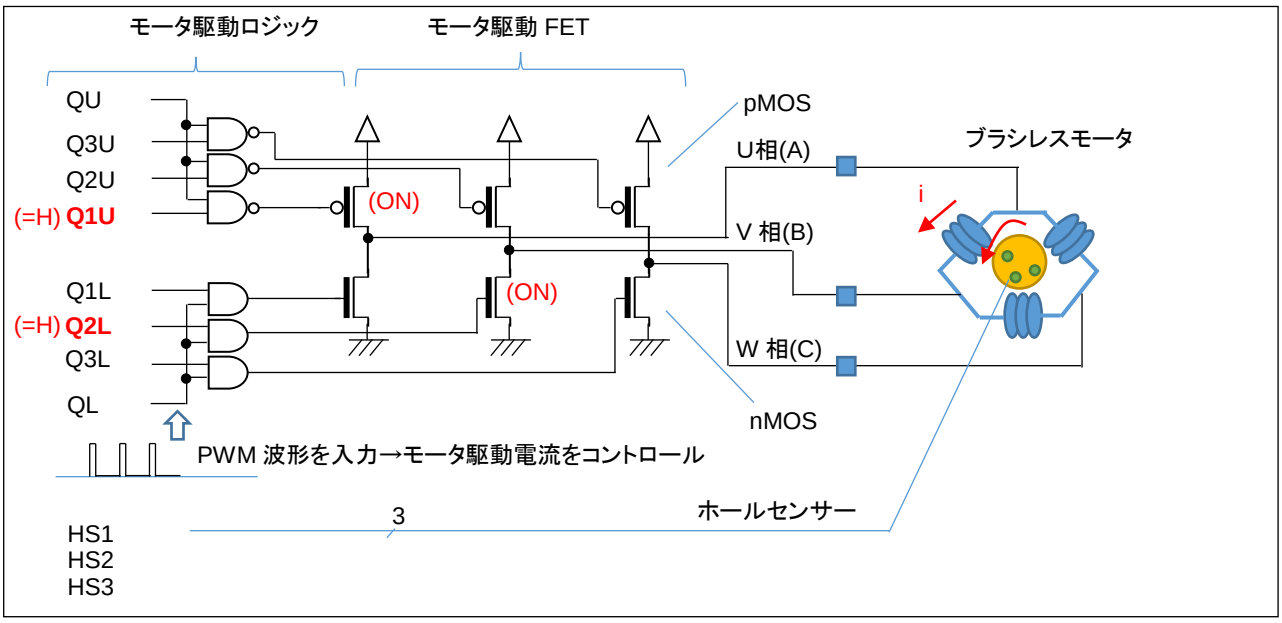


図 3-2 モータ駆動回路

モータ駆動ロジックは、Q1U~Q3U と QU の NAND(Not AND)を取り、モータ駆動 FET, H 側(pMOS)を駆動しています。また、Q1L~Q3L と QL の AND を取り、モータ駆動 FET, L 側(nMOS)を駆動しています。信号極性は正論理（'H'レベル時に FET が ON する）となっています。QU は、H 側の FET を一括で OFF する機能、QL は L 側の FET を一括で OFF する機能を担っています。

QU, QL は基本的には、'H'レベルとしてください。モータを緊急停止したい時には、QU, QL を'L'レベルとてください。（その場合、Q1U~Q3U, Q1L~Q3L の信号レベルに拘わらず、全ての FET を OFF させます）

ここで、（QU=H, QL=H） Q1U=H, Q2L=H とした場合（その他の入力は'L'レベル）、図の(ON)と書いてある FET が ON して、U 相から V 相に電流を流すことが出来ます。Q1U~Q3U, Q1L~Q3 の 6 つの信号の'L', 'H'のレベルの組み合わせにより、以下の方向に電流が流れます。

	Q1U	Q2U	Q3U	Q1L	Q2L	Q3L	電流の方向
1	**H**	L	L	L	**H**	L	U 相→V 相
2	**H**	L	L	L	L	**H**	U 相→W 相
3	L	**H**	L	**H**	L	L	V 相→U 相
4	L	**H**	L	L	L	**H**	V 相→W 相
5	L	L	**H**	**H**	L	L	W 相→U 相
6	L	L	**H**	L	**H**	L	W 相→V 相
7	L	L	L	L	L	L	-

※Q1U=Q1L=H 等の組み合わせは、モータに電流が流れず、H 側 FET と L 側 FET がショートするので、禁止
※（Q1U=Q2L=Q3L=H 等で、U 相→V 相及び W 相に電流を流す事は可能であるが）
一般的には、上記表の組み合わせのいずれかで使用してください

ーQU, QL の別な活用法ー

QU にパルス信号（PWM, Pulse Width Modulation: パルス幅変調）を入力することにより、Q1U~Q3U に PWM 信号を印加したのと同等の制御を行うことが出来ます。QL 側も同様です。

※3 相, H 側 L 側の合計 6 極をパルス駆動する場合、6 つの（PWM 波形を出力できる）複合タイマーが必要になるが、QU, QL 端子を使用する事により、2 つの複合タイマ機能で、6 極の PWM 駆動が実現できます。

※全体の電流制御を行う事が目的であれば、QU または QL のどちらかを PWM 駆動する事でも良い。

4.2.4. LPF

ブラシレスモータのロータ位置検出等で、U, V, W の各相電圧をモニタするケースがあります。

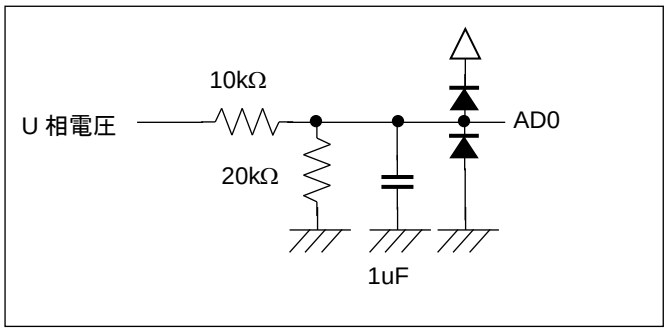
一般的に、モータを駆動しているときの相電圧は

・モータ駆動 FET からの電圧

・モータのコイルと永久磁石の組み合わせで発生する起電力

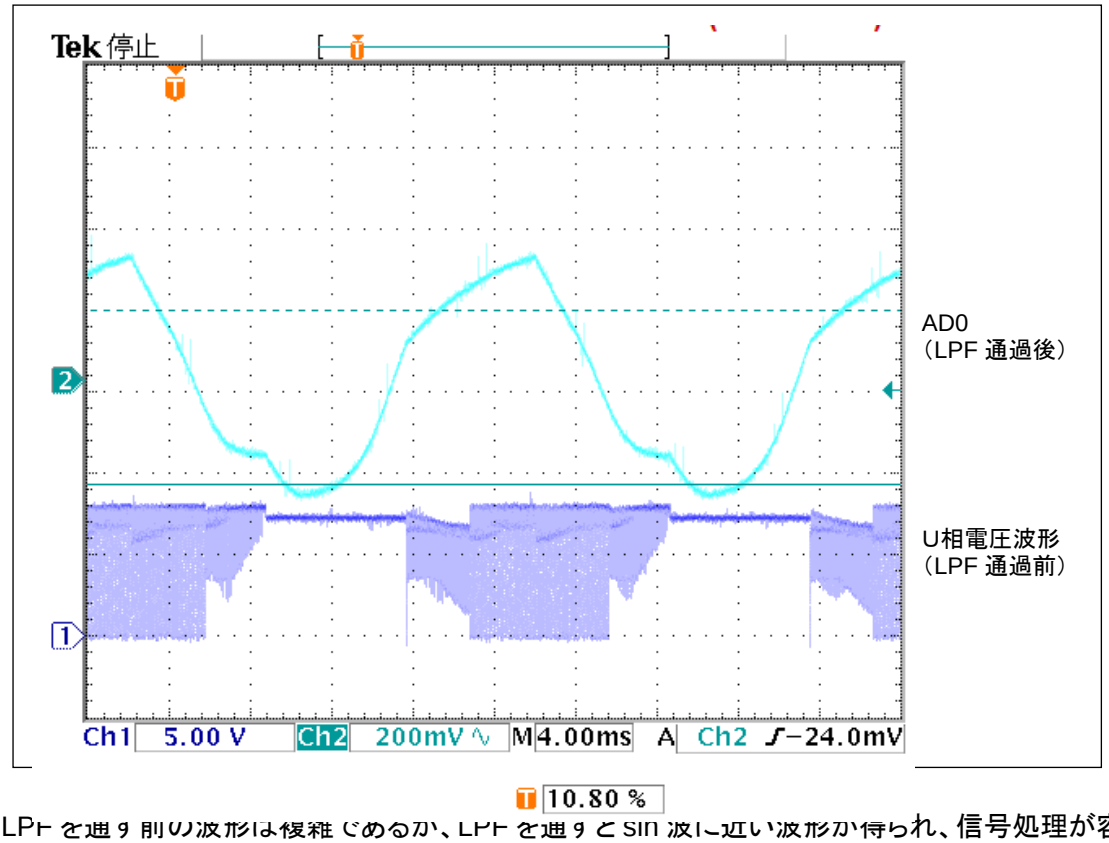
等により、複雑なものとなります。

LPF は、周波数の高い信号成分を除去し、電圧の移動平均を得る場合に適しており、本ボード上では以下の回路で、フィルタリングを行っています。



AD0 は、マイコン A/D 変換入力端子につながる信号です。（V 相, W 相にも同様の回路があります）

ーLPF 通過前後波形例ー



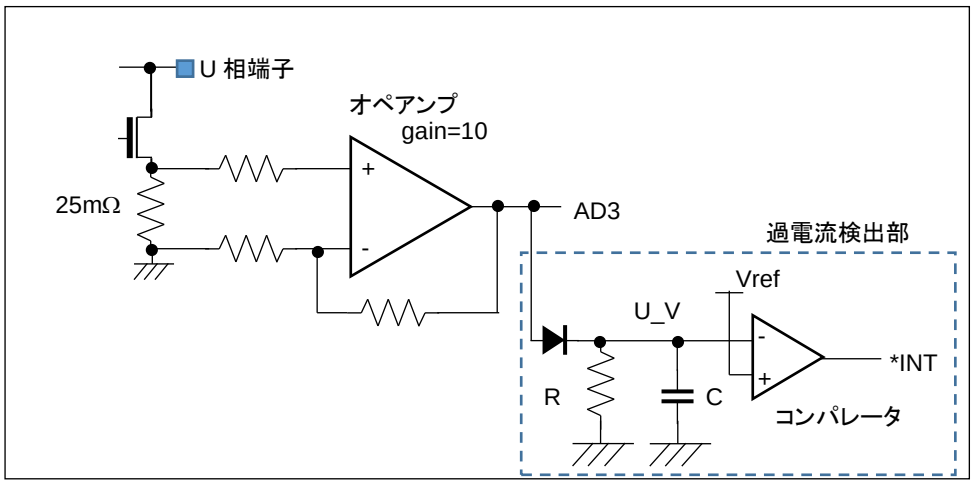
LPF を通す前の波形は複雑でめるが、LPF を通すと SIN 波に近い波形が得られ、信号処理が容易になる。

4.2.5. 電流検出

電流検出部は、モータ駆動電流を、L 側モータ駆動 FET と GND 間に挿入された微小抵抗(25mΩ)により電圧に変換し、オペアンプで増幅する回路となっています。

また、過電流検出としてピークホールド及び RC 時定数を通した後の波形を、コンパレータで Vref と比較し、Vref レベルを超えた際割り込み信号（アクティブ L）を生成する回路を備えています。

（※過電流検出回路は、U 相と V 相に搭載されています）

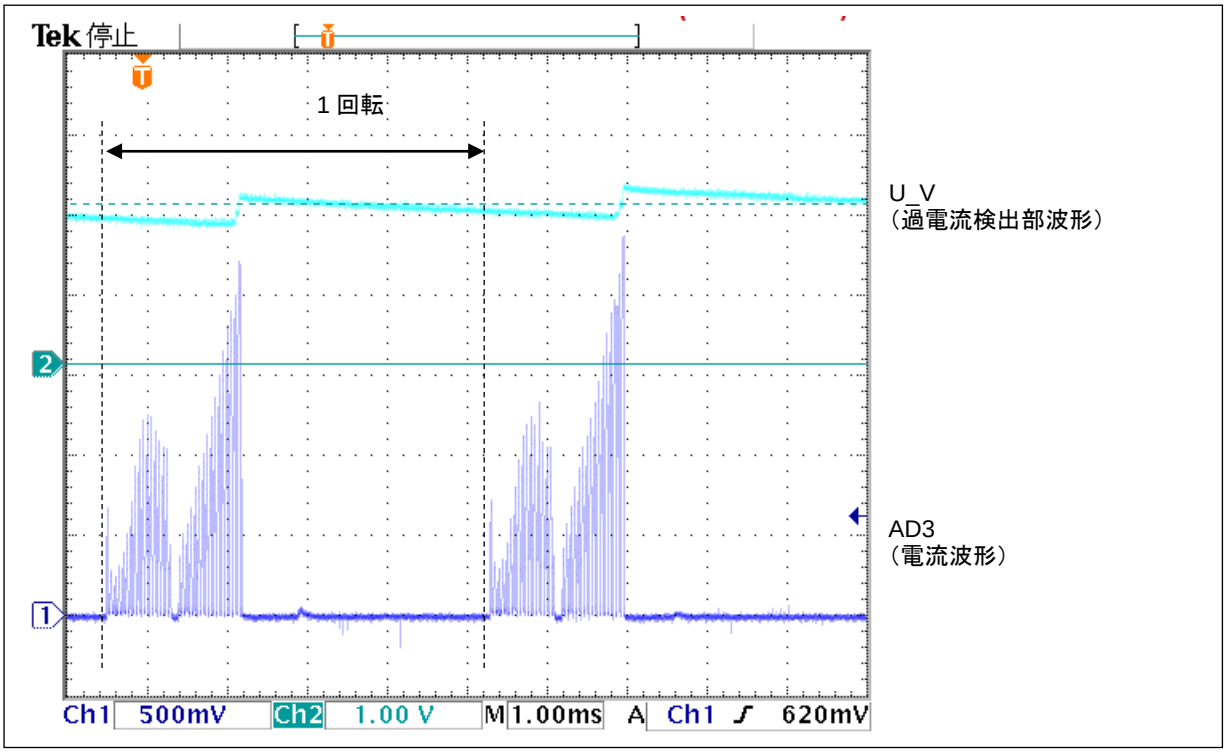


AD3 は、マイコン A/D 変換入力端子につながる信号です。（V 相, W 相にも同様の回路があります）

U_V は、モータドライバボード上の観測端子です。(V 相にも、V_V として同様の端子があります)
*INT は、過電流割り込み端子です。0-5V のデジタル信号で、通常 H, 過電流検出時 L となります。

AD3~5 端子は、観測電流が 1A で約 250mV, 2A で約 500mV, 4A で約 1V となります。

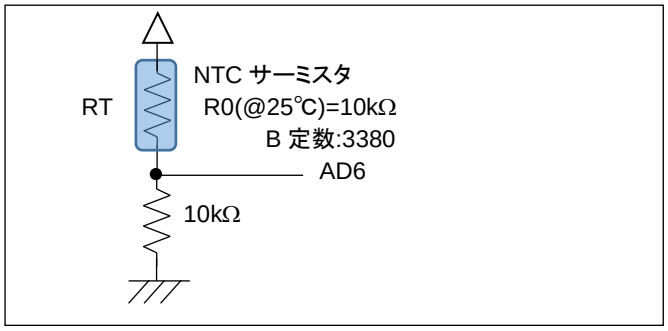
ー電流検出部波形例ー



電流は、1 回転で U 相に流れ込むタイミングが、V→U, W→U(6 条件中 2 条件)となり、(この波形は PWM 駆動をしているので、AD3 の波形がパルス状になっている)、電流波形のピークホールド及び RC の時定数でゆっくり放電(降下)するようにした波形が、U_V となる。

4.2.6. 温度センサー

モータ駆動 FET 近傍に、NTC サーミスタを搭載しています。NTC サーミスタは温度が上がると、抵抗値が下がるタイプのサーミスタです。



AD6 は、マイコン A/D 変換入力端子につながる信号です。

RT の値は、以下の計算式で計算できます。

$$RT = 10e^3 \times e^{3380\times\left(\frac{1}{T+273.15}-\frac{1}{25+273.15}\right)}$$

10e3 : R0(10kΩ), 25℃の抵抗値
3380: B 定数
T: サーミスタの温度
25: 基準温度
273.15: ケルビン変換

サーミスタ部の出力電圧（AD6 の電位）と、マイコンで A/D 変換を行った場合の理論値（12bit A/D コンバータの出力値）及び温度の変換表を以下に示します。

－A/D 変換値－温度　変換表－

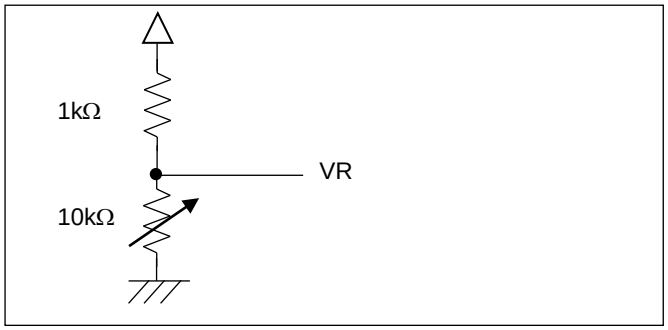
V(AD6)[V]	A/D 変換値	T[℃]
1.0	819	-7.5
1.1	901	-4.9
1.2	983	-2.5
1.3	1065	-0.2
1.4	1147	2.1
1.5	1229	4.3
1.6	1310	6.4
1.7	1392	8.5
1.8	1474	10.6
1.9	1556	12.7
2.0	1638	14.7
2.1	1720	16.7
2.2	1802	18.8
2.3	1884	20.8
2.4	1966	22.9
2.5	2048	25.0
2.6	2129	27.1
2.7	2211	29.3
2.8	2293	31.5
2.9	2375	33.7
3.0	2457	36.1
3.1	2539	38.5
3.2	2621	40.9
3.3	2703	43.5
3.4	2785	46.2
3.5	2867	49.1
3.6	2948	52.1
3.7	3030	55.3
3.8	3112	58.7
3.9	3194	62.5
4.0	3276	66.5

4.1	3358	71.0
4.2	3440	76.1
4.3	3522	81.8
4.4	3604	88.6
4.5	3686	96.7
4.6	3767	106.9
4.7	3849	120.6
4.8	3931	141.1
4.9	4013	180.9

AD6 端子の電圧レベルを観測することにより、モータ駆動 FET 部のボード上の温度を測定することが出来ます。
一定の温度を超えた場合、モータを停止する様な目的で使用できます。

4.2.7. VR（可変抵抗）

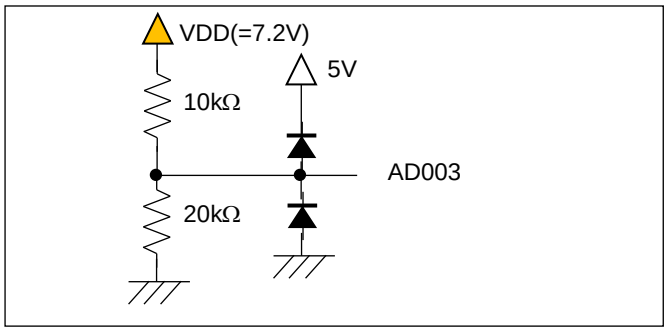
マイコンに対するアナログ入力として、モータドライバボード上に設けている回路です。



VR は、マイコン A/D 変換入力端子につながる信号です。
V(VR)は、つまみ位置に応じて 0~4.54V となります（A/D 変換値では、約 0~3722）。
種々の目的で使用出来ます。

4.2.8. 電源電圧モニタ

外部入力電源を抵抗分割し、A/D 変換入力に接続します。分圧比は 2/3 となります。（VDD=7.2V 時 V(AD003)=4.8V）



AD003 は、マイコン A/D 変換入力端子につながる信号です。

4.2.9. ホールセンサ端子

モータドライバボード上で、
・モータのホールセンサ回路に、5V を供給
・モータ側から来る信号をプルアップし、マイコンボードに渡す
事を行っています。一般的にモータ側のホールセンサの出力は、オープンドレイン（オープンコレクタ）系の出力となっているため、それをデジタル信号に変換しています。

4.2.10.電源回路

外部電源入力から、モータドライバボード及びマイコンボードで使用する 5V を生成します。電源回路には、昇降圧レギュレータを使用しているので、電源入力電圧が 2.5~7.2V の範囲で 5V 電源を生成します。（多少外部電源電圧が変動しても、マイコンボードには安定した 5V を供給します）

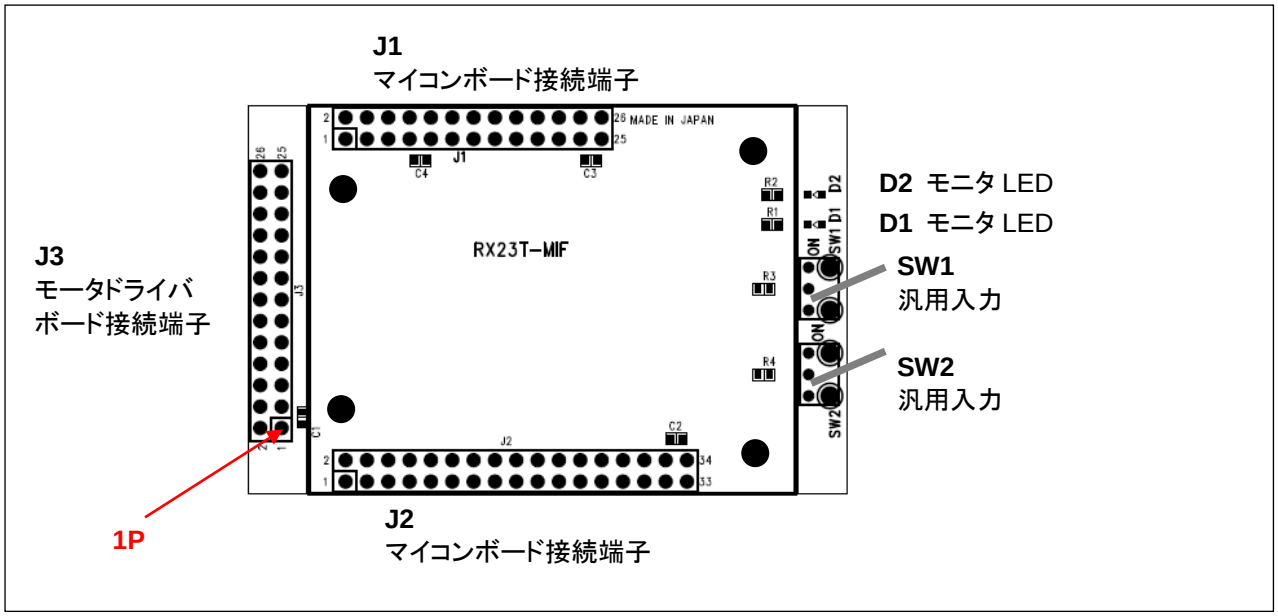
4.3. 接続ボード

接続は、以下の端子を持ちます。
・マイコンボードインタフェース(J1-26P)
・マイコンボードインタフェース(J2-34P)
・モータ制御ボードインタフェース(J3-26P)

また、以下の機能を有しています。
・トグルスイッチ(SW1, SW2)
2 つのトグルスイッチでマイコンボードを制御
・モニタ LED(D1,D2)
2 つのモニタ LED を任意の用途で利用可能

※J1, J2 の信号端子は、マイコンボードの取扱説明書を参照
※J3 の信号端子は、4.2.1(1) モータドライバボードの端子表を参照

4.3.1. ボードレイアウト



4.3.2. SW

スイッチは、マイコンボードに指令を与える等の目的で使用できる。ON で H レベル、OFF で L レベルとなる。

部品	マイコン側信号名（ピン番号）	用途	備考
SW1	P91(32)	汎用入力	
SW2	P92(31)	汎用入力	

4.3.3. LED

LED は、マイコンの動作状態等をモニタする用途で使用できる。L 駆動で LED が ON となる。

部品	マイコン側信号名（ピン番号）	用途	備考
D1	P00(2)	モニタ	L 駆動で点灯
D2	P01(4)	モニタ	L 駆動で点灯

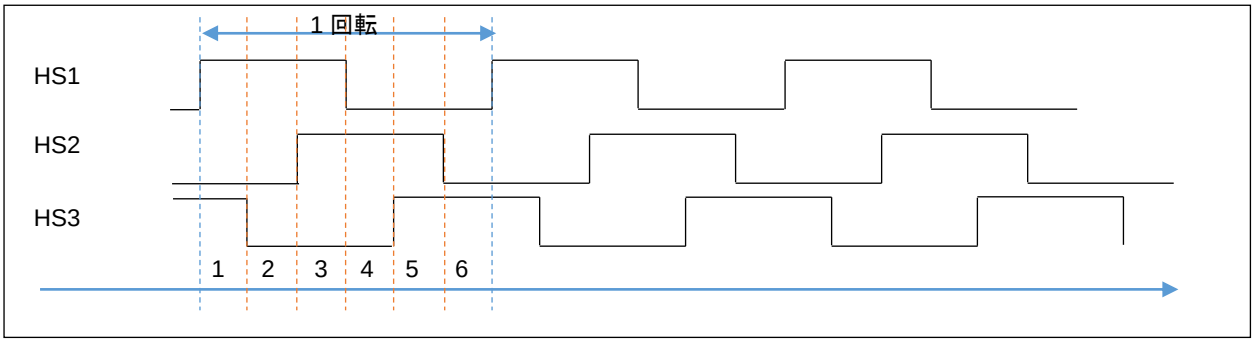
4.4. キット付属ブラシレスモータ

キットに付属するブラシレスモータは、以下の端子を持ちます。

・駆動端子(A,B,C-3P)

・ホールセンサ接続端子(6P)

ーホールセンサ出力ー



ホールセンサ出力は、duty 50%の波形が位相120度ずれた形で出力される。3つのセンサ出力の信号の組み合わせは 6 通りあり、現在のロータの絶対位置を判別することが出来ます。

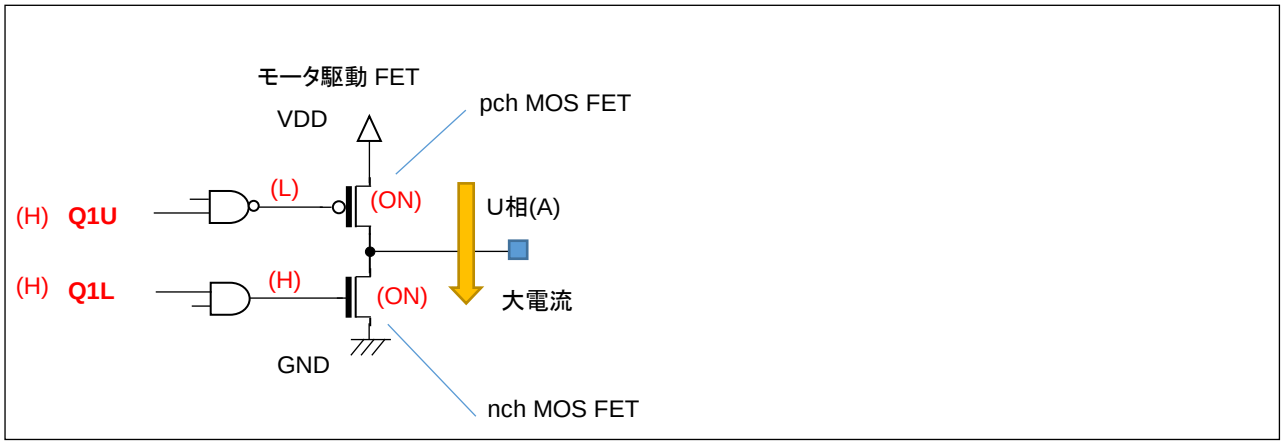
5. 注意点

5.1. モータ駆動回路内での電源ショート

モータ駆動回路は、入力信号のパターンによっては、H 側駆動回路（pch の MOS FET）から L 側駆動回路（nch の MOS FET）にダイレクトに電流が流れます。

	Q1U	Q2U	Q3U	Q1L	Q2L	Q3L	電流の方向
1	**H**	**H**	X	X	X	X	U 相駆動 FET でショート
2	X	X	**H**	**H**	X	X	V 相駆動 FET でショート
3	X	X	X	X	**H**	**H**	W 相駆動 FET でショート

ドライバボードのモータ駆動回路（U 相のみ）を示す。



駆動端子を上記表の組み合わせとすると VDD-GND 間の電源が非常に低いインピーダンスで導通となり、大電流が流れますので、プログラム上、上記組み合わせが出力されることのない様注意願います。

※RX23T には、POE3 という機能があり、ショートが起こると割り込みを掛ける事ができます（POE3 の詳細は、RX23T のハードウェアマニュアルを参照ください）

5.2. モータのコイルを通しての電源ショート

モータを駆動する場合は、モータのコイルに電流を流す事が必須ですが、モータのコイルに DC 的に電流を流すと、コイルのインダクタンスは低インピーダンスとなりますので、ショートが起こる事となります。モータのコイルに流す電流は常に変化するよう制御を行ってください。

※特に、デバッガ接続時いきなりプログラムを停止すると、コイルに電流が流れたままとなることがありますので注意ください

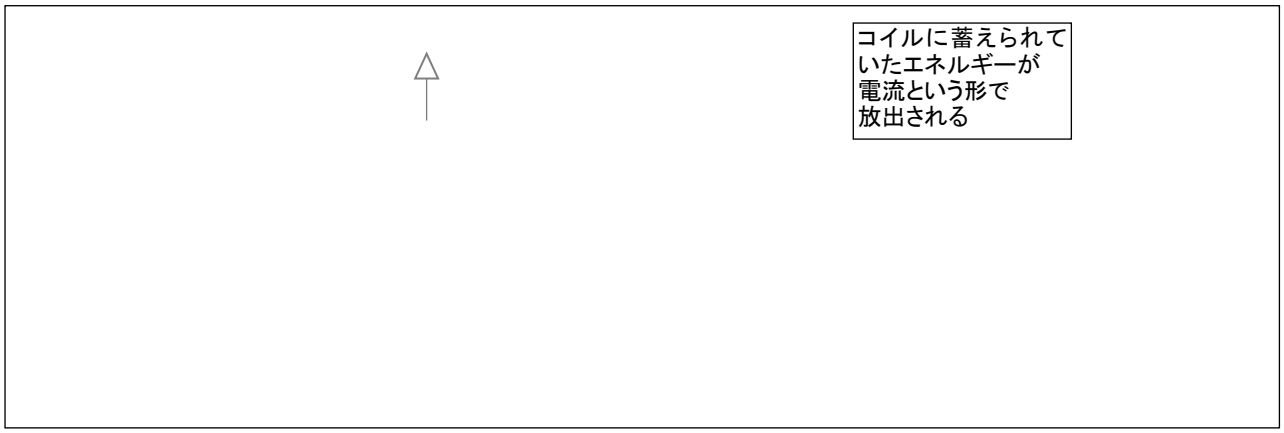
5.3. モータ駆動回路での発熱

電源から入力された電力が、モータ部で消費されている場合は、モータ駆動回路（モータドライバボード上で、放熱板の付いている部分）での発熱はそう大きなものではありませんが、モータ制御プログラムによっては、入力電力がモータ駆動回路で大きく消費される場合があります。その場合、モータ駆動回路が大きく発熱し、駆動回路の MOS FET が焼損したり、ボード自体が焼けてしまう可能性があります。

プログラム上常に温度センサーの値を確認する等の注意が必要です。

5.4. モータで発生する起電力

モータは、主にコイル（インダクタンス）で構成されていますので、モータのコイルに流れる電流が短時間で変化した場合、大きな起電力が発生します。



コイルに流れる電流変化に伴い、コイルがエネルギーの蓄積・放出を行います。

モータ駆動 FET を OFF させた後も、コイルに蓄えられているエネルギーで電流及び電圧は残る事に注意願います。

5.5. モータの回転

キット付属のモータはラジコンカーを高速で走行させる能力があります。高速回転時、モータの軸がボードやケーブル等周囲のものに巻き込まれると大変危険です。モータの回転時、周囲のものを巻き込むことがない様、十分注意願います。

6. 応用

6.1. 波形観測

波形観測は、モータドライバボード上に設けてある、波形観測用の端子にオシロスコープのプローブをつないで行ってください。端子と、信号の関係は、4.2.2 を参照してください。

6.2. プログラム開発

アプリケーションプログラムは、CS+（ルネサスエレクトロニクス社製）を使用して行ってください。CS+は、ルネサスエレクトロニクスの Web から機能制限版がダウンロード可能です（要ユーザ登録）。

本キットには、サンプルプログラムが付属致します。サンプルプログラムの内容は、「ブラシレスモータスタータキット(RX23T)ソフトウェア編」を参照してください。

※CS+以外の開発ツールを使用して、プログラム開発を行う事も可能です
（その場合は、RX v2 アーキテクチャ向けのバイナリコードを生成できるコンパイラ・リンカが必要です）

6.3. プログラム書き込み

お客様側で作成したプログラムを、マイコンボードで動かすためには、プログラムの書き込み（マイコンボードに実装されているマイコンチップ内部の ROM にプログラムを書き込む）が必要になります。プログラム書き込みとしては、以下の方法があります。

6.3.1. USB-ADAPTER を使用する

USB-ADAPTER（北斗電子製、別売オプション）を、マイコンボードに挿し、RenesasFlashProgrammer（以下 RFP）を使用して書き込む。RFP は、ルネサスエレクトロニクス社製の書き込みツールで、フリー版はルネサスエレクトロニクスの Web からダウンロード可能です。

6.3.2. ルネサス E1/E20 を使用する

E1/E20（ルネサスエレクトロニクス製）を、マイコンボードに挿し、RFP を使用して書き込む。

または、CS+上で「デバッグ」－「デバッグツールへダウンロード」を選択して、マイコンチップにプログラムをダウンロードする。

※E1 と CS+の組み合わせでは、プログラムのデバッグ（ステップ実行や実行中の変数のモニタ等）が行えます。
※プログラムを効率的に作成・デバッグするため、E1/E20 の使用を推奨致します

6.3.3. USB-Serial 変換機器を使用する

市販の USB-Serial 変換ボード（RS-232C レベルではなく、5V ロジックのインタフェースを持つもの）を使用して、書き込みを行う事が出来ます。書き込み手順は、6.3.1 と同様です。USB-Serial の TXD を、マイコン RXD1、USB-Serial の RXD を、マイコン TXD1 に接続してください。
※USB-Serial 変換ボードの電圧レベル（RS-232C, 5V 系, 3.3V 系）に注意願います
（マイコンボード側と電圧レベルを合わせてください）

（モータドライバボードから給電した場合は、マイコンボード側の電源電圧は 5V となります）

プログラム開発、プログラム書き込みに関しては、ソフトウェア編マニュアルに詳しく記載されていますので、そちらも合わせて参照ください。

取扱説明書改定記録

バージョン	発行日	ページ	改定内容
REV.1.0.0.0	2016.3.9	—	初版発行
REV.1.0.1.0	2016.6.2	P8,P12	接続イメージの写真を更新
REV.1.0.2.0	2016.8.31	P14,P23	電流検出回路の出力電圧値修正
REV.1.1.0.0	2025.3.11	P5	ブラシレスモータの型番変更

お問合せ窓口

最新情報については弊社ホームページをご活用ください。

ご不明点は弊社サポート窓口までお問合せください。

株式会社 北斗電子

〒060-0042 札幌市中央区大通西 16 丁目 3 番地 7

TEL 011-640-8800　FAX 011-640-8801

e-mail：support@hokutodenshi.co.jp (サポート用)、order@hokutodenshi.co.jp (ご注文用)

URL:http://www.hokutodenshi.co.jp

商標等の表記について

- 全ての商標及び登録商標はそれぞれの所有者に帰属します。
- パーソナルコンピュータを PC と称します。

ルネサス エレクトロニクス RX23T(QFP-64 ピン)搭載
ブラシレスモータスタータキット

ブラシレスモータスタータキット(RX23T)
取扱説明書

株式会社北斗電子

©2016-2025 北斗電子 Printed in Japan 2025 年 3 月 11 日改訂 REV.1.1.0.0 (250311)