取扱説明書

TRIdent

TRIdent トライデントシリーズ

PRO 1

■概要

本製品は高効率・高応答性を実現した高性能モータードライバーボードです。
BLDC（ブラシレス DC）モーターおよび PMSM（Permanent Magnet Synchronous Motor, 永久磁石同期電動機）に対応し、FOC（フィールド指向制御）をサポートします。

■特徴

MCU

- STM32F407VGT6（ST マイクロエレクトロニクス社）
  最大動作周波数 168MHz の ARM® Cortex®-M4 をベースとする高性能 MCU。

BLDC ドライバ

- DRV8353（Texas Instruments 社）
  スマート・ゲート・ドライブ(SGD)アーキテクチャ使用、LM5008A 降圧レギュレータを内蔵、最大動作電圧 95V の 3 相モータードライバ。

MOSFET

- TPH2R608NH（TOSHIBA 社）
  N-ch パワーMOSFET、ドレイン-ソース間最大電圧 75V、最大ドレイン電流 168A 。

角度センサー

- KTM5910（CONNTEK 社）
  TMR ベース、24 ビット絶対角度センサー。

インタフェース

- XT30PW(2+2)コネクター（XT30 電源コネクター＋2mm ピッチ CAN コネクター）
- 1.25mm ピッチ 3 ピン UART コネクター
- 1mm ピッチ 4 ピン ST-LINK コネクター

- 1.27mm ピッチ 2 ピンソケット
  （CAN120Ω ターミネータ用、ジャンパーキャップ付属）
- NTC 温度センサー接続用ランド

指示灯

- 6×LED 指示灯
  電源ランプ 1 つ（ブルー）、カスタマイズ可能な指示灯が 5 つ（ブルー×1、グリーン×1、レッド×2、イエロー×1）

目次

1. 製品紹介 4

2. テクニカル仕様 4

3. レイアウト図 5

3. 1. 表面 5
3. 2. 裏面 6
3. 3. 寸法 7

4. セットアップガイドライン 8

5. 簡易回路図 9

6. 実装ガイドライン 10

6. 1. 簡易実装フロー 10
6. 2. 注意事項 15
6. 3. FAQ 16

１．　製品紹介

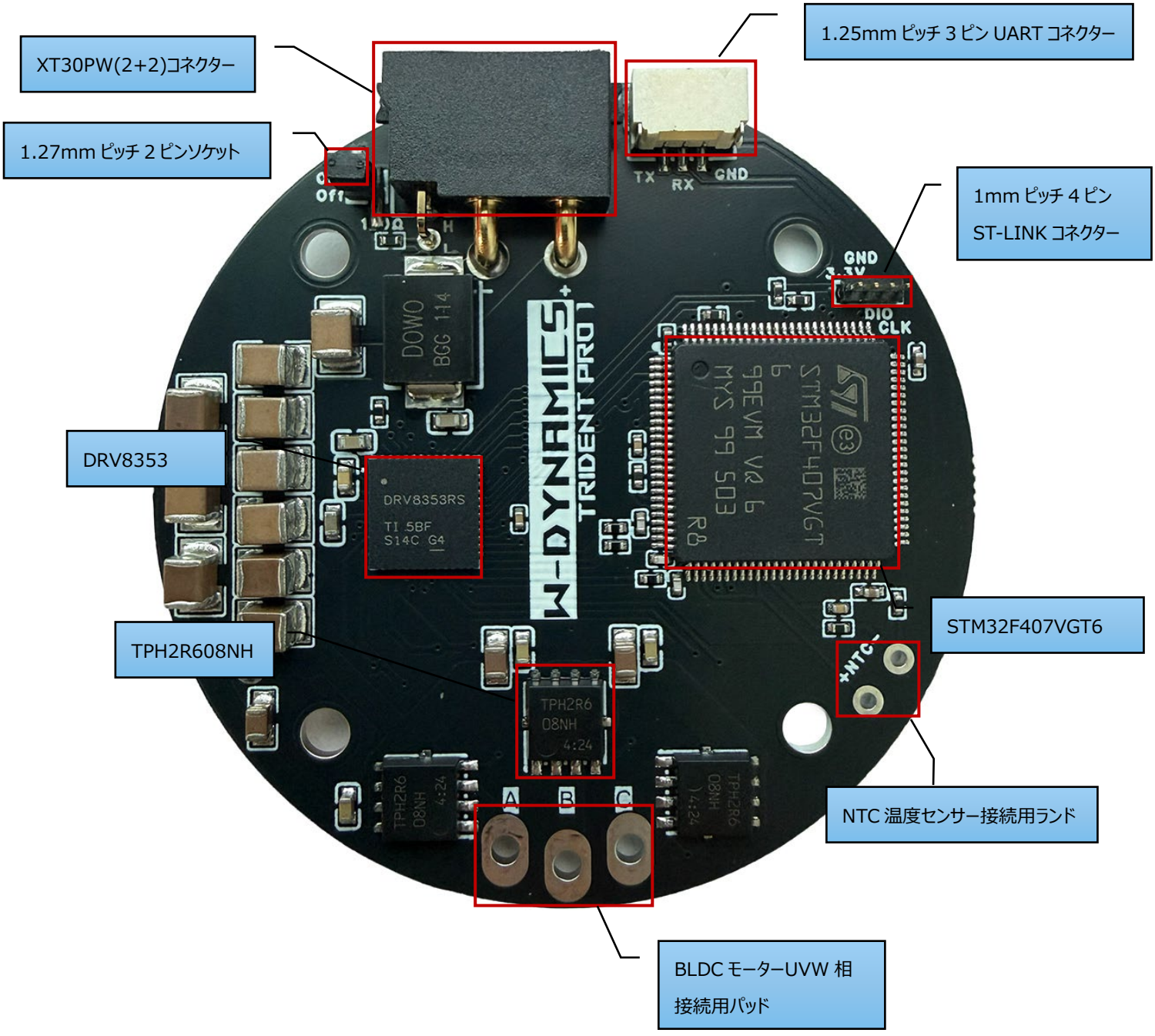
本製品は高効率・高応答性を実現した高性能 BLDC モータードライバーボードです。FOC（フィールド指向制御）プログラムを実装することで、高トルク且つ高精度のモーター制御ができます。

２．　テクニカル仕様

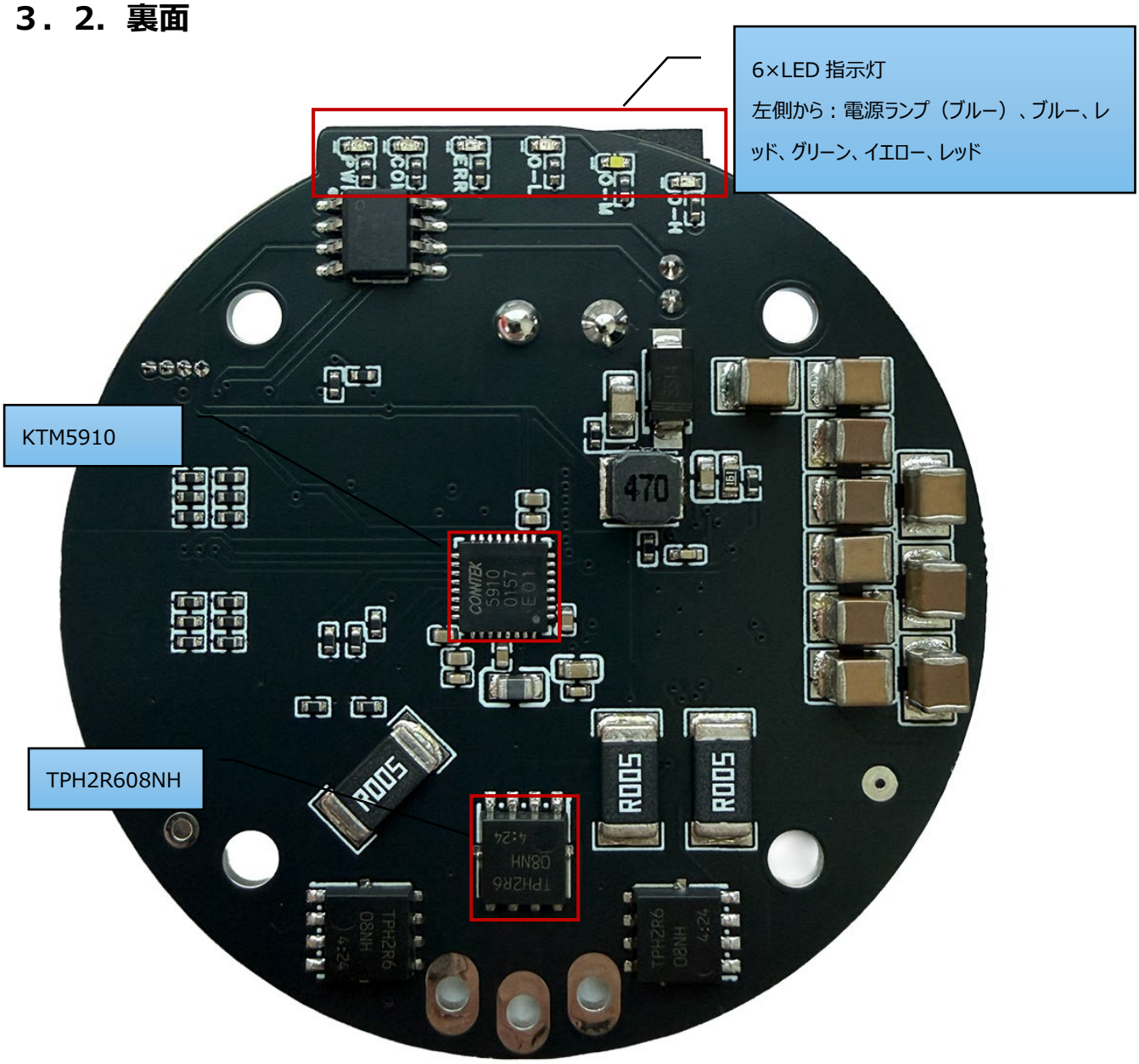
入力電圧：	24V-48V
最大電圧：	55V
定格電流：	10A
最大電流：	30A
最大 PWM 周波数：	200kHz
最小動作温度：	-40 °C
最大動作温度：	+125 °C
通信：	CAN, UART
デバッグ IF：	ST-LINK
角度センサー：	TMR ベース, 24 ビット絶対角度
制御方式：	FOC / PWM
対応モーター：	BLDC / PMSM
サイズ：	53.5mm x 53.5mm

3． レイアウト図

3．1．表面



3．2. 裏面


6×LED 指示灯
左側から：電源ランプ（ブルー）、ブルー、レッド、グリーン、イエロー、レッド
KTM5910
TPH2R608NH
PWR
COM
ERR
O-L
O-M
O-H
470
R005
R005
R005
TPH2R6
08NH

3．3. 寸法

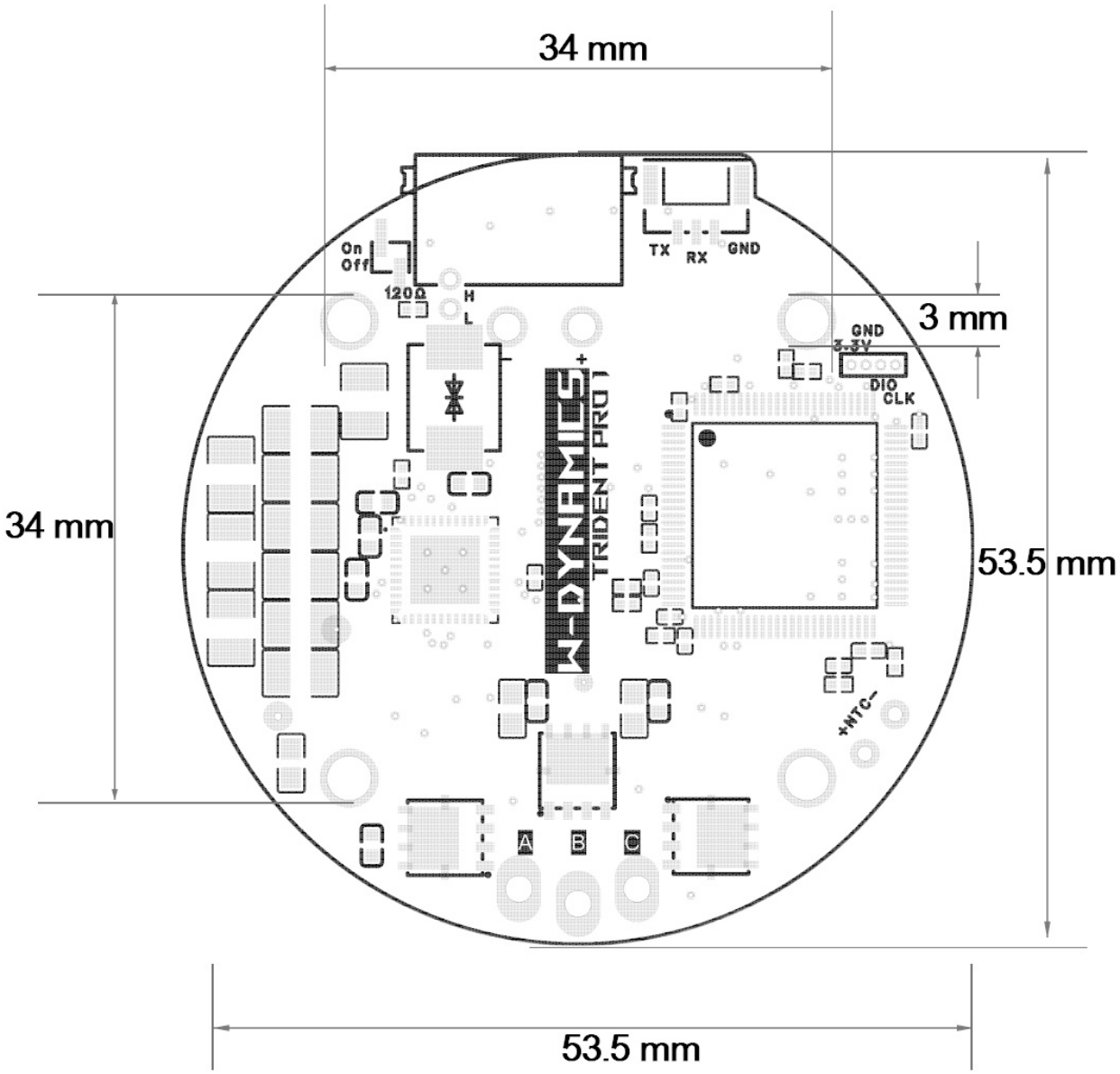

34 mm
34 mm
3 mm
53.5 mm
53.5 mm
On
Off
120Ω
H
L
TX
RX
GND
GND
3.3V
DIO
CLK
W-DYNAMICS
TRIDENT PRO
+NTC-
A
B
C

図3．3-1

４．　セットアップガイドライン

PCB 基板の中心点をモーターシャフトにあるマグネットの中心点に揃えるようにしてください。マグネットとの間隔は 1mm~2mm にしてください。

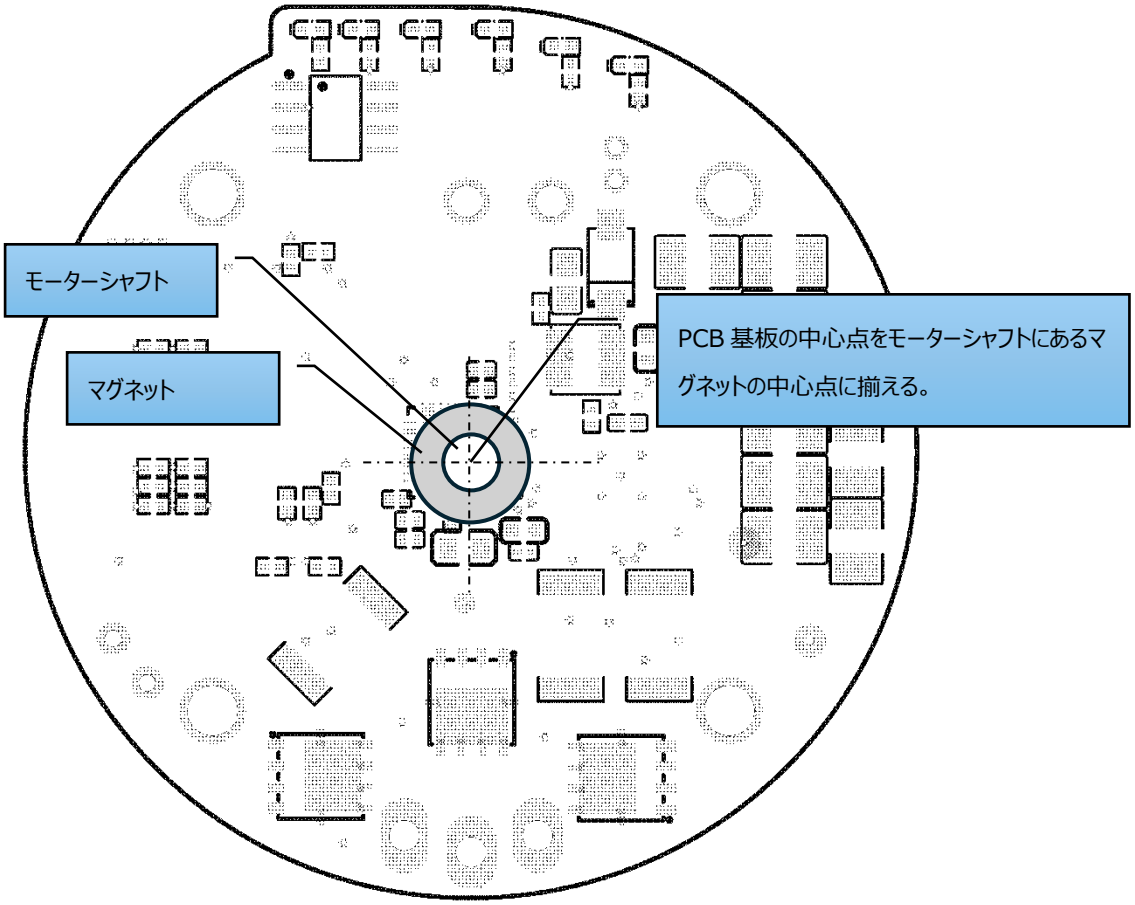


図４-1

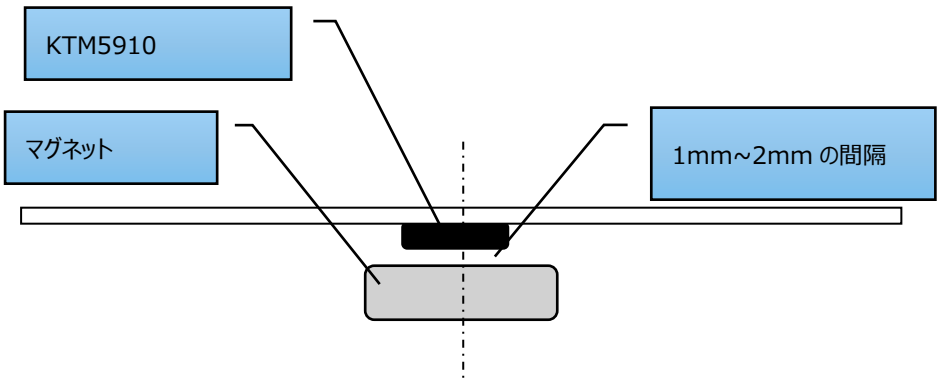


図４-2

5. 簡易回路図

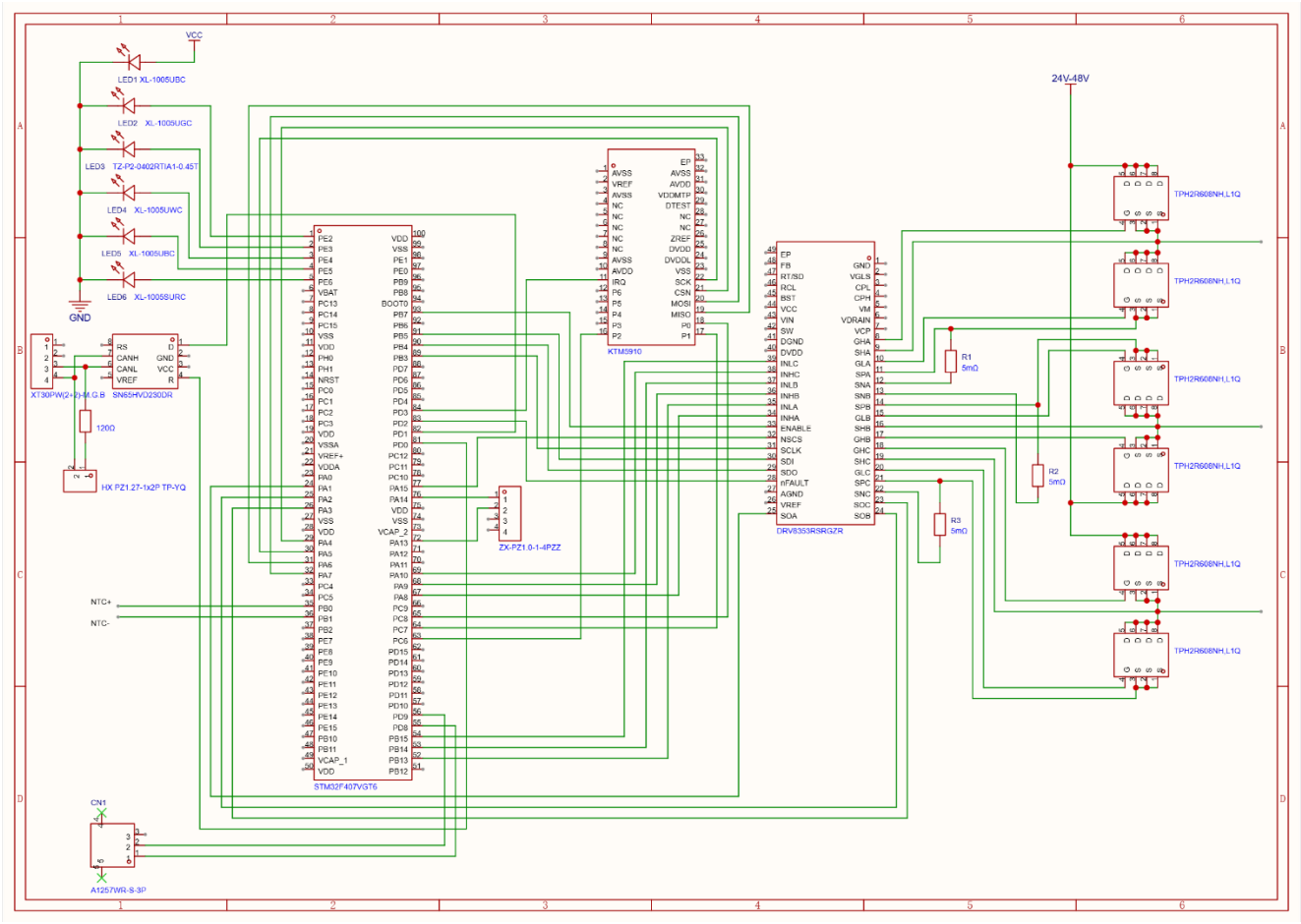

VCC
LED1 XL-1005UBC
LED2 XL-1005UGC
LED3 TZ-P2-0402RTIA1-0.45T
LED4 XL-1005UWC
LED5 XL-1005UBC
LED6 XL-1005SURC
GND
120Ω
HX PZ1.27-1x2P TP-YQ
XT30PW(2+2)-M G B
SN65HVD230DR
NTC+
NTC-
CN1
A1257WR-S-3P
STM32F407VGT6
ZX-PZ1.0-1-4PZZ
KTM5910
DRV8353RSRGZR
24V-48V
R1
5mΩ
R2
5mΩ
R3
5mΩ
TPH2R608NH,L1Q

図5-1

6． 実装ガイドライン

6．1．簡易実装フロー

1、ST-LINK/V2 デバッガーでドライバボードにある ST-LINK コネクターを PC へ接続する。

◆ST マイクロエレクトロニクス社の ST-LINK/V2 デバッガー：

https://www.st.com/ja/development-tools/st-link-v2.html

2、STM32CubeProgrammer で正常に STM32F407VGT6 へ接続することを確認する。

◆STM32CubeProgrammer のダウンロード URL：

https://www.st.com/ja/development-tools/stm32cubeprog.html

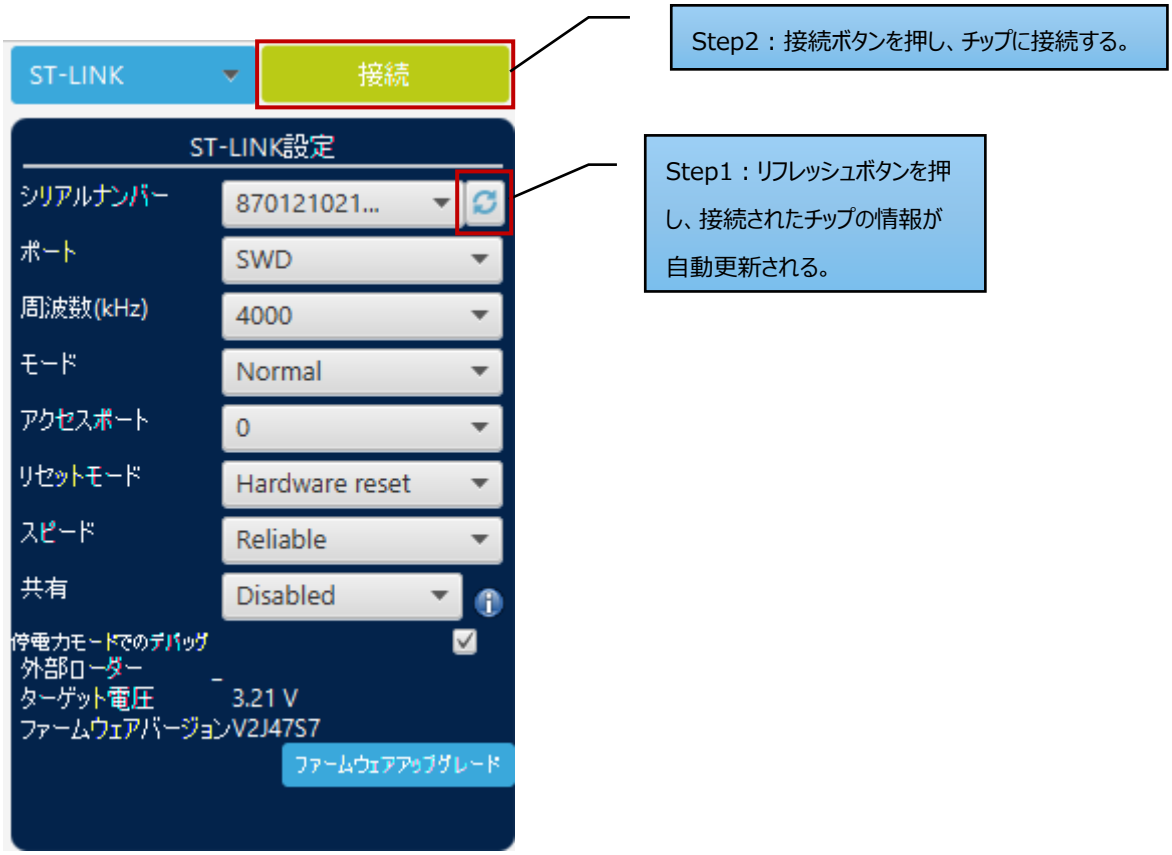


図6． 1-1

接続できたら、以下の「ターゲット情報」及び「デバイスメモリ」が表示される。

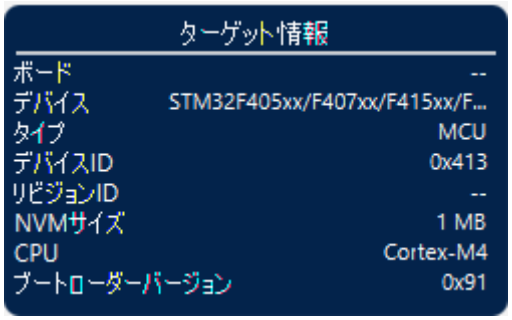


図６．１-2

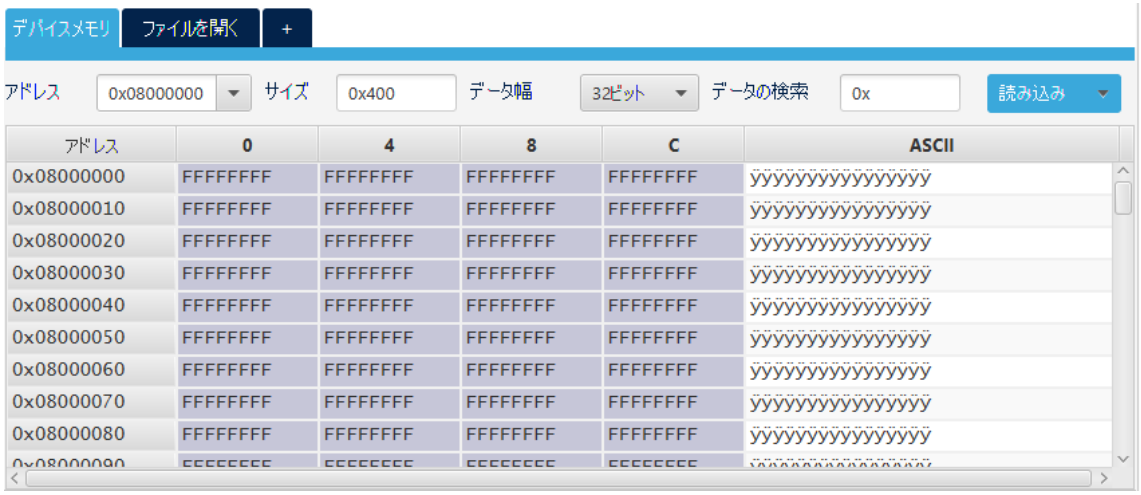


図６．１-3

３、STM32CubeMX で STM32F407VGT6 の初期化設定及びコードを生成する。

◆STM32CubeMX のダウンロード URL：

https://www.st.com/ja/development-tools/stm32cubemx.html

■推奨設定値：

①PWM 周波数：20 kHz

SYSCLK：72 MHz　　APB2：72 MHz

<---------サンプル初期化コード Start--------->

```
htim1.Instance = TIM1;
htim1.Init.Prescaler = 0;
htim1.Init.CounterMode = TIM_COUNTERMODE_CENTERALIGNED1;
htim1.Init.Period = 1799;
htim1.Init.ClockDivision = TIM_CLOCKDIVISION_DIV1;
htim1.Init.RepetitionCounter = 0;
htim1.Init.AutoReloadPreload = TIM_AUTORELOAD_PRELOAD_DISABLE;
```

<---------サンプル初期化コード End--------->

②CAN ボーレート：1 Mbps

SYSCLK：72 MHz　　APB1：36 MHz

<---------サンプル初期化コード Start--------->

```
hcan1.Instance = CAN1;
hcan1.Init.Prescaler = 2;
hcan1.Init.Mode = CAN_MODE_NORMAL;
hcan1.Init.SyncJumpWidth = CAN_SJW_1TQ;
hcan1.Init.TimeSeg1 = CAN_BS1_15TQ;
hcan1.Init.TimeSeg2 = CAN_BS2_2TQ;
hcan1.Init.TimeTriggeredMode = DISABLE;
hcan1.Init.AutoBusOff = DISABLE;
hcan1.Init.AutoWakeUp = DISABLE;
hcan1.Init.AutoRetransmission = DISABLE;
hcan1.Init.ReceiveFifoLocked = DISABLE;
hcan1.Init.TransmitFifoPriority = DISABLE;
```

<---------サンプル初期化コード End--------->

③UART ボーレート：115200 bps

<---------サンプル初期化コード Start--------->

```
  huart3.Instance = USART3;
  huart3.Init.BaudRate = 115200;
  huart3.Init.WordLength = UART_WORDLENGTH_8B;
  huart3.Init.StopBits = UART_STOPBITS_1;
  huart3.Init.Parity = UART_PARITY_NONE;
  huart3.Init.Mode = UART_MODE_TX_RX;
  huart3.Init.HwFlowCtl = UART_HWCONTROL_NONE;
  huart3.Init.OverSampling = UART_OVERSAMPLING_16;
```

<---------サンプル初期化コード End--------->

４、STM32CubeIDE でモーター制御ソースコードを実装する。

◆STM32CubeIDE のダウンロード URL：

https://www.st.com/ja/development-tools/stm32cubeide.html

■推奨実装順番：

Step1：オープンループ正弦波駆動（角度センサーを使用せず）

★以下は正弦波生成のサンプルコード：

<----------サンプルコード Start--------->

```
// theta：電気角、M_PI：円周率
void SetThreePhasePWM(float theta)
{
    // 3 相正弦波生成（120 度間隔）
    float sin_a = sinf(theta);
    float sin_b = sinf(theta - 2.0f*M_PI/3.0f);
    float sin_c = sinf(theta + 2.0f*M_PI/3.0f);

    // Duty 生成
    float Ua = 0.5f + amplitude *sin_a;
    float Ub = 0.5f + amplitude *sin_b;
    float Uc = 0.5f + amplitude *sin_c;

    // Duty 制限
    if (Ua > 1) Ua = 1; if (Ua < 0) Ua = 0;
    if (Ub > 1) Ub = 1; if (Ub < 0) Ub = 0;
    if (Uc > 1) Uc = 1; if (Uc < 0) Uc = 0;

    // Duty 出力。PWM_PERIOD：PWM パルス周期
    __HAL_TIM_SET_COMPARE(&htim1, TIM_CHANNEL_1, (uint32_t)(Ua * PWM_PERIOD));
    __HAL_TIM_SET_COMPARE(&htim1, TIM_CHANNEL_2, (uint32_t)(Ub * PWM_PERIOD));
    __HAL_TIM_SET_COMPARE(&htim1, TIM_CHANNEL_3, (uint32_t)(Uc * PWM_PERIOD));
}
```

<----------サンプルコード End--------->

Step2：電流制御（角度センサー及び ADC を使用）★最重要★

ADC から取得した電流で Clark 変換を行う

↓

角度センサーから取得した電気角を加えて Park 変換を行う

↓

PI 制御

↓

逆 Park 変換

↓

3 相波形生成

Step3：速度制御

角度センサーから取得した速度を元に、電流制御をし、速度制御を行う。

Step4：位置制御

角度センサーから取得した位置を元に、速度、電流制御をし、位置制御を行う。

Step5：ベクトル制御（FOC）

dq 軸の出力パラメータを最適化し、高トルク、高効率、スムーズな回転ができるモーター制御を実装。

５、オシロスコープでドライバボードのモーター接続用パッド A、B、C の出力波形を確認する。

６、モーターにセットアップし、直流安定化電源を用いて入力電流を制限した上テストを行う。直接バッテリーを使うと定格電流超過の可能性がある。

６．２．注意事項

★１　定格電流が 10A であるため、同様な定格電流のモーターを選定してください。
★２　モーターを本格稼働させる前に必ずテストを行ってください。
★３　モーター稼働時は周りの安全を注意してください。
★４　電源ケーブルを接続する際に、電源の極性を間違いないようにしてください。
★５　通電しながらの抜き差しをしないでください。
★６　ドライバボードの散熱を注意してください。

６．３．FAQ

Q1．入力電圧は 24V-48V 固定ですか？

A1．55V 以下でしたら問題ございません。

Q2．使用するモーターの瞬時最大電流が 20A であるが、使用不可ですか？

A2．本製品の瞬時最大電流が 30A のため、使用可能です。ただし、定格電流 10A を満たす必要があります。

Q3．ドライバボードのモーターセットアップ用のホールは使用するモーターと合わないです。どうすれば良いですか？

A3．セットアップ用のフレームを 3D プリンターで作製してください。弊社はドライバボードの OEM も提供するので、お気軽にお問い合わせください。

◆問い合わせ用メールアドレス：sales@w-dynamics.co.jp

Q4．オシロスコープで出力波形を見ると想定通りの波形ですが、モーターは振動して回転しません。

A4．モーターの UVW 相の相順が違った可能性があります。任意の 2 相を入れ替えてみてください。

Q5．CAN120Ω ターミネータ用のジャンパーキャップは常にセットする必要がありますか？

A5．CAN ライン上 1 つのドライバボードのみが存在する場合は常にセットしてください。2 つ以上のドライバボードが存在する場合は、任意 1 つのドライバボードのジャンパーキャップをセットしてください。それ以外のドライバボードのジャンパーキャップを外してください。