

高機能・高信頼性 36V 耐圧

BD63xxEFV-EKV-001

1. 製品概要

1.1 特長

この評価ボードはロームのステッピングモータドライバBD63715AEFV、BD63725BEFV、BD63525AEFV、BD63511EFV、BD63521EFVにてstepping motorを駆動するためのボードです。

モータ駆動・及びドライバ電源用VCCと制御信号用5 V電源でモータを駆動出来ます。 外付けスイッチにより、駆動/停止、励磁モードが設定できるようになっています。

入インターフェースはCLK-IN 駆動方式を採用しており、励磁モードは内蔵DACによりFULL STEP、HALF STEP、QUATER STEP、1/8 STEP、1/16 STEPモードに対応しています。

ボード対応機種ラインアップ

機種名	定格電圧 [V]	電源電圧範囲 [V]	定格電流 (連続) [A/相]	定格電流 (ピーク) [A/相]	FULL	Half	Quarter	1/8	1/16
BD63715AEFV	36	19~28	1.5	2.0	○	○	○		
BD63725BEFV	36	8~28	2.5	3.0	○	○	○		
BD63525AEFV	36	8~28	2.5	3.0	○	○	○		○
BD63511EFV	36	8~28	1.0	1.5	○	○		○	○
BD63521EFV	36	8~28	2.0	2.5	○	○		○	○

Table 1. ボード対応機種ラインアップ

1.2 対応アプリケーション

各ステッピングモータドライブ。

電源電圧 : 8 V ~ 28 V、モータ駆動電流 : ~ 3.0 A

モータ励磁モード : FULL STEP、HALF STEP、QUATER STEP、1/8 STEP、1/16 STEP モード(Table 1. 参照)

1.3 基板外観

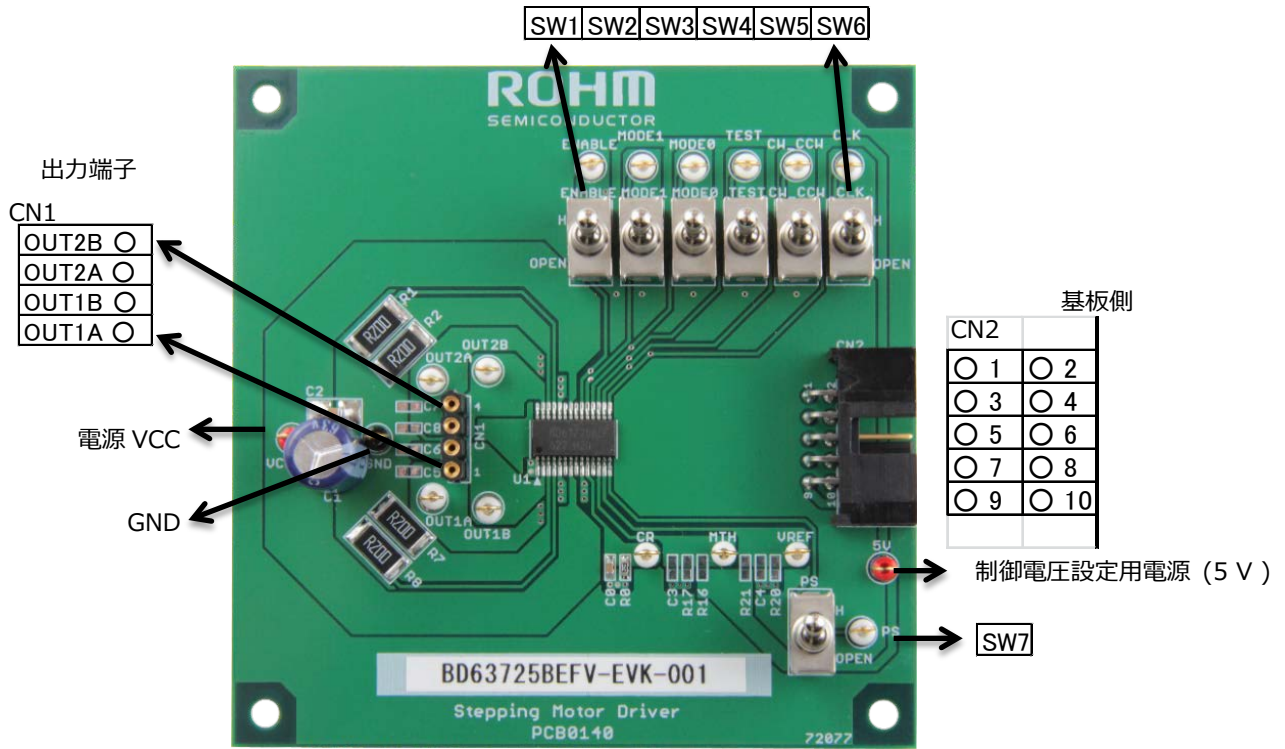


Figure 1. BD63725BEFV-EVK-001 評価ボード

目次

1. 製品概要	1
1.1 特長	1
1.2 対応アプリケーション.....	1
1.3 基板外観	2
2. 製品詳細	4
2.1 ドライバブロック図	4
2.2 評価ボード電気回路図.....	5
3. 機器の接続と動作方法	6
3.1 必要な機器.....	6
3.2 ステッピングモータおよび周辺機器の接続.....	6
4. 各種機能設定	7
4.1 各設定	7
4.1.1 ENABLE 設定(ENABLE 端子).....	7
4.1.2 パワーセーブ設定(P.S.端子).....	7
4.1.3 回転方向設定(CW_CCW 端子).....	7
4.1.4 モータ励磁モード設定(MODE0,MODE1 端子)	7
4.1.5 CR チョッピング周波数設定 (CR 端子)	8
4.1.6 電流減衰方式設定 (MTH 端子)	8
4.1.7 出力電流設定 (VREF 端子)、出力電流検出用抵抗接続端子 (RNF1 端子,RNF2 端子)	8
4.1.8 進相クロック入力(CLK 端子).....	8
4.1.9 電源部平滑コンデンサの設定 (C1,C2)	8
5. 動作説明	9
5.1 チョッピング動作について.....	9
5.2 電流減衰方式について	10
6. 評価ボードレイアウト	12
7. 駆動波形	14
改定履歴	15

2. 製品詳細

2.1 ドライバブロック図

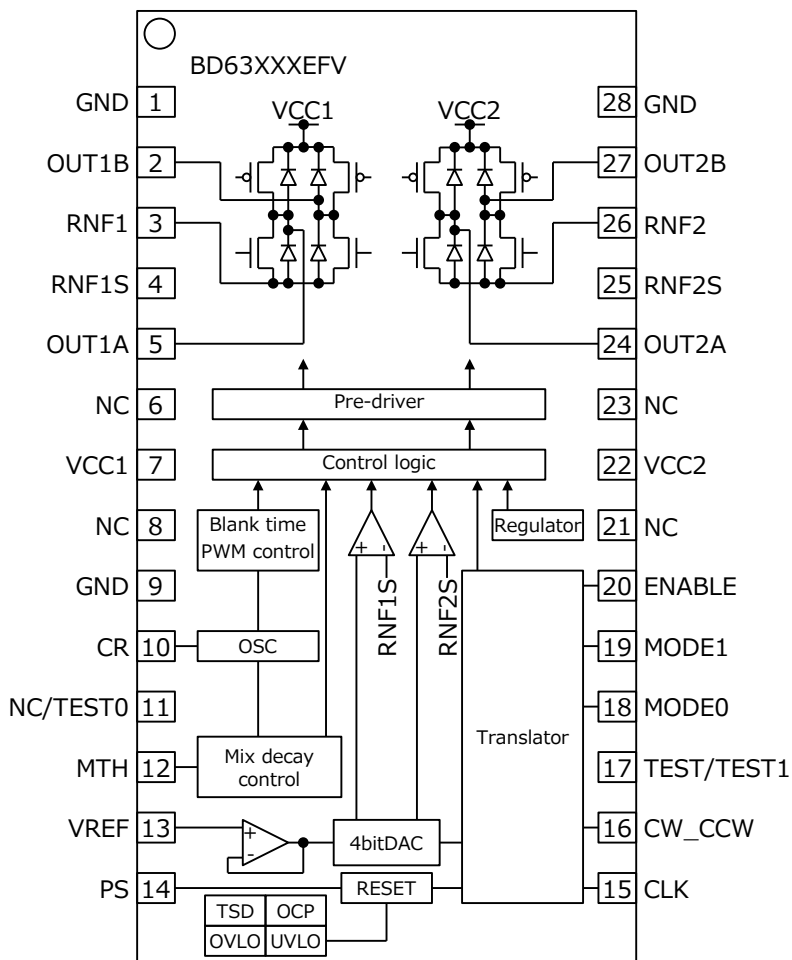


Figure 2. ドライバブロック図

端子番号	端子名	機能	端子番号	端子名	機能
1	GND	グラウンド端子	15	CLK	進相クロック入力端子
2	OUT1B	Hブリッジ出力端子	16	CW_CCW	モータ回転方向設定端子
3	RNF1	出力電流検出用抵抗接続端子	17※1	TEST	テスト用端子(GNDと接続して使用)
4	RNF1S	電流検出コンパレータ入力端子		TEST1	テスト用端子
5	OUT1A	Hブリッジ出力端子	18	MODE0	モータ励磁モード設定端子
6	NC	ノン接続	19	MODE1	モータ励磁モード設定端子
7	VCC1	電源端子	20	ENABLE	出カインーブル端子
8	NC	ノン接続	21	NC	ノン接続
9	GND	グラウンド端子	22	VCC2	電源端子
10	CR	チョッピング周波数設定端子	23	NC	ノン接続
11※1	NC	ノン接続	24	OUT2A	Hブリッジ出力端子
	TEST0	テスト用端子	25	RNF2S	電流検出コンパレータ入力端子
12	MTH	電流減衰方式設定端子	26	RNF2	出力電流検出用抵抗接続端子
13	VREF	出力電流値設定端子	27	OUT2B	Hブリッジ出力端子
14	PS	パワーセーブ端子	28	NC	ノン接続

※1 上段：BD63715AEFV、BD63725BEFV、BD63525AEFV

Table 2. 端子機能表 下段：BD63511EFV、BD63521EFV

3. 機器の接続と動作方法

3.1 必要な機器

- ・主電源 (VCC 用 ~ 28 V の DC 電源)
- ・副電源 (5 V 電源用の DC 電源)
- ・CLK 信号用発振器 (マイコンもしくはファンクションジェネレータ)
- ・ステッピングモータ

3.2 ステッピングモータおよび周辺機器の接続

1. モータを接続します (CN1 : OUT1A、OUT1B、OUT2A、OUT2B 端子) 。
2. Vcc-GND 端子間に電源を接続します。任意の電圧 (19 V ~ 28 V @BD63715AEFV 他の 4 機種は 8 V ~ 28 V) に設定します。出力はまだ OFF のままにしてください。
3. 5V-GND 端子間に電源を接続します。5 V に設定します。出力はまだ OFF のままにしてください。
4. CN 2 を経由して、CLK 信号、MODE0 信号、CW_CCW 信号、ENABLE 信号、MODE1 信号を入力する際は、SW6、SW3、SW5、SW2 を OPEN 側に設定してください。TEST 端子は OPEN 側に設定してください。
5. CLK 端子に、発振器を接続してください。発振器の信号レベルは、Lo レベル : 0.6 V 以下、Hi レベル 2.8 V 以上 5.0 V 以下にしてください。周波数は、駆動スピードに応じて任意の周波数を設定してください。
6. ENABLE 端子 (SW1)、PS 端子 (SW7) を Lo にしてください。
7. 電源を ON にして、CLK 信号を入力してください (まだモータは回転しません) 。
8. PS 端子 (SW7)、ENABLE 端子 (SW1) を Hi にしてください (モータは回転します) 。
9. モータが回転していることを確認出来たら、モータが最適な駆動をするように各設定条件 (VREF 端子電圧、MTH 端子電圧) を調整してください (P.8/15 参照) 。

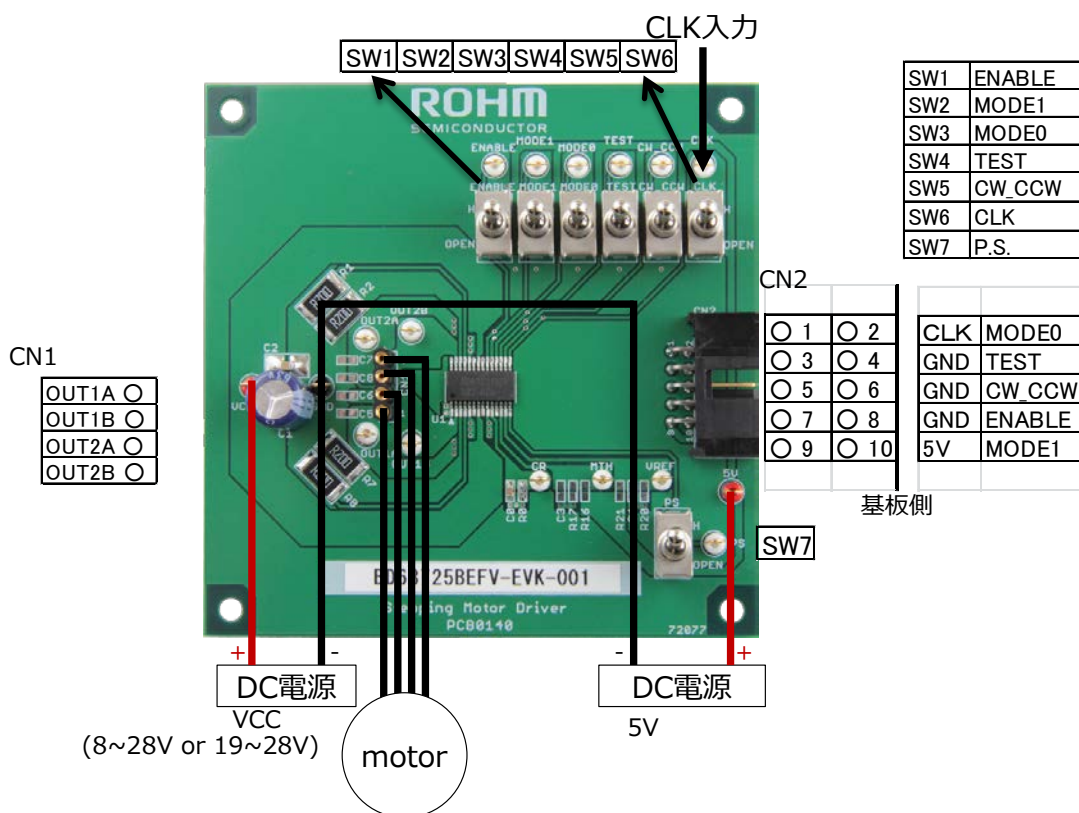


Figure 4. モータ接続図

4. 各種機能設定

4.1 各設定

4.1.1 ENABLE 設定 (ENABLE 端子)

SW1(ENABLE 端子)を“OPEN”にすることによりすべての出力トランジスタを強制的に OFF します。(モータ出力オープン) Hi にすることにより、ACTIVE になります。($2.0\text{ V} < \text{Hi} < 5.0\text{ V}$ 、 $0.8\text{ V} > \text{Lo}$) 本端子は IC 内部にて $100\text{ k}\Omega$ でプルダウンされています。本ボードは、5V/OPEN の SW が搭載されています。

ENABLE = L 時は、CLK 入力を遮断するため、内部トランスレータ回路の進相動作は停止します。

ただし、ENABLE = L 区間で励磁モード (MODE0、MODE1) の切り換えが行われた場合、ENABLE = L→H へ復帰時は切り換え後の励磁モードで励磁がかかります。

ENABLE	モータ出力
L	OPEN(電気角保持)
H	ACTIVE

4.1.2 パワーセーブ設定 (PS 端子)

SW7(PS 端子)を“OPEN”にすることによりスタンバイ状態にしてモータ出力を OPEN にすることが出来ます。スタンバイ状態になると、トランスレータ回路は RESET され電気角は初期化されます。 Hi にすることによりモータ出力が Active になります ($2.0\text{ V} < \text{Hi} < 5.0\text{ V}$ 、 $0.8\text{ V} > \text{Lo}$) 。本端子は IC 内部にて $100\text{ k}\Omega$ でプルダウンされています。本ボードは、5V/OPEN の SW が搭載されています。

PS 端子を、OPEN⇒Hi に移行する時、ドライバがスタンバイ状態から通常状態へ復帰し、モータ出力が ACTIVE 状態となるまで $40\text{ }\mu\text{s}$ (Max)の遅延がありますのでご注意ください。

PS	状態
L	スタンバイ(RESET)
H	ACTIVE

RESET 直後の各励磁モードにおける電気角(初期電気角)は 45° です。

4.1.3 回転方向設定 (CW_CCW 端子)

SW5 (CW_CCW 端子) を“Hi”もしくは“OPEN”にすることにより回転方向を設定出来ます。($2.0\text{ V} < \text{Hi} < 5.0\text{ V}$ 、 $0.8\text{ V} > \text{Lo}$) 本端子は IC 内部にて $100\text{ k}\Omega$ でプルダウンされています。モータ回転方向を変更後は直後の CLK の立ち上がりエッジにて反映されます。

CW_CCW	回転方向
L	Clockwise (CH2 の電流がCH1 の電流に対して 90° 位相が遅れて出力されます。)
H	Counter Clockwise (CH2 の電流がCH1 の電流に対して 90° 位相が進んで出力されます。)

4.1.4 モータ励磁モード設定 (MODE0、MODE1 端子)

SW2 (MODE0 端子)、SW3 (MODE1 端子) を“Hi”もしくは“OPEN”にすることによりモータ励磁モードを設定できます。($2.0\text{ V} < \text{Hi} < 5.0\text{ V}$ 、 $0.8\text{ V} > \text{Lo}$) 本端子は IC 内部にて $100\text{ k}\Omega$ でプルダウンされています。

MODE0	MODE1	BD63715AEFV	BD63725BEFV	BD63525AEFV	BD63511EFV	BD63521EFV
L	L	FULL A		FULL B		
L	H	HALF A		HALF C		
H	L	HALF B		Quarter	1/8	
H	H	Quarter		1/16		

4.1.5 CR チョッピング周波数設定 (CR 端子)

CR 端子 – GND 間に接続するコンデンサ (C0) と抵抗 (R0) により出力のチョッピング周波数を設定できます。外付けコンデンサ (C0) の設定範囲は、470 pF ~ 1500 pF、抵抗 (R0) の設定範囲は、10 kΩ ~ 200 kΩ です。それぞれを対 GND に接続してください。ボードには、C0 = 1000 pF、R0 = 39 KΩ が接続されています。チョッピング周波数は約 24.5 kHz の設定になります。CR 端子がオープンまたは外部よりバイアスされた場合、正常な PWM 定電流制御ができなくなるため、PWM 定電流制御でご使用される場合は必ず C、R の両部品を付けてください。

4.1.6 電流減衰方式設定 (MTH 端子)

MTH 端子に印可する電圧により電流減衰方式が設定できます (SLOW DECAY / MIX DECAY / FAST DECAY)。

MTH端子入力電圧 [V]	電流減衰方式
0.0~0.3	SLOW DECAY
0.4~1.0	MIX DECAY
1.5~3.5	FAST DECAY

本ボードによる印可電圧は、5V – GND 間に接続する抵抗 (R17、R16) による 5 V の分割値で設定できます。本ボードは、R16、R17 を実装していません。モータ駆動を確認しながら調整して下さい。端子電圧が不安定な場合は、コンデンサ C34 を MTH 端子 – GND 間に接続して下さい。SLOW DECAY でのご使用の場合は、GND 接続で使用して下さい。MTH 端子がオープンの場合、入力不定となり、PWM 動作が不安定になる恐れがありますので、MTH 端子がオープンのご使用は避けてください。また、抵抗分割で入力される場合、流出電流 (2 μA (max)) を考慮して抵抗値を選択してください。

4.1.7 出力電流設定 (VREF 端子)、出力電流検出用抵抗接続端子 (RNF1 端子、RNF2 端子)

出力電流を設定する端子です。VREF 端子に印可する電圧 (R20、R21、C4) と電流検出抵抗 (RNF 抵抗、R1、R2、R7、R8) によって出力電流値 (最大値) を設定できます。本ボードでは、R20、R21、C4 は未実装です。

VREF 端子印可電圧は、5V – GND 間に接続する抵抗 (R20、R21) による 5 V の分割値で設定できます。下記設定方法を参考にし、出力電流値を設定して下さい。端子電圧が不安定な場合は、コンデンサ C4 を VREF 端子 – GND 間に接続して下さい。

また、電流検出抵抗は、R1、R2、R7、R8 で設定でき、本ボードでは R1 = R2 = R7 = R8 = 0.2 Ω が接続されています。

<出力電流値を設定方法>

VREF 電圧と電流検出用抵抗 (RNF 抵抗) によって出力電流値を設定することができます。

BD63525AEFV, BD63511EFV, BD63521EFV の FULL STEP のみ

$$\text{出力電流 } I_{\text{OUT}} [\text{A}] = \{ \text{VREF} [\text{V}] / 5 (\text{IC 内部の分割比}) \} / (0.7071 \times \text{RNF}) [\Omega]$$

BD63525AEFV, BD63511EFV, BD63521EFV の FULL STEP 以外

$$\text{出力電流 } I_{\text{OUT}} [\text{A}] = \{ \text{VREF} [\text{V}] / 5 (\text{IC 内部の分割比}) \} / \text{RNF} [\Omega]$$

VREF 端子がオープンの場合、入力不定となり、VREF 電圧が上昇して設定電流が増加して大電流が流れるなど、誤動作の可能性があるので、VREF 端子がオープンのご使用は避けてください。VREF 端子に 3 V 以上の電圧が印加された場合、出力には大電流が流れ、OCP や TSD が動作する恐れがありますので、入力電圧範囲は必ず守ってください。また、抵抗分割で入力される場合、流出電流 (2 μA (Max)) を考慮して抵抗値を選択してください。VREF 電圧により制御できる最小電流は PWM 駆動に最小 ON 時間があるため、モータコイルの L、R 値と最小 ON 時間により決まります。

4.1.8 進相クロック入力 (CLK 端子)

立ち上がりエッジで動作し、1CLK毎に電気角が1つ進みます。(2.8 V < Hi < 5.0 V、0.6 V < Lo) 本端子はIC内部にて100 kΩでプルダウンされています。

4.1.9 電源部平滑コンデンサの設定 (C1、C2)

駆動状況に応じて電源部の電解コンデンサ (C1)、セラミックコンデンサ (C2) の容量を変更して下さい。

本評価ボードには C1 = 100 μF、C2 = 0.1 μF が接続されています。

5. 動作説明

5.1 チョッピング動作について

外付けのコンデンサ(C0)、抵抗 (R0) によって CR 端子は VCRH 電圧と VCRL 電圧の間で充放電を繰り返します。

VCRL で充電が開始されから VCRH になるまでの区間では、電流検出コンパレータの検出を無効にします。

この充電区間が最小 ON 時間 t_{ONMIN} となります。

VCRH に到達後に放電開始となり、この放電区間で出力電流が設定電流値に達すると電流減衰モードに入ります。

その後、放電されて VCRL に達すると、電流減衰モードから出力 ON モードに復帰し、それと同時に充電開始となります。

CR 充電時間すなわち最小 ON 時間 t_{ONMIN} 及び CR 放電時間 $t_{DISCHARGE}$ は、外付けの C、R により以下の式 (typ) で決定され、

この 2 つの時間の和がチョッピング周期 t_{CHOP} となります。

$$t_{ONMIN}[s] \approx C0 \cdot R' \cdot R0 / (R' + R0) \cdot \ln[(VCR - 0.4)/(VCR - 1.0)]$$

$$\text{ただし、} VCR = V \cdot R0 / (R' + R0)$$

V : 内部 regulator 電圧 5V(typ)

R' : CR 端子内部インピーダンスで 5k Ω (typ)

$$t_{DISCHARGE}[s] \approx C0 \cdot R0 \cdot \ln[(1 + \alpha)/0.4]$$

α : 右図グラフ参照

$$t_{CHOP}[s] \approx t_{ONMIN} + t_{DISCHARGE}$$

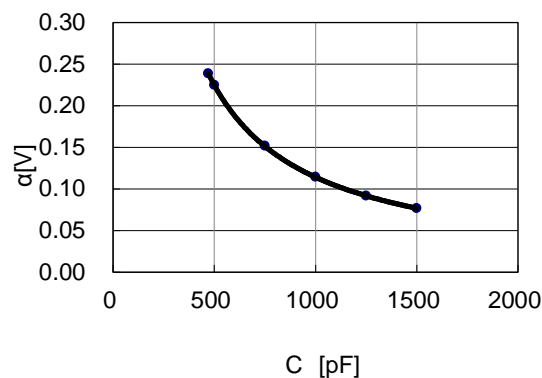


Figure 5. C vs α

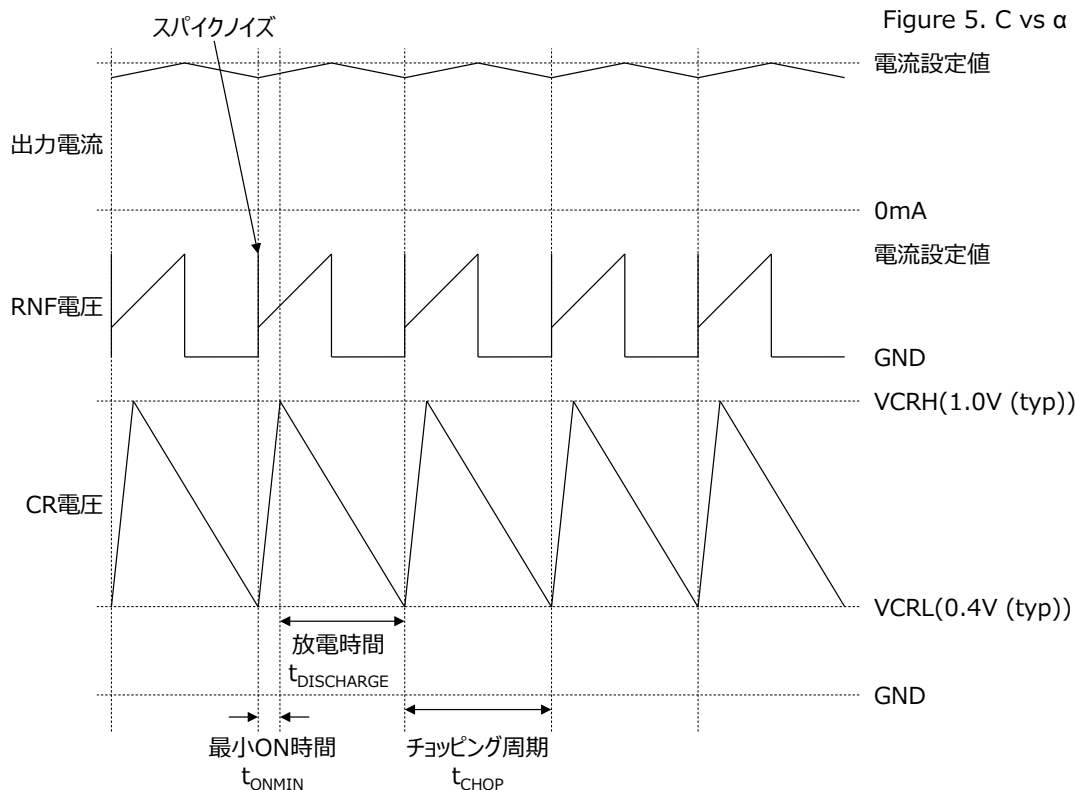


Figure 6. CR 電圧、RNF 電圧、出力電流タイミングチャート

CR 端子の抵抗は、抵抗値が低いと VCRH 電圧に達しないため、10 k Ω 以上を使用してください (10 k Ω ~ 200 k Ω 推奨)。

容量に関しては、数千 pF 以上のコンデンサを使用すると最小 ON 時間 t_{ONMIN} が長くなり、モータコイルの L、R 値によっては

出力電流が電流設定値より多く流れる恐れがあるのでご注意ください (C0 = 470 pF ~ 1500 pF 推奨)。

また、チョッピング周期 t_{CHOP} を長く設定しすぎた場合、出力電流のリプルが大きくなり、

平均電流を低下させ、回転効率を低下させることがありますのでご注意ください。

モータ駆動音、出力電流波形の歪みなどが最小限に抑えられるように最適値を選定してください。

5.2 電流減衰方式について

PWM 定電流駆動では、電流減衰方式（FAST DECAY / SLOW DECAY）を自由に設定することができます。

以下に各 DECAY モードにおける電流減衰中の出力トランジスタの状態とモータ回生電流の経路を示します。

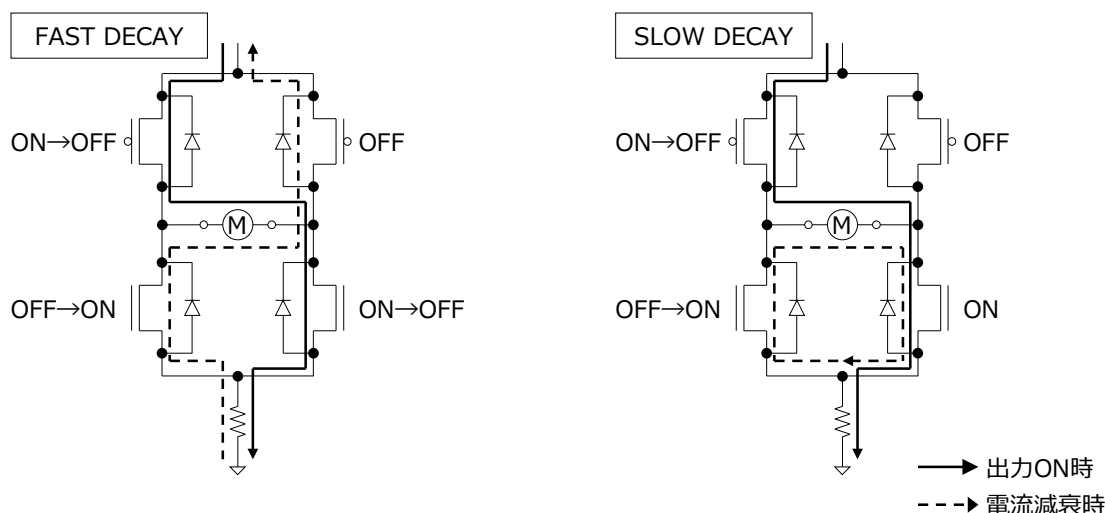


Figure 7. 電流減衰時の回生電流経路

各 DECAY モードの特長は以下のとおりです。

○SLOW DECAY

電流減衰時にモータコイル間にかかる電圧が小さく、回生電流が穏やかに減少するため、電流リップルが小さく、モータトルクには有利です。しかし、小電流領域において電流制御性の悪化による出力電流の増加や、HALF STEP、QUARTER STEP、1/8 STEP、1/16 STEP モードにおける高パルスレート駆動時にモータ逆起電圧の影響を受けやすく、電流制限値の変化に追従できずに電流波形が歪み、モータ振動が増加します。FULL STEP モード時や低パルスレート駆動の HALF STEP、QUARTER STEP、1/8 STEP、1/16 STEP モードに最適です。

○FAST DECAY

回生電流が急激に減少するため、高パルスレート駆動における電流波形の歪みを軽減できますが、出力電流のリップルが大きくなるために平均電流が低下し、①モータトルクの低下（電流制限値を大きくすることで対策できますが、出力定格電流の考慮が必要です）、②モータの損失が大きくなり、発熱が増加します。特に①②に問題が無ければ高パルスレート駆動の HALF STEP、QUARTER STEP、1/8 STEP、1/16 STEP モードに最適です。

前記 SLOW DECAY、FAST DECAY にて発生する問題を改善する方法として、MIX DECAY 方式があります。

電流減衰中に SLOW DECAY と FAST DECAY を切り換えることで電流リップルを大きくせずに電流制御性を改善できます。また、MTH 端子に入力する電圧によって SLOW DECAY と FAST DECAY の時間比率を変えることができ、あらゆるモータに対して最適な制御状態を実現することが可能です。MIX DECAY 中は、チョッピング周期 t_{CHOP} における放電区間の前半 $x\%$ ($t_1 \sim t_2$) は SLOW DECAY、残りの $t_2 \sim t_3$ の区間は FAST DECAY となります。ただし、この放電区間の前半 $x\%$ ($t_1 \sim t_2$) の間に電流設定値に達しなかった場合、SLOW DECAY は行わずに FAST DECAY のみとなります。

MTH端子入力電圧 [V]	電流減衰方式
0.0~0.3	SLOW DECAY
0.4~1.0	MIX DECAY
1.5~3.5	FAST DECAY

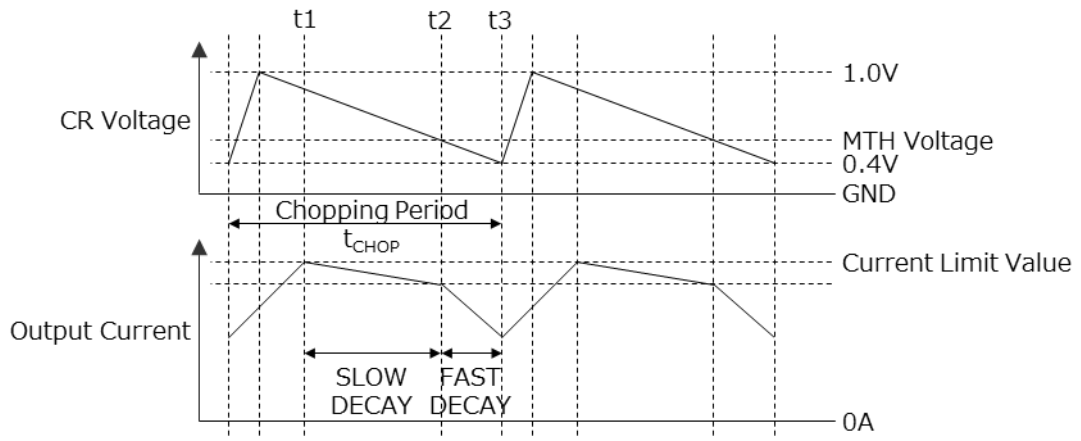


Figure 8. MIX DECADE 時の CR 電圧、出力電流

6. 評価ボードレイアウト

基板サイズ：80mm x 80mm x 1.6mm (4層)

材質：FR-4

銅箔：35 μm 厚

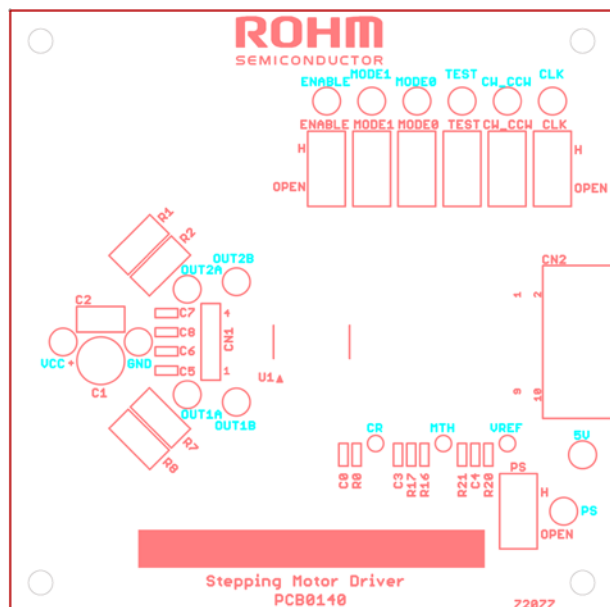


Figure 9. 評価ボード (シルクスクリーン)

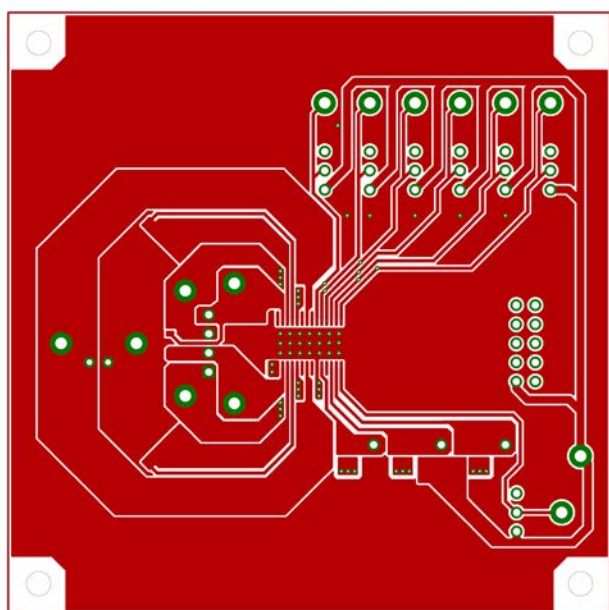


Figure 10. 評価ボード (パターン・表面)

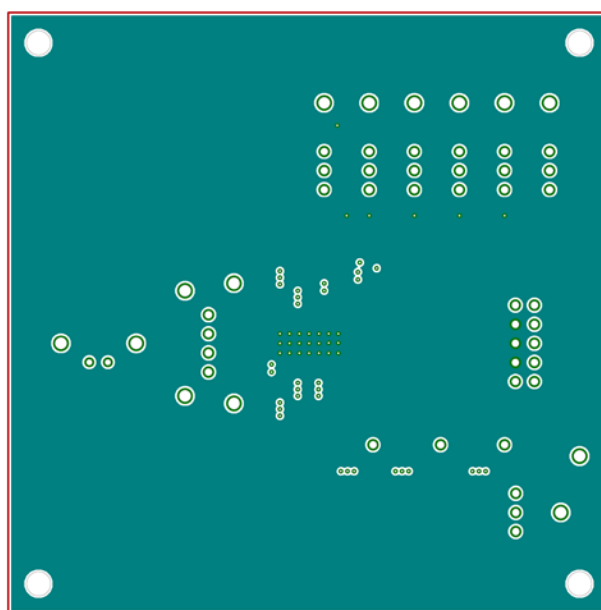


Figure 11. 評価ボード (パターン・中間層1)

評価ボードレイアウト - 続き

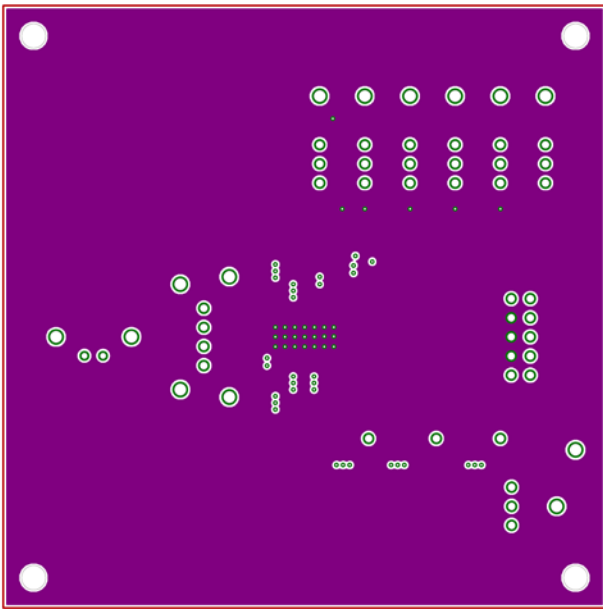


Figure 12. 評価ボード (パターン・中間層 2)

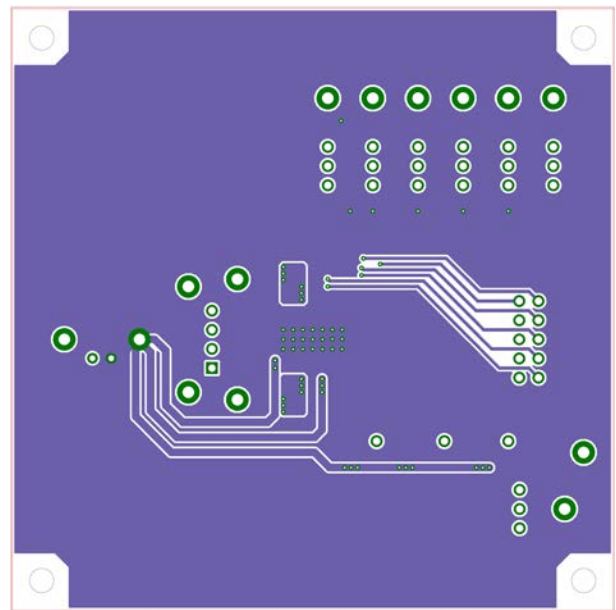


Figure 13. 評価ボード (パターン・裏面)

7. 駆動波形

条件 : VCC = 24 V、VREF = 0.5 V、MTH = 0.5 V、CR = 39 kΩ / 1000 pF、RNF = 0.1 Ω



Figure 14. FULL STEP 駆動波形 (CLK : 600 Hz)

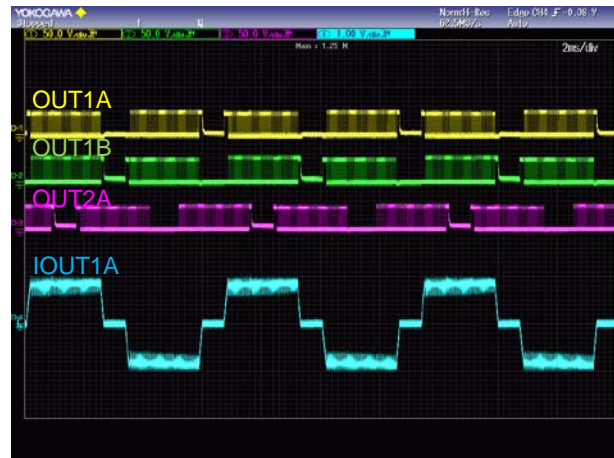


Figure 15. HALF STEP A 駆動波形 (CLK : 1200 Hz)



Figure 16. HALF STEP B 駆動波形 (CLK : 1200Hz)



Figure 17. QUARTER STEP 駆動波形 (CLK : 2400Hz)



Figure 18. 1/8 STEP 駆動波形 (CLK : 4800Hz)



Figure 19. 1/16 STEP 駆動波形 (CLK : 9600Hz)

改定履歴

日付	版	変更内容
2019. 4. 2	001	新規作成

ご 注 意

- 1) 本資料の記載内容は改良などのため予告なく変更することがあります。
- 2) 本資料に記載されている内容は製品のご紹介資料です。ご使用に際しては、別途最新の仕様書を必ずご請求のうえ、ご確認ください。
- 3) ロームは常に品質・信頼性の向上に取り組んでおりますが、半導体製品は種々の要因で故障・誤作動する可能性があります。
万が一、本製品が故障・誤作動した場合であっても、その影響により人身事故、火災損害等が起こらないようご使用機器でのディレーティング、冗長設計、延焼防止、バックアップ、フェイルセーフ等の安全確保をお願いします。定格を超えたご使用や使用上の注意書が守られていない場合、いかなる責任もロームは負うものではありません。
- 4) 本資料に記載されております応用回路例やその定数などの情報につきましては、本製品の標準的な動作や使い方を説明するものです。
したがって、量産設計をされる場合には、外部諸条件を考慮していただきますようお願いいたします。
- 5) 本資料に記載されております技術情報は、製品の代表的動作および応用回路例などを示したものであり、ロームまたは他社の知的財産権その他のあらゆる権利について明示的にも黙示的にも、その実施または利用を許諾するものではありません。上記技術情報の使用に起因して紛争が発生した場合、ロームはその責任を負うものではありません。
- 6) 本資料に掲載されております製品は、耐放射線設計はなされていません。
- 7) 本製品を下記のような特に高い信頼性が要求される機器等に使用される際には、ロームへ必ずご連絡の上、承諾を得てください。
・輸送機器（車載、船舶、鉄道など）、幹線用通信機器、交通信号機器、防災・防犯装置、安全確保のための装置、医療機器、サーバー、太陽電池、送電システム
- 8) 本製品を極めて高い信頼性を要求される下記のような機器等には、使用しないでください。
・航空宇宙機器、原子力制御機器、海底中継機器
- 9) 本資料の記載に従わないために生じたいかなる事故、損害もロームはその責任を負うものではありません。
- 10) 本資料に記載されております情報は、正確を期すため慎重に作成したものです。万が一、当該情報の誤り・誤植に起因する損害がお客様に生じた場合においても、ロームはその責任を負うものではありません。
- 11) 本製品のご使用に際しては、RoHS 指令など適用される環境関連法令を遵守の上ご使用ください。
お客様がかかる法令を順守しないことにより生じた損害に関して、ロームは一切の責任を負いません。
本製品の RoHS 適合性などの詳細につきましては、セールス・オフィスまでお問合せください。
- 12) 本製品および本資料に記載の技術を輸出又は国外へ提供する際には、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」など適用される輸出関連法令を遵守し、それらの定めにしたがって必要な手続を行ってください。
- 13) 本資料の一部または全部をロームの許可なく、転載・複写することを堅くお断りします。



ローム製品のご検討ありがとうございます。
より詳しい資料やカタログなどご用意しておりますので、お問合せください。

ROHM Customer Support System

<http://www.rohm.co.jp/contact/>