



ON Semiconductor®

<http://onsemi.jp>

LB11847

モノリシックデジタル集積回路 PWM電流制御方式 ステッピングモータドライバ

概要

LB11847は、PWM電流制御バイポーラ駆動(OFF時間固定方式)のステッピングモータドライバ用ICである。本ICの特長として、 V_{REF} 電圧一定で15段階の電流設定ができ、1-2相励磁から4W1-2相励磁駆動を可能とする。また、電流減衰切換え機能(SLOW DECAY, FAST DECAY, MIX DECAY)によりチョッピングOFF時の回生電流の減衰を速くし電流設定値への追従性を向上させ、低振動、高精度の制御を要求されるプリンタ等のキャリッジ、紙送り用のステッピングモータのドライブに最適である。

特長

- ・PWM電流制御(OFF時間固定方式)
- ・負荷電流のデジタル選択機能(1-2, W1-2, 2W1-2, 4W1-2相励駆動可能)
- ・電流減衰切換え機能(SLOW DECAY, FAST DECAY, MIX DECAYモード)
- ・同時ON防止機能(貫通電流防止)
- ・ノイズキャンセル機能
- ・サーマルシャットダウン回路内蔵
- ・ロジック低電圧OFF回路内蔵

絶対最大定格/ $T_a=25^\circ\text{C}$

項目	記号	条件	定格値	unit
モータ供給電圧	V_{BB}		50	V
出力ピーク電流	I_{OPEAK}	$t_w \leq 20\mu\text{s}$	1.75	A
出力連続電流	$I_{O\max}$		1.5	A
ロジック電源電圧	V_{CC}		7.0	V
ロジック入力電圧範囲	V_{IN}		$-0.3 \sim V_{CC}$	V
エミッタ出力電圧	V_E		1.0	V
許容消費電力	$P_{d\max}$	$T_a=25^\circ\text{C}$	3.0	W
		放熱板付	20	W
動作周囲温度	T_{opr}		$-20 \sim +85$	$^\circ\text{C}$
保存周囲温度	T_{stg}		$-55 \sim +150$	$^\circ\text{C}$

最大定格を超えるストレスは、デバイスにダメージを与える危険性があります。最大定格は、ストレス印加に対してのみであり、推奨動作条件を超えての機能的動作に関して意図するものではありません。推奨動作条件を超えてのストレス印加は、デバイスの信頼性に影響を与える危険性があります。

LB11847

許容動作範囲/ $T_a=25^\circ\text{C}$

項目	記号	条件	定格値	unit
モータ供給電圧範囲	V_{BB}		10~45	V
ロジック電源電圧範囲	V_{CC}		4.75~5.25	V
リファレンス電圧範囲	V_{REF}		0.0~3.0	V

電気的特性/ $T_a=25^\circ\text{C}$, $V_{BB}=45\text{V}$, $V_{CC}=5\text{V}$, $V_{REF}=1.52\text{V}$

項目	記号	条件	min	typ	max	unit
出力部						
出力段供給電流	I_{BB} ON		2.3	3.5	5.0	mA
	I_{BB} OFF		0.5	0.8	1.1	mA
出力飽和電圧	$V_O(\text{sat})1$	$I_O=+1.0\text{A}$, シンク		1.2	1.6	V
	$V_O(\text{sat})2$	$I_O=+1.5\text{A}$, シンク		1.5	1.9	V
	$V_O(\text{sat})3$	$I_O=-1.0\text{A}$, ソース		1.9	2.2	V
	$V_O(\text{sat})4$	$I_O=-1.5\text{A}$, ソース		2.2	2.4	V
出力リーク電流	$I_O(\text{leak})1$	$V_O=V_{BB}$, シンク			50	μA
	$I_O(\text{leak})2$	$V_O=0\text{V}$, ソース	-50			μA
出力サステイン電圧	V_{SUS}	$L=15\text{mH}$, $I_O=+1.5\text{A}$, 設計保証値	45			V
ロジック部						
ロジック供給電流	I_{CC} ON	$I_4=3.2\text{V}$, $I_3=3.2\text{V}$, $I_2=3.2\text{V}$, $I_1=3.2\text{V}$	19.5	26	36.5	mA
	I_{CC} OFF	ENABLE=3.2V	10.5	15	19.5	mA
入力電圧	V_{IH}		2.0			V
	V_{IL}				0.8	V
入力電流	I_{IH}	$V_{IH}=3.2\text{V}$			100	μA
	I_{IL}	$V_{IL}=0.8\text{V}$	-10			μA
センス電圧	V_E	$I_4=3.2\text{V}$, $I_3=3.2\text{V}$, $I_2=3.2\text{V}$, $I_1=3.2\text{V}$	0.470	0.50	0.525	V
		$I_4=3.2\text{V}$, $I_3=3.2\text{V}$, $I_2=3.2\text{V}$, $I_1=0.8\text{V}$	0.445	0.48	0.505	V
		$I_4=3.2\text{V}$, $I_3=3.2\text{V}$, $I_2=0.8\text{V}$, $I_1=3.2\text{V}$	0.425	0.46	0.485	V
		$I_4=3.2\text{V}$, $I_3=3.2\text{V}$, $I_2=0.8\text{V}$, $I_1=0.8\text{V}$	0.410	0.43	0.465	V
		$I_4=3.2\text{V}$, $I_3=0.8\text{V}$, $I_2=3.2\text{V}$, $I_1=3.2\text{V}$	0.385	0.41	0.435	V
		$I_4=3.2\text{V}$, $I_3=0.8\text{V}$, $I_2=3.2\text{V}$, $I_1=0.8\text{V}$	0.365	0.39	0.415	V
		$I_4=3.2\text{V}$, $I_3=0.8\text{V}$, $I_2=0.8\text{V}$, $I_1=3.2\text{V}$	0.345	0.37	0.385	V
		$I_4=3.2\text{V}$, $I_3=0.8\text{V}$, $I_2=0.8\text{V}$, $I_1=0.8\text{V}$	0.325	0.35	0.365	V
		$I_4=0.8\text{V}$, $I_3=3.2\text{V}$, $I_2=3.2\text{V}$, $I_1=3.2\text{V}$	0.280	0.30	0.325	V
		$I_4=0.8\text{V}$, $I_3=3.2\text{V}$, $I_2=3.2\text{V}$, $I_1=0.8\text{V}$	0.240	0.26	0.285	V
		$I_4=0.8\text{V}$, $I_3=3.2\text{V}$, $I_2=0.8\text{V}$, $I_1=3.2\text{V}$	0.195	0.22	0.235	V
		$I_4=0.8\text{V}$, $I_3=3.2\text{V}$, $I_2=0.8\text{V}$, $I_1=0.8\text{V}$	0.155	0.17	0.190	V
		$I_4=0.8\text{V}$, $I_3=0.8\text{V}$, $I_2=3.2\text{V}$, $I_1=3.2\text{V}$	0.115	0.13	0.145	V
$I_4=0.8\text{V}$, $I_3=0.8\text{V}$, $I_2=3.2\text{V}$, $I_1=0.8\text{V}$	0.075	0.09	0.100	V		
リファレンス電流	I_{REF}	$V_{REF}=1.5\text{V}$	-0.5			μA
CR端子電流	I_{CR}	CR=1.0V	-4.6		-1.0	mA
MD端子電流	I_{MD}	MD=1.0V, CR=4.0V	-5.0			μA
DECAY端子電流[L]	I_{DECL}	$V_{DEC}=0.8\text{V}$	-10			μA
DECAY端子電流[H]	I_{DECH}	$V_{DEC}=3.2\text{V}$			5	μA

次ページへ続く。

LB11847

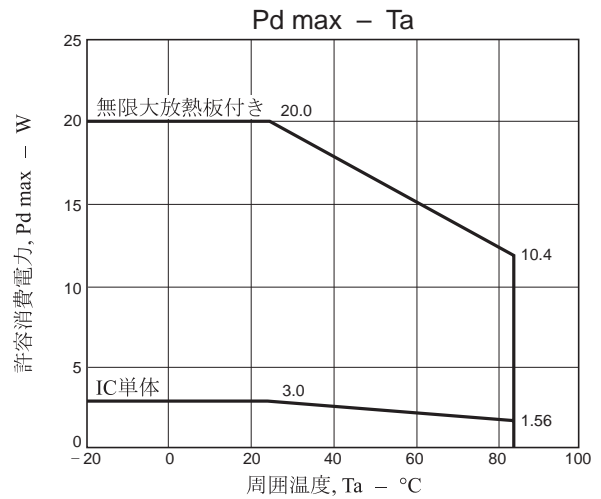
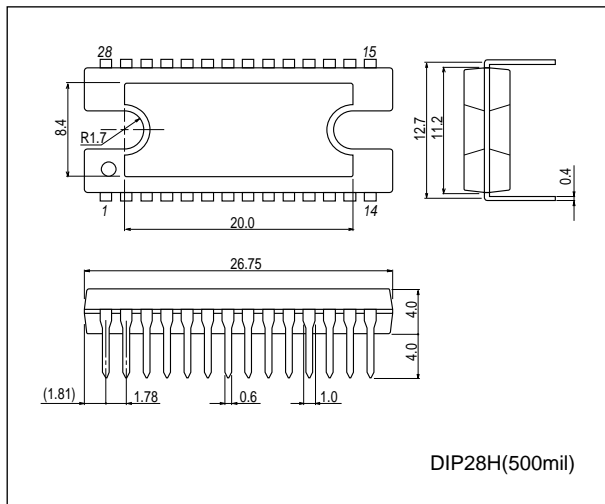
前ページより続く。

項目	記号	条件	min	typ	max	unit
サーマル シャットダウン温度	TSD			170		°C
ロジックON電圧	LVSD1		3.35	3.65	3.95	V
ロジックOFF電圧	LVSD2		3.20	3.50	3.80	V
LVSDヒステリシス幅	Δ LVSD		0.065	0.15	0.23	V

外形図

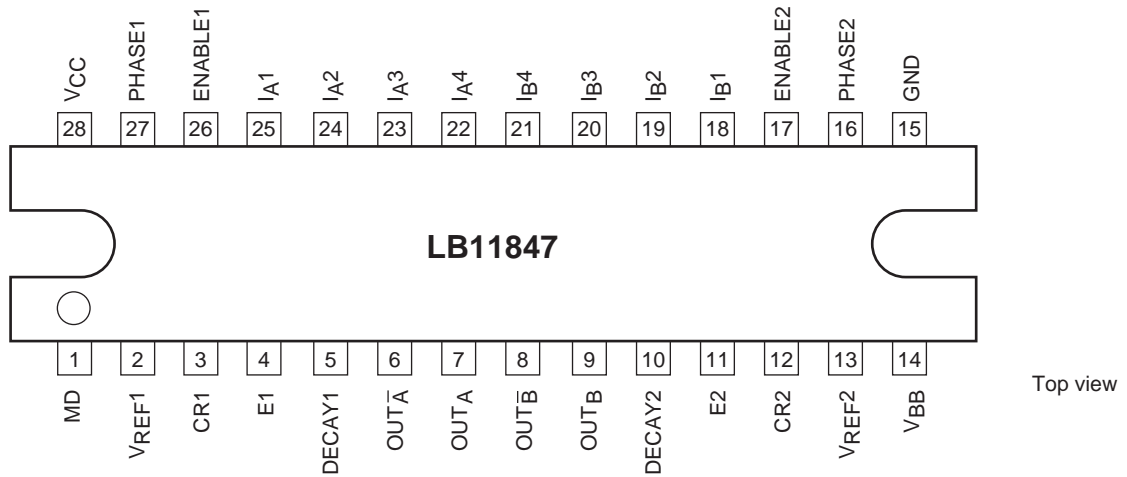
unit:mm (typ)

3147C



LB11847

ピン配置図



端子説明

端子番号	端子名	機能説明
1	MD	MIX DECAYにてFASTモードとSLOWモードのOFF時間を設定する端子。 設定入力範囲:4V~1.5V
2 13	VREF1 VREF2	出力電流設定用基準電源端子。 設定電圧範囲:0~3V
3 12	CR1 CR2	スイッチング時の出力OFF時間設定端子。
4 11	E1 E2	センス抵抗REで設定電流を制御する端子。
5 10	DECAY1 DECYA2	SLOWモード, FASTモードを選択する端子。 SLOW DECAY:H FAST DECAY:L
6 7 8 9	OUT \bar{A} OUT _A OUT \bar{B} OUT _B	出力端子。
14	V _{BB}	出力段電源電圧端子。
15	GND	GND端子。
27 16	PHASE1 PHASE2	出力相切換え入力端子。
26 17	ENABLE1 ENABLE2	出力ON, OFF設定入力端子。
22, 23 24, 25 21, 20 19, 18	I _{A4} , I _{A3} I _{A2} , I _{A1} I _{B4} , I _{B3} I _{B2} , I _{B1}	出力電流設定デジタル入力端子。 15段階の電圧設定。
28	V _{CC}	ロジック部電源電圧端子。

LB11847

真理値表

PHASE	ENABLE	OUT _A	OUT _A [̄]
H	L	H	L
L	L	L	H
—	H	OFF	OFF

設定電流の真理値表

I _{A4}	I _{A3}	I _{A2}	I _{A1}	設定電流 I _{OUT}	電流比(%)
1	1	1	1	$11.5/11.5 \times V_{REF}/3.04RE=I_{OUT}$	100
1	1	1	0	$11.0/11.5 \times V_{REF}/3.04RE=I_{OUT}$	95.65
1	1	0	1	$10.5/11.5 \times V_{REF}/3.04RE=I_{OUT}$	91.30
1	1	0	0	$10.0/11.5 \times V_{REF}/3.04RE=I_{OUT}$	86.95
1	0	1	1	$9.5/11.5 \times V_{REF}/3.04RE=I_{OUT}$	82.61
1	0	1	0	$9.0/11.5 \times V_{REF}/3.04RE=I_{OUT}$	78.26
1	0	0	1	$8.5/11.5 \times V_{REF}/3.04RE=I_{OUT}$	73.91
1	0	0	0	$8.0/11.5 \times V_{REF}/3.04RE=I_{OUT}$	69.56
0	1	1	1	$7.0/11.5 \times V_{REF}/3.04RE=I_{OUT}$	60.87
0	1	1	0	$6.0/11.5 \times V_{REF}/3.04RE=I_{OUT}$	52.17
0	1	0	1	$5.0/11.5 \times V_{REF}/3.04RE=I_{OUT}$	43.48
0	1	0	0	$4.0/11.5 \times V_{REF}/3.04RE=I_{OUT}$	34.78
0	0	1	1	$3.0/11.5 \times V_{REF}/3.04RE=I_{OUT}$	26.08
0	0	1	0	$2.0/11.5 \times V_{REF}/3.04RE=I_{OUT}$	17.39

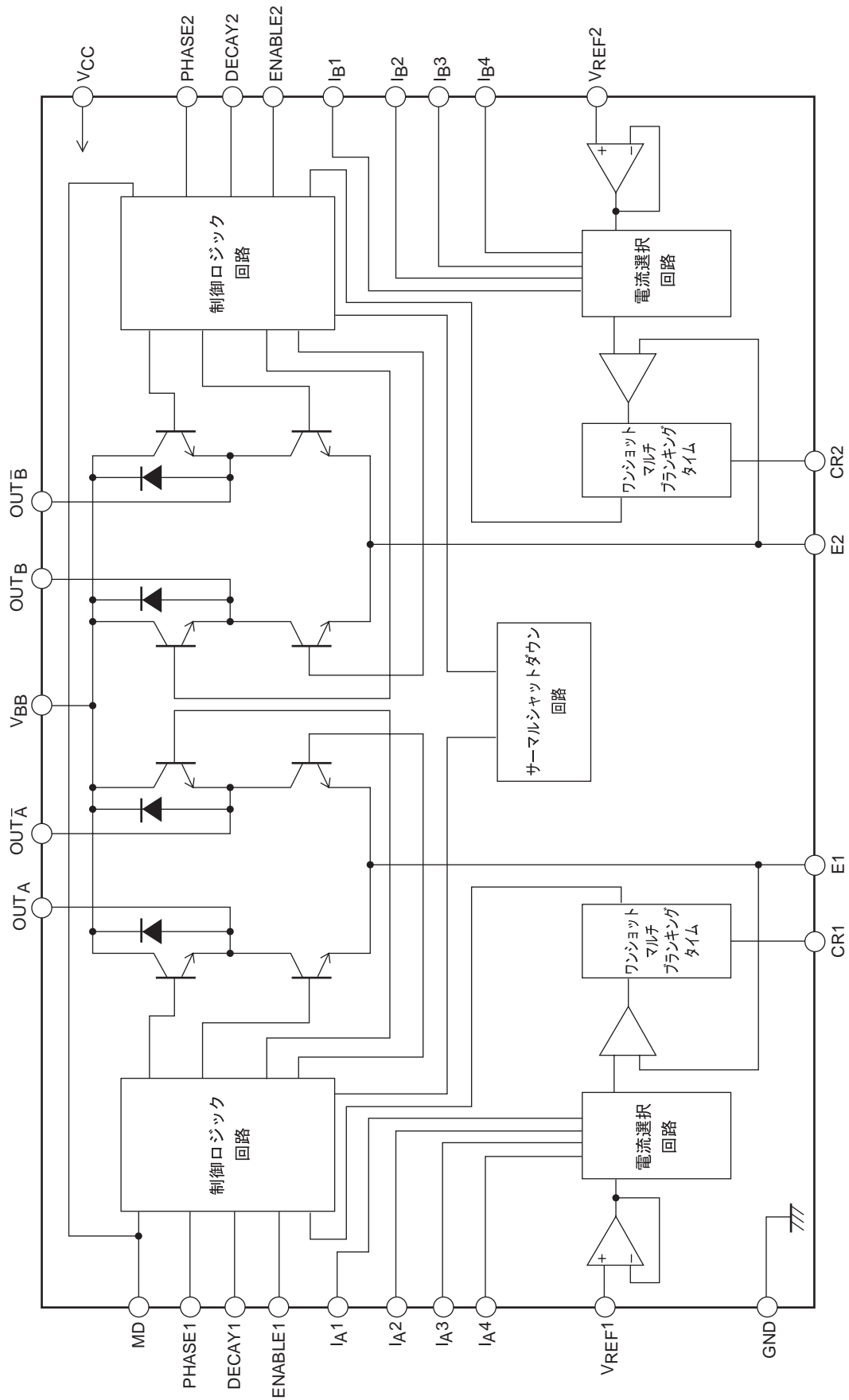
※電流比(%)は、計算上の設定値である。

電流減衰切換え真理値表

電流減衰モード	DECAY端子	MD端子	出力チョッピング
SLOW DECAY	H	L	上側チョッピング
FAST DECAY	L	L	両側チョッピング
MIX DECAY	L	4V~1.5Vの 設定入力電圧	CR電圧>MD:両側チョッピング CR電圧<MD:上側チョッピング

LB11847

ブロック図



LB11847

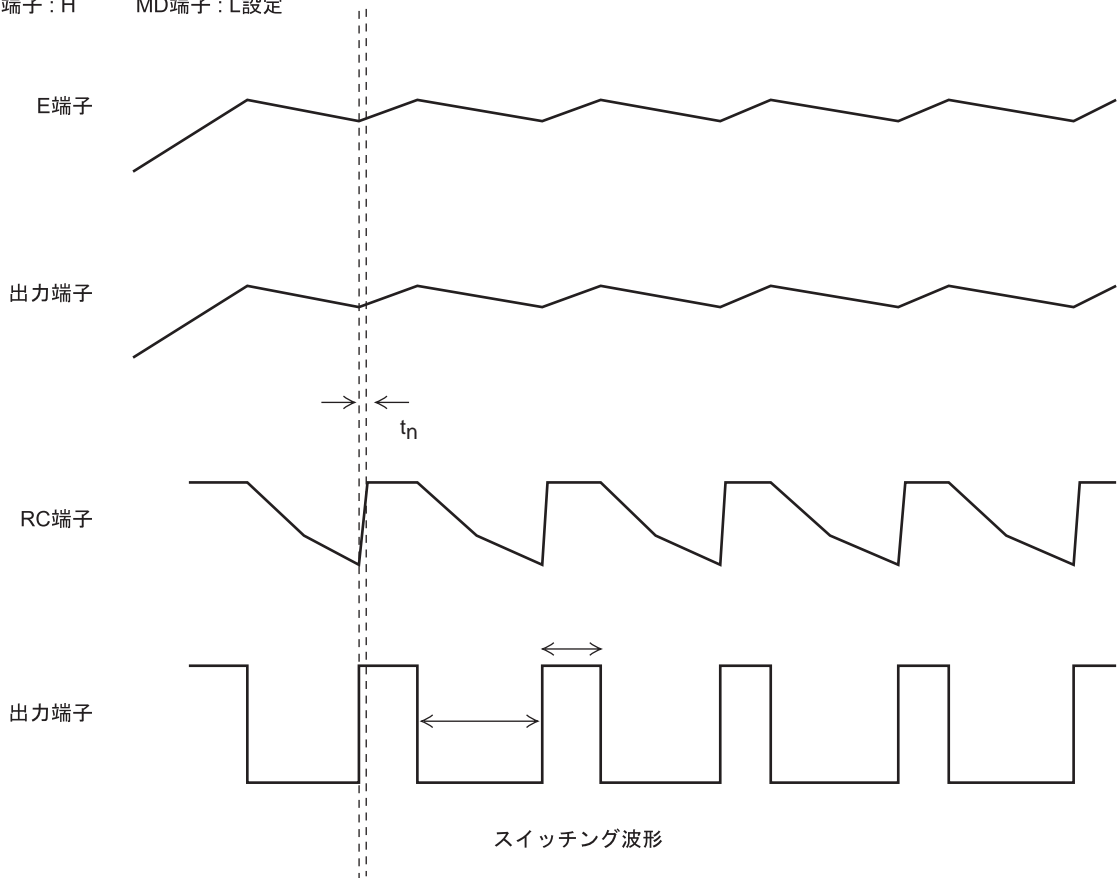
シーケンス表

No.	A相							B相							1-2相	W1-2相	2W1-2相	4W1-2相
	I _{A4}	I _{A3}	I _{A2}	I _{A1}	EN _{A1}	PH _{A1}	I _{OUT}	I _{B4}	I _{B3}	I _{B2}	I _{B1}	EN _{A2}	PH _{A2}	I _{OUT}				
0	1	1	1	1	0	0	100%	0	0	1	0	1	*	0%	○	○	○	○
1	1	1	1	1	0	0	100	0	0	1	0	0	0	17.39				○
2	1	1	1	1	0	0	100	0	0	1	1	0	0	26.08			○	○
3	1	1	1	0	0	0	95.65	0	1	0	0	0	0	34.78				○
4	1	1	0	1	0	0	91.30	0	1	0	1	0	0	43.48		○	○	○
5	1	1	0	0	0	0	86.95	0	1	1	0	0	0	52.17				○
6	1	0	1	1	0	0	82.61	0	1	1	1	0	0	60.87			○	○
7	1	0	1	0	0	0	78.26	1	0	0	0	0	0	69.56				○
8	1	0	0	1	0	0	73.91	1	0	0	1	0	0	73.91	○	○	○	○
9	1	0	0	0	0	0	69.56	1	0	1	0	0	0	78.26				○
10	0	1	1	1	0	0	60.87	1	0	1	1	0	0	82.61			○	○
11	0	1	1	0	0	0	52.17	1	1	0	0	0	0	86.95				○
12	0	1	0	1	0	0	43.48	1	1	0	1	0	0	91.30		○	○	○
13	0	1	0	0	0	0	34.78	1	1	1	0	0	0	95.65				○
14	0	0	1	1	0	0	26.08	1	1	1	1	0	0	100			○	○
15	0	0	1	0	0	0	17.39	1	1	1	1	0	0	100				○
16	0	0	0	1	1	*	0	1	1	1	1	0	0	100	○	○	○	○
17	0	0	1	0	0	1	17.39	1	1	1	1	0	0	100				○
18	0	0	1	1	0	1	26.08	1	1	1	1	0	0	100			○	○
19	0	1	0	0	0	1	34.78	1	1	1	0	0	0	95.65				○
20	0	1	0	1	0	1	43.48	1	1	0	1	0	0	91.30		○	○	○
21	0	1	1	0	0	1	52.17	1	1	0	0	0	0	86.95				○
22	0	1	1	1	0	1	60.87	1	0	1	1	0	0	82.61			○	○
23	1	0	0	0	0	1	69.56	1	0	1	0	0	0	78.26				○
24	1	0	0	1	0	1	73.91	1	0	0	1	0	0	73.91	○	○	○	○
25	1	0	1	0	0	1	78.26	1	0	0	0	0	0	69.56				○
26	1	0	1	1	0	1	82.61	0	1	1	1	0	0	60.87			○	○
27	1	1	0	0	0	1	86.95	0	1	1	0	0	0	52.17				○
28	1	1	0	1	0	1	91.30	0	1	0	1	0	0	43.48		○	○	○
29	1	1	1	0	0	1	95.65	0	1	0	0	0	0	34.78				○
30	1	1	1	1	0	1	100	0	0	1	1	0	0	26.08			○	○
31	1	1	1	1	0	1	100	0	0	1	0	0	0	17.39				○

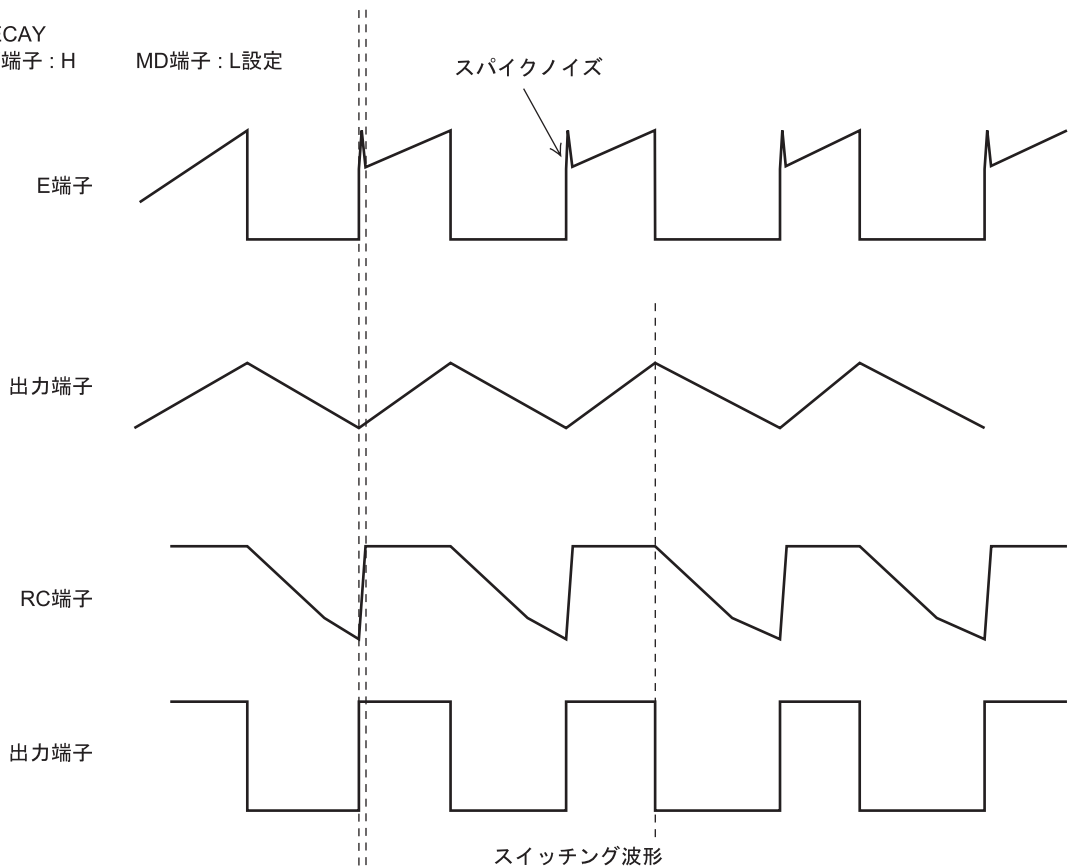
*:I_{OUT}のパーセント(%)は、計算上の設定値である。

PWM駆動時の各端子スイッチングタイムチャート

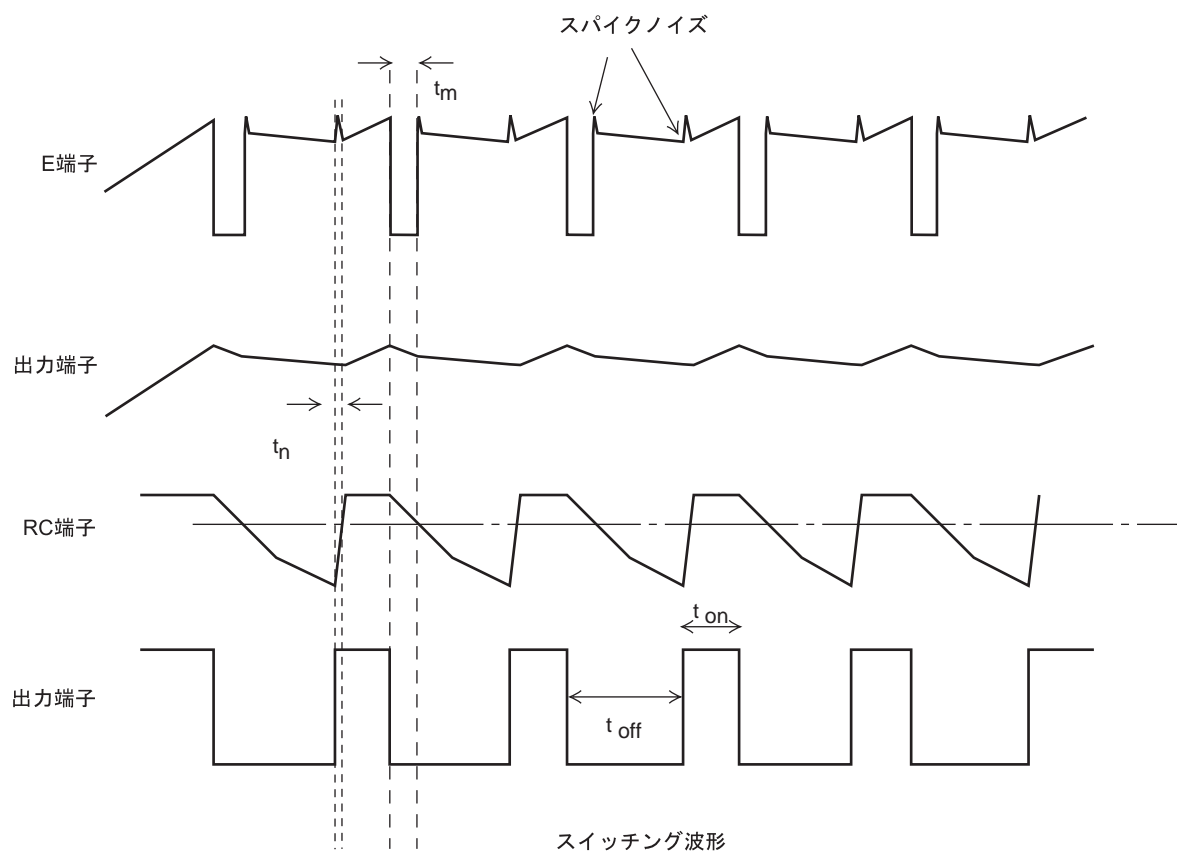
SLOW DECAY (上側チョッピング)
DECAY端子 : H MD端子 : L設定



FAST DECAY
DECAY端子 : H MD端子 : L設定



MIX DECAY



- t_{on} : 出力のON時間
- t_{off} : 出力のOFF時間
- t_m : MIXDECAYモード時のFAST DECAY時間
- t_n : ノイズキャンセル時間

MIX DECAYロジック設定

DECAY端子:L

MD端子:1.5V~4.0Vの電圧を設定

CR電圧とMD端子電圧の比較により

両側チョッピング、上側チョッピング動作する。

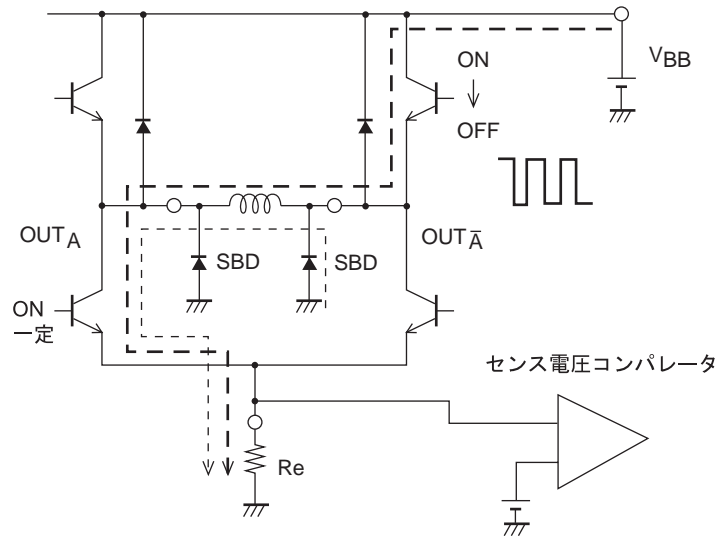
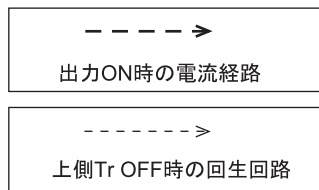
CR電圧 > MD端子電圧: 両側チョッピング

CR電圧 < MD端子電圧: 上側チョッピング

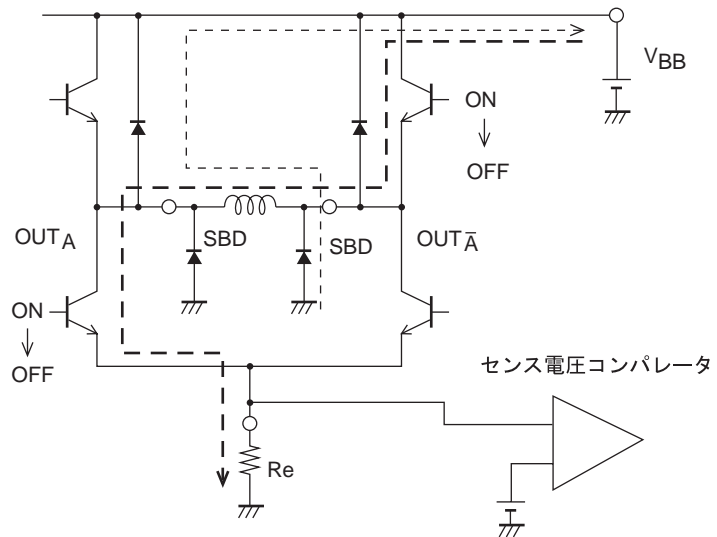
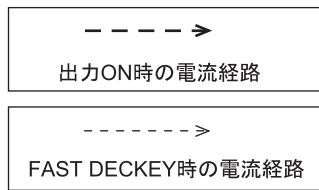
LB11847

SLOW DECAYの電流経路

上側Trスイッチング動作時の回生電流

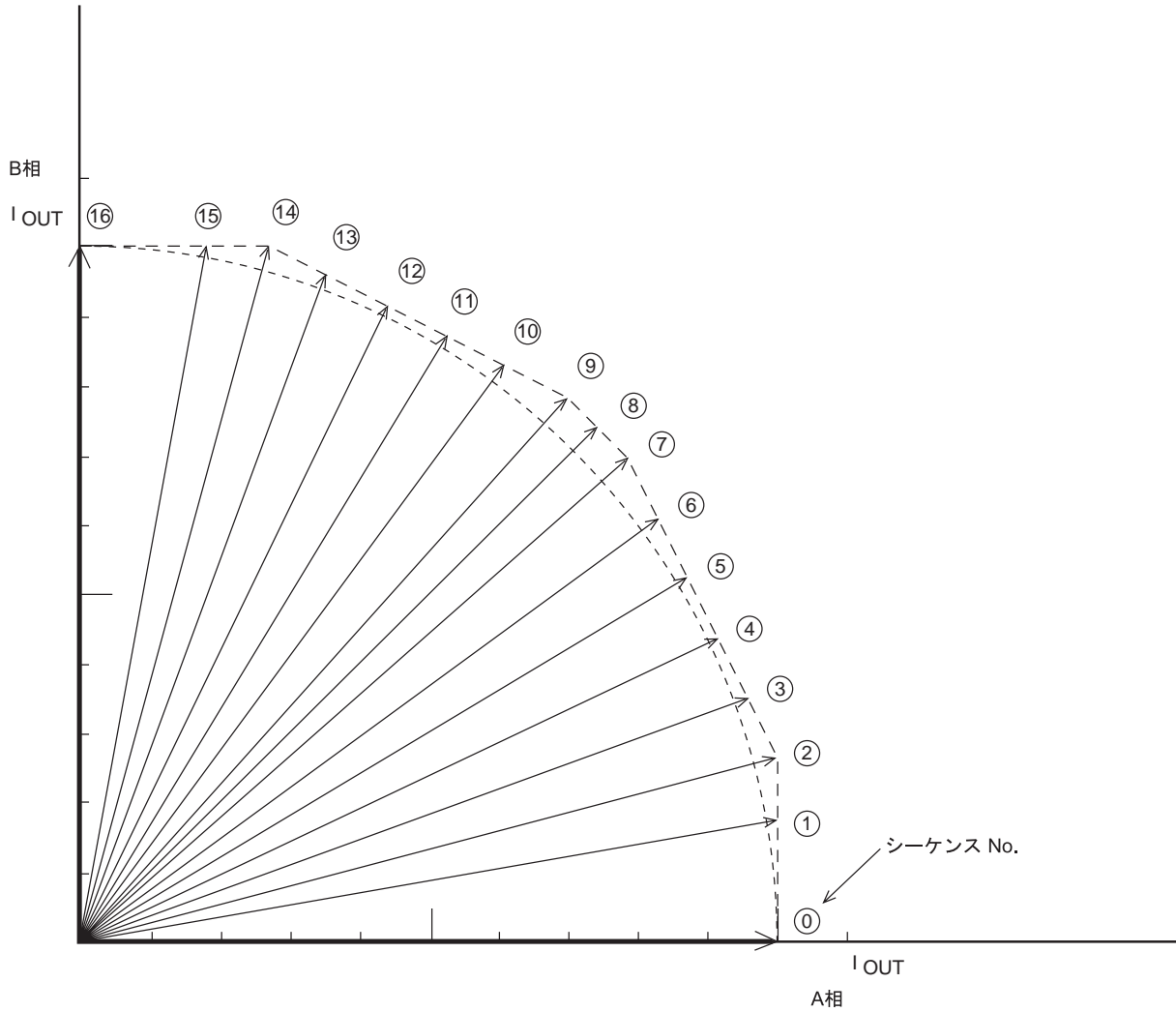


FAST DECAY時の電流経路



LB11847

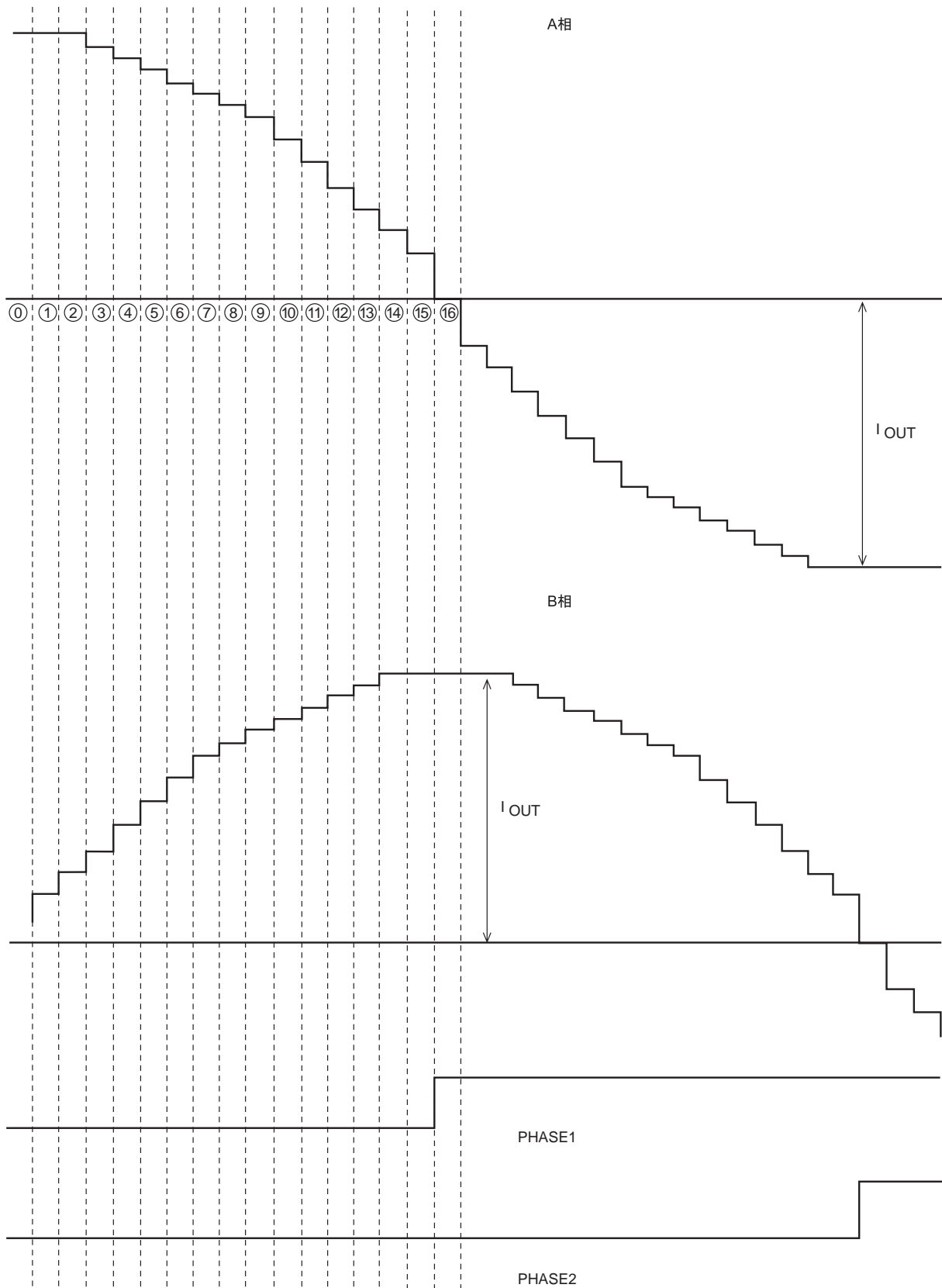
設定電流合成ベクトル図 (1ステップを90° に正規化)



No.	θ	回転角	合成ベクトル
0	θ_0	0°	100.0
1	θ_1	9.87°	101.5
2	θ_2	14.6°	103.35
3	θ_3	20.0°	101.78
4	θ_4	25.5°	101.12
5	θ_5	30.96°	101.4
6	θ_6	36.38°	102.61
7	θ_7	41.63°	104.7
8	θ_8	45.0°	104.5
9	θ_9	48.37°	104.7
10	θ_{10}	53.62°	102.61
11	θ_{11}	59.04°	101.4
12	θ_{12}	64.5°	101.12
13	θ_{13}	70.0°	101.78
14	θ_{14}	75.4°	103.35
15	θ_{15}	80.13°	101.5
16	θ_{16}	90.0°	100.0

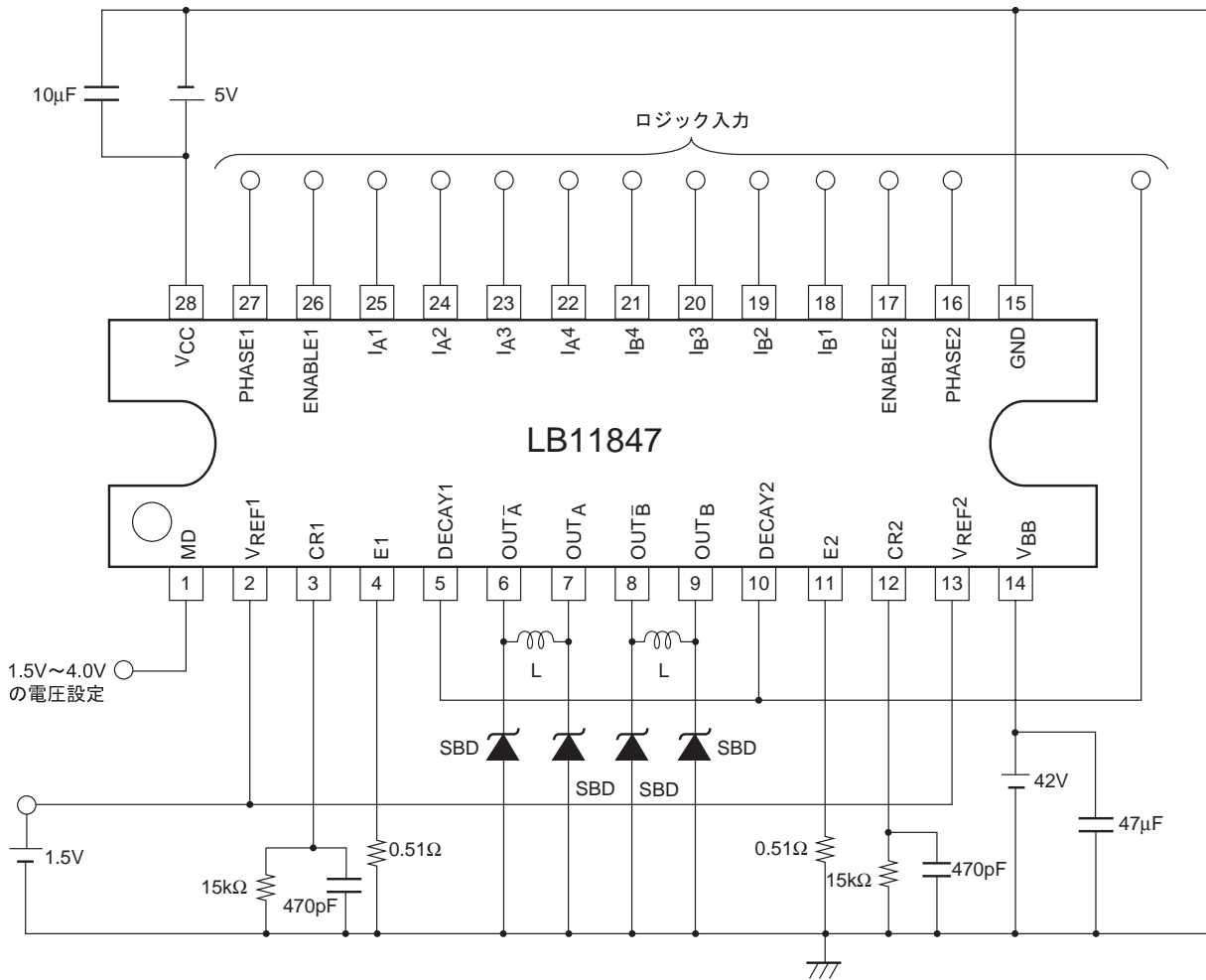
※回転角、合成ベクトル値は計算上の設定値である。

設定電流波形モデル図



LB11847

応用回路例



使用上の注意点

1. 外付けダイオードについて

本ICは、SLOW DECAYモード時に上側Trスイッチング駆動、FAST DECAYモード時には、上下Trスイッチング駆動のシステムであるため、OUT-GND間にスイッチングOFF時の回生電流用の外付けダイオードが必要である。VFの小さいショットキバリアダイオードを使用すること。

2. VREF端子について

VREF端子は、設定電流の基準電圧入力端子であるため、ノイズの影響を受けないよう十分注意すること。入力電圧範囲は、0~3.0Vである。

3. GND端子について

本ICは、大電流をスイッチングするためGND廻りに十分注意すること。大電流が流れるところは、低インピーダンスなパターンにして、小信号系とは分離する。特にE端子のセンス抵抗REのGNDと外付けショットキバリアダイオードのGNDは、IC GNDの近傍に設置すること。

VCC-GND間、VBB-GND間のコンデンサは、パターン配線上VCC、VBB端子近傍に設置すること。

4. 出力同時ON防止機能について

本ICは、PHASE切換え時に発生する貫通電流を防止する貫通電流防止回路内蔵である。PHASE、ENABLEの切換え時の出力ON、OFFの遅延タイムを参考データとして以下に示す。

[参考データ]※typ値

		シンク側	ソース側
PHASE切換え時	ON遅延タイム	1.9μs	2.2μs
(Low → Hi)	OFF遅延タイム	0.8μs	1.8μs
PHASE切換え時	ON遅延タイム	1.4μs	1.7μs
(Hi → Low)	OFF遅延タイム	0.9μs	1.35μs
ENABLE切換え時	ON遅延タイム	2.15μs	2.75μs
	OFF遅延タイム	1.2μs	5.8μs

5. ノイズキャンセル機能について

本ICは、CR端子の定数によって構成されたノイズキャンセル時間 t_n によってスイッチングON時に発生するスパイクノイズによる誤動作を防ぐ。ノイズキャンセル時間 t_n は、CR端子の内部抵抗と外付け定数により決定する。また、同定数にてスイッチングOFF時間も設定する。

図1にCR端子内部構成図、図2にCR端子定数の設定範囲図を示す。

ロジック電圧 $V_{CC}=5V$ 時の計算式

$$CR端子電圧E1 = V_{CC} \cdot R / (R1 + R2 + R) [V]$$

$$ノイズキャンセル時間t_n \doteq (R1 + R2) \cdot C \cdot \ln \{ (E1 - 1.5) / (E1 - 4.0) \} [s]$$

$$スイッチングOFF時間t_{off} \doteq -R \cdot C \cdot \ln(1.5/E1) [s]$$

CR端子部の内部抵抗: $R1=1k\Omega$, $R2=300\Omega$ (typ値)

*P15、図2のCR定数設定範囲図は、参考値としてスイッチングOFF時間を $8\mu\sim 100\mu s$ までの設定とした場合のデータである。設定範囲以外でスイッチング時間を $100\mu s$ 以上にすることも可能である。ただし、数千pF以上のコンデンサを使用する場合などノイズキャンセル時間が長くなり、出力電流が設定電流より多く流れることがある。また、スイッチングOFF時間が長くなることにより、出力電流のリップルが大きくなり、平均電流を低下させ回転効率を低下させる場合がある。スイッチングOFF時間を $100\mu s$ 以内にする場合は、図2のCR定数設定範囲を推奨する。

CR端子内部構成図

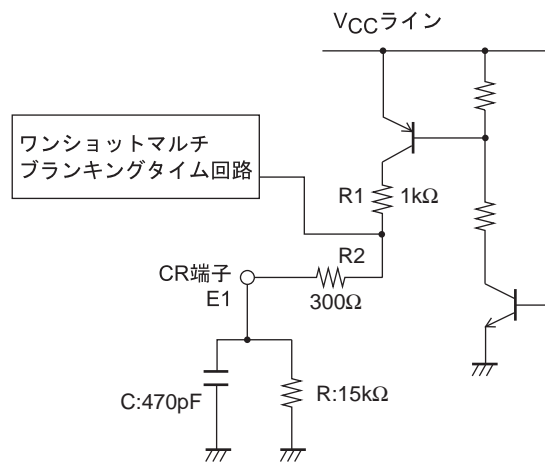


図1

スイッチングOFF時間CR設定範囲図
(t_{off} 時間: 約 $8\mu\sim 100\mu\text{s}$)

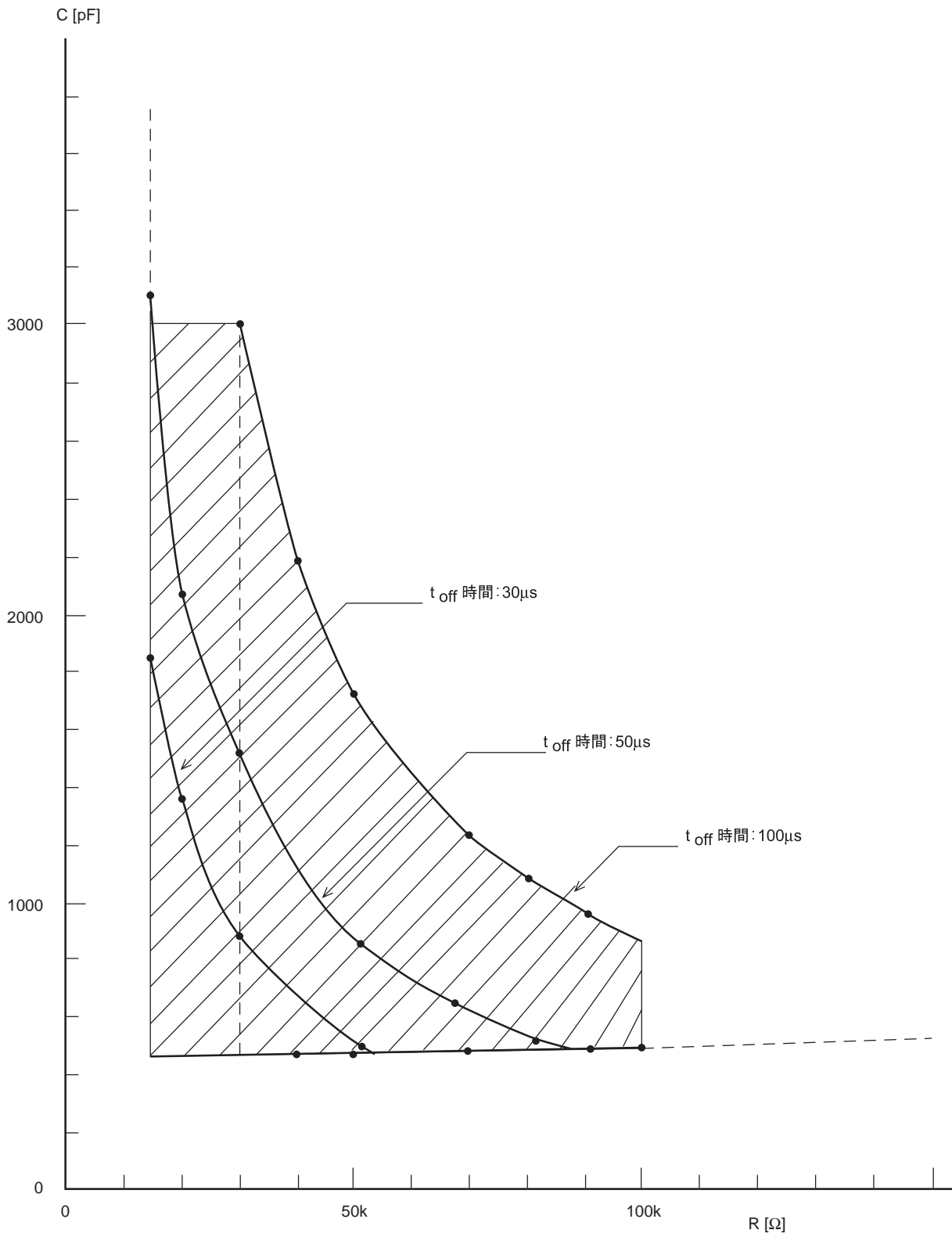
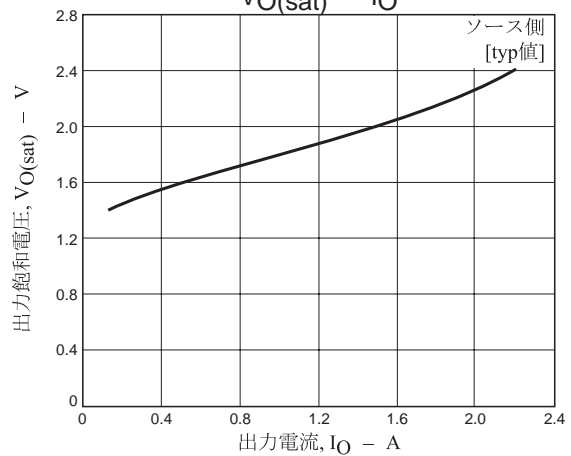
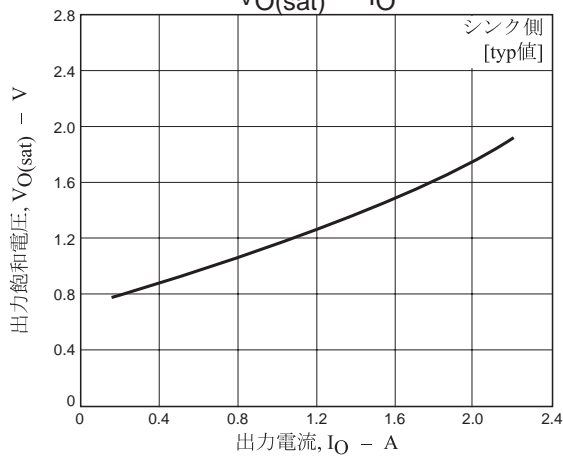
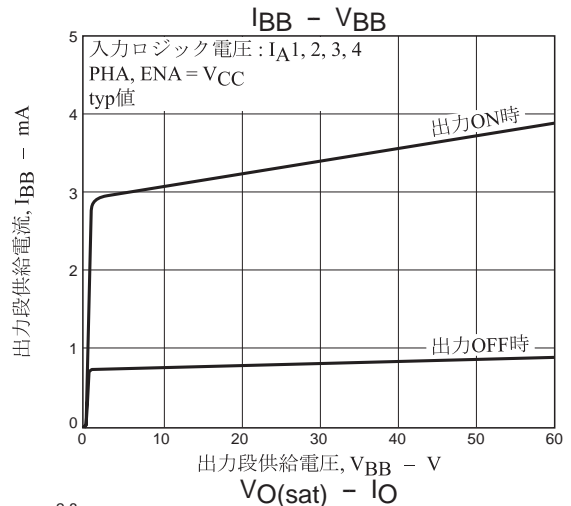
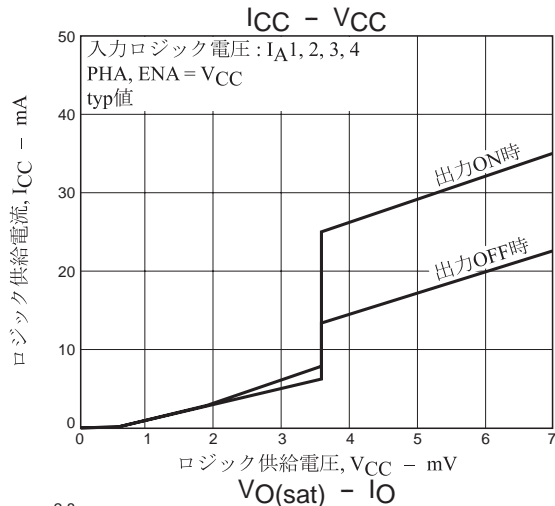


図2



ON Semiconductor and the ON logo are registered trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC (SCILLC). SCILLC owns the rights to a number of patents, trademarks, copyrights, trade secrets, and other intellectual property. A listing of SCILLC's product/patent coverage may be accessed at www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf. SCILLC reserves the right to make changes without further notice to any products herein. SCILLC makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does SCILLC assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. "Typical" parameters which may be provided in SCILLC data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. SCILLC does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. SCILLC products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the SCILLC product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use SCILLC products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold SCILLC and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that SCILLC was negligent regarding the design or manufacture of the part. SCILLC is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer. This literature is subject to all applicable copyright laws and is not for resale in any manner.

(参考訳)

ON Semiconductor及びONのロゴはSemiconductor Components Industries, LLC (SCILLC)の登録商標です。SCILLCは特許、商標、著作権、トレードシークレット(営業秘密)と他の知的所有権に対する権利を保有します。SCILLCの製品/特許の適用対象リストについては、以下のリンクからご覧いただけます。www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf。SCILLCは通告なしで、本書記載の製品の変更を行うことがあります。SCILLCは、いかなる特定の目的での製品の適合性について保証しておらず、また、お客様の製品において回路の応用や使用から生じた責任、特に、直接的、間接的、偶発的な損害に対して、いかなる責任も負うことはできません。SCILLCデータシートや仕様書に示される可能性のある「標準的」パラメータは、アプリケーションによっては異なることもあり、実際の性能も時間の経過により変化する可能性があります。「標準的」パラメータを含むすべての動作パラメータは、ご使用になるアプリケーションに応じて、お客様の専門技術者において十分検証されるようお願い致します。SCILLCは、その特許権やその他の権利の下、いかなるライセンスも許しません。SCILLC製品は、人体への外科的移植を目的とするシステムへの使用、生命維持を目的としたアプリケーション、また、SCILLC製品の不具合による死傷等の事故が起こり得るようなアプリケーションなどへの使用を意図した設計はされておらず、また、これらを使用対象としておりません。お客様が、このような意図されたものではない、許可されていないアプリケーション用にSCILLC製品を購入または使用した場合、たとえ、SCILLCがその部品の設計または製造に関して過失があったと主張されたとしても、そのような意図せぬ使用、また未許可の使用に関連した死傷等から、直接、又は間接的に生じるすべてのクレーム、費用、損害、経費、および弁護士料などを、お客様の責任において補償をお願いいたします。また、SCILLCとその役員、従業員、子会社、関連会社、代理店に対して、いかなる損害も与えないものとします。

SCILLCは雇用機会均等/差別撤廃雇用主です。この資料は適用されるあらゆる著作権法の対象となっており、いかなる方法によっても再販することはできません。