
PWM 昇圧DC/DCコンバータ
RH5RH××1A/××2B/××3B シリーズ

アプリケーション マニュアル

RH5RH × × 1A/× × 2B/× × 3B シリーズ

概要

RH5RH × × 1A/× × 2B/× × 3B シリーズは CMOS 技術を用いて開発した PWM 制御型昇圧 DC/DC コンバータ IC です。

× × 1A タイプの内部は、発振回路、PWM コントロール回路、制御トランジスタ (Lx スイッチ)、基準電圧源、誤差増幅回路、位相補償回路、電圧検出抵抗、スロー・スタート回路、Lx スイッチ保護回路からなっており、コイル、ダイオード、コンデンサのわずか 3 部品を外付けするだけで、低リップル、高効率の昇圧 DC/DC コンバータを構成できます。

このため、従来の PWM 方式で必要とされた複雑な外付け部品は一切必要ありません。

本 IC シリーズは、新開発の PWM 制御回路により、比較的低消費電流の VFM (チョップ) 制御型昇圧 DC/DC コンバータにも匹敵する自己消費電流、TYP. 15 μ A (RH5RH301A) を実現しております。

さらに、入力電圧 > (出力電圧設定値 + ダイオードとコイルによる電圧降下) のときは、発振回路を停止し自己消費電流を TYP. 2 μ A に抑えます。

従来、低リップルを必要としながら、消費電流の関係で PWM 方式の DC/DC コンバータを採用できなかったユーザーにもお勧めいたします。

× × 2B/× × 3B タイプの内部は × × 1A タイプと同じチップを用いており、外付トランジスタのドライブ端子 (EXT) を設けております。ON 抵抗の小さなパワートランジスタを外付けすることによりコイルに大電流を流すことができ、従って大きな出力電流を取り出すことができます。数 10 ~ 数 100mA の大きな出力電流を必要とするお客様にお勧めいたします。

× × 3B タイプの内部には更に加えて、チップイネーブル回路を内蔵しており、スタンバイ状態での消費電流を MAX. 0.5 μ A にすることが可能です。

高性能と低消費電流を兼ね備えたバッテリーユースに適した製品です。

特長

外付け部品が少ない.....コイル・ダイオード・コンデンサのみ (× × 1A タイプ)

自己消費電流が小さい.....TYP. 15 μ A (RH5RH301A)

低リップル、低ノイズ

低動作開始電圧 (出力電流 1mA 時)MAX. 0.9V

高出力電圧精度..... $\pm 2.5\%$

高効率.....TYP. 85%

出力電圧の温度ドリフトが小さい.....TYP. ± 50 ppm/

スロー・スタート内蔵.....MIN. 500 μ s

小型パッケージ.....SOT-89 (× × 1A、× × 2B)、SOT-89-5 (× × 3B)

アプリケーション

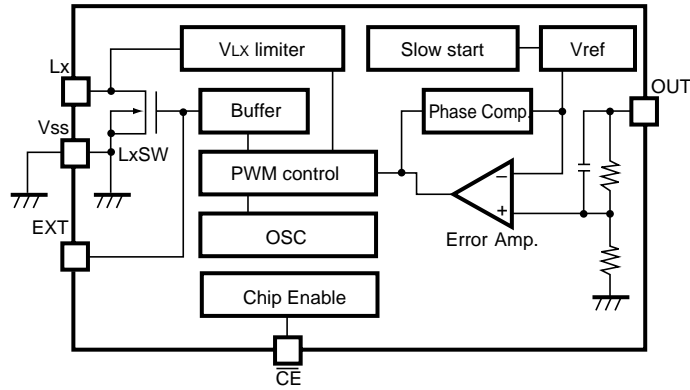
バッテリー使用機器の定電圧源

カメラ、ビデオ、電子手帳、携帯用通信機器の定電圧源

携帯オーディオ機器等低ノイズ、低消費電流が要求される機器の定電圧源

電池電圧より高い電圧を必要とする機器の定電圧源

ブロック図



Error Amp. (誤差増幅回路)はDC gain 80dBを持ちPhase comp. (位相補償回路)により $f_p = 0.25\text{Hz}$ の1st poleと $f_z = 2.5\text{kHz}$ のzero点の周波数特性を得ています。またOUT端子に接続されている電圧分割抵抗とコンデンサにより $f_z = 1.0\text{kHz}$ のzero点を得ています。

- *) Lx端子……………x x 1A、x x 3Bのみ
- EXT端子……………x x 2B、x x 3Bのみ
- CE端子……………x x 3Bのみ

セレクションガイド

RH5RHシリーズは、出力電圧、タイプ、テーピングの方向を用途によって選択指定することができます。選択指定の方法はデバイス型式番号を用いて下記のように行ないます。

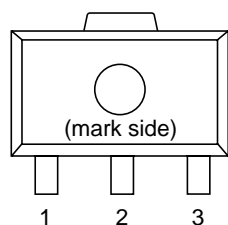
RH5RH $\underbrace{\quad\quad}_a \underbrace{\quad\quad}_b \underbrace{\quad\quad}_c$ 型式番号

番号	内容
a	出力電圧 (V _{OUT}) の指定に用います。 V _{OUT} の指示は2.7 ~ 7.5Vの範囲内で0.1V単位にて指定可能です。
b	タイプの指定に用います。 1A……内蔵Lx Tr専用タイプ (発振周波数: 50kHz) 2B……外付けTrドライブ専用タイプ (発振周波数: 100kHz) 3B……内蔵Tr / 外付けTr選択タイプ (発振周波数: 100kHz、チップイネーブル機能付き)
c	テーピングの指定に用います。(テーピング仕様参照) T1、T2で方向を示します。 テーピング方向はT1が標準仕様です。

例えば、出力電圧が5.0Vで外付けTrドライブ専用タイプ、テーピング方向がT1の場合の型式番号はRH5RH502B-T1となります。

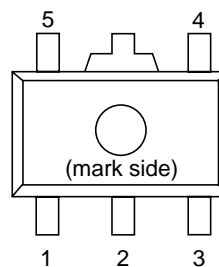
端子接続図

SOT-89



× × 1A / × × 2Bタイプ

SOT-89-5



× × 3Bタイプ

端子説明

端子No.			端子名	機能
× × 1A	× × 2B	× × 3B		
1	1	5	V _{SS}	グラウンド端子
2	2	2	OUT	昇圧出力電圧監視、IC内部電源供給端子
3		4	L _x	スイッチング端子 (オープンドレイン)
	3	3	EXT	外付Trドライブ端子 (CMOS出力)
		1	$\overline{\text{CE}}$	チップイネーブル端子 (Lowアクティブ)

絶対最大定格

V_{SS} = 0V

記号	項目	定格値	単位
V _{OUT}	OUT端子電圧	12	V
V _{LX}	Lx端子電圧* ¹	12	V
V _{EXT}	EXT端子電圧* ²	- 0.3 ~ V _{OUT} + 0.3	V
V _{CE}	CE端子電圧* ³	- 0.3 ~ V _{OUT} + 0.3	V
I _{LX}	Lx端子出力電流* ¹	250	mA
I _{EXT}	EXT端子電流* ²	± 50	mA
P _D	許容損失	500	mW
T _{opt}	動作周囲温度	- 30 ~ + 80	
T _{stg}	保存周囲温度	- 55 ~ + 125	
T _{solder}	ハンダ付け条件	260 10s (リード部)	

* 1) × × 1A、× × 3Bタイプに適用

* 2) × × 2B、× × 3Bタイプに適用

* 3) × × 3Bタイプに適用

絶対最大定格

絶対最大定格とは、いかなる条件の下でも、瞬時たりとも超過してはならない限界値で、また、どの2つの項目も同時に達してはならない値を定めており、絶対最大定格値を超えて使用した場合、劣化または破壊する可能性があるというもので、絶対最大定格内全てでの動作を保証するものではありません。

電気的特性

RH5RH301A

V_{OUT} = 3.0V

記号	項目	測定条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
V _{OUT}	出力電圧		2.925	3.000	3.075	V
V _{IN}	最大入力電圧				8	V
V _{start}	動作開始電圧	I _{OUT} = 1mA、V _{IN} : 0 2V		0.8	0.9	V
V _{hold}	動作保持電圧	I _{OUT} = 1mA、V _{IN} : 2 0V	0.7			V
I _{DD1}	消費電流1	OUT端子を測定		15	25	μA
I _{DD2}	消費電流2	OUT端子を測定、V _{IN} = 3.5V		2	5	μA
I _{LX}	Lxスイッチ電流	V _{LX} = 0.4V	60			mA
I _{LXleak}	Lxリーク電流	V _{LX} = 6V、V _{IN} = 3.5V			0.5	μA
f _{osc}	発振周波数		40	50	60	kHz
Maxdty	最大デューティ比	on (V _{LX} “L”) 側	70	80	90	%
	効率		70	85		%
t _{start}	スロースタート時間*1	V _{OUT} = 3Vに上がる時間	0.5	2.0		ms
V _{LXlim}	V _{LX} 制御電圧*2	Lxスイッチon時	0.65	0.8	1.0	V

指定の無いとき：V_{IN} = 1.8V、V_{SS} = 0V、I_{OUT} = 10mA、T_{opt} = 25℃、基本回路例（図1）の外付け回路

*1) スロースタート回路のシーケンスは次の通りです。

V_{IN}印加 約200μs間基準電圧源V_{ref} = 0Vに保持 この間に誤差増幅回路出力 = “H”へ V_{ref}が立ち上がった後、誤差増幅回路出力が内部位相補償回路の作用により少しずつ適正值まで下がる。出力もそれに合わせて徐々に上がる。

*2) I_{LX}はLxスイッチon後徐々に増加し、これにともないV_{LX}も大きくなります。V_{LXlim}まで達すると、Lxスイッチ保護回路によりLxスイッチをoffします。

RH5RH

RH5RH501A

V_{OUT} = 5.0V

記号	項目	測定条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
V _{OUT}	出力電圧		4.875	5.000	5.125	V
V _{IN}	最大入力電圧				8	V
V _{start}	動作開始電圧	I _{OUT} =1mA、V _{IN} : 0 2V		0.8	0.9	V
V _{hold}	動作保持電圧	I _{OUT} =1mA、V _{IN} : 2 0V	0.7			V
I _{DD1}	消費電流1	OUT端子を測定		30	45	μA
I _{DD2}	消費電流2	OUT端子を測定、V _{IN} = 5.5V		2	5	μA
I _{LX}	Lxスイッチ電流	V _{LX} = 0.4V	80			mA
I _{LXleak}	Lxリーク電流	V _{LX} = 6V、V _{IN} = 5.5V			0.5	μA
f _{osc}	発振周波数		40	50	60	kHz
Maxdty	最大デューティ比	on (V _{LX} “L”) 側	70	80	90	%
	効率		70	85		%
t _{start}	スロースタート時間*1	V _{OUT} = 5Vに上がる時間	0.5	2.0		ms
V _{LXlim}	V _{LX} 制御電圧*2	Lxスイッチon時	0.65	0.8	1.0	V

指定の無いとき : V_{IN} = 3V、V_{SS} = 0V、I_{OUT} = 10mA、T_{opt} = 25、基本回路例 (図1) の外付け回路

* 1) スロースタート回路のシーケンスは次の通りです。

V_{IN}印加 約200μs間基準電圧源V_{ref} = 0Vに保持 この間に誤差増幅回路出力 = “H”へ V_{ref}が立ち上がった後、誤差増幅回路出力が内部位相補償回路の作用により少しずつ適正值まで下がる。出力もそれに合わせて徐々に上がる。

* 2) I_{LX}はLxスイッチon後徐々に増加し、これにともないV_{LX}も大きくなります。V_{LXlim}まで達すると、Lxスイッチ保護回路によりLxスイッチをoffします。

RH5RH302B

V_{OUT} = 3.0V

記号	項目	測定条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
V _{OUT}	出力電圧		2.925	3.000	3.075	V
V _{IN}	最大入力電圧				8	V
V _{start}	発振開始電圧	EXT無負荷、V _{OUT} : 0 2V		0.7	0.8	V
I _{DD1}	消費電流1	EXT無負荷、V _{OUT} = 2.88V		30	50	μA
I _{DD2}	消費電流2	EXT無負荷、V _{OUT} = 3.5V		2	5	μA
I _{EXTH}	EXT “H” 出力電流	V _{EXT} = V _{OUT} - 0.4V			- 1.5	mA
I _{EXTL}	EXT “L” 出力電流	V _{EXT} = 0.4V	1.5			mA
f _{osc}	発振周波数		80	100	120	kHz
Maxdty	最大デューティ比	V _{EXT} “H” 側	70	80	90	%
t _{start}	スロースタート時間*1	V _{OUT} = 3V に達する時間	0.5	2.0		ms

指定の無いとき：V_{IN} = 1.8V、V_{SS} = 0V、I_{OUT} = 10mA、T_{opt} = 25、基本回路例（図2）の外付け回路

* 1) スロースタート回路のシーケンスは次の通りです。

V_{IN}印加 約200μs間基準電圧源V_{ref} = 0Vに保持 この間に誤差増幅回路出力 = “H”へ V_{ref}が立ち上がった後、誤差増幅回路出力が内部位相補償回路の作用により少しずつ適正值まで下がる。出力もそれに合わせて徐々に上がる。

RH5RH502B

V_{OUT} = 5.0V

記号	項目	測定条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
V _{OUT}	出力電圧		4.875	5.000	5.125	V
V _{IN}	最大入力電圧				8	V
V _{start}	発振開始電圧	EXT無負荷、V _{OUT} : 0 2V		0.7	0.8	V
I _{DD1}	消費電流1	EXT無負荷、V _{OUT} = 4.8V		60	90	μA
I _{DD2}	消費電流2	EXT無負荷、V _{OUT} = 5.5V		2	5	μA
I _{EXTH}	EXT “H” 出力電流	V _{EXT} = V _{OUT} - 0.4V			- 2	mA
I _{EXTL}	EXT “L” 出力電流	V _{EXT} = 0.4V	2			mA
f _{osc}	発振周波数		80	100	120	kHz
Maxdty	最大デューティ比	V _{EXT} “H” 側	70	80	90	%
t _{start}	スロースタート時間*1	V _{OUT} = 5V に達する時間	0.5	2.0		ms

指定の無いとき：V_{IN} = 3V、V_{SS} = 0V、I_{OUT} = 10mA、T_{opt} = 25、基本回路例（図2）の外付け回路

* 1) スロースタート回路のシーケンスは次の通りです。

V_{IN}印加 約200μs間基準電圧源V_{ref} = 0Vに保持 この間に誤差増幅回路出力 = “H”へ V_{ref}が立ち上がった後、誤差増幅回路出力が内部位相補償回路の作用により少しずつ適正值まで下がる。出力もそれに合わせて徐々に上がる。

RH5RH303B

V_{OUT} = 3.0V

記号	項目	測定条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
V _{OUT}	出力電圧		2.925	3.000	3.075	V
V _{IN}	最大入力電圧				8	V
V _{start}	動作開始電圧	I _{OUT} = 1mA、V _{IN} : 0 2V		0.8	0.9	V
V _{hold}	動作保持電圧	I _{OUT} = 1mA、V _{IN} : 2 0V	0.7			V
	効率		70	85		%
I _{DD1}	消費電流1	OUT端子を測定		30	50	μA
I _{DD2}	消費電流2	OUT端子を測定、V _{IN} = 3.5V		2	5	μA
I _{LX}	L _x スイッチ電流	V _{LX} = 0.4V	60			mA
I _{LXleak}	L _x リーク電流	V _{LX} = 6V、V _{IN} = 3.5V			0.5	μA
I _{EXTH}	EXT “H” 出力電流	V _{EXT} = V _{OUT} - 0.4V			- 1.5	mA
I _{EXTL}	EXT “L” 出力電流	V _{EXT} = 0.4V	1.5			mA
V _{CEH1}	$\overline{\text{CE}}$ “H” レベル1	V _{OUT} 1.5V	V _{OUT} -04			V
V _{CEL1}	$\overline{\text{CE}}$ “L” レベル1	V _{OUT} 1.5V			0.4	V
V _{CEH2}	$\overline{\text{CE}}$ “H” レベル2	0.8V V _{OUT} < 1.5V	V _{OUT} -01			V
V _{CEL2}	$\overline{\text{CE}}$ “L” レベル2	0.8V V _{OUT} < 1.5V			0.1	V
I _{CEH}	$\overline{\text{CE}}$ “H” 入力電流	$\overline{\text{CE}}$ = 3V			0.5	μA
I _{CEL}	$\overline{\text{CE}}$ “L” 入力電流	$\overline{\text{CE}}$ = 0V	- 0.5			μA
f _{osc}	発振周波数		80	100	120	kHz
Maxdty	最大デューティ比	on (V _{LX} “L”) 側	70	80	90	%
t _{start}	スロースタート時間* ¹	V _{OUT} = 3Vに達する時間	0.5	2.0		ms
V _{LXlim}	V _{LX} 制限電圧* ²	L _x スイッチon時	0.65	0.8	1.0	V

指定の無いとき：V_{IN} = 1.8V、V_{SS} = 0V、I_{OUT} = 10mA、T_{opt} = 25、基本回路例（図3）の外付け回路

*1) スロースタート回路のシーケンスは次の通りです。

V_{IN}印加 約200μs間基準電圧源V_{ref} = 0Vに保持 この間に誤差増幅回路出力 = “H”へ V_{ref}が立ち上がった後、誤差増幅回路出力が内部位相補償回路の作用により少しずつ適正値まで下がる。出力もそれに合わせて徐々に上がる。

*2) I_{LX}はL_xスイッチon後徐々に増加し、これにともないI_{V_{LX}}も大きくなります。V_{LXlim}まで達すると、L_xスイッチ保護回路によりL_xスイッチをoffします。

RH5RH503B

V_{OUT} = 5.0V

記号	項目	測定条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
V _{OUT}	出力電圧		4.875	5.000	5.125	V
V _{IN}	最大入力電圧				8	V
V _{start}	動作開始電圧	I _{OUT} = 1mA、V _{IN} : 0 2V		0.8	0.9	V
V _{hold}	動作保持電圧	I _{OUT} = 1mA、V _{IN} : 2 0V	0.7			V
	効率		70	85		%
I _{DD1}	消費電流1	OUT端子を測定		60	90	μA
I _{DD2}	消費電流2	OUT端子を測定、V _{IN} = 5.5V		2	5	μA
I _{LX}	Lxスイッチ電流	V _{LX} = 0.4V	80			mA
I _{LXleak}	Lxリーク電流	V _{LX} = 6V、V _{IN} = 5.5V			0.5	μA
I _{EXTH}	EXT “H” 出力電流	V _{EXT} = V _{OUT} - 0.4V			- 2.0	mA
I _{EXTL}	EXT “L” 出力電流	V _{EXT} = 0.4V	2.0			mA
V _{CEH1}	$\overline{\text{CE}}$ “H” レベル1	V _{OUT} 1.5V	V _{OUT} -0.4			V
V _{CEL1}	$\overline{\text{CE}}$ “L” レベル1	V _{OUT} 1.5V			0.4	V
V _{CEH2}	$\overline{\text{CE}}$ “H” レベル2	0.8V V _{OUT} < 1.5V	V _{OUT} -0.1			V
V _{CEL2}	$\overline{\text{CE}}$ “L” レベル2	0.8V V _{OUT} < 1.5V			0.1	V
I _{CEH}	$\overline{\text{CE}}$ “H” 入力電流	$\overline{\text{CE}}$ = 5V			0.5	μA
I _{CEL}	$\overline{\text{CE}}$ “L” 入力電流	$\overline{\text{CE}}$ = 0V	- 0.5			μA
f _{osc}	発振周波数		80	100	120	kHz
Maxdty	最大デューティ比	on (V _{LX} “L”) 側	70	80	90	%
t _{start}	スロースタート時間*1	V _{OUT} = 5V に達する時間	0.5	2.0		ms
V _{LXlim}	V _{LX} 制限電圧*2	Lxスイッチon時	0.65	0.8	1.0	V

指定の無いとき：V_{IN} = 3V、V_{SS} = 0V、I_{OUT} = 10mA、T_{opt} = 25、基本回路例（図3）の外付け回路

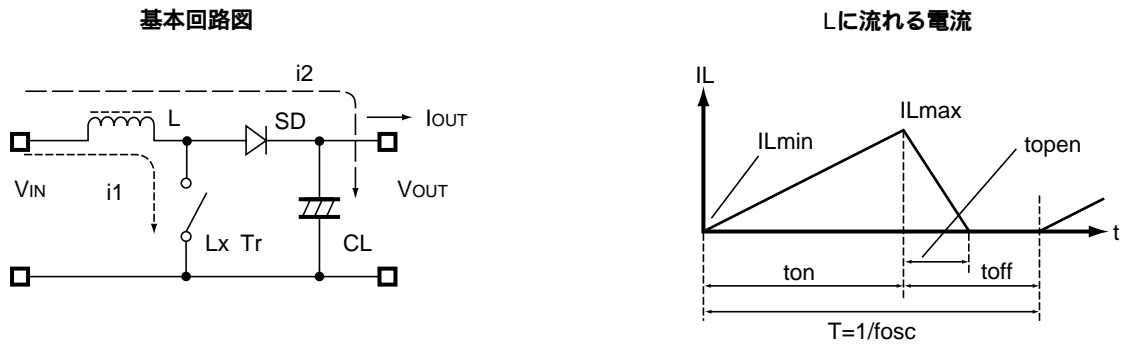
*1) スロースタート回路のシーケンスは次の通りです。

V_{IN}印加 約200μs間基準電圧源V_{ref} = 0Vに保持 この間に誤差増幅回路出力 = “H”へ V_{ref}が立ち上がった後、誤差増幅回路出力が内部位相補償回路の作用により少しずつ適正値まで下がる。出力もそれに合わせて徐々に上がる。

*2) I_{LX}はLxスイッチon後徐々に増加し、これにともないV_{LX}も大きくなります。V_{LXlim}まで達すると、Lxスイッチ保護回路によりLxスイッチをoffします。

昇圧DC/DCコンバータの動作と出力電流

昇圧DC/DCコンバータは、LxトランジスタがON時にこのエネルギーを入力電源にのせて開放することにより、入力電圧より高い出力電圧を得ています。図に従って説明します



- Step 1. Lx TrがONし、電流IL = i1が流れ、Lにエネルギーがチャージされます。このとき、Lx TrのONしている時間 (ton) に比例してIL = i1はIL = ILmin = 0から増加し、ILmaxに達します。
- Step 2. Lx TrがOFFすると、LはIL = ILmaxを保持しようとするため、ショットキー・ダイオード (SD) をONし、電流IL = i2を流します。
- Step 3. IL = i2は徐々に減少し、topen時間後、IL = ILmin = 0となってSDはOFFします。
但し、後述の連続モードの場合、IL = ILmin = 0になる前にtoff時間が無くなり、次のサイクルに入ってLx TrがONし、SDがOFFします。この場合、ILmin > 0が残っているため、IL = i1 = ILmin > 0から増加して行くことになります。

PWM制御方式の場合、単位時間当たりの昇圧回数 (fosc) を一定とし、tonをコントロールすることによって出力電圧を一定に保っています。

断続モードと連続モード

昇圧動作が一定状態で安定しているとき、コイルに流れる電流の最大値 (ILmax) と最小値 (ILmin) は上に示したように、Lx TrがONしているときとOFFしているときとで同じになります。このILmaxとILminの差をΔIとすると、

$$\Delta I = IL_{max} - IL_{min} = V_{IN} \cdot t_{on} / L = (V_{OUT} - V_{IN}) \cdot t_{open} / L \dots\dots\dots \text{式1}$$

但し、 $T = 1 / f_{osc} = t_{on} + t_{off}$
 $duty (\%) = t_{on} / T \cdot 100 = t_{on} \cdot f_{osc} \cdot 100$
 $t_{open} \quad t_{off}$

の関係があります。左辺がON時、右辺がOFF時の電流変化量を示します。

出力電流 (I_{OUT}) が比較的小さいときは、上の図に示すように $t_{open} < t_{off}$ となります。この場合、コイルに t_{on} の間に蓄積されたエネルギーが t_{off} の間に全て開放され、 $I_{Lmin} = 0$ となります。 I_{OUT} を徐々にとっていくと、ついに $t_{open} = t_{off}$ となり、さらに I_{OUT} をとると $I_{Lmin} > 0$ となります。前者を断絶モード (非連続モード)、後者を連続モードと呼びます。

連続モードにおいて、 t_{on} について式1を解いて、その解を t_{onc} とすると、

$$t_{onc} = T \cdot (1 - V_{IN}/V_{OUT}) \dots\dots\dots \text{式2}$$

となります。 $t_{on} < t_{onc}$ のときは断絶モード、 $t_{on} = t_{onc}$ のときが連続モードとなります。

断絶モードの出力電流

エネルギーの受渡しを考えることによって出力電流をもとめます。

まず、断絶モードについて、 L_x トランジスタがONしているときにコイルに蓄えられるエネルギーは、

$$\begin{aligned} P_{ON} &= \int_0^{t_{on}} V_{IN} \cdot I_L(t) dt = \int_0^{t_{on}} (V_{IN}^2 \cdot t/L) dt \\ &= V_{IN}^2 \cdot t_{on}^2 / (2 \cdot L) \dots\dots\dots \text{式3} \end{aligned}$$

昇圧タイプの場合、OFF時にもエネルギーが入力電源から供給されますので、

$$\begin{aligned} P_{OFF} &= \int_0^{t_{open}} V_{IN} \cdot I_L(t) dt = \int_0^{t_{open}} ((V_{OUT} - V_{IN}) \cdot t/L) dt \\ &= V_{IN} \cdot (V_{OUT} - V_{IN}) \cdot t_{open}^2 / (2 \cdot L) \end{aligned}$$

ここで、式1より $t_{open} = V_{IN} \cdot t_{on} / (V_{OUT} - V_{IN})$ となるので、代入して、

$$= V_{IN}^3 \cdot t_{on}^2 / (2 \cdot L \cdot (V_{OUT} - V_{IN})) \dots\dots\dots \text{式4}$$

式3、4の和をTで割ったものが入力電力となります。これがすべて出力に変換されたとすると、

$$P_{IN} = (P_{ON} + P_{OFF}) / T = V_{OUT} \cdot I_{OUT} = P_{OUT} \dots\dots\dots \text{式5}$$

式3、4を代入して I_{OUT} について解くと、

$$I_{OUT} = V_{IN}^2 \cdot t_{on}^2 / (2 \cdot L \cdot T \cdot (V_{OUT} - V_{IN})) \dots\dots\dots \text{式6}$$

となります。

このとき、 $L \cdot L_x \cdot Tr \cdot SD$ に流れるピーク電流は、

$$I_{Lmax} = V_{IN} \cdot t_{on} / L \dots\dots\dots \text{式7}$$

です。 I_{Lmax} に注意して入出力条件、周辺部品を決定する必要があります。

連続モードの出力電流

I_{OUT} を大きくとって連続モードに入ると $I_{Lmin} = I_{const} > 0$ が常時コイルに流れるようになります。よって、式5の P_{IN} に $V_{IN} \cdot I_{const}$ が足されることになるので

$$P_{IN} = V_{IN} \cdot I_{const} + (P_{ON} + P_{OFF})/T = V_{OUT} \cdot I_{OUT} = P_{OUT}$$

I_{OUT} について解くと、

$$I_{OUT} = V_{IN}^2 \cdot \text{ton}^2 / (2 \cdot L \cdot T \cdot (V_{OUT} - V_{IN})) + V_{IN} \cdot I_{const} / V_{OUT} \dots\dots\dots \text{式8}$$

となります。

このとき、 $L \cdot L_x \text{Tr} \cdot SD$ に流れるピーク電流は、

$$I_{Lmax} = V_{IN} \cdot \text{ton} / L + I_{const} \dots\dots\dots \text{式9}$$

です。

式6～9から、 L の値が大きいほど負荷に対して早く連続モードに入り、かつ、 I_{Lmax} と I_{Lmin} 差が小さくなり、 I_{Lmax} の値も小さくなるのが分かります。

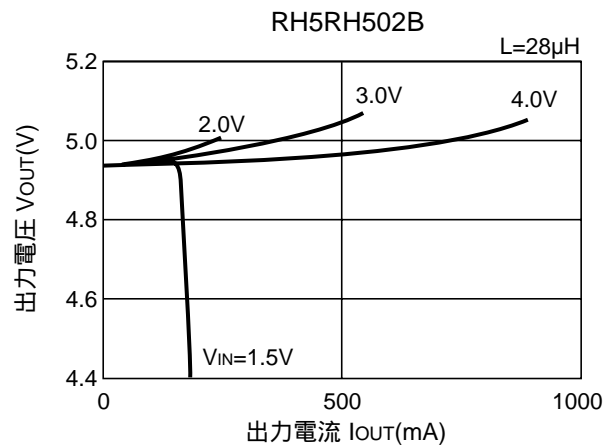
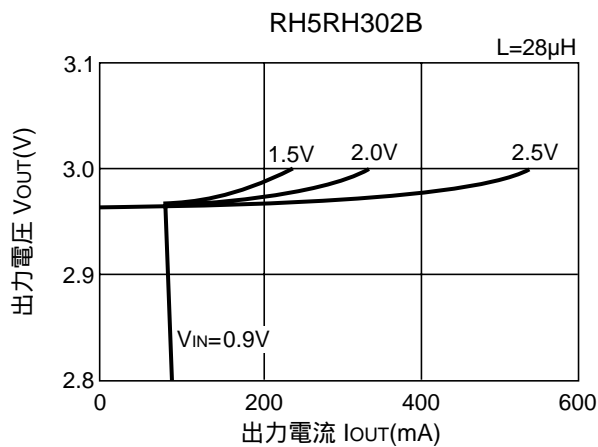
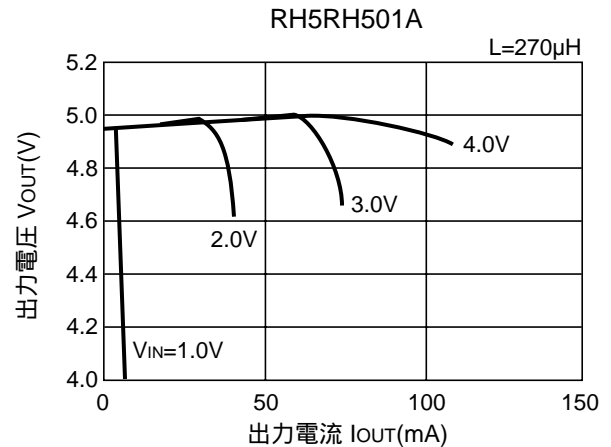
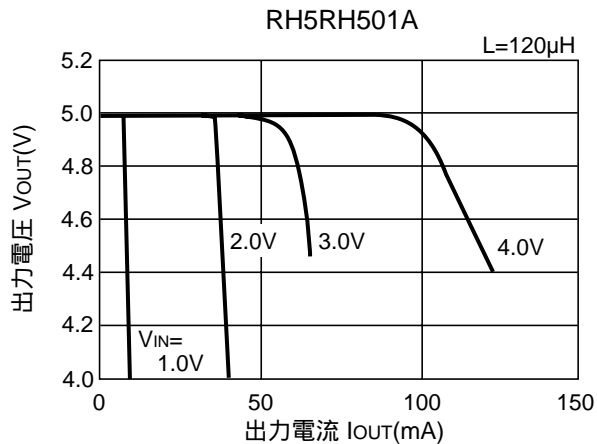
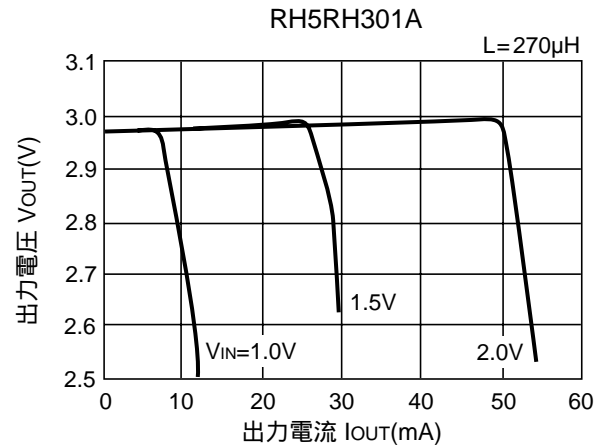
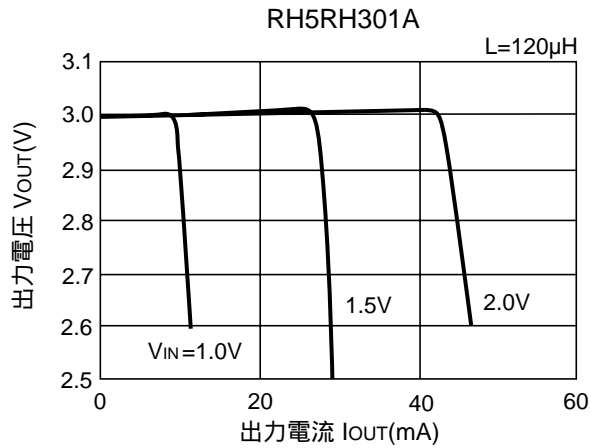
よって、同じ負荷に対しては、 L の値が大きいほど周辺部品に対する負荷が小さく、リップルも小さくなって有利となります。但し L の電流容量が厳しくなり、また、 V_{IN} が低く連続モードに入れない時に、式6により I_{OUT} が小さくなるので注意が必要です。

使用上の注意点

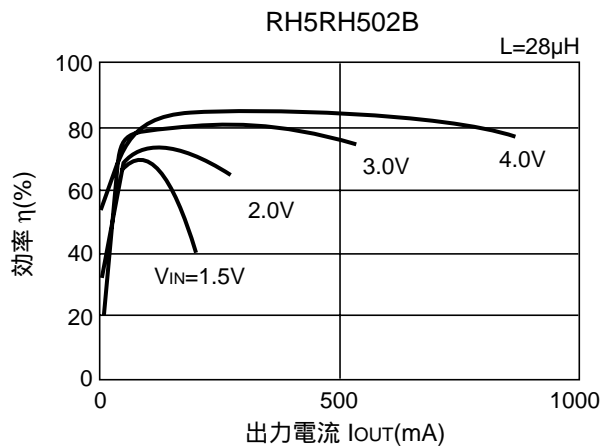
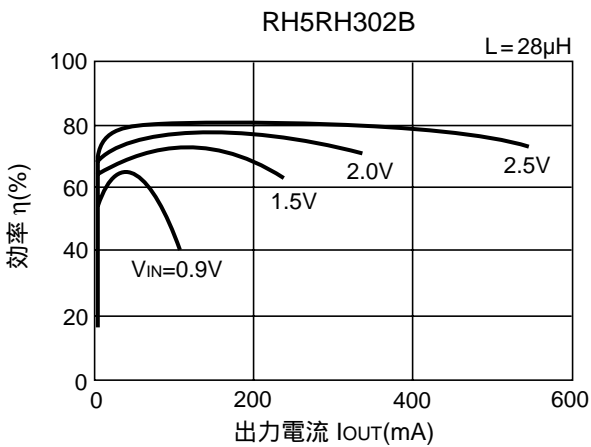
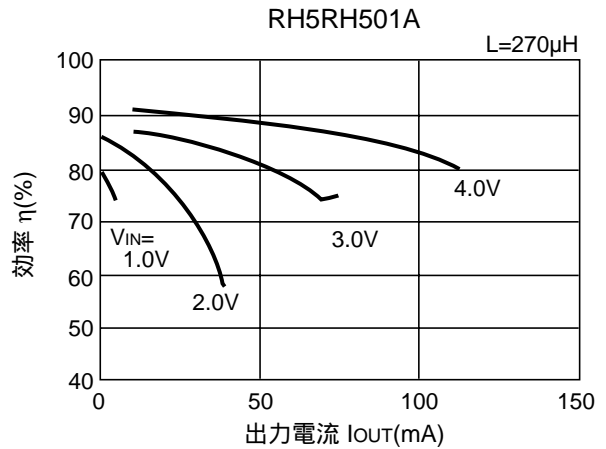
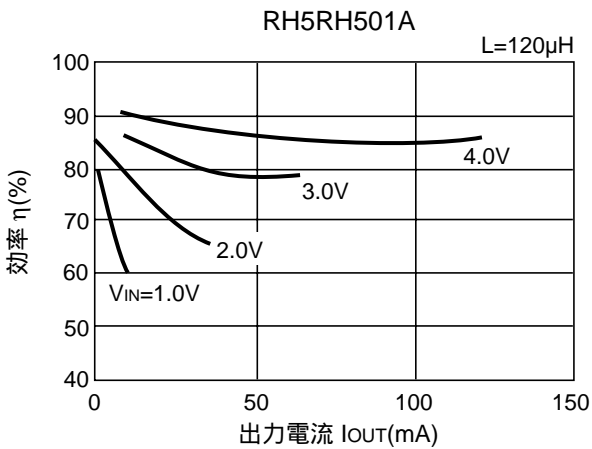
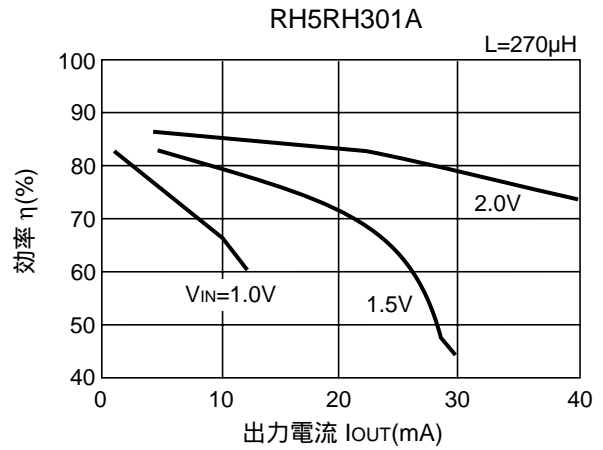
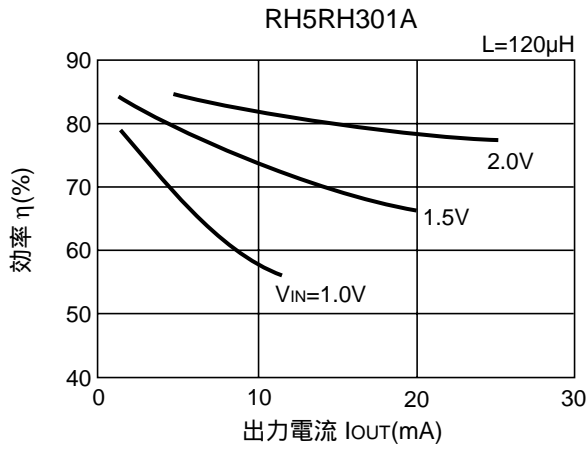
以上の説明は理想的な場合の計算で、外付け部品や $L_x SW$ でのロスが含まれておりません。実際の最大出力電流は上記の50～80%となります。特に I_L が大きいときや V_{IN} が低いときは $L_x SW$ による電圧降下分だけ V_{IN} をロスするので注意が必要です。また、 V_{OUT} については、ダイオードの V_f 分（ショットキー・タイプで0.3V程度）を考慮する必要があります。

特性例

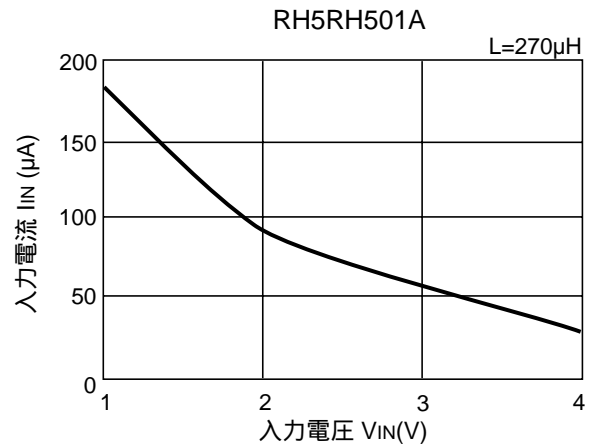
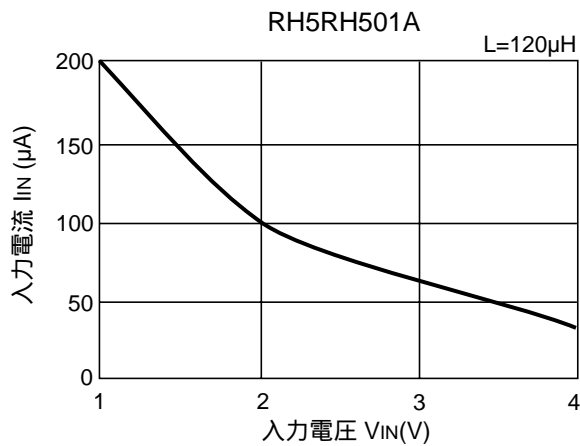
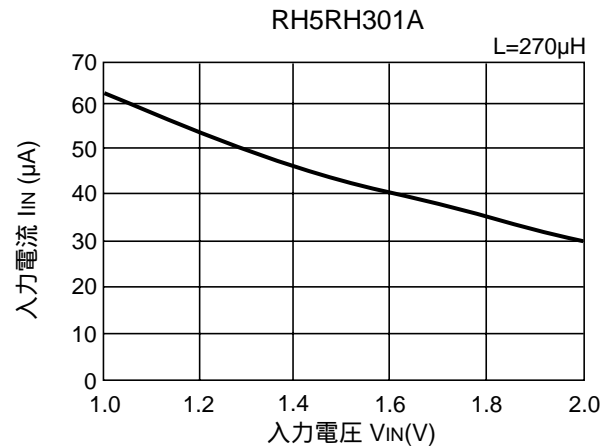
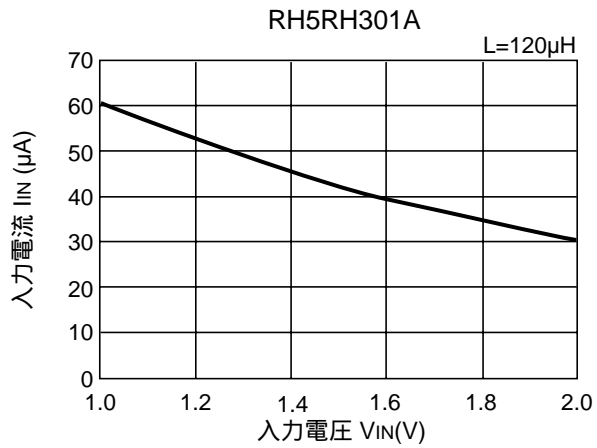
1) 出力電圧対出力電流特性例



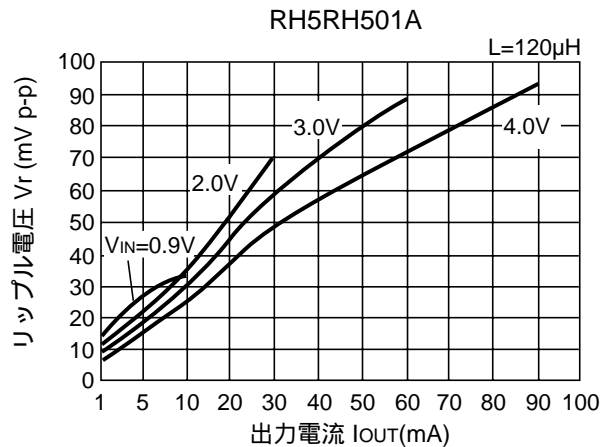
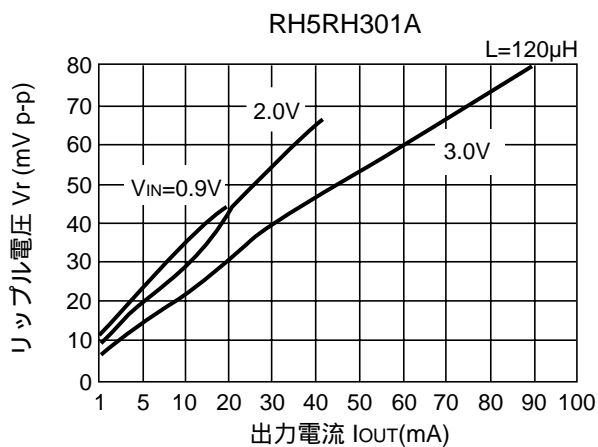
2) 効率が出力電流特性例

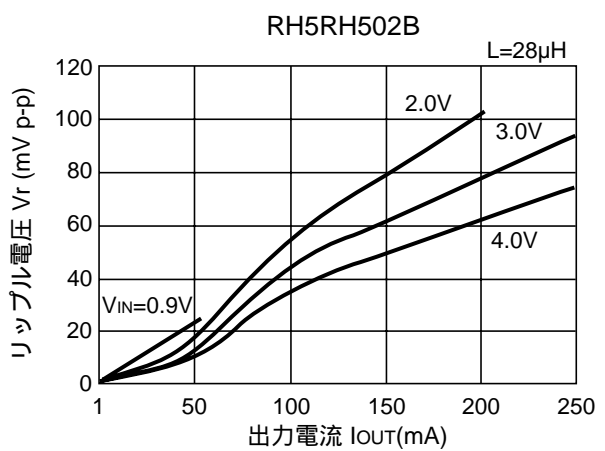
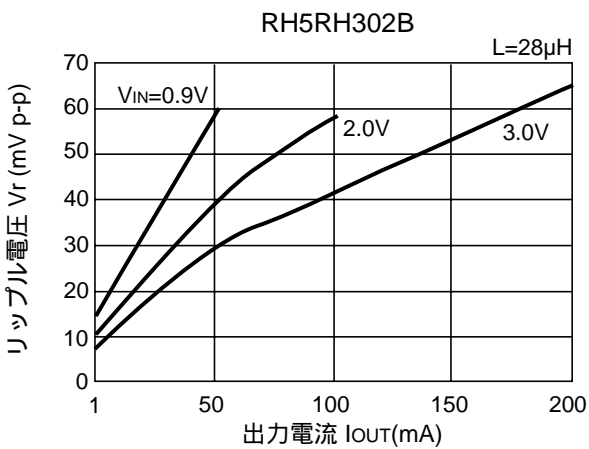
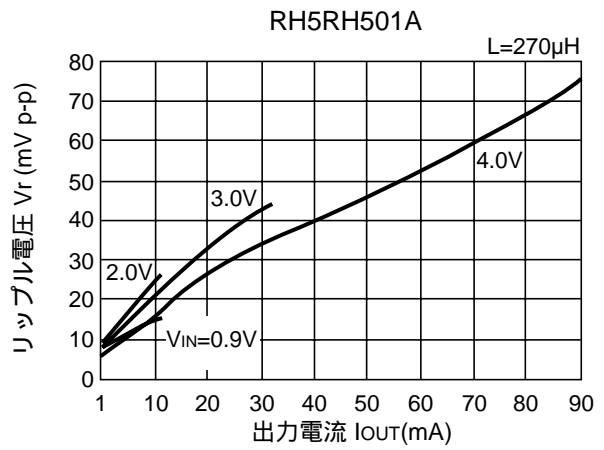
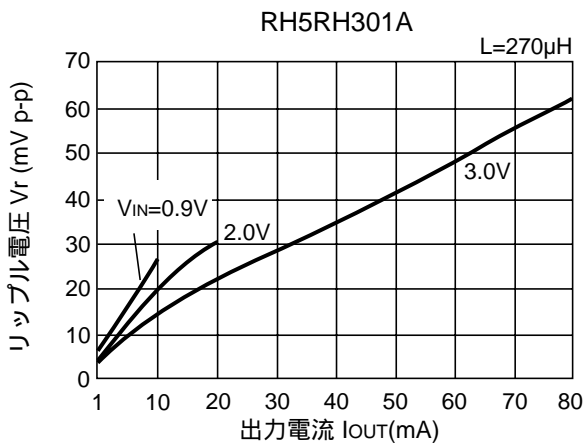


3) 無負荷時入力電流対入力電圧特性例

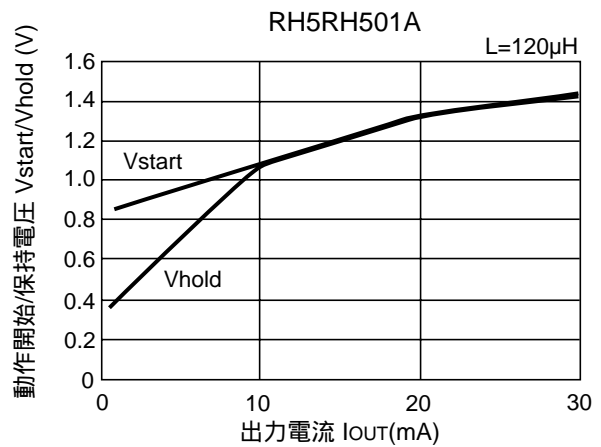
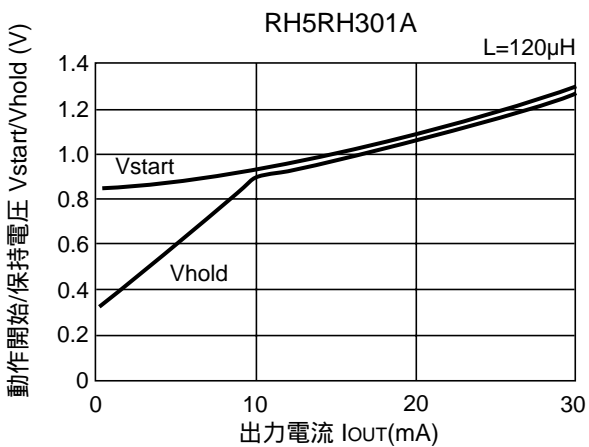


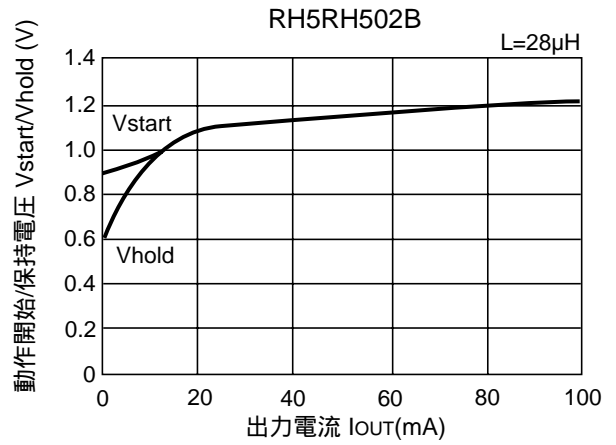
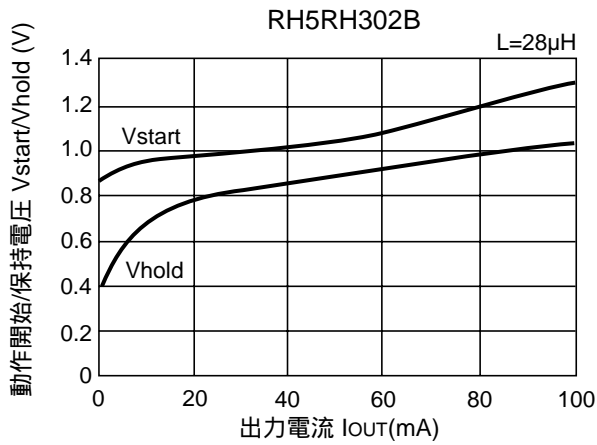
4) リップル電圧対出力電流特性例



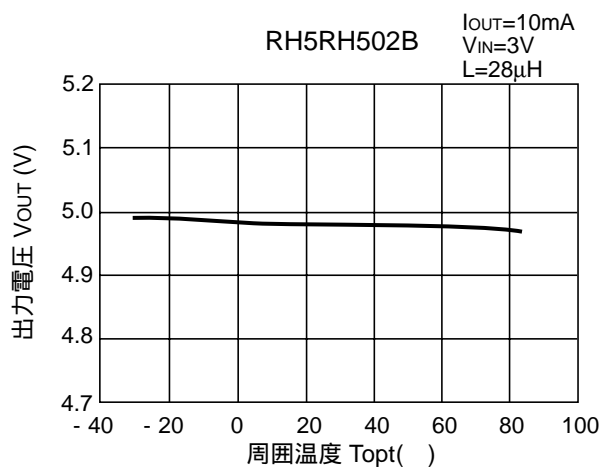
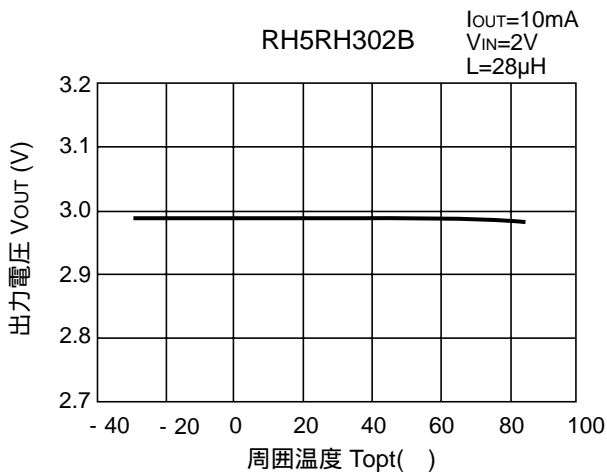
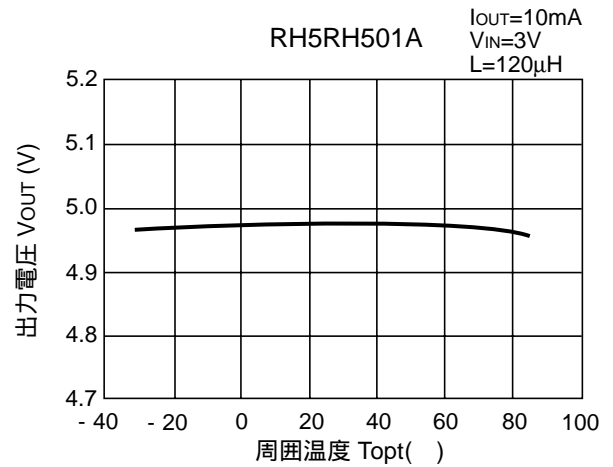
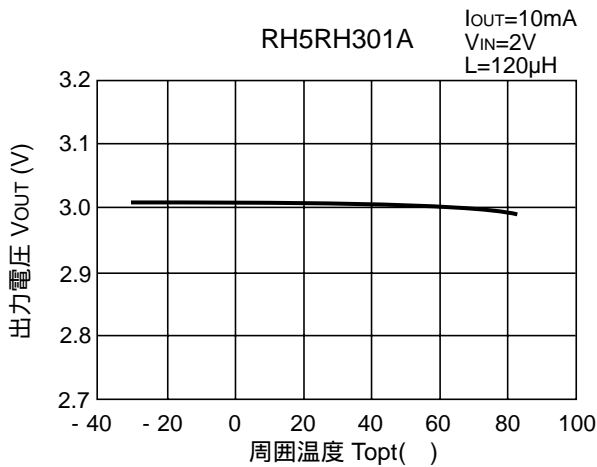


5) 動作開始電圧/保持電圧対出力電流特性例 (Topt = 25)

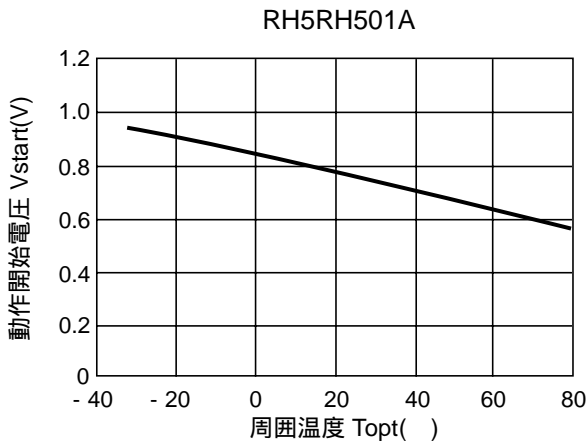




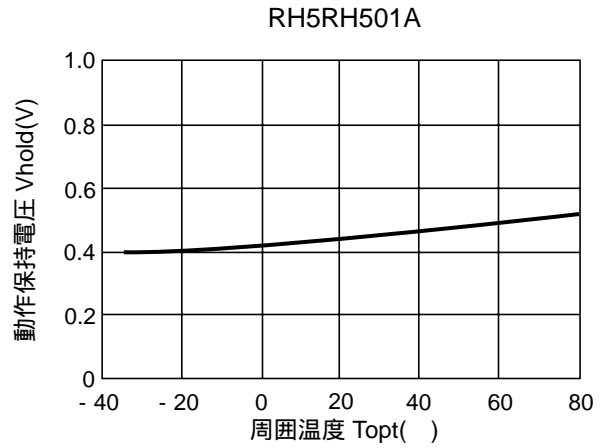
6) 出力電圧对周围温度特性例



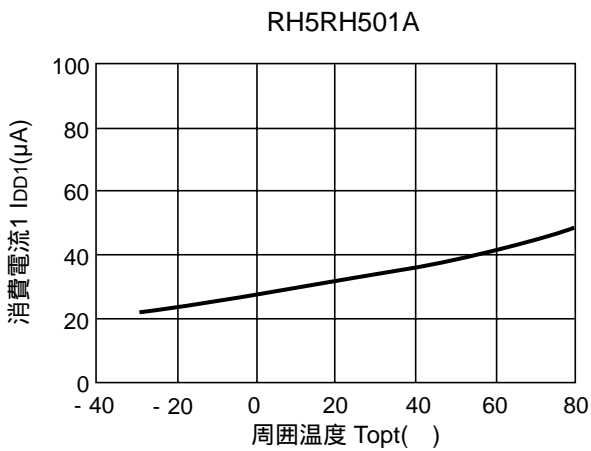
7) 動作開始電圧対周囲温度特性例



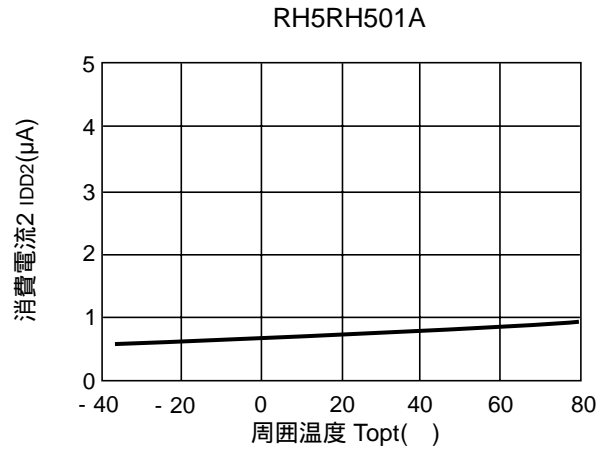
8) 動作保持電圧対周囲温度特性例



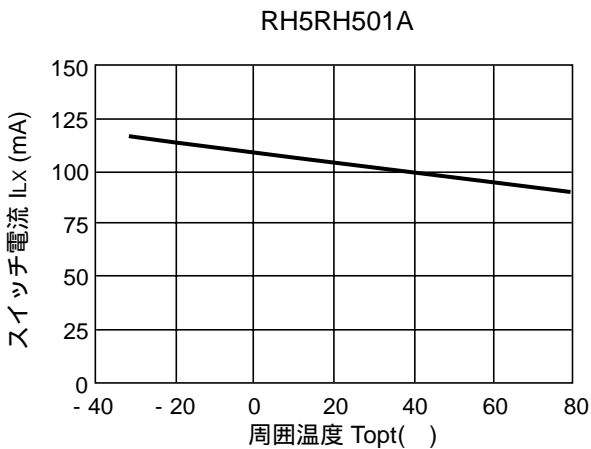
9) 消費電流1対周囲温度特性例



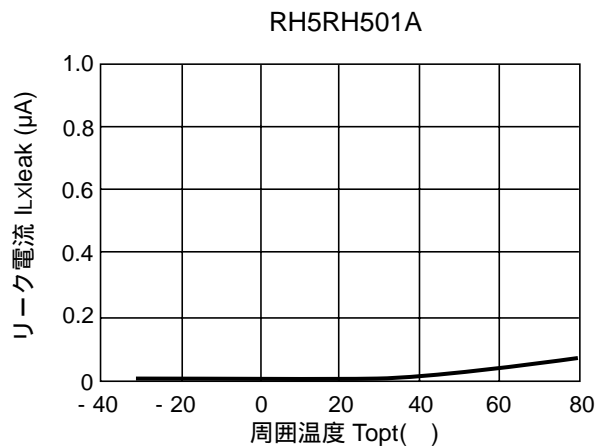
10) 消費電流2対周囲温度特性例



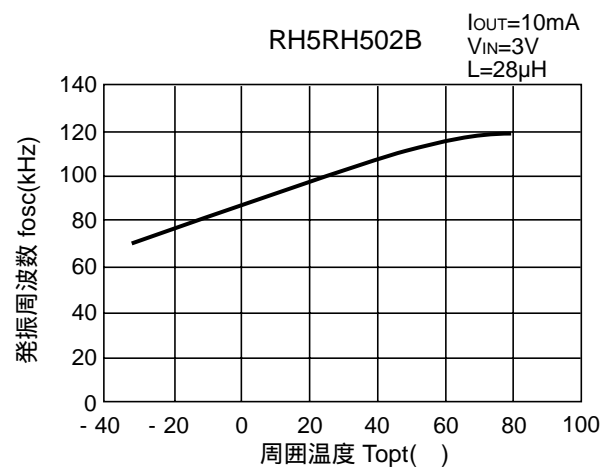
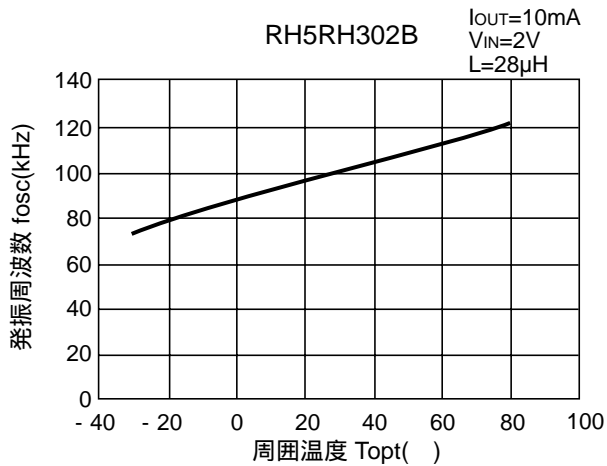
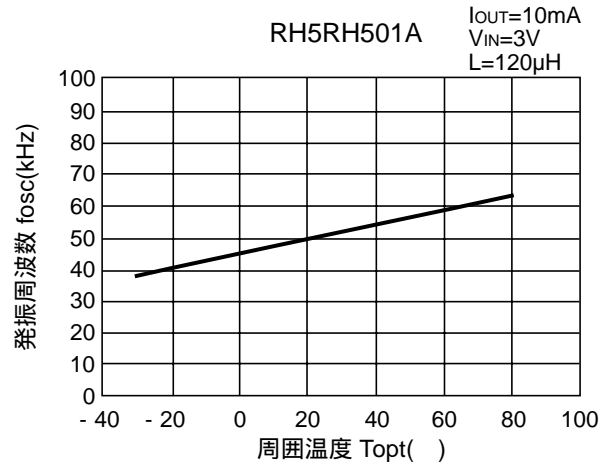
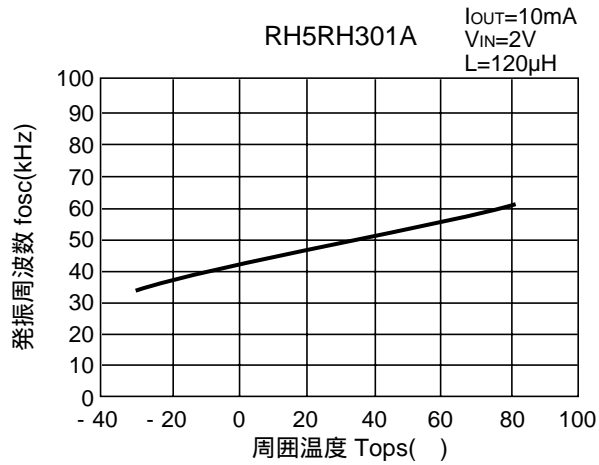
11) Lxスイッチ電流対周囲温度特性例



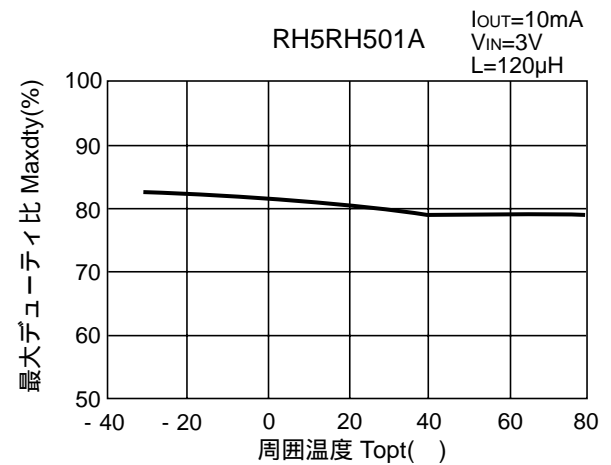
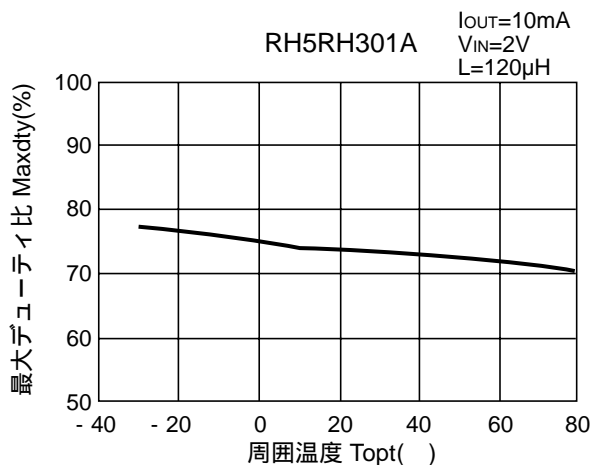
12) Lxリーク電流対周囲温度特性例

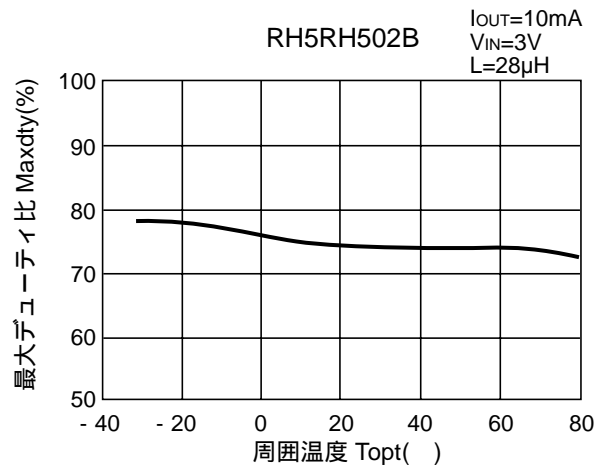
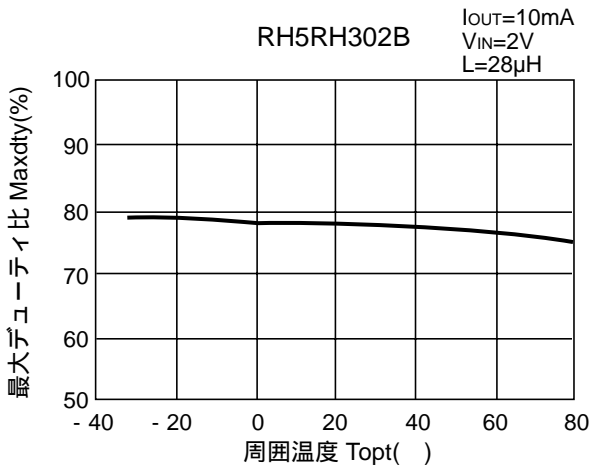


13) 発振周波数対周囲温度特性例

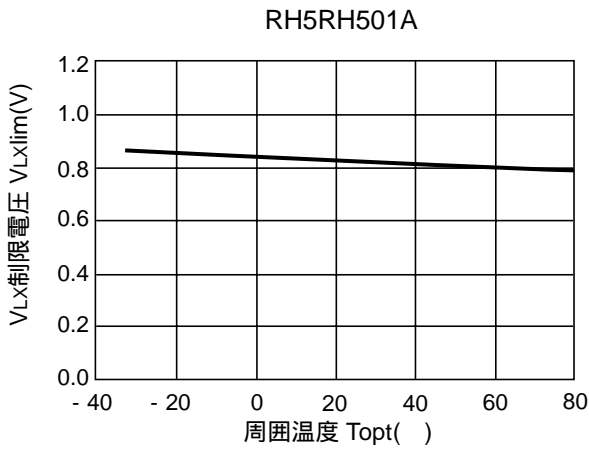


14) 最大デューティ比対周囲温度特性例

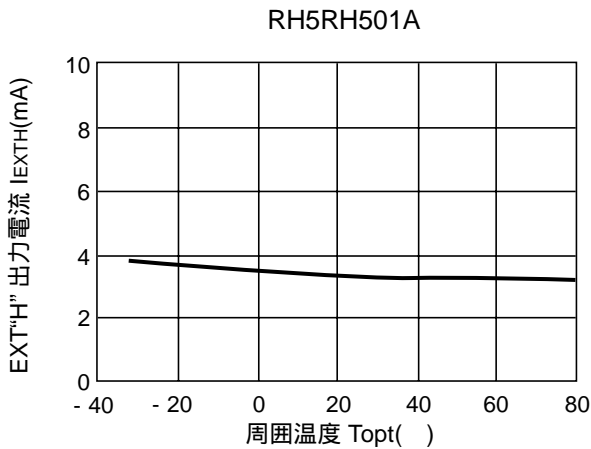




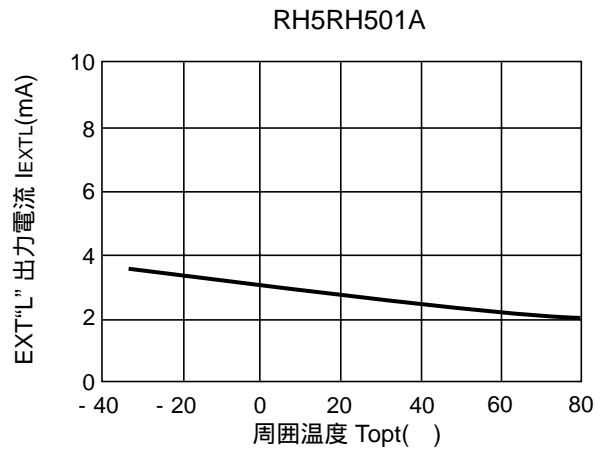
15) V_{LX} 制限電圧対周囲温度特性例



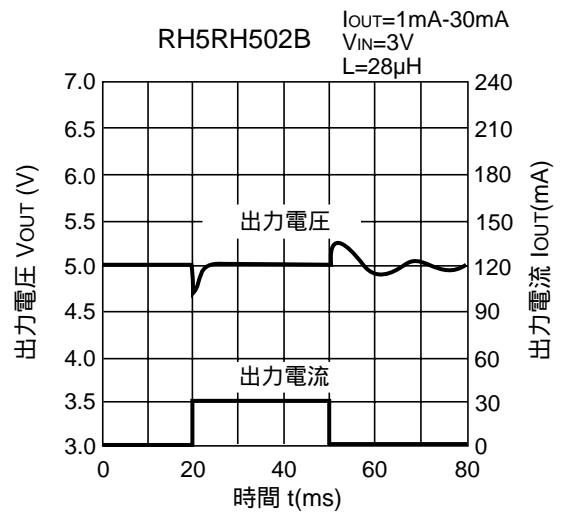
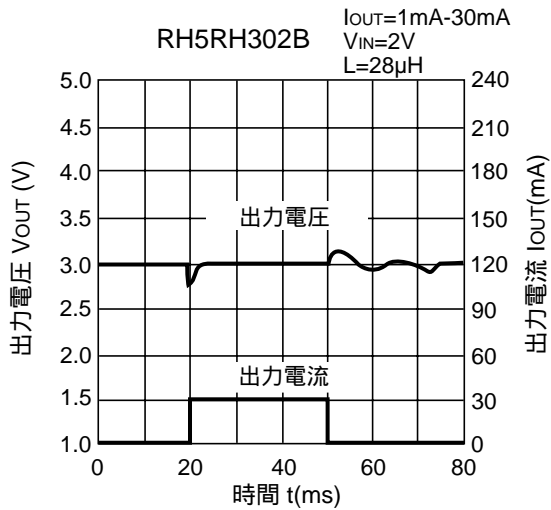
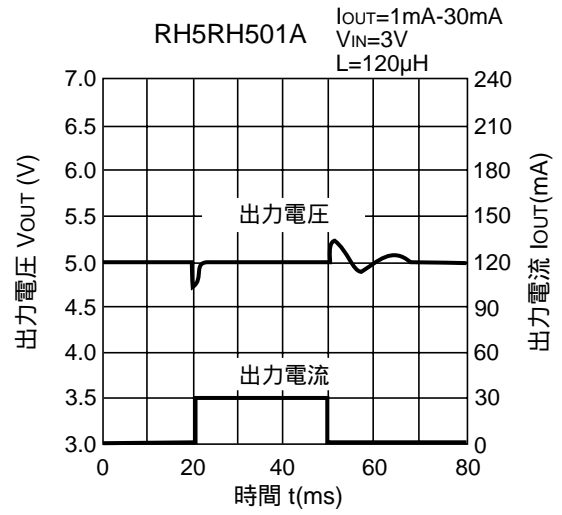
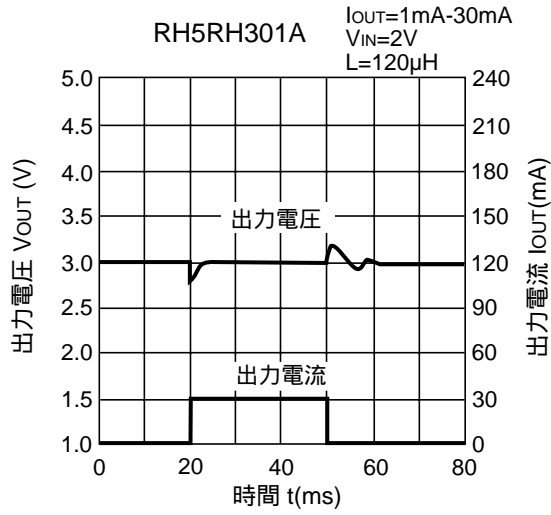
16) EXT "H" 出力電流対周囲温度特性例



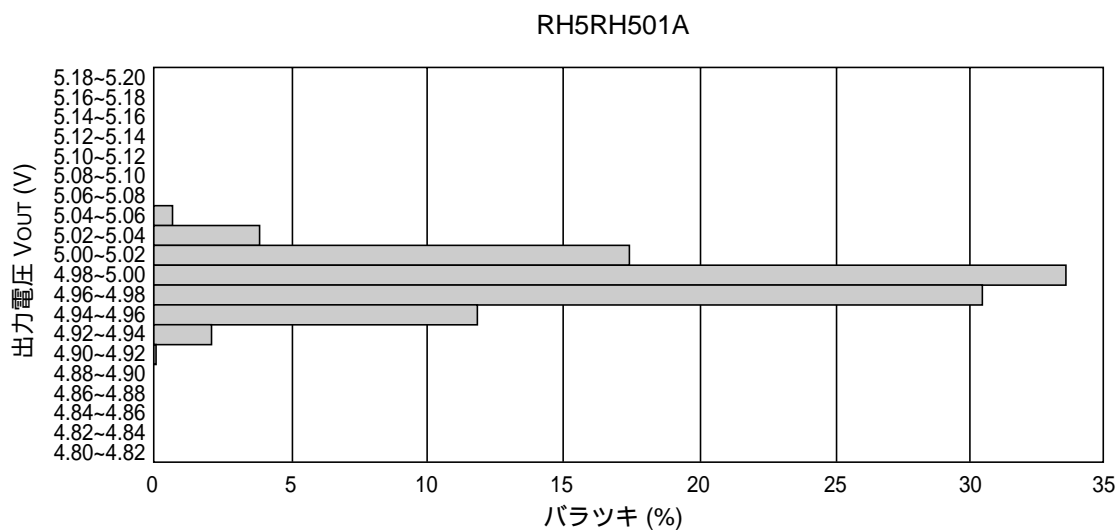
17) EXT "L" 出力電流対周囲温度特性例



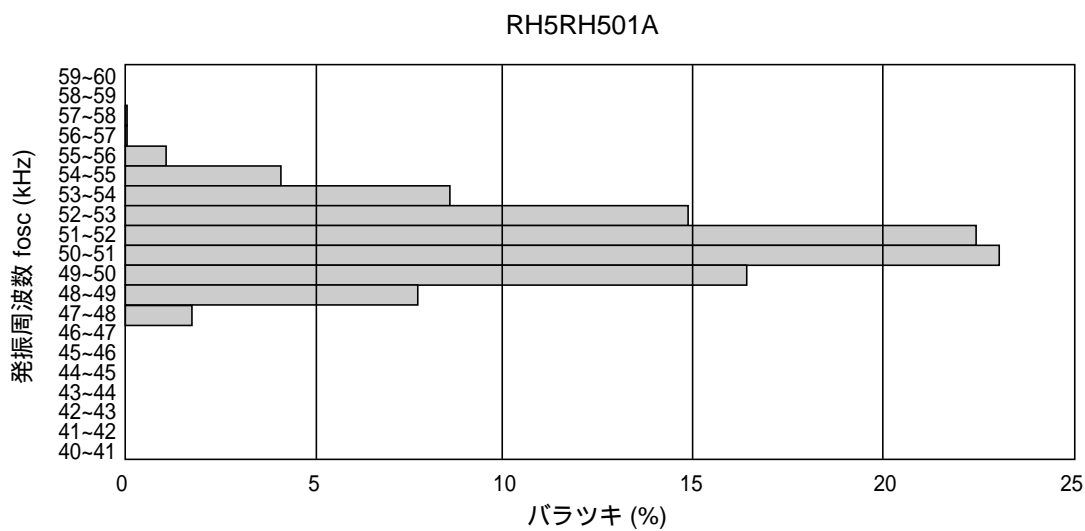
18) 負荷過渡応答特性例



19) 出力電圧バラツキ例

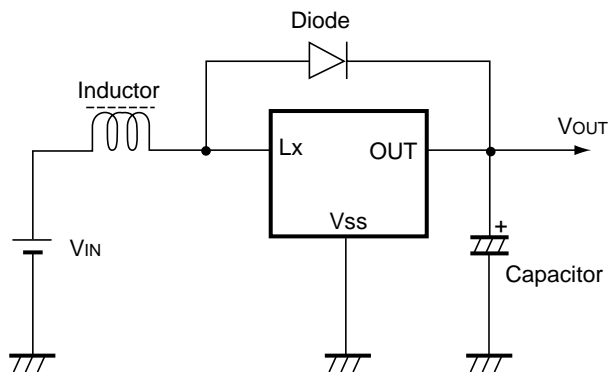


20) 発振周波数バラツキ例



基本回路例

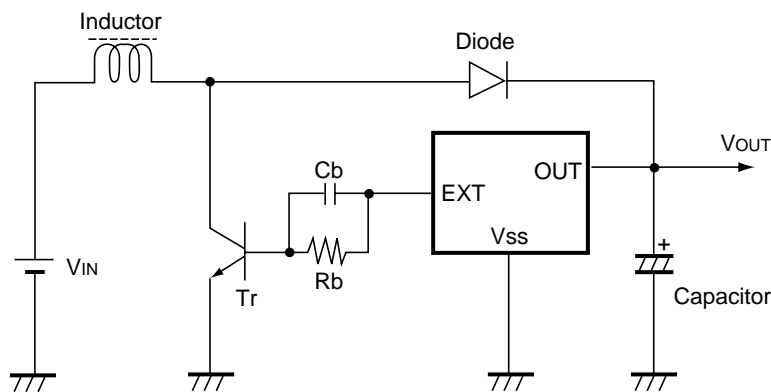
RH5RH × × 1A タイプ



部品例 コイル(L) : 120 μ H (スミダ電機 CM-5)
 ダイオード(D) : MA721 (松下電子、ショットキータイプ)
 コンデンサ(C_L) : 22 μ F (タンタルタイプ)

図1

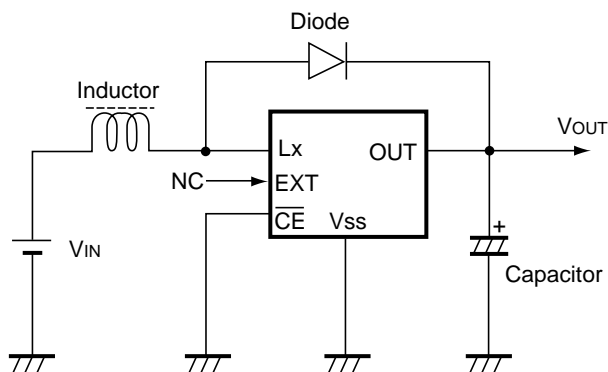
RH5RH × × 2B タイプ



部品例 コイル(L) : 28 μ H (トロイダルコアタイプ)
 ダイオード(D) : HRP22 (日立、ショットキータイプ)
 コンデンサ(C_L) : 100 μ F (タンタルタイプ)
 トランジスタ(Tr) : 2SD1628G
 ベース抵抗(R_b) : 300 Ω
 ベースコンデンサ(C_b) : 0.01 μ F

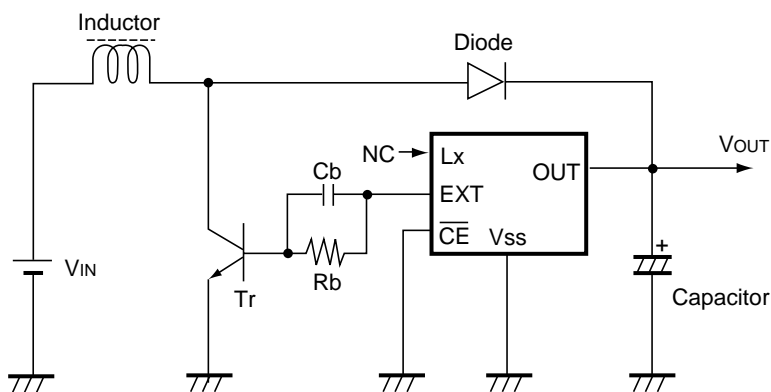
図2

RH5RH x x 3B タイプ



- 部品例 コイル (L) : 120 μ H (スミダ電機 CM-5)
 ダイオード (D) : MA721 (松下電子、ショットキータイプ)
 コンデンサ (CL) : 22 μ F (タンタルタイプ)

図3



- 部品例 コイル (L) : 28 μ H (トロイダルコアタイプ)
 ダイオード (D) : HRP22 (日立、ショットキータイプ)
 コンデンサ (CL) : 100 μ F (タンタルタイプ)
 トランジスタ (Tr) : 2SD1628G
 ベース抵抗 (Rb) : 300 Ω
 ベースコンデンサ (Cb) : 0.01 μ F

図4

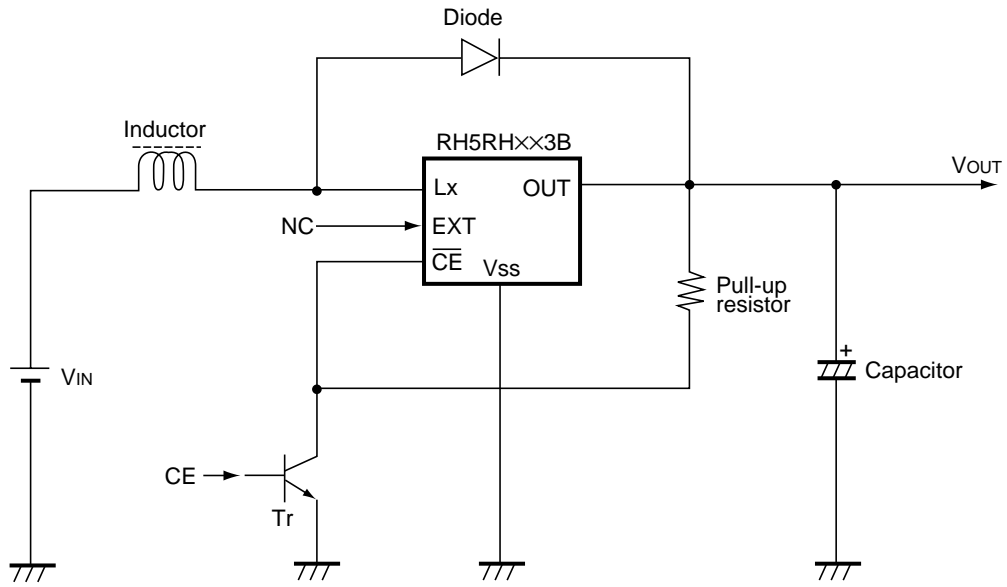
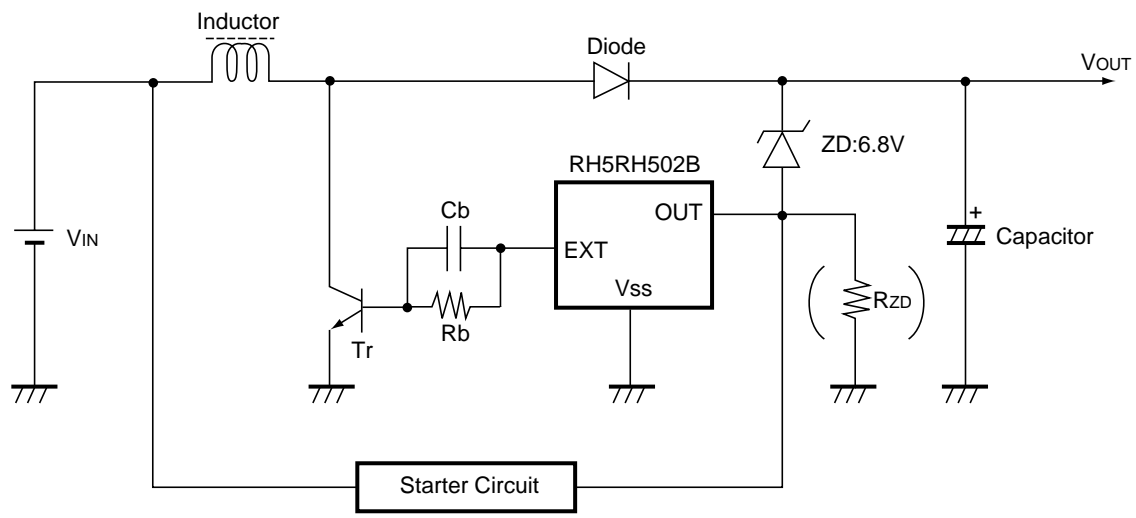
\overline{CE} 端子驅動回路

図5

応用回路例

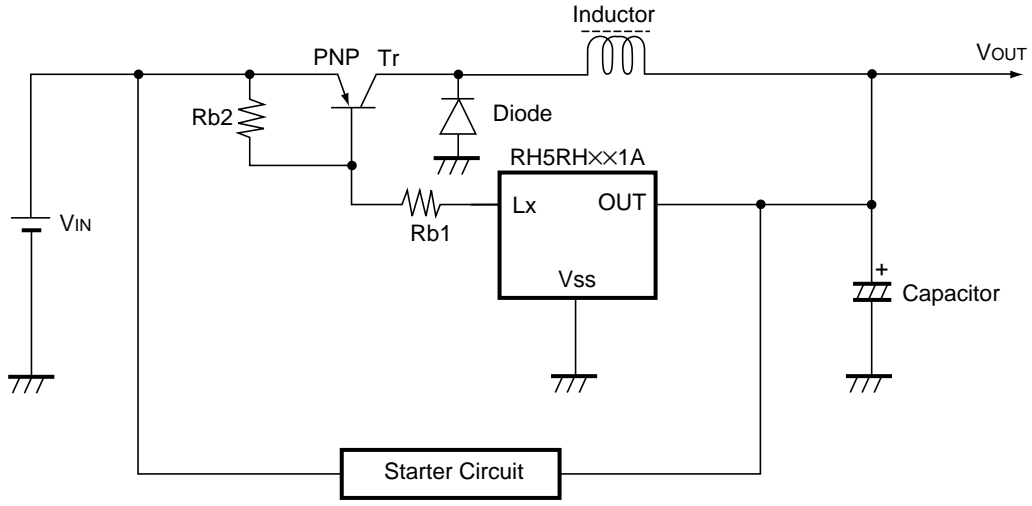
12V昇圧回路



*) 軽負荷時、出力が安定しない場合、RzDを追加して、ツェナーダイオードZDにバイアス電流を流して下さい。

図6

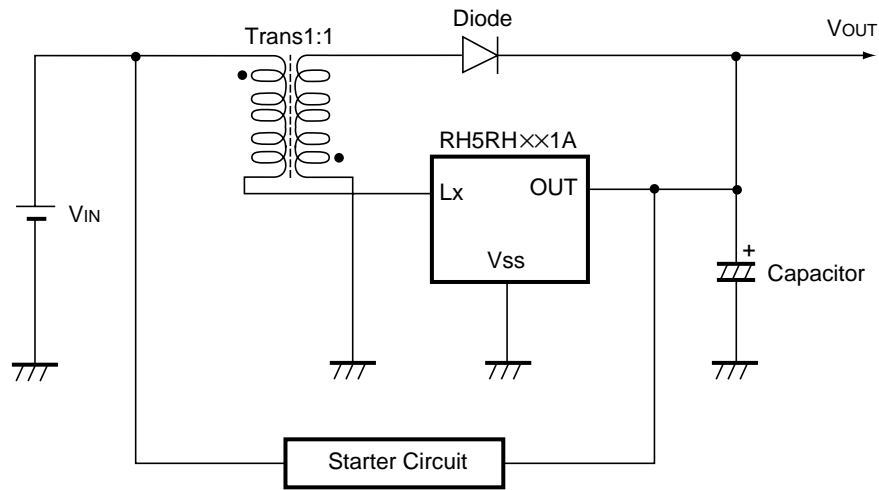
降圧回路



*) PNP TrがOFFの時、Lx端子電圧が定格を超える場合は、RH5RH x x 2Bを用い、外付けNPN TrにてPNP Trをドライブして下さい。

図7

フライバック昇降圧回路

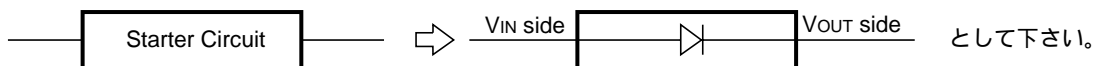


■ *) 出力電流等によって、RH5RH × × 2B を使用して下さい。

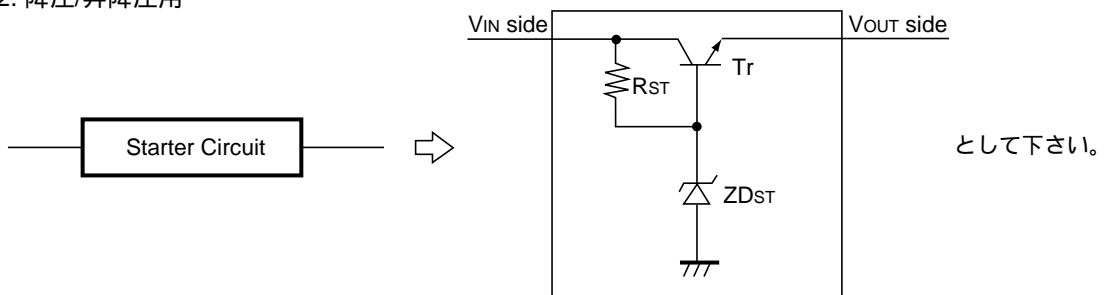
図8

* 以上の回路はすべてスタート回路が必要です。

1. 昇圧用



2. 降圧/昇降圧用



ZDST : 2.5V以上、IC出力設定電圧以下のもの
RST : ZDST、Trバイアス用 数k~数百kΩ

使用上の注意点

本ICを使用される際、次の点に注意してください。

外付け部品を極力ICの近くに置き、配線を短くしてください。特に、OUT端子に接続されているコンデンサは最短距離で配線してください。

グランド配線を十分強化してください。V_{SS}端子にはスイッチングによる大電流が流れます。

V_{SS}配線のインピーダンスが高いとIC内部の電位がスイッチング電流により変動し、動作が不安定になることがあります。

コンデンサの容量は10 μ F以上とし、タンタルコンデンサ等の高周波特性の良いものを使用してください。また、L_xトランジスタがoffするときに、コイルの作用によりスパイク状の高い電圧を発生することがありますので、コンデンサの耐圧は出力設定電圧の3倍以上のものを使用されるようおすすめいたします。

コイルの選択にご注意下さい。直流抵抗が小さく、許容電流が十分有り磁気飽和しにくいものを選んでください。また、コイルのインダクタンス値が小さすぎると最大負荷時にI_{LX}が絶対最大定格を超える可能性があります。適正な値を選択してください。(出力電流と周辺部品の選択参照)

ダイオードにはショットキータイプのスイッチング速度の速いものを選んでください。また、電流容量にご注意ください。(出力電流と周辺部品の選択参照)

本ICにはスロースタート回路が設けてありますが、周辺回路や入出力条件により、出力電圧のオーバーシュートが生じることがあります。特に、入力電圧の立ち上がりが遅い場合顕著になります。問題となる場合、出力(O_{UT}端子)をツェナーダイオードにてクランプする等の対策を取ってください。

入出力の変動に対する過渡応答特性は、発振防止のため、内部位相補正回路により若干遅く設定されています。このため、出力電圧のオーバーシュート・アンダーシュートが生じることがありますのでご注意ください。

内部位相補償回路は十分考慮して設定されていますが、外付け条件により発振する場合があります。特にコイルの値を大きくした場合注意が必要です。

本ICを用いた電源回路の性能は周辺回路に大きく依存します。周辺部品の設定には十分注意してください。特に各部品、基板パターンおよび本ICについて各定格値(電圧、電流、電力)を超えないように周辺回路を設計してください。