

カレントモード MOSFET ドライブ 昇圧/フライバック用 スイッチングレギュレータ IC

■ 特長

- カレントモード制御
- 広動作電圧範囲 2.5V to 40V
- Nch MOSFET ドライブ電圧 10V typ.
- 広発振周波数 50kHz to 1MHz
- 外部クロックに同期可能
- PWM 制御方式
- ソフトスタート機能 内部固定 20ms typ.
- スタートアップ電圧を設定可能
- 過電圧保護機能
- 過電流保護機能 (Hiccup)
- 低電圧誤動作防止回路 (UVLO)
- サーマルシャットダウン機能
- スタンバイ機能
- 外形 VSP10

■ 概要

NJW4142 は、2.5V ~ 40V の広動作電圧範囲に対応した昇圧、フライバック用スイッチングレギュレータ IC です。Nch MOSFET を効率よく駆動するためのドライバを内蔵し、大電流出力のアプリケーションを実現します。

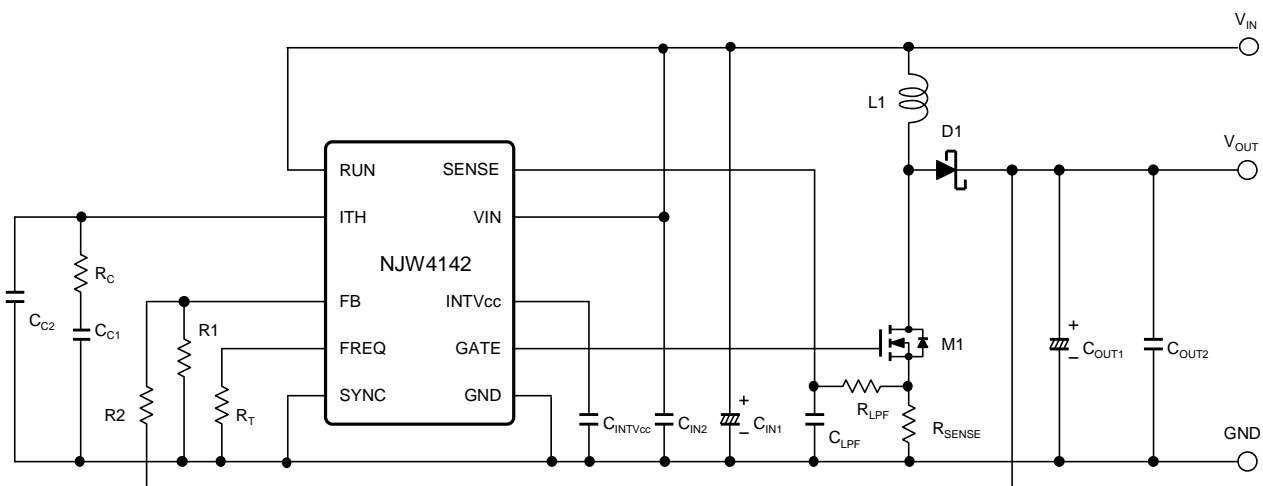
保護機能にパルス・バイ・パルスの過電流検出を搭載し、過負荷時のスイッチング電流を制限します。負荷異常の回復にともない、スイッチングの自動復帰が可能です。

車載アプリケーション、産業機器などの昇圧電源用途に最適です。

■ アプリケーション

- 車載アプリケーション
- 産業機器
- その他、小・中電力用途の昇圧アプリケーション

■ 標準アプリケーション回路



■ 絶対最大定格

項目	記号	定格	単位
電源電圧	V_{IN}	-0.3 to +45	V
INTV _{CC} 端子電圧	$V_{INTV_{CC}}$	-0.3 to +11 ⁽¹⁾	V
INTV _{CC} 出力電流	$I_{INTV_{CC}}$	50	mA
GATE 端子電圧	V_{GATE}	-0.3 to $V_{INTV_{CC}}+0.3$	V
GATE 端子ピーク電流	I_{GATE_PEAK+} I_{GATE_PEAK-}	4400 (Source) 4200 (Sink)	mA
FB 端子電圧	V_{FB}	-0.3 to +6	V
RUN 端子電圧	V_{RUN}	-0.3 to +45	V
SYNC 端子電圧	V_{SYNC}	-0.3 to +6	V
SENSE 端子電圧	V_{SENSE}	-0.3 to +45	V
消費電力 (Ta=25°C) VSP10	P_D	560 ⁽²⁾ 780 ⁽³⁾	mW
接合部温度	T_j	-40 to +150	°C
動作温度	T_{opr}	-40 to +125	°C
保存温度	T_{stg}	-50 to +150	°C

(1): 電源電圧が 11V 以下の時は電源電圧と等しくなります

(2): 基板実装時 76.2×114.3×1.6mm(2層 FR-4)で EIA/JEDEC 準拠による

(3): 基板実装時 76.2×114.3×1.6mm(4層 FR-4)で EIA/JEDEC 準拠による (4層基板内径: 74.2×74.2mm)

■ 推奨動作条件

項目	記号	値	単位
電源電圧	V_{IN}	2.5 to 40	V
タイミング抵抗	R_T	1.69 to 39	kΩ
発振周波数	f_{OSC}	50 to 1000	kHz
外部クロック入力範囲	f_{SYNC}	$f_{OSC} \times 0.9$ to $f_{OSC} \times 1.7$	kHz
INTV _{CC} コンデンサ	$C_{INTV_{CC}}$	0.01 to 1 (0.1μF typ.)	μF

■ 電気的特性

($V_{IN}=V_{INTVCC}=5V$, $V_{RUN}=1.5V$, $V_{SENSE}=0V$, $V_{SYNC}=0V$, $R_T=6.2k\Omega$, $T_a=25^\circ C$)

項目	記号	条件	最小	標準	最大	単位
----	----	----	----	----	----	----

総合特性

消費電流	I_Q	$V_{IN}=12V$, $V_{FB}=0.9V$	-	0.9	1.7	mA
		$V_{IN}=12V$, $V_{FB}=0.9V$, $T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	-	-	1.7	
スタンバイ時消費電流	I_{Q_STBY}	$V_{RUN}=0V$	-	10	20	μA
		$V_{RUN}=0V$, $T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	-	-	20	

低電圧誤動作防止回路部

ON スレッシュホールド電圧	V_{T_ON}	$V_{IN}=L \rightarrow H$	2.3	2.4	2.5	V
		$V_{IN}=L \rightarrow H$, $T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	2.3	-	2.5	
OFF スレッシュホールド電圧	V_{T_OFF}	$V_{IN}=H \rightarrow L$	2.1	2.2	2.3	V
		$V_{IN}=H \rightarrow L$, $T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	2.1	-	2.3	
ヒステリシス電圧	V_{HYS}		150	200	-	mV

RUN 制御部

ON スレッシュホールド電圧	V_{RUN+}	$V_{RUN}=L \rightarrow H$	1.298	1.348	1.398	V
		$V_{RUN}=L \rightarrow H$, $T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	1.298	-	1.398	
OFF スレッシュホールド電圧	V_{RUN-}	$V_{RUN}=H \rightarrow L$	1.198	1.248	1.298	V
		$V_{RUN}=H \rightarrow L$, $T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	1.198	-	1.298	
ヒステリシス電圧	V_{RUN_HYS}		50	100	150	mV
入力バイアス電流	I_{RUN}		-	1	2	μA
		$T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	-	-	2	

誤差増幅器部

基準電圧	V_{FB}		-1.0%	0.8	+1.0%	V
		$T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	-2.0%	-	+2.0%	
入力バイアス電流	I_{FB}		-0.1	-	0.1	μA
		$T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	-0.1	-	0.1	
過電圧検出電圧	ΔV_{FB_OV}	$V_{FB_OV} - V_{FB}$ in percent	2.5	6	10	%
		$V_{FB_OV} - V_{FB}$ in percent, $T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	2.5	-	10	
トランスコンダクタンス	g_m	$I_{TH}=\pm 5\mu A$	-	650	-	μmho

■ 電気的特性

($V_{IN}=V_{INTVCC}=5V$, $V_{RUN}=1.5V$, $V_{SENSE}=0V$, $V_{SYNC}=0V$, $R_T=6.2k\Omega$, $T_a=25^\circ C$)

項目	記号	条件	最小	標準	最大	単位
----	----	----	----	----	----	----

ソフトスタート部

ソフトスタート時間	t_{SS}	$V_{FB}=0.75V$	10	20	30	ms
		$V_{FB}=0.75V$, $T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	5	-	35	

電流検出部

電流検出スレッシュヨルド電圧	V_{SENSE}		-8%	150	+8%	mV
		$T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	-12%	-	+12%	
Low レベル入力電流	I_{SENSE_L}	$V_{SENSE}=0V$	-	2	4	μA
		$V_{SENSE}=0V$, $T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	-	-	4	
High レベル入力電流	I_{SENSE_H}	$V_{SENSE}=30V$	-	0.1	5	μA
		$V_{SENSE}=30V$, $T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	-	-	5	
COOL DOWN 時間	t_{COOL}		-	60	-	ms

発振器部

発振周波数	f_{OSC}	$R_T=6.2k\Omega$	270	300	330	kHz
		$R_T=6.2k\Omega$, $T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	270	-	330	

PWM 比較器部

最大デューティサイクル	D_{MAX}	$V_{FB}=0.7V$, $V_{ITH}=OPEN$	87	92	97	%
		$V_{FB}=0.7V$, $V_{ITH}=OPEN$, $T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	87	-	97	
最小 ON 時間	t_{ON_min}		-	70	120	ns
		$T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	-	-	130	

SYNC 制御部

最小入力パルス幅	t_{SYNC_MIN}	$V_{SYNC}=0V \rightarrow 5V$	-	25	-	ns
最大入力パルス幅	t_{SYNC_MAX}	$V_{SYNC}=0V \rightarrow 5V$	-	$0.8/f_{OSC}$	-	ns
Low レベル入力電圧	V_{IL_SYNC}		0	-	0.5	V
		$T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	0	-	0.5	
High レベル入力電圧	V_{IH_SYNC}		1.2	-	5.5	V
		$T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	1.2	-	5.5	
プルダウン抵抗	R_{SYNC}		-30%	50	+30%	k Ω

■ 電気的特性

($V_{IN}=V_{INTVCC}=5V$, $V_{RUN}=1.5V$, $V_{SENSE}=0V$, $V_{SYNC}=0V$, $R_T=6.2k\Omega$, $T_a=25^\circ C$)

項目	記号	条件	最小	標準	最大	単位
----	----	----	----	----	----	----

低飽和レギュレータ部

出力電圧	V_{INTVCC}	$V_{IN}=12V$	9	10	11	V
		$V_{IN}=12V$, $T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	9	-	11	
入出力間電位差	$V_{DROPOUT}$	$V_{IN}=8.5V$, $I_{INTVCC}=20mA$	200	300	400	mV
		$V_{IN}=8.5V$, $I_{INTVCC}=20mA$, $T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	100	-	500	
ブートストラップモード INTVCC 消費電流	I_{INTVCC}	$V_{RUN}=0V$, $V_{SENSE}=5V$	-	10	20	μA
		$V_{RUN}=0V$, $V_{SENSE}=5V$, $T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	-	-	20	

ゲートドライバ部

出力 High 側 ON 抵抗	R_{GATEH}	$I_{GATE}=50mA$ (Source)	-	1.5	3.0	Ω
		$I_{GATE}=50mA$ (Source), $T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	-	-	3.0	
出力 Low 側 ON 抵抗	R_{GATEL}	$I_{GATE}=50mA$ (Sink)	-	1.1	2.5	Ω
		$I_{GATE}=50mA$ (Sink), $T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	-	-	2.5	
GATE 端子プルダウン抵抗	$R_{PD-GATE}$		-	500	-	$k\Omega$

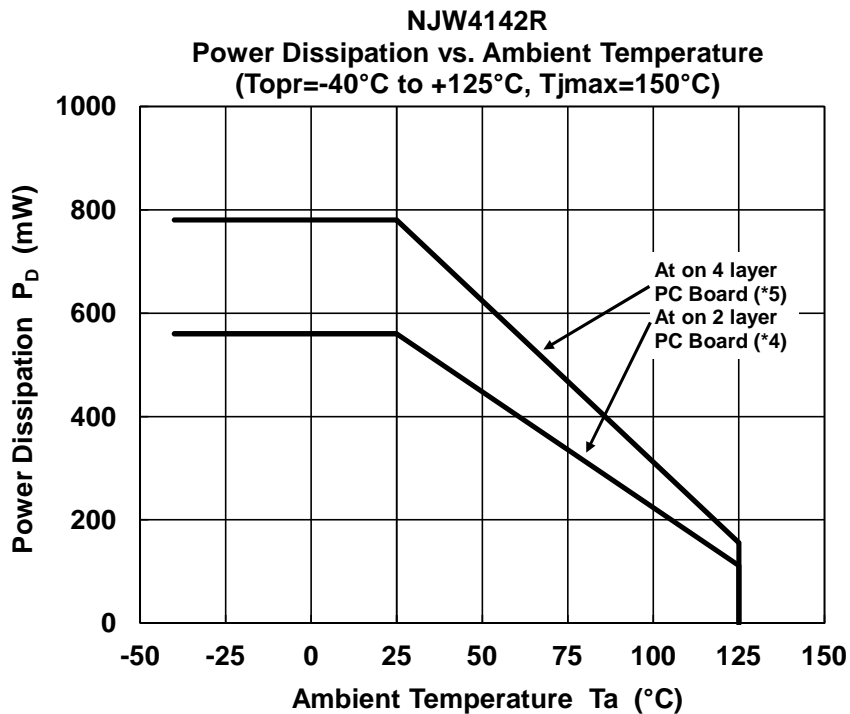
■ 熱特性

項目	記号	値	単位
接合部 - 周囲雰囲気間	θ_{ja}	224 ⁽⁴⁾ 159 ⁽⁵⁾	°CW
接合部 - ケース表面間	ψ_{jt}	40 ⁽⁴⁾ 31 ⁽⁵⁾	°CW

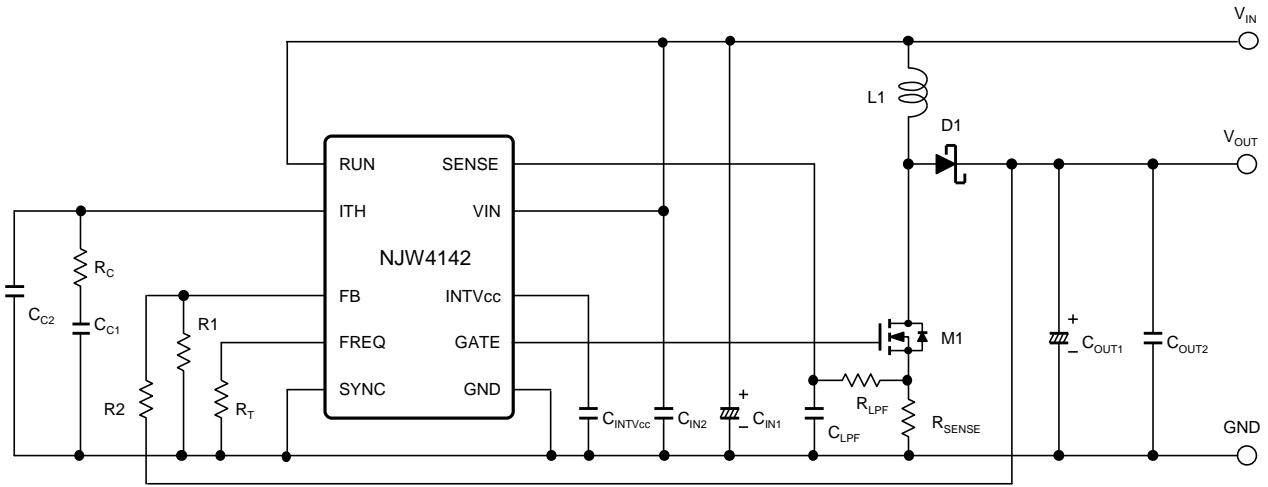
(4): 基板実装時 76.2 × 114.3 × 1.6mm(2層 FR-4)でEIA/JEDEC 準拠による

(5): 基板実装時 76.2 × 114.3 × 1.6mm(4層 FR-4)でEIA/JEDEC 準拠による (4層基板内箔: 74.2 × 74.2mm)

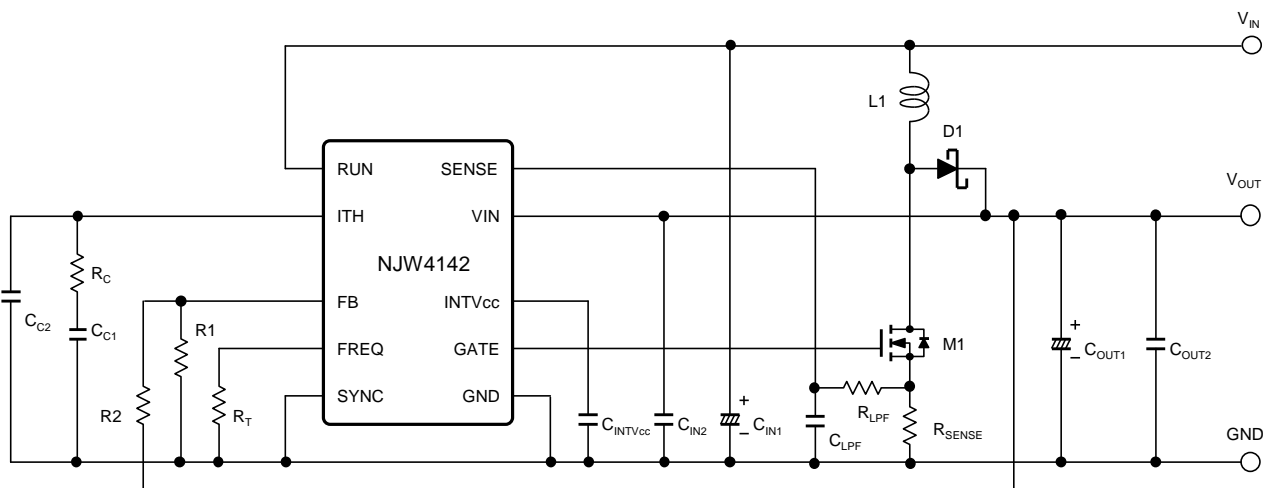
■ 消費電力 - 周囲温度特性例



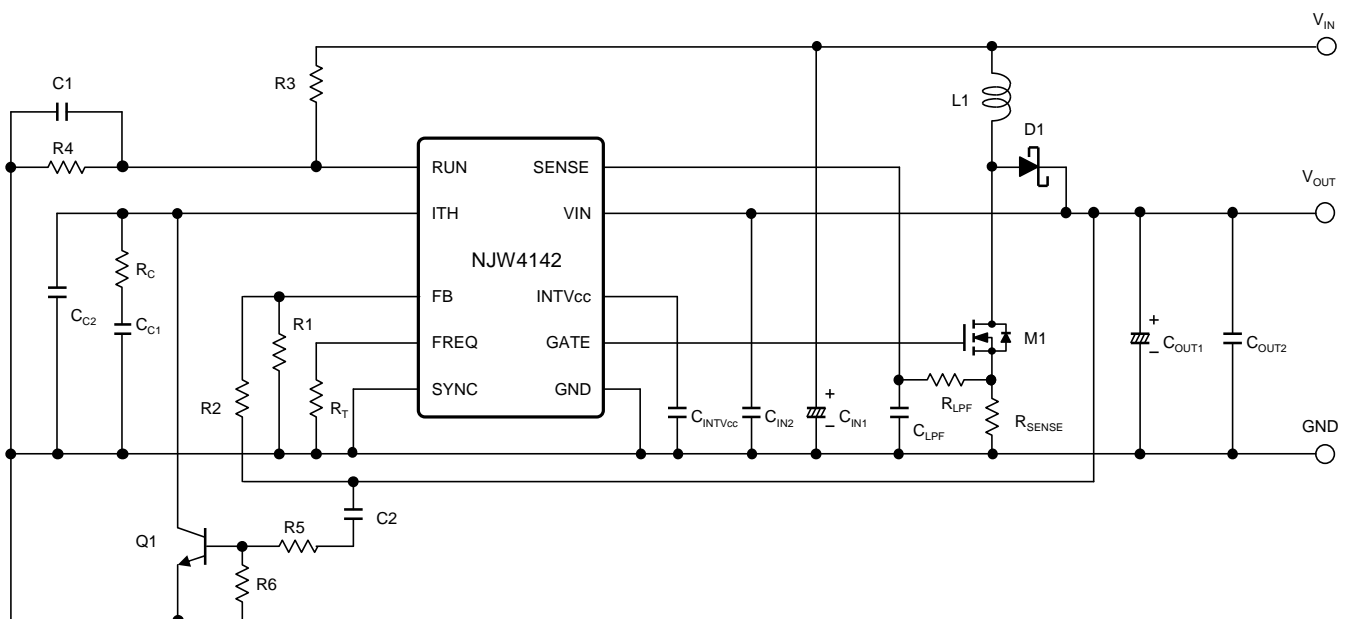
■ アプリケーション回路例
標準昇圧回路例



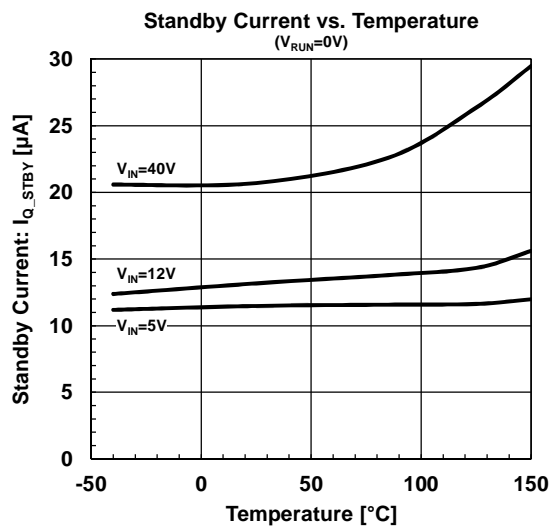
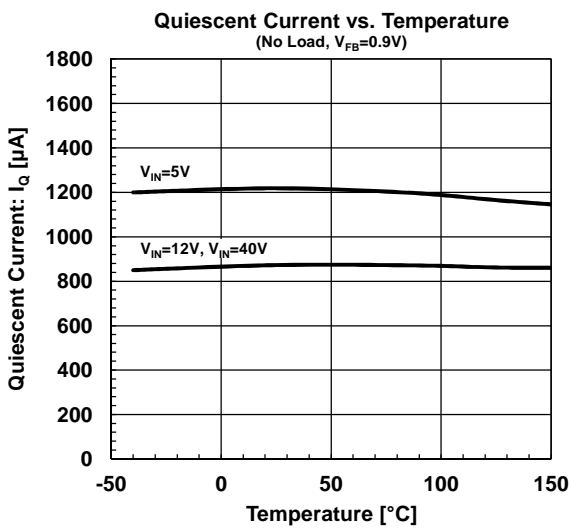
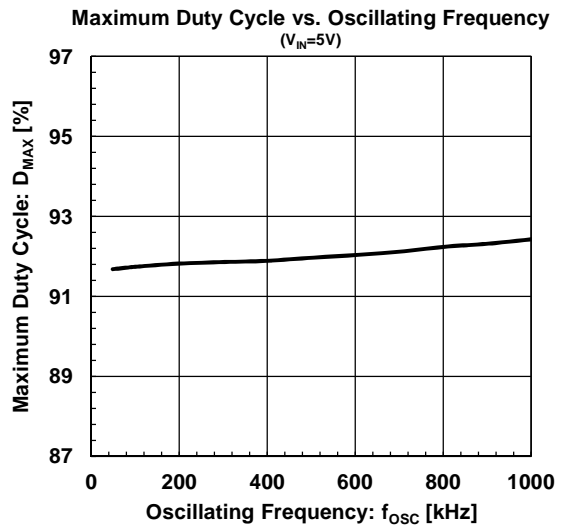
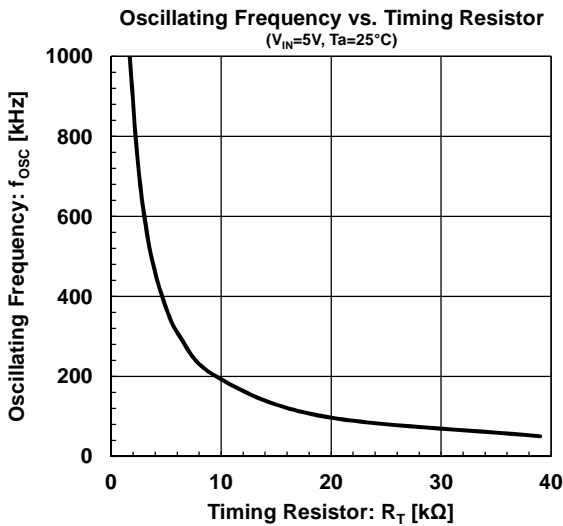
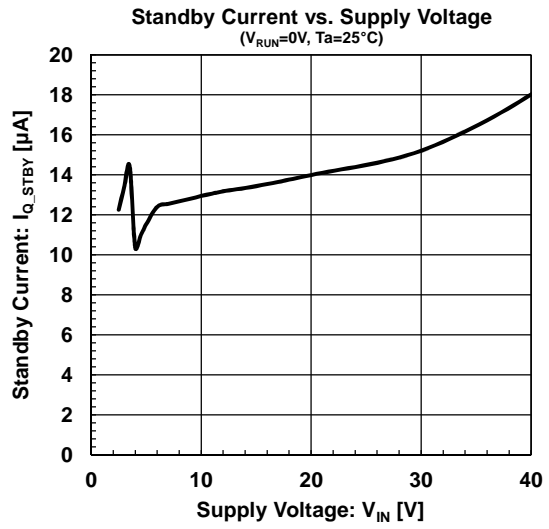
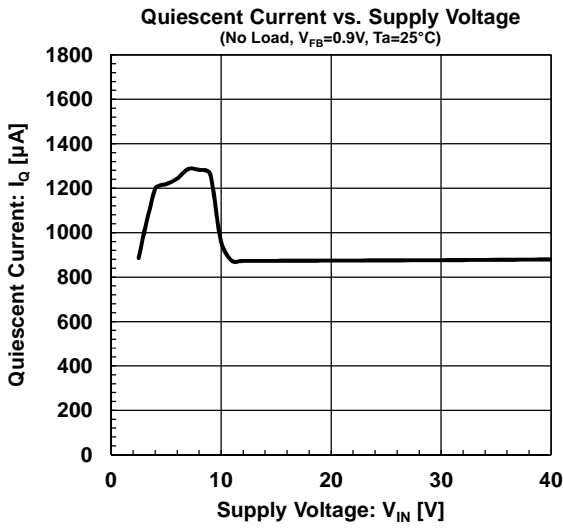
出力電圧から IC への電源供給例



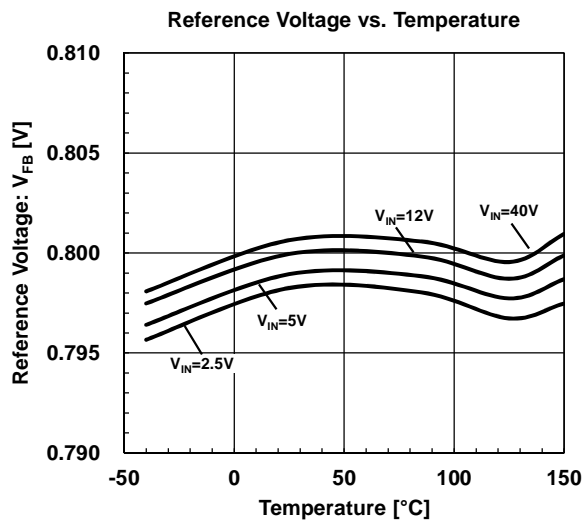
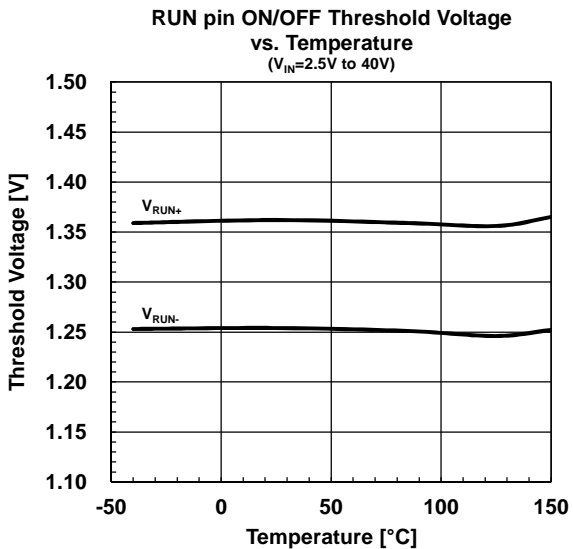
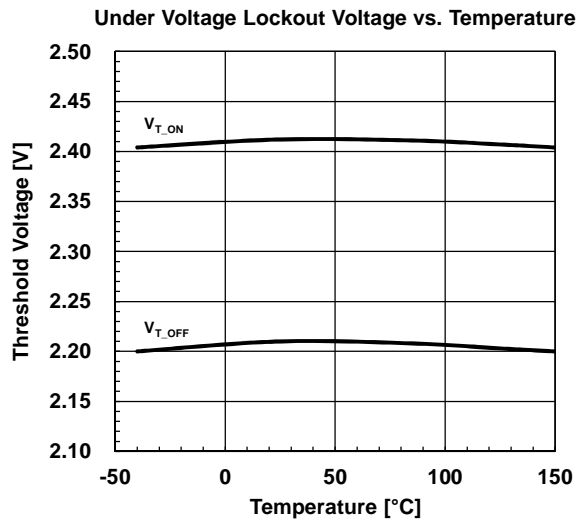
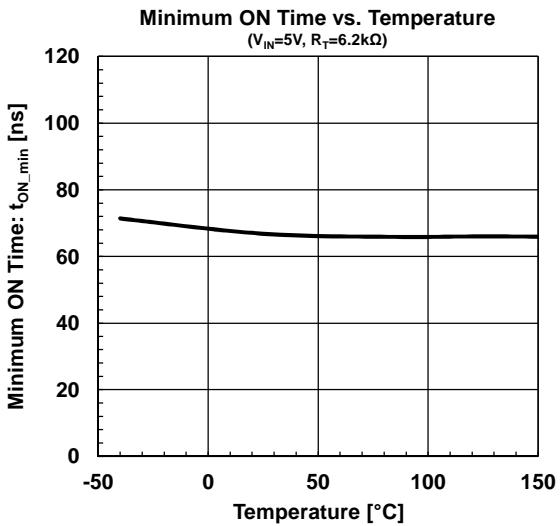
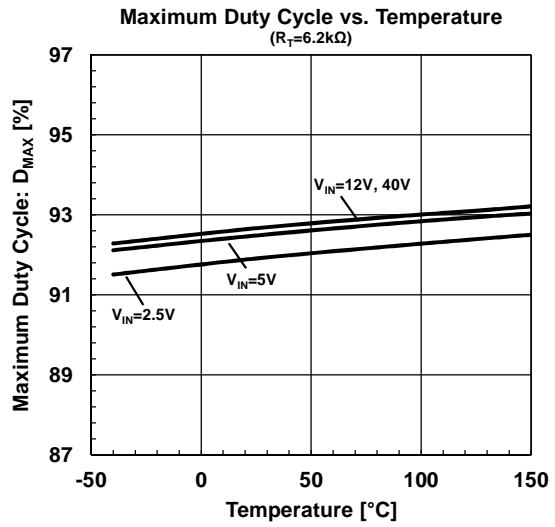
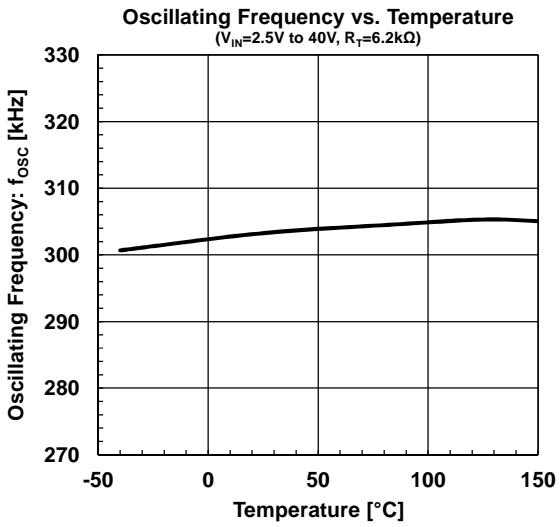
スタートアップ電圧変更および、外部ソフトスタート回路例



■ 特性例

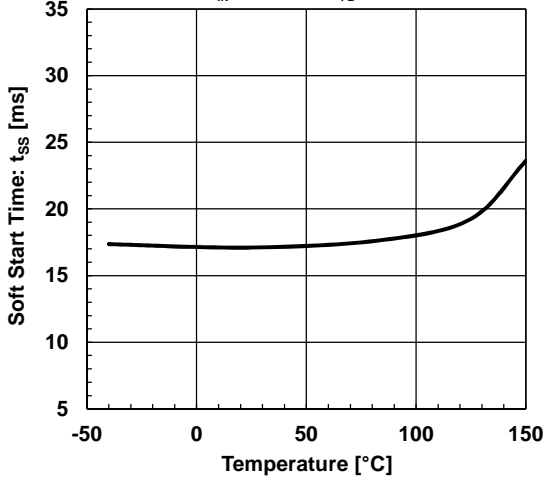


■ 特性例

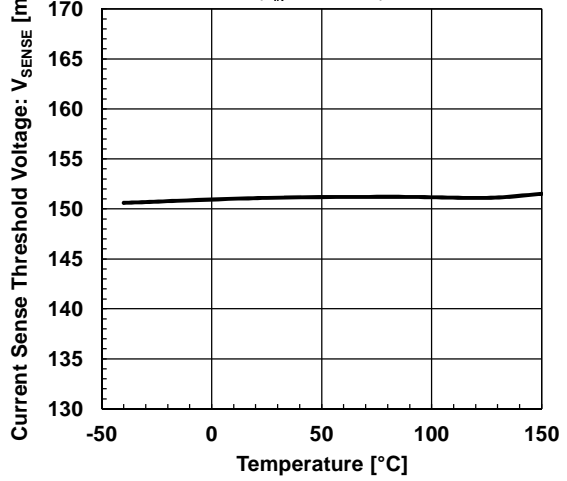


■ 特性例

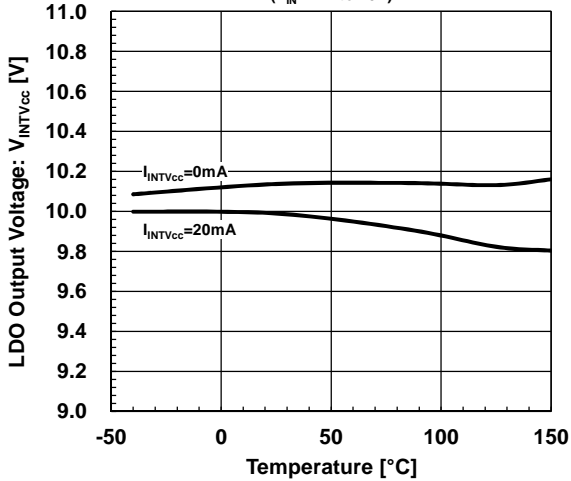
Soft Start Time vs. Temperature
 $V_{IN}=2.5V$ to $40V$, $V_{FB}=0.75V$



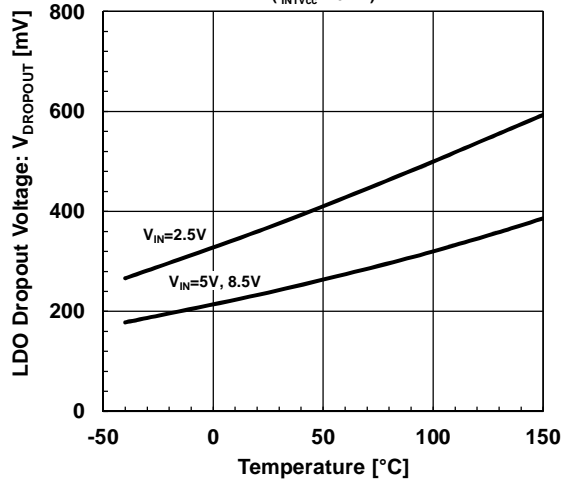
Current Sense Threshold Voltage vs. Temperature
 $(V_{IN}=2.5V$ to $40V)$



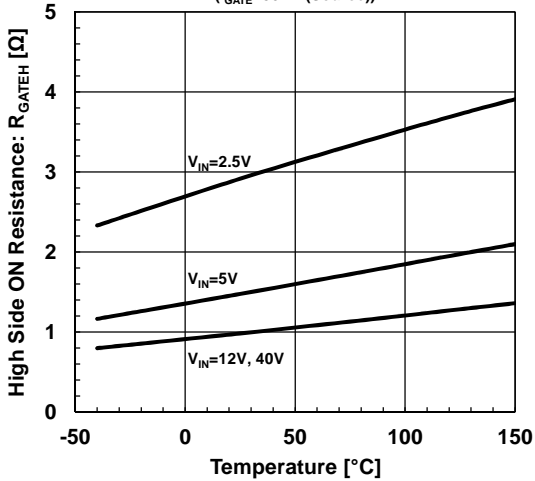
LDO Output Voltage vs. Temperature
 $(V_{IN}=12V$ to $40V)$



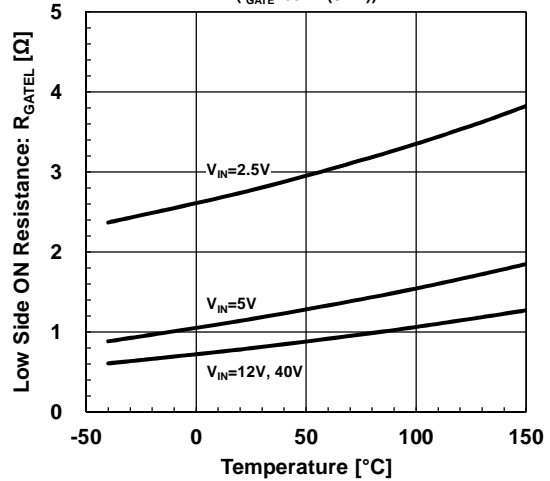
LDO Dropout Voltage vs. Temperature
 $(I_{INTVcc}=20mA)$



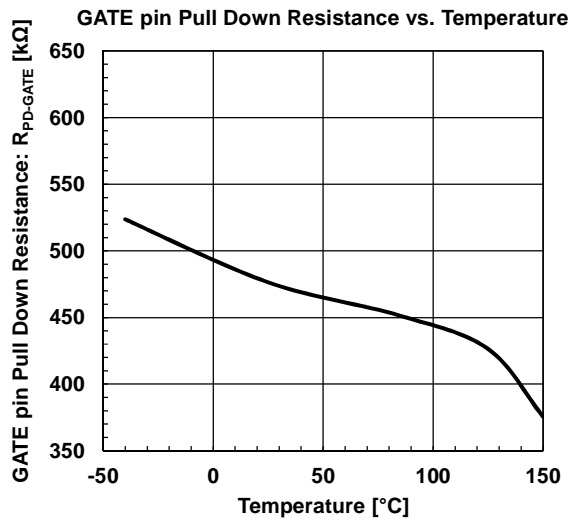
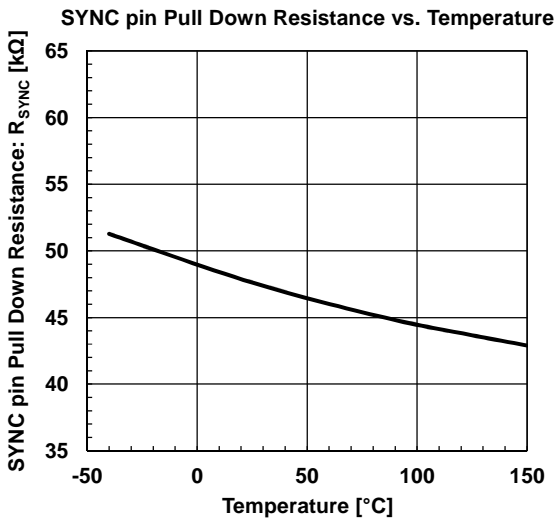
High Side ON Resistance vs. Temperature
 $(I_{GATE}=50mA(\text{Source}))$



Low Side ON Resistance vs. Temperature
 $(I_{GATE}=50mA(\text{Sink}))$



■ 特性例



Technical Information

■ 端子説明

端子番号	端子名	機能
1	RUN	動作・停止を制御する端子です。 High レベルで動作、Low レベルまたはオープンでスタンバイモードとなります。 また、電源ラインから分圧して入力することで、スタートアップ電圧を設定することも可能です。
2	ITH	エラーアンプの出力端子です。 ITH 端子-GND 間に位相補償用の抵抗・コンデンサを接続します。
3	FB	出力電圧を検出する端子です。FB 端子電圧が 0.8V typ.となるように出力電圧を分圧して入力します。
4	FREQ	タイミング抵抗を接続して、発振周波数を決める端子です。 発振周波数は、50kHz ~ 1MHz の間で設定してください。
5	SYNC	外部よりクロック信号を入力することで、信号に同期した発振周波数で動作します。
6	GND	グラウンド
7	GATE	パワー-MOSFET を駆動するための出力端子です。
8	INTVcc	内部 10V レギュレータ出力端子です。 INTVcc 端子-GND 間に 0.01 μ F ~ 1 μ F のコンデンサを接続してください。
9	VIN	IC への電源供給端子です。電源ラインのインピーダンスを下げるため、IC の近傍に入力コンデンサを接続してください。
10	SENSE	電流検出を行う端子です。 SENSE 端子-GND 端子間の電位差が 150mV typ.を超えると、過電流検出機能により動作を制限します。

■ 各ブロックの機能説明

1. スイッチングレギュレータ基本機能

- エラーアンプ部 (Error AMP)
エラーアンプ部の非反転入力は、 $0.8V \pm 1\%$ の高精度基準電圧が接続されています。
アンプの反転入力(FB 端子)に、抵抗分圧されたコンバータ出力を入力することで出力電圧を設定します
- 発振回路部 (OSC)、PWM 比較器部 (PWM)
RT 端子-GND 間に抵抗を接続することで発振周波数を設定します。
表1に発振周波数とタイミング抵抗の関係を示します。抵抗値は E24 系列および、E96 系列に対応します。
「Oscillating Frequency vs. Timing Resistor」特性例も参考に 50kHz ~ 1MHz の間で設定してください。

表 1 NJW4142 の発振周波数とタイミング抵抗

発振周波数 (kHz)	タイミング抵抗 (k Ω)	発振周波数 (kHz)	タイミング抵抗 (k Ω)
50	39	600	3
100	19.1	700	2.55
200	9.53	800	2.21
300	6.2	900	1.96
400	4.7	1000	1.69
500	3.65		

発振周波数が高いほど小型のインダクタとコンデンサが使用できます。その反面、アプリケーションの効率低下、最小 ON 時間の制限を受けることを考慮してください。

最小 ON 時間 t_{ON-min} は 70ns typ. に設定されているため、昇圧回路の ON 時間が 70ns typ. 以上となる発振周波数を選択する必要があります。

昇圧回路の ON 時間は、下記計算式のようになります。

$$t_{ON} = \frac{V_{OUT} - V_{IN}}{V_{OUT} \times f_{OSC}} \text{ [s]}$$

ON 時間が 70ns typ. 以下となる場合は、出力電圧を安定状態に保つためにデューティの変動やパルススキップ動作を行う可能性があります。

Technical Information

- ドライバ回路、10V レギュレータ(GATE 端子, INTVcc 端子)

ドライバ回路は、トータムポール形式で構成され、GATE 端子に接続される Nch. MOSFET を効率よく駆動します。

GATE 端子の電圧は、Nch. MOSFET のゲートを保護するため、内部レギュレータによって High レベル時に 10V typ. でクランプされます。

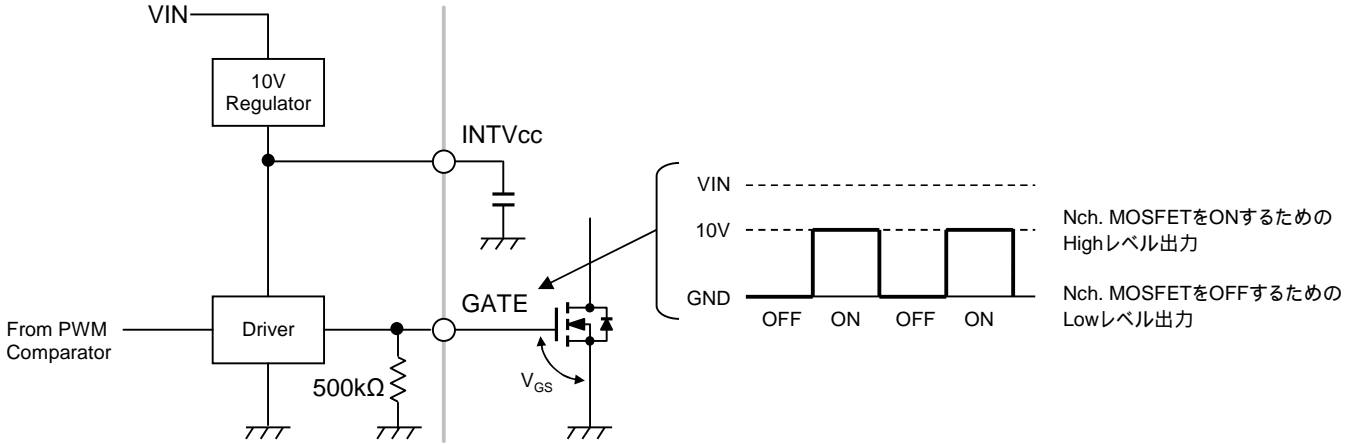


図1 ドライバ回路と GATE 端子電圧

NJW4142 の電源電圧の低下によって、GATE 端子から出力されるゲート駆動電圧が低下しますが、電源電圧 10V 付近で内部レギュレータをスルーし、ゲート駆動電圧を確保しています。

図2 に GATE 端子電圧対電源電圧特性例を示します。

MOSFET の適切な駆動能力は、発振周波数と MOSFET のゲート容量によって変化します。

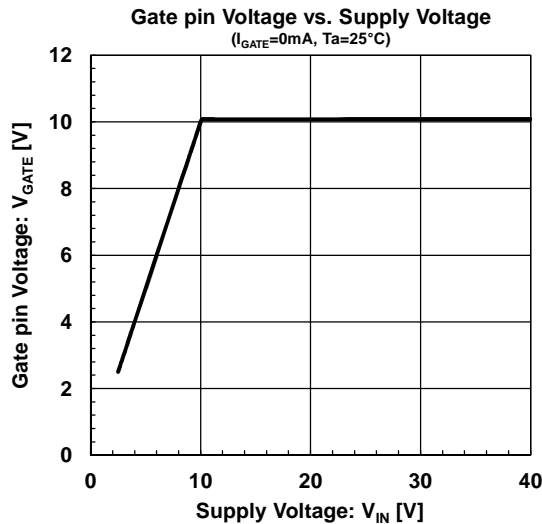


図2 GATE 端子電圧対電源電圧特性例

2. 保護機能

● 過電圧保護機能

出力電圧が何等かの原因で過電圧となった場合に、補助的に昇圧動作を抑制し過電圧値の上昇を防止します。

FB 端子電圧が 0.848V typ. を超えている間は、パワー-MOSFET のドライブを停止します。

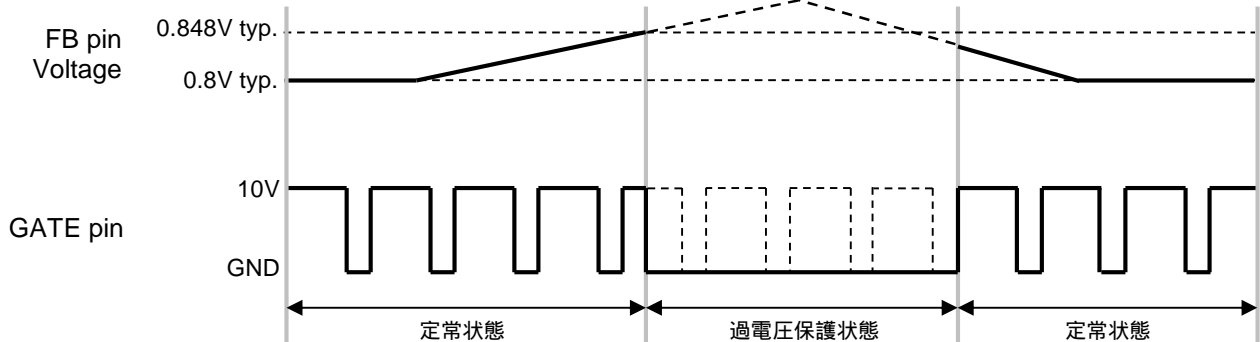


図3 過電圧保護機能のタイミングチャート(Error AMP の機能停止を前提)

● 低電圧誤動作防止(UVLO)回路

電源電圧が低い場合、UVLO 回路によって IC の動作を停止します。

電源電圧 2.4V typ. 以上で UVLO 回路による動作制限が解除され、動作を開始します。

電源電圧の立ち上がりとしち下がりには 200mV typ. のヒステリシス電圧幅を持たせ、動作の開始と停止を繰り返すチャタリング現象を防止します。

● サーマルシャットダウン機能 (TSD)

サーマルシャットダウン機能は、ジャンクション温度が 160°C typ. を超えると SW 動作を停止します。

ジャンクション温度が 145°C typ. 以下になると、ソフトスタートによる SW 動作が開始されます。

なおサーマルシャットダウン機能は、高温時における IC の熱暴走を防止するための予備回路であり、不適切な熱設計を補うためでは有りません。

IC のジャンクション温度 (~ 150°C) 範囲内で動作させるように、十分な余裕を持たせることをお勧めします。

Technical Information

● 過電流保護機能 (OCP)

過電流検出回路は、SENSE 端子-GND 端子間の電位差が 150mV typ.以上になると、スイッチングの出力を停止します。

SENSE 端子-GND 端子間に電流検出抵抗 R_{SENSE} を挿入し、スイッチング電流を検出してください。

ヒカップ(Hiccup)方式の過電流保護機能を内蔵しており、過負荷時の発熱を低減します。

また、異常状態からの回復にともない、スイッチングレギュレータの出力電圧を自動的に復帰させることができます。

FB 端子電圧が 0.6V typ. 以下になり、過電流を 8 パルスの間連続して検出すると、過電流保護機能によってパワー-MOSFET を OFF にします。

停止後は、クールダウン時間 おおよそ 60ms typ. 経過後、ソフトスタートによる再起動を行います。

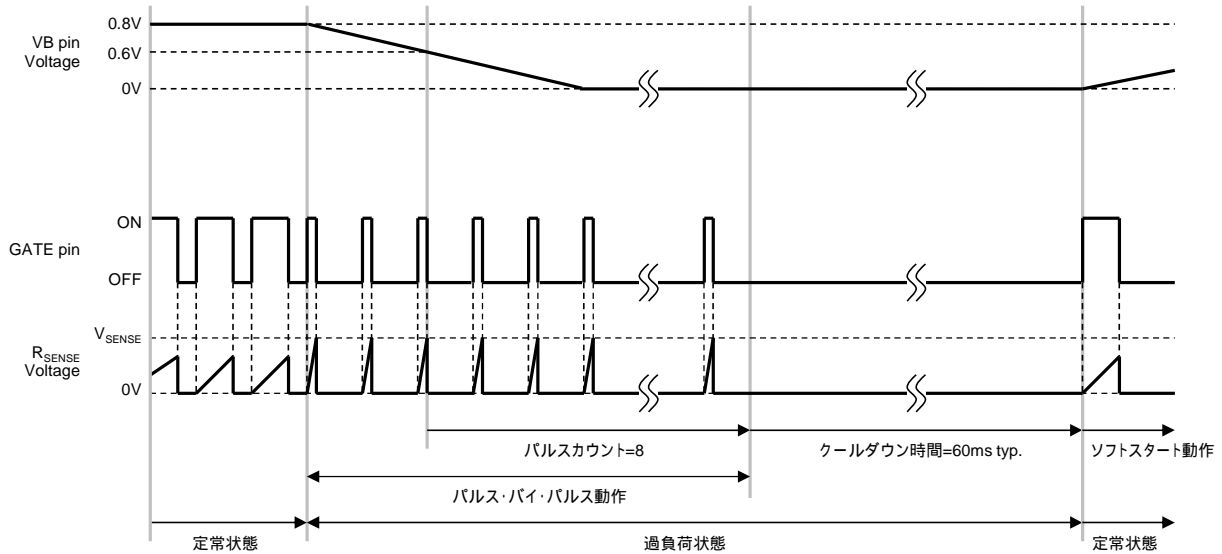


図4 過電流保護機能のタイミングチャート

電流波形には、MOSFET、インダクタなどの寄生成分の影響による高周波ノイズが重畳しており、過電流検出機能の誤動作の原因となります。

そのためアプリケーションによっては、電流検出抵抗 R_{SENSE} と SENSE 端子の間に RC のローパスフィルタを必要とする場合があります。フィルタは、スパイク幅 t と同等の時定数 ($t \leq R \times C$) を目安に調整してください。

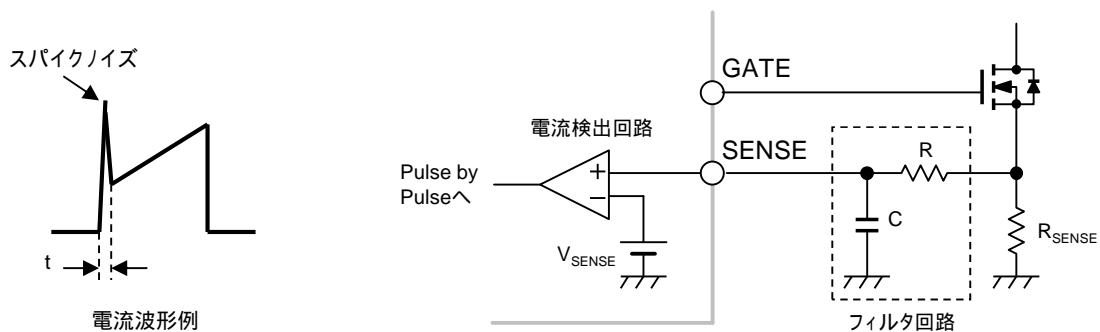


図5 電流波形とフィルタ回路

3. 付加機能

● ソフトスタート機能

ソフトスタート機能によって、コンバータの出力電圧は設定値まで緩やかに上昇します。

ソフトスタート時間は 20ms typ. であり、エラーアンプの基準電圧が 0~0.75V になるまでの時間で定義されます。尚、ソフトスタート回路は、以下の条件時に動作します。

- ・UVLO 解除後
- ・サーマルシャットダウンからの復帰後
- ・スタンバイ状態からの復帰後
- ・クールダウン状態からの復帰後

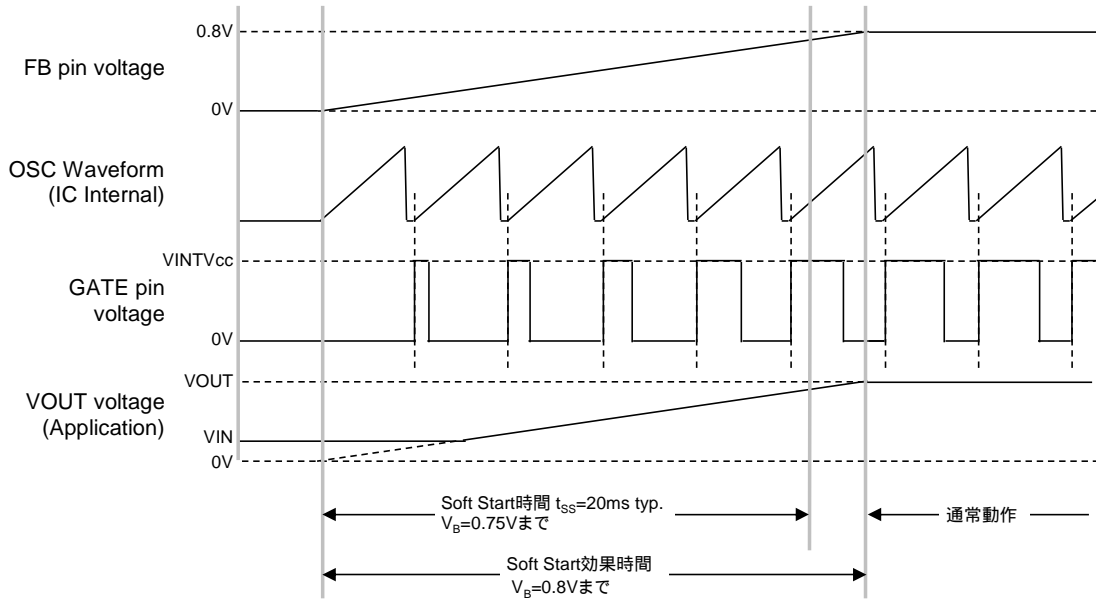


図6 ソフトスタートのタイミングチャート

● スタンバイ機能(RUN 端子)

RUN 端子によってスタンバイ状態の制御を行います。

RUN 端子への入力電圧がスレッシュホールド電圧 1.248V typ. を下回るとスタンバイ状態となります。

また、アプリケーション回路例(スタートアップ電圧変更回路)のように、電源ラインから分圧抵抗 R3,R4 を設定することで、入力電圧のスタートアップ電圧を調整することができます。

$$V_{IN(OFF)} = 1.248V \times \left(1 + \frac{R_3}{R_4}\right)$$

$$V_{IN(ON)} = 1.348V \times \left(1 + \frac{R_3}{R_4}\right)$$

また、RUN 端子の内部は 2MΩ でプルダウンされており、端子オープン時はスタンバイ状態になります。

特に、R4 を設定する場合は、2MΩ の抵抗が並列に接続されることを考慮し、最適値を設定してください。

スタンバイ機能を使用しない場合は、RUN 端子を VIN 端子に接続してください。

Technical Information

• INTVcc 端子

内部電源レギュレータの出力は 10V となっており、NJW4142 内のゲート・ドライバに電力を供給します。

内部電源レギュレータは 50mA まで電流を供給できます。

INTVcc 端子の近傍に GND に対しセラミックコンデンサを挿入してください。

絶対最大定格を超えない入力電源では INTVcc 端子と VIN 端子を直接短絡することができます。

ただし、INTVcc 端子と VIN 端子を短絡すると、スタンバイ状態でも 10 μ A の電流が INTVcc 端子に流れます。

従って、スタンバイ消費電流を最小にする必要があるアプリケーションでは、INTVcc 端子と VIN 端子を接続しないでください。

また、INTVcc 端子と VIN 端子を短絡する場合においても、INTVcc 端子の近傍にセラミックコンデンサを挿入してください。

• 外部同期機能

SYNC 端子に方形波を入力することで、NJW4142 の発振器を外部周波数に同期させることができます。

方形波は、表 2 の仕様を満たす必要があります。

	条件
入力周波数	$f_{osc} \times 0.9$ to $f_{osc} \times 1.7$
入力パルス幅	25ns to $0.8/f_{osc}$
電圧振幅	1.2V以上 (Highレベル) 0.5V以下 (Lowレベル)

表 2 SYNC 端子に入力する方形波

外部同期時のスイッチング動作は、SYNC 入力信号の立ち上がりエッジに対してトリガを行います。

また非同期動作と外部同期動作の切り替わりでは、誤動作を防止するために遅延時間を設けています。

表 3 に SYNC 入力信号に対する遅延時間、図 7 にタイミングチャートを示します。

遅延時間		
$f_{osc}=50\text{kHz}$	$f_{osc}=300\text{kHz}$	$f_{osc}=1000\text{kHz}$
80 μ s to 230 μ s	10 μ s to 40 μ s	3 μ s to 12 μ s

表 3 発振周波数と遅延時間

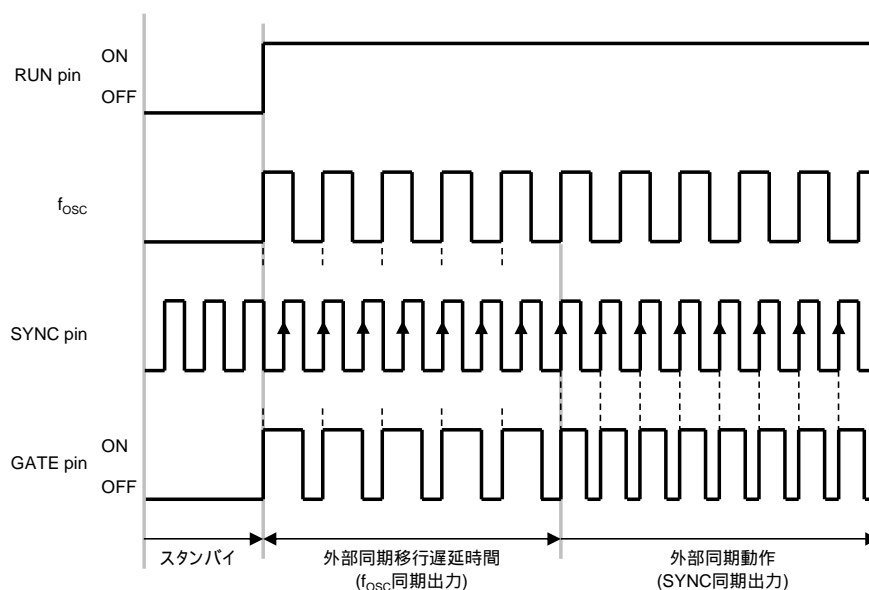


図 7 外部同期信号によるスイッチング動作

■ アプリケーション情報

● インダクタ

インダクタには大電流が流れるため、飽和しない電流能力を持たせる必要があります。
L 値が小さくなると、出力電流に対するピーク電流が大きくなり、変換効率が低下しやすくなります。
ピーク電流値は下記計算式のようになります。

$$I_{IN} = \frac{V_{OUT} \times I_{OUT}}{\eta \times V_{IN}} [A]$$

$$\Delta I_L = \frac{(V_{OUT} - V_{IN}) \times V_{IN}}{L \times V_{OUT} \times f_{OSC}} [A]$$

$$I_{PK} = I_{IN} + \frac{\Delta I_L}{2} [A]$$

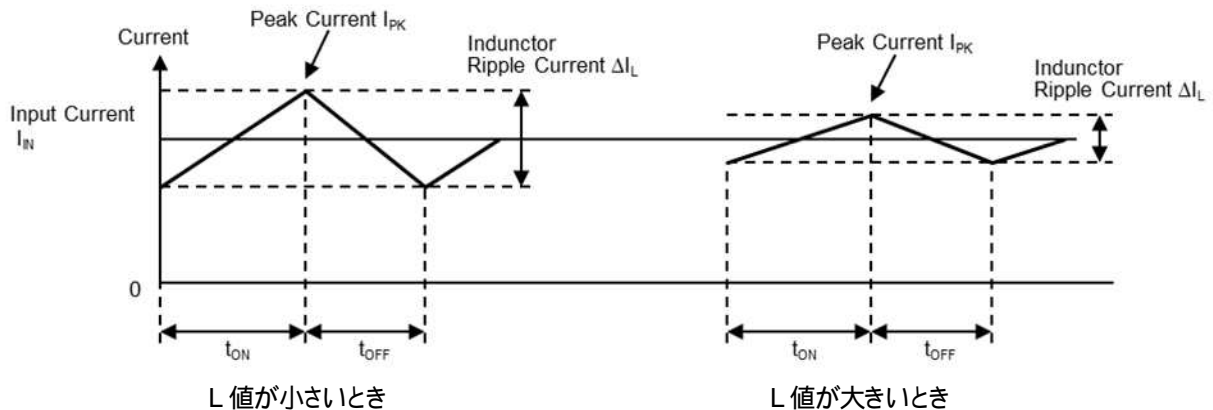


図8 インダクタ電流の状態(電流連続モード動作時)

多くの場合、アプリケーションの入力電圧、出力電圧、発振周波数及び R_{SENSE} によって最適な L 値が求められます。
L 値は下記計算式を参考に決定します。

$$L \text{ の下限値} : (4.79 V_{OUT} - 7.27 V_{IN}) \times \frac{R_{SENSE}}{f_{OSC}}$$

$$L \text{ の上限値} : (26.79 V_{OUT} - 7.27 V_{IN}) \times \frac{R_{SENSE}}{f_{OSC}}$$

インダクタの L は理論上の値であり、アプリケーションの仕様、部品等によって最適な値は異なりますので、最終的には実機で微調整を行ってください。

● 出力電圧設定

出力電圧 V_{OUT} は、R1, R2 の抵抗比で決まります。R1, R2 に流れる電流は、Error AMP に流れるバイアス電流を無視できるような値とします。

出力電圧は下記計算式のようになります。

$$V_{OUT} = \left[\frac{R2}{R1} + 1 \right] \times V_{FB} [V]$$

Technical Information

- 入力コンデンサ

スイッチングレギュレータの入力部には、周波数に応じた過渡的な電流が流れます。

電源回路に供給される電源インピーダンスが大きいと入力電圧の変動につながり、本製品の性能を十分に引き出せません。よって入力コンデンサは、できる限り IC の近傍に接続してください。

リップル電流の実効値は下記計算式のようにになります。

$$I_{RMS_CIN}=0.3 \times \Delta I_L [A]$$

- 出力コンデンサ

出力コンデンサは、インダクタンスからの電力を蓄え、出力への供給電圧を安定させる役割をします。

出力コンデンサの選定には、ESR(等価直列抵抗：Equivalent Series Resistance)の特性、リップル電流、耐圧を考慮に入れる必要が有ります。

低 ESR タイプのコンデンサであれば、リップル電圧を下げる事が出来ます。

セラミックコンデンサは、DC 電圧印加や温度変化によって容量が低下するため、スペックシート等で特性を確認してください。

出力コンデンサの容量は下記計算式を参考に決定します。

$$C_{OUT}=\frac{30}{V_{OUT} \times f_{OSC}} \times 10^6 [\mu F]$$

出力リップル電圧は、下記計算式のようにになります。

$$V_{ripple(p-p)}=ESR \times I_{PK} + \frac{I_{OUT}}{C_{OUT}} \times t_{ON} [V]$$

リップル電流の実効値は下記計算式のようにになります。

$$I_{RMS_COUT}=I_{OUT} \times \sqrt{\frac{V_{OUT}-V_{IN}}{V_{IN}}} [A]$$

- 電源、GND 端子 (VIN 端子, GND 端子)

スイッチング動作に伴い、周波数に応じた電流が IC に流れます。電源ラインのインピーダンスが高いと電源供給が不安定になり、IC の性能を十分に引き出せません。そのため入力コンデンサは、VIN 端子と GND 端子間の近傍で接続してください。

IC と入力コンデンサに距離が生じる場合は、バイパスコンデンサ 0.1μF 程度を挿入し、高周波インピーダンスを下げてください。

- キャッチ・ダイオード

パワー-MOSFET が OFF サイクルの時に、インダクタに蓄えられた電力がキャッチ・ダイオードを經由して出力コンデンサに流れます。

従ってダイオードには OFF サイクル毎に、負荷電流に応じた電流が流れます。ダイオードの順方向飽和電圧と電流の積が電力損失となるため、順方向飽和電圧の低い SBD (Schottky Barrier Diode) が最適です。

スイッチング素子が ON サイクルの時は、ダイオードに逆電圧が印可された状態になります。

ダイオードの耐圧には、最大出力電圧以上の余裕を持たせてください。

また、SBD は一般的なダイオードと比べ、高温時に逆電流特性が大きく増加します。

アプリケーションの動作条件によっては、順方向飽和電圧よりも逆電流特性を重視したほうが効率向上する場合があります。

Technical Information

- スイッチング素子

スイッチング素子には、スイッチング用途に指定された Nch. MOSFET を使用します。

NJW4142 の GATE 端子電圧は 10V typ. で制限されるため、MOSFET のゲート・ソース間電圧は 10V 以下で十分にドレイン・ソース間 ON 抵抗が小さくなるものを選びます。

NJW4142 の電源電圧が低くなると GATE 端子から出力されるゲート駆動電圧も低下するため、入力電圧範囲に応じて MOSFET の仕様を決定してください。

ゲート容量が大きいものは効率を低下させる要因につながります。

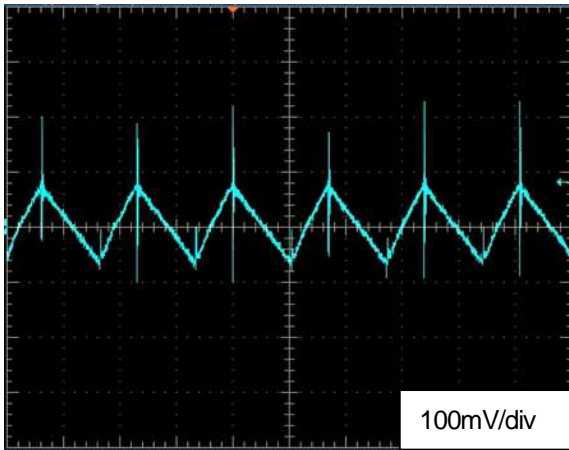
ゲート容量への充放電により、スイッチングの立ち上がり/立ち下がり時間が遅れ、スイッチング損失が発生します。

また、ゲート容量のチャージ/ディスチャージには急激な電流変化が伴うため、寄生インダクタンス成分等によりスパイクノイズが出る場合があります。ゲート容量が小さい場合は、GATE 端子-ゲート間に抵抗を挿入し適度に電流を制限してください。

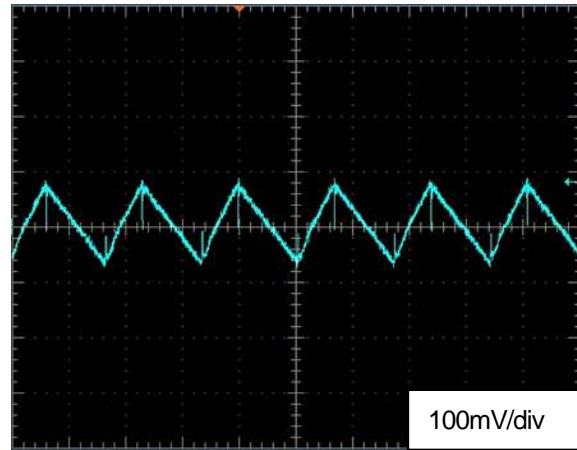
ゲート抵抗を挿入する場合は 10Ω 程度をお勧めします。

但し、抵抗によって波形がなまり効率が低下するため、実機評価のうえ最適値を決定してください。

<出力電圧スパイク波形例 (at $V_{IN}=5V$, $V_{OUT}=12V$, $I_{OUT}=2A$, $f_{OSC}=300kHz$)>

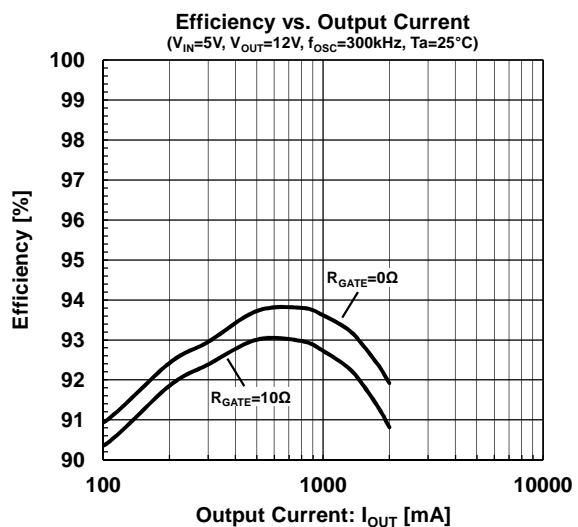
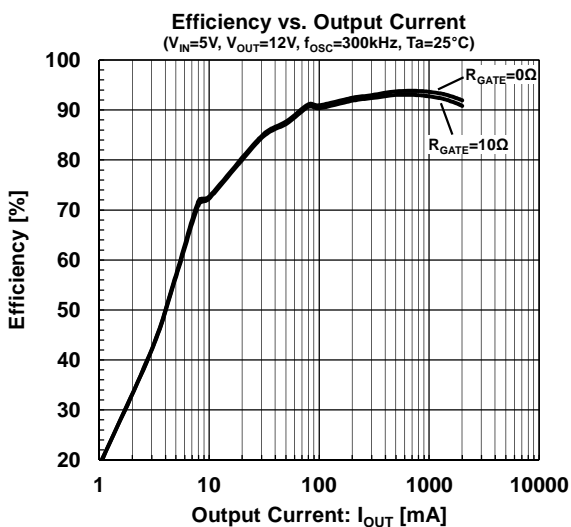


ゲート抵抗無し



ゲート抵抗 10Ω 有り

<効率特性例>



Technical Information

- 位相補償の設計例

スイッチングレギュレータは、安定した出力を得るためにフィードバック回路を必要とします。

インダクタンスや、出力コンデンサ等によって、アプリケーションの周波数特性が変化するので、安定動作に必要な位相余裕を確保しつつ、最大の帯域が得られる補償定数が理想的です。

これらの補償定数は、実機調整も大きな役割を果たします。最終的にはアプリケーション仕様を考慮しながら定数を選定してください。

- フィードバックと安定性

フィードバックループは、ループゲインが0dBとなる周波数において、開ループの位相シフトを -180° 未満にする事が基本です。さらに負荷変動時のリングングや発振特性を考えると、位相余裕を確保したループ特性が重要です。

本製品はフィードバック回路を任意に設計できるため、ループ補償に重要なポールとゼロの配置を最適化することが可能です。

ポールとゼロの特性を図9に示します。

ポール: ゲインは -20dB/dec の傾きを持ち、位相は -90° シフトします。

ゼロ: ゲインは $+20\text{dB/dec}$ の傾きを持ち、位相は $+90^\circ$ シフトします。

ポールとなる要因が n 個ならば、ゲイン位相の変化も n 倍になります。ゼロにおいても同様です。ポールとゼロは相反の関係にあるため、それぞれの要因が1つずつあれば、打ち消しあうことになります。

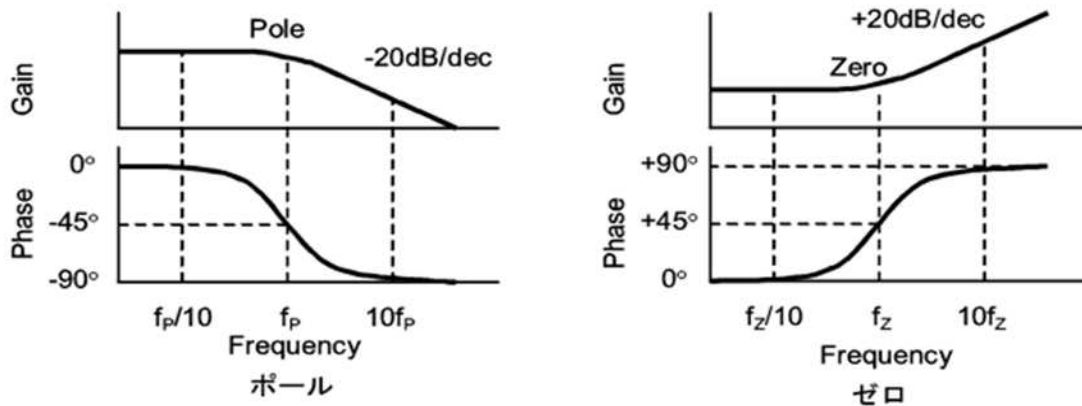


図9 ポールとゼロの特性

● ポールとゼロの設定

アプリケーション条件、およびエラーアンプの設定によってポールとゼロの位置が決まります。

図 10 に補償回路の構成、表 4 にポールとゼロの設定方法を示します。

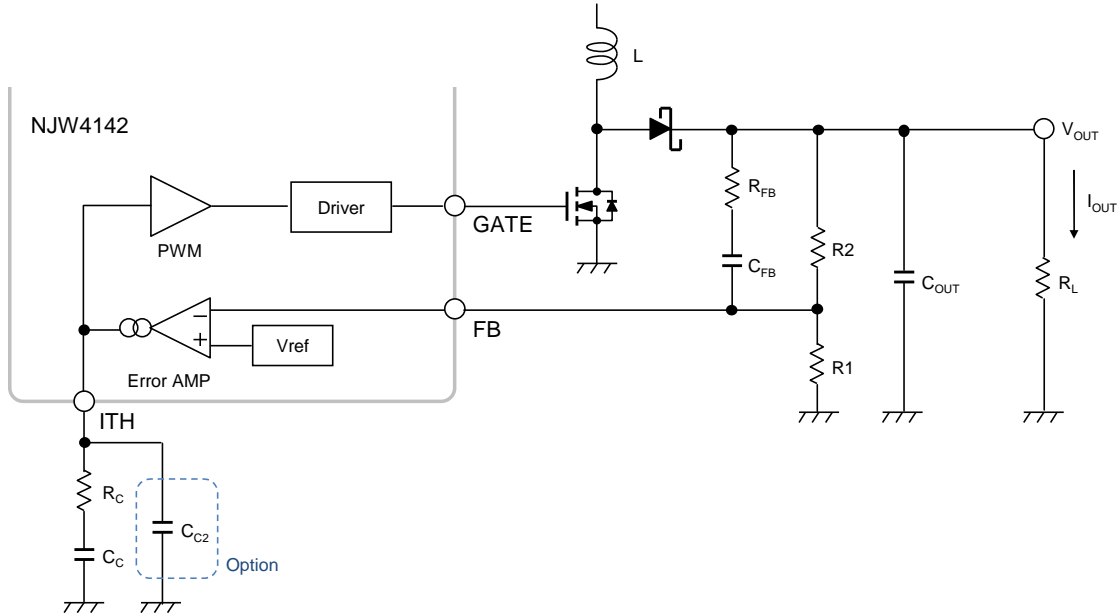


図 10 補償回路の構成

表 4 ポールとゼロの設定方法

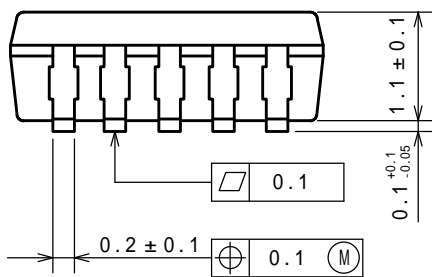
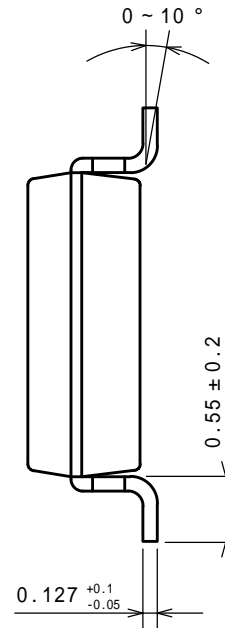
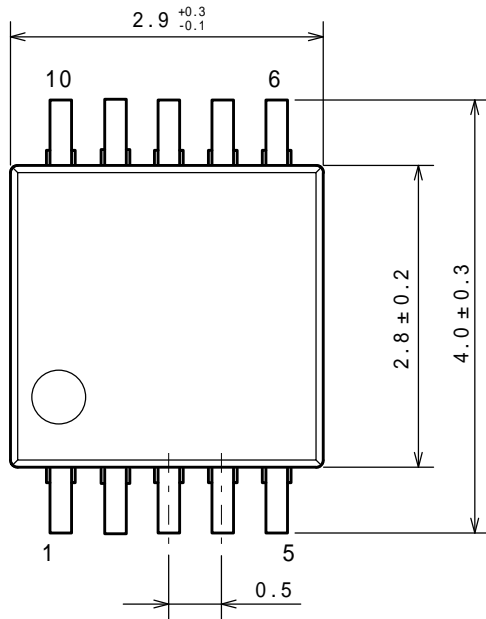
記号	計算式	設定の目安	説明
f_{P1}	$f_{P1} = \frac{1}{2 \times \pi \times \frac{A_V}{g_m} \times C_C}$	$f_{P1} < \frac{f_{ZRP1}}{10000} \sim \frac{f_{ZRP1}}{5000}$	エラーアンプの出力に接続される C_C によって 1st ポールの f_{P1} の位置が決まります。
f_{ZRP1}	$f_{ZRP1} = \frac{(1-D)^2 \times \frac{V_{OUT}}{I_{OUT}}}{2 \times \pi \times L}$		入出力条件、L 値及び負荷電流によって f_{ZRP1} の位置が決まります。ループゲインの f_{0dB} の周波数は f_{ZRP1} の 1/5 ~ 1/10 を上限に制限することを推奨します。
f_{POUT}	$f_{POUT} = \frac{1}{2 \times \pi \times \frac{V_{OUT}}{I_{OUT}} \times C_{OUT}}$	$1 < \frac{f_{Z1}}{f_{POUT}} < 15$	出力に接続される容量 C_{OUT} と負荷抵抗 R_L によってポール f_{POUT} が発生します。このとき、負荷抵抗は最大負荷電流を想定して計算します。 C_{OUT} にセラミックコンデンサを使用している場合は、DC バイアスを考慮した実行容量とするのが現実的です。
f_{Z1}	$f_{Z1} = \frac{1}{2 \times \pi \times R_C \times C_C}$		エラーアンプの出力に接続される R_C と C_C によってゼロ f_{Z1} の位置が決まります。
f_{Z2}	$f_{Z2} = \frac{1}{2 \times \pi \times R2 \times C_{FB}}$	20kHz to 60kHz	位相余裕が確保しづらい場合に使用します。

数 100kHz 以上では様々なポールが生じるため、ループゲインの 0dB 周波数は発振周波数の 1/5 ~ 1/10 を上限に設定します。

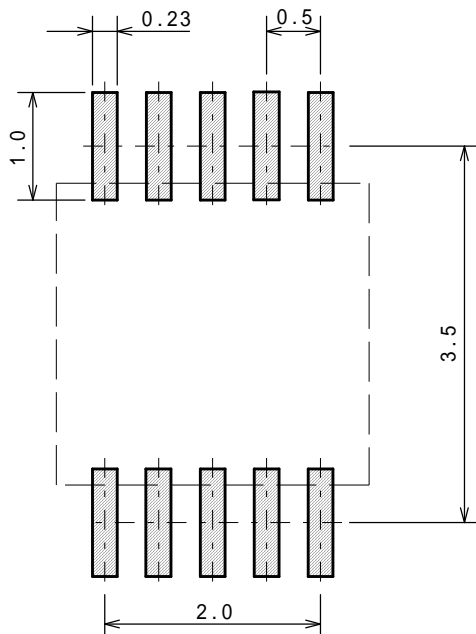
発振周波数が高い場合、十分な位相余裕を確保するためにはループゲインの 0dB 周波数を 100kHz 程度に抑えてください。

またループゲインが高周波領域で安定性の影響を受ける場合は、 R_{FB} 、 C_{C2} を用いて実機調整を行ってください。

外形寸法図

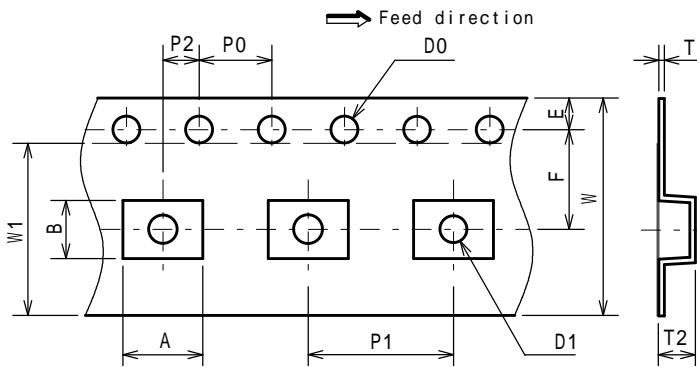


フットパターン



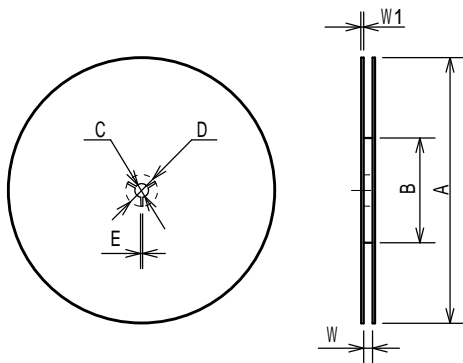
包装仕様

テーピング寸法



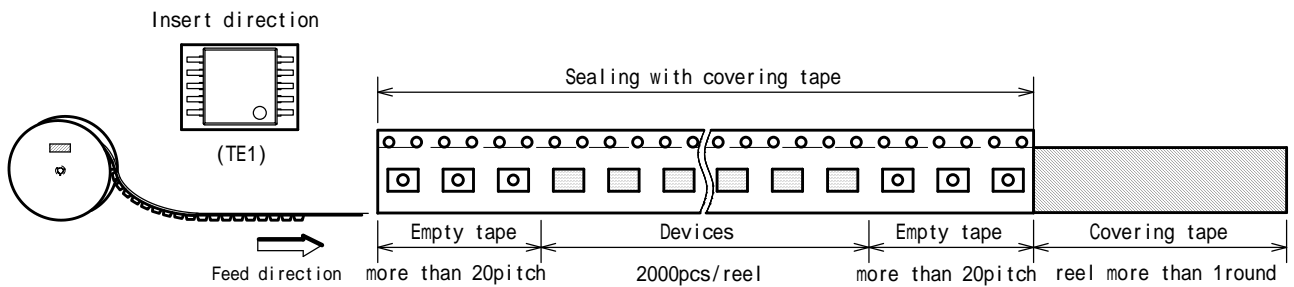
SYMBOL	DIMENSION	REMARKS
A	4.4	BOTTOM DIMENSION
B	3.2	BOTTOM DIMENSION
D0	$1.5^{+0.1}_0$	
D1	$1.5^{+0.1}_0$	
E	1.75 ± 0.1	
F	5.5 ± 0.05	
P0	4.0 ± 0.1	
P1	8.0 ± 0.1	
P2	2.0 ± 0.05	
T	0.30 ± 0.05	
T2	2.0 (MAX.)	
W	12.0 ± 0.3	
W1	9.5	THICKNESS 0.1max

リール寸法

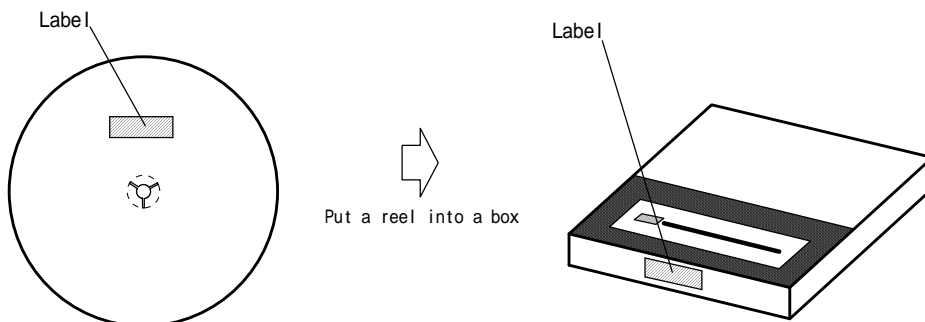


SYMBOL	DIMENSION
A	254 ± 2
B	100 ± 1
C	13 ± 0.2
D	21 ± 0.8
E	2 ± 0.5
W	13.5 ± 0.5
W1	2.0 ± 0.2

テーピング状態



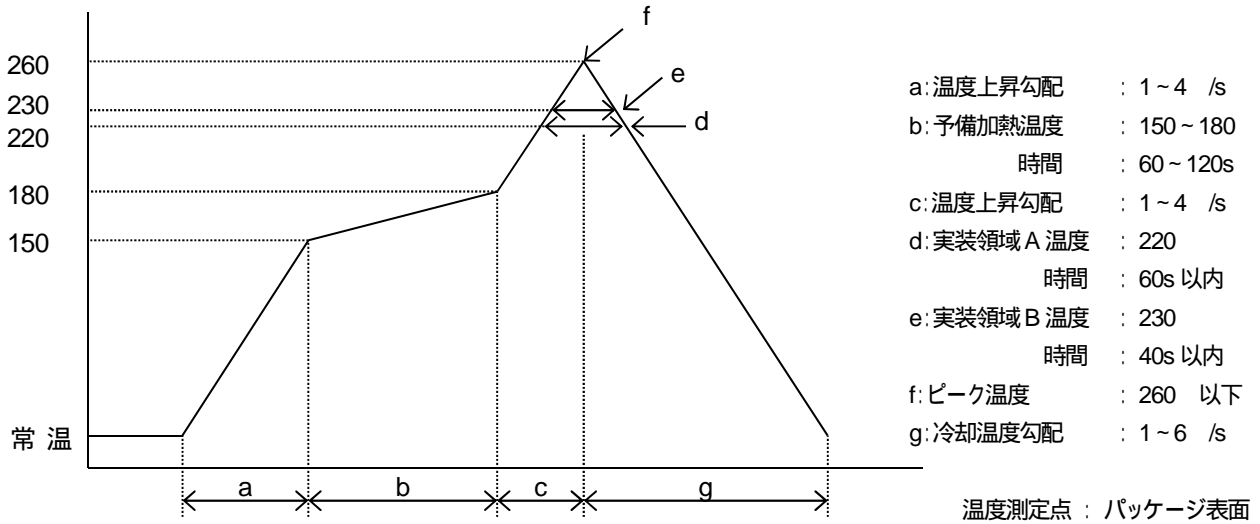
梱包状態



推奨実装方法

・リフローはんだ法

*リフロー温度プロフィール



■ 改定履歴

日付	改訂	変更内容
2019.06.14	Ver. 1.0	新規リリース

【注意事項】

1. 当社は、製品の品質、信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品はある確率で故障が発生することがあります。当社半導体製品の故障により結果として、人身事故、火災事故、社会的な損害等を生じさせることのないように、お客様の責任においてフェールセーフ設計、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計を行い、機器の安全性の確保に十分留意されますようお願いいたします。
2. このデータシートの掲載内容の正確さには万全を期しておりますが、掲載内容について何らかの法的な保証を行うものではありません。とくに応用回路については、製品の代表的な応用例を説明するためのものです。また、産業財産権その他の権利の実施権の許諾を伴うものではなく、第三者の権利を侵害しないことを保証するものでもありません。
このデータシートに記載されている商標は、各社に帰属します。
3. このデータシートに掲載されている製品を、特に高度の信頼性が要求される下記の機器にご使用になる場合は、必ず事前に当社営業窓口までご相談願います。
 - (ア) 航空宇宙機器
 - (イ) 海底機器
 - (ウ) 発電制御機器 (原子力、火力、水力等)
 - (エ) 生命維持に関する医療装置
 - (オ) 防災 / 防犯装置
 - (カ) 輸送機器 (飛行機、鉄道、船舶等)
 - (キ) 各種安全装置
4. このデータシートに掲載されている製品の仕様を逸脱した条件でご使用になりますと、製品の劣化、破壊等を招くことがありますので、なさらぬように願います。仕様を逸脱した条件でご使用になられた結果、人身事故、火災事故、社会的な損害等を生じた場合、当社は一切その責任を負いません。
5. ガリウムヒ素(GaAs)製品取り扱い上の注意事項
(対象製品: GaAs MMIC、フォトフレクタ)
上記対象製品は、法令で指定された有害物のガリウムヒ素(GaAs)を使用しております。危険防止のため、製品を焼いたり、砕いたり、化学処理を行い気体や粉末にしないでください。廃棄する場合は関連法規に従い、一般産業廃棄物や家庭ゴミとは混ぜないでください。
6. このデータシートに掲載されている製品の仕様等は、予告なく変更することがあります。ご使用にあたっては、納入仕様書の取り交わしが必要です。

