

600mA MOSFET 内蔵 降圧用 スイッチングレギュレータ IC

概要

NJW4152 は、40V/600mA、のパワー-MOSFET を内蔵した降圧用スイッチングレギュレータ IC です。広動作電圧での高速発振、出力セラミックコンデンサに対応し、最小限の外付け部品でアプリケーションの小型化を実現します。

またソフトスタート機能による安定した回路起動が可能であり、過電流・過熱保護機能で異常時の回路保護を行います。

外形



NJW4152R-BA-Z

特徴

最大定格電圧	45V
広動作電圧範囲	4.4V to 40V
スイッチング電流	0.8A min.
動作温度範囲	-40 to +125
PWM 制御方式	
広発振周波数	300kHz to 1MHz
ソフトスタート機能	4ms typ.
低電圧誤動作防止回路内蔵	
過電流・過熱保護機能	
スタンバイ機能	
外形	: VSP8

製品分類

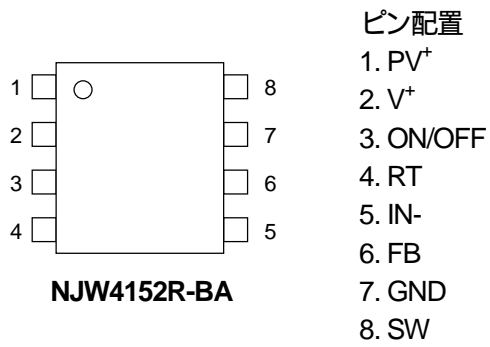
状況	製品名	バージョン	出力電流	スイッチング電流制限 (MIN.)	動作電圧範囲	パッケージ	動作温度範囲
量産中	NJW4152GM1-A	A	1.0A	1.4A	4.6 to 40V	HSOP8	一般仕様 -40 to +85°C
量産中	NJW4152GM1-A-T	A	1.0A	1.4A	4.6 to 40V	HSOP8	T 仕様 -40 to +105°C
量産中	NJW4152GM1-A-T1	A	1.0A	1.4A	4.6 to 40V	HSOP8	T1 仕様 -40 to +125°C
量産中	NJW4152GM1-AB	AB	1.0A	1.4A	3.6 to 40V	HSOP8	一般仕様 -40 to +85°C
量産中	NJW4152GM1-AB-T1	AB	1.0A	1.4A	3.6 to 40V	HSOP8	T1 仕様 -40 to +125°C
量産中	NJW4152R-B	B	600mA	0.8A	4.6 to 40V	VSP8	一般仕様 -40 to +85°C
量産中	NJW4152R-BA-Z	BA	600mA	0.8A	4.4 to 40V	VSP8	Z 仕様 -40 to +125°C

本データシートは、「NJW4152R-BA-Z」に適用されます。

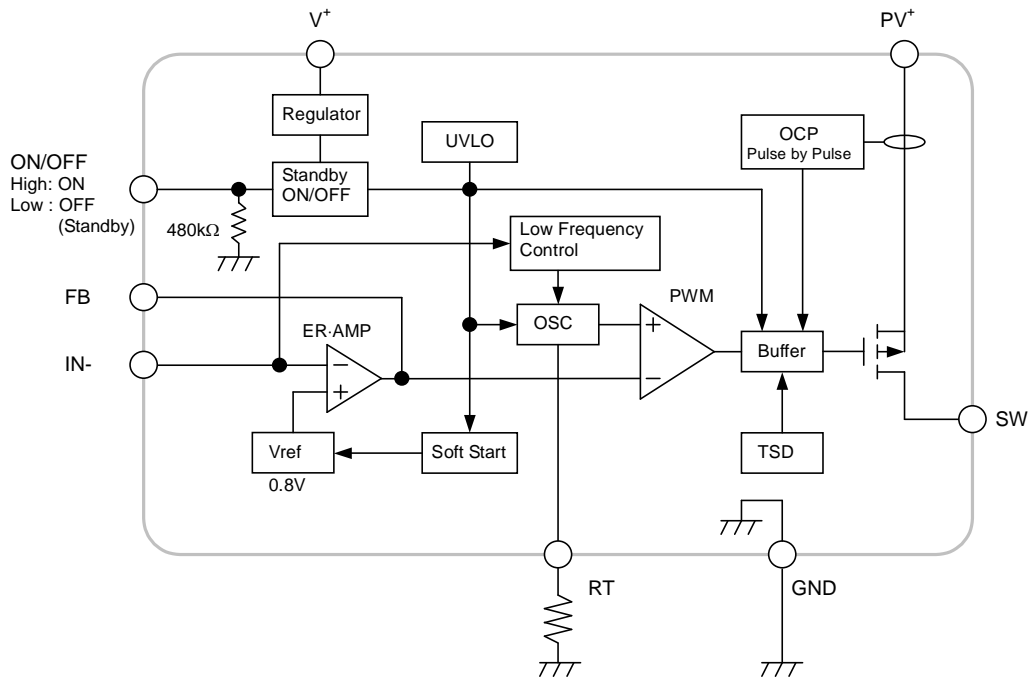
他のバージョンについては、それぞれのデータシートを参照してください。

NJW4152R-BA-Z

端子配列



ブロック図



絶対最大定格 (Ta=25°C)

項目	記号	定格	単位
入力電圧 (V ⁺ 端子, PV ⁺ 端子)	V ⁺	+45	V
PV ⁺ - SW 端子間電圧	V _{PV-SW}	+45	V
IN-端子電圧	V _{IN-}	-0.3 to +6	V
ON/OFF 端子電圧	V _{ON/OFF}	+45	V
消費電力	P _D	595 (*1) 805 (*2)	mW
接合部温度範囲	T _j	-40 to +150	°C
動作温度範囲	T _{opr}	-40 to +125	°C
保存温度範囲	T _{stg}	-40 to +150	°C

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

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

推奨動作条件 (Ta=-40 to +125)

項目	記号	最小	標準	最大	単位
電源電圧	V ⁺	4.4	-	40	V
出力電流 (*3)	I _{OUT}	-	-	0.6	A
タイミング抵抗	R _T	18	27	68	kΩ
発振周波数	f _{OSC}	300	700	1,000	KHz

(*3): 定常動作時

NJW4152R-BA-Z

電気的特性 ($V^+=V_{ON/OFF}=12V$, $R_T=27k\Omega$, $T_a=25^\circ C$)

項目	記号	条件	最小	標準	最大	単位
低電圧誤動作防止回路部						
ON スレッシホールド電圧	V_{T_ON}	$V^+=L$ H	4.0	4.2	4.4	V
		$V^+=L$ H, $T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	4.0	-	4.4	
OFF スレッシホールド電圧	V_{T_OFF}	$V^+=H$ L	3.9	4.1	4.29	V
		$V^+=H$ L, $T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	3.9	-	4.29	
ヒステリシス幅	V_{HYS}		60	100	-	mV
		$T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	60	-	-	
ソフトスタート部						
ソフトスタート時間	T_{SS}	$V_B=0.75V$	2	4	8	ms
		$V_B=0.75V$, $T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	2	-	8	
発振器部						
発振周波数	f_{OSC}		630	700	770	kHz
		$T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	630	-	770	
発振周波数 (低発振周波数コントロール時)	f_{OSC_LOW}	$V_{IN}=0.4V$, $V_{FB}=0.55V$	-	270	-	kHz
RT端子電圧	V_{RT}		0.24	0.275	0.31	V
		$T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	0.24	-	0.31	
周波数電源電圧変動	f_{DV}	$V^+=4.4$ to $40V$	-	1	-	%
誤差増幅器部						
基準電圧	V_B		-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_B		-0.1	-	0.1	μA
		$T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	-0.1	-	0.1	
開ループ利得	A_V		-	80	-	dB
利得帯域幅積	G_B		-	0.6	-	MHz
出力ソース電流	I_{OM+}	$V_{FB}=1V$, $V_{IN}=0.7V$	8	16	24	μA
		$V_{FB}=1V$, $V_{IN}=0.7V$, $T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	8	-	24	
出力シンク電流	I_{OM-}	$V_{FB}=1V$, $V_{IN}=0.9V$	1	2	4	mA
		$V_{FB}=1V$, $V_{IN}=0.9V$, $T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	0.5	-	4.5	
PWM 比較器部						
最大デューティサイクル	$M_{AX}D_{UTY}$	$V_{IN}=0.7V$	100	-	-	%
		$V_{IN}=0.7V$, $T_a=-40^\circ C$ to $+125^\circ C$	100	-	-	

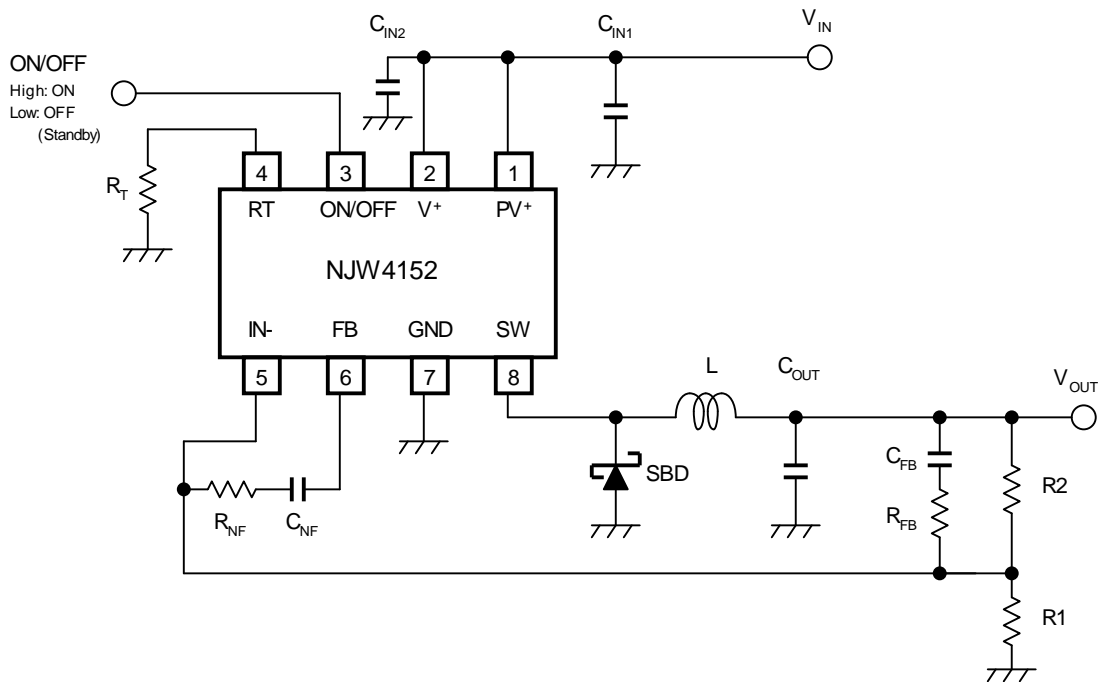
NJW4152R-BA-Z

電気的特性 ($V^+=V_{ON/OFF}=12V$, $R_T=27k\Omega$, $T_a=25^\circ C$)

項目	記号	条件	最小	標準	最大	単位
出力部						
出力 ON 抵抗	R_{ON}	$I_{SW}=0.6A$	-	0.28	0.48	Ω
スイッチング電流制限	I_{LIM}		0.8	1.0	1.3	A
SW リーク電流	I_{LEAK}	$V_{ON/OFF}=0V$, $V^+=45V$, $V_{SW}=0V$	-	-	1	μA
		$V_{ON/OFF}=0V$, $V^+=45V$, $V_{SW}=0V$ $T_a = -40^\circ C$ to $+125^\circ C$	-	-	2	
ON/OFF 制御部						
ON 制御電圧	V_{ON}	$V_{ON/OFF}=L$ H	1.6	-	V^+	V
		$V_{ON/OFF}=L$ H, $T_a = -40^\circ C$ to $+125^\circ C$	1.6	-	V^+	
OFF 制御電圧	V_{OFF}	$V_{ON/OFF}=H$ L	0	-	0.5	V
		$V_{ON/OFF}=H$ L, $T_a = -40^\circ C$ to $+125^\circ C$	0	-	0.5	
プルダウン抵抗	R_{PD}		-	480	-	$k\Omega$
総合特性						
消費電流	I_{DD}	$R_L=$ 無負荷, $V_{IN}=0.7V$, $V_{FB}=0.55V$	-	2.5	2.8	mA
		$R_L=$ 無負荷, $V_{IN}=0.7V$, $V_{FB}=0.55V$ $T_a = -40^\circ C$ to $+125^\circ C$	-	-	3.5	
スタンバイ時消費電流	I_{DD_STB}	$V_{ON/OFF}=0V$	-	-	1	μA
		$V_{ON/OFF}=0V$, $T_a = -40^\circ C$ to $+125^\circ C$	-	-	1	

NJW4152R-BA-Z

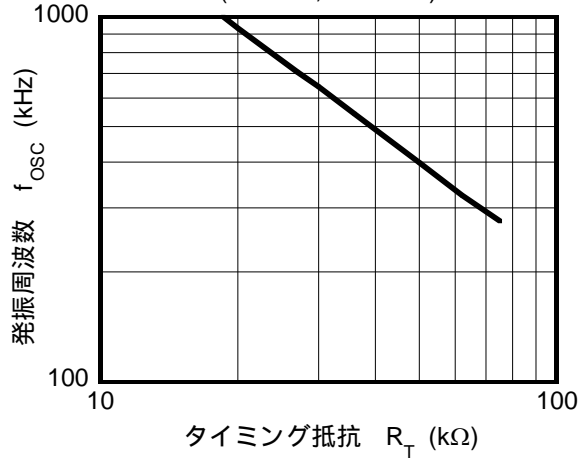
アプリケーション回路例



特性例

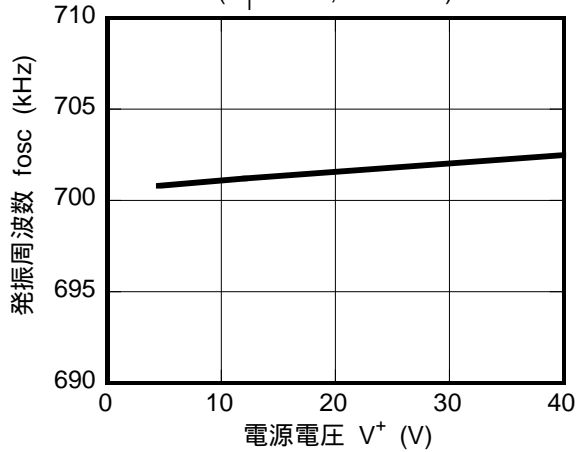
発振周波数対タイミング抵抗特性例

($V^+=12V$, $T_a=25^\circ C$)



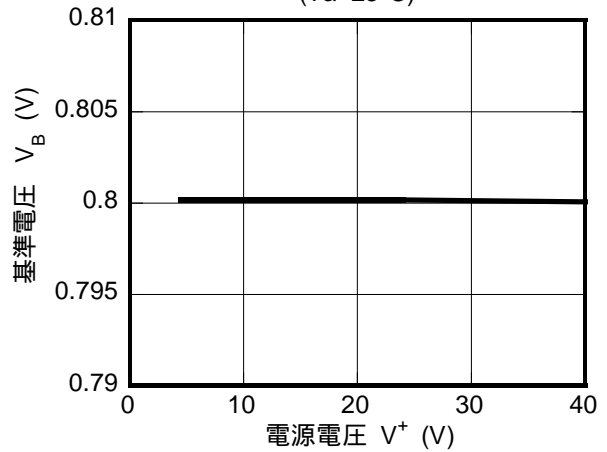
発振周波数対電源電圧特性例

($R_T=27k\Omega$, $T_a=25^\circ C$)



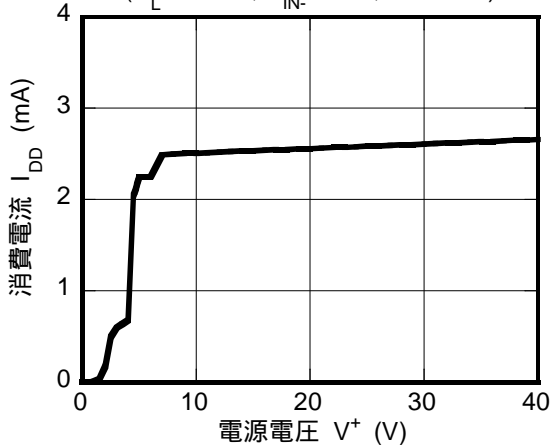
基準電圧対電源電圧特性例

($T_a=25^\circ C$)



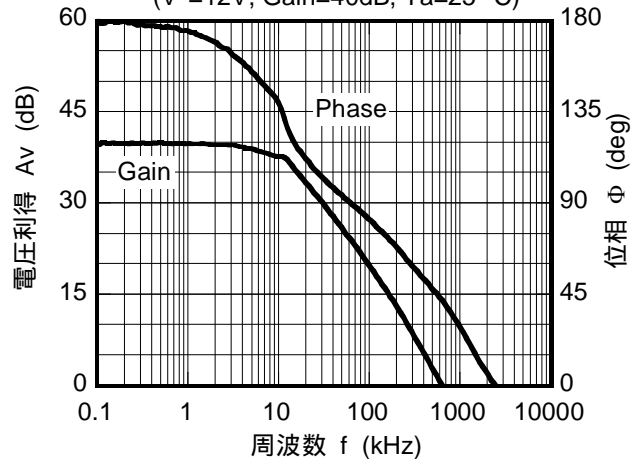
消費電流対電源電圧特性例

(R_L =無負荷, $V_{IN-}=0.5V$, $T_a=25^\circ C$)



誤差増幅器部 電圧利得, 位相特性例

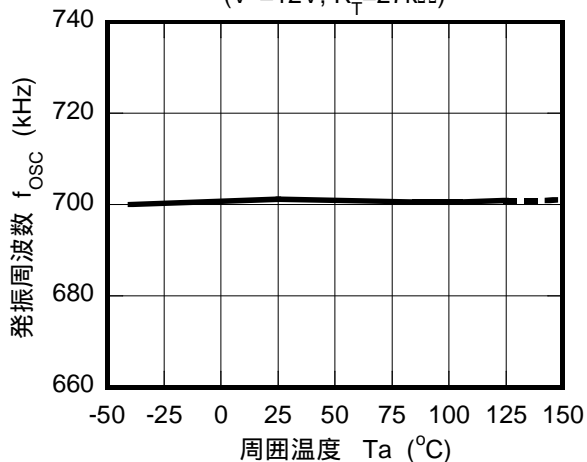
($V^+=12V$, Gain=40dB, $T_a=25^\circ C$)



特性例

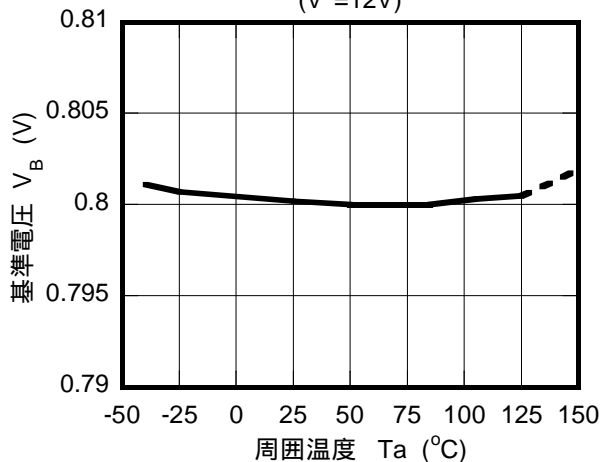
発振周波数温度特性例

($V^+=12V$, $R_T=27k\Omega$)

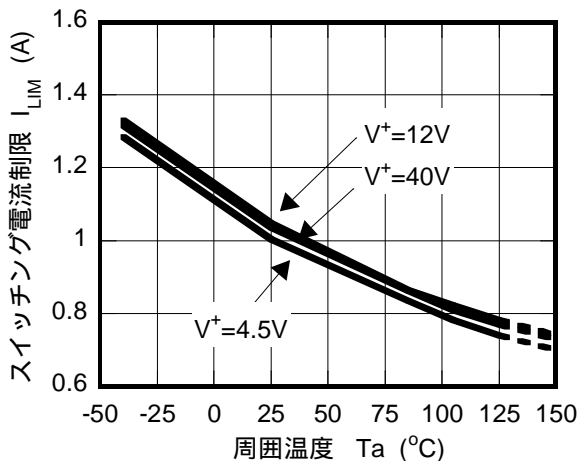


基準電圧温度特性例

($V^+=12V$)

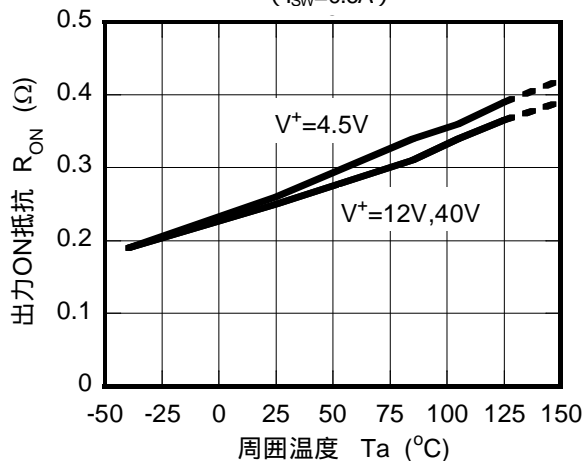


スイッチング電流制限温度特性例

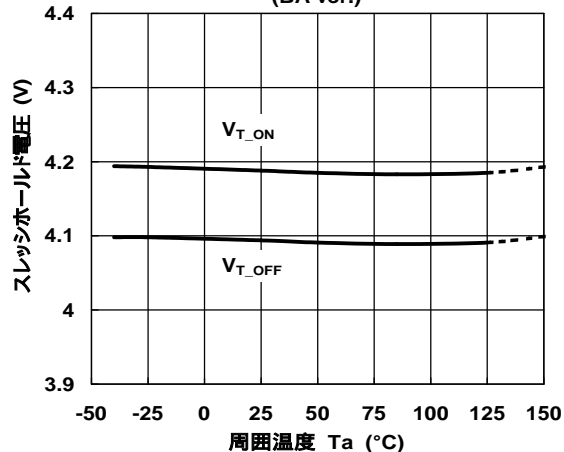


出力ON抵抗温度特性例

($I_{sw}=0.6A$)

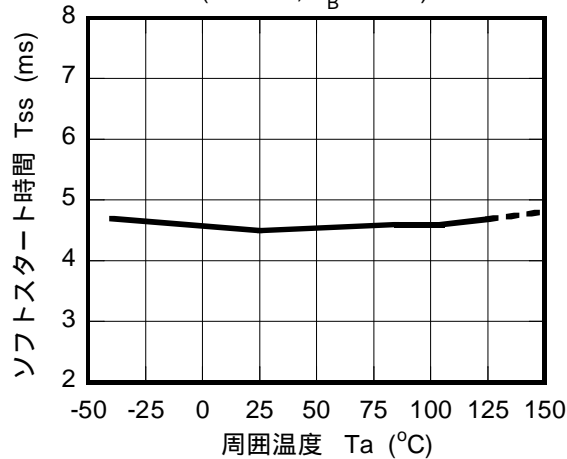


低電圧誤動作防止回路部温度特性例
(BA ver.)

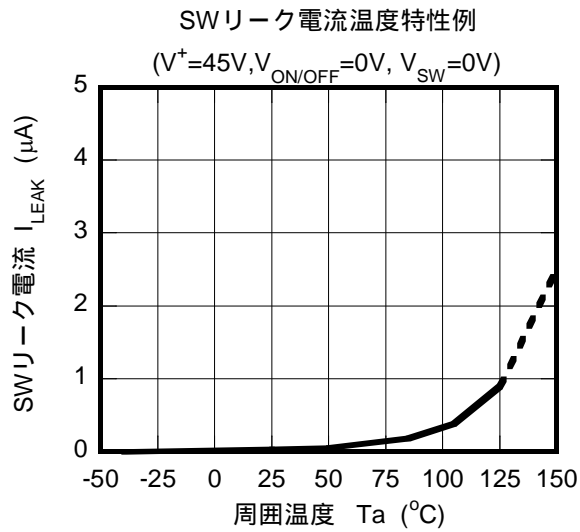
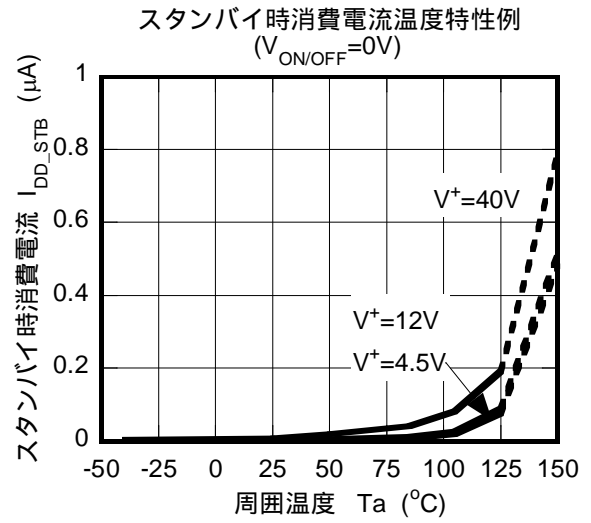
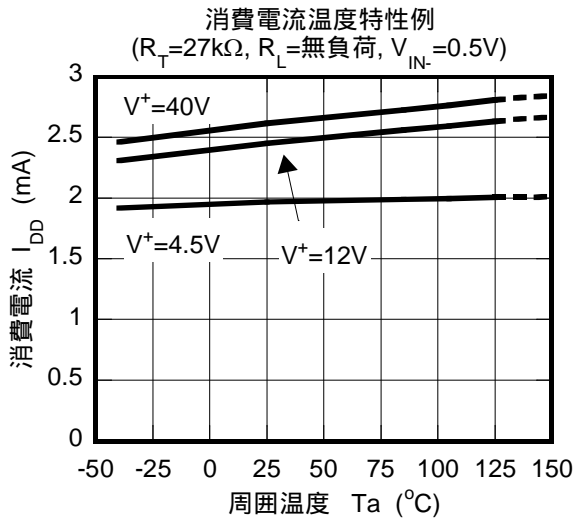


ソフトスタート時間温度特性例

($V^+=12V$, $V_B=0.75V$)



特性例



端子説明

端子番号	端子名称	機能
1	PV ⁺	パワーライン系の電源供給端子です。
2	V ⁺	IC の制御回路への電源供給端子です。電源供給のインピーダンスを下げるため、IC の近傍にバイパスコンデンサを接続してください。
3	ON/OFF	NJW4152 の動作・停止を制御する端子です。 内部は 480k Ω でプルダウンされています。 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。
4	RT	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、300k ~ 1MHz の間で設定してください。
5	IN-	出力電圧を検出する端子です。 IN-端子電圧が基準電圧 0.8V typ.となるように出力電圧を抵抗分割して入力します。
6	FB	フィードバック設定端子です。 FB 端子 - IN-端子間にフィードバック抵抗・コンデンサを接続します。
7	GND	接地
8	SW	パワー-MOSFET のスイッチ出力端子です。

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 (ER-AMP)

エラーアンプ部の非反転入力、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(IN-端子)にコンバータの出力を入力することで、出力電圧 0.8V からのアプリケーション設計を容易にできます。出力電圧を 0.8V 以上にすることは、出力電圧を抵抗分割することで設定します。

アンプ部は高利得のゲインを持ち、フィードバック(FB 端子)が外部に出ています。FB 端子 - IN-端子間にフィードバック抵抗・コンデンサを設けることが容易なため、各種アプリケーションにおける最適なループ補償を設定できます。

発振回路部 (OSC)

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。「発振周波数対タイミング抵抗」特性例を参考に 300kHz ~ 1MHz の間で設定してください。

各ブロックの機能説明（続き）

PWM 比較器部 (PWM)

エラーアンプと三角波の信号を受け、スイッチングのデューティ比をコントロールします。

PWM 比較器部でエラーアンプと三角波の信号を受け、スイッチングのデューティ比0~100%までコントロールします。タイミングチャートを図1に示します。

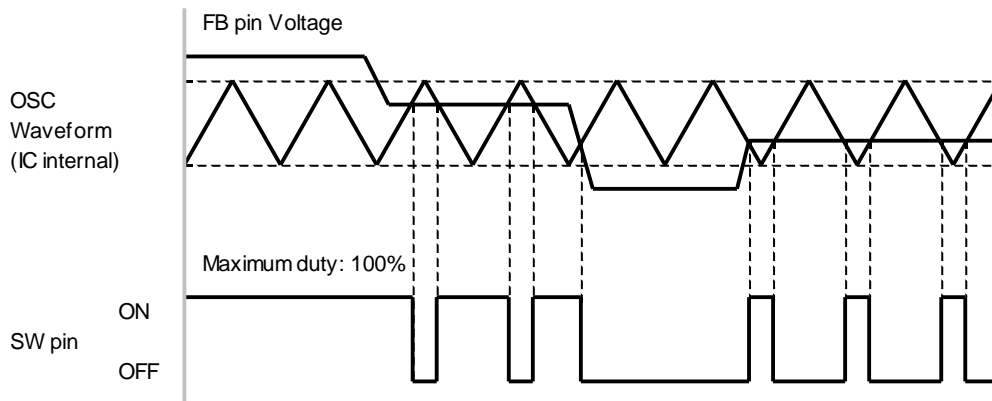


図1 PWM 比較器部と SW 端子のタイミングチャート

パワーMOSFET

内蔵されたパワーMOSFET のスイッチ動作によって、インダクタへ電力を供給します。過電流保護機能によって、パワーMOSFET に流せる電流は、 I_{LM} に制限され0.8A min.です。降圧回路では、パワーMOSFET のOFF時にインダクタ電流が外付けの回生ダイオードに流れて、順方向バイアス電圧を発生します。SW 端子は、 PV^+ - SW 端子間電圧で45Vまで許容されますが、ショットキーダイオードの順方向飽和電圧が十分に低いものを使用してください。

電源、GND 端子 (V^+ , PV^+ , GND)

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。 PV^+ , V^+ 端子 - GND端子間の近傍にバイパスコンデンサを挿入し、高周波インピーダンスを下げてください。

2. 保護機能、付加機能

低電圧誤動作防止(UVLO)回路

電源電圧が低い場合、UVLO 回路によって動作を停止し、電源電圧 4.2V typ.以上で UVLO 回路が解除されて IC の動作が開始します。電源電圧の立ち上がりとしち下がりに 100mV typ.のヒステリシス電圧幅を持たせています。これにより、UVLO の解除と動作のばたつきを防止し、NJW4152 を安定して動作させます。

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電圧を上昇します。ソフトスタート時間は 4ms 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。(図2)ソフトスタート回路は、UVLO 解除、サーマルシャットダウンからの復帰後に動作します。IN-端子が約 0.4V になるまで、低発振周波数にコントロールされ、タイミング抵抗によって設定された発振周波数の約 40%で動作します。

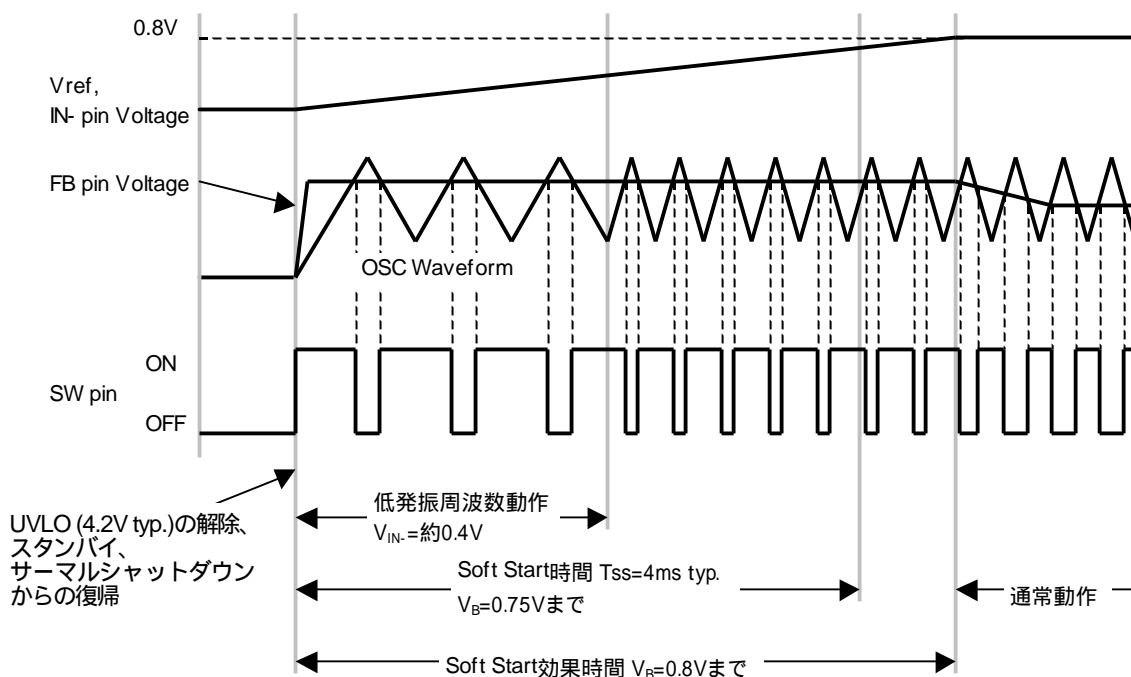


図2 ソフトスタートのタイミングチャート

各ブロックの機能説明（続き）

過電流保護機能 (OCP)

内蔵のパワーMOSFETに I_{LIM} 以上の電流が流れると、過電流保護機能によってパワーMOSFETをOFFにし、次の三角波周期でスイッチング動作を復帰します。パルス毎に過電流保護を行うため、過電流の異常状態から回復にとれない、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。

過電流検出動作時のタイミングチャートを図3に示します。

またIN-端子電圧が0.4V以下になると、低発振周波数にコントロールされ、発振周波数を設定値の約40%で動作しエネルギーの消費を抑えます。

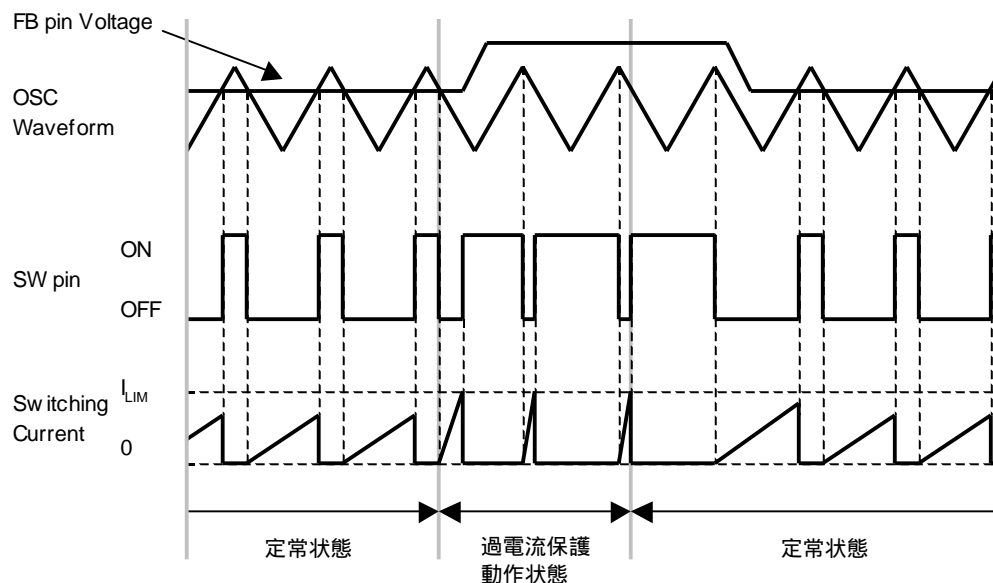


図3 過電流保護動作時のタイミングチャート

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、NJW4152のチップ温度が175℃を超えるとSW動作を停止します。

チップ温度を145℃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（ $\sim +150^{\circ}\text{C}$ ）範囲内で動作させるように、十分な余裕を満たすことをお奨めします。（* 参考値）

ON/OFF 機能

ON/OFF 端子を0.5V max.以下にすることでNJW4152の機能を停止させスタンバイ状態にします。

内部は480kΩでプルダウンされており、端子オープン時はスタンバイモードに移行します。

スタンバイ機能を使用しない場合は、ON/OFF 端子をV⁺に接続してください。

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 値を小さくするとインダクタのサイズも小さくなります。しかし、ピーク電流が大きくなり効率が悪化します。

反面、L 値が大きくなると、スイッチング時のピーク電流は低下します。よって変換効率の改善、出力リップル電圧の低下につながります。あるレベル以上では、インダクタンスの巻数増加により、抵抗成分による損失（銅損）が大きくなります。

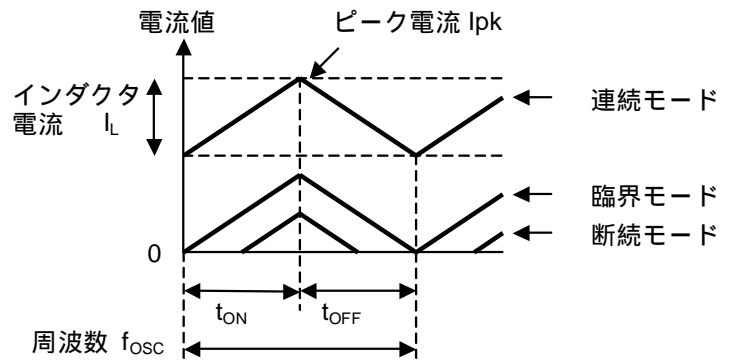


図4 インダクタ電流の状態偏移

理想的には、インダクタンス電流が連続モードになる様にL値を設定します。しかし負荷電流が小さくなる程、連続モード 臨界モード 断続モードと電流波形が変化（図4）していきます。

断続モードにおいては、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。場合によってはL値を大きくし、連続モードの維持できる負荷電流領域を広げます。

最大出力電流を得るアプリケーションの場合は、インダクタ・リップル電流を20%以下にしてください。スイッチング電流制限最小値における、過電流保護動作になるのを防止します。

キャッチ・ダイオード

パワーMOSFETがOFFサイクルの時は、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。そのためダイオードにはサイクル毎に、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。

またSBDは、逆回復時間が短い特徴を併せて持っています。逆回復時間が長くなると、スイッチングトランジスタがOFFからONサイクルに移行した時、貫通電流が流れてしまいます。この電流によって効率の低下、ノイズの発生等に影響を及ぼす可能性が有ります。

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、NJW4152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の近くに挿入してください。

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。

特にリップル電流、耐圧は、入力コンデンサ同様、コンデンサの定格以下で使用しなければいけません。

また周囲温度によっては、コンデンサの容量低下、ESRの増加（低温時）、寿命（高温時）へ影響を与えます。出力コンデンサの定格には、十分なデレーティングを持たせるのが望ましい使い方です。

出力コンデンサのESR特性は、出力リップルノイズへ大きな影響を与えます。低ESRタイプのコンデンサであれば、更にリップル電圧を下げる事が出来ます。

アプリケーション情報 (続き)

基板レイアウト

スイッチングレギュレータは、インダクタの充放電によって出力へ電力供給を行います。発振周波数に応じて電流が流れるため、基板のレイアウトは重要な項目です。大電流の流れるラインは太く、短くし、ループ面積を最小限にしてください。図5に降圧回路における電流ループを示します。

特にスイッチングにおける高速な電流変化を伴う C_{IN} - SW - SBD 間は、最優先でループを構成します。寄生インダクタによって発生するスパイクノイズを低減するのに効果的です。

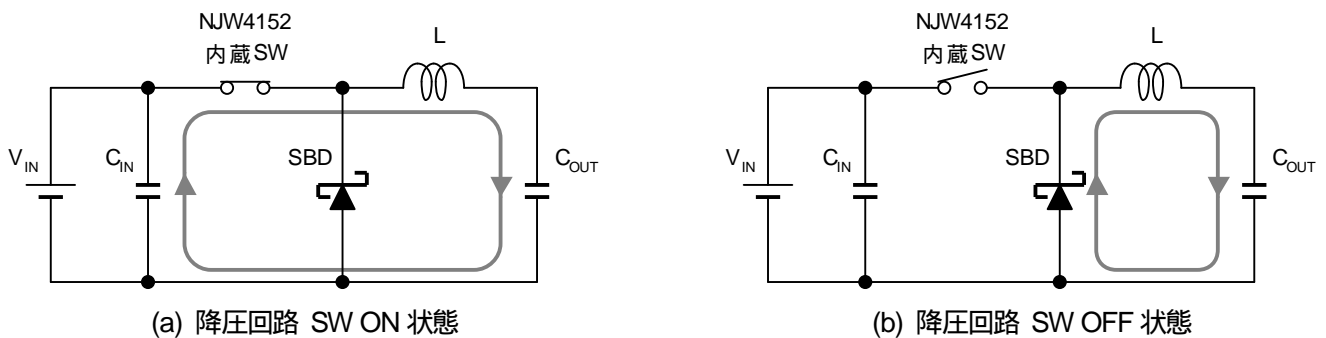


図5 降圧回路における電流ループ

GNDラインは、パワー系と信号系を分離した上で1点アースをとるのが望ましい接続です。

また電圧検出のフィードバックラインは、できるだけインダクタンスから離します。本ラインはインピーダンスが高いため、インダクタンスからの漏れ磁束でノイズの影響を避けるように配線します。

図6に降圧回路での配線例、図7にレイアウト例を示します。

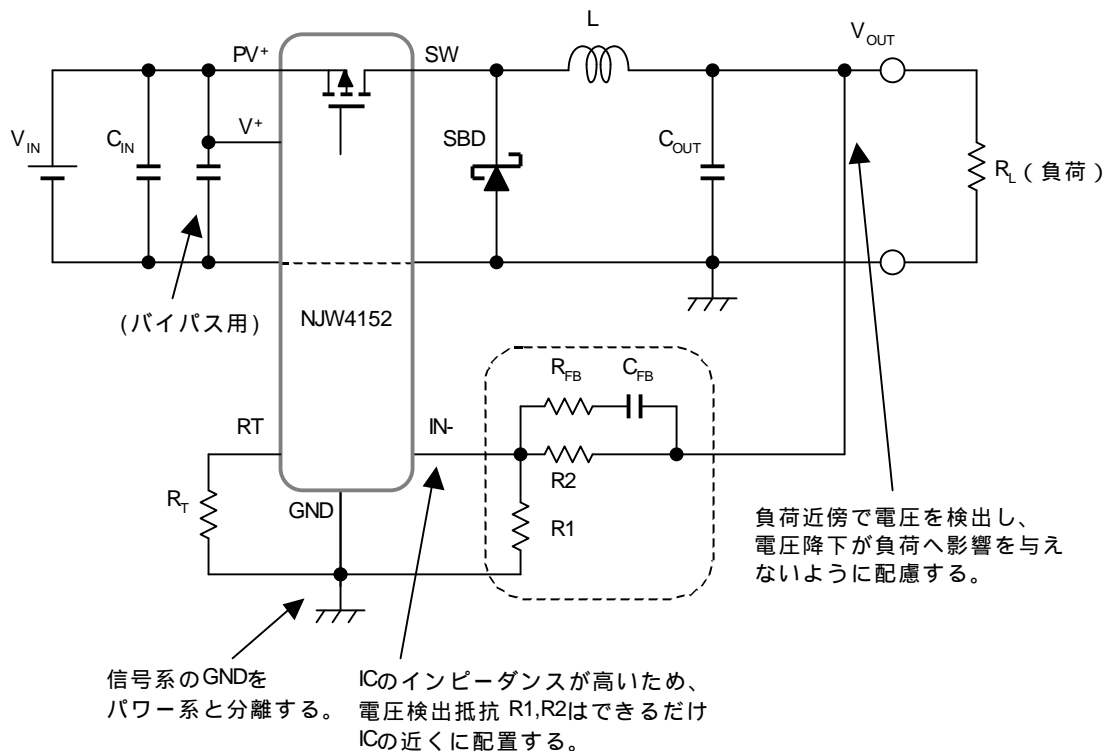
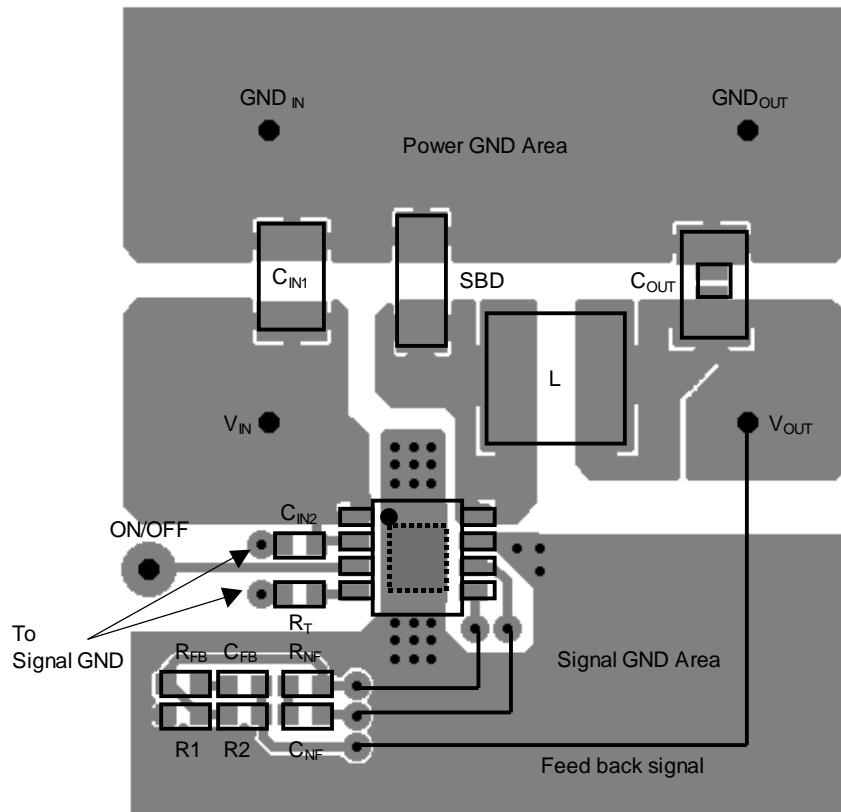


図6 降圧回路での配線例

アプリケーション情報 (続き)



裏面にてパワー系 GND と信号系 GND を接続

図7 レイアウト例 (上面パターン)

パッケージパワーの計算

降圧回路の損失の多くは、スイッチ動作を行う NJW4152 のパワー-MOSFET によって発生します。そのため下記式を目安に NJW4152 の損失として考えます。

入力電力 : $P_{IN} = V_{IN} \times I_{IN}$ [W]
 出力電力 : $P_{OUT} = V_{OUT} \times I_{OUT}$ [W]
 ダイオードの損失 : $P_{DIODE} = V_F \times I_{L(av)} \times \text{OFF duty}$ [W]
 NJW4152 の消費電力 : $P_{LOSS} = P_{IN} - P_{OUT} - P_{DIODE}$ [W]

ただし、

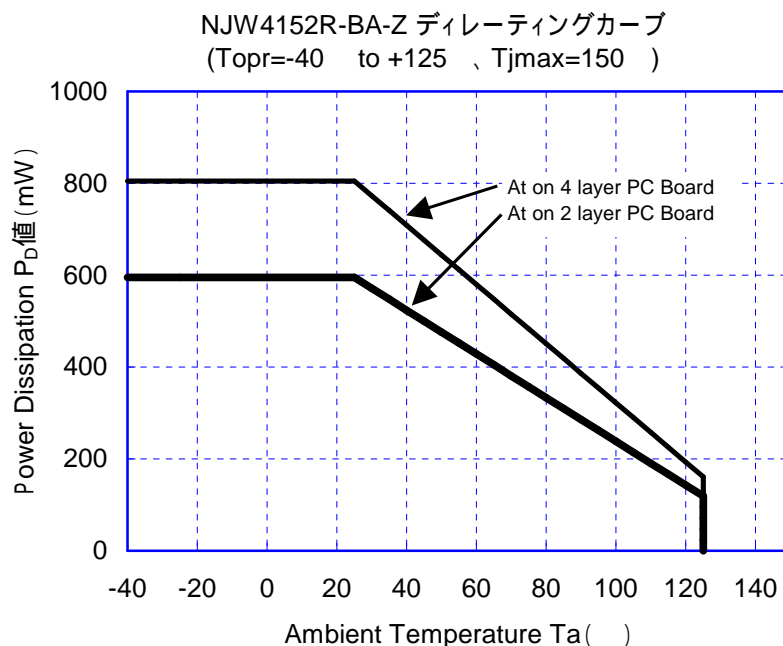
V_{IN}	: コンバータの入力電圧	I_{IN}	: コンバータの入力電流
V_{OUT}	: コンバータの出力電圧	I_{OUT}	: コンバータの出力電流
V_F	: ダイオードの順方向飽和電圧	$I_{L(av)}$: インダクタ平均電流
OFF duty	: スイッチ OFF 時間		

変換効率 η は、下記式によって求められます。

$$\eta = (P_{OUT} \div P_{IN}) \times 100 \quad [\%]$$

求めた消費電力 P_D に対して温度デレーティングを考慮します。

消費電力対周囲温度特性例 (図7) を参考に、定格内に収まるか確認してください。



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

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

(4層基板内箔: 74.2 × 74.2mm)

図7 消費電力対周囲温度特性例

<注意事項>

このデータブック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、工業所有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はありません。