

■ 概要

BIC1421は高効率を実現する同期整流方式チョッパ制御部とメイン・スイッチのNチャンネルMOSFET、同期整流用 LOW サイドMOSFET をMCM (マルチチップモジュール) にしたPOWER-IC です。 出力電流は3Aまでの大電流に対応し、入力電圧範囲に於いてはIEEE-1394 の入力電圧をカバーできる8V~40Vに対応しています。機能においても、過電流保護回路、過熱保護回路、ON/OFF 機能、等の機能を面実装のワンパッケージICに収めたので、非常に少ない外付け部品で小型・軽量のDC-DCコンバータを実現する事ができます。

■ 特徴

- IEEE-1394 対応入力電圧範囲 (DC8~40V)
- 出力電圧 3.3V/5.0V 切り替え選択
- 最大出力電流 3.0A
- 出力メインスイッチ用 MOSFET、転流用 MOSFET 内蔵
- 過電流保護機能内蔵
- 過熱保護回路内蔵
- ON/OFF 機能
- 鉛フリー対応

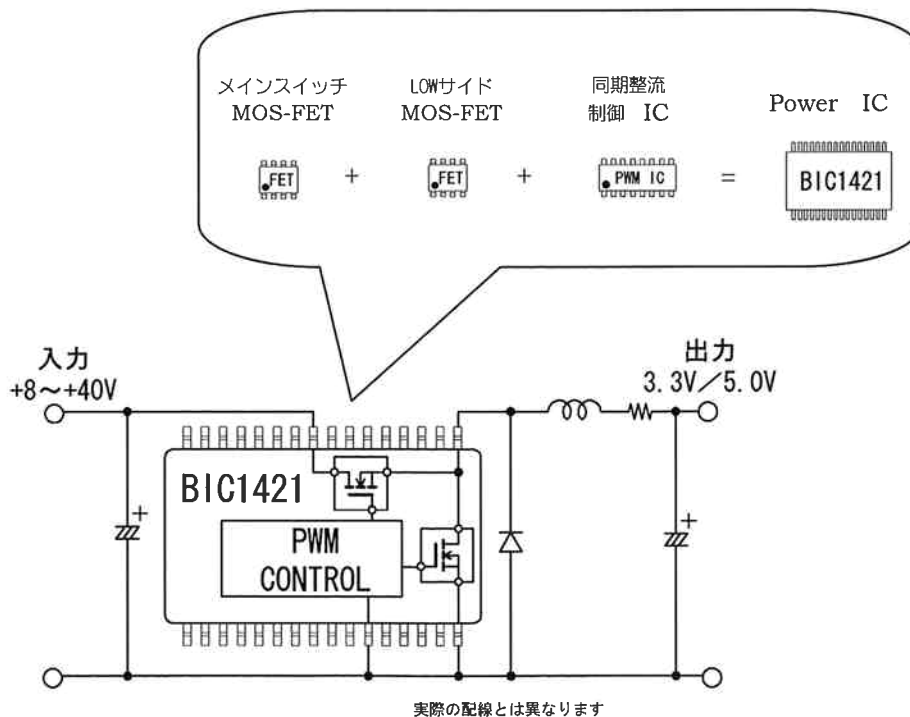
■ 用途

- | | |
|--------------|-----------|
| • 情報機器 | • 携帯用計測機器 |
| • デジタル家電 | • OA 機器 |
| • コンピュータ周辺機器 | • 映像機器 |
| • 電子測定器 | • 制御、設備機器 |

■ 製品呼称

単品呼称：BIC1421

梱包形態はテーピング品のみに対応になります。



■ 最大定格 (Ta=25°C)

項目	記号	定格値	単位
電源電圧	Vin	42	V
出力MOS入力電圧	Vdd	42	V
出力電流 (AVE)	Iout ave	3	A
出力電流 (PEAK)	Iout peak	4	A
リモートコントロール印加電圧	Vrc	5.5	V
保存温度	Tstg	-40~150	°C
接合温度	Tj	150	°C

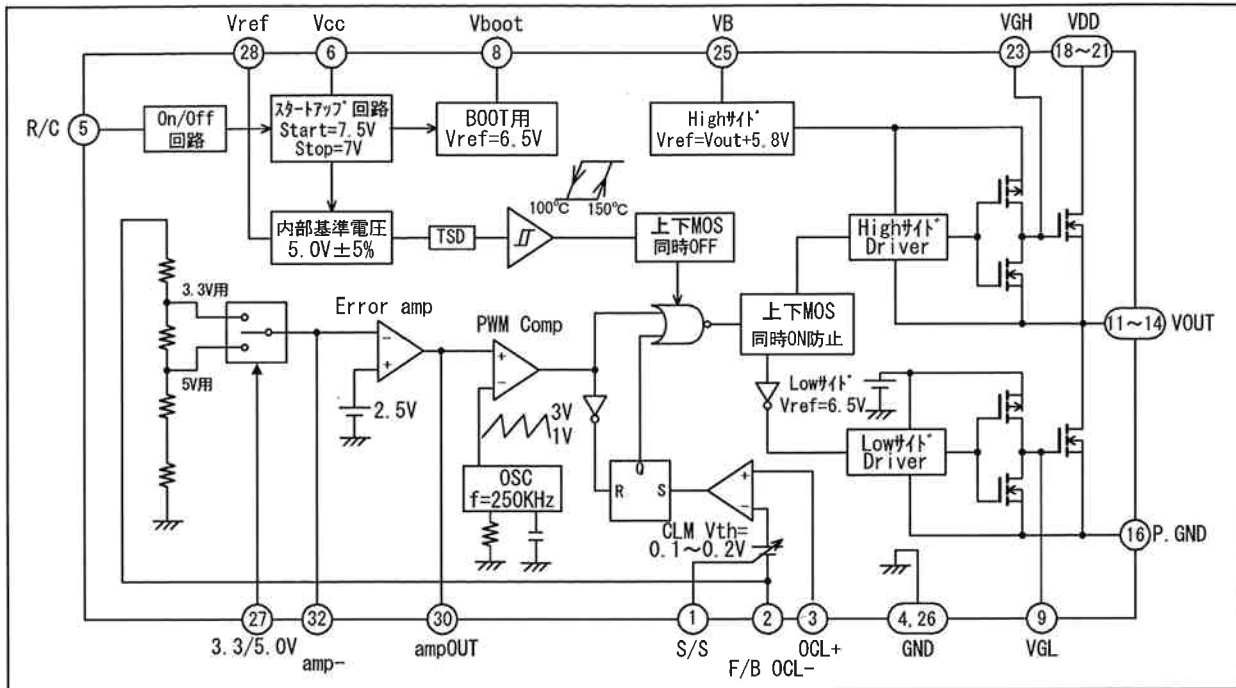
■ 電気的特性 (Ta=25°C)

項目	記号	条件	MIN	TYP	MAX	単位
HighsideMOS ドレイン・ソース降伏電圧	Vdss	Id=1mA, Vgs=0V	42	—	—	V
HighsideMOS ドレイン遮断電流	Idss	Vds=40V, Vgs=0V	—	—	10	μA
HighsideMOS ドレイン・ソース間オン抵抗	Ron	Id=1.2A, Vgs=4.5V	—	33	70	mΩ
HighsideMOS ソース・ドレインDi順電圧	Vsd	Is=1.2A, Vgs=0V	—	—	1.5	V
LowSideMOS ドレイン・ソース降伏電圧	Vdss	Id=1mA, Vgs=0V	42	—	—	V
LowSideMOS ドレイン遮断電圧	Idss	Vds=40V, Vgs=0V	—	—	10	μA
LowSideMOS ドレイン・ソース間オン抵抗	Ron	Id=1.2A, Vgs=4.5V	—	33	70	mΩ
LowSideMOS ソース・ドレインDi順電圧	Vsd	Is=1.2A, Vgs=0V	—	—	1.5	V
起動電圧	Vcc_start	—	7	7.5	8	V
停止電圧	Vcc_stop	—	6.5	7	7.5	V
起動-停止電圧ヒステリシス	Vcc_hys	—	—	0.5	—	V
消費電流 (動作時)	Icc	Vcc=8V~40V	—	10	12	mA
リモートOFF時消費電流	Icc_off	Vcc=8V~40V	—	1.2	1.5	mA
リモートコントロール端子 ON 電圧	Vrc_on	Vcc=8V~40V	-0.2	—	0.5	V
リモートコントロール端子 OFF 電圧	Vrc_off	Vcc=8V~40V	2.5	—	5.3	V
リモートコントロール端子短絡電流	Irc	Vcc=8V~40V	—	—	250	μA
BOOT端子電圧	Vboot	Vcc=24V	6	6.5	7	V
内部基準電圧	Vref	Vcc=8V~40V	4.75	5	5.25	V
内部発振周波数	fosc	Vcc=24V	212.5	250	287.5	kHz
過電流しきい値電圧	Vth_OCL	Vcc=24V	0.162	0.19	0.218	V
SoftStart端子電流	Is/s	Vcc=24V	-20	-12.5	-5	μA
"H" CHG端子入力電圧	Vchgh	—	4.5	2.45	2.5	V
"L" CHG端子入力電圧	Vchgl	—	GND	—	0.5	V
過熱保護動作温度	T_TSD	—	—	150	—	°C

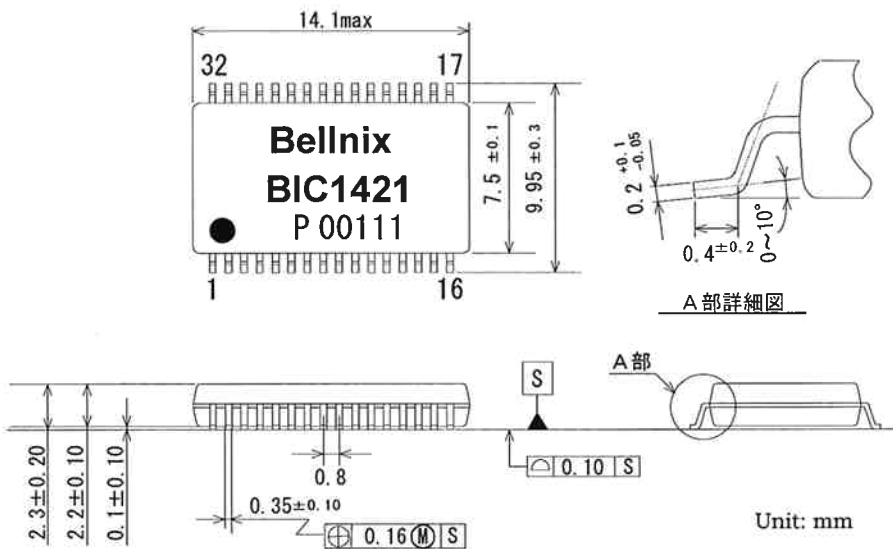
■ 推奨動作条件

項目	推奨値	単位
入力電圧 (Ta = -10 ~ -85 °C)	8.0~40	V
入力電圧 (Ta = -30 ~ -10 °C)	8.5~40	V
動作温度	-30~80	°C

■ ブロック図



■ 外形寸法

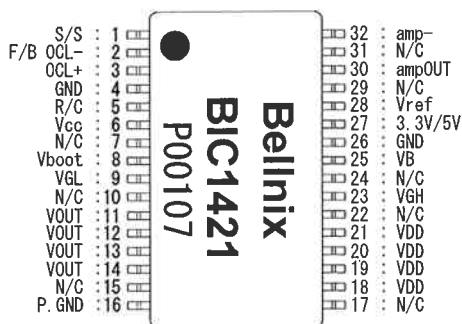


端子母材: Cu

端子処理: Ni/ Pd/ Auメッキ

ケース: 黒色エポキシ樹脂 (UL94 V-0)

■ 端子機能説明



端子番号	端子記号	機能説明
1	S/S	ソフトスタート用コンデンサ接続端子です。
2	F/B OCL-	過電流-検出端子、フィードバック端子です。
3	OCL+	過電流+検出端子です。
4, 26	GND	グラウンド端子です。
5	R/C	リモートON/OFFコントロール端子です。
6	Vcc	制御回路の電源端子です。
8	Vboot	メインスイッチ MOSFET制御回路の電源端子です。
9	VGL	同期整流用 Lowサイド MOSFETのゲート端子です。
11~14	VOUT	パワー段の出力端子です。
16	P. GND	出力回路の接地端子です。
18~21	VDD	メインスイッチ MOSFETの電源端子です。
23	VGH	メインスイッチ Highサイド MOSFETのゲート端子です。
25	VB	出力ボートストラップ端子です。 VB端子とVOUT端子の間にコンデンサを接続してIC内部のMOSFETの制御用回路をボートストラップします。
27	3.3V/5V	出力電圧切り替え端子です。
28	Vref	内部基準電圧出力端子です。
30	ampOUT	内蔵誤差増幅器出力端子です。
32	amp-	内蔵誤差増幅器反転入力端子です。
7, 10, 15, 17 22, 24, 29, 31	N/C	NO CONNECTIONの端子です。

■ 端子機能説明

1. 内部基準電圧 (Vref)

温度補償された基準電圧 (≒5.0V) でIC内部の基準電圧として使用されます。Vref端子からは最大1mAまで外部に取り出せます。

2. 発振回路 (OSC)

IC内部で発振周波数 (≒250KHz)の鋸歯状波を発生させてます。発振器用にC,Rの付加部品は不要で、この波形は外部に出力はされません。

3. 誤差増幅器 (Error amp)

誤差増幅器はDC/DCコンバータの出力電圧を検出し、PWM制御信号を出力する増幅器です。誤差増幅器のamp-端子への帰還抵抗及びコンデンサの接続により、任意のループゲインが設定できるため、システムに対して安定した位相補償が出来ます。

4. 過電流検出 (OCL)

OCLはパルスバイパルス方式の過電流検出です。外付けの電流検出抵抗の電圧ドロップをOCL+端子とOCL-端子で検出しその電圧がある一定値 (≒0.19V) 以上になるとメインスイッチのMOSFETをオフさせます。

5. 出力電圧切り替え (3.3V/5.0V)

出力電圧の切り替え端子です。本機能により3.3V又は5.0Vに出力電圧を設定します。

5.0V出力希望時：本端子(27番ピン)を”L”レベル、26番ピンに接続します。

3.3V出力希望時：本端子(27番ピン)を”H”レベル、28番ピンに接続します。

6. リモートON/OFF (R/C)

出力電圧をON/OFFさせるリモート端子です。
出力ON：0~0.5V。 (本端子をGNDに接地)
出力OFF：2.5~5.3V。 (本端子をオープン)

7. ソフトスタート (S/S)

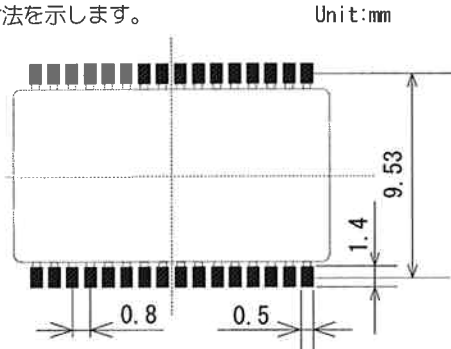
ソフトスタート用のコンデンサ接続端子です。
本端子にソフトスタート用のコンデンサを接続する事により起動時メインMOSFETのON幅を徐々に広げて行きます。
本端子には0.1μF程度のコンデンサを接続してください。

Power IC BIC1421

■ 実装方法

1. 参考ランド寸法

実装用推奨パッド寸法を示します。



2. 実装上の注意

実装時に機械的衝撃等により、部品内部に過大なストレスを与えないよう十分な注意をしてください。

3. はんだ付け条件

実装方法としては赤外線リフロー法を推奨いたします。はんだ付け時間が長すぎたり、はんだ付け温度が高すぎたりしますと、本ICの機能を損なう場合がありますので、当社の指定条件内でご使用ください。

1) 赤外線リフロー法

リフロー法での温度プロファイルは右図のとおりです。

2) ウェイブソルダー条件

・予備加熱条件

ケース中央温度 : 80~140℃

予備加熱時間 : 30~60sec

・加熱条件

はんだ温度 : 265±5℃

加熱時間 : 10±1sec

・加熱回数 : 1回

・注意事項

半田ブリッジはランドの影響を受けますので、基板設計時等で考慮して下さい。

3) 保管条件

防湿梱包開梱後、温度30℃、相対湿度70%以下の環境下で168時間以内。

4) ベーキング条件

125℃にて24時間以内で1回。(耐熱トレイに載せ替えて下さい)

5) ハンダゴテ法

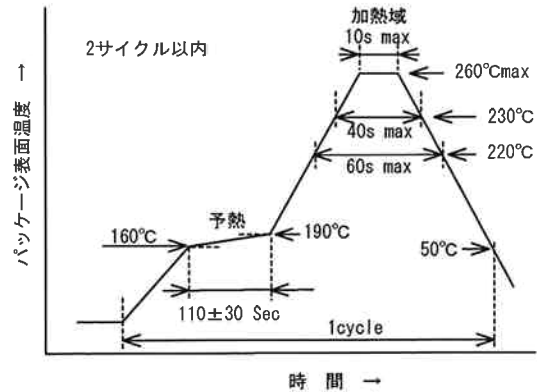
はんだごてにて作業する場合は下記の範囲で実施してください。

・コテ先温度 : 380±10℃

・加熱時間 : 3±1sec

・加熱回数 : 1回

赤外線及びエアリフローはんだ付け条件



4. 洗浄

フラックスや洗浄剤の残渣が残らないよう十分洗浄してください。洗浄後は洗浄剤が残らないように完全に乾燥させてください。

5. 樹脂コーティングについて

実装後に樹脂で再モールドする場合、樹脂のキュアストレスが強いと部品にストレスを与える事があります。樹脂の選択と硬化時間には十分に注意してください。

Power IC BIC1421

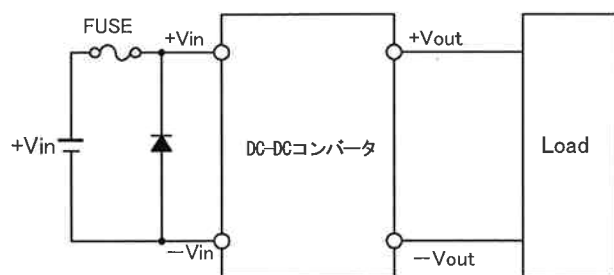
■ 使用方法

1. 入力電源の逆接防止方法

BIC1421 は非絶縁型で正極から正極へステップダウンさせる DC-DCコンバータ用のパワーICです。本ICは過電流保護機能が有りますが、万が一ICの故障で入力に過大な電流が流れた場合の発煙、発火防止の為、入力ラインへは必ずヒューズ等の保護素子を接続してください。

なお、保護素子は+ラインに挿入し、DC-DCコンバータの入力側電源は保護素子を切断できる容量を持たせてください。

又、ダイオードを接続する事により、入力の逆接続の保護になります。

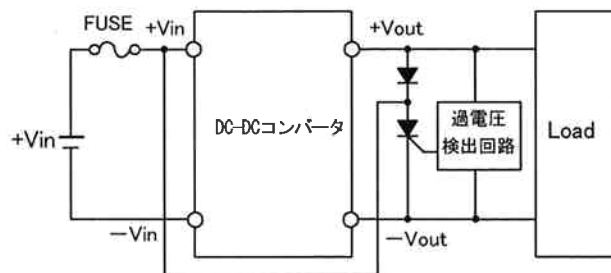


2. 過電圧保護回路

BIC1421 は過電圧保護回路を内蔵しておりません。万が一パワーICがショートモードで破損した場合、入力電圧がそのまま出力に現れるモードになります。発煙、発火防止の為、過電圧保護回路は必ず付加してください。

又、供給側の電源はヒューズなどの保護素子を切断できる容量を持たせてください。

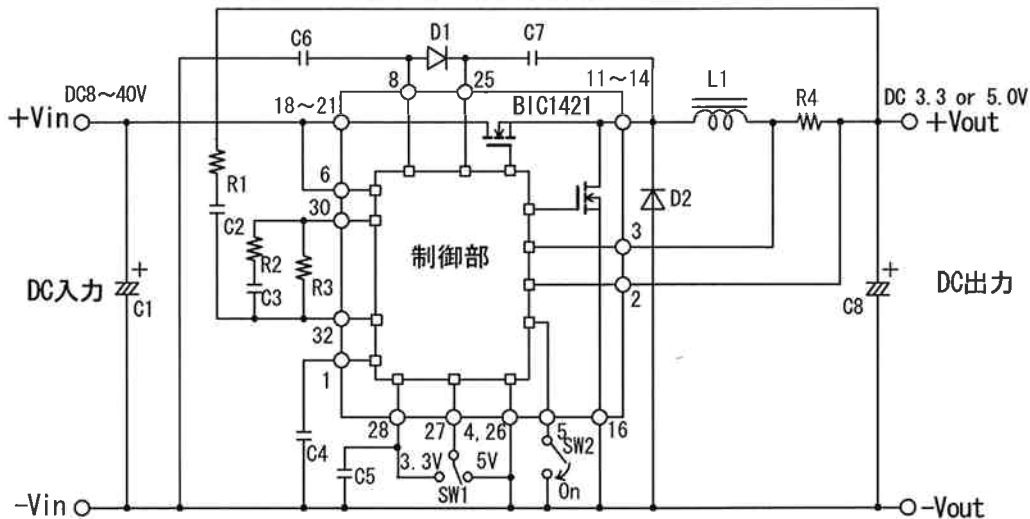
過電圧保護回路参考例



■ 標準接続図

BIC1421 は同期整流型チョッパ方式用に開発されたパワーICです。本ICは制御部IC部分とハイサイド及び、転流用のローサイドMOSFET等の主要な部品をワンパッケージ化したもので、外部にチョーク及びコンデンサなどの部品が必要になります。

- 27番ピンは電圧選択端子です
3.3V出力電圧の場合は27ピンと28ピンをショート
5.0V出力電圧の場合は27ピンと26ピンをショート
- 9、23番ピンは試験用端子です。接続しないでください。
- 7,10,15,17,22,24,29,31 番ピンは内部無接続ピンです。
- 標準接続図に示した部品は必ず付加してください。
- 出力の平滑コンデンサは低 ESR 品をご使用ください。



■ 参考部品定数

部品番号	品名	出力電圧3.3V/5.0V 参考部品		推奨タイプ・メーカー
		出力電流例		
		1.2A	3.0A	
IC1	パワーIC	BIC1421	BIC1421	(株)ベルニクス
L1	チョークコイル	22μH, 1.5A CDRHタイプ°	22μH, 3A CDRHタイプ°	スミダ電機(株)
D1	ダイオード	1SS300	1SS300	東芝(株)
D2	ショットキダイオード	D1FS6	D1FS6	新電元工業(株)
R1	抵抗	0.1W, 5.6K	0.1W, 5.6K	北陸電気工業(株)
R2	抵抗	0.1W, 27K	0.1W, 27K	北陸電気工業(株)
R3	抵抗	0.1W, 300K	0.1W, 300K	北陸電気工業(株)
R4	抵抗	0.75W, 0.1Ω SR73Kタイプ°	2W, 0.039Ω NPRタイプ°	KOA(株)
C1	電解コンデンサ	50V, 220μF	50V, 220μF (2個バラ)	SXEタイプ° 日本ケミコン(株)
C2	セラミックコンデンサ	25V, 0.047μF	25V, 0.047μF	GRM39タイプ° or GRM40タイプ°
C3	セラミックコンデンサ	50V, 2200PF	50V, 2200PF	村田(株)
C4	セラミックコンデンサ	25V, 0.047μF	25V, 0.047μF	又は
C5	セラミックコンデンサ	16V, 0.1μF	16V, 0.1μF	C1608タイプ° or C2012タイプ°
C6	セラミックコンデンサ	50V, 1000PF	50V, 1000PF	TDK(株)
C7	セラミックコンデンサ	50V, 0.01μF	50V, 0.01μF	
C8	電解コンデンサ	10V, 680μF	10V, 680μF (2個バラ)	ZLタイプ° ルビコン(株)

諸条件により、多少定数が変わることもあります。

■ 電気的特性 (代表例)

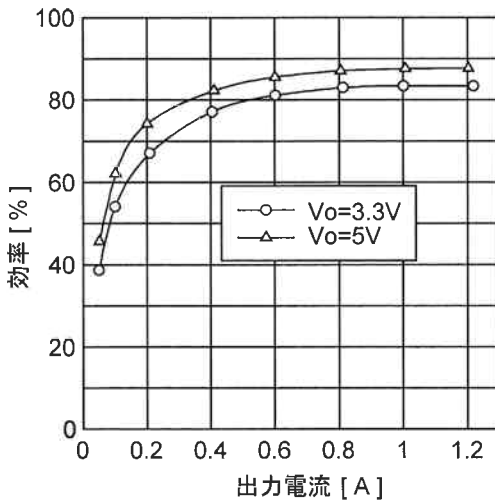
標準接続図による付加部品及び、参考部品定数で回路を構成し実測した参考データを下記に示します。

(Ta=25°C)

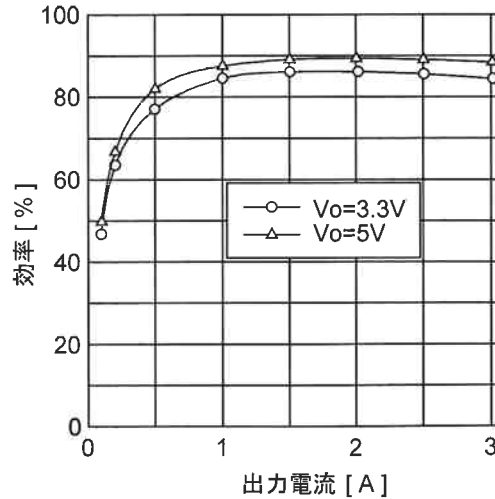
項目	単位	出力電流例				条件
		1.2A		3.0A		
定格出力電圧	V	3.3	5.0	3.3	5.0	
定格出力電流	A	1.2		3.0		
定格入力電圧	V	24				
入力電圧範囲	V	8 ~ 40				
出力電流	A	0 ~ 1.2		0 ~ 3.0		
出力電圧設定精度	%	0.97	0.98	0.88	1.96	
入力電流 (無負荷時)	mA	11	12	16	21	
入力電流 (定格負荷時)	A	0.197	0.280	0.503	0.714	
効 率 (定格負荷時)	%	83.51	87.84	83.71	85.9	
入力変動	%	1.91	2.38	1.79	2.15	入力 8V~40Vの変動に対して
負荷変動	%	0.14	0.36	0.52	0.66	負荷 0~100%の変動に対して
リップル・ノイズ	mVp-p	13/39	15/39	32/80	36/80	
過電流保護動作	A	1.64	1.54	3.7	3.5	
スタンバイ電流	mA	0.53	0.53	0.53	0.53	リモートOFF時
発振周波数	KHz	250KHz固定周波数				

*上記仕様に条件の指定がない場合、入出力は定格にて規定しています。

効率 - 出力電流 特性
Output=1.2A (Vin=24V)



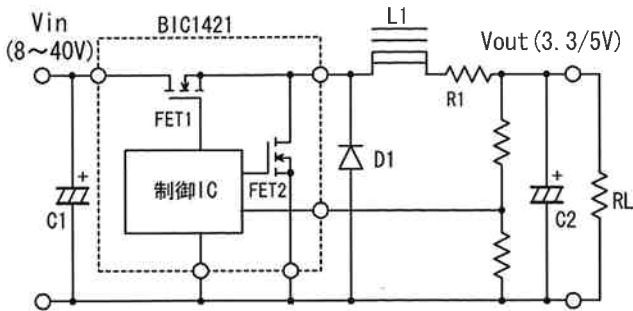
効率 - 出力電流 特性
Output=3A (Vin=24V)



■ 基本動作説明

本Power IC BIC1421 は同期整流型ステップダウンチョッパ方式を採用しております。この方式はDC-DCコンバータの効率が非常に高く、小型でありながら大電流を供給できます。

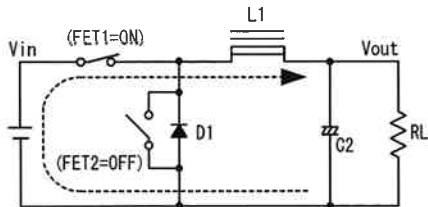
1. 基本回路



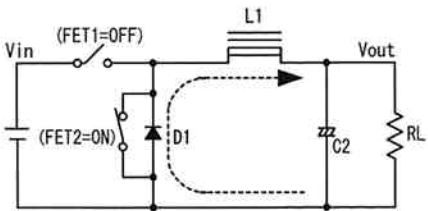
- FET1 :メインスイッチ用MOSFET
- FET2 :転流用MOSFET
- D1 : 転流用ダイオード
- R1 : 過電流検出抵抗
- C1 : 入力コンデンサ
- C2 : 平滑用コンデンサ

一般的なステップダウン型チョッパコンバータでは転流回路部がダイオードD1だけの構成となりますが、同期整流型ではこの転流ダイオードと並列にFET2を接続し、効率アップさせています。又、従来ではメインスイッチにFETを使用する場合P-チャンネルを採用するのが一般的でしたが、本Power IC BIC1421 では内部にBoost回路を設け、N-チャンネルのMOSFETでメインのスイッチを行っております。この事により効率もアップできます。

2. メイン電流のルート



(a) ton時のメイン電流の流れ

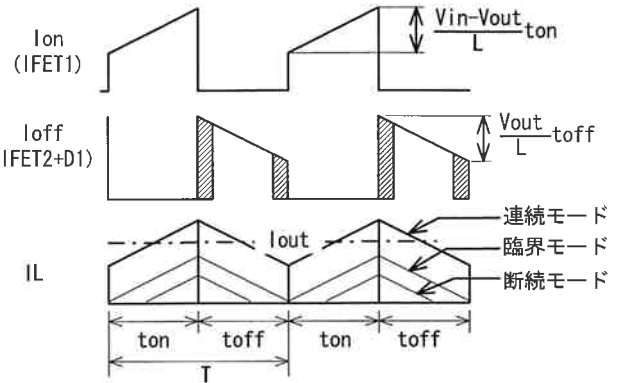


(b) toff時のメイン電流の流れ

ton 時 : FET1 を通ってL1に電流が流れ込む。
toff 時 : L1に蓄えられた励磁電流がFET2 (D1) を通り転流。

3. メイン電流波形

ton 時とtoff 時のメイン電流は下図のような波形となります。



toff 時にチョークの励磁電流が D1,FET2 を通って転流しますが、斜線部の区間ではD1を通り、真ん中の部分ではFET2を通ります。

チョークに流れる電流のモードは3つのモードがあります。定格負荷時などの直流が重畳されたモードを連続モードと言い、軽負荷に於いて、チョークに流れる電流が断続となるモードを断続モードといいます。又、連続モードと断続モードの境の部分を臨界モードと言います。

連続モードの場合、tonの期間にチョークに加わる電圧はVin - Vo となるので、電流の傾きΔILは

$$\Delta I_L (\text{ton}) = \frac{V_{in} - V_o}{L} \times \text{ton}$$

となります。次にFET1がoffすると、インダクタンスに流れていた電流は同じ方向に流れようと維持する為、D1,FET2 を通って転流を開始します。転流電流はFET1がoffする直前の電流値と同一の電流が流れ、L1の両端には出力電圧と同じ電圧が加わるので、off時の電流の傾きΔILは

$$\Delta I_L (\text{toff}) = \frac{V_o}{L} \times \text{toff}$$

となり、連続モードの場合、電流の傾きΔILは同じなので、

$$V_o = \frac{\text{ton}}{\text{ton} + \text{toff}} \times V_{in} = \frac{\text{ton}}{T} \times V_{in}$$

となります。平滑チョークのインダクタンスを求める場合、臨界動作を定格電流の15~20%になるように設計します。

従いまして、インダクタンスは下記の式で求められます。

$$L = \frac{V_{in} - V_o}{\Delta I_L} \times \text{ton} = \frac{V_{in} - V_o}{(0.15 \sim 0.2) \times I_o \times 2} \times \frac{V_o}{V_{in} \times f}$$

* 設計手順の項にはダイオードのVfを考慮した式を載せてます。

■ 設計手順

次の順序で付加部品の設計を行います。

- 1 過電流検出抵抗 (R1) の選定
- 2 平滑チョーク (L1) の選定
- 3 平滑コンデンサ (C2) の選定
- 4 入力側コンデンサ (C1) の選定

1. 過電流検出抵抗 (R1) の求め方

出力に流れる電流を抵抗R1のドロップ電圧にて検出します。
抵抗にて発生する電圧が $0.19V \pm 15\%$ にてパルスバイパルス方式の過電流保護回路が動作いたします。

$$R1 = \frac{V_{th}}{I_{ocp}} [\Omega]$$

V_{th} : 過電流検出電圧 ($0.19V \pm 15\%$)

I_{ocp} : 過電流動作ポイント

過電流動作ポイントは最大出力電流の110~120%にします。
過電流動作ポイントはスイッチングノイズの影響により、若干計算値と異なる場合があります。又、検出抵抗の温度特性によっても変わってくる場合が有りますので、実機にて確認してください。

2. 平滑チョークコイル (L1) の求め方

一般的な設計では、平滑チョークコイルの電流が定格負荷時は連続モードで、軽負荷時は断続モードになります。このモードが切り替わる臨界値が定格電流の15~20% なるようにインダクタンス値を求めます。

$$L1 = \frac{(V_{in(max)} - V_o) \times (V_o + V_f)}{\Delta IL \times (V_{in(max)} + V_f) \times f} [H]$$

$V_{in(max)}$: 入力電圧(最大値)

V_o : 出力電圧 (3.3V or 5.0V を選択)

V_f : 転流ダイオードの順方向電圧(約0.5V)

ΔIL : 臨界動作時の出力電流 (I_o)の2倍
臨界値は定格出力電流の15~20% が一般的です。
($0.15 \sim 0.2 \times I_o \times 2$)

f : 発振周波数 ($f \approx 250KHz$ 固定)

チョークコイルの選定にあたっては、過電流領域においても チョークコイルが飽和しないように、直流重畳特性に注意してください。

3. 出力平滑コンデンサ (C2) の選定

出力(平滑)コンデンサのインピーダンスにより、出力のリプル電圧が決まるので、出力のリプル電圧を小さく抑えたい場合は高周波にてインピーダンスの小さいものを選定してください。

$$Z_c = \frac{V_{rip}}{\Delta IL}$$

V_{rip} : 出力のリプル電圧 (抑えたい値 例: 30mVp-p)

ΔIL : 臨界動作時の出力電流 (I_o)の2倍

出力のコンデンサには臨界動作時の出力電流 (I_o) とほぼ同じリプル電流が流れます。コンデンサ選定時にはこのリプル電流も考慮してください。

4. 入力側コンデンサの (C1) 選定

本方式 (ステップダウン・チョッパー) のコンバータの入力側コンデンサにはCがスイッチングする事により、リプル電流が流れます。入力側コンデンサに流れるリプル電流は入力電流と同じように、出力電流が多いほど流れ、入力電圧が低いほどデューティが広がり、リプル電流も多く流れます。

計算式より求められた値よりも、許容リプル電流の大きなものを選定してください。

入力側コンデンサの実装にあたってはPower ICの近くに配置し、パターンによるインダクタンスが小さくなるようにして下さい。

$$D = \frac{V_o + V_f}{V_{i(min)} + V_f}$$

$$I_{rip} = \sqrt{D(1-D)} \times I_o$$

D : デューティ (T_{on}/T)

V_o : 出力電圧

$V_{i(min)}$: 最小入力電圧

V_f : 転流ダイオードの順方向電圧 (約0.5V)

5. 熱設計

BIC1421 はプリント基板のパターンにハンダ付けする事により放熱させます。

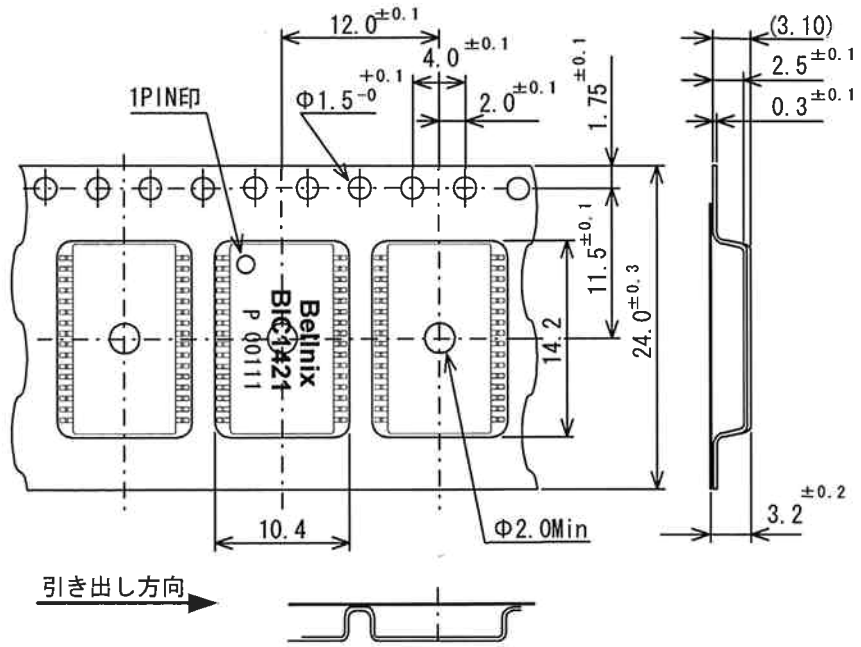
本Power IC は入力電圧、出力電圧、出力電流、等の条件により温度上昇値が異なります。 ケース表面温度が105℃以下で動作するように設計してください。

■ 梱包仕様

単位:mm

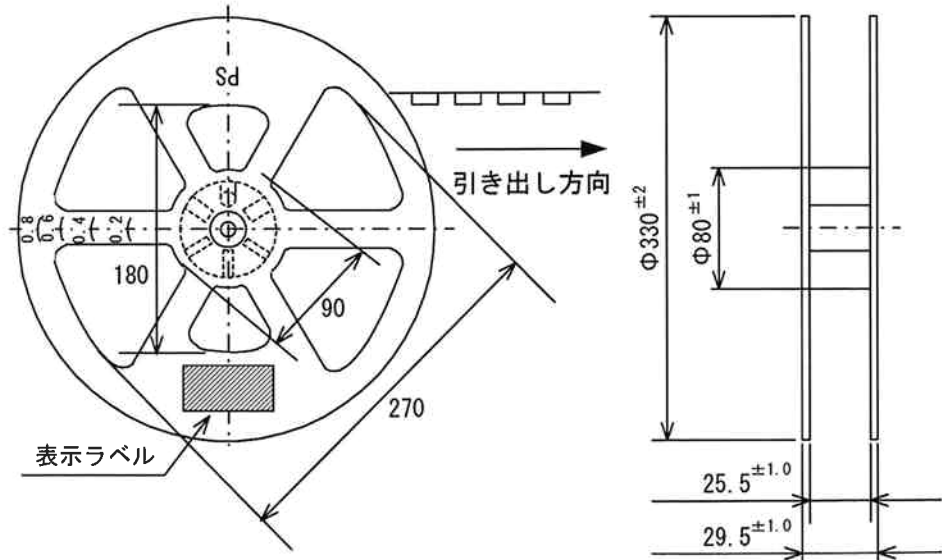
1. テーピング仕様

- 寸法 : 日本工業規格C-0806-3に準じます



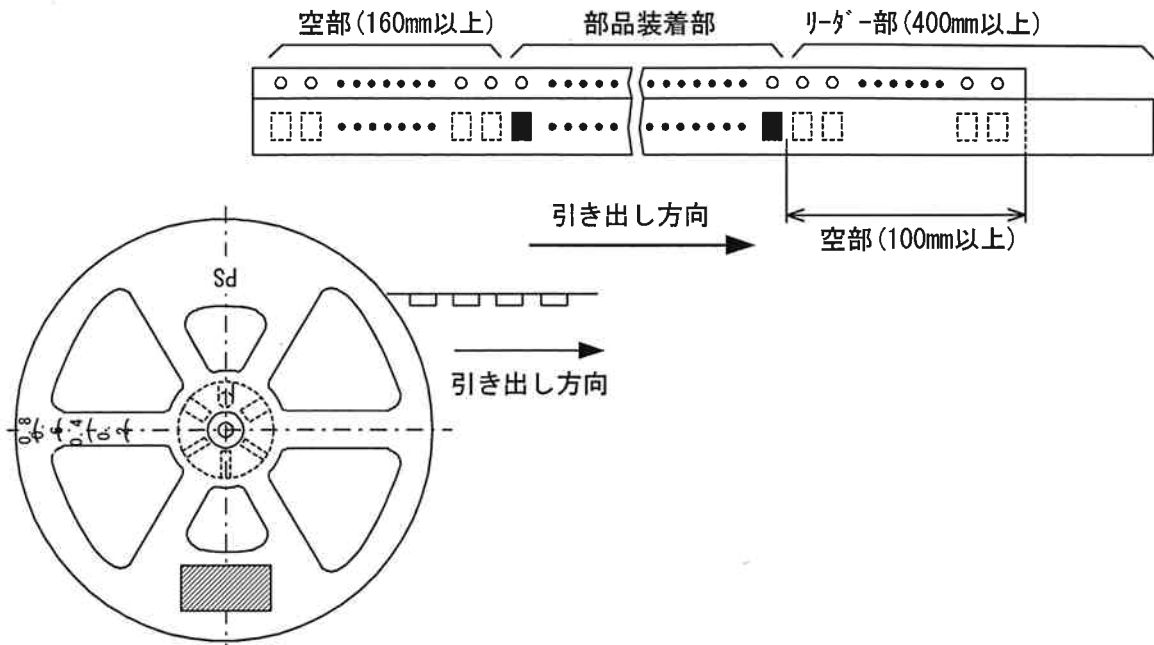
2. リール仕様

- リール材質 : ポリスチレン+カーボン



単位:mm

3. リーダー仕様



■ 使用にあたってのお願い。

- 本製品は、一般電子機器（通信機器、事務機器、測定機器、家電製品）に使用される事を意図としております。本製品の誤動作や破損が直接人命・財産に影響を与える恐れのある医療機器、原子力機器、列車等には使用しないでください。
- 修理や改造、及び規格外での使用は重大な事故につながりますので、絶対にやめてください。万が一、本製品を誤った、又は規格外の方法で使用された結果の損害について弊社は一切責任を負いません。
- 異常時には出力端子に過大な電圧が発生したり、電圧低下となる事があります。異常時の、装置における誤動作や破損を想定した保護回路（過電圧保護、過電流保護など）を最終装置・機器に組み込んでください。
- 決められた規格（入力電圧、使用温度等）を必ず守って使用いただくとともに、入力ラインには必ず保護素子を挿入してください。また、使用時には各極性（入力、出力）を確認し誤配線の無い事を確認してから通電してください。《誤った使用方法は発煙、発火の原因になります。》
- 本製品は過電圧保護回路は持っていません。万が一モジュール内の異常で出力に過電圧が発生した場合、運転を停止させても入力電圧が出力にそのまま現れるモードが有り発煙・発火につながる事もあります。これらを防止する為に必ず過電圧保護回路を付加してください。《過電圧が発生した場合、本 I C のリモート ON / OFF 端子は機能いたしません》
- ここに記載された資料の内容は正確かつ信頼し得るものでありますが、これらの資料の使用によって起因する損害又は特許権その他権利の侵害に関しては、当社は一切の責任を負いません。
- 本資料によって第三者の特許権その他権利の実施に対する保証または実施権の承諾を行う物ではありません。
- 本資料の一部または全てを当社に無断で転載または複製をすることは堅くお断りいたします。

本戦略物資等輸出規制について

- 本製品は、輸出貿易管理令別表第 1 の 7 の項、通産省令第 6 条の集積回路に区分されます。
- 本製品は KNOW 規制の対象品です。

Bellnix®

株式会社ベルニクス

埼玉県さいたま市南区根岸5-7-8 〒336-0024

TEL:048-864-7733 FAX:048-861-6402

E-mail:info@bellnix.co.jp

URL <http://www.bellnix.co.jp/>

製品改良の為に予告なく仕様を変更する事があります。

PRINTED IN JAPAN BDD20050704



夢と創造