



# AP3440ABN111

## 4.5A MOSFET内蔵 高精度降圧DC-DCコンバーター

### 1. 概要

AP3440は過渡負荷応答特性に優れた電流モードの同期整流PWM制御降圧DC-DCコンバーターです。推奨動作温度範囲は $-40^{\circ}\text{C}$ ～ $125^{\circ}\text{C}$ で高信頼性が要求される車載用途でのご使用が可能です。入力電圧範囲は $4.1\text{V}$ ～ $5.5\text{V}$ で、出力電圧は $1.112\text{V}$ です。パワーMOSFETを内蔵し、最大 $4.5\text{A}$ の出力電流を供給可能です。保護機能として出力過電流保護、出力過電圧保護、低入力電圧保護、過熱保護、パワーグッド機能を搭載しています。AP3440は28-pin QFN0505パッケージで供給されます。

### 2. 特長

入力電圧範囲： $4.1\text{V}$ ～ $5.5\text{V}$

出力電圧： $1.112\text{V}$  (+2.07%, -1.80%)

出力電流ピーク値  $4.5\text{A}$

発振周波数:  $2100\text{kHz}$

マスタースレーブ対応外部同期機能搭載 周波数範囲  $1800\text{kHz}$ ～ $2250\text{kHz}$

パワーMOSFET内蔵

ソフトスタート機能搭載

高精度パワーグッド機能搭載

出力コンデンサ放電機能搭載

各種保護機能搭載：出力過電流保護、出力過電圧保護、低入力電圧保護、過熱保護

推奨動作温度範囲： $T_a = -40 \sim 125^{\circ}\text{C}$

28ピンQFN0505パッケージ (Exposed Pad及び端子端面メッキ処理有り)

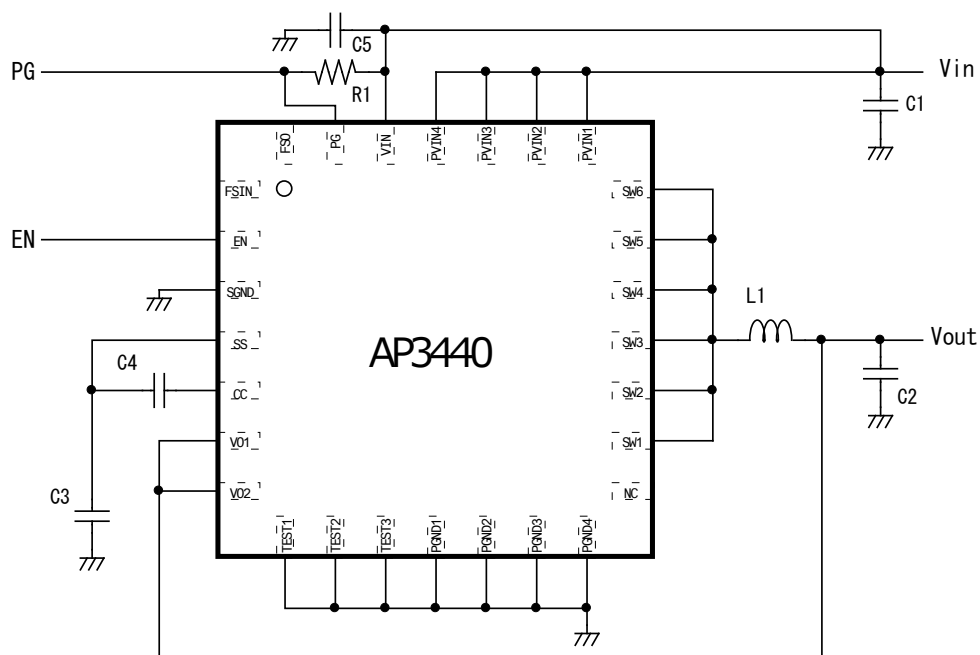


Figure 1. Application

<b>3. 目次</b>
--------------

1. 概要.....	1
2. 特長.....	1
3. 目次.....	2
4. ブロック図.....	3
5. オーダリングガイド.....	3
6. ピン配置と機能説明.....	4
■ ピン配置.....	4
■ 機能説明.....	4
7. 絶対最大定格.....	5
8. 推奨動作条件.....	6
9. 電気的特性.....	7
10. タイミングチャート.....	8
11. 機能説明.....	9
11.1 基本動作.....	9
11.2 外部同期機能.....	9
11.3 外部同期信号出力.....	9
11.4 パワーグッド機能.....	9
11.5 出力過電圧保護機能 (OVP:Over Voltage Protection).....	10
11.6 低入力電圧保護機能 (UVLO:Under Voltage Lock Out).....	10
11.7 出力過電流保護機能 (OCL:Over Current Limit).....	10
11.8 過熱保護機能 (TSD:Thermal Shut Down).....	11
11.9 出力コンデンサ放電機能.....	11
12. 特性例.....	12
13. 外部接続回路例.....	13
14. レイアウト例.....	14
■ VINコンデンサ配線.....	14
■ GND配線.....	14
■ スイッチングノード配線.....	14
■ ソフトスタートコンデンサ.....	14
15. パッケージ.....	15
■ 外形寸法図                ■ 推奨ランド.....	15
■ マーキング.....	15
16. 改訂履歴.....	16
重要な注意事項.....	17

4. ブロック図

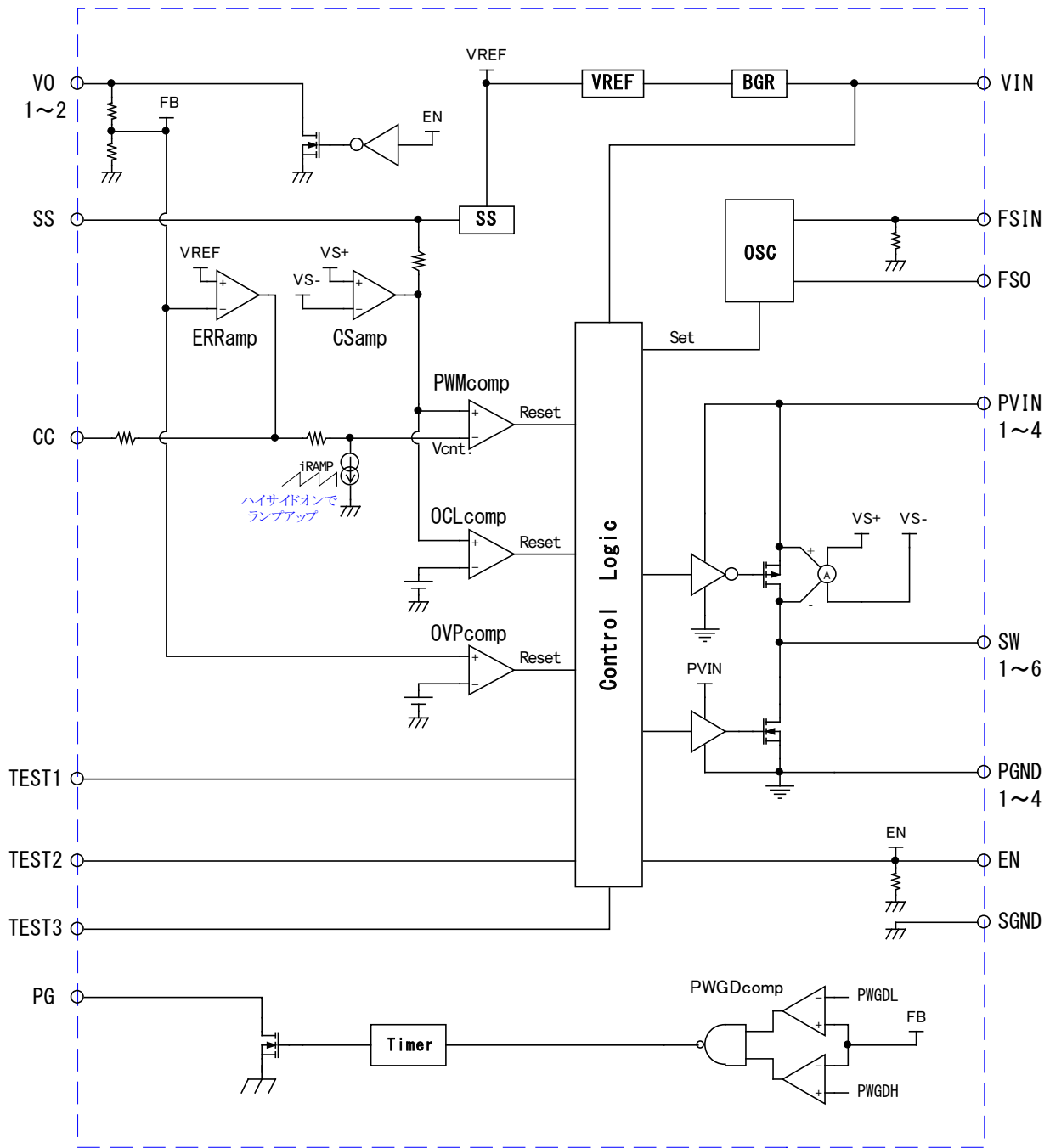


Figure 2. Block Diagram

5. オーダリングガイド

品名	出力電圧	推奨動作温度範囲	パッケージ
AP3440ABN111	1.112V	-40~125°C	28-pin QFN(0505) SFS

## 6. ピン配置と機能説明

### ■ ピン配置

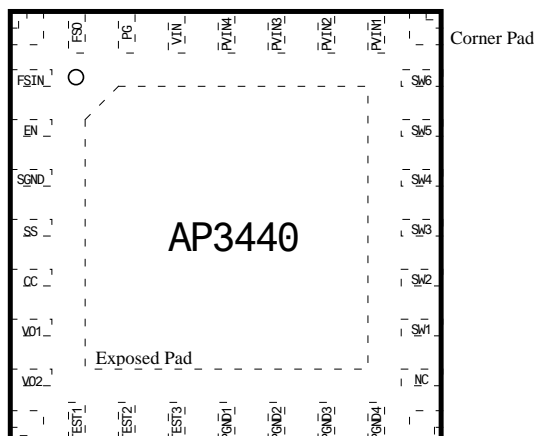


Figure 3. Pin Configurations

### ■ 機能説明

No	Pin	I/O	Description
1	FSIN	I	外部同期信号入力端子 入力された外部同期信号の周波数に駆動周波数を同期させます。外部同期を使用しない場合は端子オープンまたはSGND端子とPGND端子へ接続してください。
2	EN	I	イネーブル信号入力端子 H信号を入力すると動作を開始します。
3	SGND	—	シグナルグランド端子
4	SS	I/O	ソフトスタート端子 SS端子—SGND間にコンデンサを接続しソフトスタートの時間を設定します。
5	CC	O	エラーアンプ出力端子 SS端子—CC端子間にコンデンサと抵抗を接続し、エラーアンプの位相補償を行います。
6	VO1	I	出力電圧フィードバック端子
7	VO2	I	出力電圧が設定値になるよう制御を行います。
8	TEST1	I	テスト用端子 PGND端子とSGND端子へ接続してください。
9	TEST2	I	
10	TEST3	I	
11	PGND1	—	パワーグランド端子
12	PGND2	—	
13	PGND3	—	
14	PGND4	—	
15	NC	—	オープン端子
16	SW1	O	内蔵MOSFETスイッチング出力端子
17	SW2	O	
18	SW3	O	
19	SW4	O	
20	SW5	O	
21	SW6	O	
22	PVIN1	I	パワー電源入力端子
23	PVIN2	I	
24	PVIN3	I	
25	PVIN4	I	
26	VIN	I	制御電源入力端子
27	PG	O	パワーグッド信号出力端子 N-chMOSFETのオープンドレイン出力となっています。パワーグッドでオフします。
28	FSO	O	外部同期信号出力端子 内部発振器または外部同期信号を反転して出力します。
Exposed Pad			放熱性向上のためプリント基板のグランドプレーンと接続して下さい。
Corner Pad			半田接合強度向上のためプリント基板のグランドプレーンと接続して下さい。

## 7. 絶対最大定格

項目	記号	Min	Max	単位
VIN, PVIN1~4, SW1~6 - PGND1~4間電圧	Vterm1	-0.3	+6.0	V
FSIN,EN,SS,CC,TEST1~3,PG,FSO, VO1,VO2 - SGND間電圧	Vterm2	-0.3	+6.0	V
PGND1~4 - SGND 間電圧	Vterm3	-0.3	+0.3	V
VIN - PVIN1~4 間電圧	Vterm4	-0.3	+0.3	V
保存温度範囲	Tstg	-40	150	°C
接合部温度	Tj	-40	150	°C
許容損失 (Note 1) Ta=25°C	Pd parallel		11.767	W

Note 1. Junction to Ambient Thermal Resistance  $\theta_{JA}$  : 39.7°C/W  
 Junction to Case Thermal Resistance  $\theta_{JC}$  : 0.93°C/W  
 Parallel Thermal Resistance( $\theta_{JA}$ :25%, $\theta_{JC}$ :75%)  $\theta_{(JA+JC)}$  : 10.63°C/W  
 Ambient temperature of 25°C using JEDEC 4L board. (114.3mm×76.2mm)

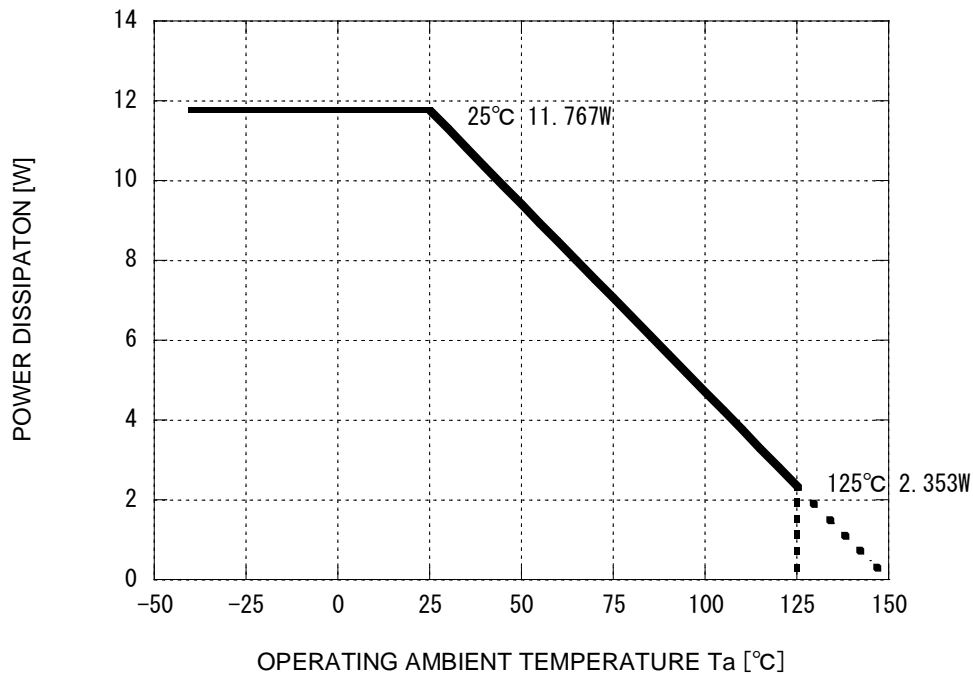


Figure 4. Power Dissipation

注意: この値を超えた条件で使用した場合、デバイスを破壊することがあります。また通常の動作は保証されません。

## 8. 推奨動作条件

Parameter	Symbol	min	typ	max	Unit
電源電圧範囲	V <sub>in</sub>	4.1	-	5.5	V
推奨動作温度範囲	T <sub>a</sub>	-40	-	125	°C
PG出力MOSFET電流能力	I <sub>MOSON</sub>	-	-	50	mA
外部同期信号周波数	F <sub>SYN</sub>	1800	2100	2250	kHz
外部同期信号周波数 L区間	T <sub>FSYNL</sub>	100	-	384	ns
連続出力電流 (直流)	I <sub>DC</sub>	-	-	3.0	A
ピーク出力電流 25ms毎に10%デューティでの最大値 デューティ90% : 3A デューティ10% : 4.5A	I <sub>PEAK</sub>	-	-	4.5	A

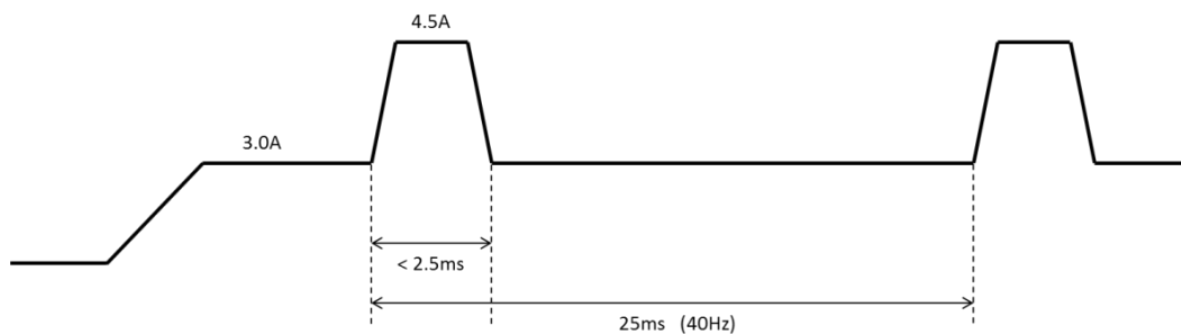


Figure 5. Iout Profile

注意：本データシートに記載されている条件以外のご使用に関しては、当社では責任を負いかねますので、十分ご注意ください。

## 9. 電気的特性

(特記無き場合 VIN=5.05V、Tj=-40°C~150°C)

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Condition
出力電圧精度(Note 5)	Vout	1.092	1.112	1.135	V	
動作時VIN端子電流	Isupply	-	-	3	mA	
VINシャットダウン電流	Ishd1	-	-	1	uA	Tj=25°C
PVINシャットダウン電流	Ishd2	-	-	1	uA	Tj=25°C
過電流保護値	OCL	5.5	7.85	10.2	A	コイル電流ピーク値
過電圧保護値	OVP	126	134	142	%	Vout比
発振周波数	Freq	1950	2100	2250	kHz	
ソフトスタート充電電流	Iss	24	30	36	uA	
ソフトスタート終了判定閾値	Vss	1.11	1.17	1.23	V	
ソフトスタート時間	Tss	2.1	3.9	6.7	ms	Css=0.1uF
ハイサイドドミナリオンパルス	SWUMINon	-	-	85	ns	
ローサイドドミナリオンパルス	SWLMINon	-	-	132	ns	
内蔵スイッチングMOSFET ハイサイド オン抵抗	R <sub>DSonH</sub>	-	91	139	mΩ	Cuワイヤー抵抗含む
内蔵スイッチングMOSFET ローサイド オン抵抗	R <sub>DSonL</sub>	-	41	69	mΩ	Cuワイヤー抵抗含む
入力電源電圧監視	V <sub>D</sub>	3.8	3.95	4.1	V	
出力電圧監視閾値 (H側) (Note 5)	PWGDH	1.144	1.164	1.183	V	
出力電圧監視閾値 (L側) (Note 5)	PWGDL	1.046	1.063	1.081	V	
PG_BAD判定時間	T <sub>RESET1</sub>	1	-	4.7	us	
PG_GOOD復帰判定時間	T <sub>RESET2</sub>	8	10	12	ms	
PG出力MOSFETオン抵抗	R <sub>MOSon</sub>	-	-	50	Ω	ドレイン電流=20mA
EN端子プルダウン抵抗	R <sub>EN</sub>	60	100	140	kΩ	
EN端子入力電圧 "H" (Note 2)	V <sub>SHDNH</sub>	2.0	-	5.5	V	
EN端子入力電圧 "L" (Note 2)	V <sub>SHDNL</sub>	0	-	0.4	V	
EN オフ時出力放電用 MOSFET オン抵抗	R <sub>MOSon</sub>	-	-	200	Ω	放電電流 10mA 時
ラインレギュレーション(Note 3)	ΔV <sub>line</sub>	-	-	0.685	%/V	Vin=4.7~5.4V
ロードレギュレーション(Note 3)	ΔV <sub>load</sub>	-	-	0.3	%	Io=0.1~3.5A
過渡負荷応答(Note 3)						
オーバーシュート	V <sub>tranO</sub>	-	-	30.4	mV	Io=2⇔3.5A Slew rate= 0.2A/us
アンダーシュート	V <sub>tranU</sub>	-	-	33.0	mV	
過熱保護動作温度(Note 2,Note 4)	T <sub>tsd</sub>	155	175	200	°C	
過熱保護ヒステリシス (Note 2,Note 4)	TSD <sub>hys</sub>	1	25	50	°C	
FSIN 端子プルダウン抵抗	R <sub>FSIN</sub>	350	500	650	kΩ	
FSIN端子入力電圧"H"(Note 2)	V <sub>SHDNH</sub>	2.0		5.5	V	
FSIN端子入力電圧"L"(Note 2)	V <sub>SHDNL</sub>	0		0.4	V	

Note 2. 設計保証値

Note 3. 推奨回路を用いた場合の参考値

Note 4. 異常時の発熱に対しICを保護する回路であり、仕様を超える発熱が継続する状態での信頼性を含めた動作を保証するものではありません。

Note 5. 出力電圧と出力電圧監視はトラッキングによる連動のためオーバーラップは発生しません。

## 10. タイミングチャート

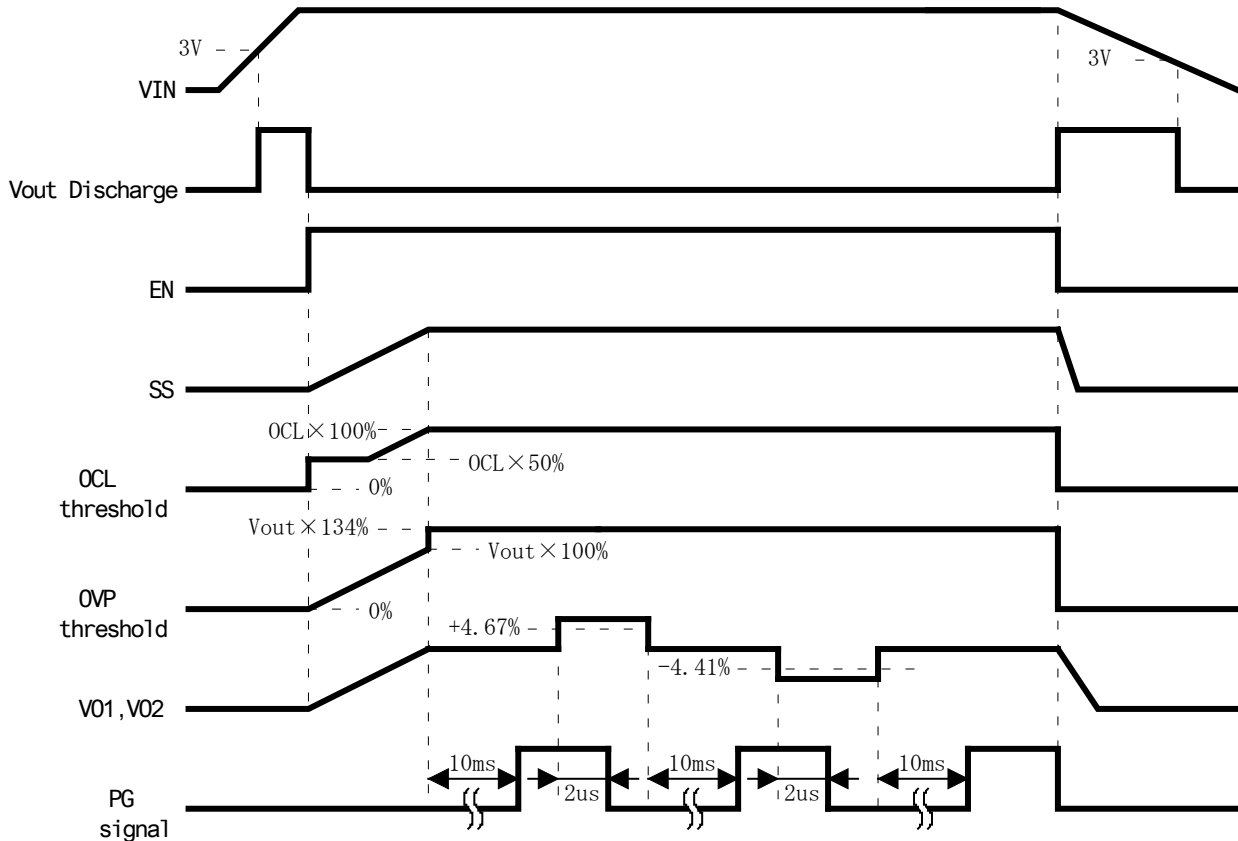


Figure 6. Timing Chart

VIN端子電圧が4.1V以上でEN端子へH信号を入力するとソフトスタートによるスタートアップを開始します。AP3440のソフトスタートは過電流制限と過電圧制限によって制御されています。この時の各閾値は下表の条件で変化し、ソフトスタート完了時点で通常動作時の値となります。

	ソフトスタート中	通常動作時
過電流制限閾値	SS端子電圧0.6V未満時 : $OCL(7.85A_{typ}) \times 1/2$	OCL(7.85A <sub>typ</sub> )
	SS端子電圧0.6V以上時 : $OCL(7.85A_{typ}) \times SS端子電圧 / 1.2V$	
過電圧制限閾値	SS端子電圧 : $V_{out} / 1.2V$	OVP( $V_{out} \times 134\%$ typ)

ソフトスタート完了後、Voutがパワーグッド範囲に入り10ms経過するとPG端子オープンドレインNch-MOSFET（以降PG\_MOS）がオフします。Voutがパワーグッド範囲から2us以上連続して外れるとPG\_MOSがオンします。再びVoutがパワーグッド範囲に入り10ms経過するとPG\_MOSがオフします。



## 11. 機能説明

### 11.1 基本動作

AP3440は電流モードPWMで出力電圧を制御します。フィードバック抵抗を内蔵し、出力電圧は1.112V<sub>typ.</sub>です。VO1,2端子へフィードバックした出力電圧と内部基準電圧の電位差をエラーアンプにて増幅し、コイル電流の目標値を設定します。コイル電流はIC内部のカレントセンス回路で検知しており、ハイサイドP-chパワーMOSFETがオンの期間にコイル電流が目標値に達すると、ハイサイドP-chパワーMOSFETオフ、ローサイドN-chパワーMOSFETオンとなり同期整流の制御を行います。

### 11.2 外部同期機能

AP3440はFSIN端子から入力されたクロックのH→Lのエッジに対して、駆動周波数を同期させます。入力クロックの周波数は1800kHzから2250kHz、L区間は100ns以上、384ns以下となるように設定してください。内部発振器の周波数で動作させる場合は、FSIN端子をオープン、またはSGND端子とPGND端子へ接続してください。FSIN端子をHレベルで固定すると、内部クロックのH→Lエッジが発生しないためスイッチングを停止しますのでご注意ください。

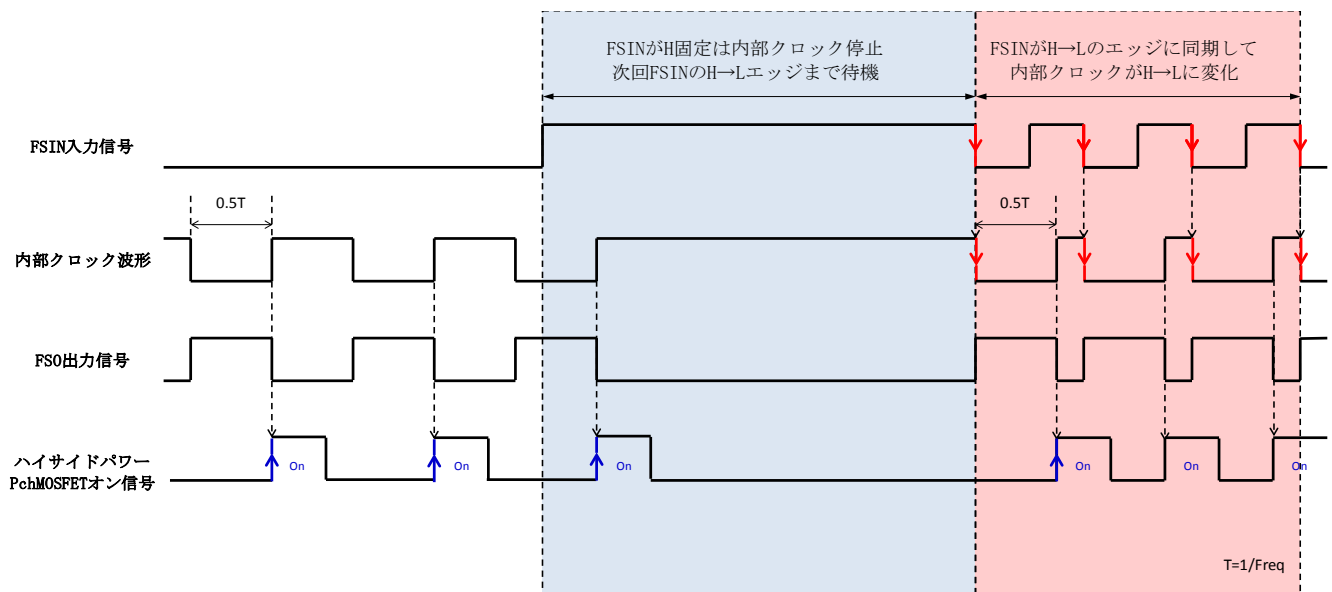


Figure 7. External Synchronous Timing Chart

### 11.3 外部同期信号出力

AP3440は内部発振器で生成された駆動周波数の反転信号をFSO端子から出力します。外部同期信号入力時は、外部同期信号に対して反転信号を出力します。

### 11.4 パワーグッド機能

AP3440は出力電圧の状態をPG端子からフラグ出力する機能を備えています。PG端子はN-chMOSFET（以降PG\_MOS）のオープンドレイン出力となっているためVIN端子等へ抵抗でプルアップしてください。出力電圧がPWGDH-PWGDLに入った状態が10ms経過するとPG\_MOSがオフします。出力電圧がPWGDH-PWGDLのレンジから2us以上外れるとPG\_MOSオンとなります。パワーオフ状態及びソフトスタート期間中は常にPG\_MOSがオンしています。PWGDH、PWGDLは9.電気的特性をご参照ください。

### 11.5 出力過電圧保護機能 (OVP:Over Voltage Protection)

Voutが設定値から大きく上昇しないよう制限を掛けています。

Protections	About on Product Function	
	Condition	Action
OVP (Over Voltage Protection)	Voutが134%(typ)以上	ハイサイドP-chパワーMOSFET=オフ ローサイドN-chパワーMOSFET=オン

### 11.6 低入力電圧保護機能 (UVLO:Under Voltage Lock Out)

AP3440の入力電圧が動作範囲よりも低くなると動作を停止して保護を掛けます。

Protections	About on Product Function	
	Condition	Action
UVLO (Under Voltage Lock Out)	VIN電圧が4.1V以下	DCDCの内部回路がパワーオフします ハイサイドP-chパワーMOSFET=オフ ローサイドN-chパワーMOSFET=オフ

### 11.7 出力過電流保護機能 (OCL:Over Current Limit)

ハイサイドP-chパワーMOSFETの電流を監視して、出力電流が過大にならないよう制限を掛けます。

Protections	About on Product Function	
	Condition	Action
OCL (Over Current Limit)	ハイサイドP-chパワーMOSFETの電流が7.85A以上	ハイサイドP-chパワーMOSFET=オフ ローサイドN-chパワーMOSFET=オン

OCLを2周期連続で検出するとOCLレベルを75%に変更します。さらに、VOUTが低下した場合は、ヒカッパ動作へ移行します。

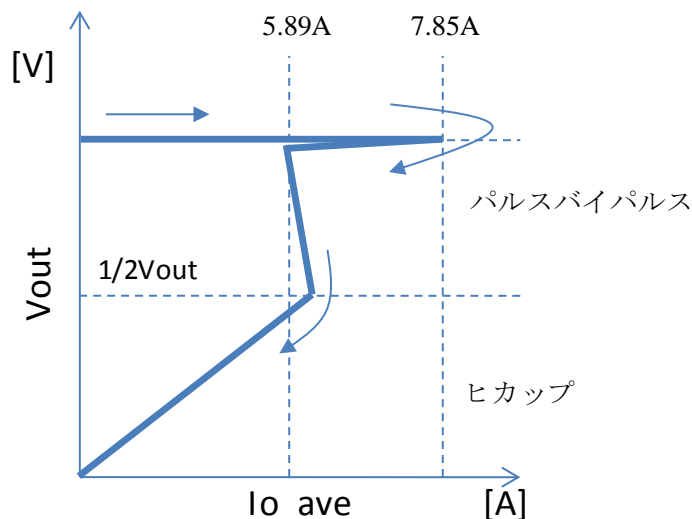


Figure 8. OCL vs Vout

出力電圧が設定の1/2以下で過電流状態が6周期継続されるとヒカッパ動作に入り再起動と休止期間を繰り返します。6回カウント中に1回でも不検出が発生するとカウンタはリセットされます。

休止期間ではソフトスタートコンデンサを1.5uAで放電し、SS端子電圧を低下させます。

SS端子電圧が0.52Vまで低下すると、SS端子を内部クロック32周期の間接地した後、ソフトスタートへ移行します。ソフトスタート中のヒカップ機能は無効です。

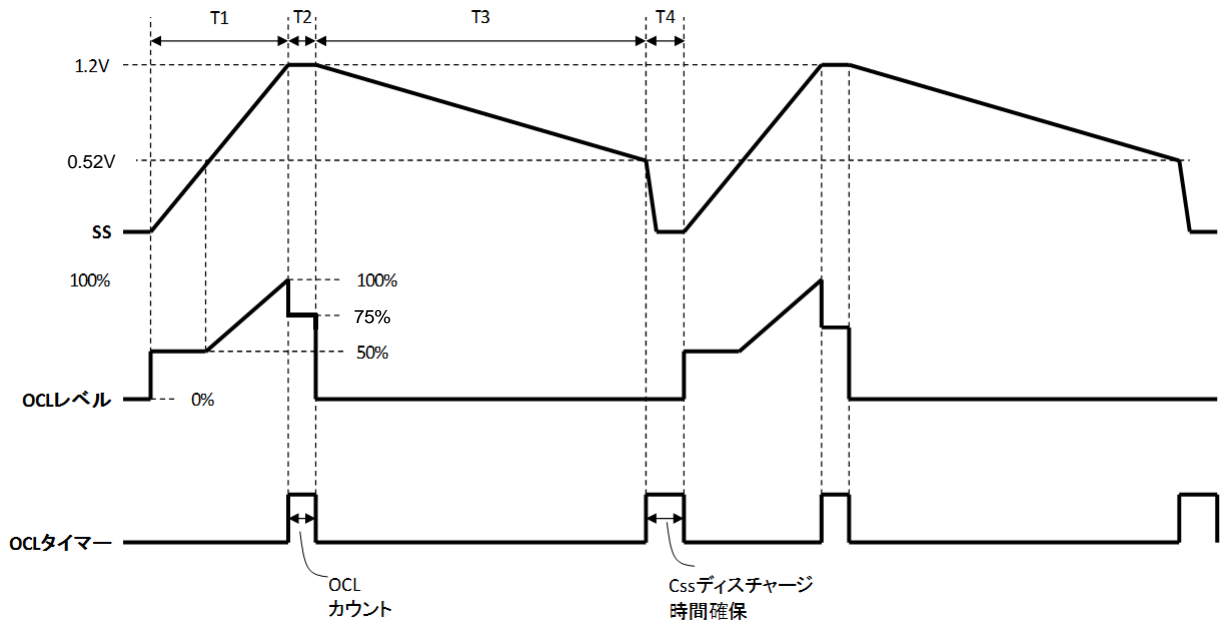


Figure 9. Hiccup Timing Chart

T1 : ソフトスタートの設定時間で充電電流は30uAです。

T2 : 駆動周波数の6カウントの時間です。ヒカップ動作への判定はT2の期間のみ行います。

T3 : ソフトスタートコンデンサの放電時間です。放電電流は1.5uAです。ソフトスタート設定時間T1の12倍に相当します。

T4 : ソフトスタートコンデンサの放電時間です。(内部クロック32周期)

## 11.8 過熱保護機能 (TSD:Thermal Shut Down)

AP3440のチップ温度が175°C (typ) を超えると動作を停止して保護を掛けます。

Protections	About on Product Function	
	Condition	Action
TSD (Thermal Shut down)	チップ温度が175°C(typ)以上	ハイサイドP-chパワーMOSFET=オフ ローサイドN-chパワーMOSFET=オフ DC-DCの回路ブロックがオフします

チップ温度が低下するとソフトスタートで再起動します。

## 11.9 出力コンデンサ放電機能

VIN端子電圧が3V以上でEN端子へのH信号入力がない場合、VO端子からIC内部の出力放電用N-chパワーMOSFET (200Ω max) がオンして出力コンデンサの放電を行います。VIN端子電圧が3V未満またはEN端子へのH信号入力でも出力放電用N-chパワーMOSFET (200Ω max) がオフします。

12. 特性例

$I_{out} > 3A$ の領域は、25ms毎に10%以下のデューティで測定したデータです。

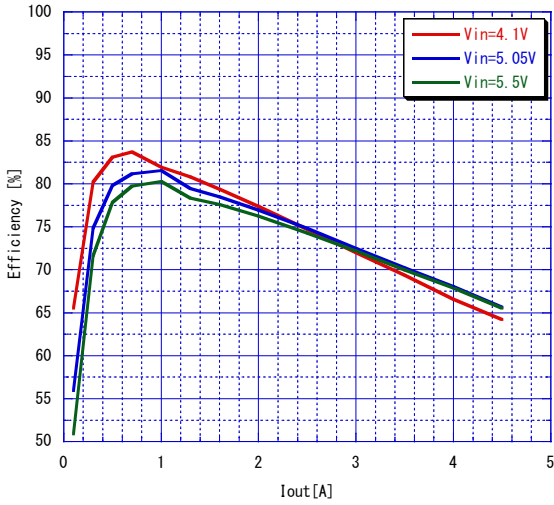


Figure 10. Efficiency

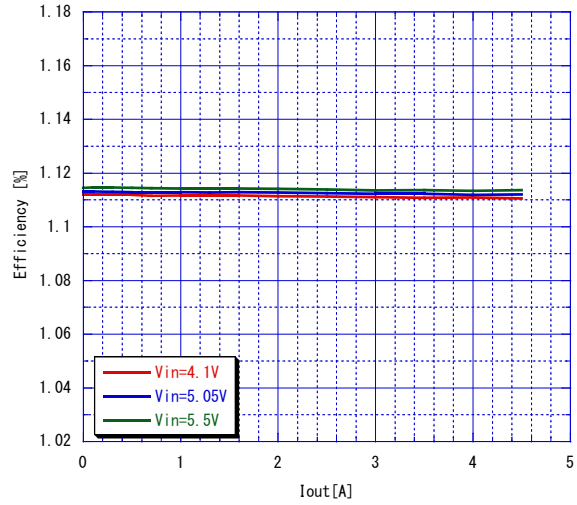


Figure 11. Load Regulation

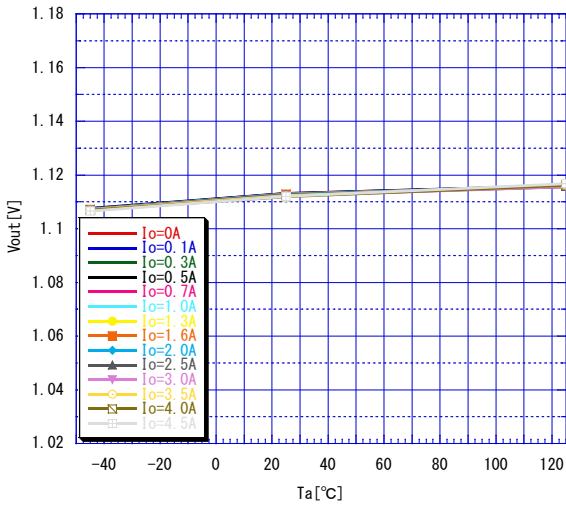


Figure 12. Vout vs Ta

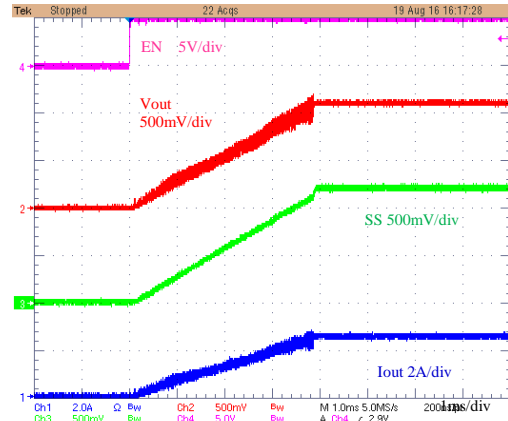


Figure 13. Soft Start

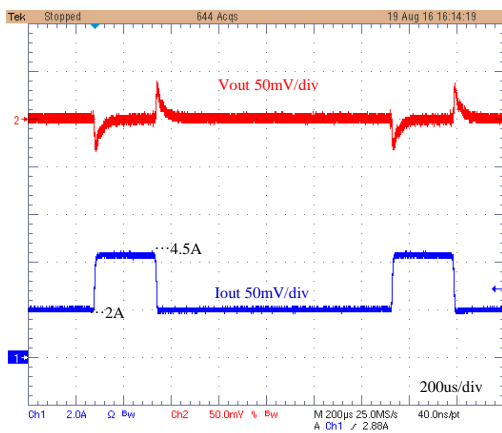


Figure 14. Load Transient

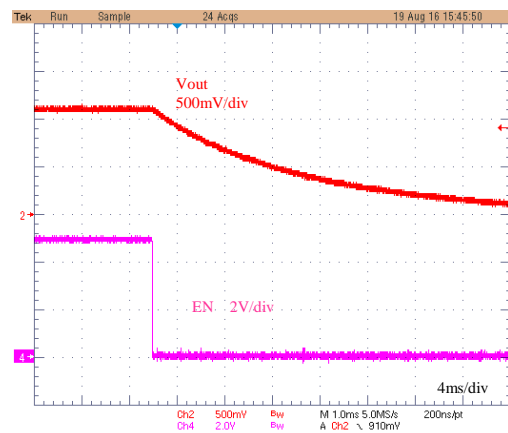


Figure 15. Shut Down

13. 外部接続回路例

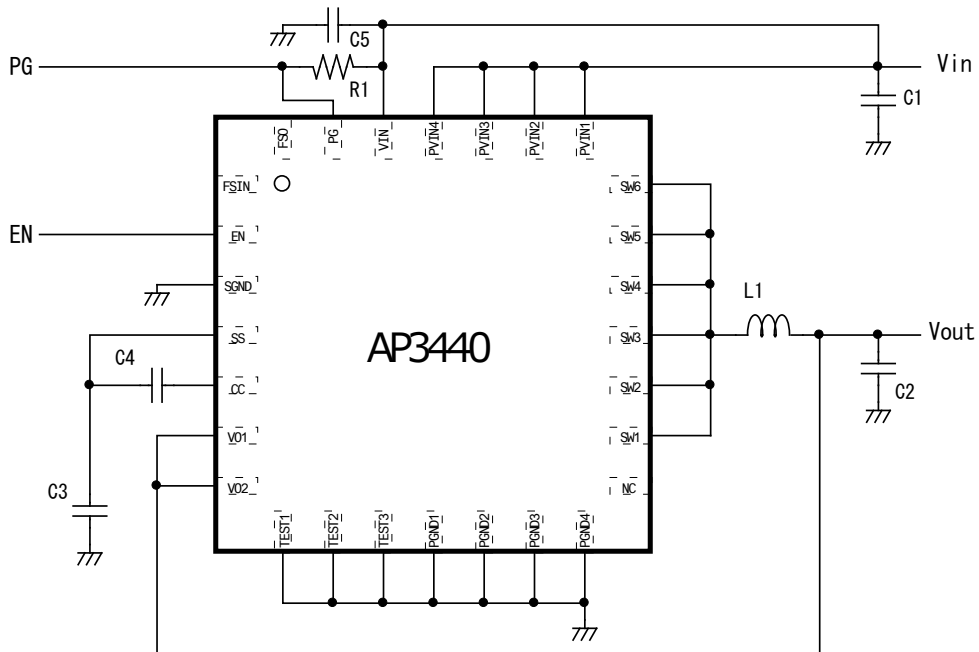


Figure 16. Typical Application

項目	記号	実効値	公称値	メーカー
入力セラミックコンデンサ	C1	10uF±30%	-	-
出力セラミックコンデンサ	C2	50uF±30%	-	-
ソフトスタートコンデンサ	C3	0.1uF±30%	-	-
位相補償コンデンサ	C4	2.2nF±30%	-	-
入力セラミックコンデンサ	C5	1uF±30%	-	-
PWGDプルアップ抵抗	R1	47kΩ±10%	-	-
パワーインダクタ	L	-	1.0uH	CLF7045NIT-1R0N-D(TDK)

## 14. レイアウト例

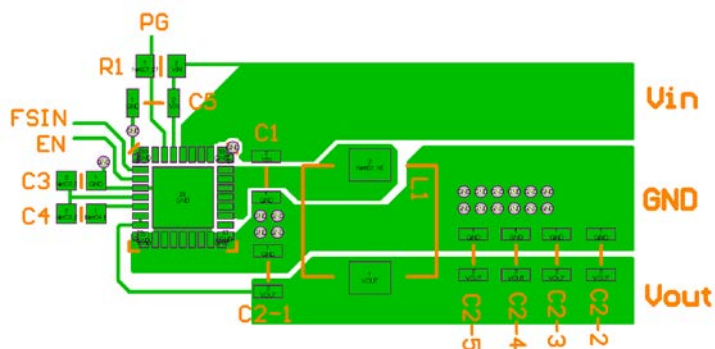


Figure 17.Top Layer

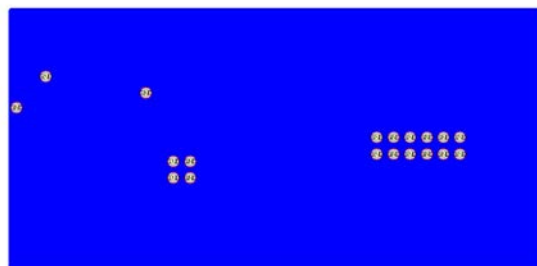


Figure 18.Bottom Layer

### ■ VINコンデンサ配線

VIN端子-GND間のVINコンデンサはVIN端子とPGND端子に近接させて配置、配線してください。

### ■ GND配線

GNDはできるだけ大きなプレーンとして、出力コンデンサと入力コンデンサのGNDが共通となるように接続してください。パッケージ裏面の放熱パッドはGND配線への接続が必要です。PGND1~4、SGNDはIC直下で接続してください。

### ■ スイッチングノード配線

SW端子を接続するスイッチングノードラインは、太く短く配線してください。

### ■ ソフトスタートコンデンサ

SS端子-GND間のVREFコンデンサは、AP3440の端子に近接させて配置、配線してください。

15. パッケージ

■ 外形寸法図

28ピン QFN0505 (Unit : mm)

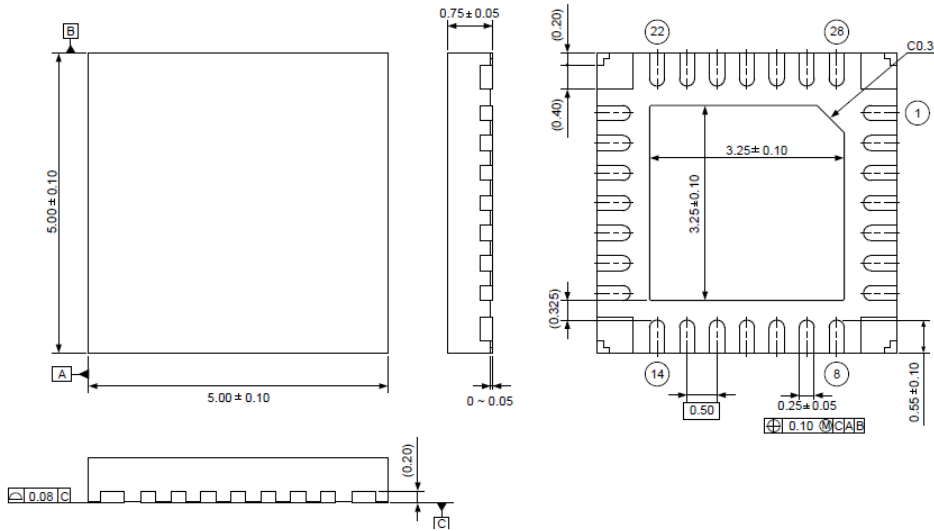


Figure 19. Outline Dimensions

■ 推奨ランド

(Unit : mm)

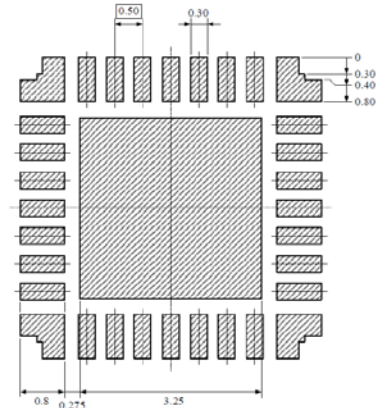


Figure 20. Recommended Land Pattern

■ マーキング

1. マーケティングコード :AP3440
2. 出力電圧コード :111
3. 日付コード :XXX 週コード
- :Y 社内管理コード

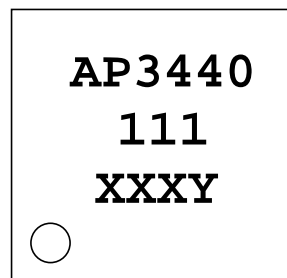


Figure 21. Marking

**16. 改訂履歴**

Date (YY/MM/DD)	Revision	Page	Contents
16/08/22	00	-	初版



### 重要な注意事項

0. 本書に記載された弊社製品（以下、「本製品」といいます。）、および、本製品の仕様につきましては、本製品改善のために予告なく変更することがあります。従いまして、ご使用を検討の際には、本書に掲載した情報が最新のものであることを弊社営業担当、あるいは弊社特約店営業担当にご確認ください。
1. 本書に記載された情報は、本製品の動作例、応用例を説明するものであり、その使用に際して弊社および第三者の知的財産権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。お客様の機器設計において当該情報を使用される場合は、お客様の責任において行って頂くとともに、当該情報の使用に起因してお客様または第三者に生じた損害に対し、弊社はその責任を負うものではありません。
2. 本製品は、医療機器、航空宇宙用機器、輸送機器、交通信号機器、燃焼機器、原子力制御用機器、各種安全装置など、その装置・機器の故障や動作不良が、直接または間接を問わず、生命、身体、財産等へ重大な損害を及ぼすことが通常予想されるような極めて高い信頼性を要求される用途に使用されることを意図しておらず、保証もされていません。そのため、別途弊社より書面で許諾された場合を除き、これらの用途に本製品を使用しないでください。万が一、これらの用途に本製品を使用された場合、弊社は、当該使用から生ずる損害等の責任を一切負うものではありません。
3. 弊社は品質、信頼性の向上に努めておりますが、電子製品は一般に誤作動または故障する場合があります。本製品をご使用頂く場合は、本製品の誤作動や故障により、生命、身体、財産等が侵害されることのないよう、お客様の責任において、本製品を搭載されるお客様の製品に必要な安全設計を行うことをお願いします。
4. 本製品および本書記載の技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍用途の目的で使用しないでください。本製品および本書記載の技術情報を輸出または非居住者に提供する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他の適用ある輸出関連法令を遵守し、必要な手続を行ってください。本製品および本書記載の技術情報を国内外の法令および規則により製造、使用、販売を禁止されている機器・システムに使用しないでください。
5. 本製品の環境適合性等の詳細につきましては、製品個別に必ず弊社営業担当までお問合せください。本製品のご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制するRoHS指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようにご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、弊社は一切の責任を負いかねます。
6. お客様の転売等によりこの注意事項に反して本製品が使用され、その使用から損害等が生じた場合はお客様にて当該損害をご負担または補償して頂きますのでご了承ください。
7. 本書の全部または一部を、弊社の事前の書面による承諾なしに、転載または複製することを禁じます。