電流センシング リファレンスデザイン資料

ローサイド電流センシング回路リファレンスボード

REFSENS002-EVK -001

ローサイド電流センシング回路リファレンスデザインは、自動車や産業機器の分野において、電流（電圧）制御、過電流制限、バッテリ残量検知等の機能に用いられるローサイド電流センシング回路をシャント抵抗およびオペアンプと外付け部品で実現しています。ローサイド電流センシング回路は、他の方式に比べて最も簡易に、ローコストで組み込みが可能です。
リファレンスボード REFSENS002-EVK-001 は、産業機器向けオペアンプとシャント抵抗で構成され、最大 100A の電流検知が可能です。

特長

・シャント抵抗とオペアンプを使って、最もシンプルな回路で構成した電流検出回路
・大電流回路での電流検出に最適な高電力金属板シャント抵抗器 PSR シリーズを使用（PSR400, 2mΩ, 4 並列）
・高精度なセンシングに最適な低ノイズ CMOS オペアンプ LMR1802G を使用
・電流検出範囲 最大 100A
・適切な熱設計により、検出電流 100A、周囲環境温度 85°C 時で動作可能

電気的特性

REFSENS002-EVK-001 の電気的特性を以下に示します。

Table 1. REFSENS002-EVK-001 電気的特性

項目	Min	Typ	Max	単位	条件
検出電流範囲	–		100	A	R11/12=2kΩ, R21/22=120kΩ
センス電圧			50	mV	RS = 0.5mΩ
センシング精度			7	%	Iin=50A
動作電圧範囲	2.5		5.5	V	
動作温度範囲	-40		85	℃	
出力電圧		3.0		V	Iin=100A, V_{DD}=5.0V
DC Gain		60		V/V	R11/12=2kΩ, R21/22=120kΩ

© 2023 ROHM Co., Ltd.

評価ボード外観

REFSENS002-EVK-001 のボード外観を以下に示します。

形名	REFSENS002-EVK-001
基板サイズ	90mm × 80mm × 1.6mmt
基板構成	FR-4 4 層基板, 銅箔厚各層:3oz, Thermal via:φ0.3mm

Figure 1. REFSENS002-EVK-001 ボード外観

© 2023 ROHM Co., Ltd.

動作手順の一例

必要な装置
・DC 電源：Vo=2.5V～5.5V, Io=100mA
・電圧計
・被測定物(DUT)： 電流が最大 100A の回路

REFSENS002-EVK-001 の DC 項目評価は下記の手順で実施します。その他測定については "page12.測定回路図" に記載。

1. DC 電源を 5V にプリセットして、電源出力をディセーブルにします。
2. DUT を 100A 以下に設定して、DUT をディセーブルにします。
3. DC 電源の正端子を VDD 端子に、および負端子を GND 端子に接続します。
4. DUT の正端子を+VIN に、および負端子を-VIN に接続します。
5. 電圧計の正端子を OUT1 端子に、および負端子を GND 端子に接続します。
6. DC 電源をイネーブルにします。
7. DUT をイネーブルにします。
8. 電圧計の読みが 3.0V (負荷 100A 時)であることを確認します。

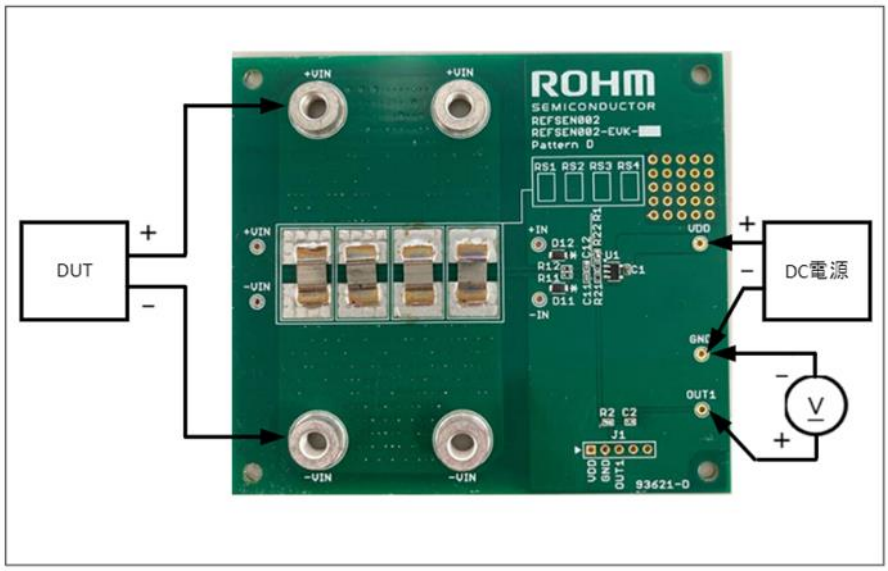

Figure 2. 接続図

設計手順

本リファレンスデザインの部品選定や回路定数の設計、センシング精度の設定はアプリケーションノート "ローサイド電流センシング回路設計"を参照しています。以下リンクよりダウンロード可能です。

ローサイド電流センシング回路設計

© 2023 ROHM Co., Ltd.

回路図

REFSENS002-EVK-001 の回路図を以下に示します。回路図は ROHM ホームページからダウンロード可能です。

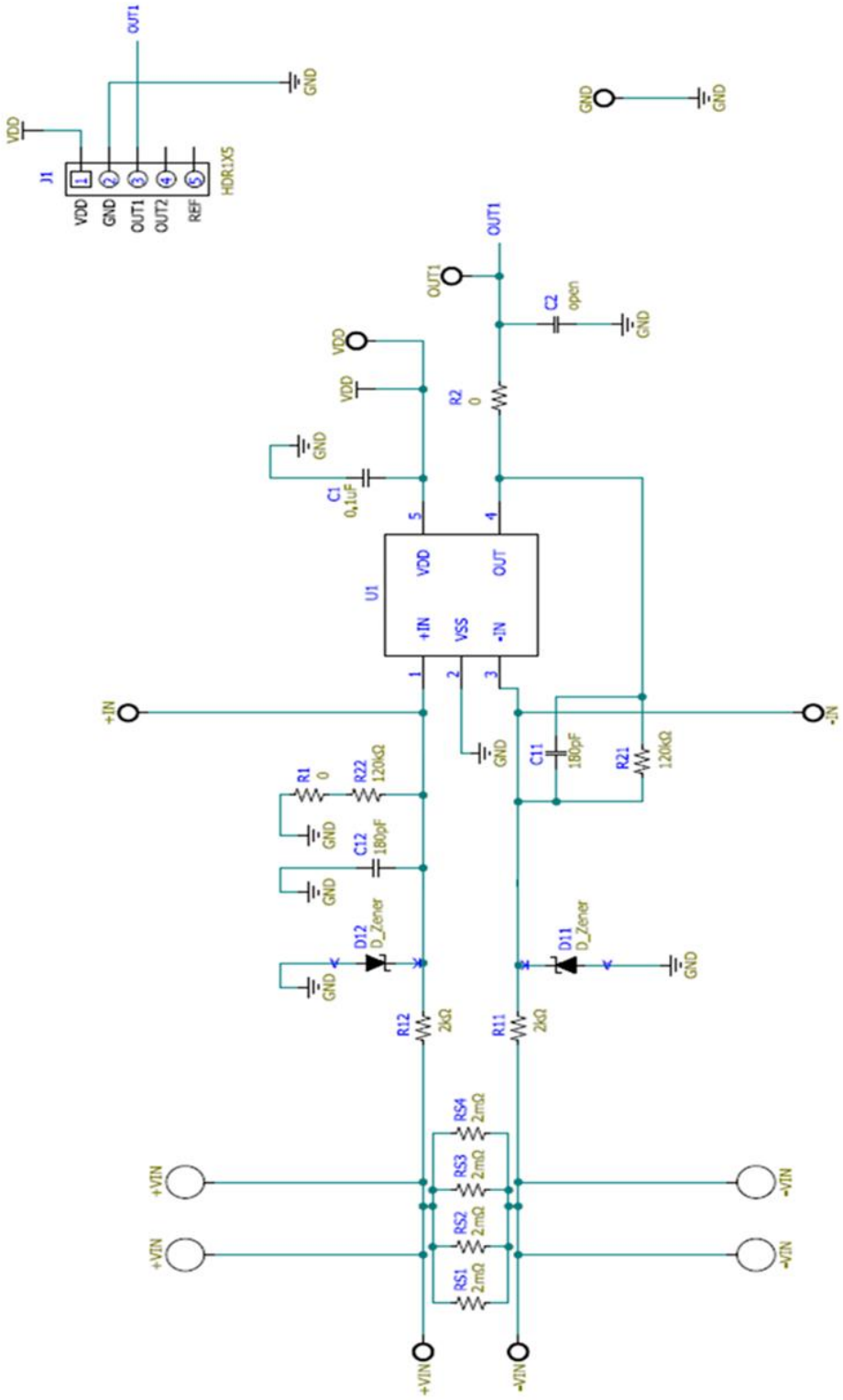

Figure 3. REFSENS002-EVK-001 回路図

© 2023 ROHM Co., Ltd.

部品表

REFSENS002-EVK-001 の部品表を以下に示します。部品表は ROHM ホームページからダウンロード可能です。

Table 2. REFSENS002-EVK-001 部品表

List of Materials					
Part	**Product name**	**Value**	**Footprint**	**Description**	**Quantity**
C1	GCM155R71H104KE02J	0.1uF	C_1005_0402	Capacitor, Surface Mount	1
C2	-	open	C_1005_0402	Capacitor, Surface Mount	1
C11, C12	GCM1552C1H181JA01	180pF	C_1005_0402	Capacitor, Surface Mount	2
D11, D12	TDZV5.1	5.1V	TUMD2M-SOD_323HE	Zener Diode, Surface Mount	2
J1	-	-	61300511121	Connector Header1x5,pitch 2.54	1
R1	MCR01SMQPF	short	R_1005_0402	Resistor, Surface Mount	1
R2	MCR01SMQPF	short	R_1005_0402	Resistor, Surface Mount	1
R11, R12	MCR01SMQPF	2kΩ	R_1005_0402	Resistor, Surface Mount	2
R21, R22	MCR01SMQPF	120kΩ	R_1005_0402	Resistor, Surface Mount	2
RS1~4	PSR400ITQFJ2L00	2mΩ	10mm x 5.2mm	Resistor, Surface Mount	4
+VIN	-	-	TP_10P0/7P20	Test Pin, Through Hole	2
+VIN	-	-	TP_2P0/1P05	Through Hole	1
-VIN	-	-	TP_10P0/7P20	Test Pin, Through Hole	2
-VIN	-	-	TP_2P0/1P05	Through Hole	1
VDD	-	-	TP_2P0/1P05	Through Hole	1
OUT1	-	-	TP_2P0/1P05	Through Hole	1
GND	-	-	TP_2P0/1P05	Through Hole	1
+IN	-	-	TP_2P0/1P05	Through Hole	1
-IN	-	-	TP_2P0/1P05	Through Hole	1
U1	LMR1802G-LB	-	SSOP5	CMOS OP-AMP	1

レイアウト

REFSENS002-EVK-001 の PCB レイアウトを以下に示します。この PCB は 4 層で構成されています。また、レイアウトデータは ROHM ホームページからダウンロード可能です。

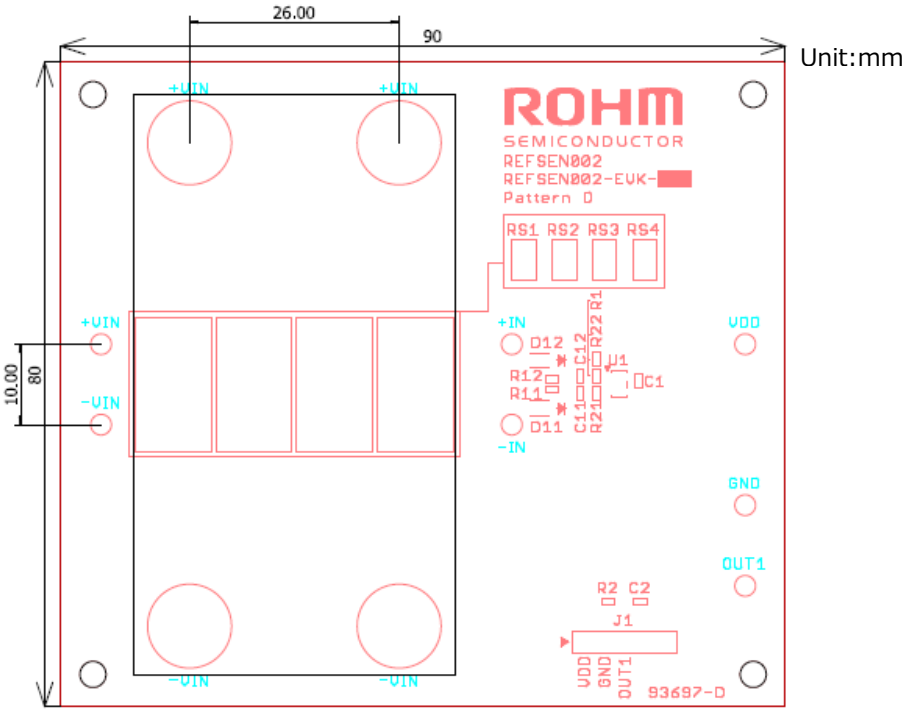

Figure 4. Top シルクスクリーン（Top view）

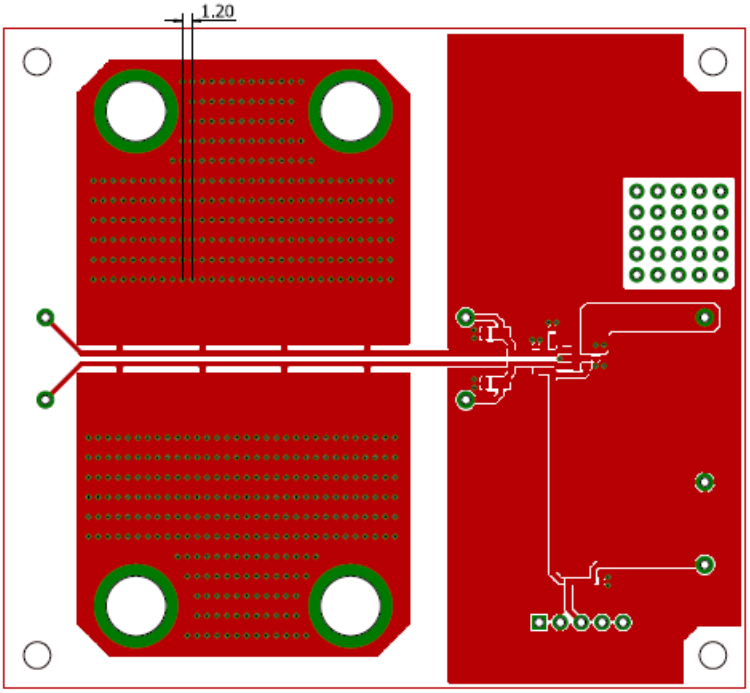

Figure 5. Top レイアウト (Top view)

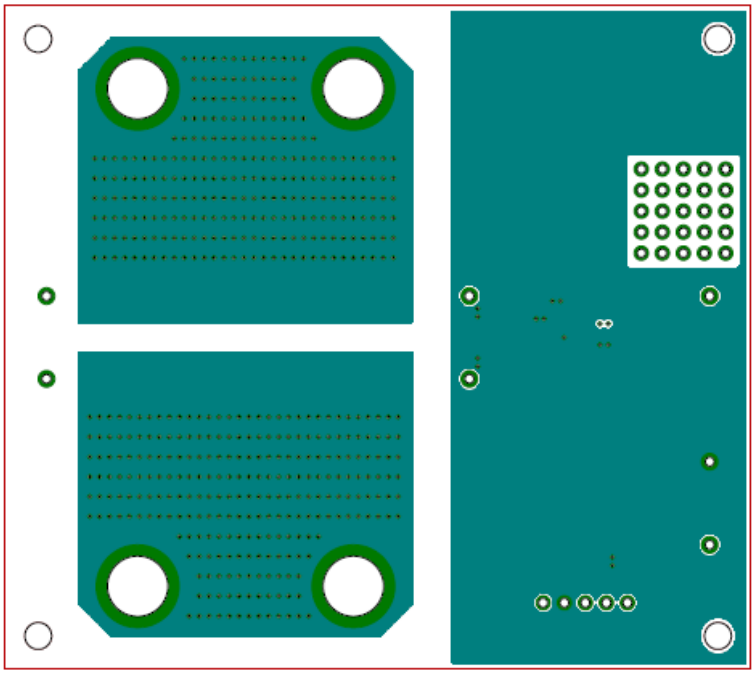

Figure 6. 2 層目レイアウト (Top view)

© 2023 ROHM Co., Ltd.

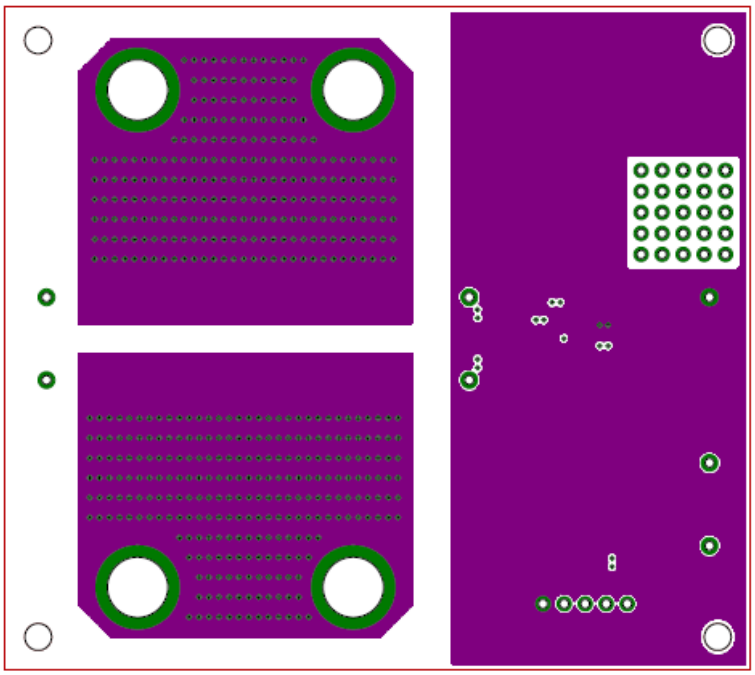

Figure 7. 3層目レイアウト (Top view)

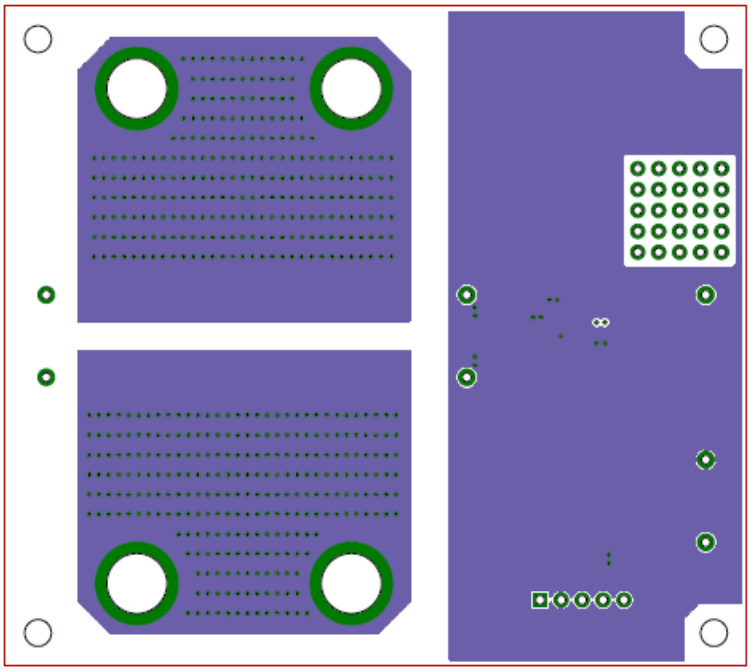

Figure 8. Bottom レイアウト (Top view)

© 2023 ROHM Co., Ltd.

参考アプリケーション特性

参考アプリケーション特性を示します。特に記載がない限り Ta=25℃ V_{DD}=5.0V

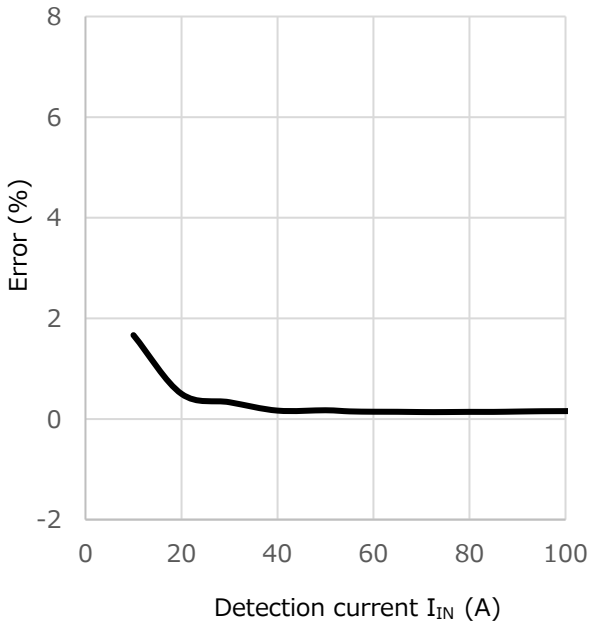

Figure 9. 電流センシング精度エラー率 vs 検出電流

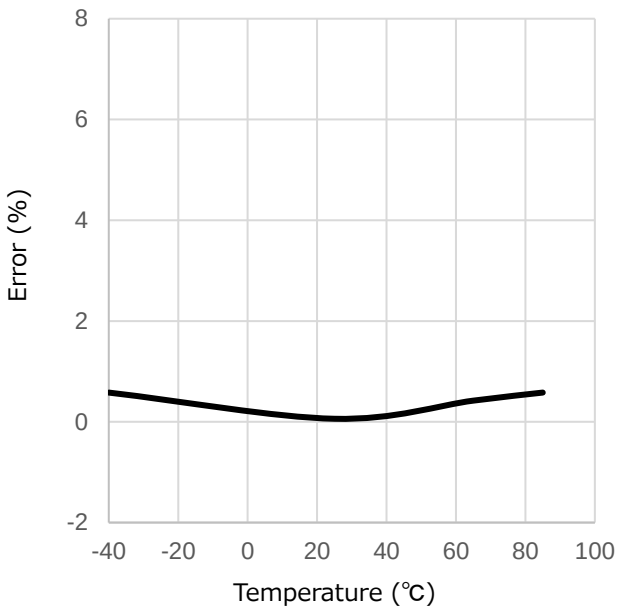

Figure 10. 電流センシング精度エラー率 vs 周囲環境

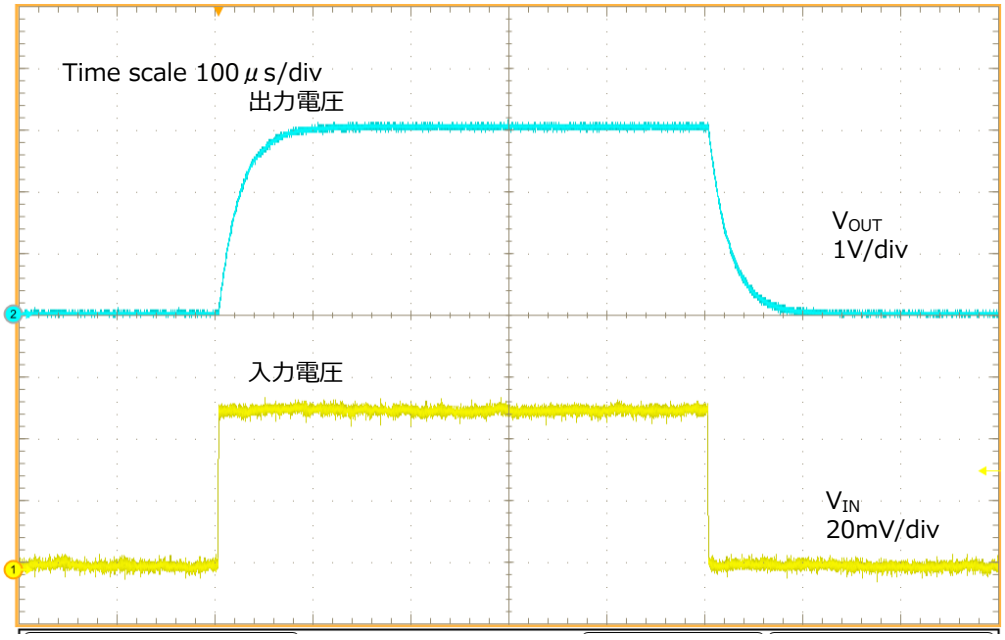

Figure 11. Step Response

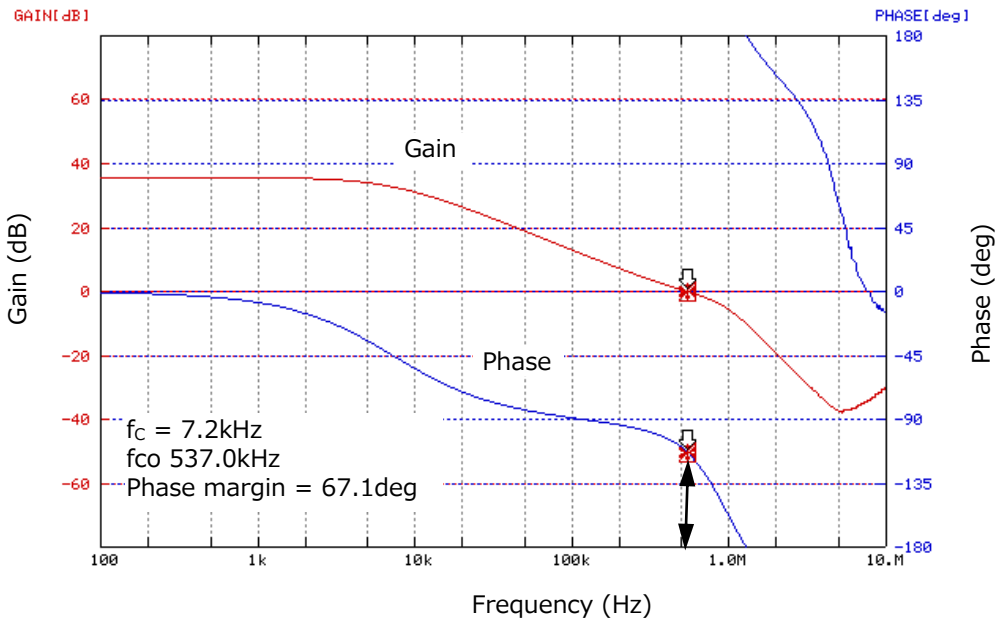

Figure 12. 電圧利得･位相 vs 周波数特性 (-40℃)

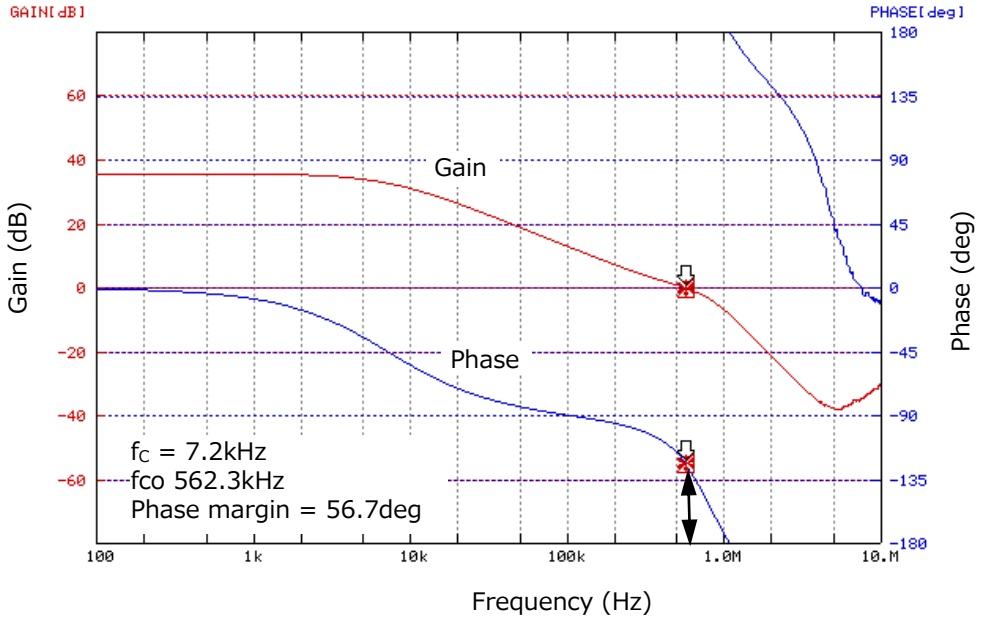

Figure 13. 電圧利得･位相 vs 周波数特性 (25℃)

© 2023 ROHM Co., Ltd.

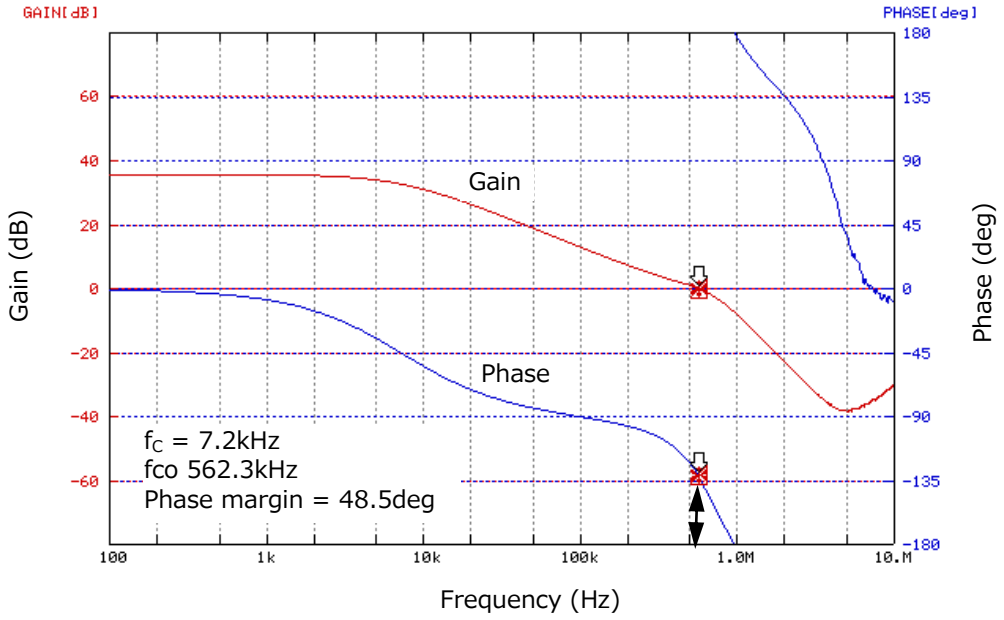

Figure 14. 電圧利得･位相 vs 周波数特性 (65℃)

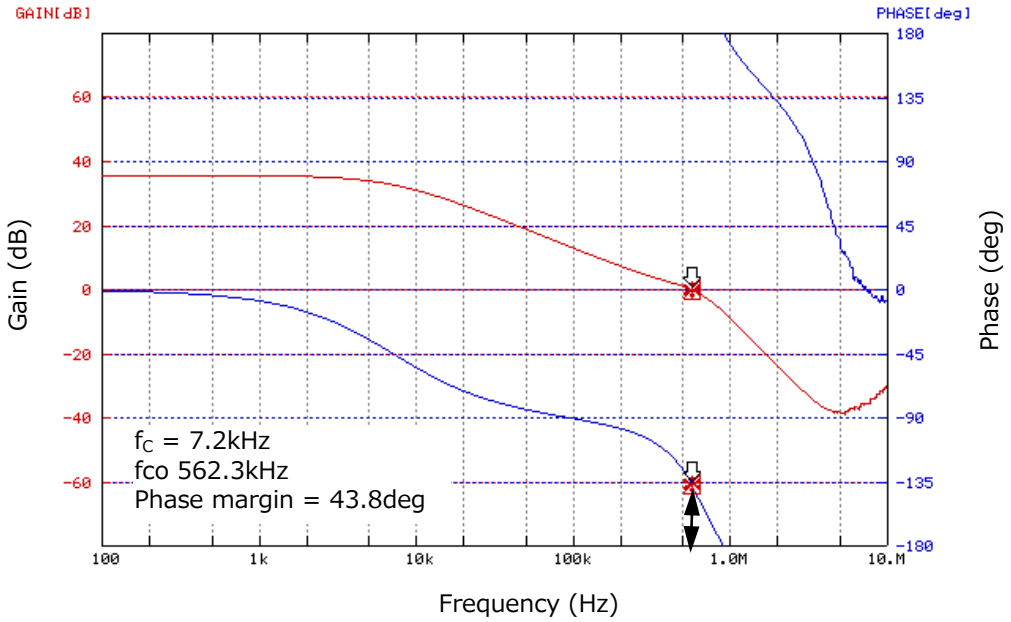

Figure 15. 電圧利得･位相 vs 周波数特性 (85℃)

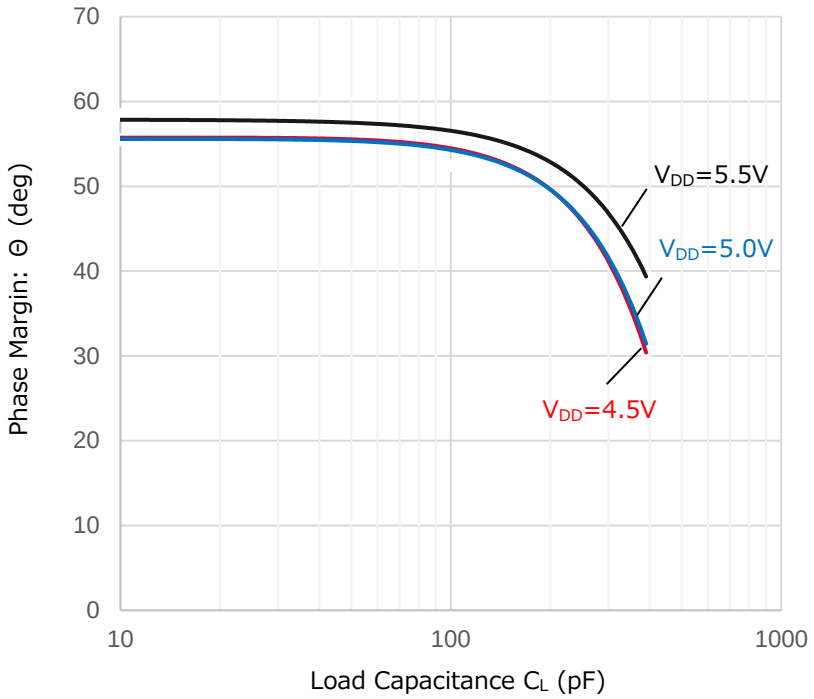

Figure 16. 位相余裕 vs 負荷容量特性

測定回路図

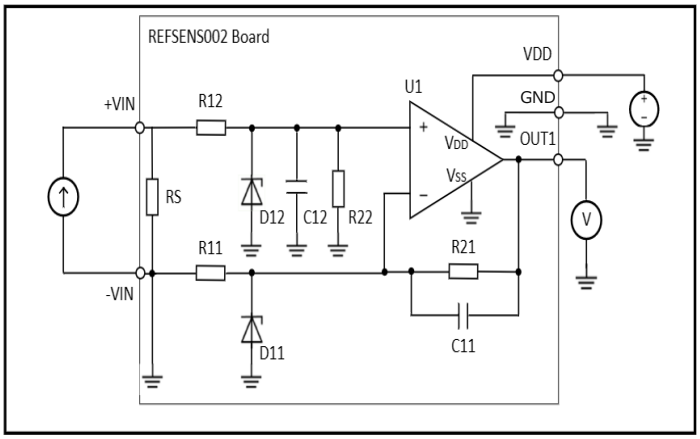

Figure 17. DC Sweep 測定回路図

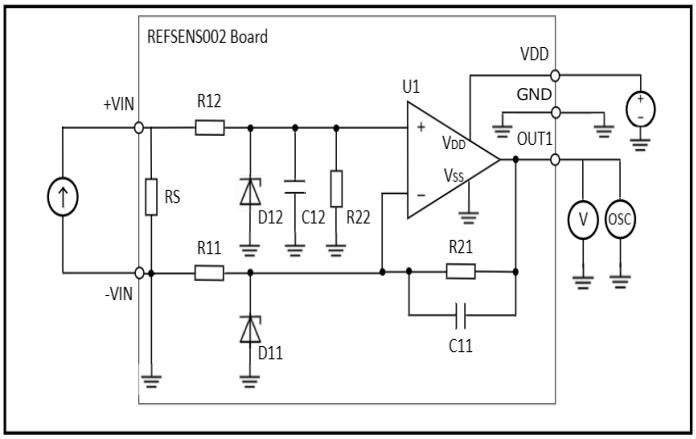

Figure 18. Tran 解析(パルス印加)測定回路図

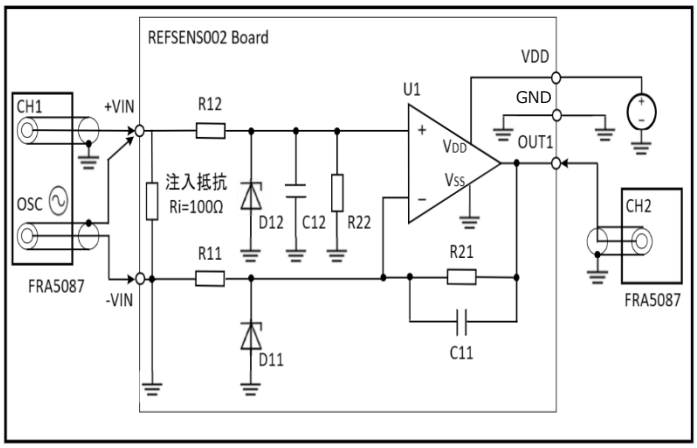

Figure 19. AC 解析測定回路図

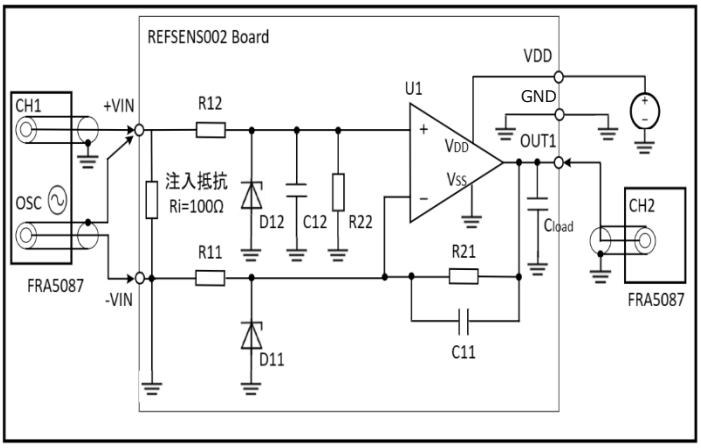

Figure 20. AC 解析測定回路図（負荷容量特性）

© 2023 ROHM Co., Ltd.

熱設計

検出電流 100A 印加時のシャント抵抗温度測定結果を以下に示します（周囲環境温度 T_A = 25℃時）

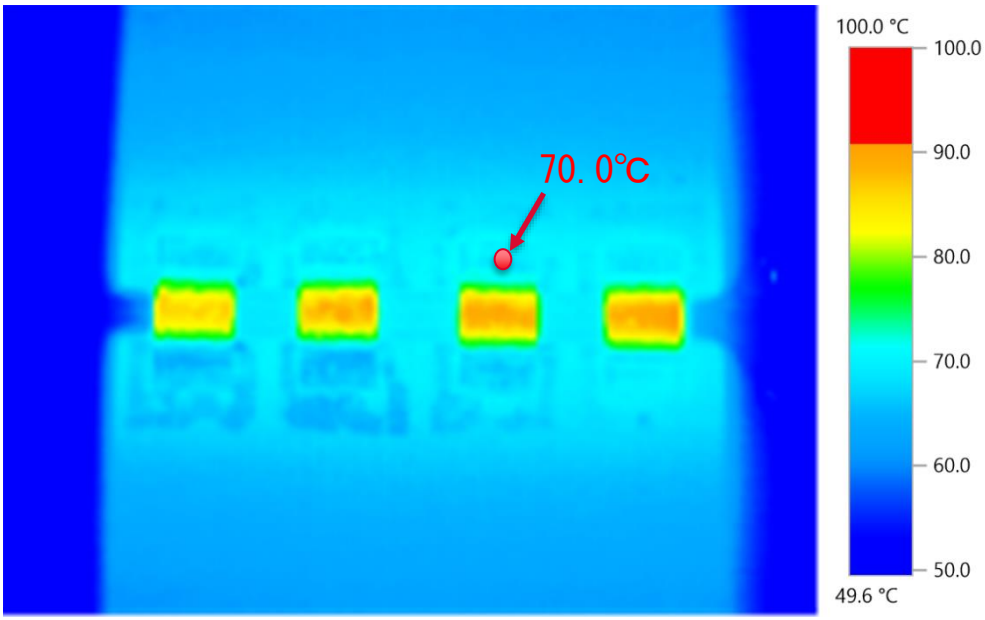

Figure 21. シャント抵抗の温度分布

電流検出部に大電流を流す場合、各部品の温度を使用温度範囲規格内にする必要があります。各部品の使用温度範囲規格はデータシートに記載されています。本リファレンスデザインで使用しているシャント抵抗 PSR400 の使用温度範囲規格は-65℃～+175℃です。使用温度範囲規格を超えないように電力軽減曲線に沿って電力軽減を行ってください。
ロームのシャント抵抗は、定格電力保証を周囲温度ではなく、電力印加時の製品の端子温度で規定しています。

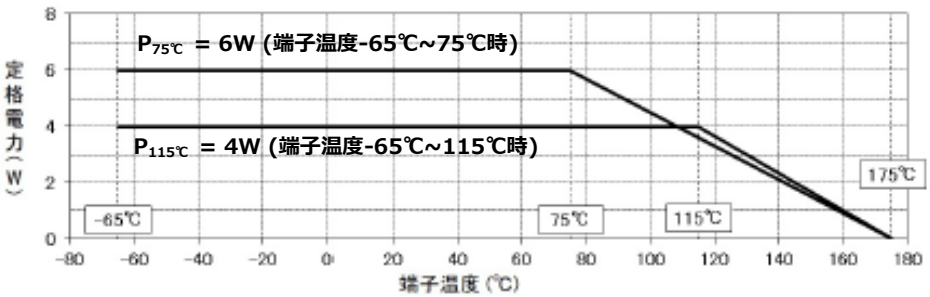

Figure 22. PSR400 2.0mΩ 電力軽減曲線（Data sheet より抜粋）

Figure 21 より最も温度の高い端子温度 T_k = 70.0℃（T_A = 25℃環境時)は、実使用時の環境温度（T_A = 85℃）を想定した場合、T_k = 130℃（T_A = 85℃）とになります。Figure 22 の電力軽減曲線から、T_k = 115℃を超える場合は $P_{115℃}$の電力軽減曲線に従うため 3W 以下に消費電力を軽減する必要があります。
シャント抵抗 1 個当たりの消費電力を計算すると、下式のように 1.25W であるため、実使用時の環境温度でも定格電力以下であることが確認できました。

$P_C = V_{shunt} \times I_{IN}$ = 50mV × 100A = 5W (1pcs あたり 1.25W)

T_k ： シャント抵抗の端子中心部温度　　T_A ： 周囲環境温度
P_C ： 消費電力　　V_{shunt} ： シャント抵抗両端に発生する電圧
I_{IN} ： 検出電流

参考：端子温度ディレーティングを用いた高電力保証について

© 2023 ROHM Co., Ltd.

使用上の注意

・本リファレンスデザインでは、シャント抵抗を 4 個並列に配置し、発熱を分散させることで使用温度範囲規格内に収めています。
検出電流によって、使用温度範囲規格を超えないようにシャント抵抗の並列数を決定してください。

・オペアンプやその他部品のデータシートに記載されている絶対最大定格や使用上の注意を確認してください。

© 2023 ROHM Co., Ltd.

ご 注 意

1) 本資料の記載内容は改良などのため予告なく変更することがあります。

2) 本資料に記載されている内容は製品のご紹介資料です。ご使用に際しては、別途最新の仕様書を必ずご請求のうえ、ご確認ください。

3) ロームは常に品質・信頼性の向上に取り組んでおりますが、半導体製品は種々の要因で故障・誤作動する可能性があります。
万が一、本製品が故障・誤作動した場合であっても、その影響により人身事故、火災損害等が起こらないようご使用機器でのディレーティング、冗長設計、延焼防止、バックアップ、フェイルセーフ等の安全確保をお願いします。定格を超えたご使用や使用上の注意書が守られていない場合、いかなる責任もロームは負うものではありません。

4) 本資料に記載されております応用回路例やその定数などの情報につきましては、本製品の標準的な動作や使い方を説明するものです。
したがいまして、量産設計をされる場合には、外部諸条件を考慮していただきますようお願いいたします。

5) 本資料に記載されております技術情報は、製品の代表的動作および応用回路例などを示したものであり、ロームまたは他社の知的財産権その他のあらゆる権利について明示的にも黙示的にも、その実施または利用を許諾するものではありません。上記技術情報の使用に起因して紛争が発生した場合、ロームはその責任を負うものではありません。

6) 本資料に掲載されております製品は、耐放射線設計はなされておりません。

7) 本製品を下記のような特に高い信頼性が要求される機器等に使用される際には、ロームへ必ずご連絡の上、承諾を得てください。
・輸送機器（車載、船舶、鉄道など）、幹線用通信機器、交通信号機器、防災・防犯装置、安全確保のための装置、医療機器、サーバー、太陽電池、送電システム

8) 本製品を極めて高い信頼性を要求される下記のような機器等には、使用しないでください。
・航空宇宙機器、原子力制御機器、海底中継機器

9) 本資料の記載に従わないために生じたいかなる事故、損害もロームはその責任を負うものではありません。

10) 本資料に記載されております情報は、正確を期すため慎重に作成したものですが、万が一、当該情報の誤り・誤植に起因する損害がお客様に生じた場合においても、ロームはその責任を負うものではありません。

11) 本製品のご使用に際しては、RoHS 指令など適用される環境関連法令を遵守の上ご使用ください。
お客様がかかる法令を順守しないことにより生じた損害に関して、ロームは一切の責任を負いません。
本製品の RoHS 適合性などの詳細につきましては、セールス･オフィスまでお問合せください。

12) 本製品および本資料に記載の技術を輸出又は国外へ提供する際には、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」など適用される輸出関連法令を遵守し、それらの定めにしたがって必要な手続を行ってください。

13) 本資料の一部または全部をロームの許可なく、転載・複写することを堅くお断りします。

ローム製品のご検討ありがとうございます。
より詳しい資料やカタログなどご用意しておりますので、お問合せください。

ROHM Customer Support System

http://www.rohm.co.jp/contact/

© 2016 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.