

100 W非絶縁型同期式バック車載用プリレギュレータNCV881930をベースとしたリファレンス設計



ON Semiconductor®

www.onsemi.jp

TND6290/D

概要

本リファレンス設計では、同期式バックコントローラNCV881930と4個の40 V NチャンネルMOSFET NVMFS5C460NLをベースとした100 W非絶縁型同期式バック車載用プリレギュレータの動作と性能について説明します。本リファレンス設計では、幅広いアプリケーションに対応する車載用プリレギュレータ全体の設計を示し、コントローラNCV881930の機能について紹介します。

電源設計者がこの回路を標準的なシステム設計にそのまま採用し、システム要件に基づく部品の変更を最小限に抑えることを目的としています。

この設計は完全なソリューションとなることを意図していますが、NCV881930の主要機能に関する情報も提供します。これらの情報には、統合された補償、低 I_Q および連続同期モード、広い入力範囲、過電流保護、外部同期、適応型ノンオーバーラップドライバ、内蔵スペクトラム拡散、低電圧ロックアウトなどが含まれます。

主な特長

- 完全な車載用リファレンス設計
- 入力電圧範囲6.0~16.0 Vの同期式バックコンバータ、最大40 Vのピーク電圧に対応
- 410 kHzのスイッチング周波数による効率の最大化
- 低静止電流車載用同期式バックコンバータNCV881930と4個の40 V NチャンネルMOSFET NVMFS5C460NL
- 4層小型プリント基板

仕様

Table 1. SPECIFICATIONS TABLE

Device	NCV881930
Application	Automotive Pre-Regulator
Input Voltage	6 V to 16 V DC, 40 V Peak
Output Power	Up to 100 W
Topology	Synchronous Buck
Isolation	Non-Isolated
Output Voltage	5.0 V
Nominal Current	15.0 A 20.0 A (Peak)

リファレンス設計

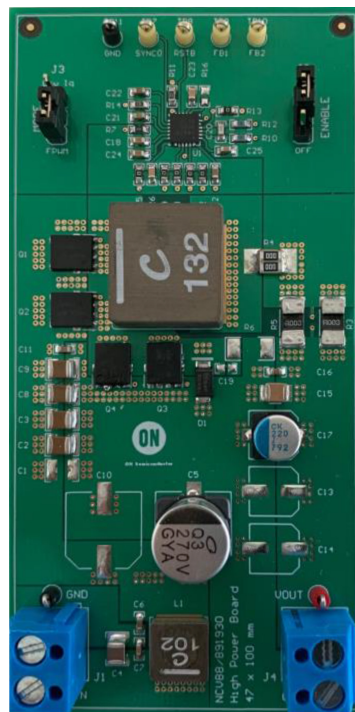


Figure 1. Reference Design Board Image

回路図

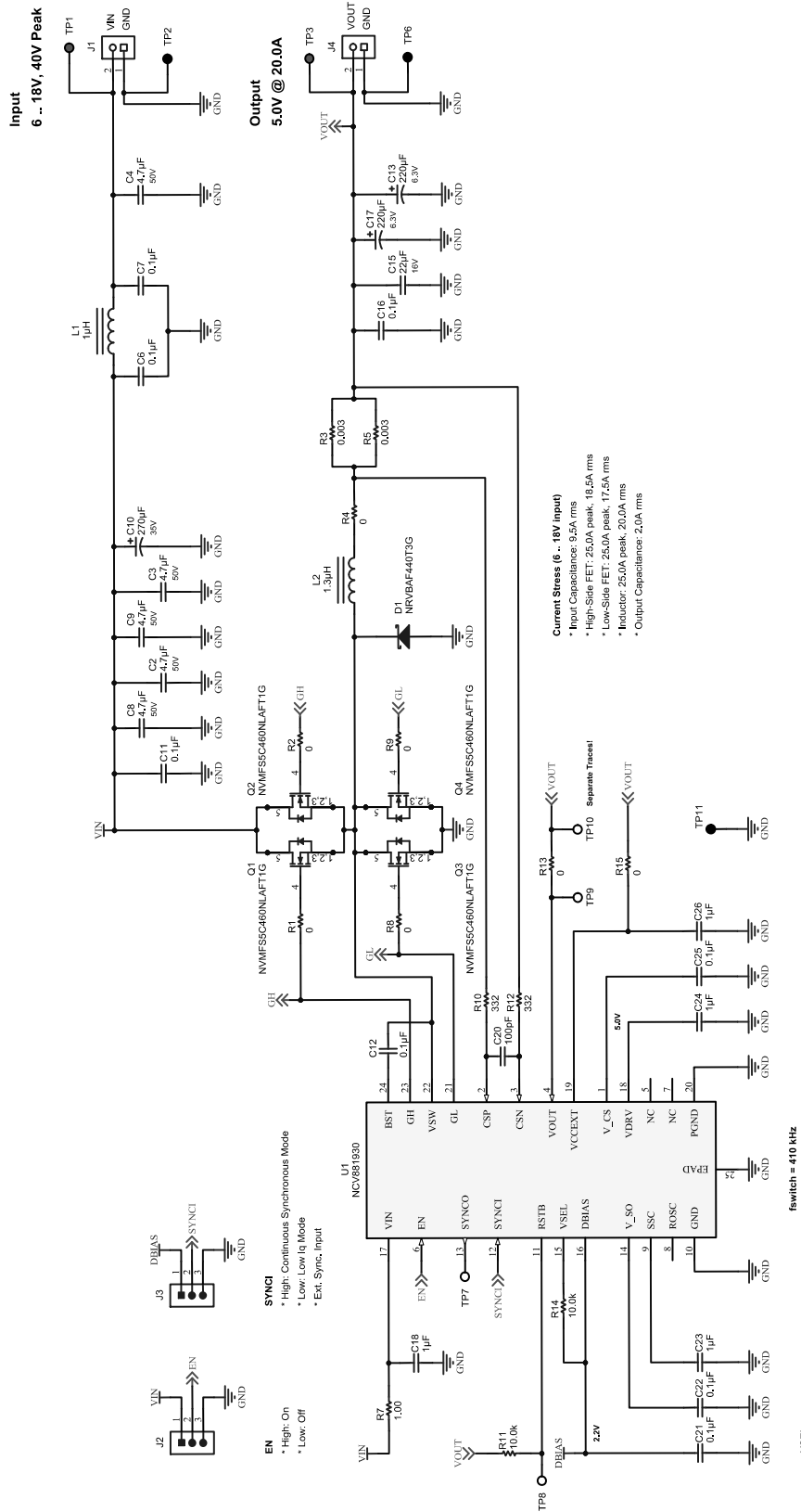


Figure 2. NCV881930 Synchronous Buck Schematic

TND6290/D

基板レイアウト

Figure 3、4、5および6に、プリント基板の上下の部品面と4つの層を示します。プリント基板は、

47 mm × 100 mm (長さ × 幅)で、高さは約12.5 mmです。

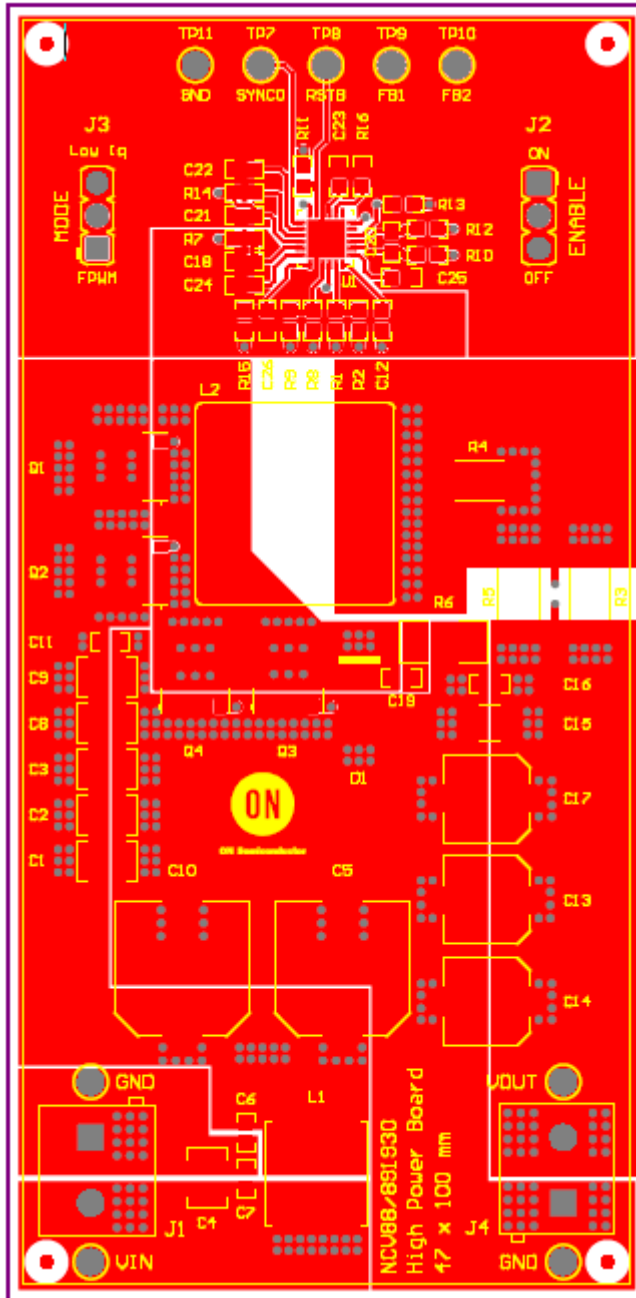


Figure 3. Top Layer and Assembly Drawing

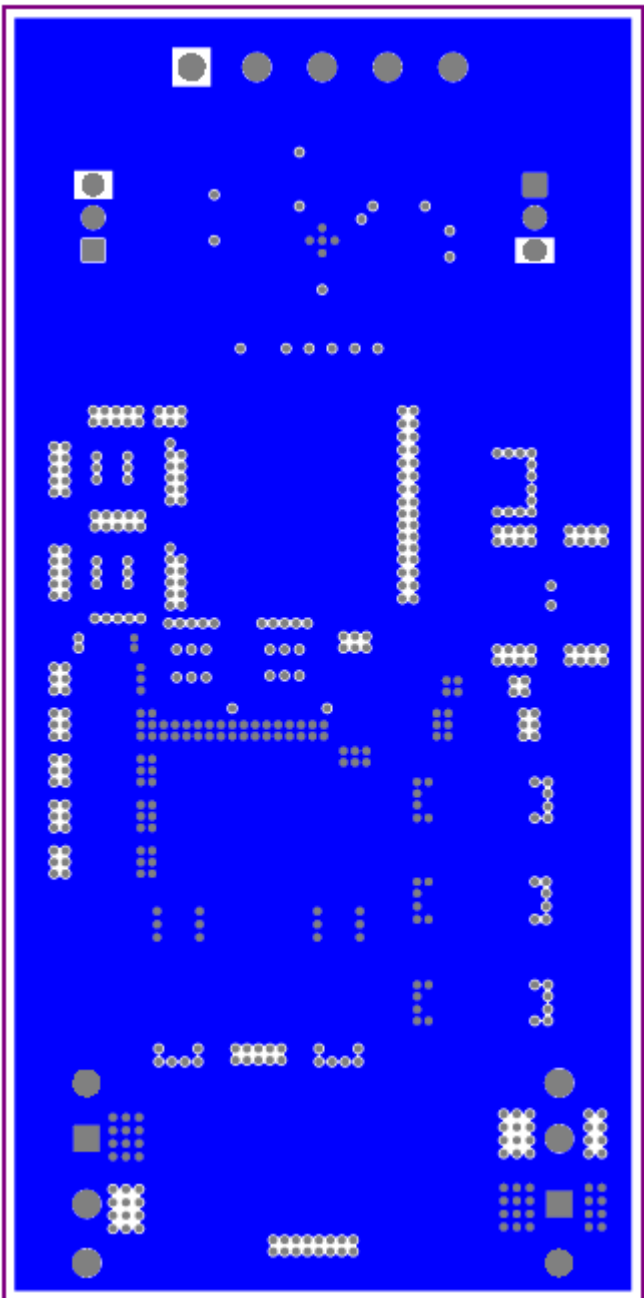


Figure 4. Bottom Layer and Assembly Drawing

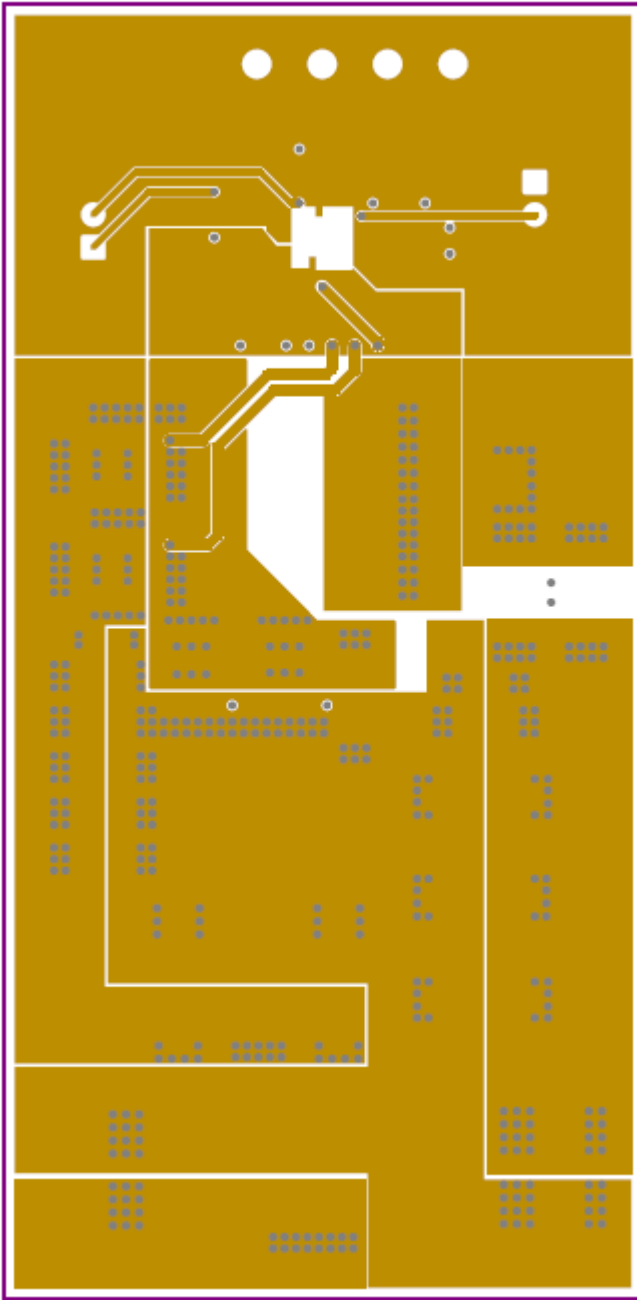


Figure 5. Inner Top Layer

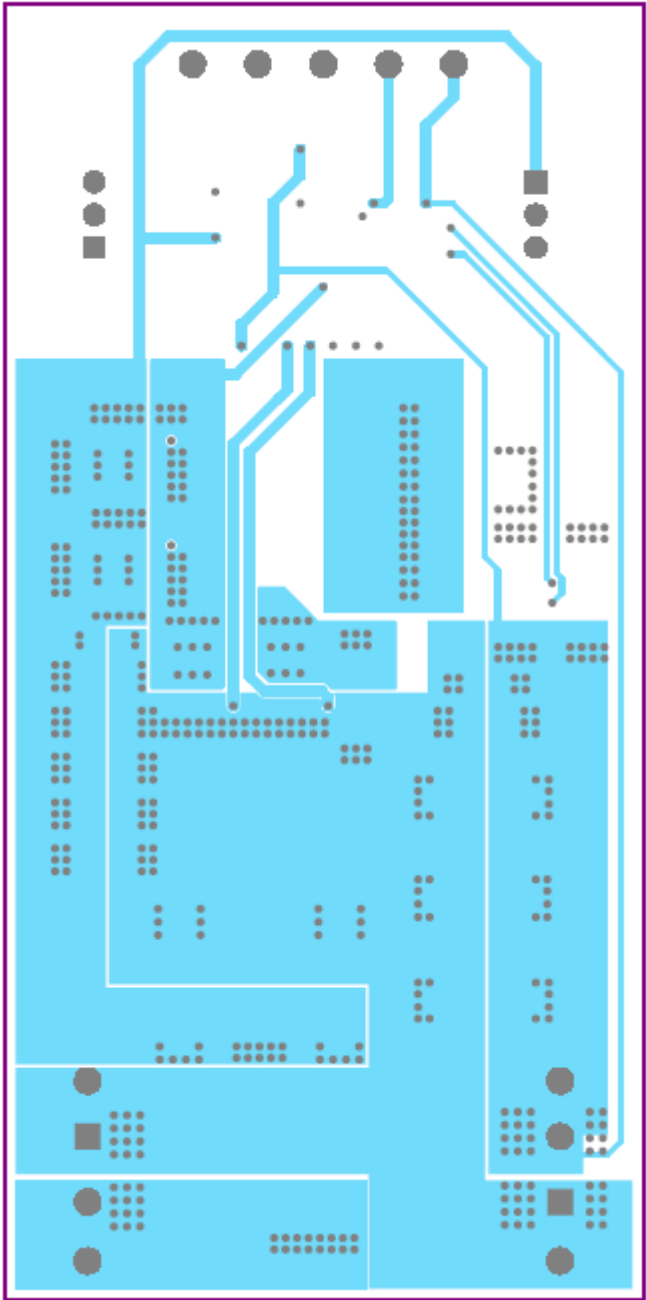


Figure 6. Inner Bottom Layer

性能概要

出力電圧

NCV881930では、3.3 Vと5.0 Vの2種類の固定出力電圧を選択できます。VSELピンを10 kΩの抵抗でDBIASにプルアップすることにより、出力電圧は5.0 Vに設定されます。VSELをフローティング状態のままにしておくかGNDに接続すると、出力電圧は3.3 Vに設定されます。

出力電流によっては、電力段 (インダクタ、シャント抵抗、出力容量)の変更が必要になる可能性があります。データシートのTable 6を参照してください。

効率

連続同期モードの効率をFigure 7に示します。この測定では、入力フィルタ(インダクタL1)での損失を考慮に入れていません。

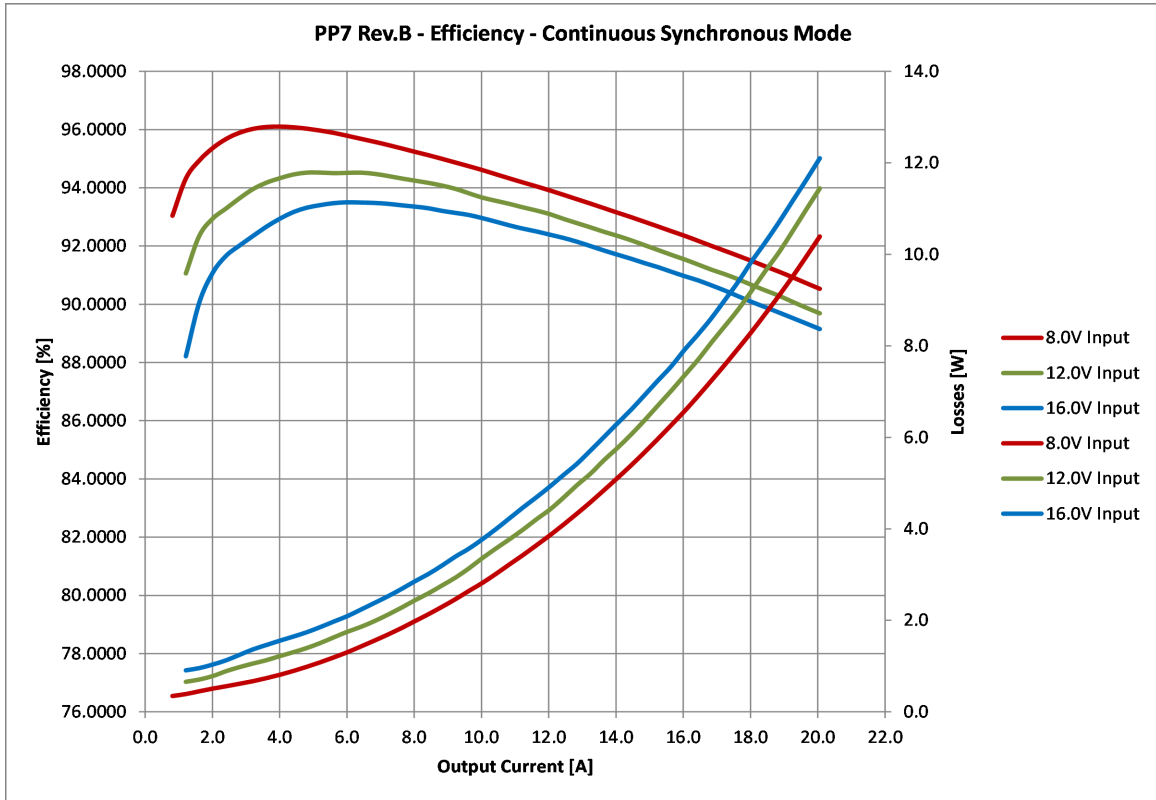


Figure 7. Efficiency for 8.0, 12.0 and 16.0 V Input Voltage

TND6290/D

熱画像

この熱画像は、周囲温度21°C、入力電圧12.0 V、負荷が10.0 A (Figure 8)と15.0 A (Figure 9)の場合の基板を示しています。

Component	VIN = 12.0 V @ 10.0 A	VIN = 12.0 V @ 15.0 A
Controller	51.2°C	61.0°C
Upper FETs	74.4°C	87.4°C
Lower FETs	66.7°C	85.3°C
Inductor	58.0°C	80.5°C

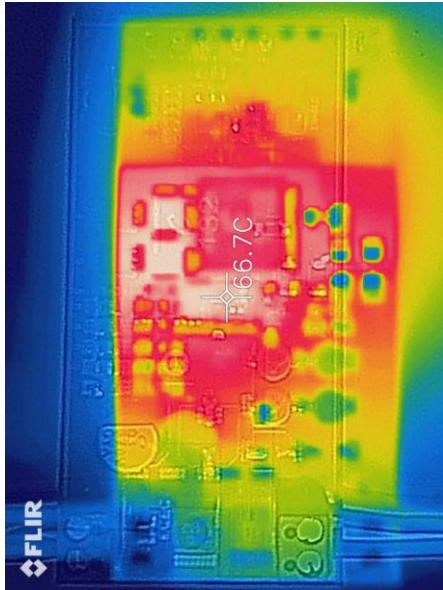


Figure 8. Thermal Image at 10.0 A Load



Figure 9. Thermal Image at 15.0 A Load

過渡応答

12.0 Vの入力電圧で10.0 Aから20.0 Aへの負荷ステップあるいはその逆の場合に対する応答をFigure 10に示します。

チャンネル1

- ◆ 出力電圧、-147 mV (-2.94%)のアンダーシュート、+147 mV (+2.94%)のオーバーシュート
- ◆ 100 mV/div、100 μs/div、AC結合

チャンネル2

- ◆ 出力電流、20.0から10.0 Aへの負荷ステップおよびその逆
- ◆ 10 A/div、100 μs/div

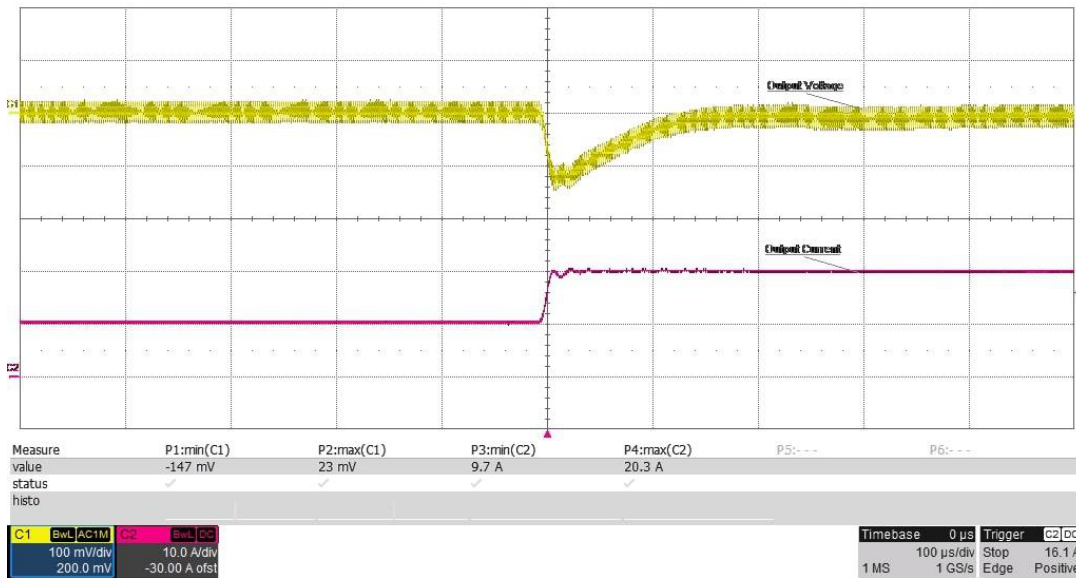
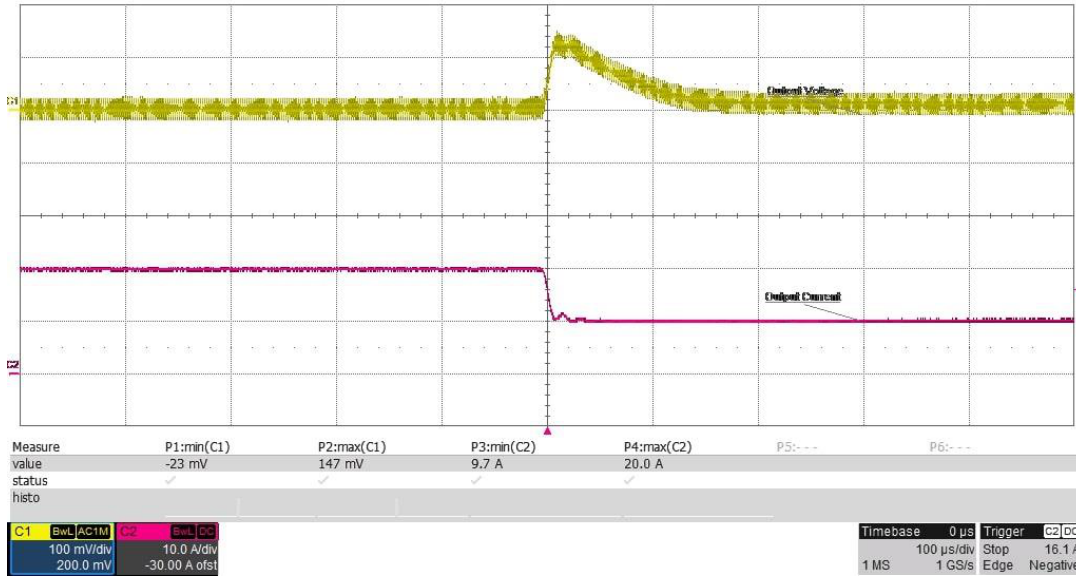


Figure 10. Transient Response on 20.0 A to 10.0 A Load Step Down and 10.0 A to 20.0 A Load Step Up

TND6290/D

周波数応答

12.0 Vの入力電圧と10.0 Aと20.0 Aの負荷での周波数応答をFigure 11とFigure 12に示します。

FREQUENCY RESPONSE

Input Voltage	Output Current	Bandwidth	Phase Margin	Gain Margin
12.0 V	10.0 A	39.2 kHz	90.1°	-17.2 dB
12.0 V	20.0 A	38.1 kHz	92.8°	-15.3 dB

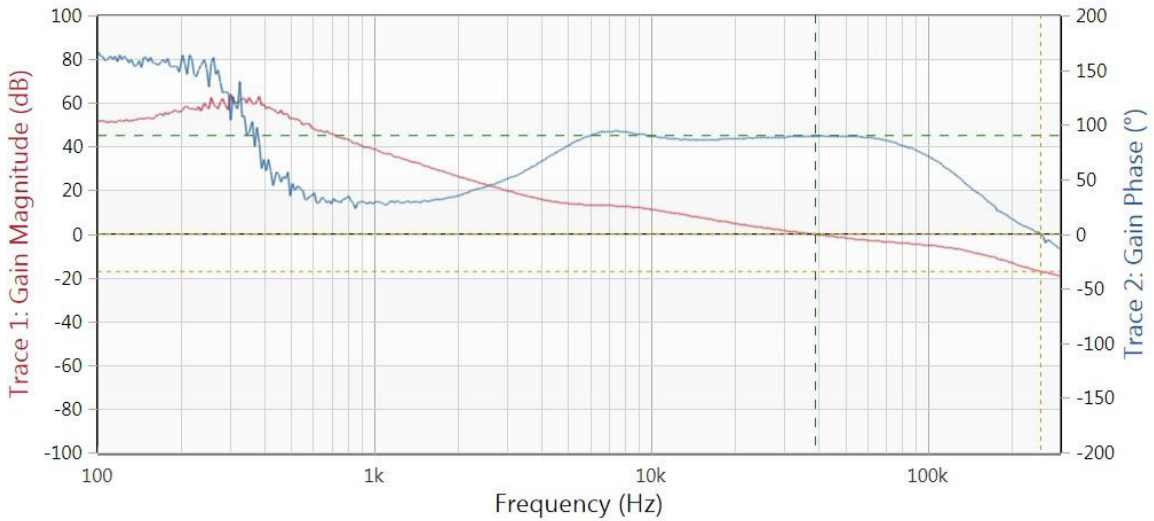


Figure 11. Frequency Response at 10.0 A Load

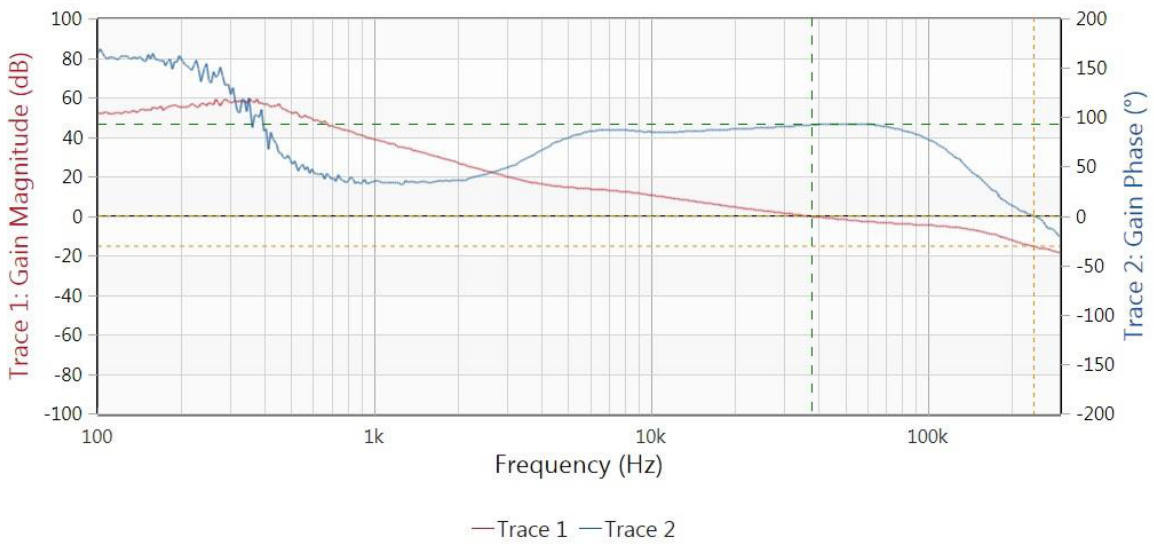


Figure 12. Frequency Response at 20.0 A Load

TND6290/D

出力容量構成が性能に与える影響

NCV881930のデータシートには、出力電圧と出力電流に応じた出力フィルタ構成(インダクタンス、シャント抵抗、および出力容量)の詳細な推奨事項が掲載されています。

Table 2に、さまざまな出力コンデンサの構成に対する測定結果と、それらに関連するリップル、過渡応答、および位相マージンに関する性能を示します。

測定には、高容量のセラミックコンデンサとポリマーコンデンサをさまざまに組み合わせて使用しました。

- 1x 100 nF、50 V、0603、X7R、常に実装
muRata GCJ188R71H104KA12D
- 22 μ Fセラミック、16 V、1210、X7R
muRata GCM32ER71C226ME19L
18 μ F @ 5.0 Vdc、2 m Ω ESR @ 410 kHz
- 120 μ Fポリマー
Nichicon PCJ0J121MCL1GS
24 m Ω ESR @ 100kHz
- 220 μ Fポリマー
Nichicon PCJ0J221MCL1GS
15 m Ω ESR @ 100 kHz

Table 2. MEASUREMENT RESULTS FOR VARIOUS OUTPUT CAPACITOR CONFIGURATIONS

Polymer: 220 μ F, 6.3 V	2	1	0	# of caps
Polymer: 120 μ F, 6.3V	0	0	3	# of caps
Ceramic: 22 μ F, 16 V	1	1	1	# of caps
Output Ripple, peak-peak	145	162	96	[mV]
Output Ripple, peak-peak	2.90	3.24	1.92	[%]
Transient Response, peak-peak	\pm 147	-183 / +157	-153 / +137	[mV]
Transient Response, peak-peak	2.94	3.66 / 3.14	3.06 / 2.74	[%]
Bandwidth	38.1	66.6	34.5	[kHz]
Phase Margin	92.8	69.4	80.3	[°]

TND6290/D

部品表(BOM)

Table 3. BILL OF MATERIALS

Designator	Qty.	Value	Part Number	Manufacturer	Description	Package
C2, C3, C4, C8, C9	5	4.7 μ F	GCJ32ER71H475KA12	MuRata	CAP, CERM, 4.7 μ F, 50 V, \pm 10%, X7R, 1210	1210
C6, C7, C11, C12, C16, C21, C22, C25	8	0.1 μ F	GCJ188R71H104KA12	MuRata	CAP, CERM, 0.1 μ F, 50 V, \pm 10%, X7R, AEC-Q200 Grade 1, 0603	0603
C10	1	270 μ F	GYA1V271MCQ1GS	Nichicon	CAP, Conductive Polymer Hybrid Aluminum Electrolytic, 270 μ F, 35 V, \pm 20%, 0.020 Ω , 10x10.3 SMD	10.3x10.3x10.3
C13, C17	2	220 μ F	PCJ0J221MCL1GS	Nichicon	CAP, Conductive Polymer Aluminum Capacitor 220 μ F, 6.3 V, \pm 20%, 0.015 Ω , AEC-Q200 Grade 2, SMD	D6.3xL6.0
C15	1	22 μ F	GCM32ER71C226KE19L	MuRata	CAP, CERM, 22 μ F, 16 V, \pm 10%, X7R, 1210	1210
C18, C23, C24, C26	4	1 μ F	GCJ188R71E105KA01D	MuRata	CAP, CERM, 1 μ F, 25 V, \pm 10%, X7R, AEC-Q200 Grade 1, 0603	0603
C20	1	100 pF	GRM1885C1H101JA01D	MuRata	CAP, CERM, 100 pF, 50 V, \pm 5%, COG/NP0, 0603	0603
D1	1	40 V	NRVBAF440T3G	ON Semiconductor	Diode, Schottky, 40 V, 4 A, SMA-FL	SMA-FL
FID1, FID2, FID3, FID4	4		N/A	N/A	Fiducial mark. There is nothing to buy or mount.	N/A
J1, J4	2		ED120/2DS	On-Shore Technology	Terminal Block, 5.08 mm, 2x1, Brass, TH	2x1 5.08 mm Terminal Block
J2, J3	2		61300311121	Würth Elektronik	Header, 2.54 mm, 3x1, Gold, TH	Header, 2.54 mm, 3x1, TH
L1	1	1.5 μ H	XAL7030-102MEB	Coilcraft	Inductor, Shielded, Composite, 1 μ H, 21.8 A, 0.00455 Ω , SMD	XAL7030
L2	1	1.3 μ H	XAL1580-132MEB	Coilcraft	Inductor, Shielded, Composite, 1.3 μ H, 46.7 A, 0.00115 Ω , SMD	15.2x8x16.2 mm
Q1, Q2, Q3, Q4	4	40	NVMFS5C460NLAFT1G	ON Semiconductor	MOSFET, N-CH, 40 V, 78 A, DFN5 5x6 mm	DFN5 5x6 mm
R1, R2, R8, R9, R13, R15	6	0	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale	RES, 0, 5%, 0.1 W, 0603	0603
R3, R5	2	0.003	ERJ-M1WTF3M0U	Panasonic	RES, 0.003, 1%, 1 W, 2512	2512
R4	1	0	CRCW25120000Z0EG	Vishay-Dale	RES, 0, 5%, 1 W, AEC-Q200 Grade 0, 2512	2512
R7	1	1.00	CRCW06031R00FKEA	Vishay-Dale	RES, 1.00, 1%, 0.1 W, 0603	0603
R10, R12	2	332	CRCW0603332RFKEA	Vishay-Dale	RES, 332, 1%, 0.1 W, 0603	0603

TND6290/D

Table 3. BILL OF MATERIALS (continued)

Designator	Qty.	Value	Part Number	Manufacturer	Description	Package
R11, R14	2	10.0k	CRCW060310K0FKEA	Vishay-Dale	RES, 10.0 k, 1%, 0.1 W, 0603	0603
TP1, TP3	2		5000	Keystone	Test Point, Miniature, Red, TH	Red Miniature Testpoint
TP2, TP6, TP11	3		5001	Keystone	Test Point, Miniature, Black, TH	Black Miniature Testpoint
TP7, TP8, TP9, TP10	4		5002	Keystone	Test Point, Miniature, White, TH	White Miniature Testpoint
U1	1		NCV881930MW00R2G	ON Semiconductor	Low Quiescent Current 410 kHz Automotive Synchronous Buck Controller	QFNW-24

ON Semiconductor及びON SemiconductorのロゴはON Semiconductorという商号を使うSemiconductor Components Industries, LLC 若しくはその子会社の米国及び/または他の国における商標です。ON Semiconductorは特許、商標、著作権、トレードシークレット(営業秘密)と他の知的所有権に対する権利を保有します。ON Semiconductorの製品/特許の適用対象リストについては、以下のリンクからご覧いただけます。 www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf。ON Semiconductorは通告なしで、本書記載の製品の変更を行うことがあります。ON Semiconductorは、いかなる特定の目的での製品の適合性について保証しておらず、また、お客様の製品において回路の応用や使用から生じた責任、特に、直接的、間接的、偶発的な損害など一切の損害に対して、いかなる責任も負うことはできません。お客様は、ON Semiconductorによって提供されたサポートやアプリケーション情報の如何にかかわらず、すべての法令、規制、安全性の要求あるいは標準の遵守を含む、ON Semiconductor製品を使用したお客様の製品とアプリケーションについて一切の責任を負うものとします。ON Semiconductorデータシートや仕様書に示される可能性のある「標準的」パラメータは、アプリケーションによっては異なることもあり、実際の性能も時間の経過により変化する可能性があります。「標準的」パラメータを含むすべての動作パラメータは、ご使用になるアプリケーションに応じて、お客様の専門技術者において十分検証されるようお願い致します。ON Semiconductorは、その特許権やその他の権利の下、いかなるライセンスも許諾しません。ON Semiconductor製品は、生命維持装置や、いかなるFDA (米国食品医薬品局)クラス3の医療機器、FDAが管轄しない地域において同一もしくは類似のものと分類される医療機器、あるいは、人体への移植を対象とした機器における重要部品などへの使用を意図した設計はされておらず、また、これらを使用対象としておりません。お客様が、このような意図されたものではない、許可されていないアプリケーション用にON Semiconductor製品を購入または使用した場合、たとえ、ON Semiconductorがその部品の設計または製造に関して過失があったと主張されたとしても、そのような意図せぬ使用、また未許可の使用に関連した死傷等から、直接、又は間接的に生じるすべてのクレーム、費用、損害、経費、および弁護士料などを、お客様の責任において補償をお願いいたします。また、ON Semiconductorとその役員、従業員、子会社、関連会社、代理店に対して、いかなる損害も与えないものとします。ON Semiconductorは雇用機会均等/差別撤廃雇用主です。この資料は適用されるあらゆる著作権法の対象となっており、いかなる方法によっても再販することはできません。

PUBLICATION ORDERING INFORMATION

LITERATURE FULFILLMENT:

Email Requests to: orderlit@onsemi.com

ON Semiconductor Website: www.onsemi.com

TECHNICAL SUPPORT

North American Technical Support:

Voice Mail: 1 800-282-9855 Toll Free USA/Canada

Phone: 011 421 33 790 2910

Europe, Middle East and Africa Technical Support:

Phone: 00421 33 790 2910

For additional information, please contact your local Sales Representative