XDPS21081 を使用した 65 W USB-PD SMPS リファレンス

About this document

Scope and purpose

このドキュメントでは、インフィニオンのデジタル FQRZVS フライバックコントローラーXDPS21081 と MOSFET **IPL60R185C7**、**BSC0802LS**、**BSL606SN** を使用した、65 W 5/9/12/15 V 3A または 20V 3.25 A、90 V AC～265 V AC 入力オフライン強制準共振 (FQR) ゼロ電圧スイッチング (ZVS) フライバックコンバーターのデモボードについて説明します。

Intended audience

このドキュメントは、ノートブックやその他のコンピューター関連アプリケーションの高密度 (HD) アダプター用の FQRZVS フライバックコンバーターを設計したい XDPS21081 のユーザーを対象とします。

Table of contents

About this document **1**
Table of contents **1**
1 要約 **3**
2 デモボードの仕様 **4**
3 リファレンスボード **5**
4 XDPS21081 の機能 **6**
5 回路の説明 **7**
5.1 はじめに 7
6 回路図 **8**
7 プリント基板レイアウト **9**
8 部品表 **12**
9 変圧器の構造 **16**
9.1 入力 CMC、L1 16
9.2 入力 DMC、L2 16
9.3 FQR ZVS フライバックトランス 17
10 測定結果 **19**
10.1 効率 19
10.2 待機電力 24
10.3 出力リップル – 定常動作 24
10.4 さまざまな負荷でのレギュレーション 26
10.5 動的ロードステップ 27
10.6 ループの安定性 29
10.7 測定結果 31
10.8 伝導性エミッション (EN 55022 クラス B) 32
10.9 動作波形 33

Table of contents

10.9.1 ローライン/ハイラインでのメイン MOSFET スイッチング波形 33
10.9.2 バーストモード (BM) 波形 34
10.10 V_{CC} 充電時間 34
10.11 ブラウンイン/ブラウンアウト 35
10.12 V_{out} OVP 保護 35
10.13 過負荷保護 36
10.14 出力短絡保護 36
10.15 電流検出 (CS) 抵抗器の短絡保護 37
10.16 V_{CC} OVP 37
11 参考資料 38
改訂履歴 39

1 要約

これはデモボード「REF_ZXDPS21081_65W」のアプリケーションノートです。

インフィニオンの XDPS2108165 W FQR ZVS デモボードは、シングルステージフライバックの新しい FFR 制御をリーズナブルなコスト追加で実現し、クラス最高の電力密度を達成します。

デモボードはユニバーサル AC 入力を受け取り、それを最新のラップトップや携帯電話で受け入れられる一般的な 5〜20 VDC 出力に変換します。非常に適度な寸法で、20 W/in^3 のこのようなラップトップアダプターのクラス最高の電力密度が達成されます。共振スイッチング遷移を利用して、必要な周波数帯域でのメイン MOSFET スイッチング損失を実質的に排除します。このアプローチにより、非常に小さなフォームファクタで放熱に必要な効率を維持 (または改善) しながら、より小さなコンポーネント (トランスなど) を可能にするために必要な高いスイッチング周波数が可能です。SR IC を簡単に選択できるように、XDPS21081 は、すべての条件下で保証された QR または不連続導通モード（DCM）動作を備えています。XDPS21081 は、周波数低減モード (FRM) とバーストモード (BM) も備えており、中負荷から軽負荷での効率を最大化します。すべてにおいて、全体的な効率はすべての負荷およびライン範囲で 90%以上に押し上げることができ、ピーク効率は 93%を超えます。

正式に認定されていませんが、65 W FQR ZVS デモボードは、伝導 EMI、絶縁要件など、ほとんどの標準的な規制コンプライアンス要件に準拠しています。

XDPS21081 には、最大電力制御のための伝搬遅延補償、可変出力電圧のための適応電流制限、QR モードと FQR ZVS モード間の移行のための設定可能な線間電圧など、アダプターの全機能を活用するためのさまざまな設定変更可能な機能やさまざまな保護機能を備えています (例：ブラウンイン/ブラウンアウト、CS ピン短絡、V_{CC} 過電圧保護 (OVP)、V_{out} OVP、過電流保護 (OCP)、過負荷保護 (OLP)、過熱保護 (OTP)、ラッチ有効にするなど)。

2 デモボードの仕様

Table 1 DEMO-XDPS21081-65W の仕様

入力電圧	90 V AC ~ 265 V AC
入力周波数	50/60 Hz
出力負荷	全負荷: 3.25A で 20V、3A で 5/9/12/15V
効率	EC COCV5 Tier2 および DOELV6
待機電力 (無負荷)	65mW 未満
コントローラ IC	XDPS21081
Main/SR/safety MOSFET	IPL60R185C7/BSC0802LS/BSL606SN/BSZ0905PNS
Form factor (L x W x H)	60 x 28 x 25 mm = 47.6 cm^3
電力密度 (PCBA)	25 W/in^3

3 リファレンスボード

このドキュメントには、機能のリスト、電源の仕様、回路図、部品表 (BOM)、および変圧器の構造に関するドキュメントが含まれます。性能曲線やオシロスコープの波形などの一般的な動作特性については、ドキュメントの最後に示します。



Figure 1 REF_XDPS21081_65W FQR ZVS フライバックコンバーター (上面図)

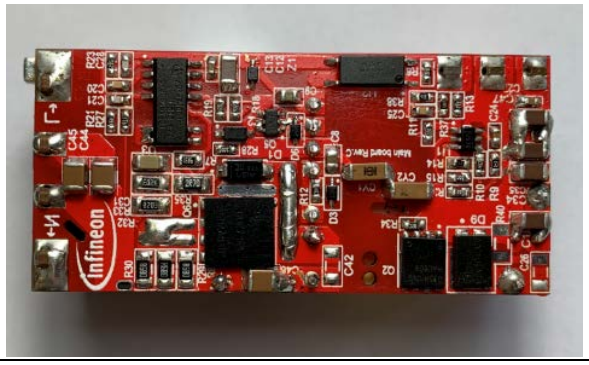


Figure 2 REF_XDPS21081_65W FQR ZVS フライバックコンバーター (底面図)

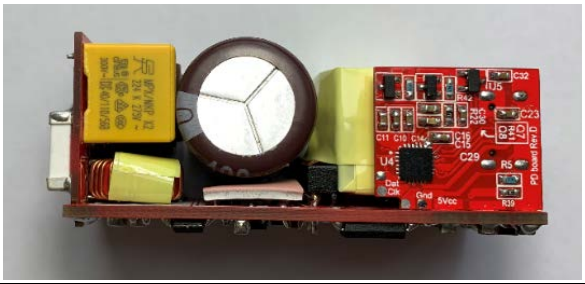


Figure 3 REF_XDPS21081_65W FQR ZVS フライバックコンバーター (側面図)

4 XDPS21081 の機能

Table 2 XDPS21081 の機能

ABM、DCM、QR、FQR モードでのマルチモード動作
最適な効率のためのローライン QR、ハイライン FQR ZVS
QR と FQR ZVS モード間の遷移しきい値の設定可能な入力電圧
電流制限に対する適応 V_{CS} オフセット補償
統合された HV スタートアップセルを介したブラウンインおよびブラウンアウトの検出
内蔵のソフトスタート
内蔵の保護モード

5 回路の説明

5.1 はじめに

デモンストレータボードは、90 V AC～265 V AC の広い入力範囲を受け入れ、出力は 5 V～20 V、最大 65W です。回路は一般的なフライバックコンバーターの設計に似ています。XDPS21081 は、MFIO ピンによる 2 次側制御を備えたサイクルごとのピーク電流フライバックコントローラーです。特定の設計では、GD1 ピンによって駆動される追加の ZVS 巻線と ZVS 回路の助けを借りて、ZVS に近いものを実現できます。ZVS 機能により、ハイラインでのスイッチング損失が大幅に低減されるため、スイッチング周波数を約 140kHz に設定できます。ローラインの場合、システムは高負荷の QR で実行され、自然な ZVS 効果をもたらします。コントローラーは、全負荷での高効率に加えて、FRM と ABM を装備することにより、中負荷と軽負荷の両方で高効率を実現できます。コントローラーは、HV 起動セルを統合します。バルクコンデンサからの抵抗 R_{HV} (100kΩ) と接続することで、V_{CC} の起動充電と、ブラウンインおよびブラウンアウト機能を実現できます。さらに、OCP、V_{out} OVP、V_{CC} OVP、OLP、OTP、ラッチイネーブル、電源投入前の CS ピンショートなど、システムを危険から保護するためのさまざまな保護機能があります。

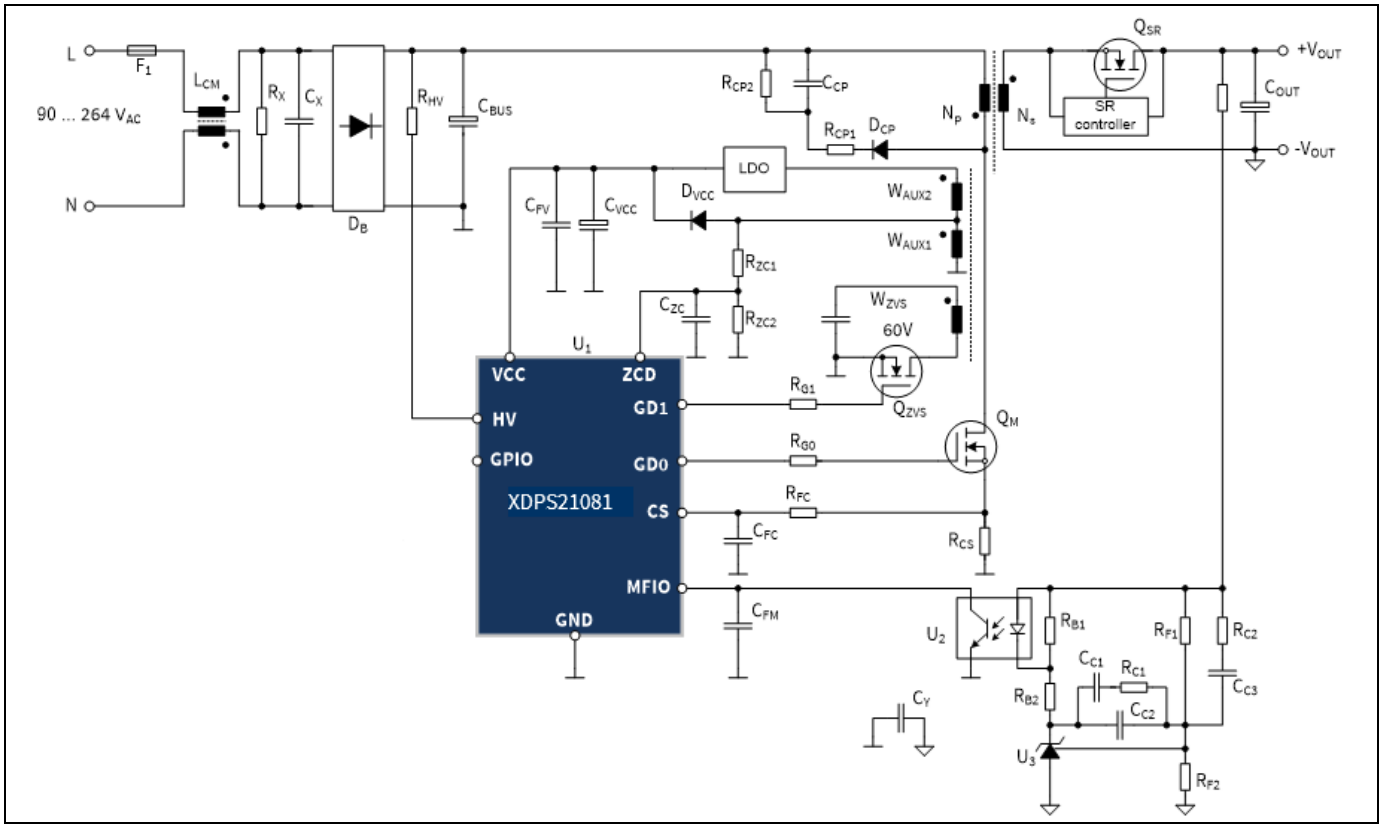


Figure 4 簡略化したデモ回路

6 回路図

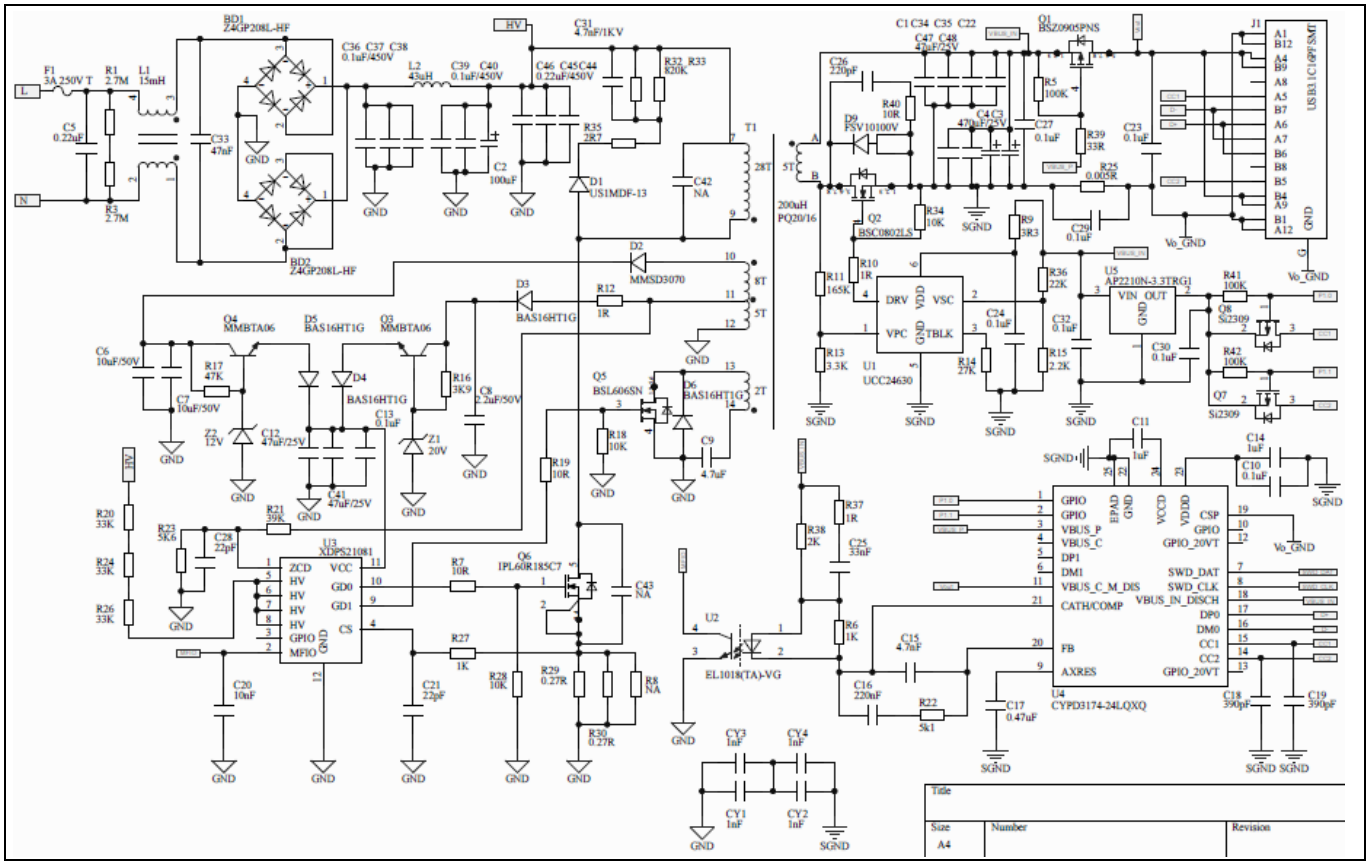


Figure 5 65 W FQR ZVS フライバックの回路図

7 プリント基板レイアウト

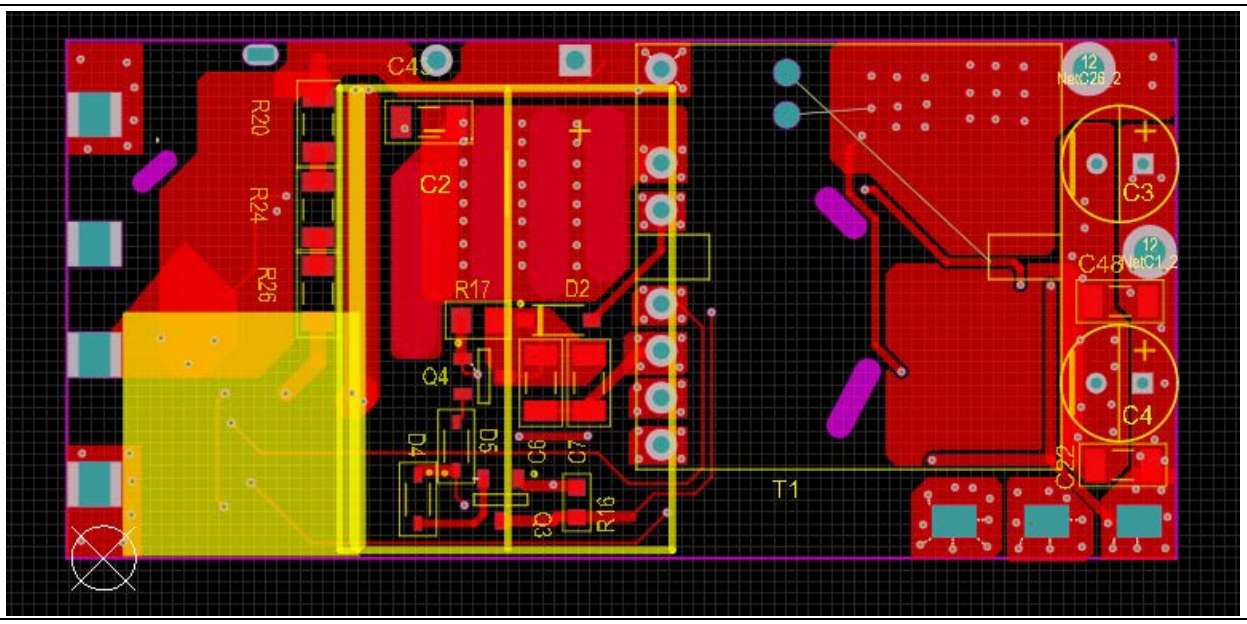


Figure 6 上面 (メインボード)

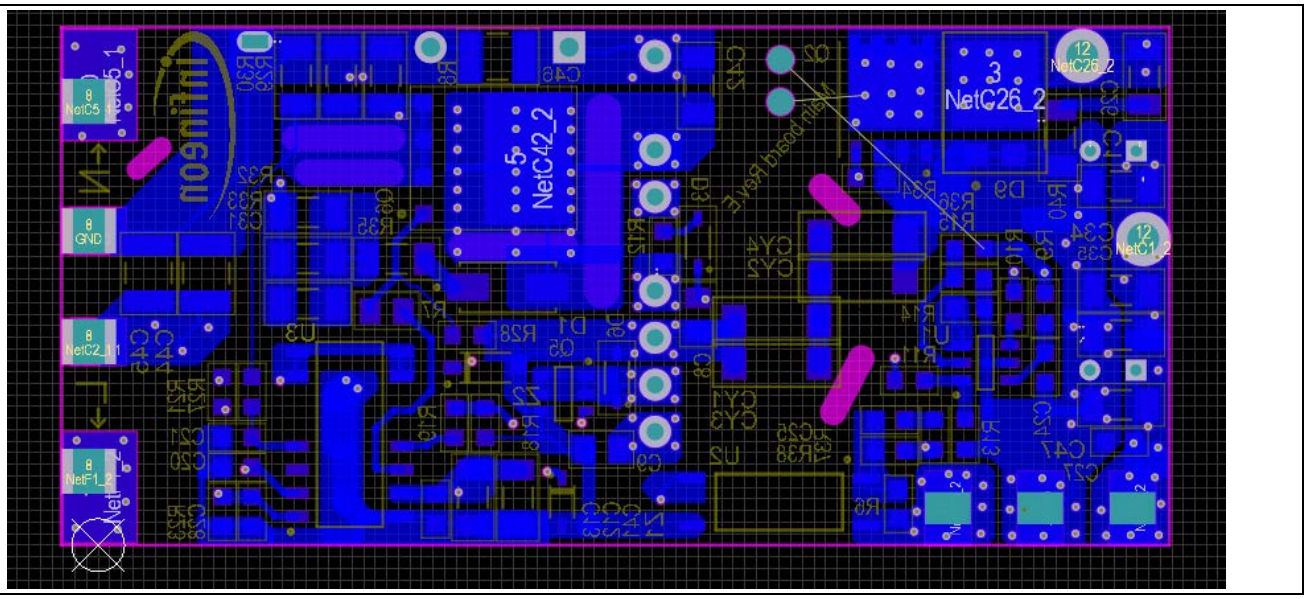


Figure 7 底面 (メインボード)

プリント基板レイアウト

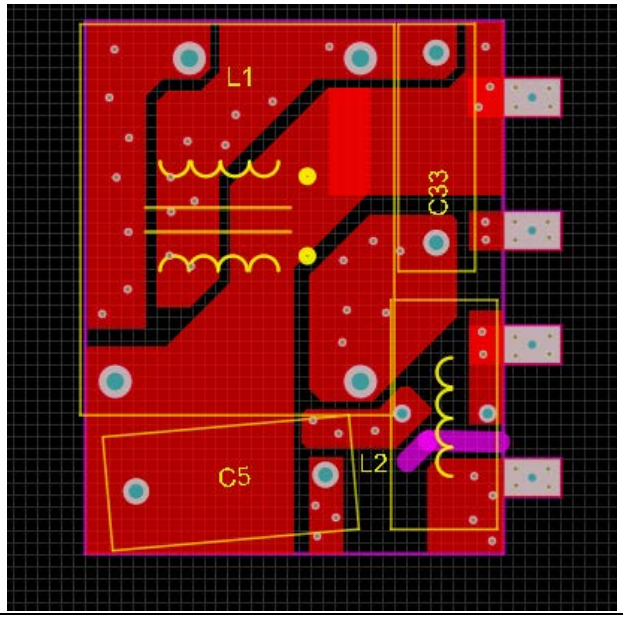


Figure 8　上面 (EMI ボード)

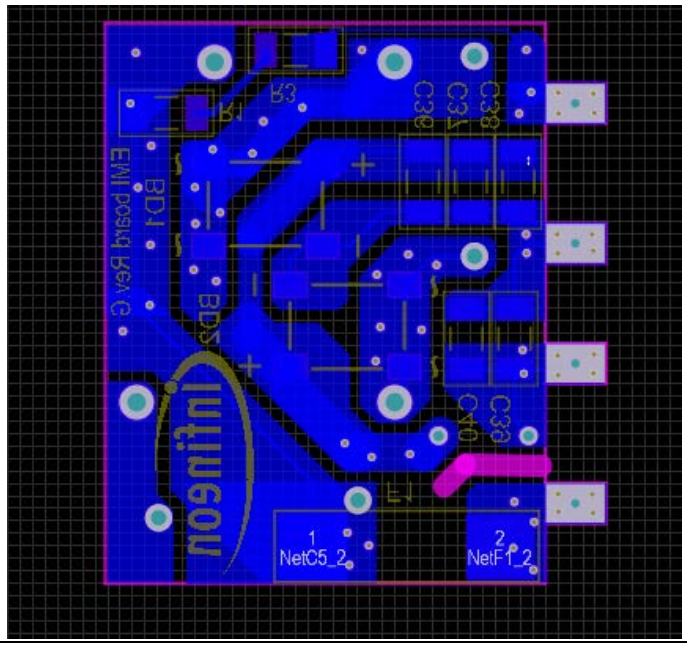


Figure 9　底面 (EMI ボード)

プリント基板レイアウト

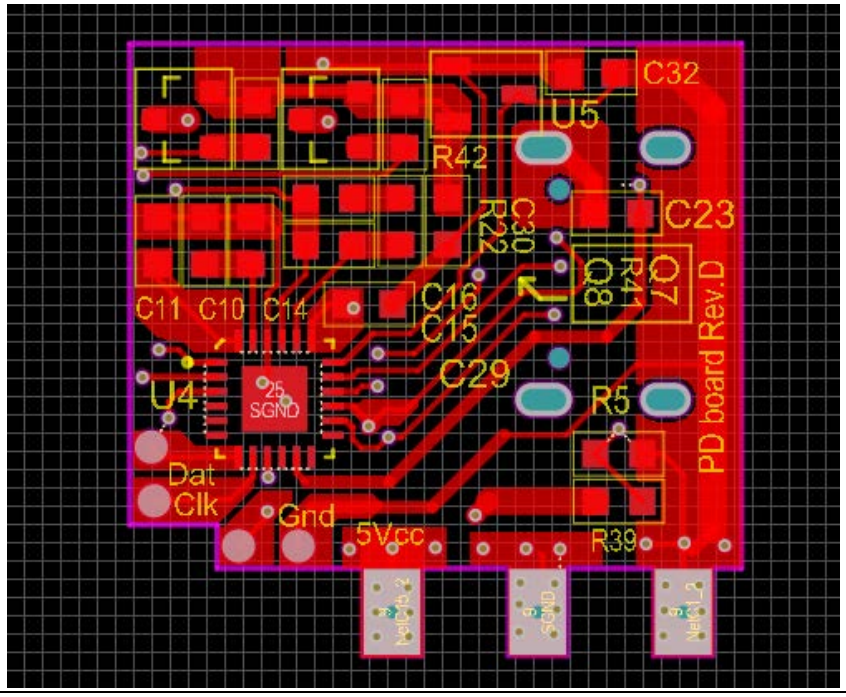


Figure 10　上面 (PD ボード)

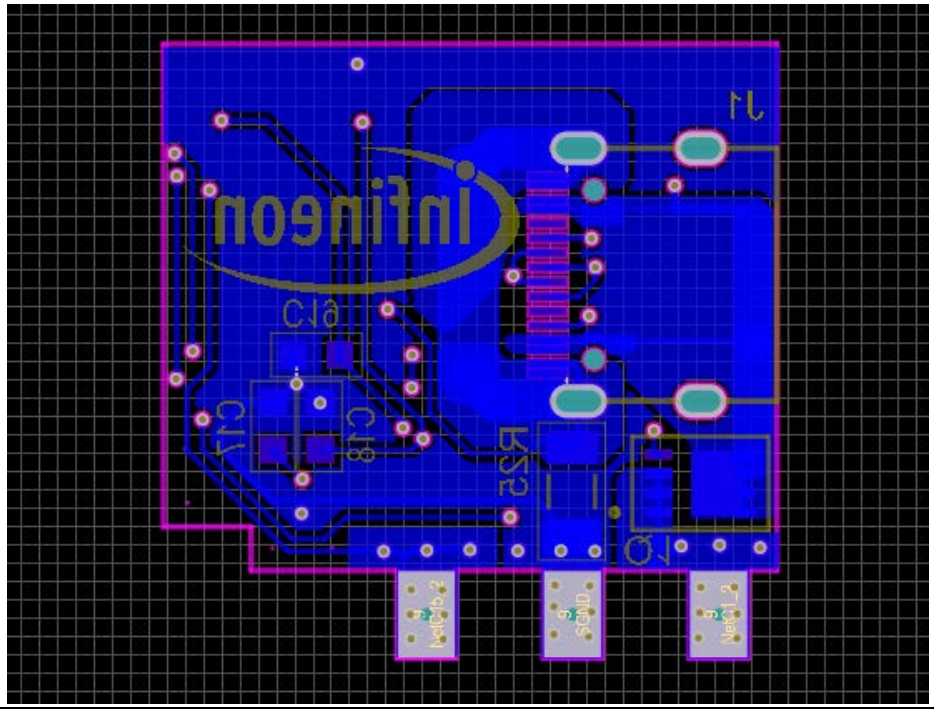


Figure 11　底面 (PD ボード)

8 部品表

Table 3 BOM

65W メインボード BOM

指示子	値	説明	メーカー製品番号	メーカー	パッケージ
C1, C12, C22, C34, C35, C41, C47, C48	47µF/25 V	47µF (476) ±20% 25 V	GRM31CR61E476ME44L	村田製作所	1206
C2	100µF	100µF 400 V ±20% 105°C 18 x 25 mm	EKMG401ELL101MM25S	NCC	18 x 25 mm
C3, C4	470µF/25 V	470µF 25 V ±20% 105°C 6.3 x 14 mm	SPZ1EM471E14O00RAXXX	AiSHi	6.3 x 14 mm
C6, C7	10 µF/50 V	10µF (106) ±10% 50 V	CL31B106KBHNNNE	Samsung	1206
C8	2.2 µF/50 V	2.2µF (225) 0805 ±10% 50 V X5R	CL21A225KB9LNNC	Samsung	0805
C9	4.7 µF	4.7µF (475) 0805 ±10% 25 V X7R	CL21B475KAFNNNE	Samsung	0805
C13, C24, C27	0.1µF	100 nF (104) 0603 ±10% 50 V X7R	CC0603KRX7R9BB104	Yageo	0603
C20	10 nF	10 nF	汎用	汎用	0603
C21, C28	22 pF	22 pF	汎用	汎用	0603
C25	33 nF	33 nF	汎用	汎用	0603
C26	220 pF	220 pF	汎用	汎用	1206
C31	4.7 nF/1 kV	4.7 nF (472) 1206 ±10% 1 kV X7R	CC1206KKX7RCBB472	Yageo	1206
C44, C45, C46	0.22 µF/ 450 V	220 nF (224) ±10% 450 V	C3225X7T2W224KT000N	TDK	1210
CY1, CY2, CY3, CY4	1 nF	1 nF (102) ±10% 250 V AC X1/Y2	SCC1808X102K502T	HEC	1808
D1	US1MDF-13	1 A 1 kV 75 ns	US1MDF-13	Diodes	D-FLAT
D2	MMSD3070	0.2 A 200 V 50 ns	MMSD3070	ON Semiconductor	SOD-123
D3, D4, D5, D6	BAS16HT1G	6 ns 85 V 0.2 A 1.25 V	BAS16HT1G	ON Semiconductor	SOD-323
D9	FSV10100V	23 ns 100 V 10 A 0.67 V	FSV10100V	ON Semiconductor	TO-277
Q2	BSC0802LS	N-channel 100 V 3.5 mΩ MOSFET SuperSO8	BSC0802LS	Infineon	SuperSO8

部品表

指示子	値	説明	メーカー製品番号	メーカー	パッケージ
65W メインボード BOM					
Q3, Q4	MMBTA06	NPN transistor 80 V 0.5 A SOT-23	MMBTA06LT1G	ON Semiconductor	SOT-23
Q5	BSL606SN	N-MOSFET 60 V 4.5 A PG-TSOP-6	BSL606SN	Infineon	PG-TSOP-6
Q6	IPL60R185C7	N-MOSFET 600 V 21A ThinPAK 8 x 8	IPL60R185C7	Infineon	ThinPAK 8 x 8
R6, R27	1 K	1 K	汎用	汎用	0603
R7	10 R	10 R	汎用	汎用	0805
R29, R30	0.27 R	0.27 R	汎用	汎用	1206
R9	3R3	3R3	汎用	汎用	0603
R10, R12, R37	1 R	1 R	汎用	汎用	0603
R11	165 K	165 K	汎用	汎用	0603
R13	3.3 K	3.3 K	汎用	汎用	0603
R14	27 K	27 K	汎用	汎用	0603
R15	2.2 K	2.2 K	汎用	汎用	0603
R16	3K9	3K9	汎用	汎用	0603
R17	47 K	47 K	汎用	汎用	0805
R18, R28, R34	10 K	10 K	汎用	汎用	0603
R19	10 R	10 R	汎用	汎用	0603
R20, R24, R26	33 K	33 K	汎用	汎用	1206
R21	39 K	39 K	汎用	汎用	0603
R23	5K6	5K6	汎用	汎用	0603
R32, R33	820 K	820 K	汎用	汎用	1206
R35	2R7	2R7	汎用	汎用	1206
R36	22 K	22 K	汎用	汎用	0603
R38	2 K	2 K	汎用	汎用	0603
R40	10 R	10 R	汎用	汎用	1206
T1	PQ20/16	PQ20/16 3C95 200 µH +-5 %	750344782	Würth Elektronik	PQ20/16

部品表

指示子	値	説明	メーカー製品番号	メーカー	パッケージ
65W メインボード BOM					
U1	UCC24630	SRIC レギュレーテッドフライバック コントローラー	UCC24630DBVR	Texas Instruments	SOT-23- 6
U2	EL1018(TA)-VG	EL1018(TA)-VG, SOP-4_P2.54	EL1018(TA)-VG	Everlight	SOP 4
U3	XDP21081	AC-DC PWM コントローラー	XDP21081	Infineon	PG-DSO-12-20
Z1	20 V	SOD-323 0.3 W 20 V	MM3Z20VT1G	ON Semiconductor	SOD-323
Z2	12 V	SOD-123 0.5 W 12 V	MMSZ12T1G	ON Semiconductor	SOD-123
65 W EMI ボード BOM					
BD1, BD2	Z4GP208L-HF	2 A 800 V ABS (Z4)	Z4GP208L-HF	Comchip	ABS (Z4)
C5	0.22 µF	220 nF (224) 13.0 x 6 x 12/P = 10 ±10 percent 275 V	MP2224KGC3XLX	SRD	P10 13 x 6 x 12 mm
C33	47 nF	X2 47 nF ±10% 305 V AC	B32921C3473M189	Epcos/TDK	P10
C36, C37, C38, C39, C40	0.1 µF/450 V	100 nF (104) ±10% 450 V	C1206X104K451T	HEC	1206
F1	3 A 250 V T	0443003.DR 3 A 250 V T	0443003.DR	Littelfuse	SMT 10 x 3 x 3 mm
L1	10 mH	R DC =160 mΩ 10 mH SQ1515	該当なし	該当なし	SQ1515
L2	43 µH	7447034 43 µH 0.06 Ω 13 x 6.5 P = 4.5 mm	7447034	Würth Elektronik	12 x 5.5 mm
R1, R3	2.7 M	2.7 M 1206	汎用	汎用	1206
PD ボード BOM					
C10, C23, C29, C30, C32	0.1 µF	100 nF (104) 0603 ±10 percent 50 V X7R	CC0603KRX7R9BB104	Yageo	0603
C11, C14	1 µF	1 µF (105) 0603 ±10 percent 25 V X7R	CL10B105KA8NNNC	Samsung	0603
C15	4.7 nF	4.7 nF	汎用	汎用	0603
C16	220 nF	220 nF	汎用	汎用	0603
C17	0.47 µF	0.47µF	汎用	汎用	0603
C18, C19	390 pF	390 pF	汎用	汎用	0603
J1	USB3.1C16PFSMT	USB connector/ USB 3.1 C 16PF SMT シングルロー、Rev.2.0、メス	USB3.1C16PFSMT シングルロー、Rev.2.0、 メス	Jingtuojin	SMT

部品表

指示子	値	説明	メーカー製品番号	メーカー	パッケージ
PD ボード BOM					
Q1	BSZ0905PNS	MOSFET P-channel 30 V 13.5 A 8-pin $TS_{DS(on)}$	BSZ086P03NS3E G	Infineon	PG-TSDSON-8
Q7, Q8	Si2309	MOSFET P-channel 60 V 1.6 A SOT-23	SI2309CDS-T1-GE3	Vishay	SOT-23
R5, R41, R42	100 K	100 K	汎用	汎用	0603
R22	5k1	5k1	汎用	汎用	0603
R25	0.005 R	0.005 R	汎用	汎用	1206
R39	33 R	33 R	汎用	汎用	0603
U4	CYPD3174-24LQXQ	PD IC QFN24	CYPD3174-24LQXQ	Cypress	QFN24
U5	AP2210N-3.3TRG1	LDO.VREG POS 3.3 V 0.3 A SOT-23-3	AP2210N-3.3TRG1	Diodes	SOT-23-3

9 変圧器の構造

9.1 入力 CMC、L1

インダクタンス: 10kHz で 10.5mH

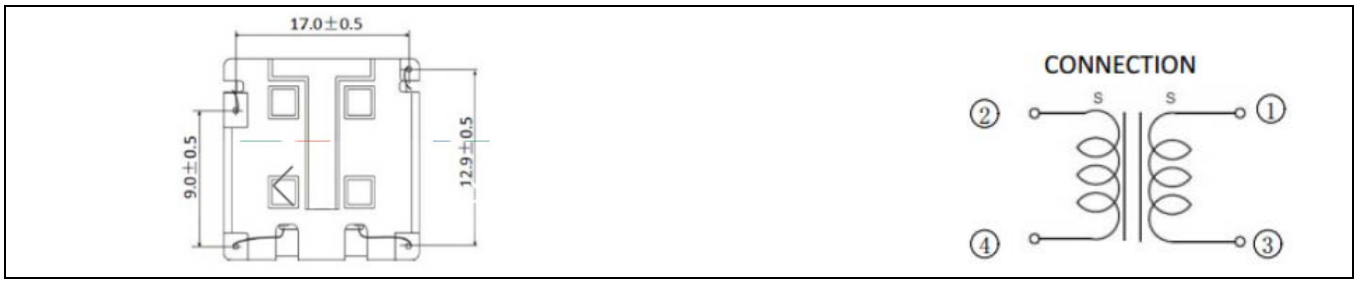


Figure 12 CM チョーク (底面図) と電気回路図

9.2 入力 DMC、L2

インダクタンス: 10kHz で 43µH、R DC 60mΩ

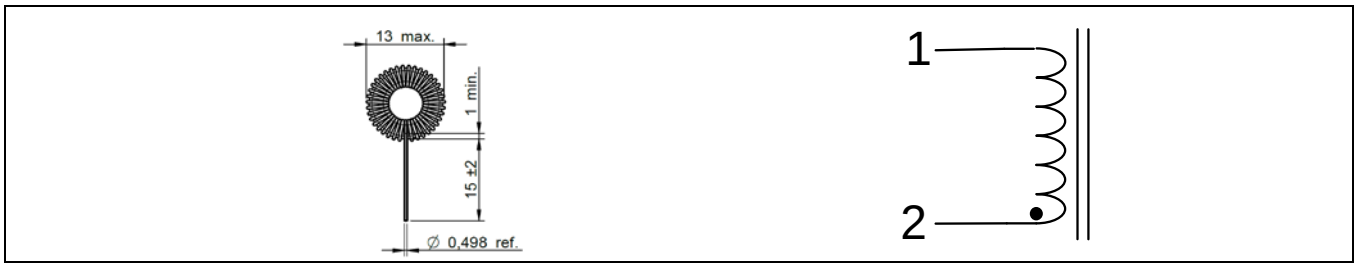


Figure 13 DM チョーク (側面図) と電気回路図

9.3 FQR ZVS フライバックトランス

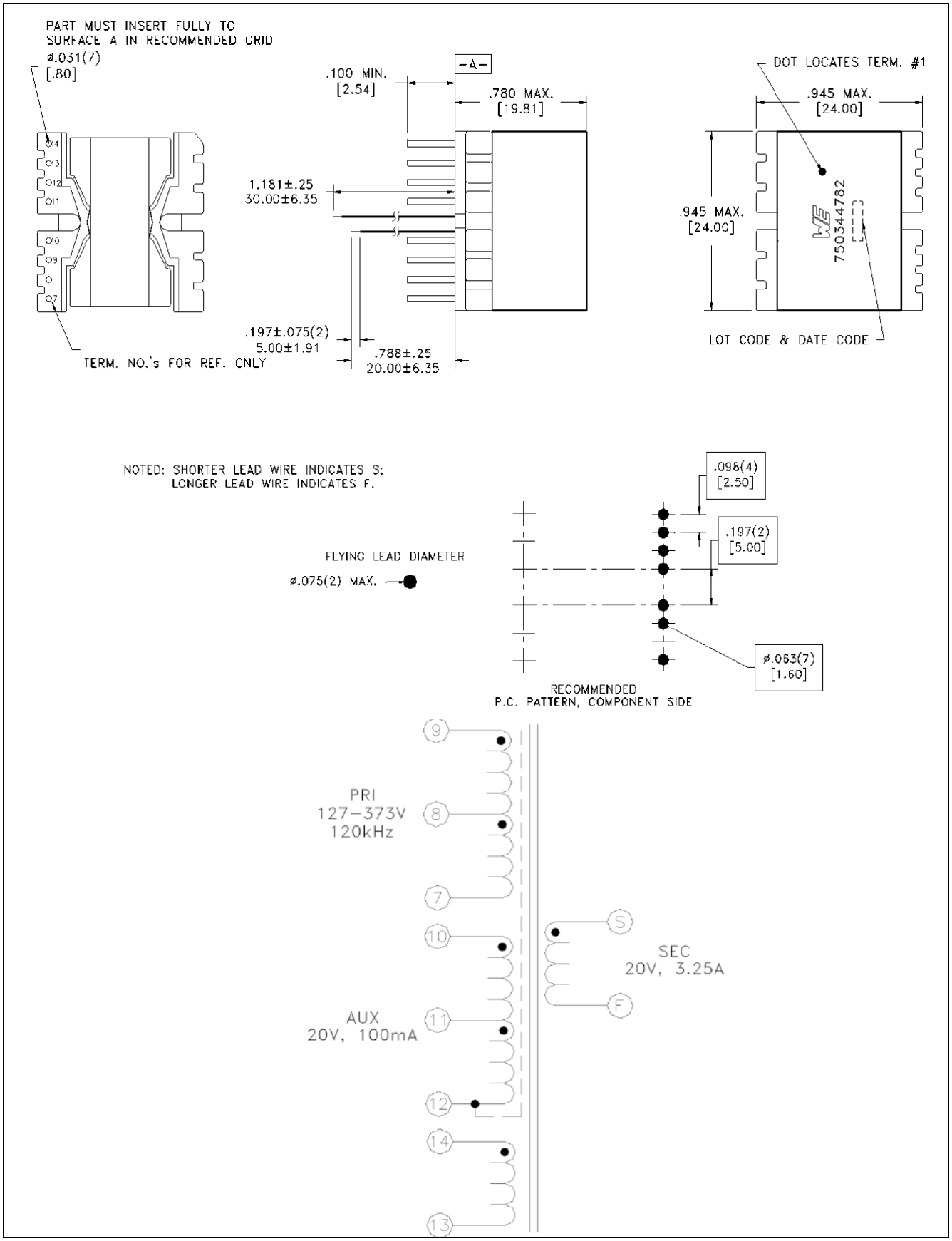


Figure 14 フライバックトランス

変圧器の構造

Table 4　　フライバックトランスの巻線特性

WÜRTH ELEKTRONIK

ELECTRICAL SPECIFICATIONS @ 25° C unless otherwise noted:

PARAMETER		TEST CONDITIONS	VALUE
D.C. RESISTANCE	9-7	@20°C	0.165 ohms max.
D.C. RESISTANCE	10-12	@20°C	0.790 ohms max.
D.C. RESISTANCE	14-13	@20°C	0.050 ohms max.
D.C. RESISTANCE	S-F	@20°C	0.015 ohms max.
INDUCTANCE	9-7	1kHz, 1V, Ls	200.00µH ±5%
LEAKAGE INDUCTANCE	9-7	tie(S+F),1kHz, 1V, Ls	15µH max.
DIELECTRIC	7-S	tie(9+10+11+12+13+14), 4000VAC, 1 second	3200VAC, 1 minute
TURNS RATIO		(9-7):(S-F)	5.6:1
TURNS RATIO		(9-7):(10-11)	3.5:1
TURNS RATIO		(9-7):(11-12)	5.6:1
TURNS RATIO		(9-7):(14-13)	14:1
INSULATION RESISTANCE	9-S	500 Vdc, 60 seconds	100MOhms min.

10 測定結果

10.1 効率

効率は、エンクロージャーの外側のユニットで、PCB 端子で直接出力電圧を検出することによって測定されます。入力 AC 電圧は、Chroma AC 電圧源によってテスト対象デバイス (DUT) に供給されます。電子負荷は定電流 (CC) モードで使用されます。

10 パーセント、25 パーセント、50 パーセント、75 パーセント、および 100 パーセントの負荷の効率は、115 V AC および 230 V AC で測定されます。25 パーセント、50 パーセント、75 パーセント、および 100 パーセントの平均効率が計算されます。

測定結果

Table 5　　PCB 端でのラインおよび負荷範囲で測定された効率

115 V AC

5 V		P_{in}	P_{out}	V_{out}	Eff.
10%	0.3	1.83	1.51	5.02	82.30%
25%	0.75	4.22	3.77	5.02	89.22%
50%	1.5	8.26	7.53	5.02	91.16%
75%	2.25	12.35	11.30	5.02	91.46%
100%	3	16.42	15.06	5.02	91.72%
	Avg.				90.89%

9 V		P_{in}	P_{out}	V_{out}	Eff.
10%	0.3	3.19	2.70	9	84.64%
25%	0.75	7.48	6.75	9	90.24%
50%	1.5	14.75	13.50	9	91.53%
75%	2.25	22.05	20.25	9	91.84%
100%	3	29.27	27.00	9	92.24%
	Avg.				91.46%

12 V		P_{in}	P_{out}	V_{out}	Eff.
10%	0.3	4.22	3.59	11.96	85.02%
25%	0.75	9.94	8.97	11.96	90.24%
50%	1.5	19.52	17.94	11.96	91.91%
75%	2.25	29.14	26.91	11.96	92.35%
100%	3	38.74	35.88	11.96	92.62%
	Avg.				91.78%

15 V		P_{in}	P_{out}	V_{out}	Eff.
10%	0.3	5.11	4.49	14.95	87.77%
25%	0.75	12.27	11.21	14.95	91.38%
50%	1.5	24.35	22.43	14.95	92.09%
75%	2.25	36.46	33.64	14.95	92.26%
100%	3	48.56	44.88	14.96	92.42%
	Avg.				92.04%

20 V		P_{in}	P_{out}	V_{out}	Eff.
10%	0.325	7.35	6.48	19.93	88.13%
25%	0.8125	17.79	16.19	19.93	91.02%
50%	1.625	35.27	32.40	19.94	91.87%
75%	2.4375	52.78	48.60	19.94	92.09%
100%	3.25	70.392	64.81	19.94	92.06%
	Avg.				91.76%

230 V AC

5 V		P_{in}	P_{out}	V_{out}	Eff.
10%	0.3	1.93	1.51	5.02	78.03%
25%	0.75	4.32	3.77	5.02	87.15%
50%	1.5	8.35	7.53	5.02	90.18%
75%	2.25	12.45	11.30	5.02	90.72%
100%	3	16.54	15.06	5.02	91.05%
	Avg.				89.78%

9 V		P_{in}	P_{out}	V_{out}	Eff.
10%	0.3	3.32	2.70	9	81.33%
25%	0.75	7.52	6.75	9	89.76%
50%	1.5	14.78	13.50	9	91.34%
75%	2.25	22.05	20.25	9	91.84%
100%	3	29.19	27.00	9	92.50%
	Avg.				91.36%

12 V		P_{in}	P_{out}	V_{out}	Eff.
10%	0.3	4.32	3.59	11.96	83.06%
25%	0.75	10.04	8.97	11.96	89.34%
50%	1.5	19.62	17.94	11.96	91.44%
75%	2.25	29.16	26.91	11.96	92.28%
100%	3	38.49	35.88	11.96	93.22%
	Avg.				91.57%

15 V		P_{in}	P_{out}	V_{out}	Eff.
10%	0.3	5.17	4.49	14.95	86.75%
25%	0.75	12.31	11.21	14.95	91.08%
50%	1.5	24.33	22.43	14.95	92.17%
75%	2.25	36.22	33.64	14.95	92.87%
100%	3	48.02	44.88	14.96	93.46%
	Avg.				92.40%

20 V		P_{in}	P_{out}	V_{out}	Eff.
10%	0.325	7.39	6.48	19.93	87.65%
25%	0.8125	17.77	16.19	19.93	91.13%
50%	1.625	35.03	32.40	19.94	92.50%
75%	2.4375	52.12	48.60	19.94	93.25%
100%	3.25	69.32	64.81	19.94	93.49%
	Avg.				92.59%

測定結果

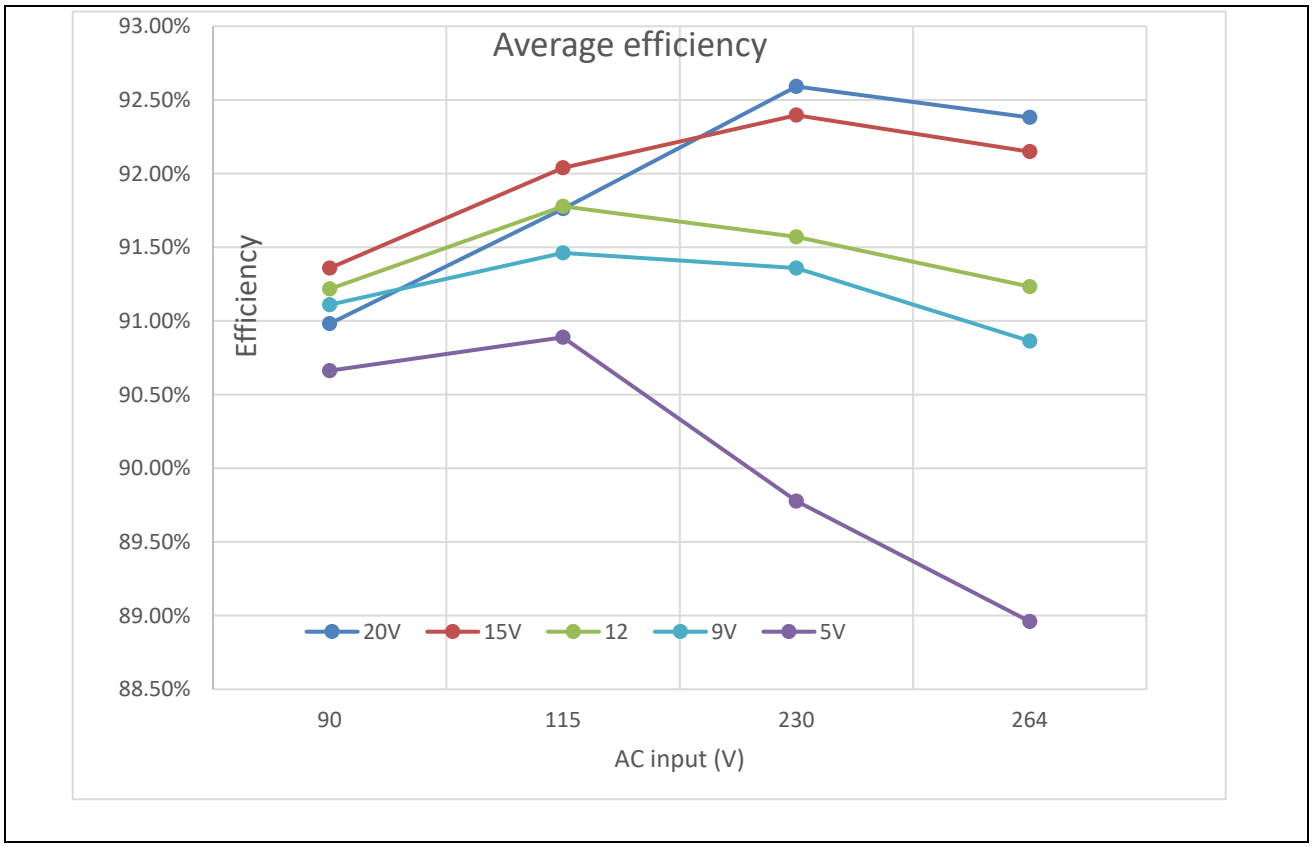


Figure 15　平均効率曲線

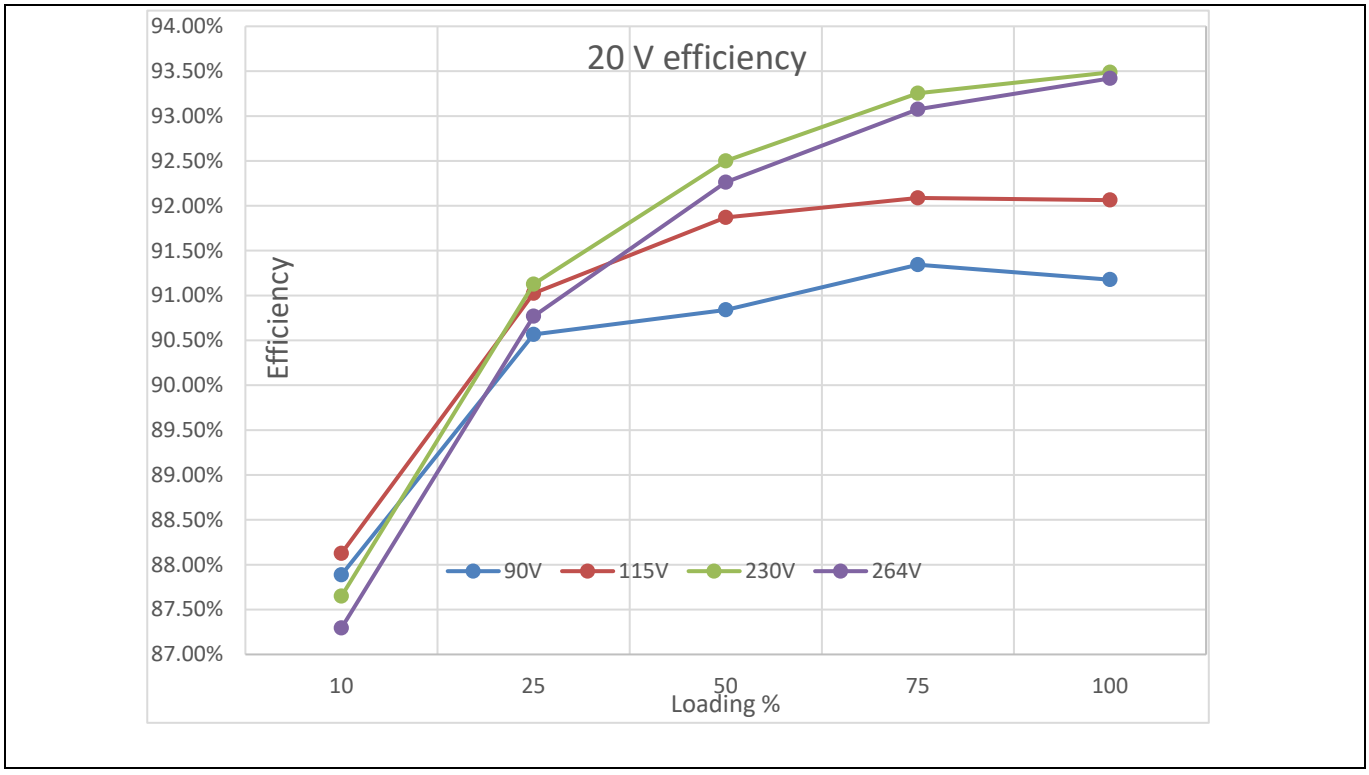


Figure 16　20 V 出力効率曲線

測定結果

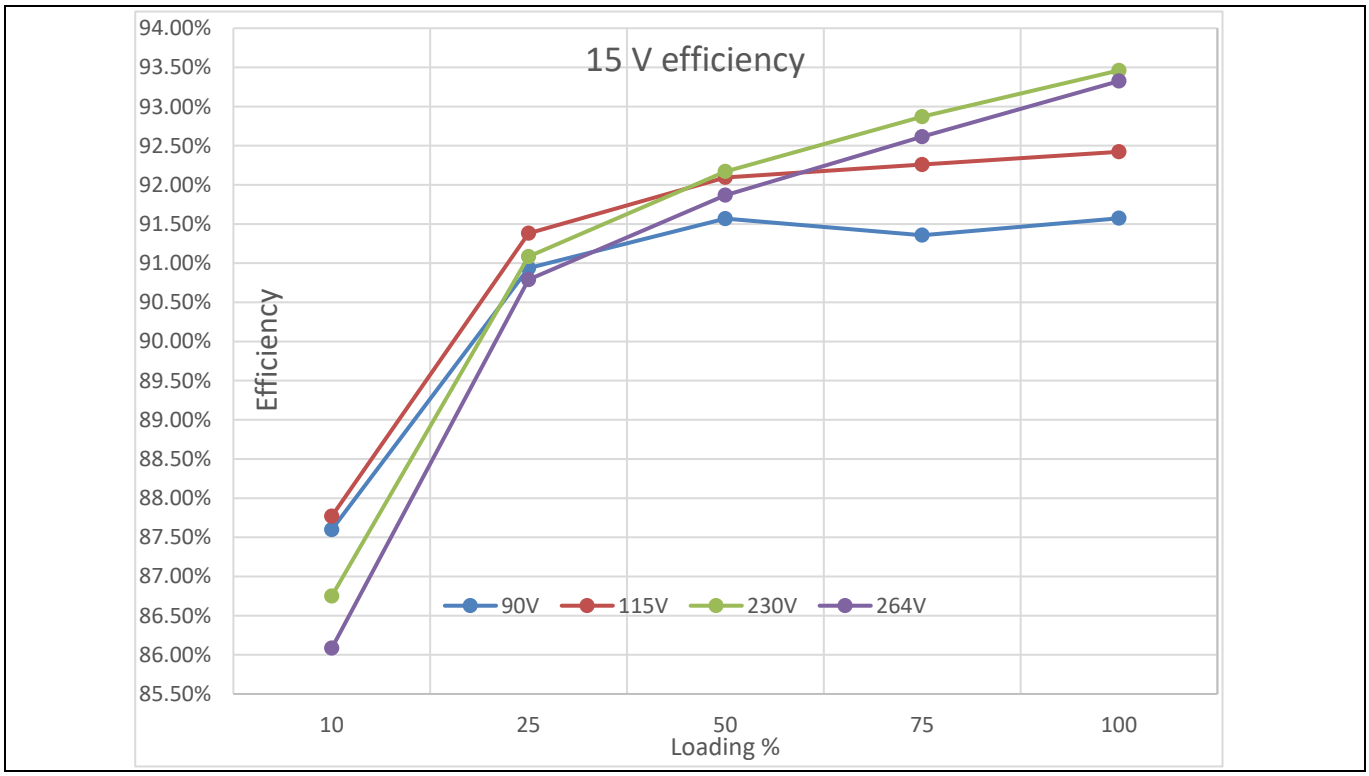


Figure 17　15 V 出力効率曲線

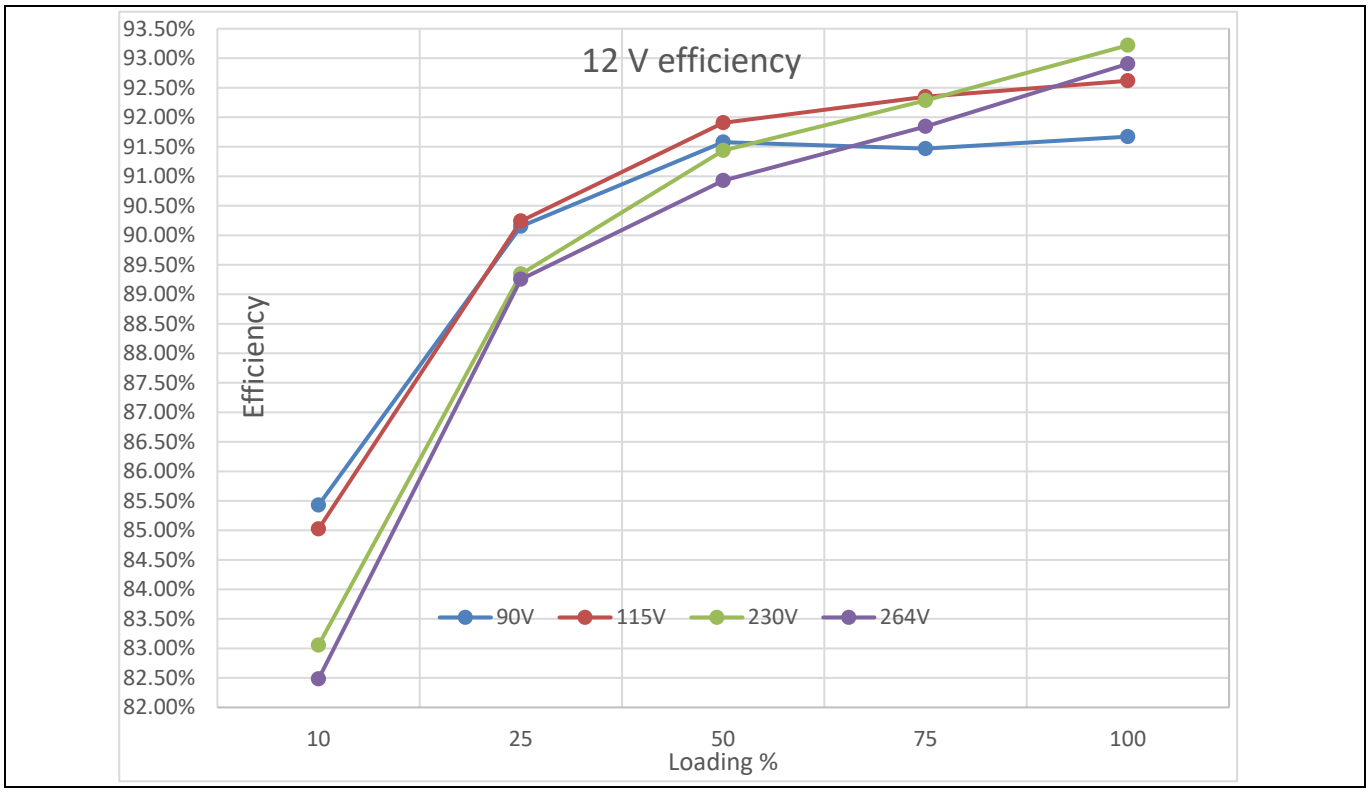


Figure 18　12 V 出力効率曲線

測定結果

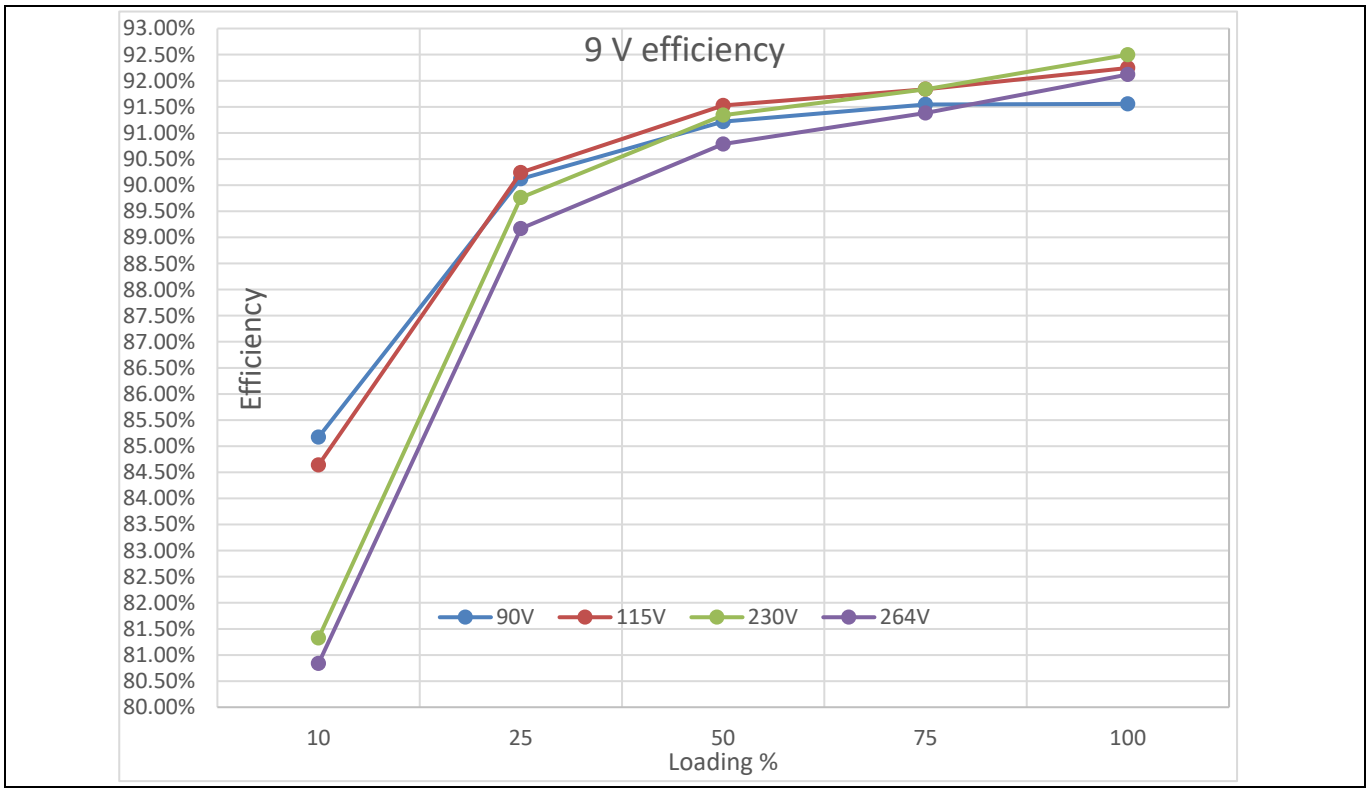


Figure 19　9 V 出力効率曲線

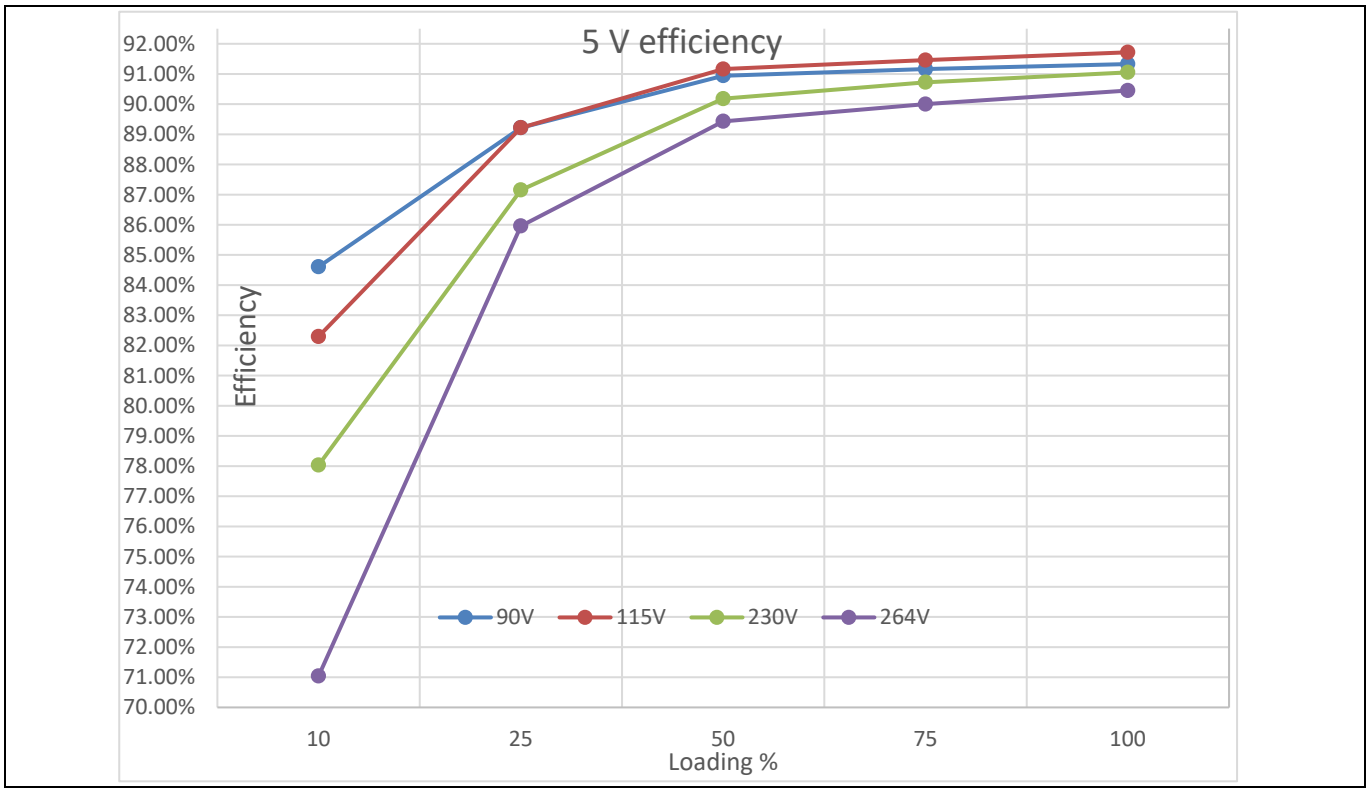


Figure 20　5 V 出力効率曲線

10.2 待機電力

スタンバイ消費電力は、デフォルトの 5V 出力で 90 V AC から 264 V AC まで測定されます。それらは 65mW 未満です。待機電力は横河電機電力計 WT210 で測定し、1 分で積分します。

Table 6 待機時消費電力

V_{out} (V)	負荷 (A)	入力電圧 (AC)	入力電力 (mW)
5	0	90	23.3
		115	24.7
		230	48.2
		264	62.1

10.3 出力リップル – 定常動作

出力リップルは、PCB 端にて 0 A および全負荷、入力電圧が 90 V AC および 264 V AC で測定されます。測定に際して 0.1 µF および 10µF の電界コンデンサが使用されます。測定された出力リップル電圧は定常状態 (DC 負荷電流) です。

Table 7 出力リップル

V_{out} (V)	V_{in} (AC)	I_{out} (A)	V_{out_ripple} (mV)
5	90	0	82
		3	86
	264	0	85
		3	112
9	90	0	85
		3	102
	264	0	83
		3	129
12	90	0	79
		3	139
	264	0	96
		3	151
15	90	0	91
		3	173
	264	0	91
		3	194
20	90	0	94
		3.25	357
	264	0	124
		3.25	226

測定結果

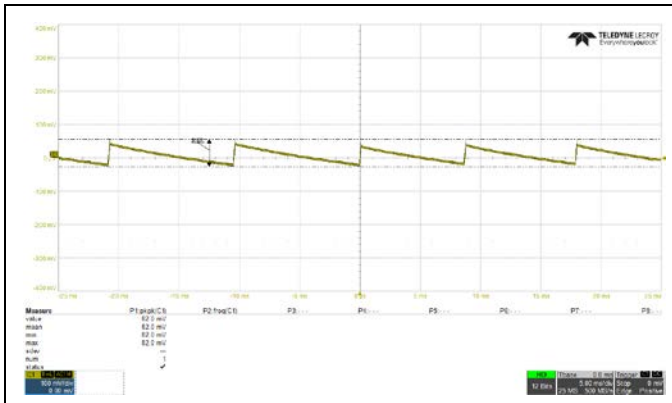
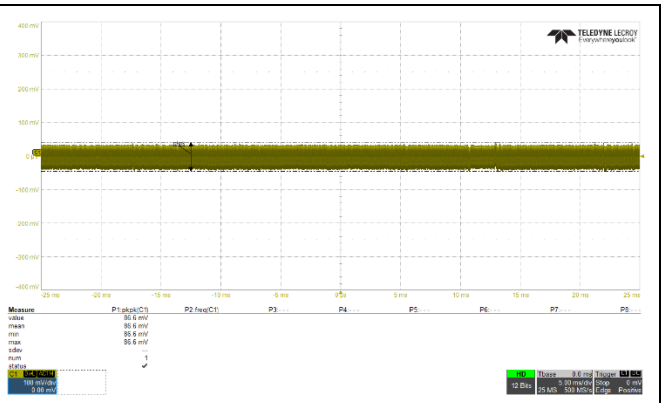
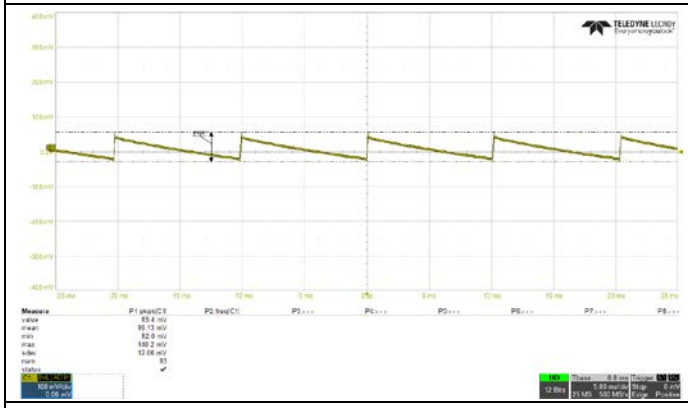
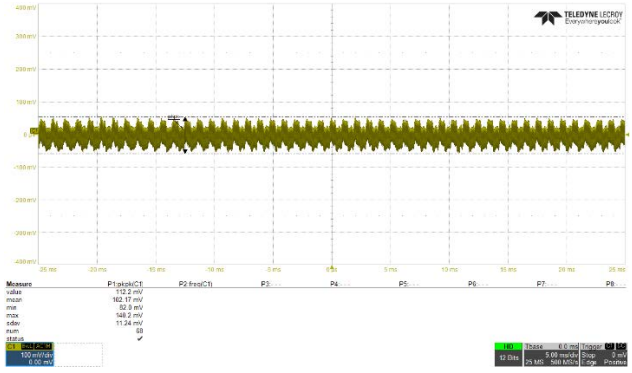
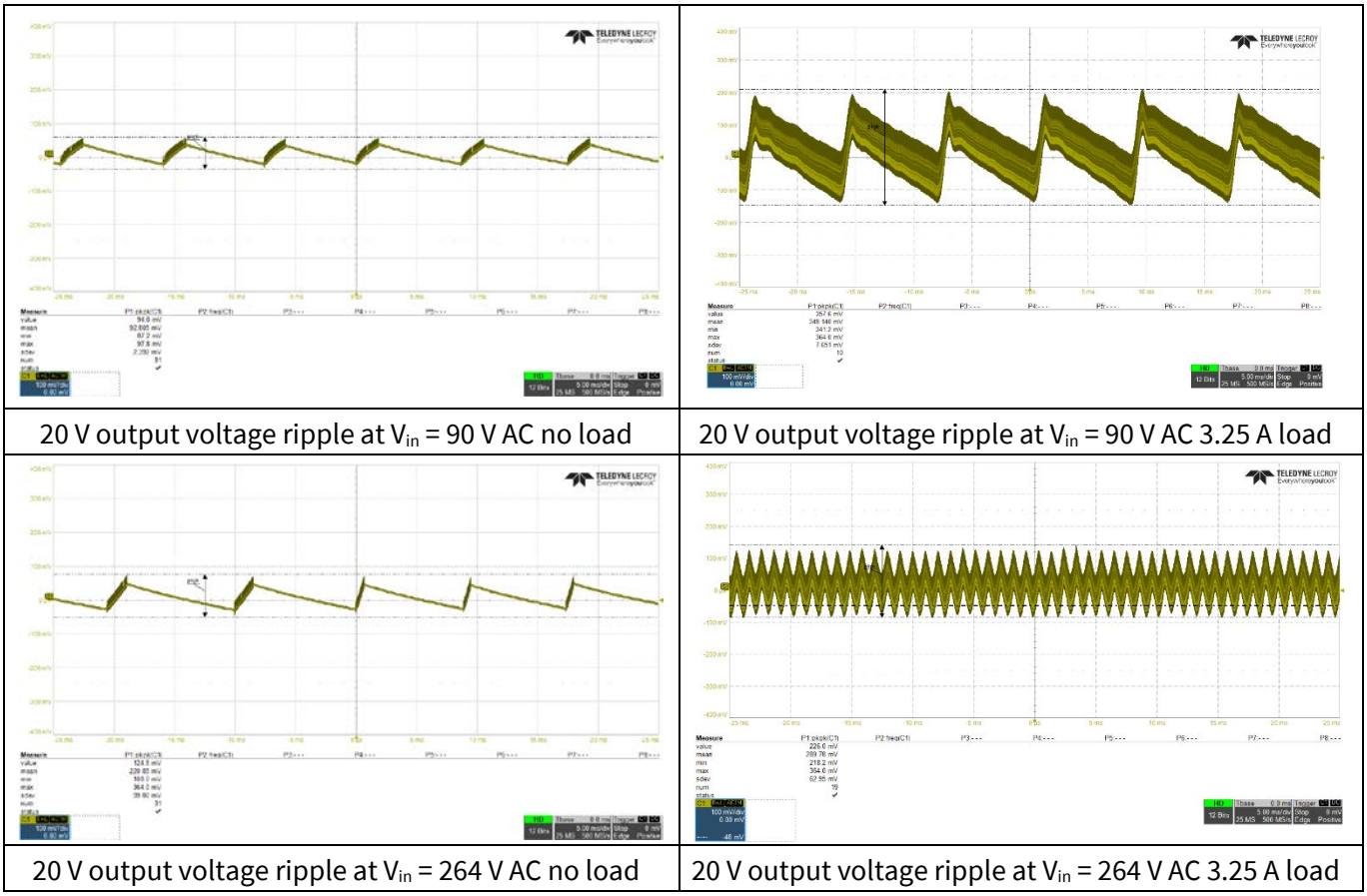
	
5 V output voltage ripple at V_{in} = 90 V AC no load	5 V output voltage ripple at V_{in} = 90 V AC 3 A load
	
5 V output voltage ripple at V_{in} = 264 V AC no load	5 V output voltage ripple at V_{in} =264 V AC 3 A load

Figure 21　5 V 出力電圧リップル

測定結果



20 V output voltage ripple at V_{in} = 90 V AC no load	20 V output voltage ripple at V_{in} = 90 V AC 3.25 A load
20 V output voltage ripple at V_{in} = 264 V AC no load	20 V output voltage ripple at V_{in} = 264 V AC 3.25 A load

Figure 22　20 V 出力電圧リップル

10.4　さまざまな負荷でのレギュレーション

定常状態の出力レギュレーションは、さまざまな負荷とさまざまな入力電圧の下でチェックされ+/-5 パーセントの仕様を満足します。

Table 8　さまざまな負荷での 90 V AC でのレギュレーションチェック

90 V AC	無負荷	50 パーセントの負荷	全負荷
5 V	5.06	5.02	4.98
9 V	9.00	8.97	8.94
12 V	11.96	11.93	11.90
15 V	14.95	14.92	14.90
20 V	19.94	19.91	19.89

測定結果

Table 9　　さまざまな負荷での 264 V AC でのレギュレーションチェック

264 V AC	無負荷	50 パーセントの負荷	全負荷
5 V	5.06	5.02	4.98
9 V	9.00	8.97	8.94
12 V	11.96	11.93	11.90
15 V	14.95	14.93	14.90
20 V	19.94	19.91	19.89

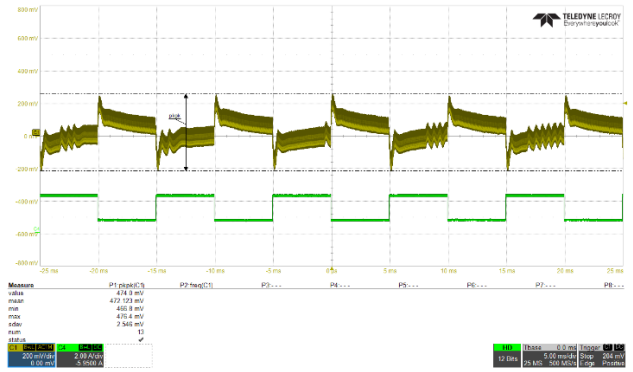
10.5　　動的ロードステップ

スルーレート 0.8A/µs の 0.75A から 2.25A、0A から 3.25A の動的負荷ステップは、90 V AC および 264 V AC で測定されます。

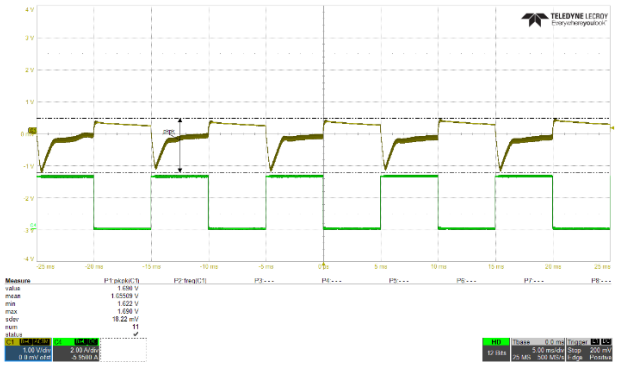
Table 10　　ロードジャンプの動的ロードステップパフォーマンス

試験条件	出力リップルのピークツーピーク (mV)	
	90 V AC	264 V AC
25%から 50%の負荷、0.8 A/µs、20 V_{out}	474	514
0%から 100%の負荷、0.8 A/µs、20 V_{out}	1690	1590

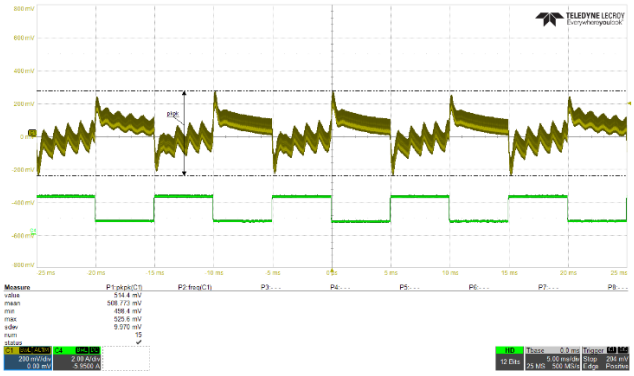
測定結果



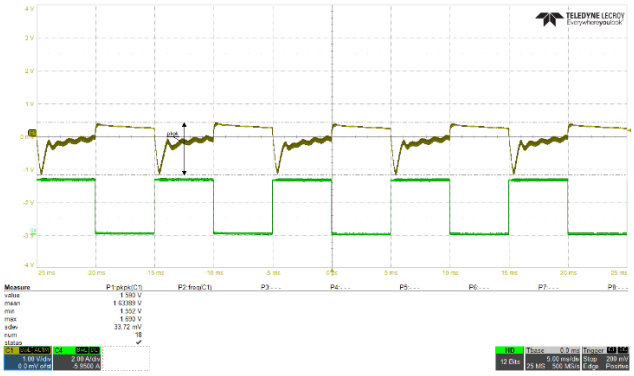
Ch1 V_{out}, Ch4 I_{out}, 90 V AC/20 V, 25%から 50%の負荷



Ch1 V_{out}, Ch2 I_{out}, 90 V AC/20 V, 0%から 100%の負荷



Ch1 V_{out}, Ch4 I_{out}, 264 V AC/20 V, 25%から 50%の負荷



Ch1 V_{out}, Ch2 I_{out}, 264 V AC/20 V, 0%から 100%の負荷

Figure 23　動的負荷テスト

10.6 ループの安定性

ボード線図は、業界標準の小信号技術を使用して実行されます。

Table 11 90 V AC および 264 V AC のループ帯域幅 (BW)、ゲインマージン (GM)および位相マージン (PM)

項目	出力	90 V AC	264 V AC
BW (kHz)	5 V/3 A	1.41	1.36
Phase (deg.)		46	43
Gain (dB)		12	12
BW (kHz)	9 V/3 A	1.08	1.07
Phase (deg.)		58	50
Gain (dB)		14	12
BW (kHz)	12 V/3 A	1.01	0.97
Phase (deg.)		52	50
Gain (dB)		13	13
BW (kHz)	15 V/3 A	1.02	1.04
Phase (deg.)		53	48
Gain (dB)		14	14
BW (kHz)	20 V/3.25 A	0.84	1.01
Phase (deg.)		52	48
Gain (dB)		16	14

測定結果

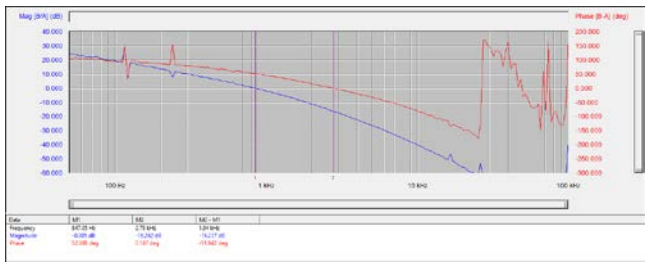
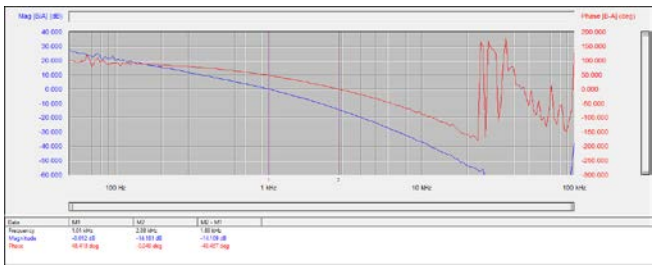
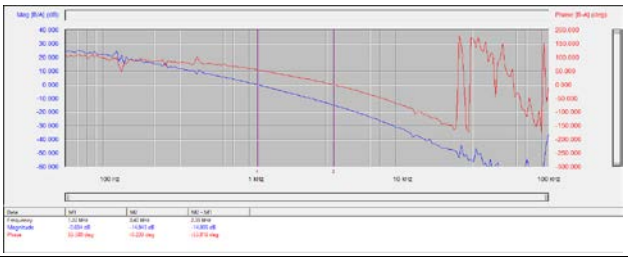
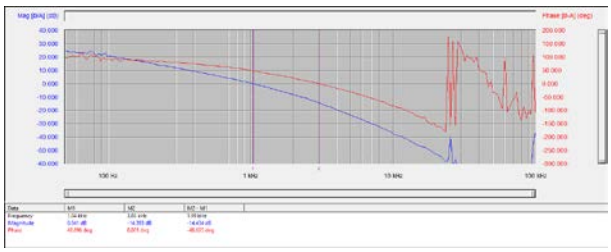
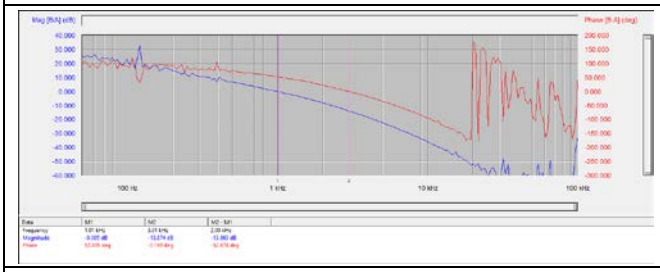
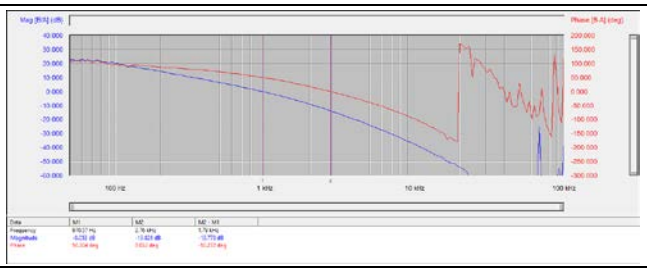
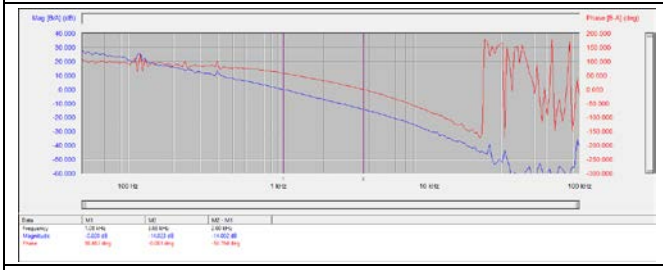
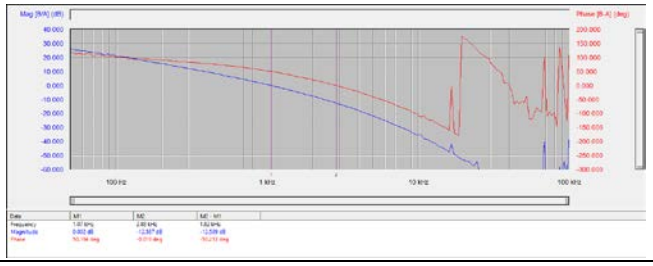
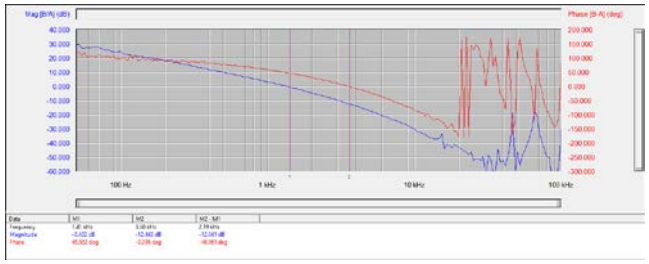
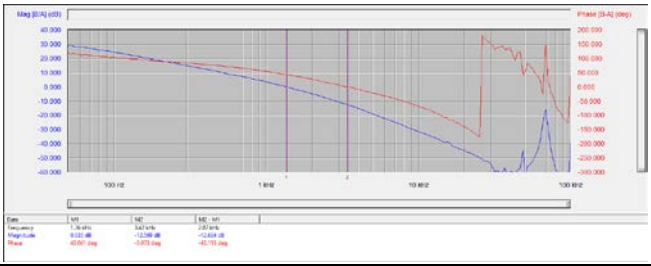
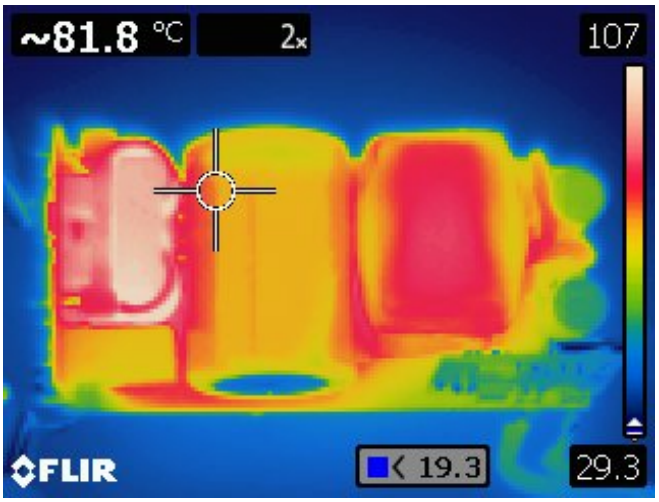
	
Bode plot at V_{in} = 90 V AC, 20 V/3.25 A	Bode plot at V_{in} = 264 V AC, 20 V/3.25 A
	
Bode plot at V_{in} = 90 V AC, 15 V/3 A	Bode plot at V_{in} = 264 V AC, 15 V/3 A
	
Bode plot at V_{in} = 90 V AC, 12 V/3 A	Bode plot at V_{in} = 264 V AC, 12 V/3 A
	
Bode plot at V_{in} = 90 V AC, 9 V/3 A	Bode plot at V_{in} = 264 V AC, 9 V/3 A
	
Bode plot at V_{in} = 90 V AC, 5 V/3 A	Bode plot at V_{in} = 264 V AC, 5 V/3 A

Figure 24　ボード線図

10.7 測定結果

PSU の周囲の温度を室温で一定に保つために、ボックスを使用して 1 時間バーンインした後、20 V/3.25 A のさまざまな入力電圧で熱結果をチェックしました。

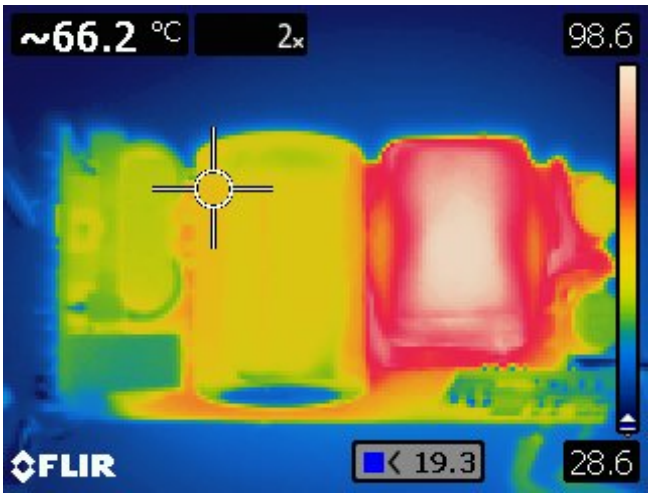
<table>
<tr>
<td>

90 V AC, 20 V/3.25 A, bottom side</td>
<td>

90 V AC, 20 V/3.25 A, top side</td>
</tr>
<tr>
<td>

115 V AC, 20 V/3.25 A, bottom side</td>
<td>

115 V AC, 20 V/3.25 A, top side</td>
</tr>
<tr>
<td>

230 V AC, 20 V/3.25 A, bottom side</td>
<td>

230 V AC, 20 V/3.25 A, top side</td>
</tr>
</table>

測定結果



264 V AC, 20 V/3.25 A, bottom side



264 V AC, 20 V/3.25 A, top side

Figure 25　温度測定結果

10.8　伝導性エミッション (EN 55022 クラス B)

伝導 EMI は、EN 55022 (CISPR 22) クラス B のテスト標準に従って、認定された試験機関によって測定されました。デモボードは、110 V AC および 230 V AC の入力電圧で異なる出力全負荷に設定されました。システムは CISPR 22 クラス B に合格しました。

Table 12　さまざまな出力全負荷での EMI テスト結果

出力電圧(V)	110 V/L	110 V/N	230 V/L	230 V/N
20	合格(PASS)	合格(PASS)	合格(PASS)	合格(PASS)



Figure 26　110 V AC および 20 V/3.25 A 負荷での伝導エミッション; ニュートラル (左)、ライブ (右)

測定結果

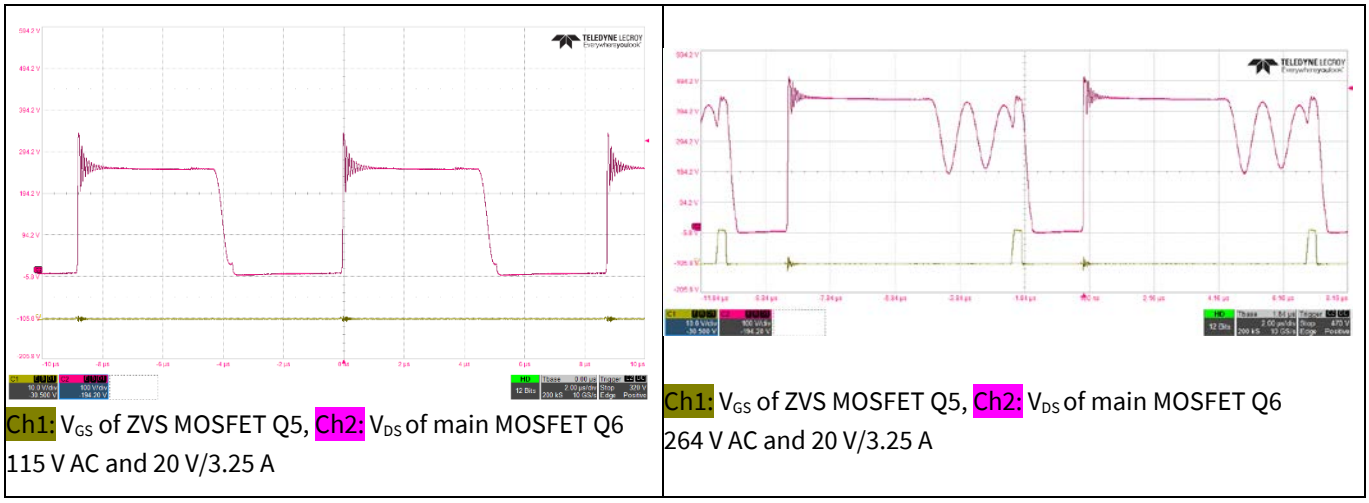


Figure 27　230 V AC および 20 V/3.25 A 負荷での伝導エミッション; ニュートラル (左)、ライブ (右)

10.9　動作波形

10.9.1　ローライン/ハイラインでのメイン MOSFET スイッチング波形

ZVS MOSFET がオンでない場合でも、ローライン入力では QR 動作により、自然な ZVS スイッチングが実現されます。ハイライン入力の場合、ZVS MOSFET Q6 は短時間オンになり (オン時間は入力電圧と出力電圧に依存します)、ZVS を達成するため、メイン MOSFET のドレイン-ソース間電圧がオンになる前に低い電圧に低下します。



Ch1: V_{GS} of ZVS MOSFET Q5, Ch2: V_{DS} of main MOSFET Q6
115 V AC and 20 V/3.25 A

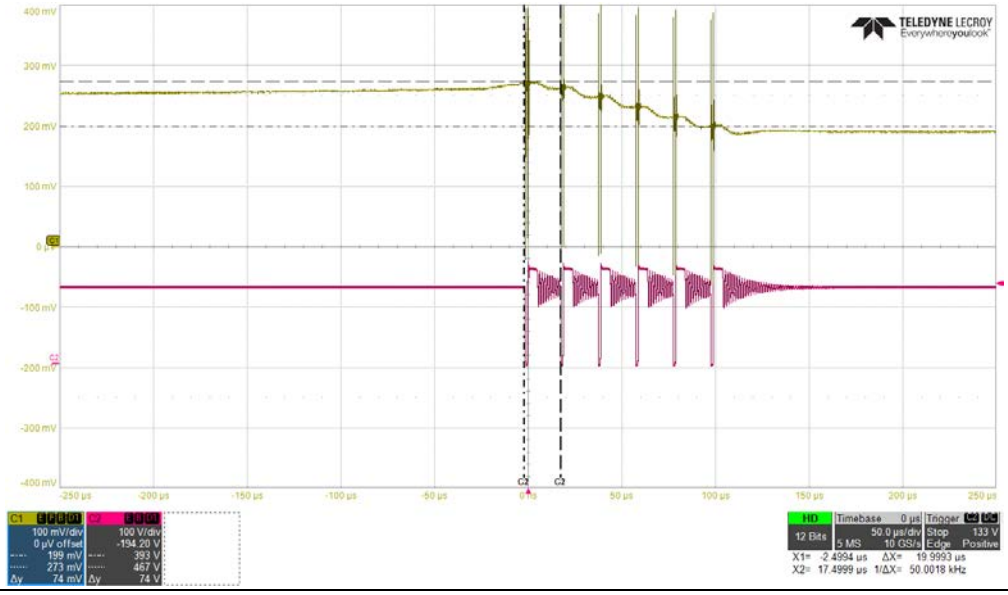
Ch1: V_{GS} of ZVS MOSFET Q5, Ch2: V_{DS} of main MOSFET Q6
264 V AC and 20 V/3.25 A

Figure 28　スイッチング波形

測定結果

10.9.2 バーストモード (BM) 波形

システムが軽負荷で動作する場合、コントローラーは BM に入り、出力電圧が V_{MFIO} = 0.26 V に対応する特定のレベルに達したときにのみ、コントローラーはメイン MOSFET をオンにし、出力電圧が V_{MFIO} = 0.2 V に対応する特定のレベルに低下したときにオフします。MOSFET のターンオン中、スイッチング周波数は 50kHz に設定されます。

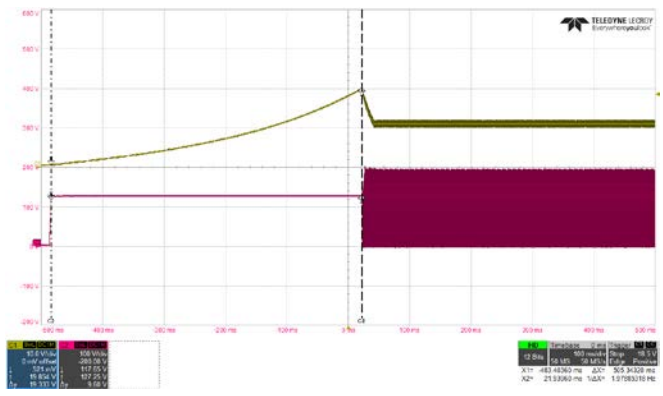


BM waveform, Ch1: V_{MFIO}, Ch2: V_{DS}, 90 V AC, 5 V/0 A

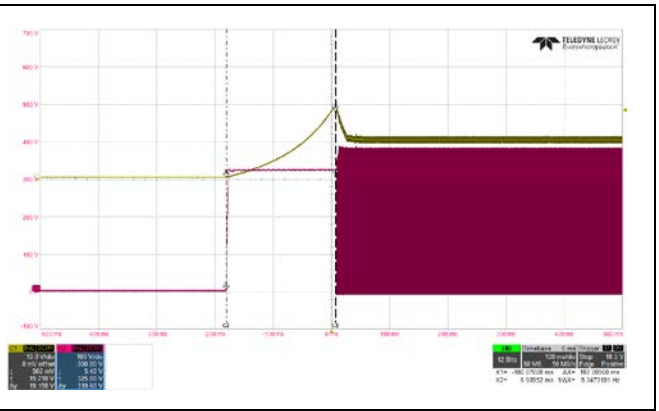
Figure 29 BM 波形

10.10 V_{CC} 充電時間

XDPS21081 は、バルクコンデンサからタップする R_{HV} 抵抗を介して HV ピンから V_{CC} を充電します。R_{HV} 抵抗があるため、入力電圧が異なると充電電流が変化します。90 V AC で測定された起動は 505ms であり、230 V AC で測定された起動は 188ms です。



Start-up at V_{in} = 90 V AC at 5 V 1 A load, $t_{Startup}$ = 505 ms



Start-up at V_{in} = 230 V AC at 5 V 1 A load, $t_{Startup}$ = 188 ms

Figure 30 V_{CC} 充電時間の波形

10.11 ブラウンイン/ブラウンアウト

ブラウンインおよびブラウンアウトの制御は、バルクコンデンサ C2 からタップする外部抵抗 R_{HV} (102kΩ) を使用した HV ピンからの検出によるものです。測定されたブラウンイン電圧は 119 V DC で、ブラウンアウト電圧は 42 V DC です。

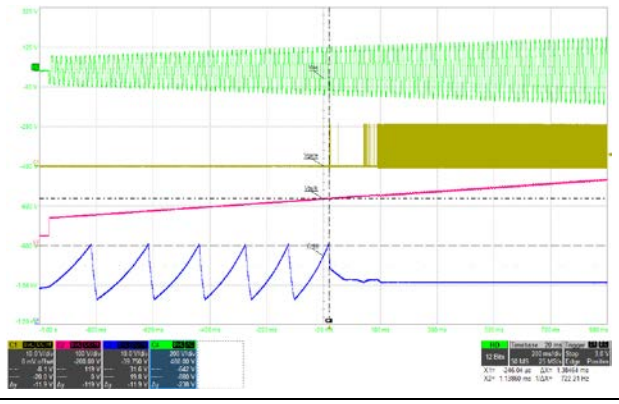
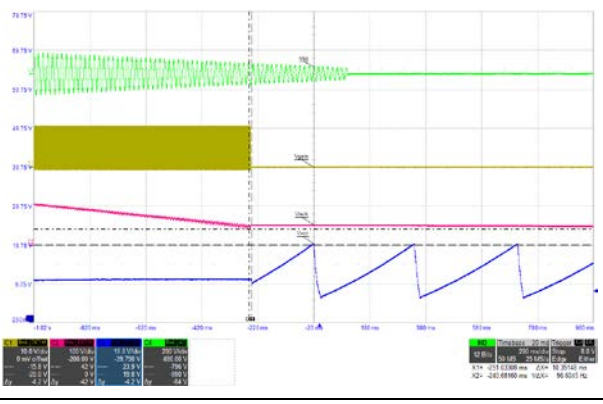
	
Ch1: Pri V_{gs}, **Ch2:** V_{bulk}, **Ch3:** V_{MFIO}, **Ch4:** AC input. Brown-in voltage is V_{BULK} = 119 V DC at 5 V/1 A load.	**Ch1:** Pri V_{gs}, **Ch2:** V_{bulk}, **Ch3:** V_{MFIO}, **Ch4:** AC input. Brown-out voltage is V_{BULK} = 42 V DC at 5 V/1 A load.

Figure 31 ブラウンイン/ブラウンアウト波形

10.12 V_{out} OVP 保護

V_{out} OVP は、分圧器 R21 と R23 がある ZCD 巻線を検出することによって ZCD ピンで実現されます。ZCD 巻線は、出力巻線の直接結合です。したがって、出力過電圧があるときはいつでも、ZCD ピンに反射されます。ZCD ピンの V_{out} OVP トリガーレベルは 2.75V です。V_{out} 出力 OVP は、2 次側のオプトカプラーを短絡することによってトリガーされます。Figure 32 に、22.8V の OVP レベルを示します。

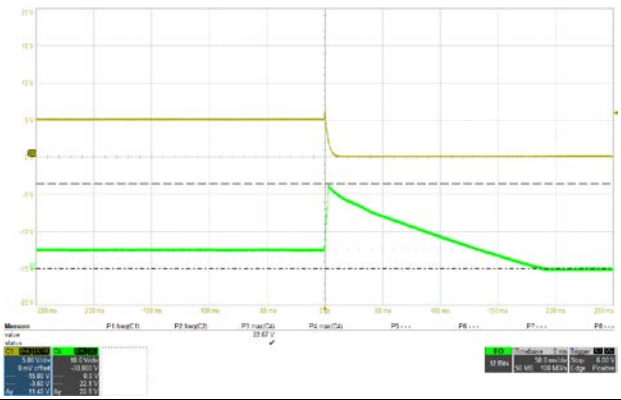
	
Ch1: V_{out} at USB, **Ch4:** V_{out} at output e-cap. V_{out} OVP at V_{in} = 120 V AC 5 V/0.1 A load.	**Ch1:** V_{out} at USB, **Ch4:** V_{out} at output e-cap. V_{out} OVP at V_{in} = 230 V AC 5 V/0.1 A load.

Figure 32 V_{out} OVP 波形

測定結果

10.13 過負荷保護

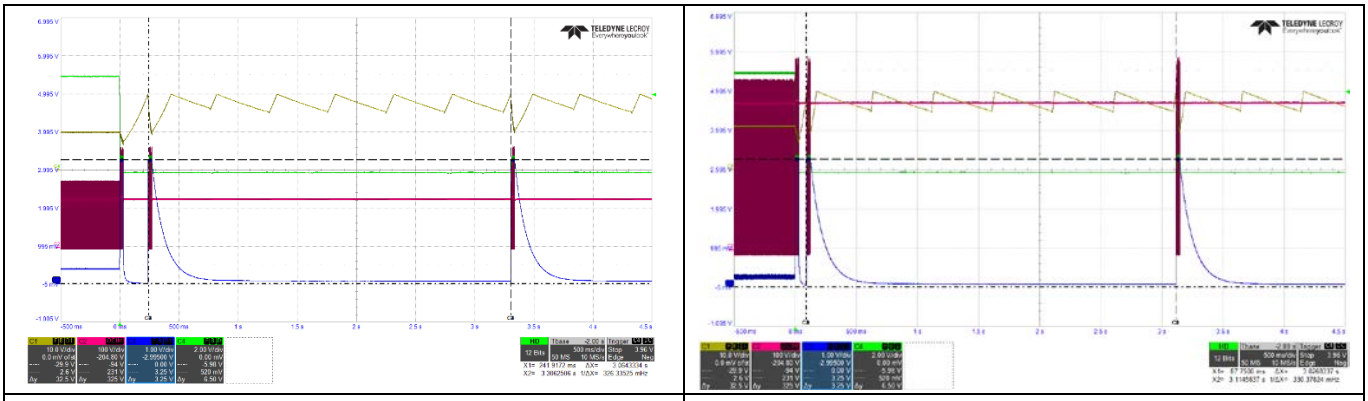
OLP または出力短絡保護は、出力電流が高すぎてコンポーネントが過熱して損傷するのを防ぎます。この機能は、出力の過負荷時に V_{CS} が内部 V_{CS_max} に到達したときにカウンタによって実現されます。ブランキング時間が 30ms 経過すると、システムは自動復帰モードに入ります。以下のテストは、2 次側の PD CS 抵抗を短絡して実行されます。

Table 13 さまざまな入力条件での OLP 電流制限

V_{in} (AC) V_{out} (V) I_{out} (A)	90	120	230	264
5	5.84 A	6.12 A	5.87 A	5.88 A
9	4.93 A	5.38 A	5.32 A	5.35 A
12	4.59 A	5.15 A	5.3 A	5.39 A
15	4.28 A	4.96 A	5.24 A	5.32 A
20	3.61 A	4.32 A	4.65 A	4.68 A

10.14 出力短絡保護

全負荷動作中、E_{load} は出力 e-cap に接続され、$E_{load\ side}$ 側で出力を短絡します。IC は最初に十分な V_{CC} のためにシャットダウンし、次に自動復帰モードに入ります。復帰タイマーは 3 秒で、XDPS21081 の自動復帰タイマーです。



Output short-circuit at V_{in} = 90 V AC.
Ch1: V_{CC}, **Ch2:** V_{DS}, **Ch3:** V_{MFIO}, **Ch4:** V_{out}.

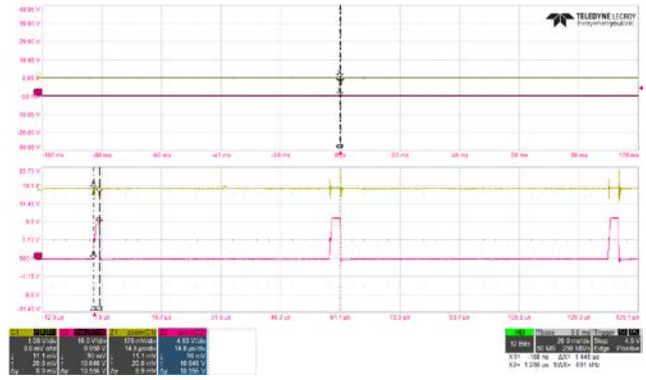
Output short-circuit at V_{in} = 264 V AC.
Ch1: V_{CC}, **Ch2:** V_{DS}, **Ch3:** V_{MFIO}, **Ch4:** V_{out}.

Figure 33 出力短絡保護波形

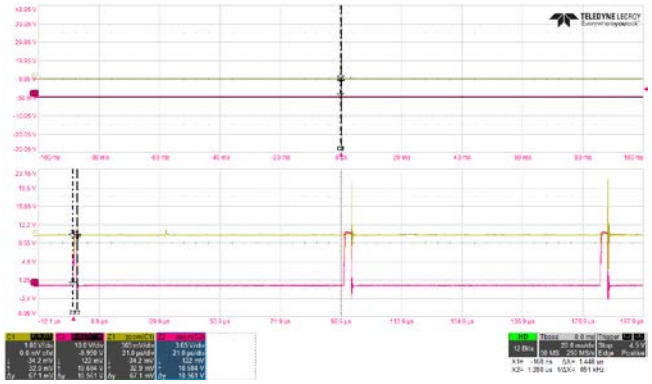
測定結果

10.15 電流検出 (CS) 抵抗器の短絡保護

起動時に、PWM メインゲート信号が連続 3 サイクルで 1.4 µs より長い場合、IC は自動復帰保護に入ります。以下の結果は、90 V AC および 264 V AC 電源投入時の R_{CS} 短絡保護を示します。



90 V AC **Ch1:** V_{CS}, **Ch2:** GD0

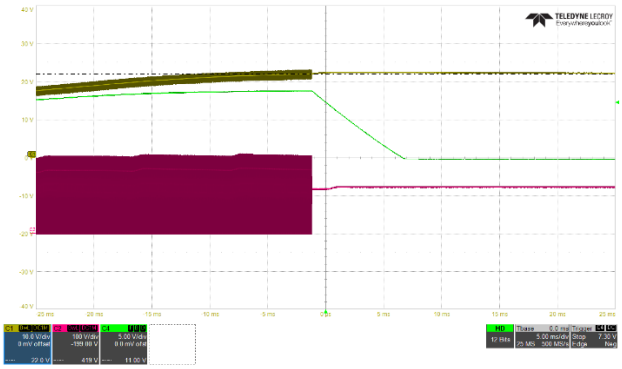


264 V AC **Ch1:** V_{CS}, **Ch2:** GD0

Figure 34 R_{CS} の短い保護波形

10.16 V_{CC} OVP

動作中に V_{CC} が 22 V に達すると、IC は 3 秒のタイマーで自動復帰モードに入ります。このテストは、V_{CC} レギュレータを短絡して実行されます。



Ch1: V_{CC}, **Ch2:** main V_{DS}, **Ch4:** V_{out}

Figure 35 V_{CC} OVP 波形

11 参考資料

[1] XDPS21081 datasheet V1.0, Infineon Technologies AG, 2020

[2] IPL60R185C7 datasheet, Infineon Technologies AG, 2017

[3] BSC0802LS datasheet, Infineon Technologies AG, 2019

[4] BSL606SN datasheet, Infineon Technologies AG, 2013

改訂履歴

Document version	Date of release	Description of changes
1.1	2021-09-08	本版は英語版 AN_2008_PL21_2009_100531 V1.1 について、CYPRESS DEVELOPER COMMUNITY の参画者によって日本語に翻訳されたドキュメントです。

Trademarks
All referenced product or service names and trademarks are the property of their respective owners.

Edition 2021-09-08
Published by
Infineon Technologies AG
81726 Munich, Germany

© 2021 Infineon Technologies AG.
All Rights Reserved.

Do you have a question about this document?
Email: erratum@infineon.com

Document reference
AN_2008_PL21_2009_100531_JA

重要事項
本文書に記載された情報は、いかなる場合も、条件または特性の保証とみなされるものではありません（「品質の保証」）。本文に記された一切の事例、手引き、もしくは一般的価値、および／または本製品の用途に関する一切の情報に関し、インフィニオンテクノロジーズ（以下、「インフィニオン」）はここに、第三者の知的所有権の不侵害の保証を含むがこれに限らず、あらゆる種類の一切の保証および責任を否定いたします。

さらに、本文書に記載された一切の情報は、お客様の用途におけるお客様の製品およびインフィニオン製品の一切の使用に関し、本文書に記載された義務ならびに一切の関連する法的要件、規範、および基準をお客様が遵守することを条件としています。

本文書に含まれるデータは、技術的訓練を受けた従業員のみを対象としています。本製品の対象用途への適合性、およびこれら用途に関連して本文書に記載された製品情報の完全性についての評価は、お客様の技術部門の責任にて実施してください。

本製品、技術、納品条件、および価格についての詳しい情報は、インフィニオンの最寄りの営業所までお問い合わせください（**www.infineon.com**）。

警告事項
技術的要件に伴い、製品には危険物質が含まれる可能性があります。当該種別の詳細については、インフィニオンの最寄りの営業所までお問い合わせください。

インフィニオンの正式代表者が署名した書面を通じ、インフィニオンによる明示の承認が存在する場合を除き、インフィニオンの製品は、当該製品の障害またはその使用に関する一切の結果が、合理的に人的傷害を招く恐れのある一切の用途に使用することはできないこと予めご了承ください。