



# 1.3 kW ハーフブリッジLLC 評価ボード HBLLC-TSB-001

## <高電圧に関するご注意事項>

◇操作を始められる前に！

このドキュメントは、**1.3kW ハーフブリッジ LLC 用評価ボード(HBLLC-TSB-001)**とその機能に限定し記載しています。

より詳細な内容については、各種デバイスのデータシートを参照してください。

**安全に操作を行って頂く為に、評価ボードをご使用になる前に必ずこのドキュメントの全文を読んでください！**



また、使用される電圧およびボードの構造によっては、

**生命に危険をおよぼす電圧が発生する場合があります。**

必ず下記囲み内の注意事項を厳守してください。

### <使用前に>

- ① ボードの落下などによる部品の破損、欠落がない事を確認してください。
- ② 導電性の物体がボード上に落ちていない状態である事を確認してください。
- ③ モジュールと評価ボードのはんだ付けを行う際は、はんだ飛散に注意してください。
- ④ 基板に、結露や水滴がない事を確認してください。

### <通電中>

- ⑤ 導電性の物体がボードに接触しないよう注意してください。
- ⑥ **動作中は、偶発的な短時間の接触、もしくは手を近づけた場合の放電であっても、重篤に陥る場合や生命に関わる危険性があります。**

**絶対にボードに素手で触れたり、近づけ過ぎたりしないでください。**

また、ピンセットやドライバなど導電性の器具を用いての作業も上記同様に注意してください。

- ⑦ 定格以上の電圧が印加された場合、短絡など使用状況によっては部品の破裂等も考えられます。部品の飛散などによる危険についても考慮して下さい。
- ⑧ 動作時は、熱等によるボード・部品の変色や液漏れ等、及び低温評価による結露に注意しながら作業を進めてください。

### <使用后>

- ⑨ 評価ボードには、高電圧を蓄える回路が含まれる場合があります。接続している電源回路を切断しても電荷を蓄えているため、ご使用後には必ず放電し、放電したことを確認してから取り扱うようにして下さい。
- ⑩ 過熱された部品への接触による火傷等に注意してください。

この評価ボードは、研究開発施設で使用されるもので、

**各施設において高電圧を取り扱う事を許可された方だけが使用出来ます。**

また、高電圧を使用しての作業時には、「高電圧作業中」等の明示を行い、インターロック等を備えたカバーや保護メガネの着用等、安全な環境において作業される事を推奨します。

## HBLLC-TSB-001

# 1.3 kW ハーフブリッジ LLC 評価ボード

本書は、1.3 kW ハーフブリッジ LLC 共振コンバータ評価ボード「HBLLC-TSB-001」のユーザーズガイドです。

本評価ボードは、データセンターのサーバー電源、BBU、および産業用高電力システム向けに設計された、高効率・高電力密度の絶縁型 DC/DC コンバータのリファレンスデザインを提供します。本ドキュメントには、評価ボードの仕様、評価結果が記載されています。



## Description

HBLLC-TSB-001 は、一次側に第 4 世代 SJ-MOSFET、二次側に第 7 世代同期整流 (SR) MOSFET を採用した 1.3 kW LLC 共振コンバータ評価ボードです。本ボードは、前段の PFC (力率改善) 回路からの給電を想定した DC390 V 入力で動作し、安定化された DC12 V を出力します。出力電流は連続 83 A、最大 108 A に対応しています。

LLC 共振トポロジーの採用により、一次側スイッチングデバイスの ZVS (ゼロ電圧スイッチング)、および二次側整流デバイスの ZCS (ゼロ電流スイッチング) を全負荷領域で実現しています。これによりスイッチング損失を大幅に低減し、ピーク効率 97.0% を達成しました。

一次側 MOSFET は基板単位で交換が容易に可能となっており、デバイスの置き換え評価を実施できます。なお、本評価ボードにおいて最大の熱源となる部品は LLC トランスおよび二次側基板です。定格以上の電力拡張をご検討の際は、発熱低減のための再設計が必要となります。

## Features

- トポロジー: ハーフブリッジ LLC 共振コンバータ + センタータップ型同期整流
- 入力電圧: 390 V DC (PFC 出力想定)
- 出力電圧: 12 V DC
- 定格出力: 1000 W
- 最大出力: 1300 W
- ピーク効率: >97.0%
- スイッチング周波数: 42 kHz ~ 105 kHz
- 一次側 MOSFET: R6050WNJ2 (600 V 50 A, TOLL, SJ-MOSFET PrestoMOS™)
- 二次側同期整流 MOSFET: RS6G120CH (Nch 40 V 300 A, HSOP8, Power MOSFET)
- 保護機能: 入力低電圧誤動作防止 (UVLO), 出力過電流保護 (OCP)
- ボードサイズ: 170 mm × 70 mm × 37 mm

## Applications

- データセンター / サーバー電源
- Battery Backup Unit (BBU)
- 産業用機器・FA

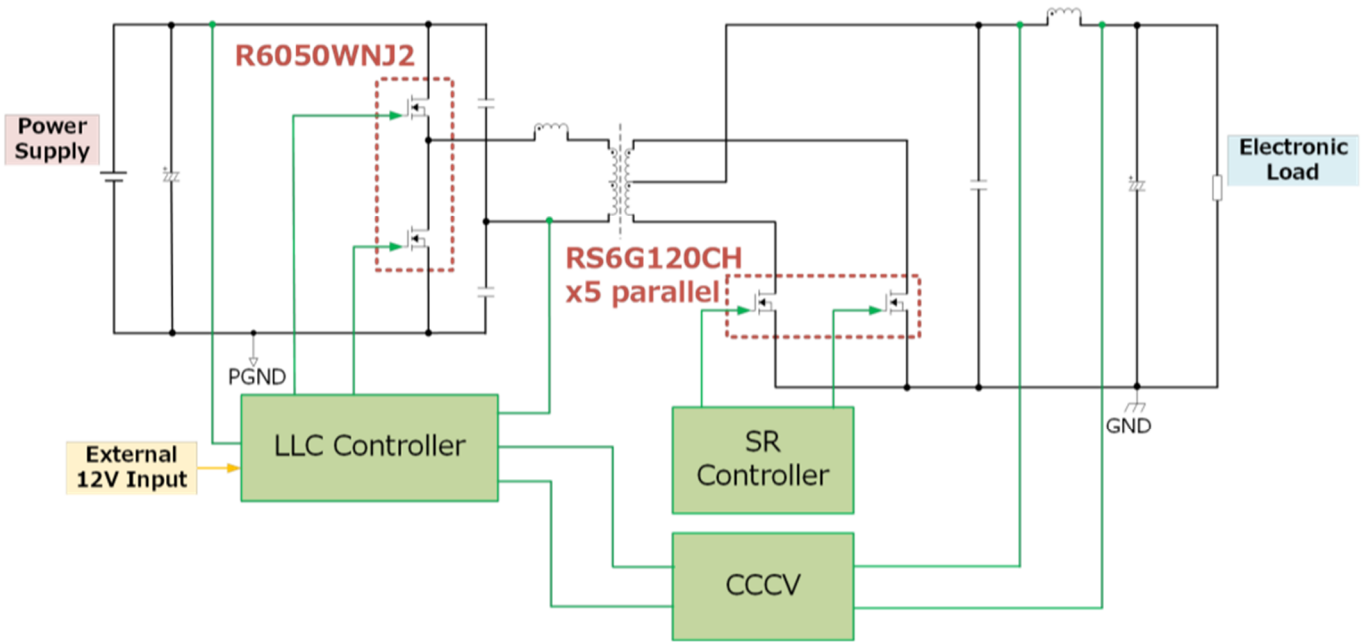


Figure 1. ブロック図

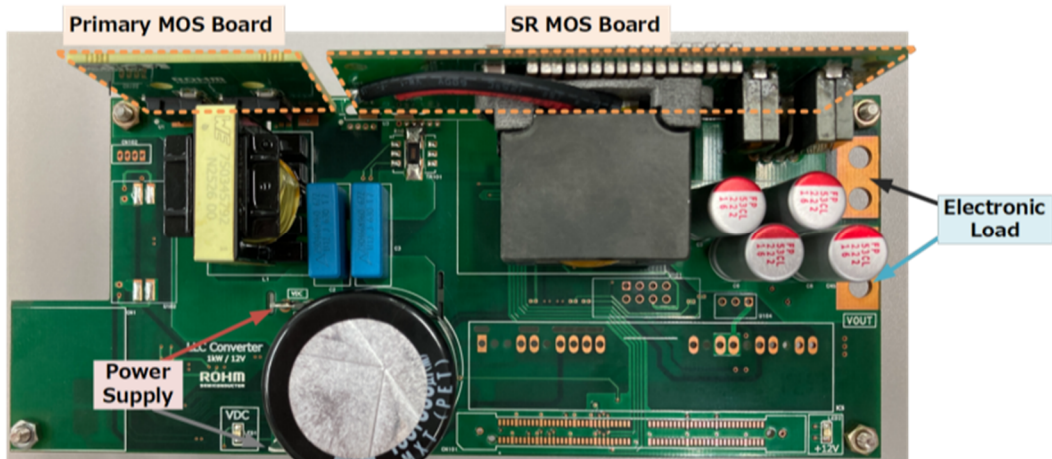


Figure 2. 基板表面画像

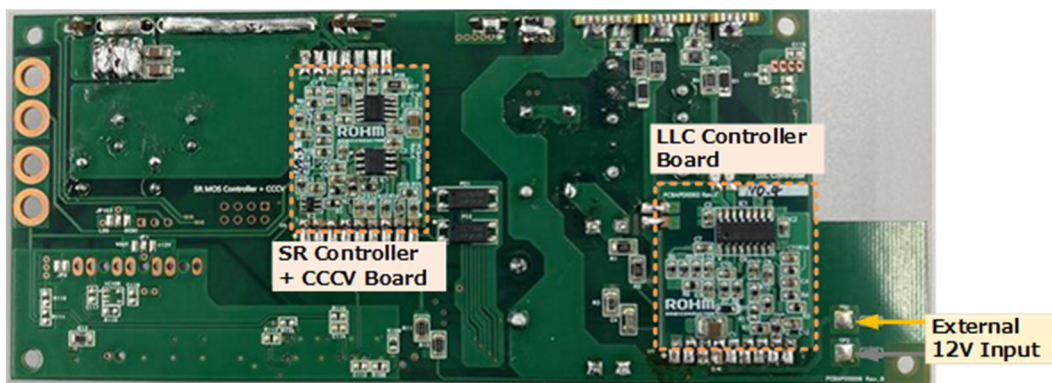


Figure 3. 基板裏面画像



Figure 4. 一次側 MOSFET 子基板

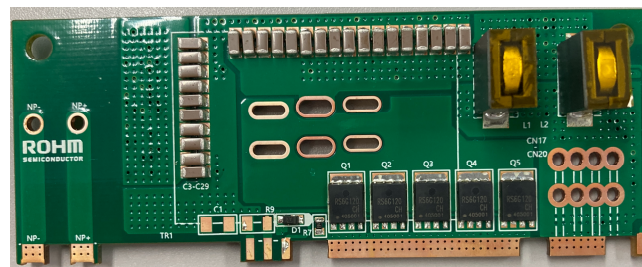


Figure 5. 二次側 MOSFET 子基板 (without transformer)

## 1. 性能仕様

Table 1. ボード性能仕様

Parameter	Specification
DC Input Voltage	390 V
Efficiency	97.0% peak
Leakage Current	0.61 mA
Output Voltage	12 V
Rated Output Power	1000 W
Max Output Power	1300 W
Output Current	108 A
Output Over Current Protection	150 A
Ripple Voltage <sup>*1</sup>	65 mV Ripple
Under Voltage Lock Out	300 V
Start up Voltage	330 V
Operating Temperature Range	25 °C

\*1: ただしスパイクノイズを除く。

## 2. 効率評価結果

周囲温度 (Ta) 25°Cの環境下における効率測定結果を示します。本評価ボードではピーク効率 97.0%を達成しました。また、定格電力 1000W 時において 95.9%、全負荷 (1300W) 時において 94.4%の効率が得られています。

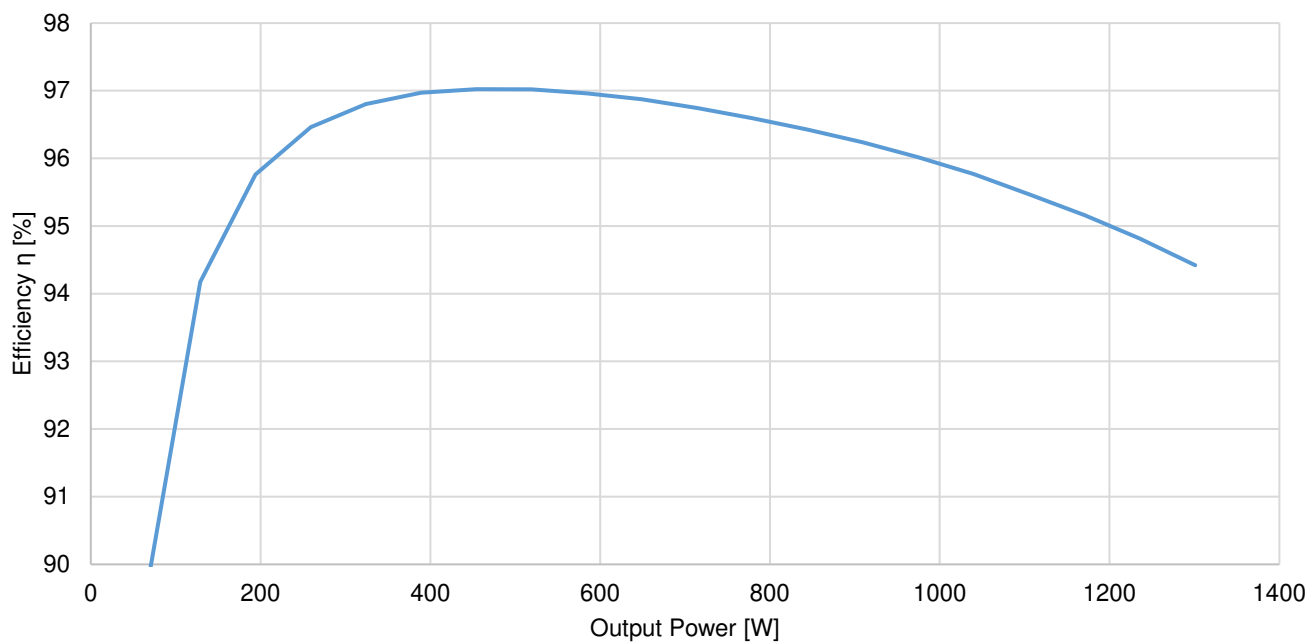


Figure 6. 効率測定結果

### 3. 動作波形

Figure 7および Figure 8Figure 8.に、全負荷（1300 W）時における各部の動作波形を示します。Figure 7.における各チャンネルの測定対象は以下の通りです。

- CH1: 一次側 Low-side MOSFET Vds
- CH2: 一次側 High-side MOSFET Vds
- CH5: 一次側共振電流  $I_r$
- CH7: 二次側同期整流 MOSFET1 Vds
- CH8: 二次側同期整流 MOSFET2 Vds

Figure 8.では出力電圧  $V_{out}$  を示しています。

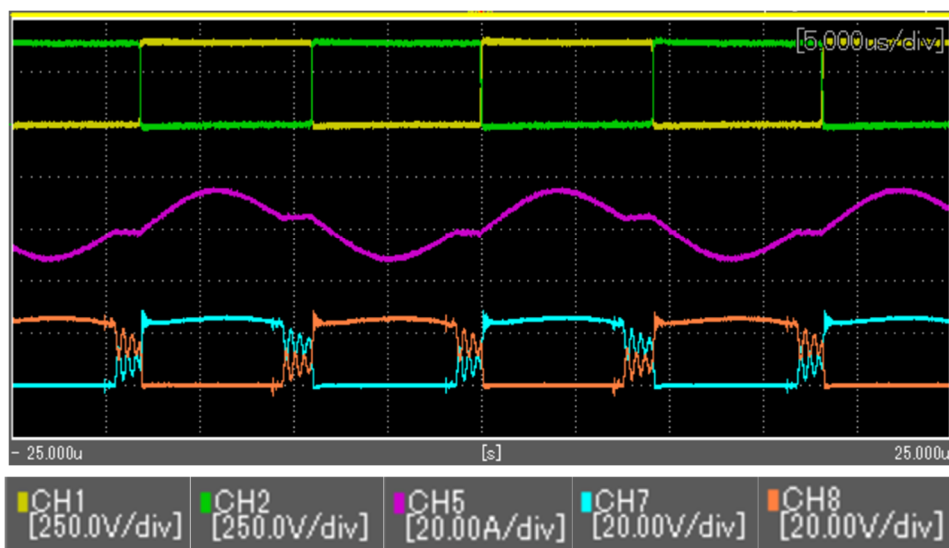


Figure 7. LLC 動作波形(Full load 時)

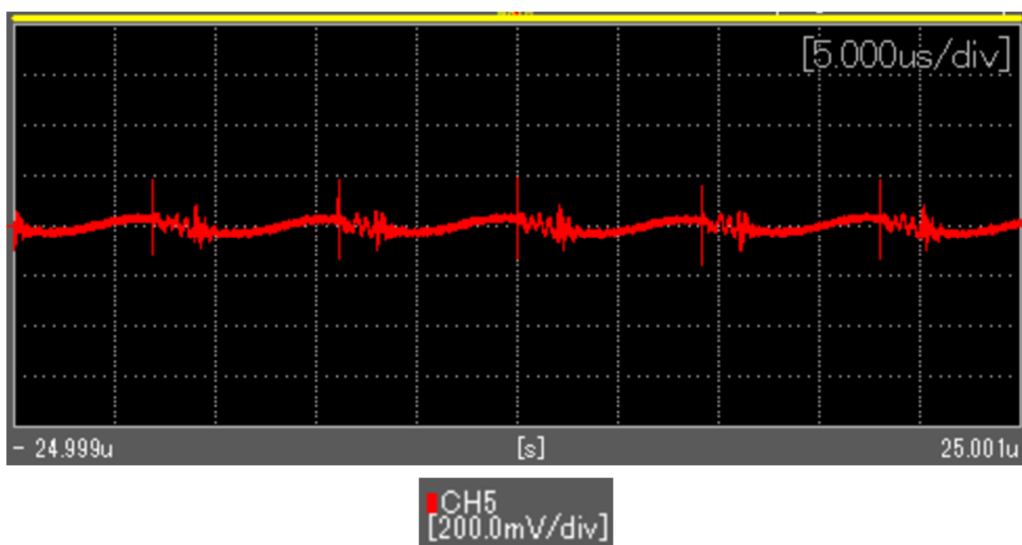


Figure 8. LLC 出力電圧波形(Full load 時)

#### 4. 熱特性(温度評価結果)

定格電力（1000 W）状態で 30 分間連続動作させた際の熱特性評価結果を示します(Ta=25℃)。サーモグラフィカメラによる表面温度分布を Figure 9.に、各測定ポイント（MP）の温度詳細を Table 2. 各測定ポイント温度 Table 2.に示します。なお、本測定は外部ファンによる強制空冷環境下、かつ二次側基板にヒートシンクを装着した条件で実施しています。本評価ボードにおける最高温度発生部は、トランスの二次側巻線（フォイル巻線）です。より大電力でのご使用を検討される場合には、熱設計上の余裕が不足する可能性があるため、トランスの再設計を行う必要があります。



Figure 9. 表面温度分布(定格負荷時)

Table 2. 各測定ポイント温度

Point	Description	Temp.(°C)
MP1	Transformer	59.4 °C
MP2	Secondary MOSFET	58.9 °C
MP3	Primary MOSFET	36.9 °C
MP-MAX	Transformer secondary winding	81.1 °C

## 5. トランス仕様

本評価ボードには、Würth Elektronik 社製の LLC トランスを採用しています。トランスの主要な電気的特性および定数を Table 3. に示します。

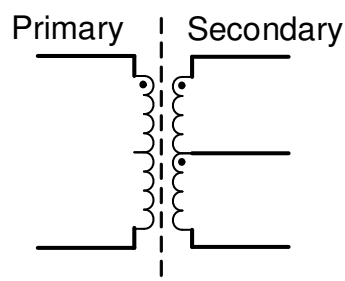


Figure 10. トランスモデル図

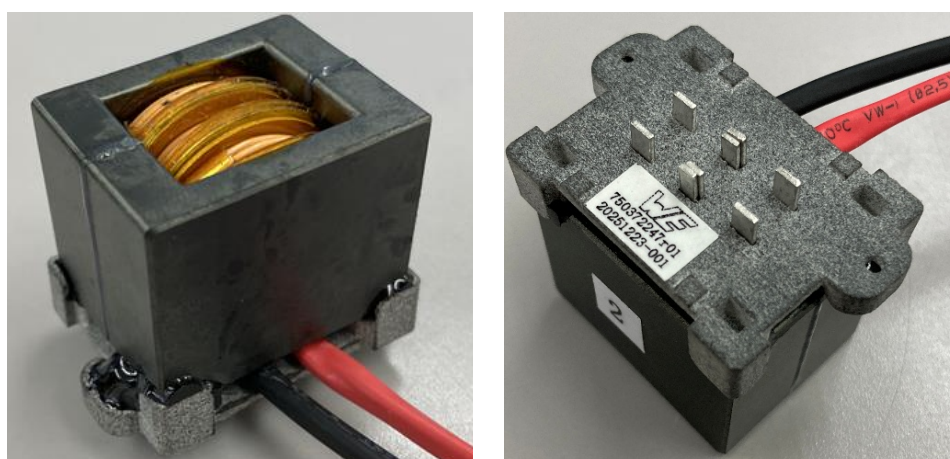


Figure 11. トランス外観図

Table 3. トランス定数

Parameter	Specification
Inductance	240 $\mu$ H
Leakage Inductance	2.4 $\mu$ H
D.C. Resistance Pri	45 m $\Omega$
D.C. Resistance Sec	0.33 m $\Omega$
Turn ratio	16:1

## 6. 損失計算結果

Figure 12.に、本 LLC コンバータの効率の計算値と実測値の比較結果を示します。全負荷範囲にわたり誤差 0.5%以内という強い相関が得られており、この計算モデルにより任意の負荷帯における損失傾向を見積もることができます。

また、Figure 13.に各負荷ポイントでのデバイス別損失内訳を示します。本評価における主な損失要因は基板パターンの導通損失および、LLCトランス（コア損・銅損）であることが確認できます。

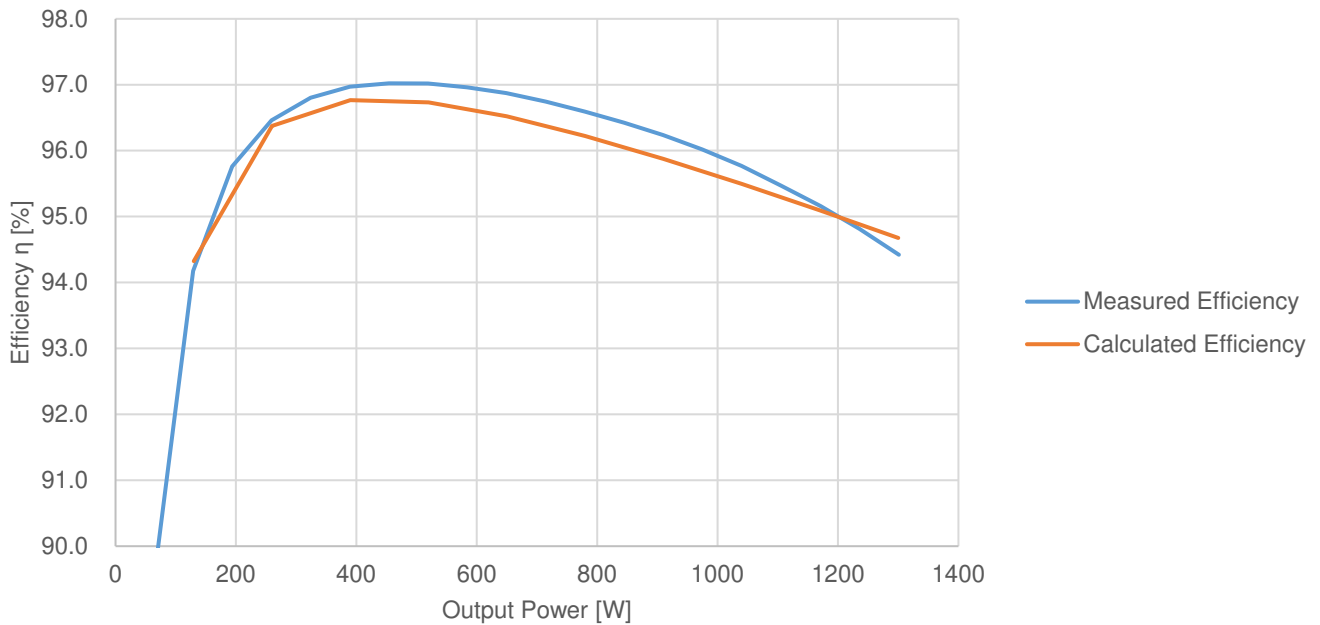


Figure 12. 実測効率-計算効率比較

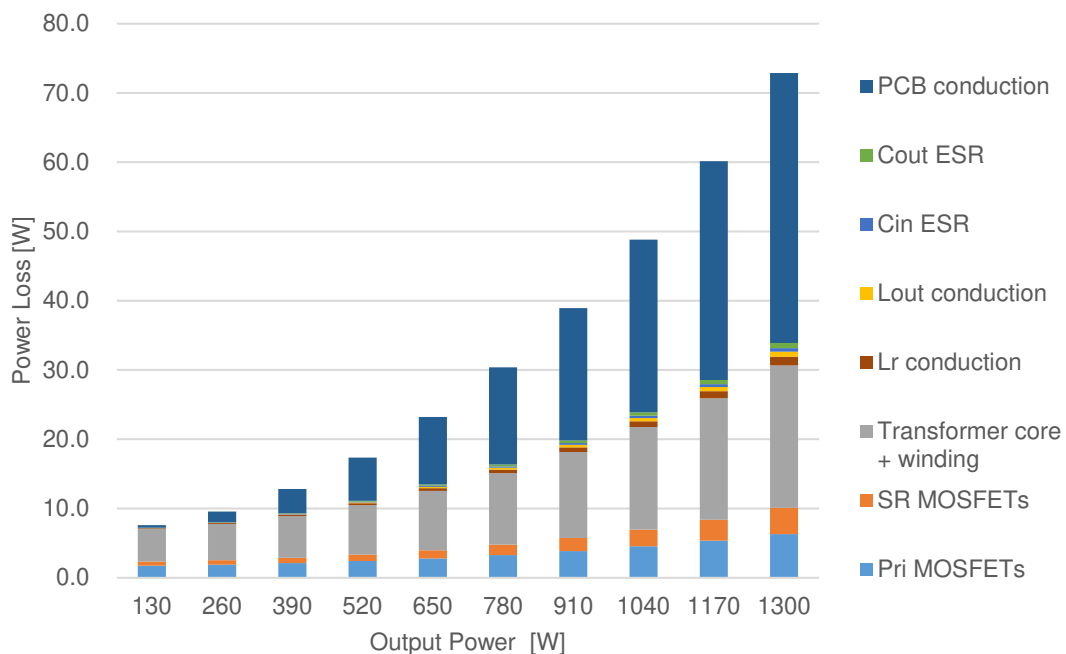


Figure 13. 損失計算内訳

## 7. Bill of materials

Table 4. Main board BOM

Part Reference	Description	Part Number	Manufacture	Qty.
C1	CAP Electrolytic 390µF ±20% 450V Φ30x30mm SMT	450MXT390MEFCSN30X30	Rubycon	1
C2,C3	CAP Film 0.12µF ±5% 630V Class - SMT	B32672Z6124J	TDK	2
C4	CAP CER 220pF ±5% 630Vdc U2J 3216 SMD	GRM31A7U2J221J	Murata	1
C5,C6,C7,C8	CAP Electrolytic 2200µF ±20% 16V Φ10×20mm SMT	RNL1C222MDS1	Nichicon	4
C9,C10	CAP CER 1µF ±10% 50Vdc X7R 3216 SMD	MSASU31LSB7105KTNA01	Taiyo Yuden	2
CN1	CONNECTOR 2pin 250V AC Inlet C14	6100-4	schurter	1
CN2,CN3	CONNECTOR 1pin -V -mm pitch SMT	7471287	Würth	2
CN4	CONNECTOR 1pin -V -mm pitch SMD	9775046360R	Würth	4
D1,D2	DIODE SHOTTKY BARRIER 40V 1A VF:0.52V PMDU SMD	RBR1MM40A	ROHM	2
L1	COIL 24µH±10% 25mΩ 7A 28x20.3mm x 28.6mm SMD	750345792	Würth	1
LED1	LED RED 20mA VF 2.2V SMD	SML-H12U8TT86	ROHM	1
LED2	LED Green 20mA VF 2.2V SMD	SML-H12M8T	ROHM	1
PC1,PC2	RES 1MΩ J(±5%) 3216 0.25W 500V SMD	TCLT1008	ROHM	2
R1,R2	RES 1MΩ J(±5%) 3216 0.25W 500V SMD	KTR18EZPJ105	ROHM	2
R3	RES 47Ω J(±5%) 3216 0.25W 200V SMD	MCR18EZPJ470	ROHM	1
R4,R6	RES 10Ω J(±5%) 3216 0.5W 200V SMD	ESR18EZPJ100	ROHM	2
R5,R7	RES 3.3Ω J(±5%) 3216 0.5W 200V SMD	ESR18EZPJ3R3	ROHM	2
R8,R9	RES 10kΩ J(±5%) 1608 0.1W 50V SMD	MCR03EZPJ103	ROHM	2
R10	RES 100kΩ FX(±1%) 1608 0.1W 50V SMD	PMR50HZPJ000	ROHM	1
R11,R12	RES 470kΩ F(±1%) 3216 0.25W 500V SMD	KTR18EZPF4703	ROHM	2
R13	RES 2.2kΩ F(±1%) 3216 0.25W 200V SMD	MCR18EZPF2201	ROHM	1
U1	Daughter Board (MOSFET for LLC)	LLCMOS_Rev2504	ROHM/EVK	1
U2	Daughter Board (Controller Circuit for LLC 1.3kW)	LLCCONT_Rev2504_A	ROHM/EVK	1
U3	Daughter Board (SR MOS+Trans, etc for LLC 1.3kW)	SRMOS_Rev2504_B	ROHM/EVK	1
U4	Daughter Board (CCCV Controller Circuit for LLC 1.3kW)	CCCV_Rev2504_A	ROHM/EVK	1
U5	Daughter Board (Auxiliary Power Supply for Server PC)	AUXPS_Rev2510_A	ROHM/EVK	1

Table 5. LLCMOS board BOM

Part Reference	Description	Part Number	Manufacture	Qty.
C1,C2	CAP CER 100pF ±5% 630Vdc C0G 3216 SMD	GRM31A5C2J101J	Murata	2
Q1,Q2	TRANSISTOR MOSFET Nch 600V Id:50A 0.099Ω SMD	R6050WNJ2	ROHM	2

Table 6. LLCCONT board BOM

Part Reference	Description	Part Number	Manufacture	Qty.
C1	CAP CER 10μF ±10% 50Vdc X7R 3225 SMD	MSASU32MAB7106KPNA01	Taiyo Yuden	1
C2,C12	CAP CER 0.1μF ±20% 100Vdc X7R 1608 SMD	MSASH168SB7104MTNA01	Taiyo Yuden	2
C3,C7,C9	CAP CER 0.22μF ±10% 50Vdc X7R 1608 SMD	MSASU168SB7224KTNB25	Taiyo Yuden	3
C4	CAP CER 4700pF ±20% 100Vdc X7R 1608 SMD	MSASH168SB7472MTNA01	Taiyo Yuden	1
C5	CAP CER 47nF ±20% 100Vdc X7R 1608 SMD	MSASH168SB7473MTNA01	Taiyo Yuden	1
C6,C8	CAP CER 1000pF ±20% 100Vdc X7R 1608 SMD	MSASH168SB7102MTNA01	Taiyo Yuden	2
C10	CAP CER 330pF ±10% 100Vdc undefined 1608 SMD	MSASH168SSD331KTNA01	Taiyo Yuden	1
C11	CAP CER 10nF ±10% 100Vdc X7R 1608 SMD	MSASH168SB7103KTNA01	Taiyo Yuden	1
D1	DIODE SWITCHING 80V 0.1A VF:1.2V UMD2 SMD	1SS355VM	ROHM	1
IC1	IC Resonat controller SMD	L6699D	ST	1
R1	RES 100kΩ FX(±1%) 1608 0.1W 50V SMD	MCR03EZPFX1003	ROHM	1
R2	RES 0Ω J(±5%) 1608 0.1W 50V SMD	MCR03EZPJ000	ROHM	1
R3	RES 8.2kΩ FX(±1%) 1608 0.1W 50V SMD	MCR03EZPFX8201	ROHM	1
R4	RES 10Ω J(±5%) 1608 0.1W 50V SMD	MCR03EZPJ100	ROHM	1
R5	RES 27kΩ FX(±1%) 1608 0.1W 50V SMD	MCR03EZPFX2702	ROHM	1
R6	RES 5.6kΩ FX(±1%) 1608 0.1W 50V SMD	MCR03EZPFX5601	ROHM	1
R7	RES 56Ω FX(±1%) 1608 0.1W 50V SMD	MCR03EZPFX56R0	ROHM	1
R8	RES 270kΩ FX(±1%) 1608 0.1W 50V SMD	MCR03EZPFX2703	ROHM	1
R9	RES 15kΩ FX(±1%) 1608 0.1W 50V SMD	MCR03EZPFX1502	ROHM	1
R10	RES 39Ω FX(±1%) 1608 0.1W 50V SMD	MCR03EZPFX39R0	ROHM	1
R11	-	N.C.	-	0
R12	RES 150Ω J(±5%) 1608 0.1W 50V SMD	MCR03EZPJ151	ROHM	1
R13	RES 470kΩ J(±5%) 1608 0.1W 50V SMD	MCR03EZPJ474	ROHM	1
R14	RES 100Ω J(±5%) 1608 0.1W 50V SMD	MCR03EZPJ101	ROHM	1

Table 7. SRMOS board BOM

Part Reference	Description	Part Number	Manufacture	Qty.
C1	-	N.C.	-	0
C2	-	N.C.	-	0
C3~C50	CAP CER 10μF ±10% 35Vdc X7R 3216 SMD	C3216X7R1V106	TDK	48
CN17,CN18, CN19,CN20	CONNECTOR 1pin -V -mm pitch SMT	7474966	Würth	4
D1,D2	TVS 40V PMDE SMD	VS40VUA1VWM	ROHM	2
L1,L2	COIL 0.1μH±15% 0.125mΩ 125A φ-mm x 12mm SMD	74431012010	Würth	2
Q1~Q5, Q7~Q11	TRANSISTOR MOSFET Nch 40V Id:300A 0.00125Ω SMD	RS6G120CH	ROHM	10
R7,R8	RES 100kΩ J(±5%) 1608 0.1W 50V SMD	MCR03EZPJ104	ROHM	2
R9,R10	RES T.B.D 3216 SMD	NON-MCR18	ROHM	2
TR1	TRANSFORMER 16:1 Lm:240μF Lr:2.4μF SMT	750372247	Würth	1

Table 8. CCCV board BOM

Part Reference	Description	Part Number	Manufacture	Qty.
C1,C2,C5,C9	CAP CER 1 $\mu$ F $\pm$ 10% 25Vdc X7R 1608 SMD	MSAST168SB7105KTNA01	Taiyo Yuden	4
C3,C8,C11	CAP CER 0.1 $\mu$ F $\pm$ 20% 100Vdc X7R 1608 SMD	MSASH168SB7104MTNA01	Taiyo Yuden	3
C4,C6	CAP CER 1000pF $\pm$ 20% 100Vdc X7R 1608 SMD	MSASH168SB7102MTNA01	Taiyo Yuden	2
C7	-	N.C.	-	0
C10	CAP CER 10 $\mu$ F $\pm$ 20% 25Vdc X7R 3216 SMD	MSAST31LAB7106MTNA01	Taiyo Yuden	1
IC1	IC CCCV Controller - - SO-8 SMD	TSM1014A	ST	1
IC2	IC Current Sense AMP SMD	BD14210G-C	ROHM	1
IC3	IC Synchronous rectification controller for LLC SMD	SRK2001	ST	1
R1	RES 10k $\Omega$ FX( $\pm$ 1%) 1608 0.1W 50V SMD	MCR03EZPFX1002	ROHM	1
R2	RES 100k $\Omega$ FX( $\pm$ 1%) 1608 0.1W 50V SMD	MCR03EZPFX1003	ROHM	1
R3	RES 15k $\Omega$ FX( $\pm$ 1%) 1608 0.1W 50V SMD	MCR03EZPFX1502	ROHM	1
R4,R5	RES 3.3k $\Omega$ FX( $\pm$ 1%) 1608 0.1W 50V SMD	MCR03EZPFX3301	ROHM	2
R6	RES 82k $\Omega$ FX( $\pm$ 1%) 1608 0.1W 50V SMD	MCR03EZPFX8202	ROHM	1
R7	RES 4.3k $\Omega$ FX( $\pm$ 1%) 1608 0.1W 50V SMD	MCR03EZPFX4301	ROHM	1
R8	RES 10k $\Omega$ FX( $\pm$ 1%) 1608 0.1W 50V SMD	MCR03EZPFX1002	ROHM	1
R9,R21	RES $\Omega$ 1608 W V SMD	NON-MCR03	ROHM	2
R10	RES 47k $\Omega$ FX( $\pm$ 1%) 1608 0.1W 50V SMD	MCR03EZPFX4702	ROHM	1
R11	RES 56 $\Omega$ FX( $\pm$ 1%) 1608 0.1W 50V SMD	MCR03EZPFX56R0	ROHM	1
R12	RES 3.9k $\Omega$ FX( $\pm$ 1%) 1608 0.1W 50V SMD	MCR03EZPFX3901	ROHM	1
R13	RES 6.8k $\Omega$ FX( $\pm$ 1%) 1608 0.1W 50V SMD	MCR03EZPFX6801	ROHM	1
R14	RES 0 $\Omega$ J( $\pm$ 5%) 1608 0.1W 50V SMD	MCR03EZPJ000	ROHM	1
R15	RES 15k $\Omega$ FX( $\pm$ 1%) 1608 0.1W 50V SMD	MCR03EZPFX1502	ROHM	1
R16	RES 820k $\Omega$ FX( $\pm$ 1%) 1608 0.1W 50V SMD	MCR03EZPFX8203	ROHM	1
R17,R18	RES 1 $\Omega$ J( $\pm$ 5%) 3216 0.5W 200V SMD	ESR18EZPJ1R0	ROHM	2
R19,R20	RES 220 $\Omega$ J( $\pm$ 5%) 1608 0.1W 50V SMD	MCR03EZPJ221	ROHM	2

8. 回路図

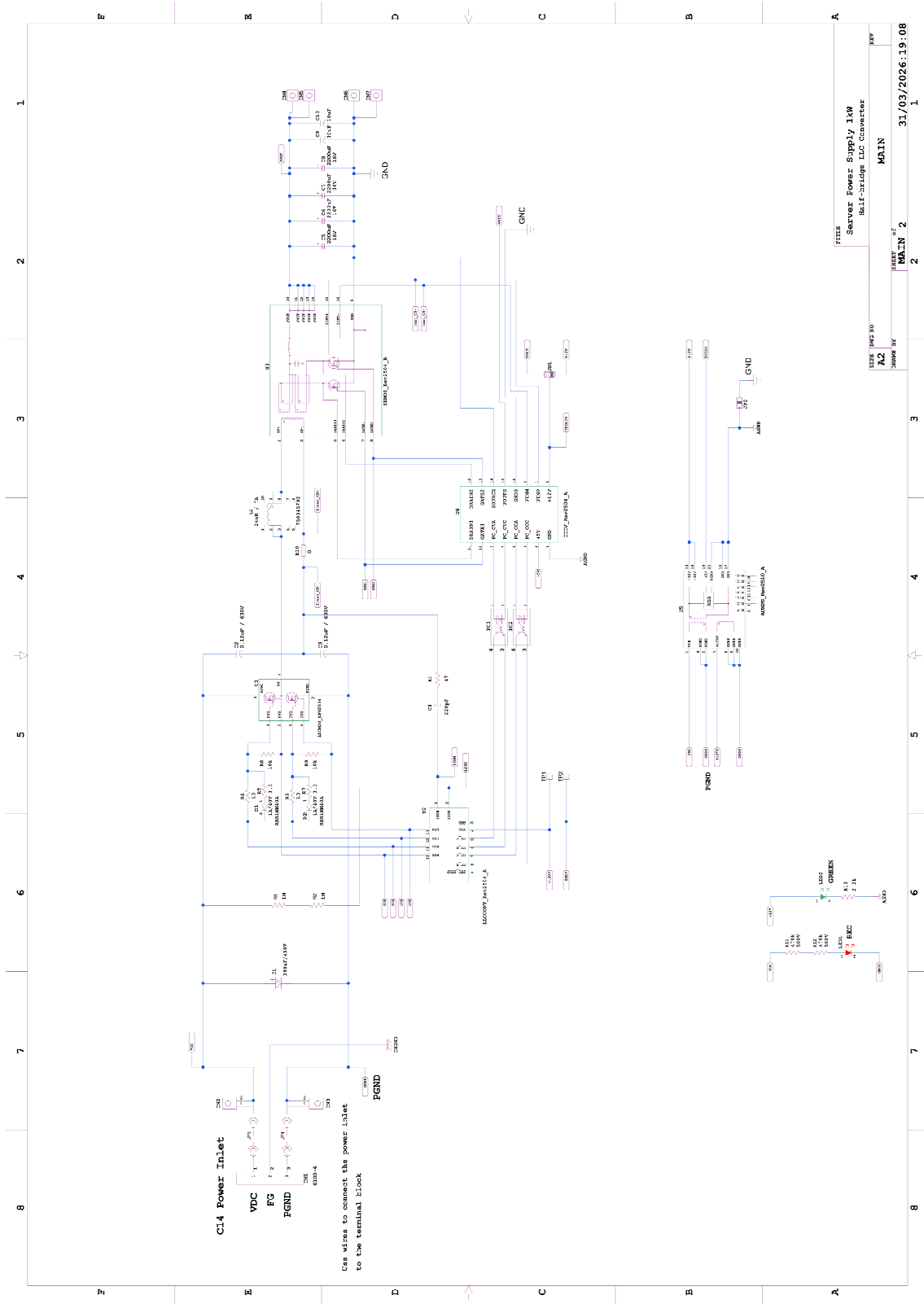


Figure 14. Main board schematic

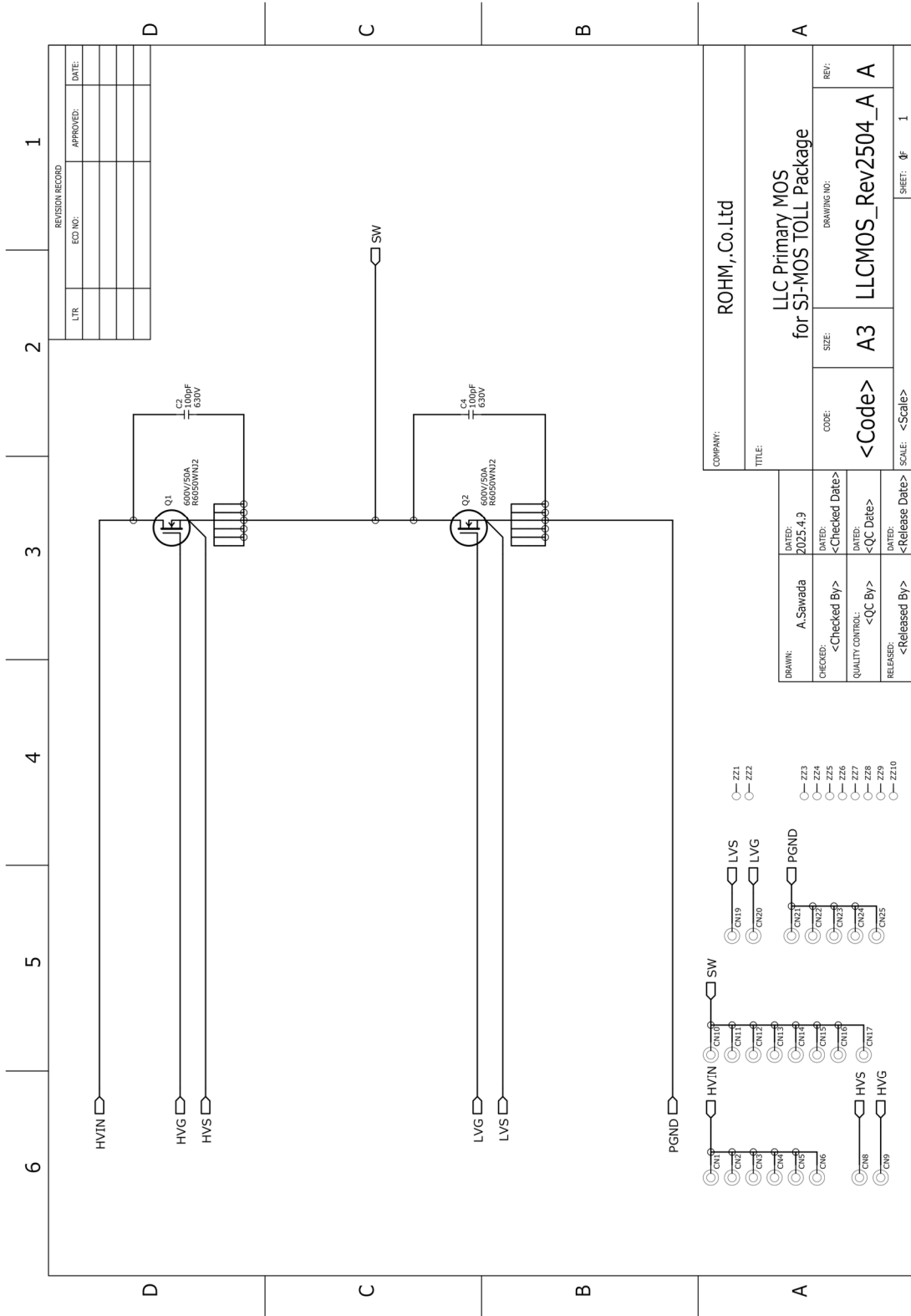


Figure 15. LLCMOS board schematic

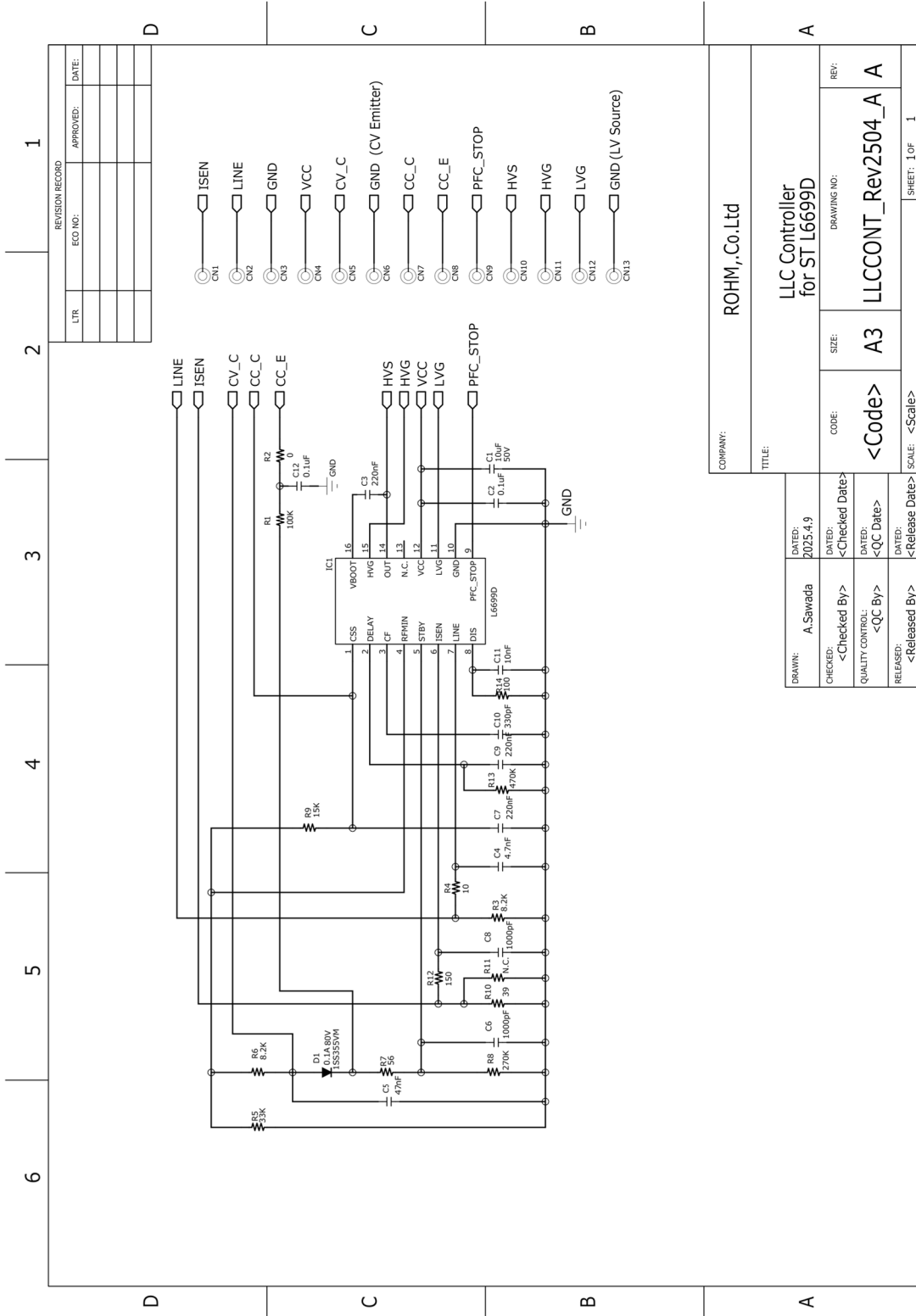


Figure 16. LLCCONT board schematic

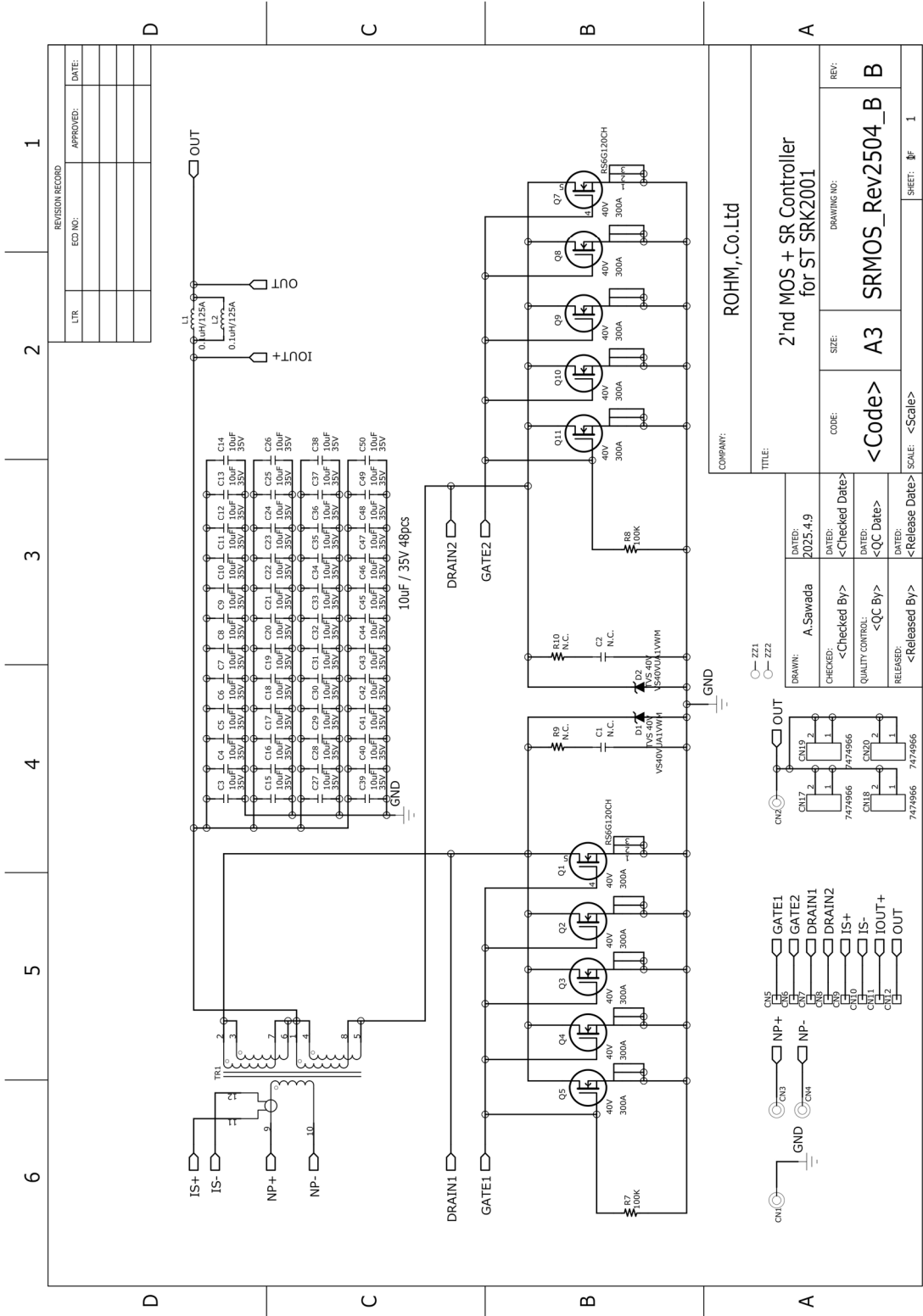


Figure 17. SRMOS board schematic

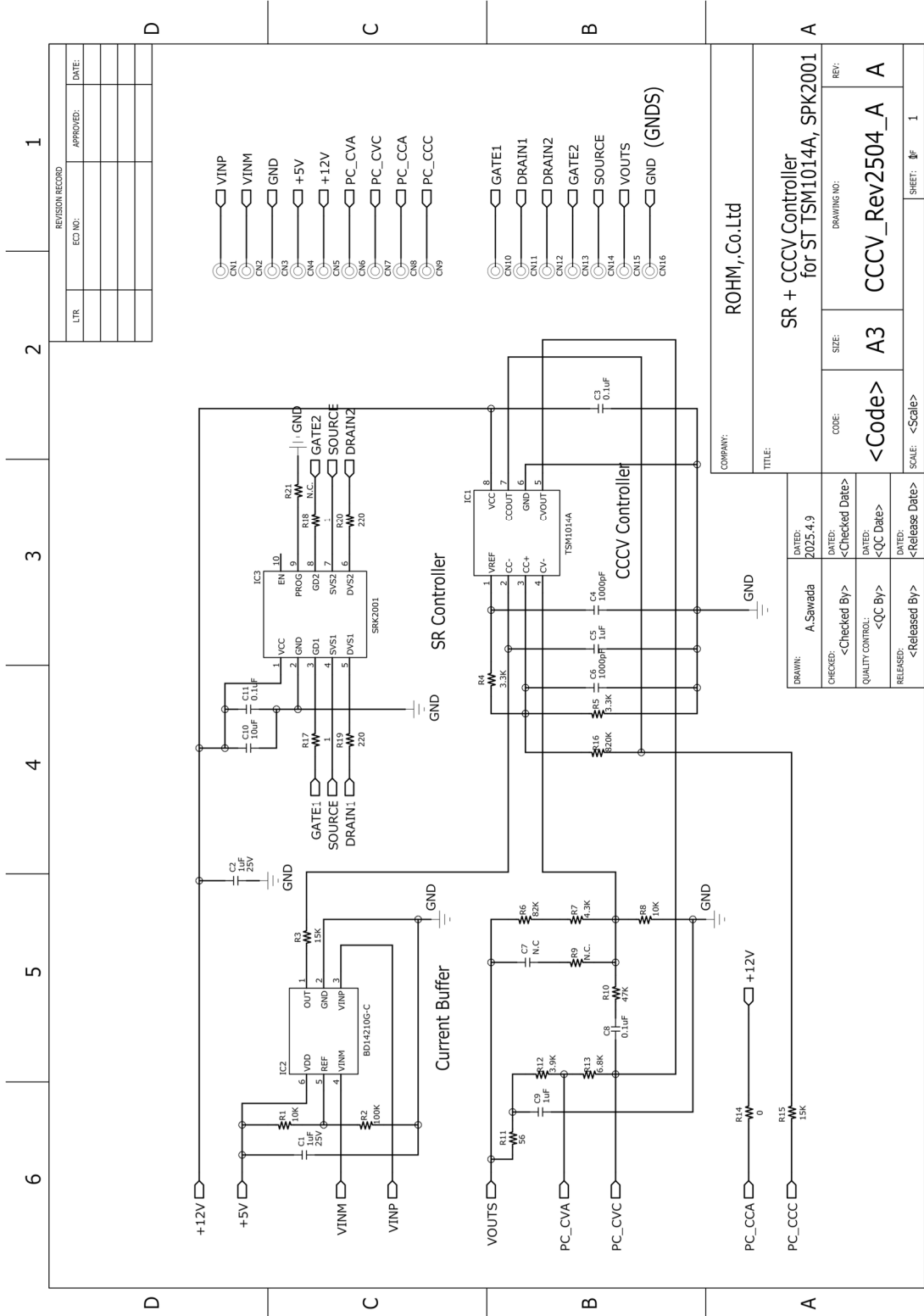
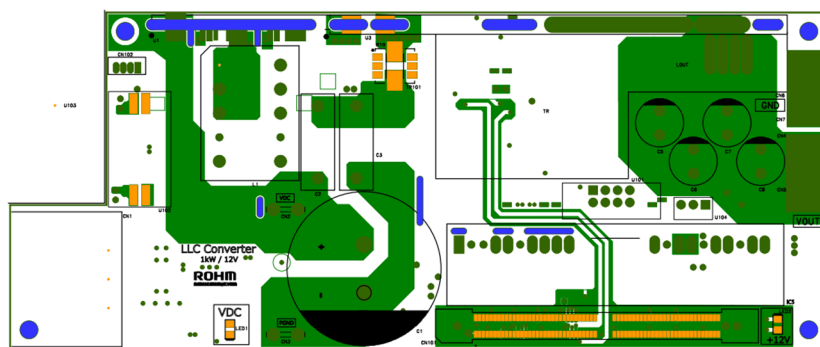
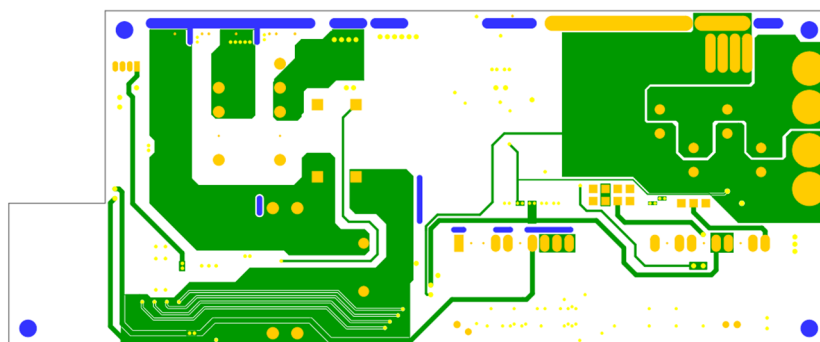


Figure 18. CCCV board schematic

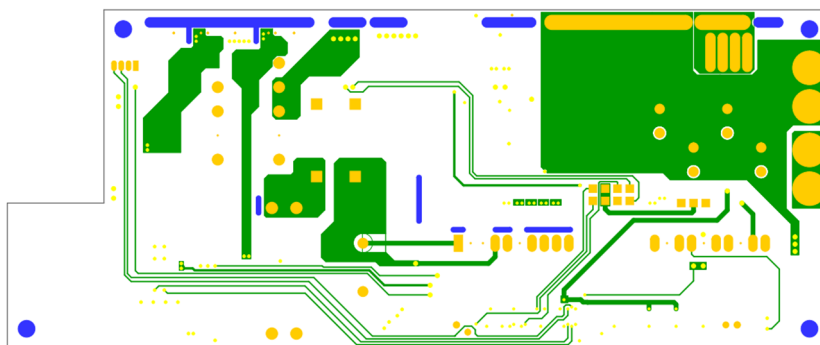
9. レイアウト図



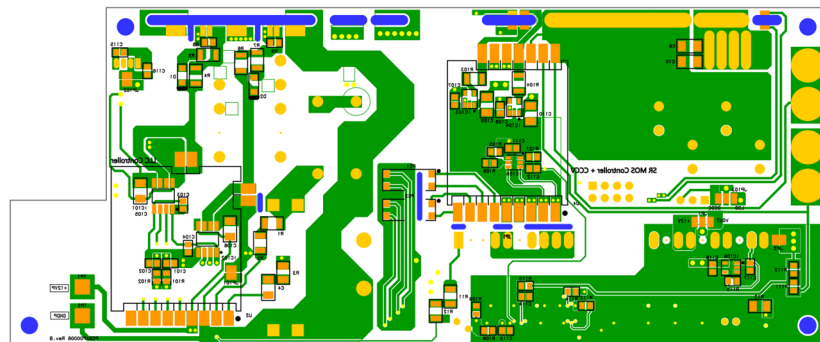
[Top layer]



[2nd layer]



[3rd layer]



[Bottom layer]

Figure 19. Main board layout

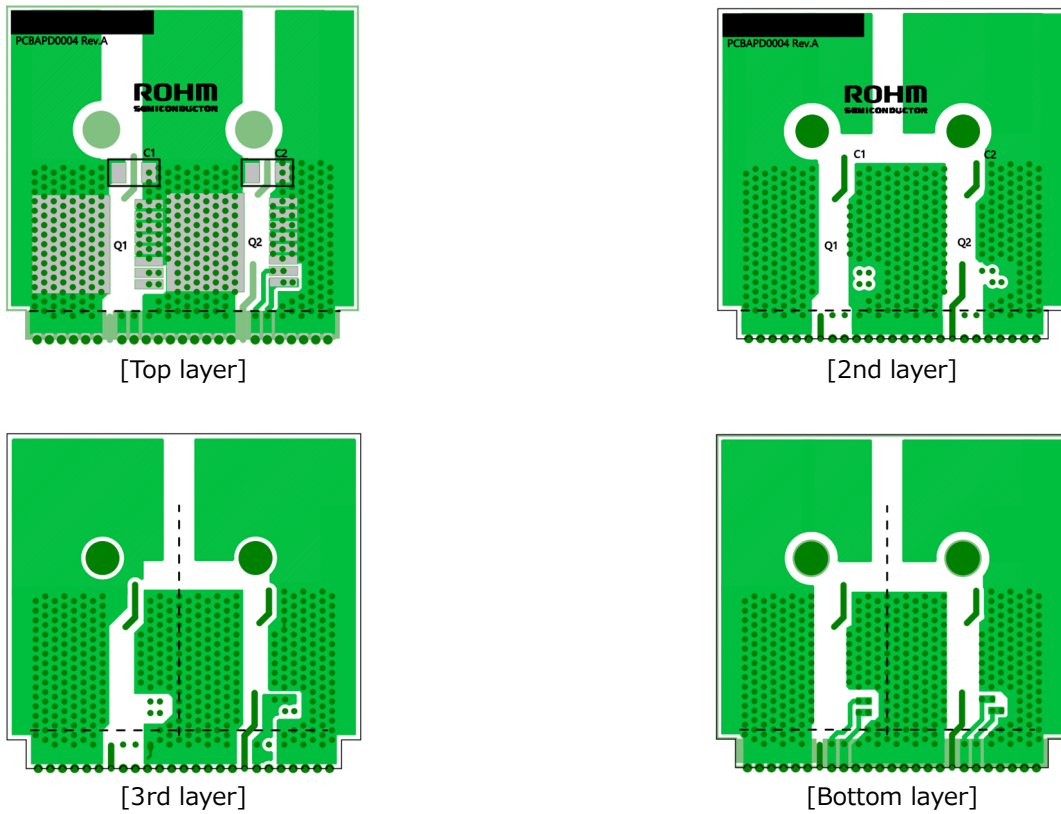


Figure 20. LLCMOS board layout

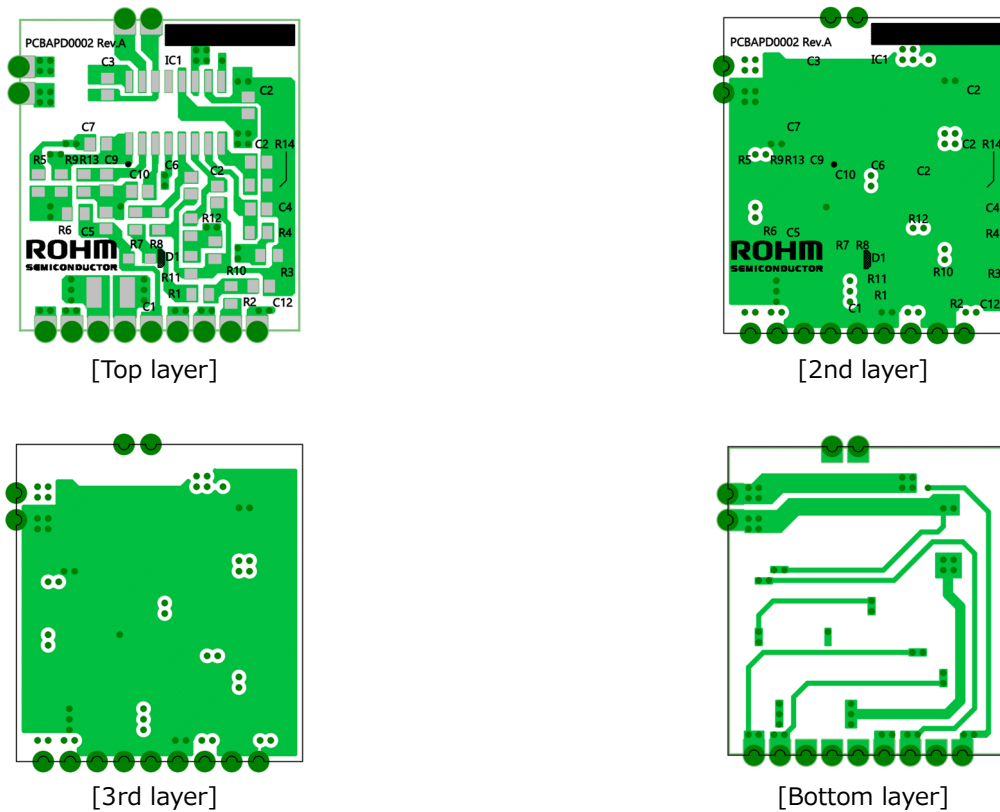
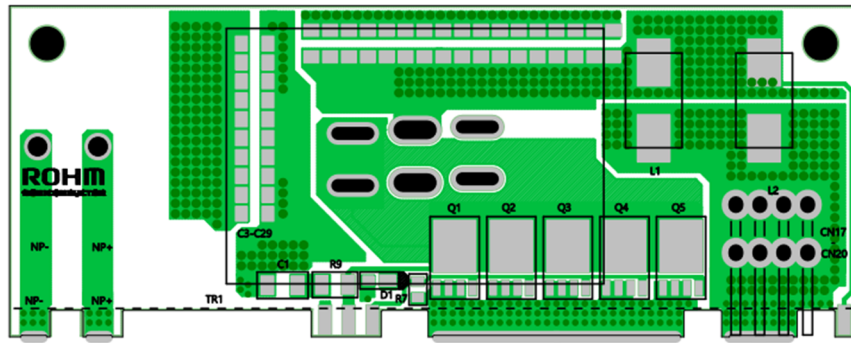
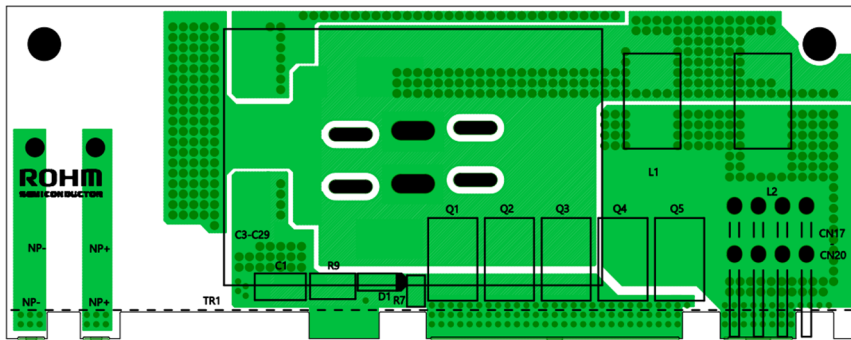


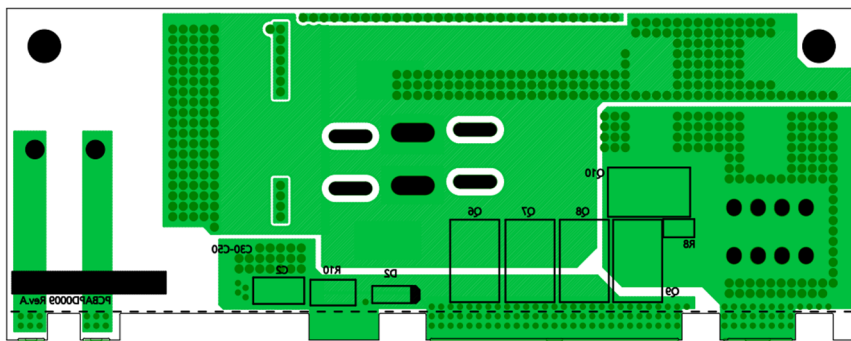
Figure 21. LLCCONT board layout



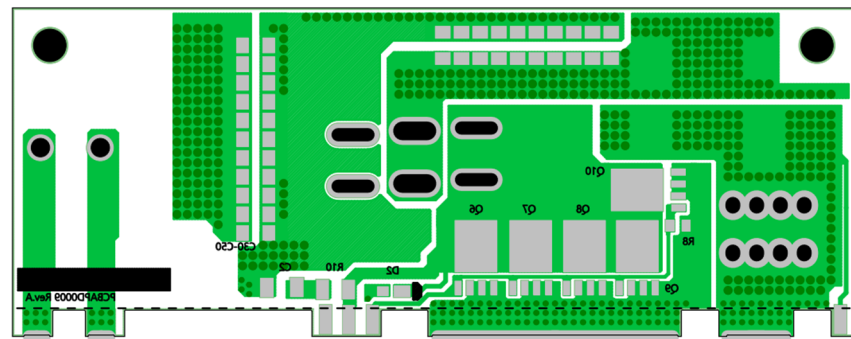
[Top layer]



[2nd layer]



[3rd layer]



[Bottom layer]

Figure 22. SRMOS board layout

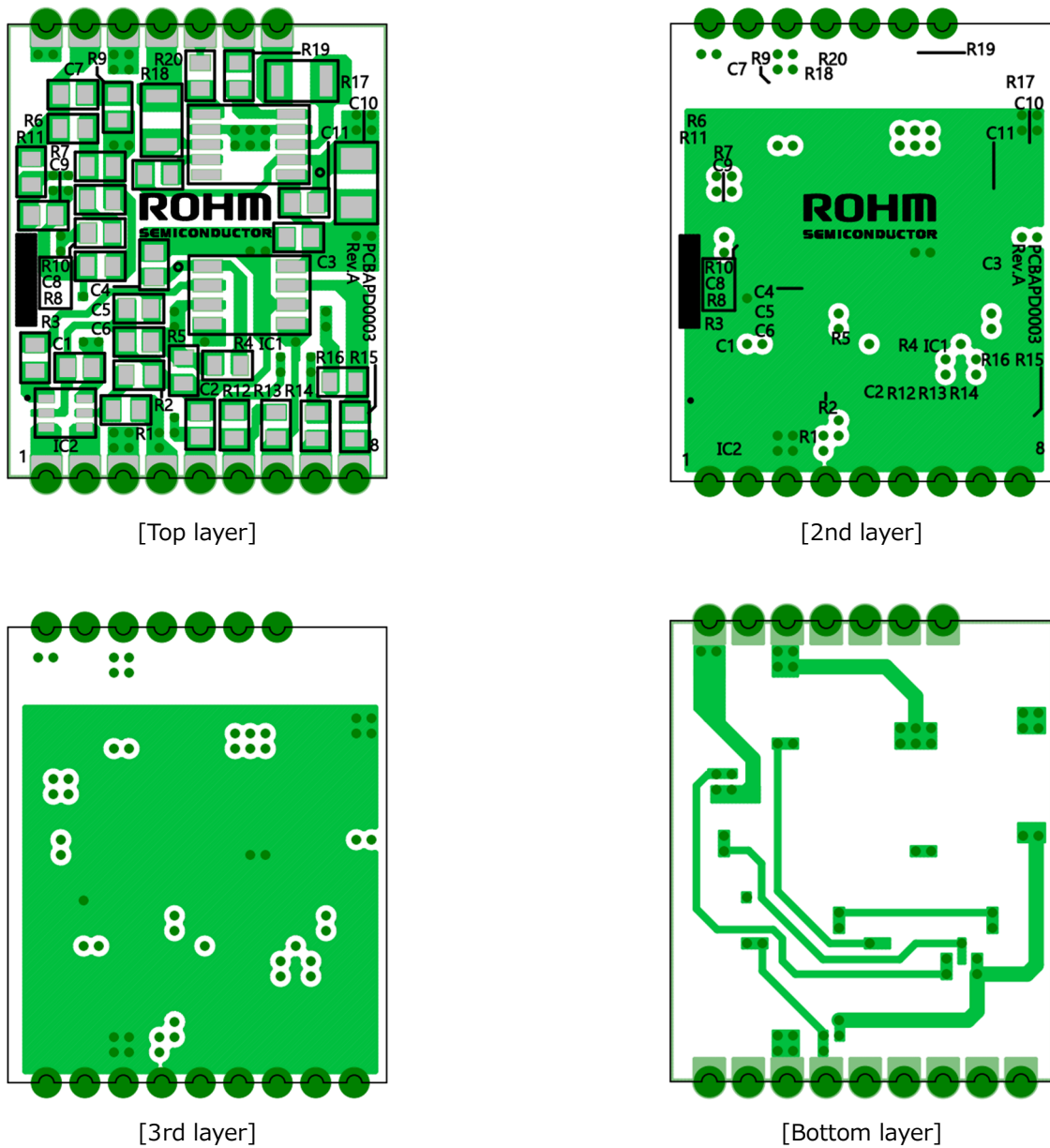


Figure 23. CCCV board layout

## リファレンスデザインのご使用上注意事項

- 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) ロームは、リファレンスデザイン（回路図、レイアウトデータ、部品表やリファレンスボードとその評価結果等を含むがこれらに限られない）及び評価ボードに関係する一切の資料（以下あわせて「リファレンスデザイン等」といいます）をお客様が当社製品を組み込んだ装置、機器、ソフトウェア等（以下あわせて「お客様の製品」といいます）を開発するうえで参照することを目的として提供いたします。なお、お客様の製品を開発するうえで必要となる設計、検証等はおお客様の責任と費用負担で行ってください。いかなる場合であっても、お客様はリファレンスデザイン等を上記目的以外に使用してはいけません。
- 3) リファレンスデザイン等は、現状有姿で提供されます。ロームは、明示的にせよ黙示的にせよ、有用性、機能、正確性、商品性等の、特定の目的への適合性等につき一切保証しません。また、ロームは、契約責任、不法行為責任を問わず、リファレンスデザイン等の使用又は適用から生じる一切の損害（逸失利益、その他の付随的損害、結果的損害、懲罰的損害を含みますがこれらに限られません）について、いかなる場合においても一切責任を負いません。なお、疑義が生じないように付言すると、ロームは、リファレンスデザイン等がおお客様の製品で作動することを保証しません。
- 4) リファレンスデザイン等のご使用に際しては、別途最新の仕様書（リファレンスデザイン等を構成する製品の仕様書を含みます）を必ずご請求のうえ、ご確認ください。
- 5) お客様は、リファレンスデザイン等を参照して開発したお客様の製品により、人身事故、火災損害等が起こらないようデレーティング、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自らの責任で実施するものとします。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。
- 6) リファレンスデザイン等に記載されている応用回路例やその定数などの情報は、標準的な動作や使い方を説明するものです。したがって、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。
- 7) リファレンスデザイン等は、代表的な動作及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。リファレンスデザイン等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。
- 8) リファレンスデザイン等を下記のような特に高い信頼性が要求されるお客様の製品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、送電システム等
- 9) リファレンスデザイン等を極めて高い信頼性が要求される下記のようなお客様の製品には、使用しないでください。
  - ・航空宇宙機器、原子力制御機器、海底中継機器等
- 10) リファレンスデザイン等を、大量破壊兵器の開発等、軍事利用、あるいはその他の軍事使用目的で使用しないでください。
- 11) 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。
- 12) 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。
- 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/>

### ご 注 意

- 1) 本資料に記載されている内容は、ロームグループ(以下「ローム」という)製品のご紹介を目的としています。ローム製品のご使用にあたりましては、別途最新のデータシートもしくは仕様書を必ずご確認ください。
- 2) ローム製品は、一般的な電子機器(AV機器、OA機器、通信機器、家電製品、アミューズメント機器等)もしくはデータシートに明示した用途への使用を意図して設計・製造されています。したがって、極めて高度な信頼性が要求され、その故障や誤動作が人の生命、身体への危険もしくは損害、またはその他の重大な損害の発生に関わるような機器または装置(医療機器、輸送機器、交通機器、航空宇宙機器、原子力制御装置、燃料制御、カーアクセサリを含む車載機器、各種安全装置等)(以下「特定用途」という)にローム製品のご使用を検討される際は事前にローム営業窓口までご相談くださいますようお願いいたします。ロームの文書による事前の承諾を得ることなく、特定用途にローム製品を使用したことによりお客様または第三者に生じた損害等に関し、ロームは一切その責任を負いません。
- 3) 半導体を含む電子部品は、一定の確率で誤動作や故障が生じる場合があります。万が一、誤動作や故障が生じた場合であっても、人の生命、身体、財産への危険または損害が生じないように、お客様の責任においてフェールセーフ設計など安全対策をお願いいたします。
- 4) 本資料に記載された応用回路例やその定数などの情報は、ローム製品の標準的な動作や使い方を説明するためのもので、実際に使用する機器での動作を明示的にも黙示的にも保証するものではありません。したがって、お客様の機器の設計において、回路やその定数及びこれらに関連する情報を使用する場合には、外部諸条件を考慮し、お客様の判断と責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様または第三者に生じた損害に関し、ロームは一切その責任を負いません。
- 5) ローム製品及び本資料に記載の技術を輸出または国外へ提供するには、「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きを行ってください。
- 6) 本資料に記載された応用回路例などの技術情報及び諸データは、あくまでも一例を示すものであり、これらに関する第三者の知的財産権及びその他の権利について権利侵害がないことを保証するものではありません。また、ロームは、本資料に記載された情報について、ロームもしくは第三者が所有または管理している知的財産権その他の権利の実施、使用または利用を、明示的にも黙示的にも、お客様に許諾するものではありません。
- 7) 本資料の全部または一部をロームの文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを固くお断りいたします。
- 8) 本資料に記載の内容は、本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。ローム製品のご購入及びご使用に際しては、事前にローム営業窓口で最新の情報をご確認ください。
- 9) ロームは本資料に記載されている情報に誤りがないことを保証するものではありません。万が一、本資料に記載された情報の誤りによりお客様または第三者に損害が生じた場合においても、ロームは一切その責任を負いません。



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をご用意しておりますので、お問い合わせください。

## ROHM Customer Support System

<https://www.rohm.co.jp/contactus>