

**車載用 3kW 48V-12V  
双方向 DC-DC コンバーター  
リファレンスガイド**

**RD210-RGUIDE-01**

---

**東芝デバイス&ストレージ株式会社**

## 目次

<b>1. はじめに</b> .....	<b>3</b>
<b>2. 外観と仕様</b> .....	<b>4</b>
2.1. 仕様.....	4
2.2. ブロック図 .....	5
2.3. 外観.....	6
2.4. 部品配置 .....	9
<b>3. 回路図、部品表、PCB パターン図</b> .....	<b>12</b>
3.1. 回路図.....	12
3.2. 部品表.....	12
3.3. PCB パターン図 .....	12
<b>4. 動作手順</b> .....	<b>21</b>
4.1. 外部機器との接続.....	21
4.2. 起動手順と停止手順 .....	22
4.3. 評価上の注意事項 (感電/高温火傷など).....	22
<b>5. 電源特性</b> .....	<b>23</b>
5.1. 効率.....	23

## 1. はじめに

本リファレンスガイドでは車載用 3kW 48V-12V 双方向 DC-DC コンバーター（以下、本デザイン）の各部回路の設計概要について解説します。

世界的な温室効果ガス排出削減の動きをうけ、内燃機関のみを動力として使用する従来型の自動車に代わり、xEV と呼ばれるハイブリッド車やバッテリー式電気自動車の普及が進んでいます。これら xEV では電力損失低減を目的に、48V の Li イオンバッテリーを搭載する例が増えています。しかしながら既存の 12V 鉛バッテリーを電源とする一部システムを流用する際には 12V バッテリーの搭載も必須です。本デザインは、このように 48V バッテリーと 12V バッテリーが共存している応用で不可欠な、48V から 12V への降圧、12V から 48V への昇圧を実現する双方向 DC-DC コンバーターです。

低オン抵抗・高放熱性を実現した当社車載用 N チャネルパワー MOSFET 製品ラインアップから、40V 耐圧系 [XPQR3004PB](#) をスイッチング部のハイサイド MOSFET・ローサイド MOSFET と 12V ラインの入出力スイッチ部に、100V 耐圧系 [XPW4R10ANB](#) を 48V ラインの入出力スイッチ部に使用し、高効率動作を達成しています。

また、12V ラインの入出力回路部は逆接保護機能を持ったハイサイド用 N チャネルパワー MOSFET ゲートドライバー [TPD7106F](#) を使用し、バックトゥバック接続<sup>※</sup>された MOSFET を駆動することでバッテリーの極性を逆に接続した際の回路破壊から保護します。

※：2 個の MOSFET のドレイン端子あるいはソース端子を共通にして直列に接続する構成。オフ時に正負双方向の電流を遮断可能。

## 2. 外観と仕様

### 2.1. 仕様

表 2.1 に本デザインの主な仕様を示します。

表 2.1 本デザインの仕様

項目	条件	Min.	Typ.	Max.	単位
<b>降圧動作時</b>					
入力電圧		24	48	54	V
出力電圧		11.85	12	12.15	V
最大出力電力	4 相動作			3	kW
スイッチング周波数			200		kHz
<b>昇圧動作時</b>					
入力電圧		5	12	16	V
出力電圧		47.4	48	48.6	V
最大出力電力	Vin=12V 以上、4 相動作			3	kW
スイッチング周波数			200		kHz
<b>共通項目</b>					
保護機能	入力減電圧保護、入力過電流保護、入力過電力保護、 出力過電圧保護、出力過電流保護、出力短絡保護 過熱保護				
基板層構成	メイン基板：FR-4 6 層構成、銅箔厚 105 $\mu$ m (表層)、210 $\mu$ m (内層) 制御基板：FR-4 4 層構成、銅箔厚 35 $\mu$ m				

## 2.2. ブロック図

本設計のブロック図を図 2.1 に示します。

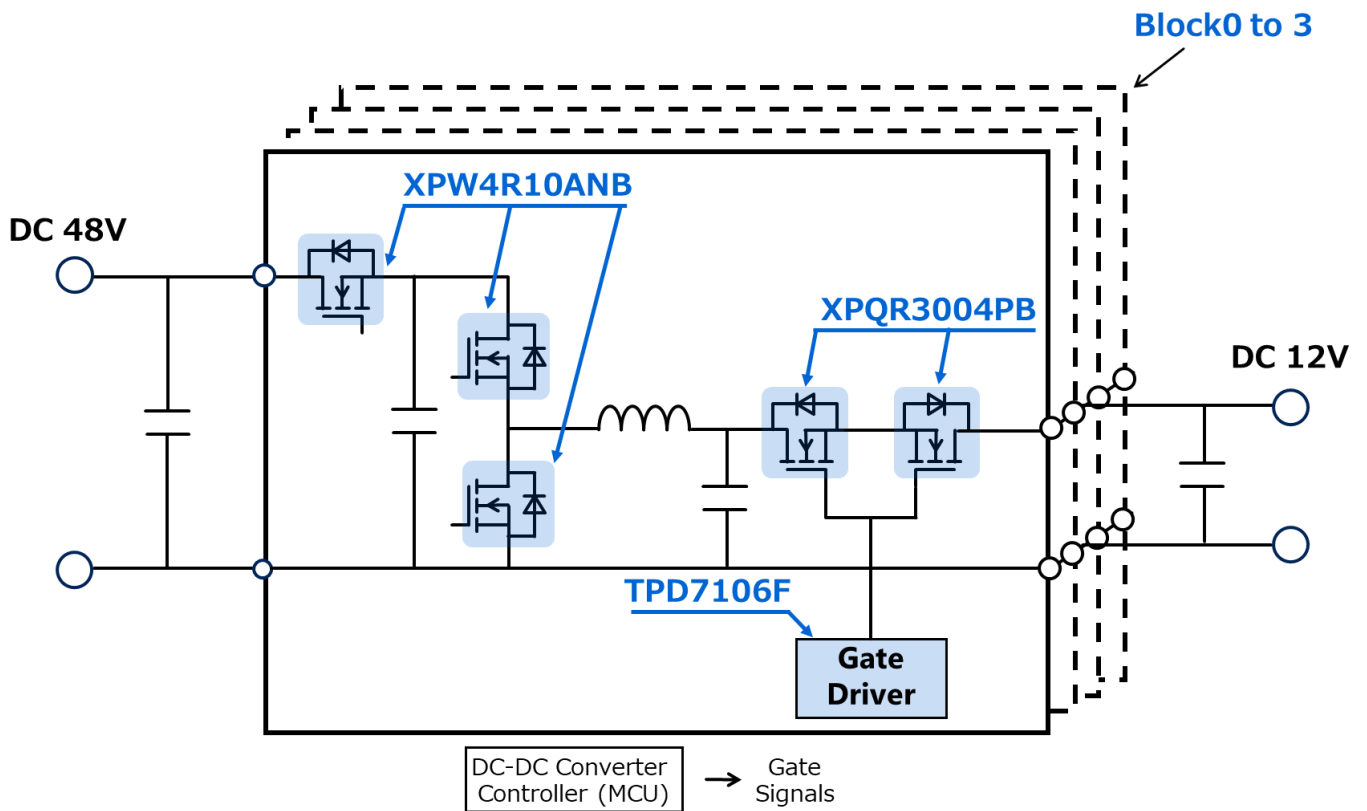


図 2.1 ブロック図

48V ラインの入出力回路、双方向 DC-DC コンバーター、12V ラインの入出力回路で構成されたブロックを、Block0 から Block3 までの 4 ブロック並列接続しています。4 相の双方向 DC-DC コンバーターは、スイッチングの位相を 90 度ずつずらした動作をします。

### 2.3. 外観

本デザインの外観を図 2.2 に示します。本デザインは、入出力回路、DC-DC コンバーターを配置したメイン基板とその上に配置した制御用 MCU などを搭載した制御基板で構成しています。メイン基板の外観を図 2.3、図 2.4 に、制御基板の外観を図 2.5、図 2.6 に示します。

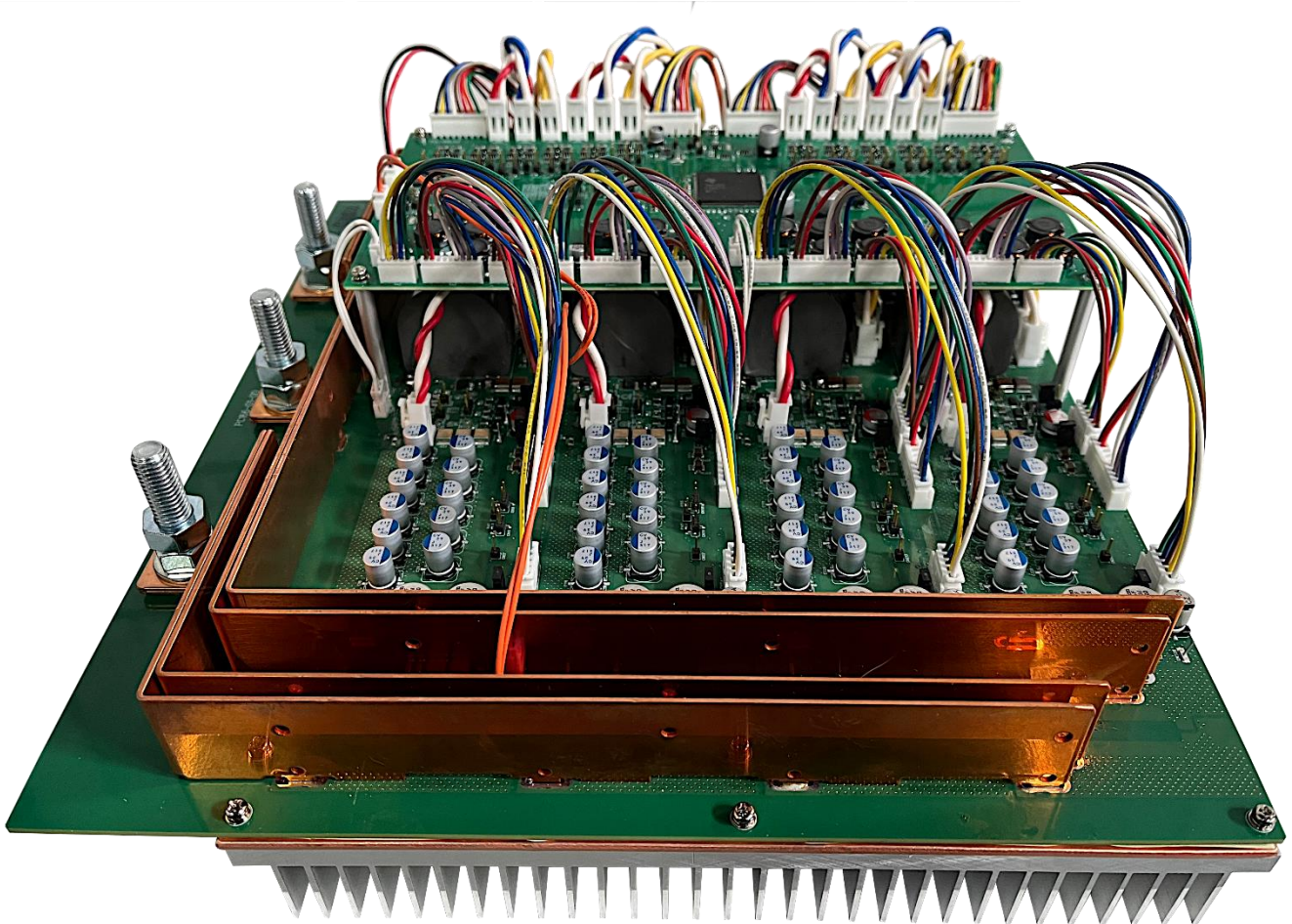


図 2.2 本デザイン外観

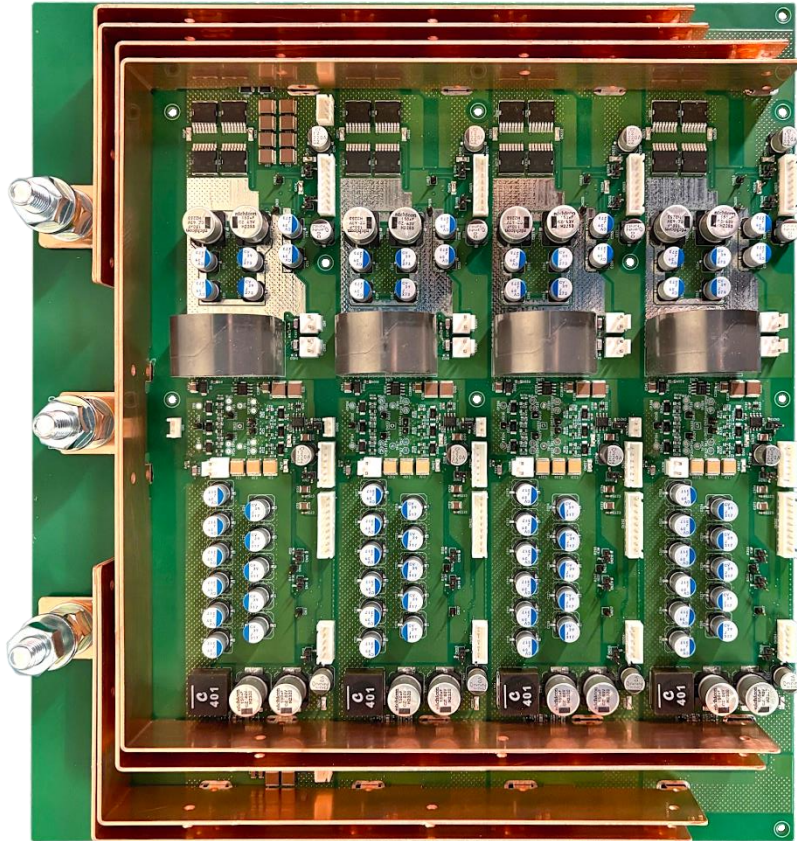


图 2.3 メイン基板表面

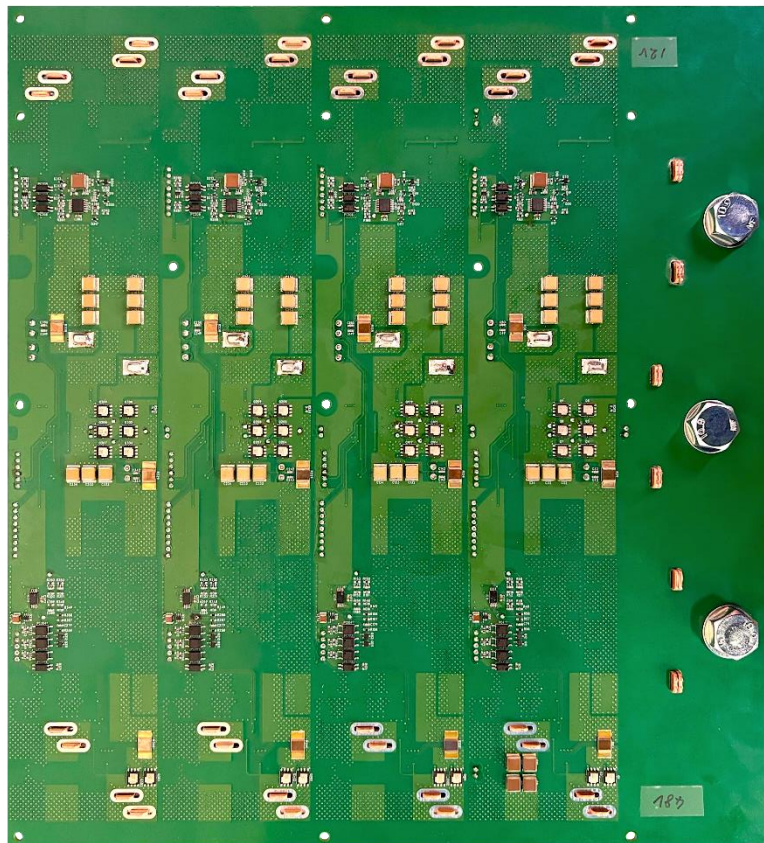


图 2.4 メイン基板裏面

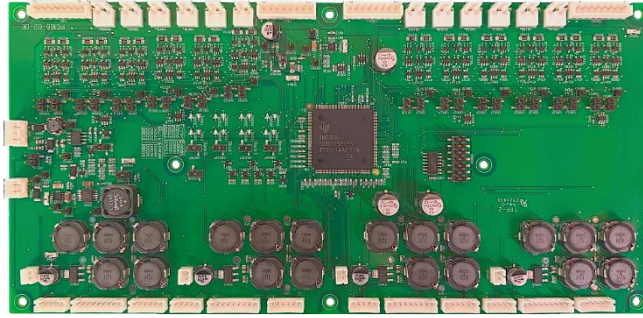


图 2.5 制御基板表面

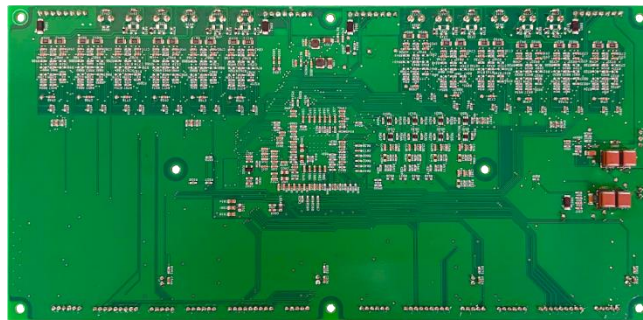
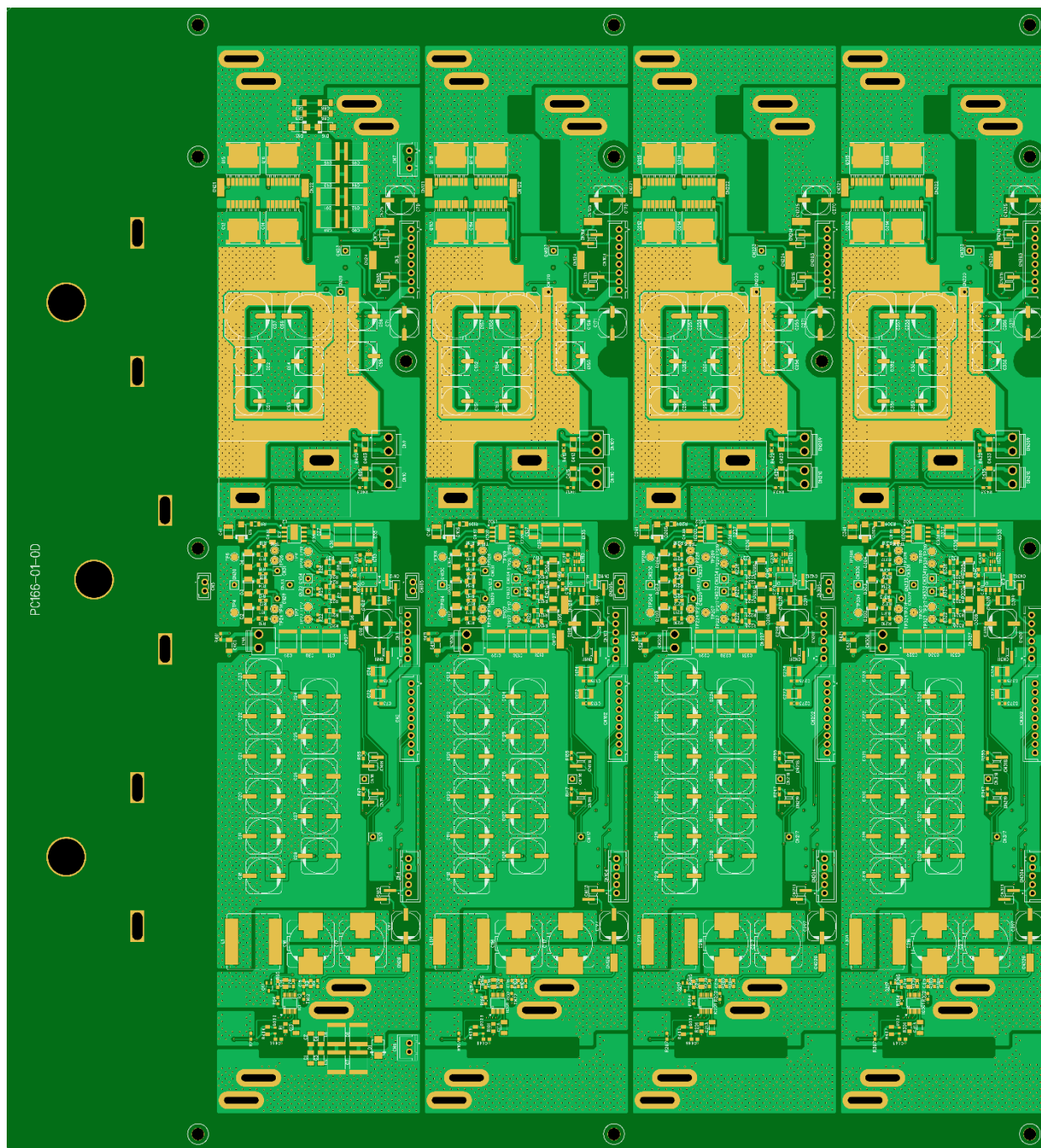


图 2.6 制御基板裏面

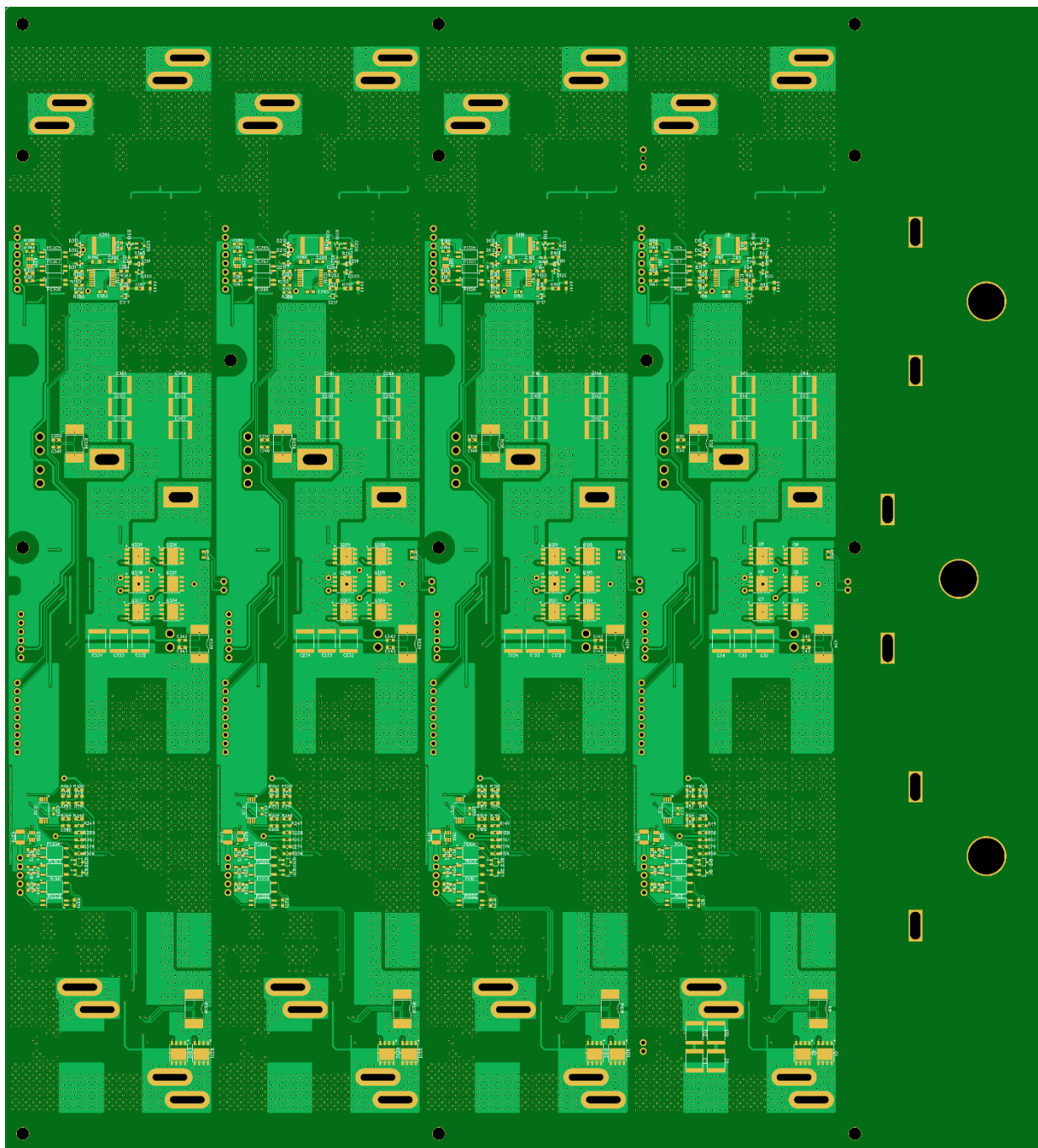


### 2.4. 部品配置

図 2.7 にメイン基板の部品配置を、図 2.8 に制御基板の部品配置を示します。

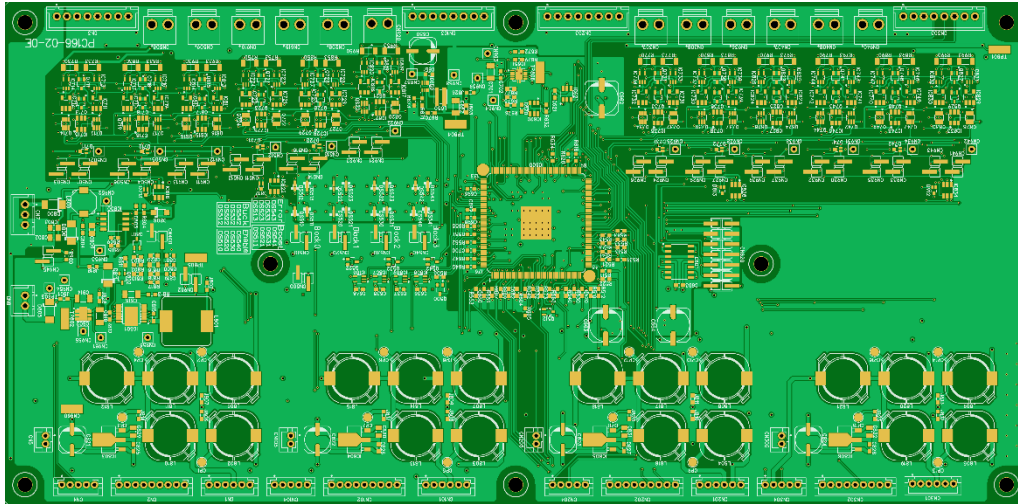


<Front 側>

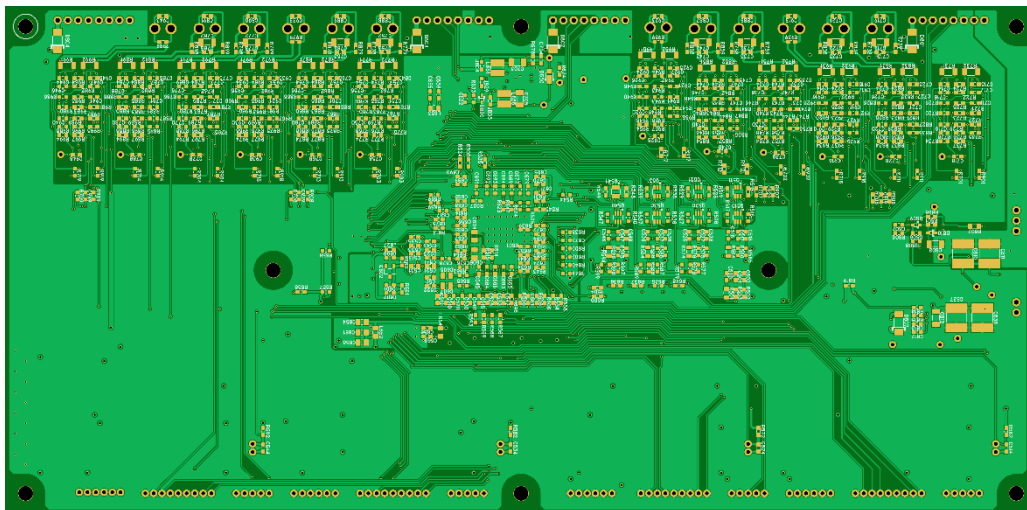


<Back 側>

図 2.7 メイン基板部品配置



<Front 側>



<Back 側>

图 2.8 制御基板部品配置

## 3. 回路図、部品表、PCB パターン図

### 3.1. 回路図

以下のファイルを参照ください。

メイン基板：RD210-SCHEMATIC1-xx.pdf

制御基板：RD210-SCHEMATIC2-xx.pdf

(xx はレビジョン番号)

### 3.2. 部品表

以下のファイルを参照ください。

メイン基板：RD210-BOM1-xx.pdf

制御基板：RD210-BOM2-xx.pdf

(xx はレビジョン番号)

### 3.3. PCB パターン図

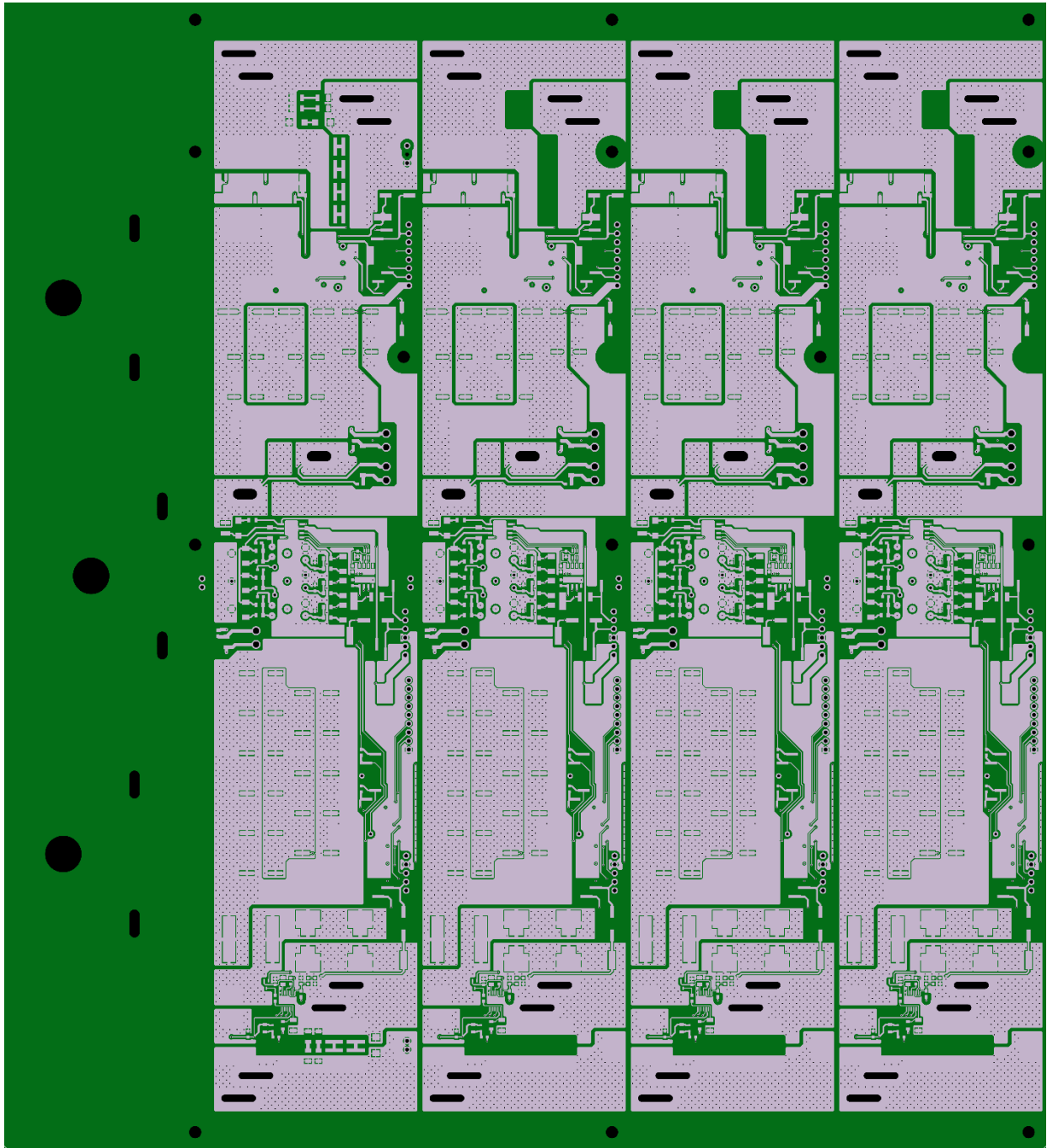
メイン基板の PCB パターン図を図 3.1 に、制御基板のパターン図を図 3.2 に示します。

以下のファイルも参照ください。

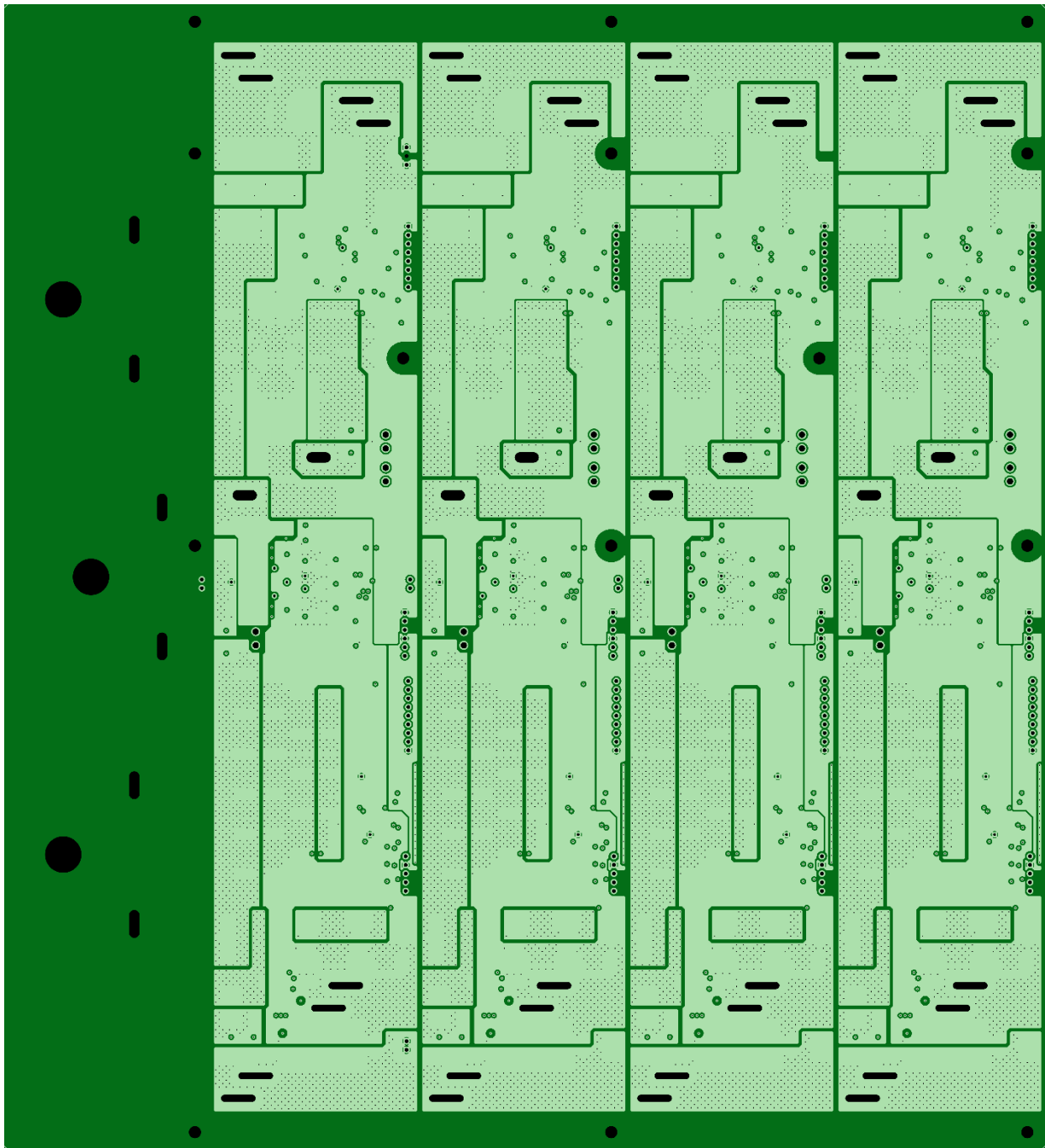
メイン基板：RD210-LAYER1-xx.pdf

制御基板：RD210-LAYER2-xx.pdf

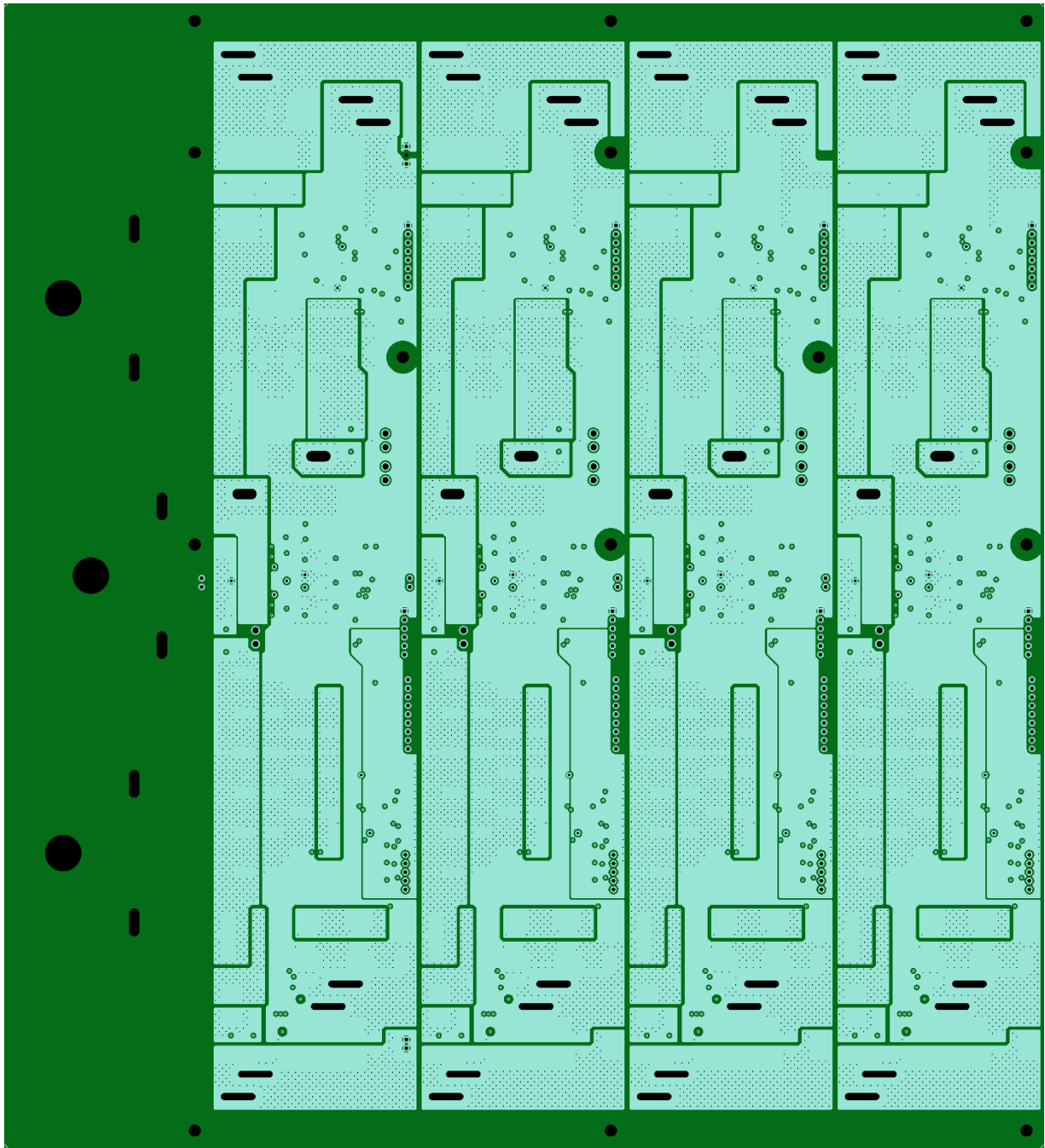
(xx はレビジョン番号)



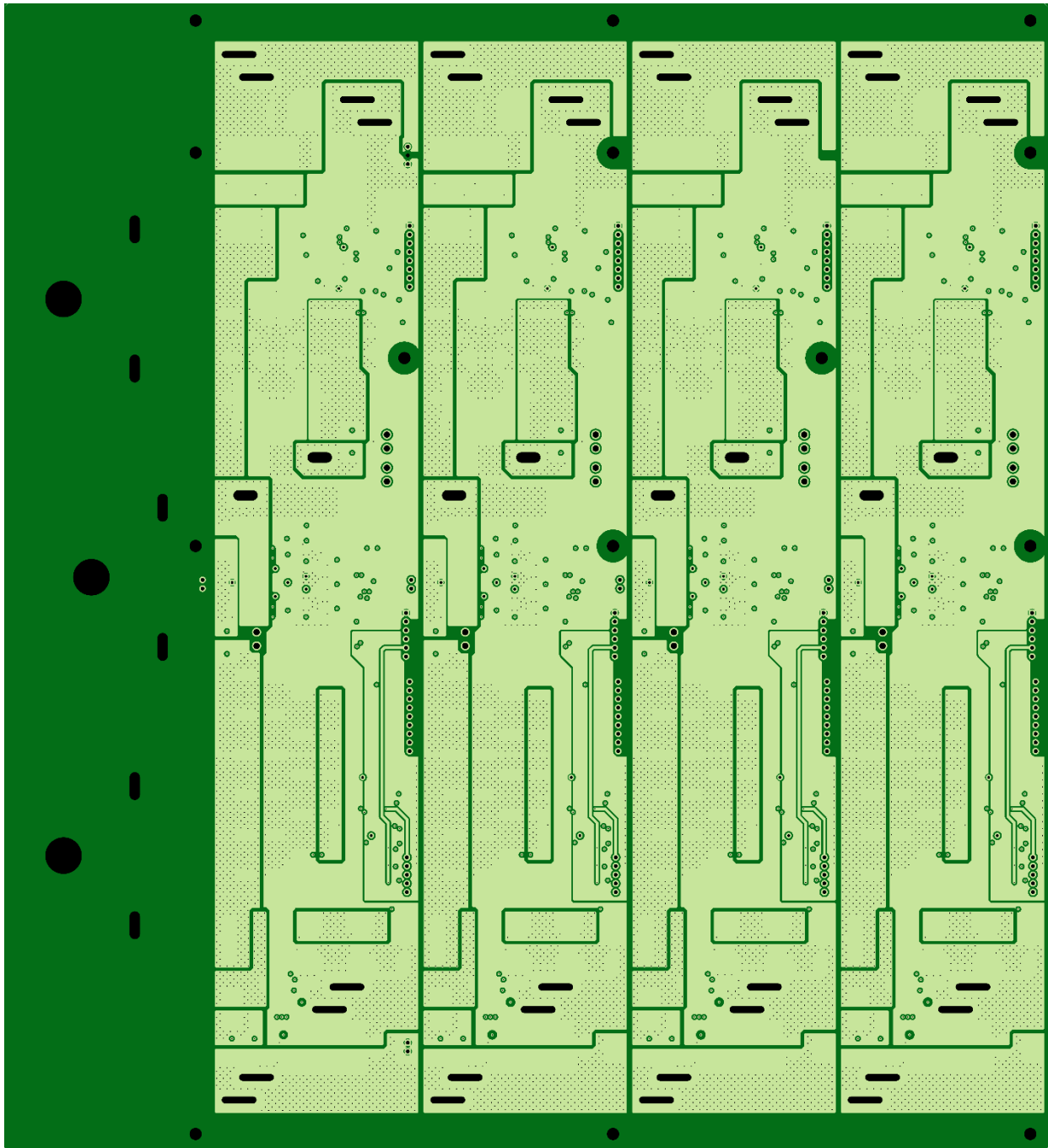
<Layer1、Front 側>



<Layer2>

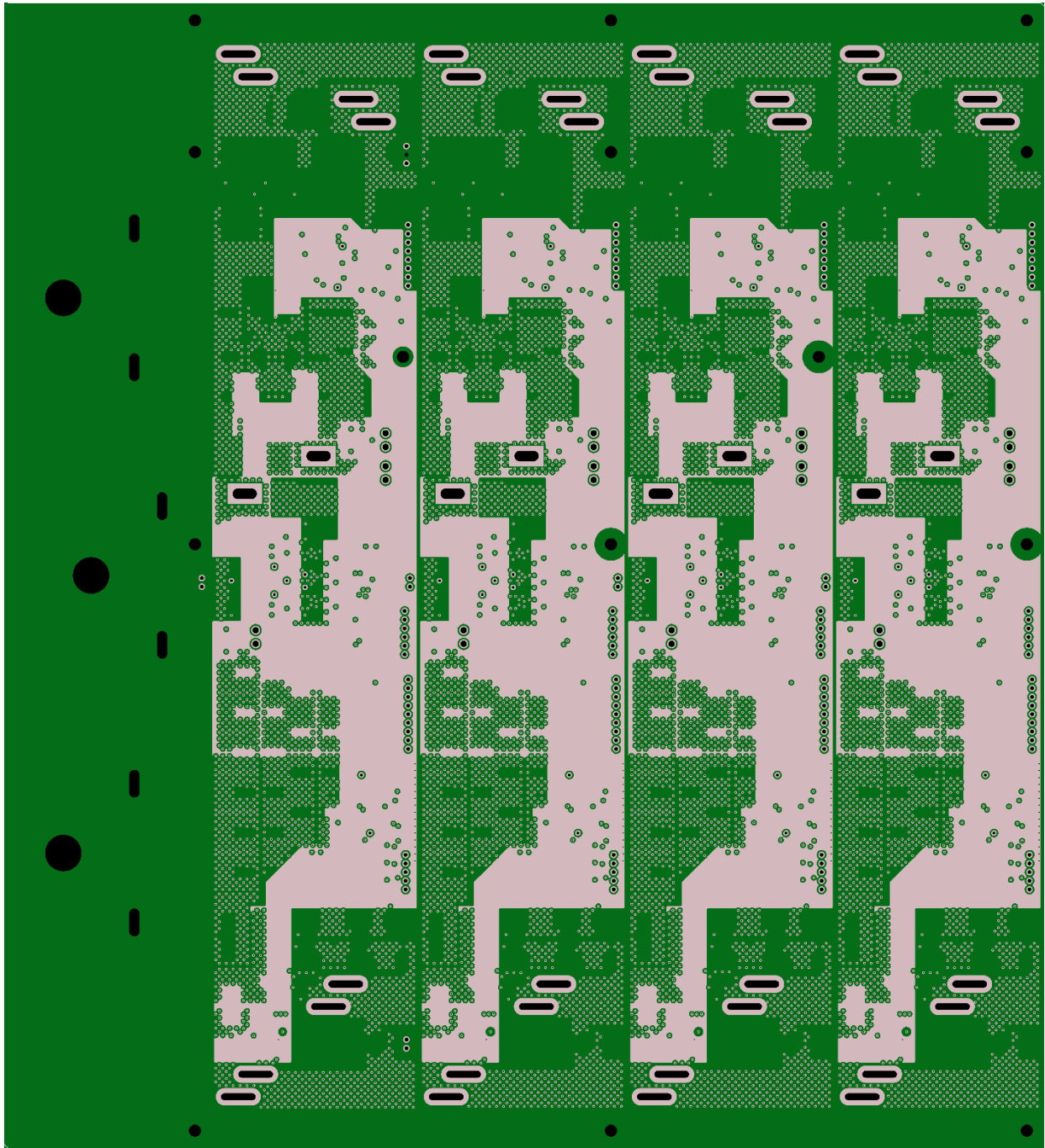


<Layer3>

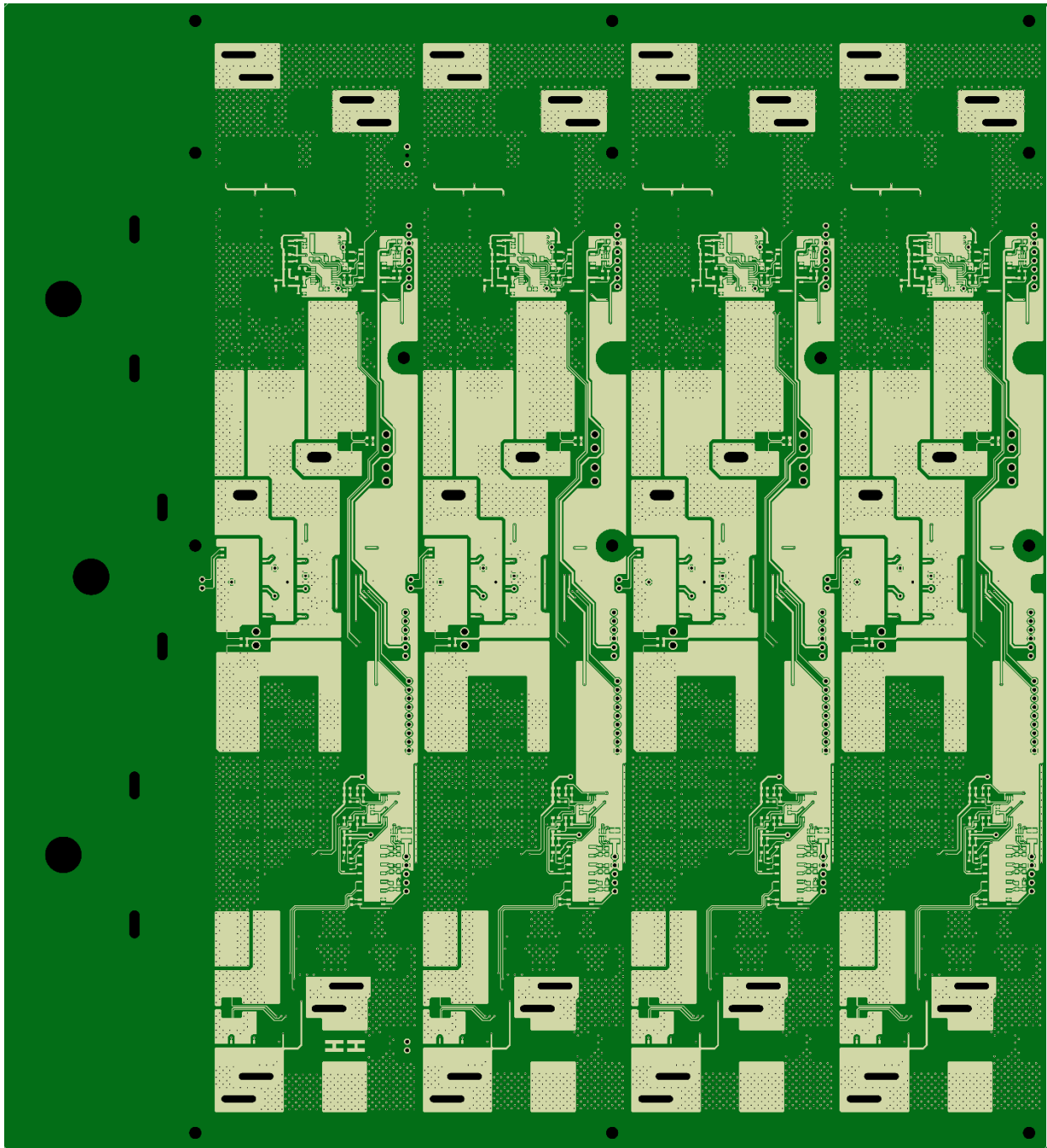


<Layer4>



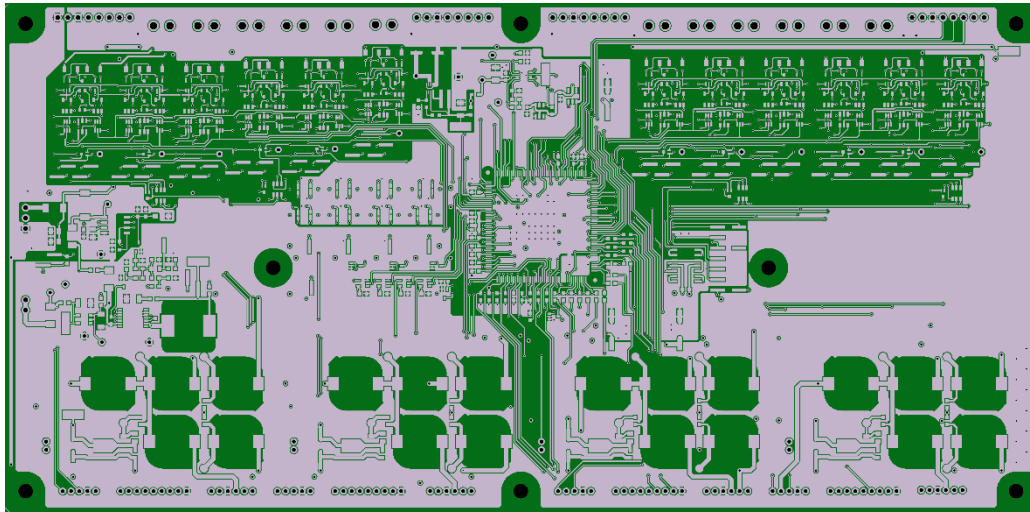


<Layer5>

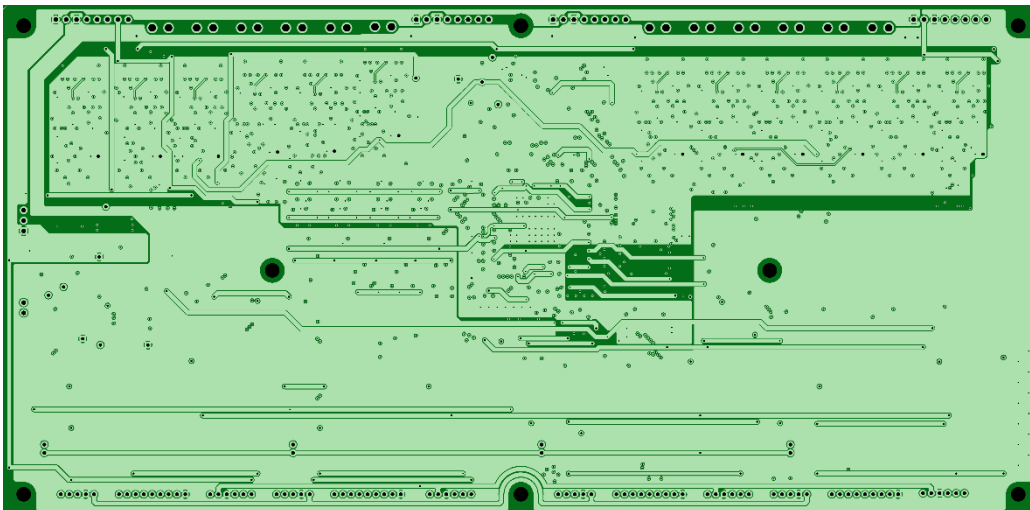


<Layer6、Back 側>

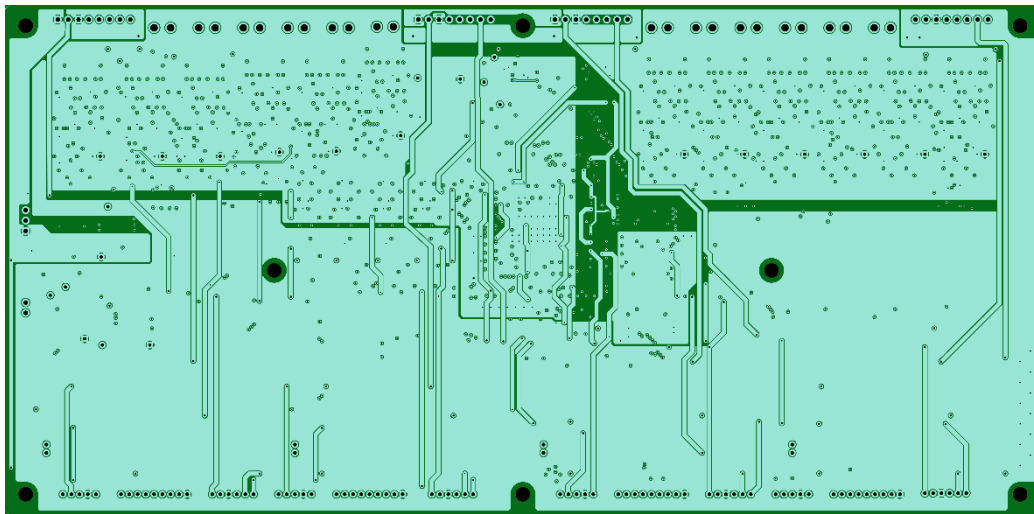
図 3.1 メイン基板パターン図 (Front View)



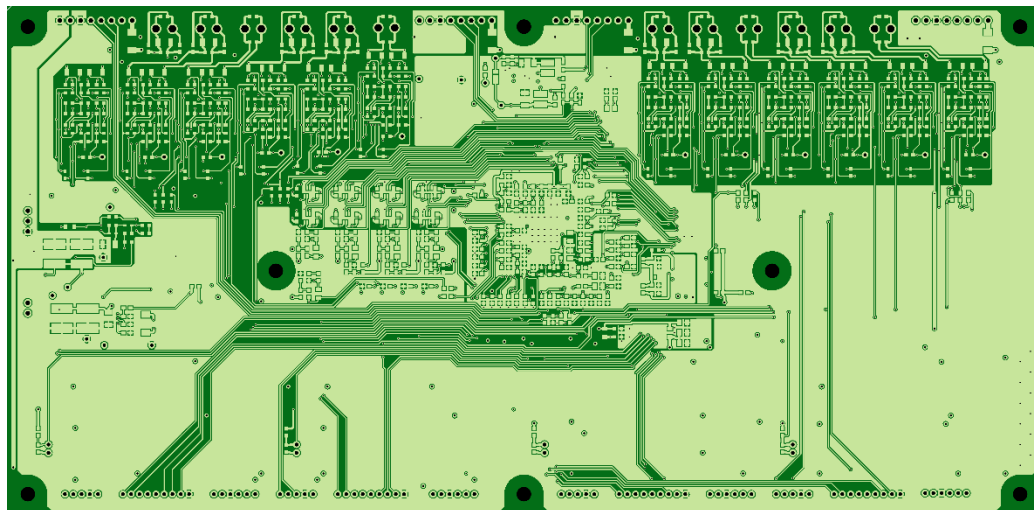
<Layer1、Front 側>



<Layer2>



<Layer3>



<Layer1、Back 側>

図 3.2 制御基板パターン図 (Front View)

## 4. 動作手順

### 4.1. 外部機器との接続

図 4.1 に本デザインの外部接続端子、設定用ジャンパー端子を示します。赤色で囲んだ部分が 48V ライン (高電圧側) の入出力回路の+端子、青色で囲んだ部分が 12V ライン (低電圧側) の入出力回路の+端子、オレンジ色で囲んだ部分が共通の GND 端子です。白色で囲んだ部分が、昇圧動作・降圧動作切り替え用ジャンパー端子 (CN500)、電源起動作用ジャンパー端子 (CN400) です。

入力として使用する端子と GND 端子に直流安定化電源を接続、出力として使用する端子と GND 端子に直流負荷を接続します。接続する電源、負荷装置、使用するケーブル類は、電源仕様を満足した物を使用ください。

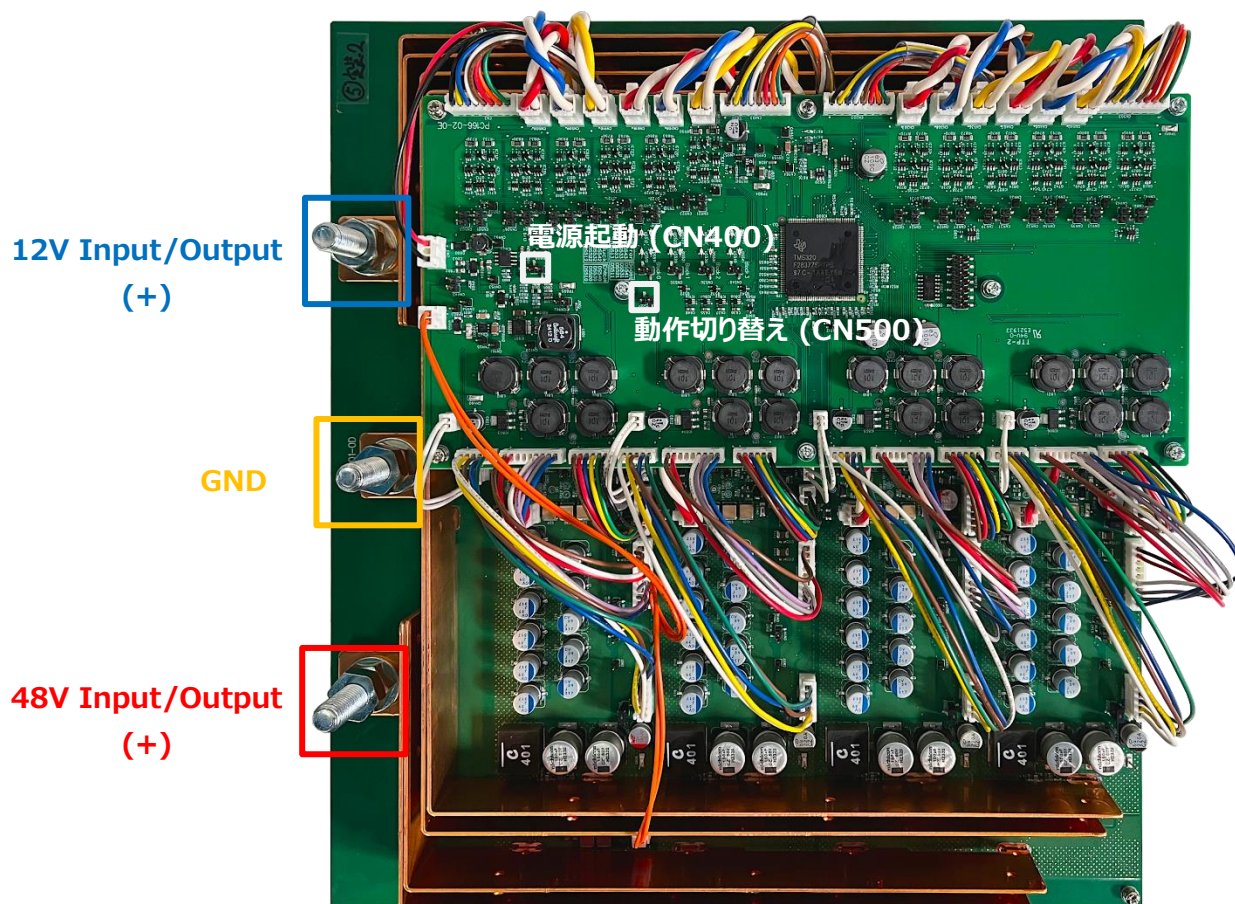


図 4.1 外部接続端子

## 4.2. 起動手順と停止手順

起動前に上記外部端子部が全て 0V であることを確認します。

### [起動手順]

1. CN400 をオープンにします。
2. 接続した電源を投入します。
3. 昇圧動作させる際は CN500 をオープンにします (降圧動作させる際は CN500 をショート)。
4. CN400 をショートします。MCU に電源が供給され、電源動作を開始します。

### [停止手順]

1. CN400 をオープンにします。MCU への電源供給が遮断され、電源動作を停止します。
2. 接続した電源を遮断します。

## 4.3. 評価上の注意事項 (感電/高温火傷など)

電源接続時の感電にご注意ください。通電中は、電源各部に直接触れないでください。波形観測時には十分ご注意ください。本電源の停止後も、各種コンデンサーの残留電荷で感電の恐れがあります。各部の電圧が十分に低下したことを確認してから、基板に触れてください。

また、負荷電流に応じて本電源の半導体やインダクターなどが発熱します。本電源は強制空冷を想定しています。高負荷時に発熱部品が定格温度範囲となるような空冷装置を使用してください。本電源の動作中は火傷の恐れがありますので、電源各部に触れないでください。

## 5. 電源特性

本デザインの電源効率測定結果を説明します。降圧動作 (入力電圧 48V、出力電圧 12V)、昇圧動作 (入力電圧 12V、出力電圧 48V) でそれぞれ定格負荷の 3kW までの効率を測定しました。

### 5.1. 効率

図 5.1 に降圧動作時の効率測定結果を、図 5.2 に昇圧動作時の効率測定結果を示します。降圧動作では 3kW 出力時に 91.3%、昇圧動作では 3kW 出力時に 92.2%の高効率を実現しています。

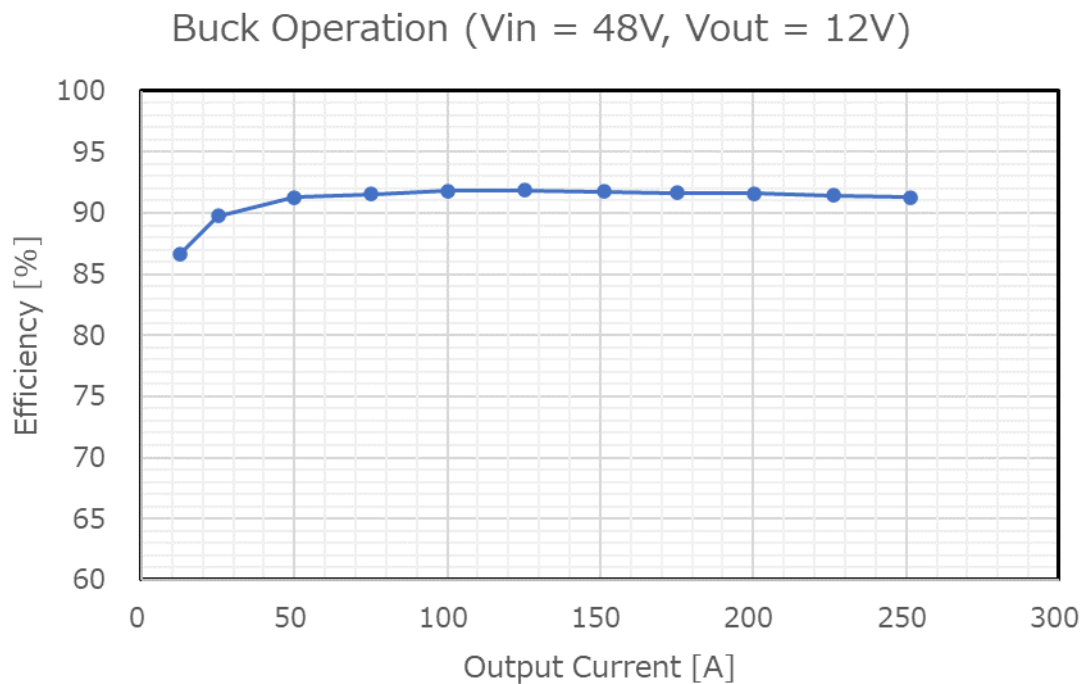


図 5.1 降圧動作効率

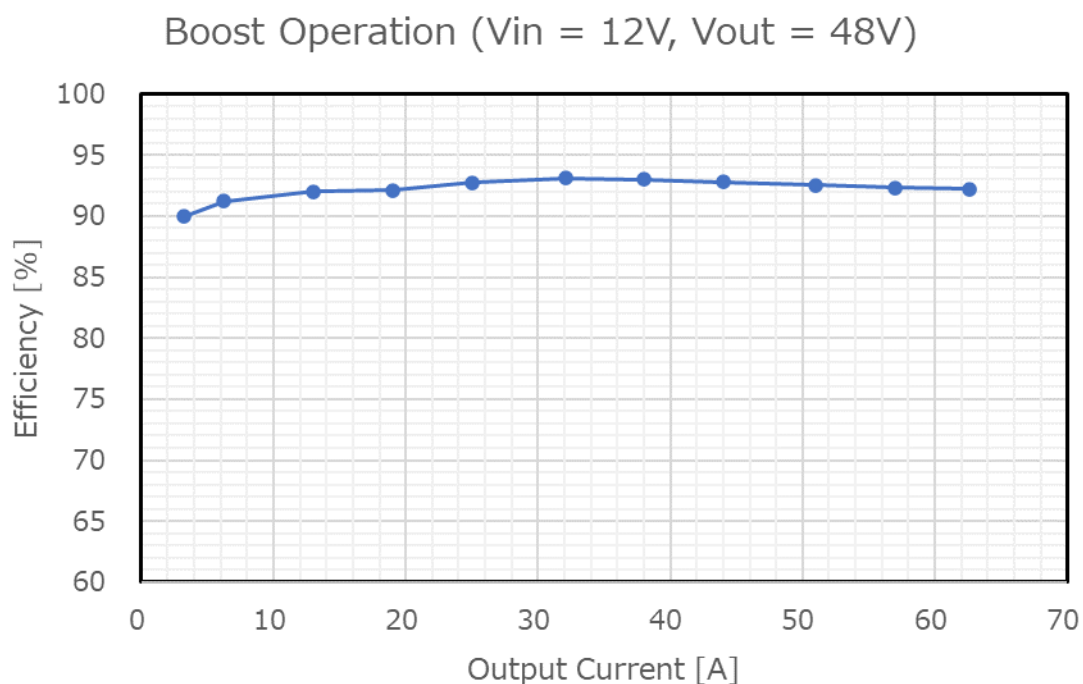


図 5.2 昇圧動作効率

## ご利用規約

本規約は、お客様と東芝デバイス&ストレージ株式会社（以下「当社」といいます）との間で、当社半導体製品を搭載した機器を設計する際に参考となるドキュメント及びデータ（以下「本リファレンスデザイン」といいます）の使用に関する条件を定めるものです。お客様は本規約を遵守しなければなりません。

### 第1条 禁止事項

お客様の禁止事項は、以下の通りです。

1. 本リファレンスデザインは、機器設計の参考データとして使用されることを意図しています。信頼性検証など、それ以外の目的には使用しないでください。
2. 本リファレンスデザインを販売、譲渡、貸与等しないでください。
3. 本リファレンスデザインは、高温・多湿・強電磁界などの対環境評価には使用できません。
4. 本リファレンスデザインを、国内外の法令、規則及び命令により、製造、使用、販売を禁止されている製品に使用しないでください。

### 第2条 保証制限等

1. 本リファレンスデザインは、技術の進歩などにより予告なしに変更されることがあります。
2. 本リファレンスデザインは参考用のデータです。当社は、データ及び情報の正確性、完全性に関して一切の保証をいたしません。
3. 半導体素子は誤作動したり故障したりすることがあります。本リファレンスデザインを参考に機器設計を行う場合は、誤作動や故障により生命・身体・財産が侵害されることのないように、お客様の責任において、お客様のハードウェア・ソフトウェア・システムに必要な安全設計を行うことをお願いします。また、使用されている半導体素子に関する最新の情報（半導体信頼性ハンドブック、仕様書、データシート、アプリケーションノートなど）をご確認の上、これに従ってください。
4. 本リファレンスデザインを参考に機器設計を行う場合は、システム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断して下さい。当社は、適用可否に対する責任を負いません。
5. 本リファレンスデザインは、その使用に際して当社及び第三者の知的財産権その他の権利に対する保証又は実施権の許諾を行うものではありません。
6. 当社は、本リファレンスデザインに関して、明示的にも黙示的にも一切の保証（機能動作の保証、商品性の保証、特定目的への合致の保証、情報の正確性の保証、第三者の権利の非侵害保証を含むがこれに限らない。）をせず、また当社は、本リファレンスデザインに関する一切の損害（間接損害、結果的損害、特別損害、付随的損害、逸失利益、機会損失、休業損害、データ喪失等を含むがこれに限らない。）につき一切の責任を負いません。

### 第3条 契約期間

本リファレンスデザインをダウンロード又は使用することをもって、お客様は本規約に同意したものとみなされます。本規約は予告なしに変更される場合があります。当社は、理由の如何を問わずいつでも本規約を解除することができます。本規約が解除された場合は、お客様は本リファレンスデザインを破棄しなければなりません。さらに当社が要求した場合には、お客様は破棄したことを証する書面を当社に提出しなければなりません。

### 第4条 輸出管理

お客様は本リファレンスデザインを、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍事用途の目的で使用してはなりません。また、お客様は「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」等、適用ある輸出関連法令を遵守しなければなりません。

### 第5条 準拠法

本規約の準拠法は日本法とします。

### 第6条 管轄裁判所

本リファレンスデザインに関する全ての紛争については、別段の定めがない限り東京地方裁判所を第一審の専属管轄裁判所とします。