

# IH 調理器用インバーター回路

# リファレンスガイド

**RD206-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. 仕様</b>	<b>4</b>
2.1. 仕様	4
2.2. 概要	5
2.2.1. メイン基板	6
2.2.2. 制御基板	9
2.3. ブロック図	10
2.4. 基板部品配置図	11
2.5. 基板パターン	12
<b>3. 操作手順</b>	<b>13</b>
3.1. 外部接続	13
3.2. 動作開始手順	13
3.3. 動作停止手順	13
3.4. 評価上の注意（感電・火傷等の防止）	14
<b>4. 消費電力</b>	<b>15</b>
<b>5. EMI 放射ノイズ</b>	<b>16</b>

### 1. はじめに

このリファレンスガイドでは、IGBT(GT20N135SRA)を使用して設計したIH調理器の仕様、インバーター回路、その他の機能について説明します。このアプリケーションで使用される東芝の IGBT(GT20N135SRA)および Holtek 社の MCU (HT45F0058) は、家電アプリケーション向けに設計されています。GT20N135SRA の主な特長として、高速スイッチング、高ジャンクション温度、低飽和電圧があります。本 IH 調理器の入力電圧範囲は、AC200 V~240 V (50 Hz) です。このリファレンスガイドでは、リファレンス設計を含むさまざまな設計情報を提供し、実際の仕様に従って設計する際に必要な労力軽減を目的としています。

## 2. 仕様

### 2.1. 仕様

表 2.1 に、この IH 調理器の一般的な仕様を示します。

**表 2.1 一般仕様**

No.	項目	概要	備考
1	共振方式	電圧共振方式	
2	基本機能	コイル電源制御付き IH 調理器（機能制限あり）	
3	安全規格	IEC60355-1 規格準拠	
4	EMI 規格	CISPR14 規格準拠	
5	入力電圧	AC200 V~AC240 V 単相（50Hz 標準）	
6	冷却	1 台の DC18 V ファンを使用	
7	メイン基板	IGBT およびコイル電流を制御する主な動作を行います。	
8	制御基板	ユーザー入力を受け取り、メイン基板へ送信	
9	注意事項	入力に相当する電圧が本製品内部のほとんどに印加されていますので、内部に触れると感電や火傷の恐れがありますので触れないでください。	

表 2.2 に、この IH 調理器のメイン基板的仕様を示します。

**表 2.2 メイン基板仕様**

No.	項目	概要	備考
1	制御基板との通信	I2C バス（マスタ）を使用	
2	デバッグ通信	UART 制御	送信出力のみ
3	マイクロコントローラ	HT45F0058（Holtek）	
4	IGBT	GT20N135SRA（東芝）	
5	共振コンデンサー	MKPH 0.24 $\mu$ F, 630 Vac (BM Cap)または同等品	
6	IGBT 温度センサー	IGBT 温度監視用 サーミスタータイプ:100k $\Omega$ 、B25/75:3964 K	
7	主温度センサー	IH コイル温度監視用	
8	18 V 電源(+18 V)	IGBT 駆動用、ファン用電源	
9	5 V 電源(+5 V)	MCU、制御基板用電源	
10	基板コーティング	コーティングなし	

表 2.3 に、この IH 調理器の制御基板的仕様を示します。

**表 2.3 制御基板的仕様**

No.	項目	概要	備考
1	メイン基板との通信	I2C-bus（スレーブ）を使用	
2	マイクロコントローラ	BS86D12C（Holtek）	
3	タッチキー	7 個（静電タッチセンサ）	
4	LED	12 個(1 pc.は予備です)	
5	7セグ LED	4 桁	
9	5 V 電源 (+5 V)	メインボードから供給	
10	基板コーティング	コーティングなし	

## 2.2. 概要

図 2.1 は、この IH 調理器の構成要素の概要を示します。IH 調理器の外形寸法は約 350 mm×280 mm×60 mm です。

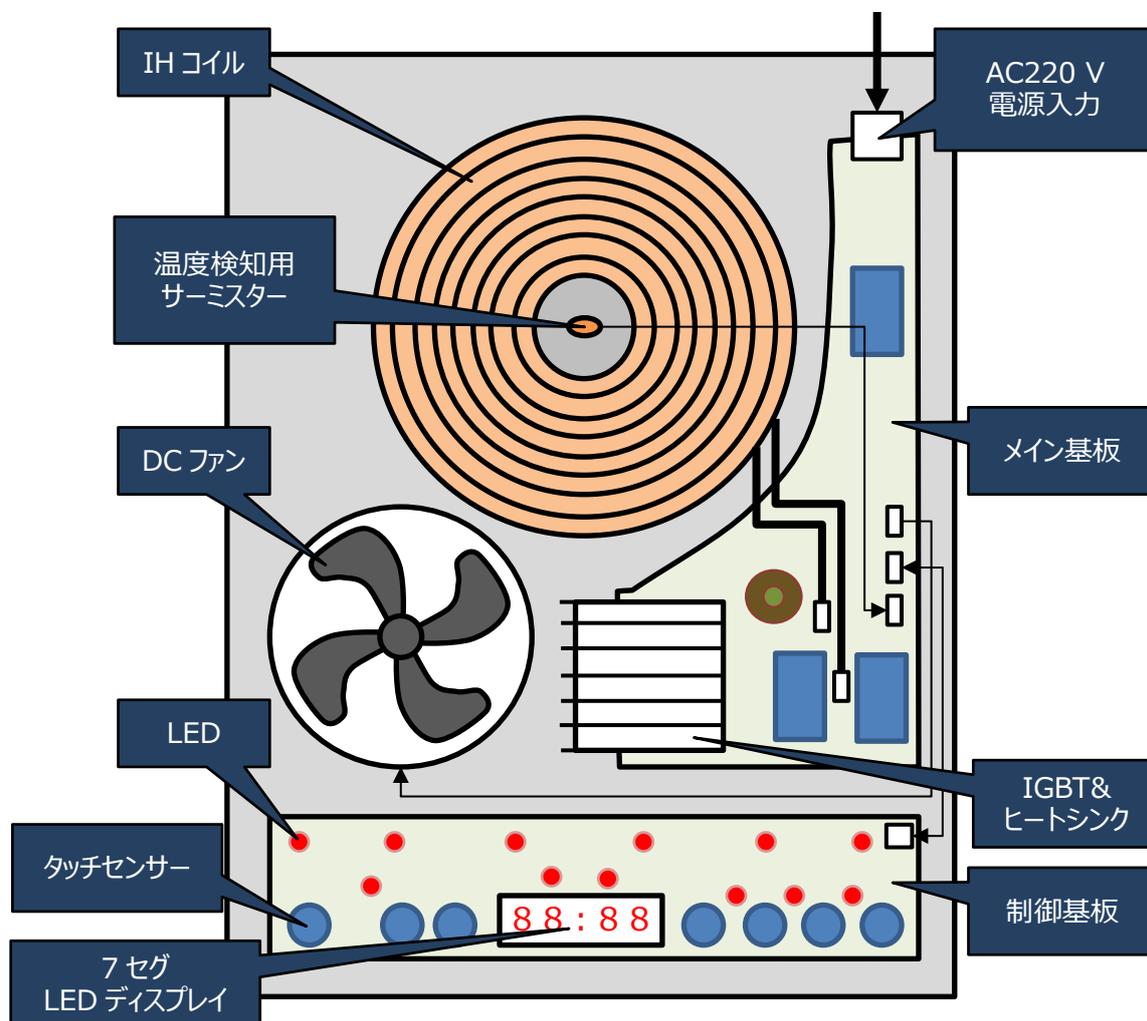


図 2.1 IH 調理器の全体図

### 2.2.1. メイン基板

メイン基板の表側と裏側を図 2.2 に示します。

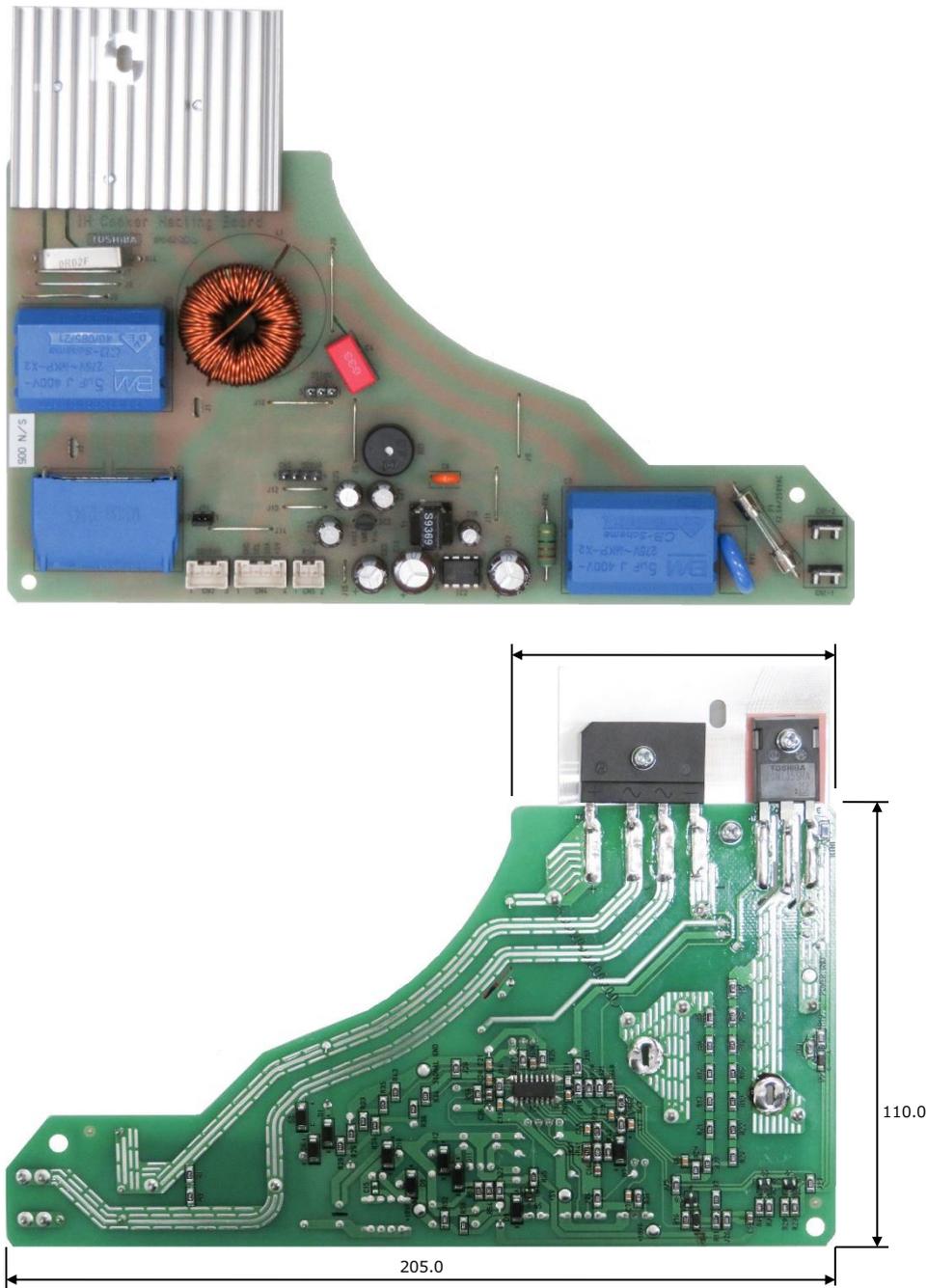


図 2.2 メイン基板の正面図と背面図 (単位 mm)

基板サイズ	205 × 110 mm
基板の種類	CEM-3 (片面)

図 2.3 にメイン基板のコネクタを示します。

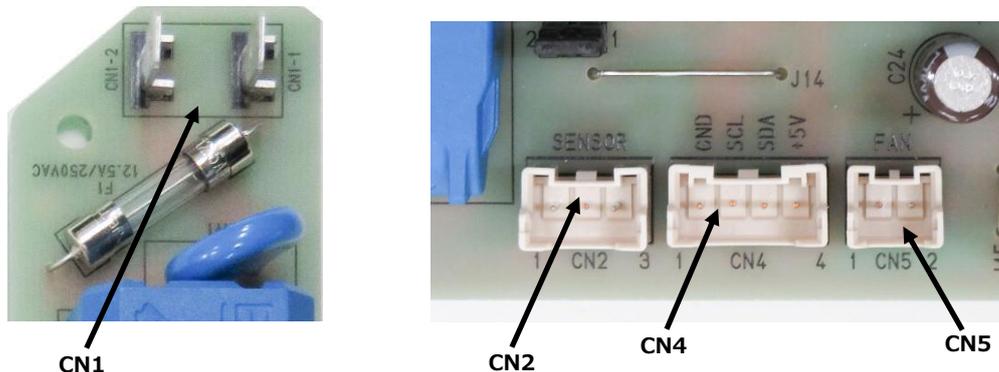


図 2.3 メイン基板のコネクタ

### (1) AC 電源入力用コネクタ(CN1)

メーカー:キーストーン, 品番:4902 (ファストン端子)

ピンマップ:

端子台番号	信号名	機能
1	AC1	入力 AC 用
2	AC2	入力 AC 用

### (2) IH コイル接続用端子(J1&J2)

この接続には、電線を直接はんだ付けします。

ピンマップ:

端子台番号	信号名	機能
J1	OUT1	IH コイル接続用
J2	OUT2	

### (3) NTC サーミスタ接続用(CN2)

メーカー:JST, 品番:B03B-XASK-1

ピンマップ:

ピン番号	信号名	機能
1	HTC	メイン温度センサー:IH コイル (ポット底面) の温度監視用サーミスタです。
2	-	
3	VDD	サーミスタ電源 (+5 V)

### (4) MCU プログラミング用コネクタ(CN3)

メーカー:JST, 品番:T4B-SQ (LF) (SN)

ピンマップ:

ピン番号	信号名	機能
1	GND	
2	OCSDSA	MCU プログラミング用データ
3	OCDSCK	MCU プログラミング用クロック
4	VDD	MCU プログラミング用電源 (+5 V)

**(5) 制御基板接続用コネクタ(CN4)**

製造者名:JST

部品番号:B04B-XASK-1

ピンマップ:

ピン番号	信号名	機能
1	GND	
2	SCL	制御基板と通信するための I <sup>2</sup> C バス SCL 信号
3	SDA	制御基板との通信用 I <sup>2</sup> C バス SDA
4	VDD	制御基板用電源(+5 V)

**(6) ファン電源接続用コネクタ(CN5)**

メーカー:JST

品番:B02B-XASK-1

ピンマップ:

ピン番号	信号名	機能
1	ファン	ソフトウェアによる ON/OFF 制御
2	+18VF	FAN 用電源(+18 V)

**(6) シリアル出力デバッグ用コネクタ(CN6)**

製造者名:JST

部品番号:T3B-SQ (LF) (SN)

ピンマップ:

ピン	信号名	説明
1	VSS	
2	TXD	デバッグ用シリアル出力
3	VDD	電源出力(+5 V)

### 2.2.2. 制御基板

この IH 調理器リファレンスデザインで使用するキーの説明は、次のとおりです：

- 電源キー: IH 調理器の電源を ON/OFF します。
- ポーズキー: 加熱処理を一時的に停止します。
- 加熱キー: 加熱を開始します。
- “+” キー: 加熱電力を増加させます。
- “-” キー: 加熱電力を減少させます。

この IH 調理器リファレンス設計で使用される LED の説明は、以下の通りである：

- 「電源 LED」は、電源印加状態を示します。
- 「ポーズ LED」は、加熱処理が一時的に停止していることを示します。
- 「加熱 LED」は、「加熱」モードが有効であることを示します。

#### (1) 制御基板接続用コネクタ(CN101)

メーカー: JST

品番: S04B-XASK-1N-BN

ピンマップ:

ピン番号	信号名	機能
1	GND	
2	SCL	制御基板と通信するための I <sup>2</sup> C バス SCL 信号
3	SDA	制御基板と通信するための I <sup>2</sup> C バス SDA 信号
4	VDD	制御基板への電源供給(+5 V)

#### (2) MCU プログラミング用コネクタ(CN102)

メーカー: JST

品番: T4B-SQ (LF) (SN)

ピンマップ:

ピン番号	信号名	機能
1	GND	
2	OCSDA	MCU プログラミング用データ
3	OCDSCK	MCU プログラミング用クロック
4	VDD	MCU プログラミング用電源(+5 V)

### エラー表示

以下は、この IH 調理器によって処理されるエラーのリストです。

エラーコード	エラー内容	説明
E0	ポットなし	加熱面にポットなし
E3	IGBT 過熱	IGBT 過熱(110 °C 以上)
E4	IGBT NTC 開放/短絡	IGBT 温度センサーの故障
E5	加熱面過熱	加熱面(IH コイル)過熱(188 °C 以上)
E6	加熱面 NTC 開放/短絡	加熱面(IH コイル)温度センサの故障
E7	電源過電流	AC 入力過電流(9.8 A rms 以上)
E8	電源過電圧(≥270 V)	AC 入力過電圧(実効値 270 V 以上)
E9	電源電圧不足(<150 V)	AC 入力低電圧(実効値 150 V 未満)

### 2.3. ブロック図

図 2.4 にこの IH 調理器のブロック図を示します。実際の回路については RD206-SCHEMATIC-xx を、BOM については RD206-BOM-xx を参照してください。(xx はレビジョン番号)

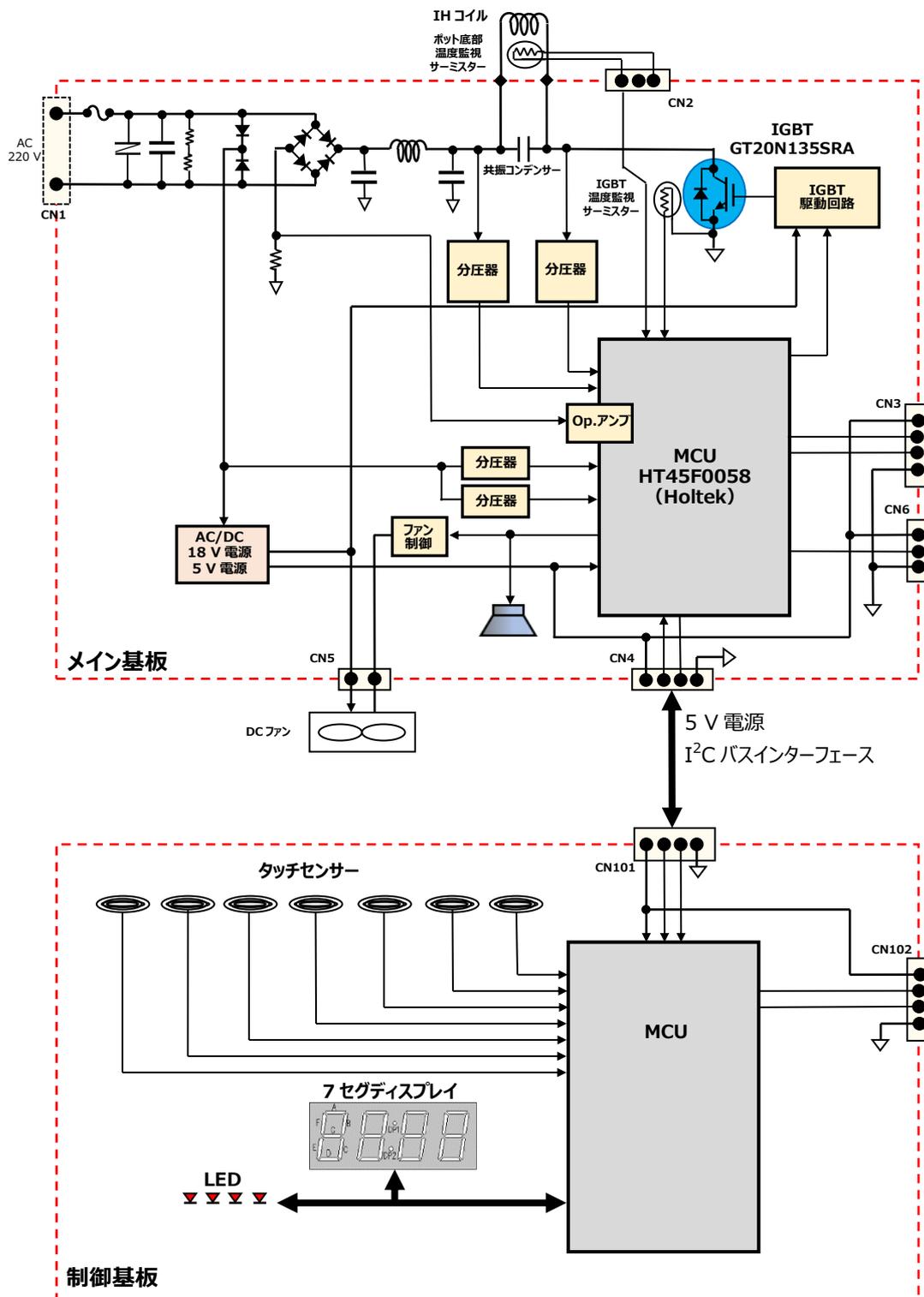


図 2.4 ブロック図

### 2.4. 基板部品配置図

本 IH 調理器のメイン基板上的の部品配置を図 2.5、図 2.6 に示します。

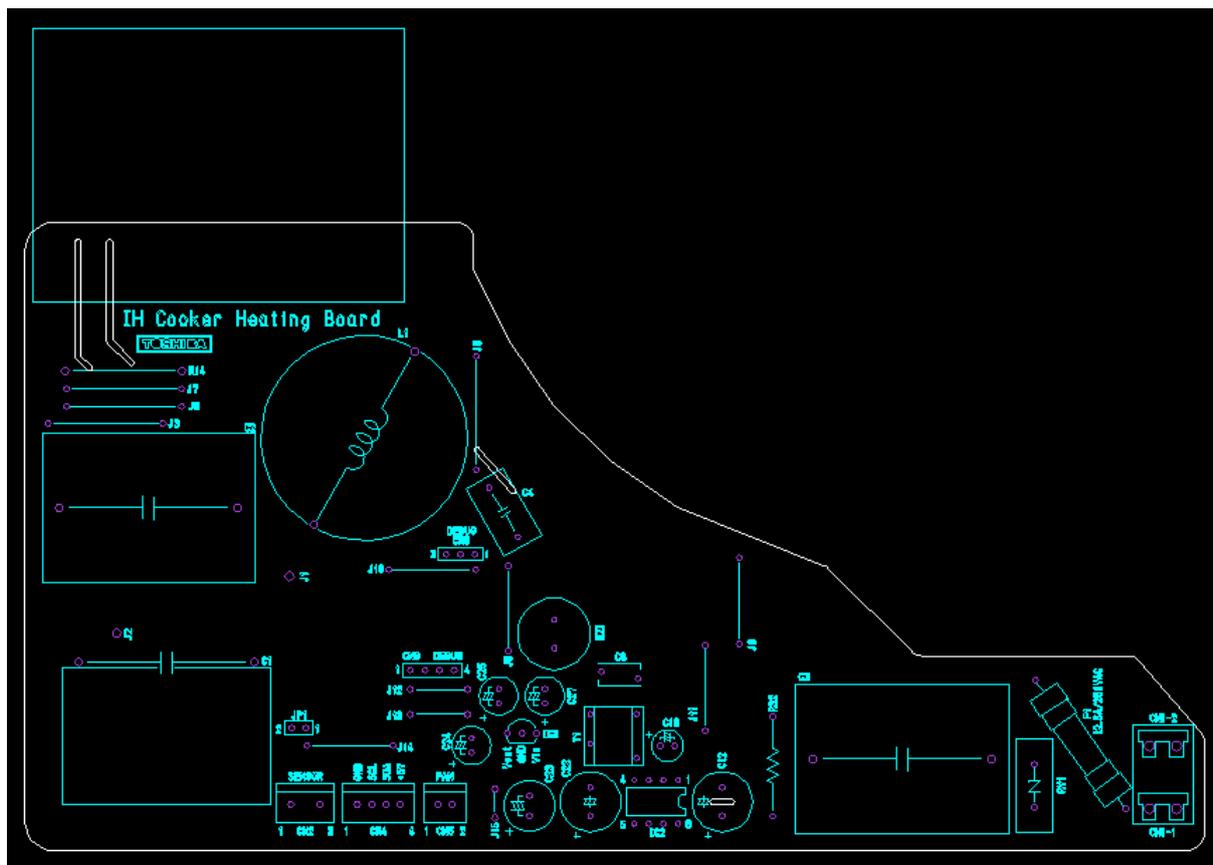


図 2.5 メイン基板部品配置図（表面）

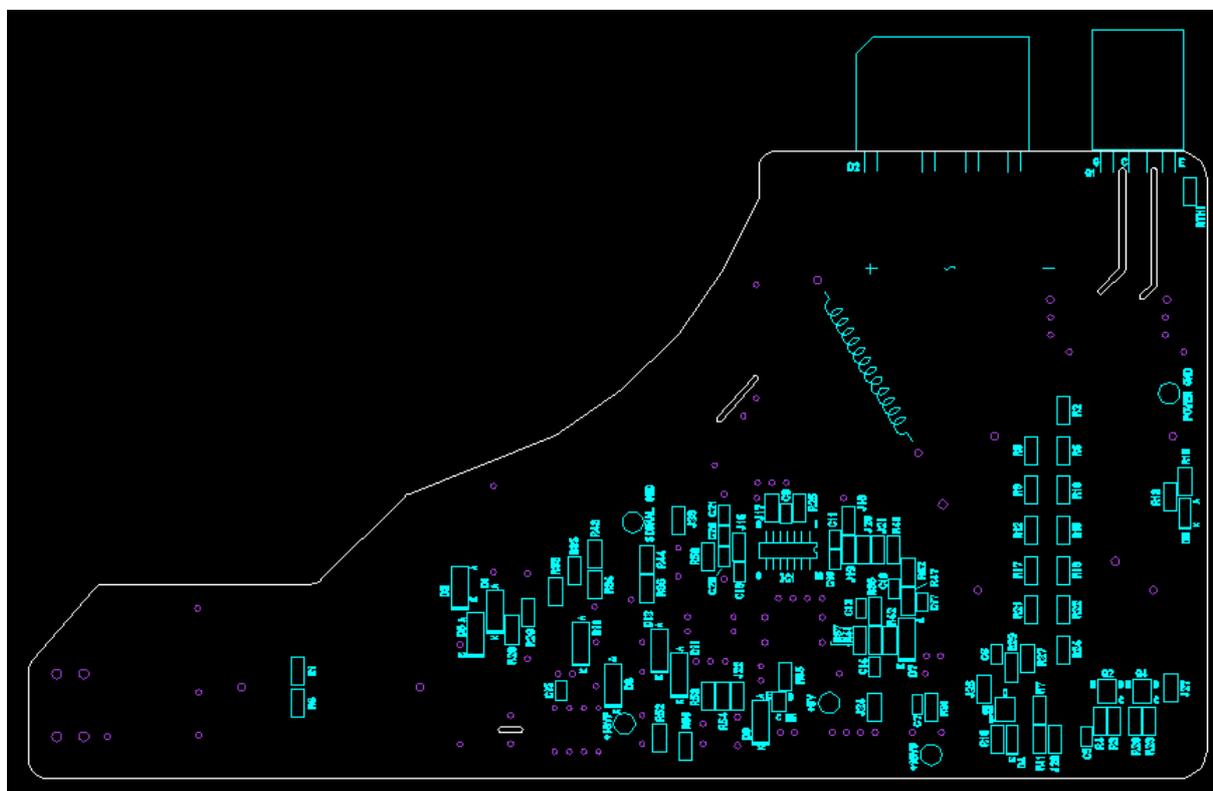


図 2.6 メイン基板部品配置図（裏面）

## 2.5. 基板パターン

この IH 調理器の PCB 設計データは、各種 EDA(Electronic Design Automation)ツールに対応しています。詳しくはホームページをご覧ください。

このリファレンスデザインの本基板は片面パターン実装です。メインボード基板のパターン(裏面)を図 2.7 に示します。

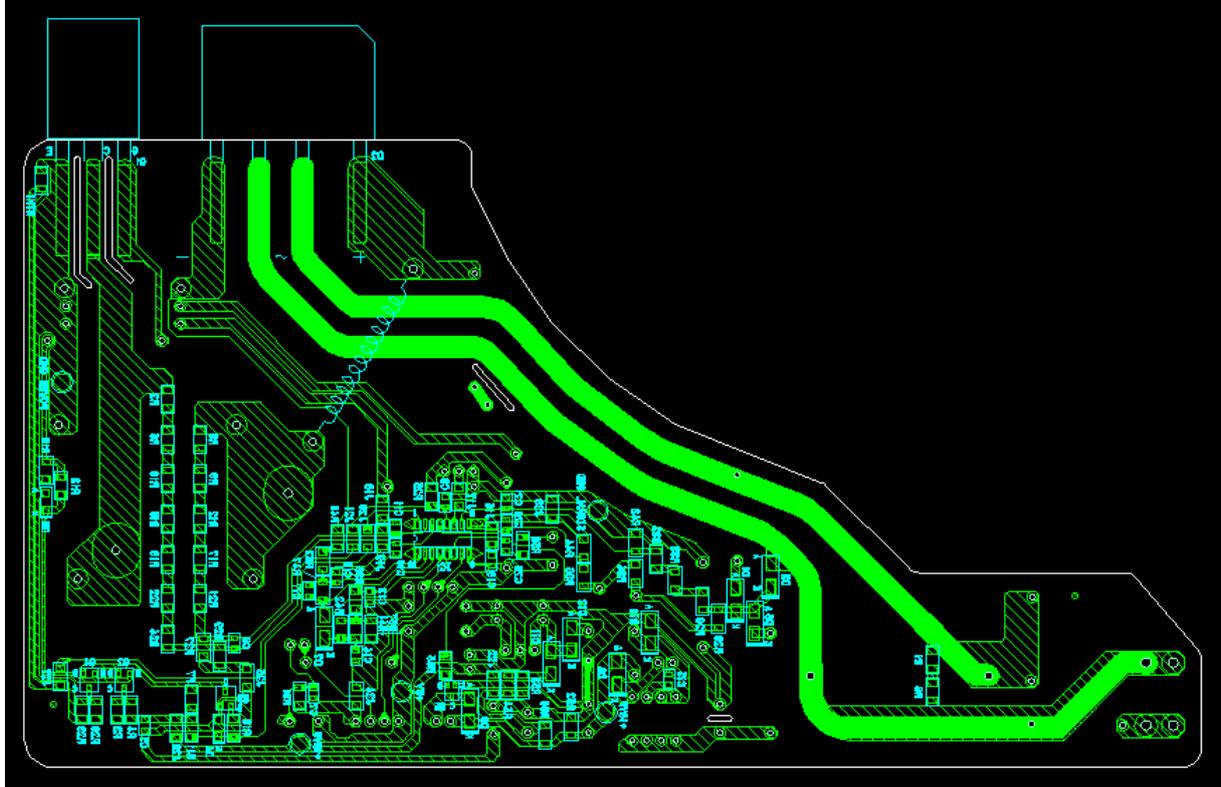


図 2.7 メイン基板のパターン(裏面)

## 3. 操作手順

この IH 調理器の操作手順について説明します。

### 3.1. 外部接続

本 IH 調理器の電源コネクタに AC220 V 電源を接続します。

### 3.2. 動作開始手順

- IH 調理器を外部 AC 電源に接続します。
  - AC 電源が供給されるとブザーが鳴ります。
  - 「電源 LED」が点滅を開始します。
- 「電源キー」をタッチして、IH 調理器の電源を入れます。
  - "電源 LED"が点灯します。
  - "-----" 7 セグ LED Display に表示されます。
- 「加熱キー」をタッチして、加熱をオンにします。
  - 「加熱 LED」が点灯します。
  - "2000" 7 セグ LED ディスプレイに表示されます。(初期値は 2000 W)。
- 「"+"キー"または"- "キー"を押すと、電力設定が変更されます。
  - 電力は 2000 W、1800 W、1600 W、1400 W、1200 W、1000 W、600 W、300 W、100 W に設定できます。
  - 2000 W-1000 W は連続加熱です。
  - 600 W-100 W は断続加熱です。

### 3.3. 動作停止手順

- 電源が入っている状態で「電源キー」をタッチすると、IH 調理器の電源が切れます。
  - 加熱動作は停止します。
  - 「電源 LED」以外のすべての LED が消灯し、「電源 LED」が点滅します。

### 3.4. 評価上の注意（感電・火傷等の防止）

この IH 調理器を停止した後も、各種コンデンサーに残っている残留電荷により感電の危険があります。内部の部品に触れる前に、各部品の電圧が十分に低下していることを確認してください。

また、本 IH 調理器の半導体、コイルなどは負荷電流に応じて発熱します。図 3.1 に発熱の高い部品を赤い破線枠で示します。この IH 調理器は、ファンを使用して空冷を行い、高負荷時にこれらの部品の温度が定格温度範囲内に収まるようにしています。また、動作時や動作直後は、これらの部品に触れないでください。やけどの恐れがあります。

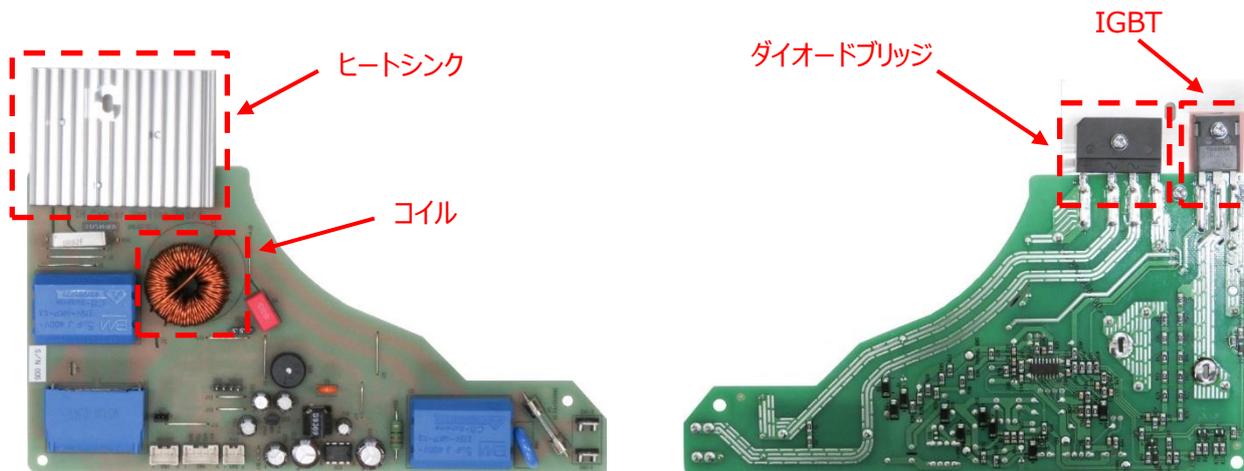


図 3.1 高発熱部品

## 4. 消費電力

本 IH 調理器の消費電力は、電源電圧と電源設定によって異なります。本 IH 調理器の消費電力測定値を表 4.1 に示します。600-100 W での動作は断続動作です。これらの消費電力測定値は加熱がオンのときに測定したものです。

表 4.1 消費電力測定値

入力電圧	項目 On/Off	パワー設定 (W)								
		100	300	600	1000	1200	1400	1600	1800	2000
220 V	消費電力 (W)	1080	1080	1080	1080	1210	1416	1592	1795	2020
	加熱パターン	2.5 s/ 7.5 s	4 s/ 6 s	7 s/ 3 s	常時	常時	常時	常時	常時	常時
240 V	消費電力 (W)	1076	1076	1076	1076	1182	1407	1586	1785	1945
	加熱パターン	2.5 s/ 7.5 s	4 s/ 6 s	7 s/ 3 s	常時	常時	常時	常時	常時	常時

■ : 初期値を示します。

消費電力は参考値であり、ポットの位置や使用環境によって変わります。

## 5. EMI 放射ノイズ

一般に IH 調理器は CISPR14-1 Ed.7.0 規格に準拠することが要求されます。本デザインを最大出力 2 kW で動作させた場合の放射エミッション規格に対するマージン値を表 5.1 に示します。併せて、IGBT(Q1)に弊社従来品(GT40RR21)ならびに他社同等品を搭載した場合の放射エミッション規格マージン値も示します。図 5.1 から図 5.6 にそれぞれの IGBT を搭載した場合の放射エミッションスペクトラム参考測定値を示します。GT20N135SRA は放射エミッションを低減する設計がされており、この測定結果においては、特にセット側での EMI 対策をしなくてもすべての周波数帯域の Quasi-Peak 値において CISPR14-1 Ed.7.0 に規定する放射エミッション規格に十分なマージンをもって準拠していることがわかります。

注：CISPR14-1 Ed.7.0 では、周波数 30 MHz～1 GHz の放射エミッションは 10 m 法で規定されていますが、今回は搭載素子の違いによる差異を明確にするために、3 m 法で測定を実施しました。表・図中の規格値は 10 m 法の規格値を距離換算した値を使用しています。

表 5.1 本デザインの放射エミッション規格マージン値(Quasi-Peak 値)

周波数	本デザイン使用品 GT20N135SRA	東芝従来品 GT40RR21	他社同等品
基本波(23 kHz)	3.5 dB@ 23.080 kHz(Z 軸)	2.7 dB@ 23.120 kHz(Z 軸)	2.1 dB@ 22.986 kHz(Z 軸)
2nd(46 kHz)	14.7 dB@ 46.210 kHz(Z 軸)	14.8 dB@ 46.470 kHz(Z 軸)	14.6 dB@ 46.180 kHz(Z 軸)
3rd(69 kHz)	31.6 dB@ 69.280 kHz(Z 軸)	29.4 dB@ 69.740 kHz(Z 軸)	30.1 dB@ 69.300 kHz(Z 軸)
4th(92 kHz)	27.1 dB@ 92.390 kHz(Z 軸)	25.8 dB@ 93.030 kHz(Z 軸)	26.8 dB@ 92.410 kHz(Z 軸)
5th(116 kHz)	22.1 dB@ 115.600 kHz(Z 軸)	20.6 dB@ 116.400 kHz(Z 軸)	21.8 dB@ 115.700 kHz(Z 軸)
6th(139 kHz)	20.8 dB@ 138.900 kHz(Z 軸)	19.6 dB@ 139.560 kHz(Z 軸)	20.6 dB@ 138.900 kHz(Z 軸)
次数間(158 kHz)	9.5 dB@ 158.210 kHz(Z 軸)	9.9 dB@ 157.800 kHz(Z 軸)	9.1 dB@ 159.300 kHz(Z 軸)
次数間(1.29 MHz)	25.3 dB@ 1.287 MHz(Z 軸)	26.2 dB@ 1.298 MHz(X 軸)	26.0 dB@ 1.288 MHz(Z 軸)
30 MHz	8.2 dB@ 30.044 MHz(垂直)	-1.3 dB@ 30.040 MHz(垂直)	-1.0 dB@ 30.250 MHz(垂直)
40 MHz	11.6 dB@ 40.543 MHz(垂直)	2.2 dB@ 40.570 MHz(垂直)	4.9 dB@ 40.080 MHz(垂直)
99 MHz	14.6 dB@ 99.643 MHz(垂直)	11.7 dB@ 98.890 MHz(垂直)	11.2 dB@ 99.447 MHz(水平)
115 MHz	13.3 dB@ 115.587 MHz(水平)	9.0 dB@ 115.587 MHz(水平)	10.4 dB@ 115.560 MHz(水平)
192 MHz	8.7 dB@ 193.685 MHz(水平)	9.0 dB@ 191.431 MHz(水平)	8.3 dB@ 191.684 MHz(水平)

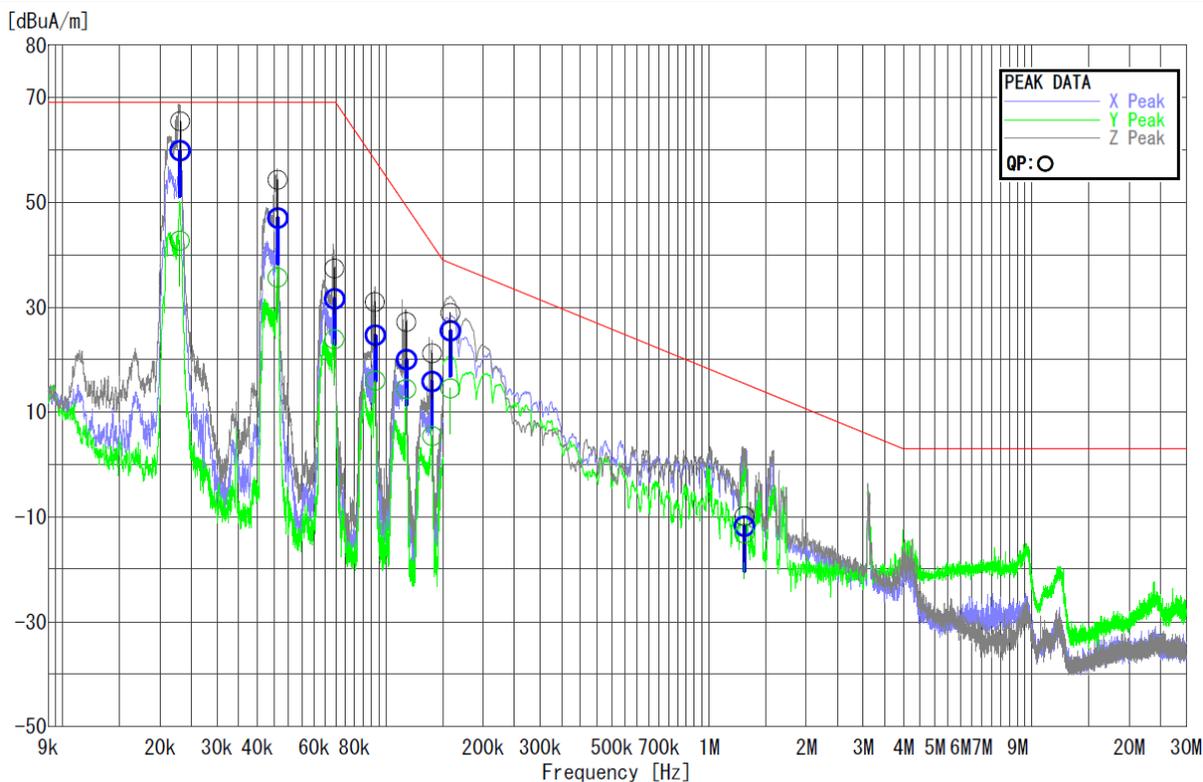


図 5.1 本デザイン使用品(GT20N135SRA)搭載時の放射エミッションスペクトラム例(30 MHz 以下)

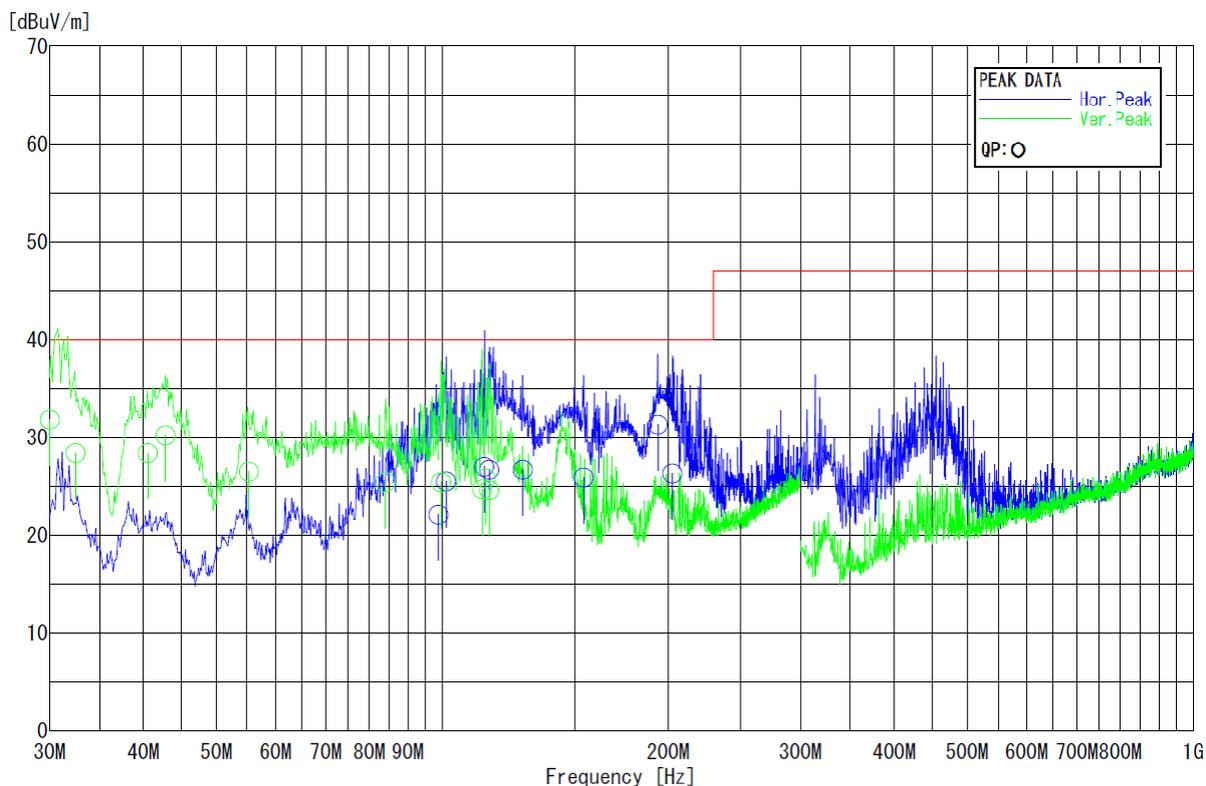


図 5.2 本デザイン使用品(GT20N135SRA)搭載時の放射エミッションスペクトラム例(30 MHz 以上)

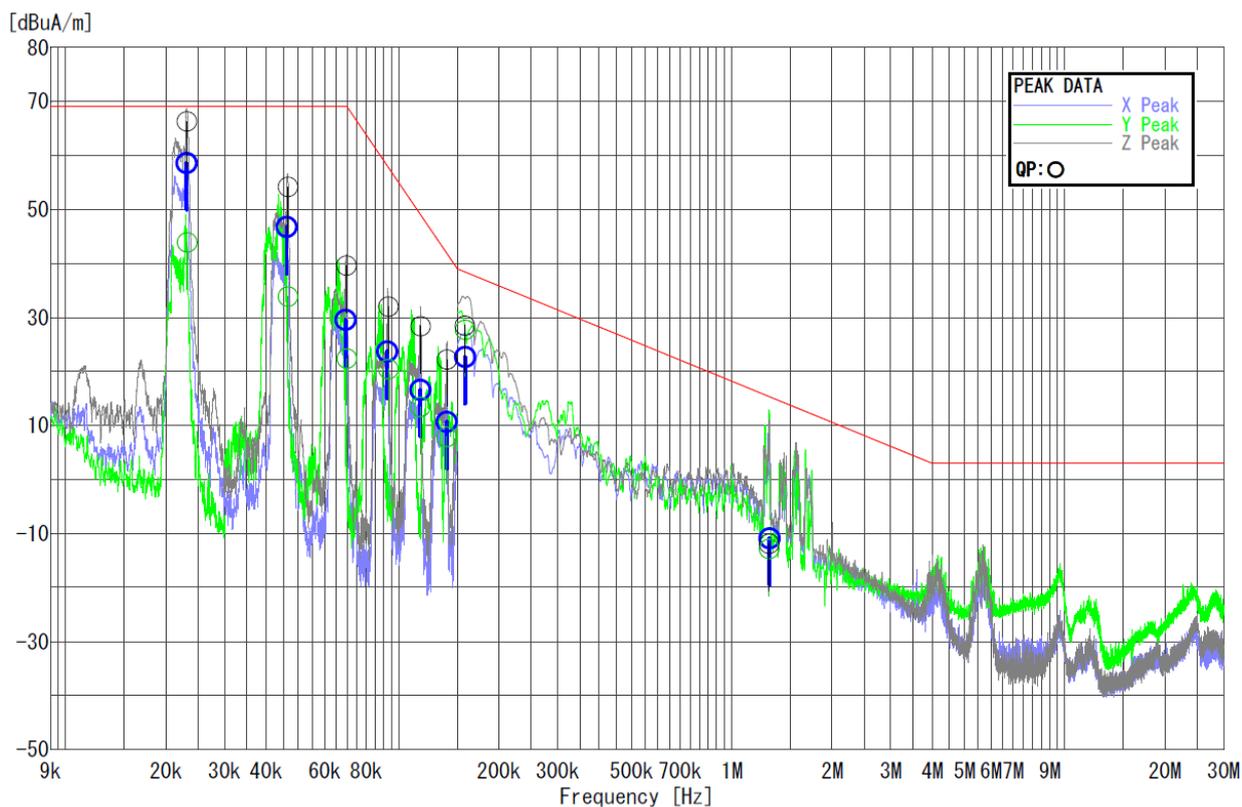


図 5.3 東芝従来品(GT40RR21)搭載時の放射エミッションスペクトラム例(30 MHz 以下)

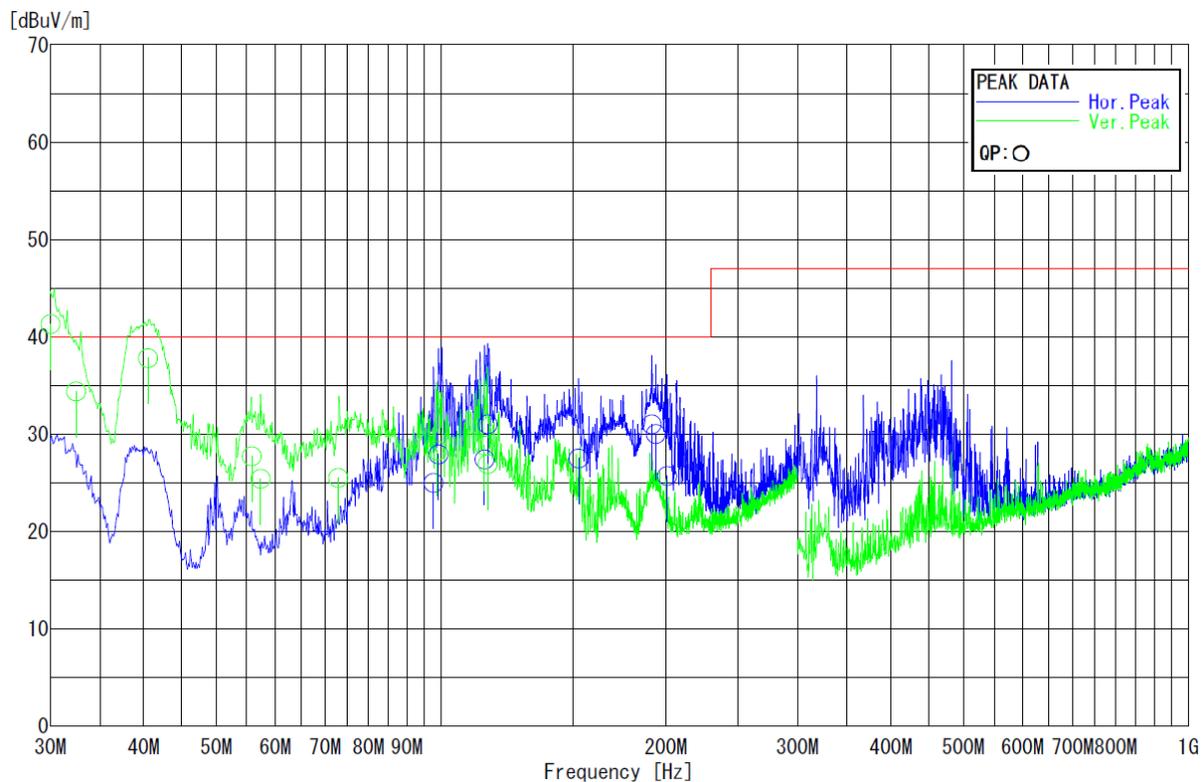


図 5.4 東芝従来品(GT40RR21)搭載時の放射エミッションスペクトラム例(30 MHz 以上)

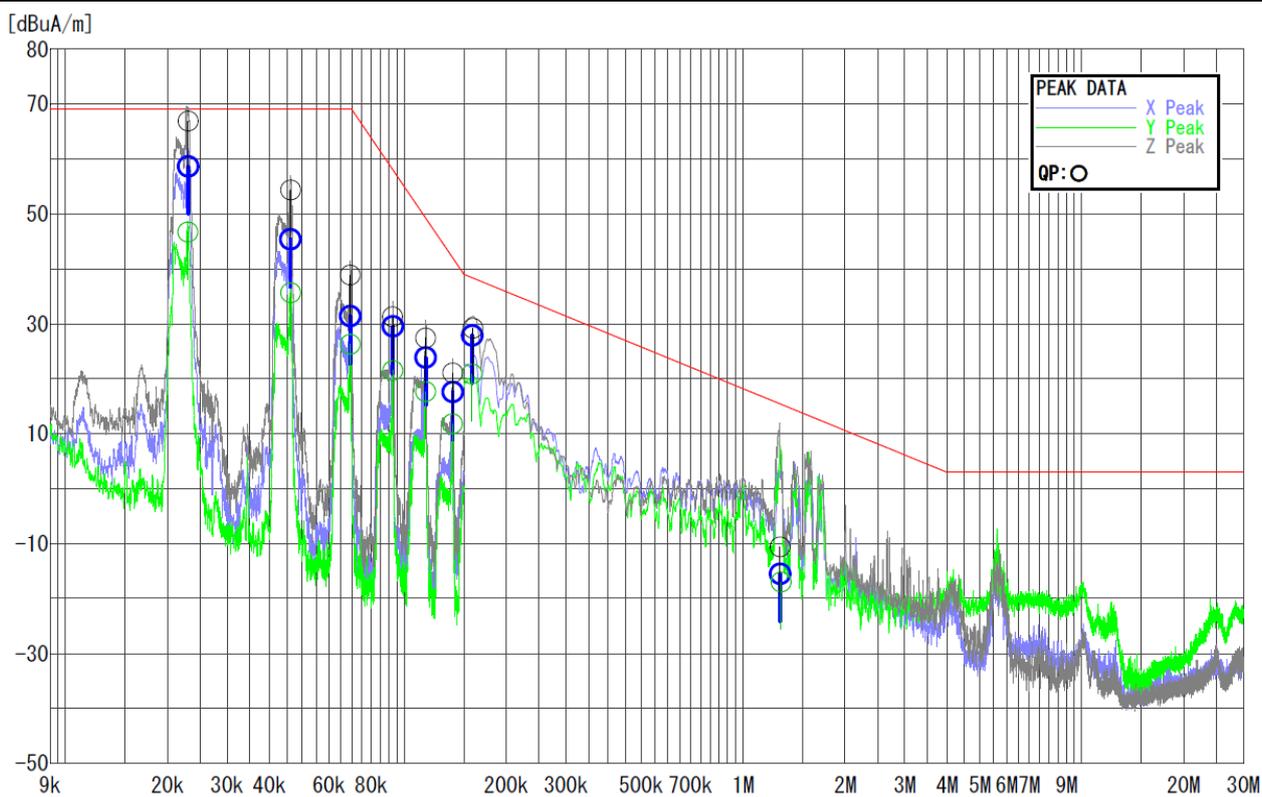


図 5.5 他社同等品搭載時の放射エミッションスペクトラム例(30 MHz 以下)

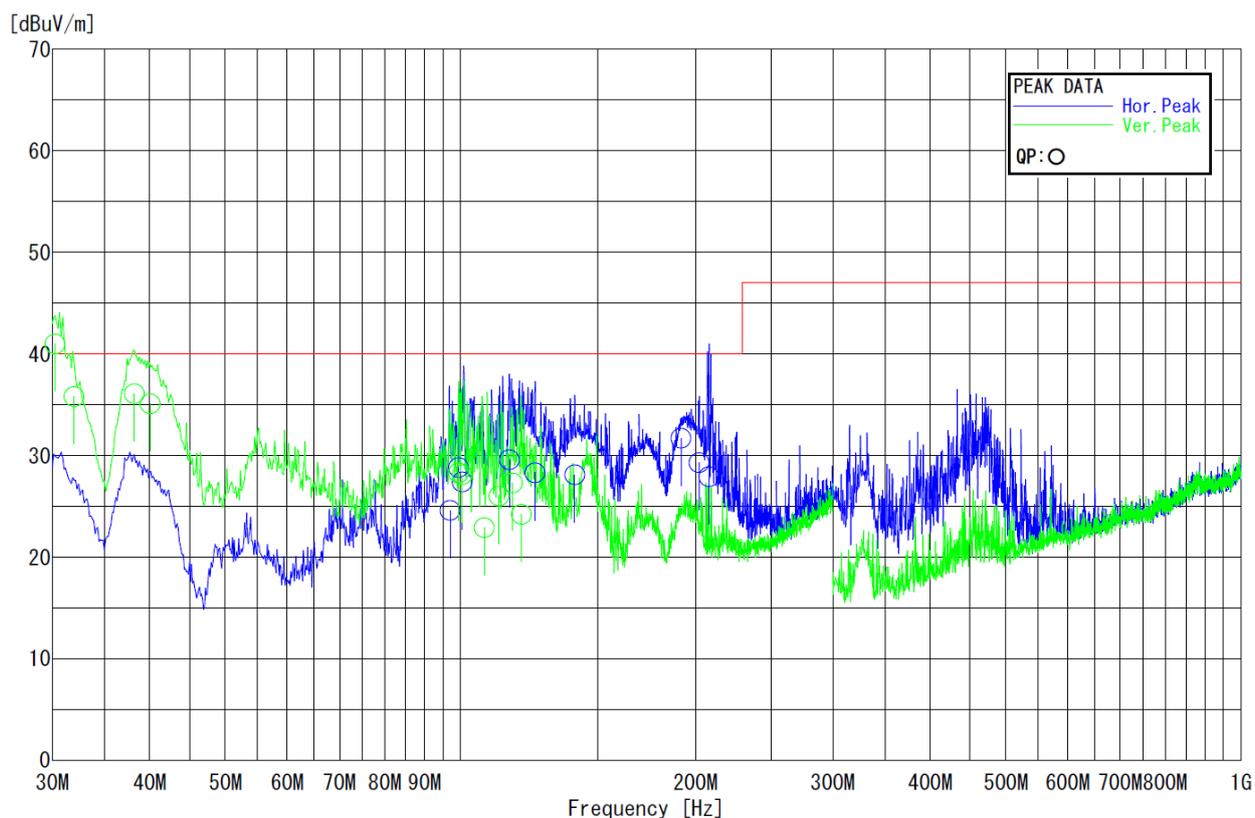


図 5.6 他社同等品搭載時の放射エミッションスペクトラム例(30 MHz 以上)

## 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。本リファレンスデザインをダウンロードすることをもって、お客様は本規約に同意したものとみなされます。なお、本規約は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。またお客様が本規約に違反した場合は、お客様は、本リファレンスデザインを破棄し、その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、データおよび情報の正確性、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また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、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 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4条 準拠法

本規約の準拠法は日本法とします。