

パワーマルチプレクサー回路

# リファレンスガイド

RD221-RGUIDE-02

---

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. 仕様と外観</b> .....	<b>4</b>
2.1 仕様.....	4
2.2 回路ブロック図.....	5
2.3 外観と部品配置 .....	6
<b>3. 回路図、部品表、PCB パターン図</b> .....	<b>10</b>
3.1 回路図.....	10
3.2.部品表 .....	10
3.3.PCB パターン図.....	10
<b>4. 動作説明</b> .....	<b>15</b>
4.1 動作方法.....	15
4.2 外部コネクタ仕様 .....	17
4.3 動作概要.....	18
4.3.1 BBM 動作.....	18
4.3.2 MBB 動作.....	19
4.3.3 理想ダイオード特性 .....	22
4.3 動作波形.....	23
4.3.1 モジュール基板 MUX1 .....	23
4.3.2 モジュール基板 MUX2 .....	24
4.3.3 モジュール基板 MUX3 .....	25
4.3.4 モジュール基板 MUX4 .....	26
4.3.5 モジュール基板 MUX5 .....	27
<b>5. 使用時の注意事項</b> .....	<b>28</b>

## 1. はじめに

USB端子や非接触給電端子、リチウムイオン電池を代表とする内蔵バッテリーなど複数のソースからの電源を切り替えて供給するといったパワーマルチプレクサー回路の需要が、スマートフォン、パソコン、タブレット、ウェアラブルなどのモバイル機器やゲーム機器、各種バッテリーの充電機器などのコンシューマー向けアプリケーションで増加しています。またUSB Power Deliveryや急速充電を代表とする大電流でのバッテリー充電では低損失で電源供給を行うMOSFETが必要となります。また電源ソースの切り替え時の入力側への電流の逆流防止や出力電圧のシームレスな切り替え（理想ダイオード特性）が必要となり、これらを実現するBBM (Break-Before-Make) やMBB (Make-Before-Break) 機能が必要となります。

本リファレンスデザイン（以下、本デザイン）にてこのパワーマルチプレクサー回路を紹介し、本リファレンスガイド（以下、本ガイド）ではこのような用途に最適な2入力1出力のパワーマルチプレクサー回路の仕様、動作手順、動作概要について解説します。

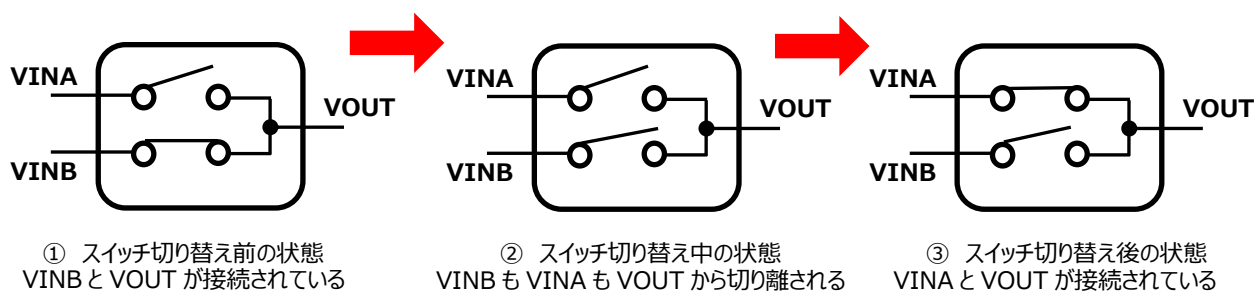


図 1.1 BBM (Break-Before-Make) の説明図

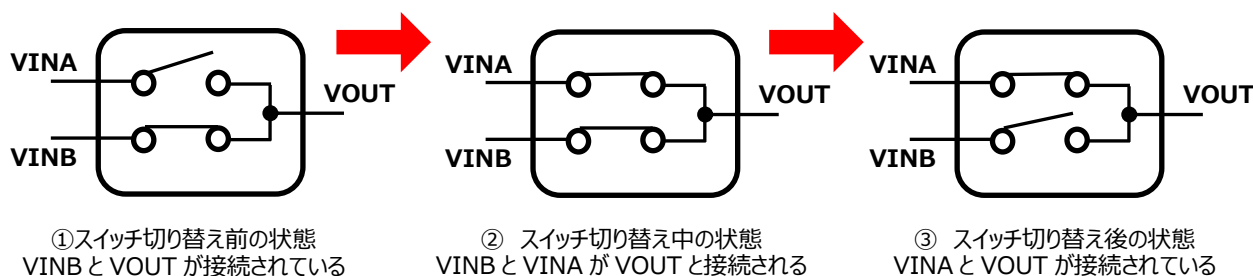


図 1.2 MBB (Make-Before-Break) の説明図

本デザインのパワーマルチプレクサー回路はモジュール基板とベース基板で構成されます。

モジュール基板は2入力1出力のパワーマルチプレクサーを5種類ラインアップしています。そのうち4種類はそれぞれMOSFETとMOSFETゲートドライバーIC [TCK42xGシリーズ](#)を搭載しており、BBM、MBBに対応し、さらに指定された入力ソースへの自動切換機能を搭載しています。また[本ドライバーIC](#)は過電圧保護機能を搭載していますが、更なる保護機能強化のオプションとして入力端子にツェナーダイオード[CUHZシリーズ](#)を追加しております。モジュール基板制御用電源に最大定格40 V、低消費電流タイプのLDOLレギュレーター[TCR1HFシリーズ](#)を、出力用MOSFETには低オン抵抗の[小型パッケージMOSFET](#)をコモンレイン接続し使用しています。また本デザインでは短絡や過電流保護など保護機能を充実させ、高密度実装を重視したタイプとして[eFuse IC](#)を用いた回路も紹介しています。

ベース基板はモジュール基板を評価するための回路です。出力回路としてNchパワーMOSFETの[TPHR8504PL1](#)、MOSFETゲートドライバーIC [TCK402G](#)、信号制御用に[抵抗内蔵型トランジスター](#)、[ワンゲートロジックIC](#)の[TC7PZ17FU](#)、[CMOSロジックIC](#)の[74HC123D](#)を搭載しています。

## 2. 仕様と外観

### 2.1 仕様

表 2.1、表 2.2 に本回路の主な仕様を記載します。

表 2.1 モジュール基板仕様

基板名称	基板タイプ	入力電圧 VINA/VINB	最大 出力電流*	BBM 動作	MBB 動作	切り替え素子		出力用 MOSFET
MUX1	標準 1	20 V 5 V	3 A	○	○	ゲートドライバーIC	TCK421G TCK425G	TPHR6503PL1
MUX2	標準 2	12 V 5 V	3 A	○	○	ゲートドライバーIC	TCK423G TCK425G	TPN1R603PL
MUX3	ハイパワー-1	20 V 9 V	5 A	○	○	ゲートドライバーIC	TCK421G TCK424G	TPN1R603PL
MUX4	eFuse IC	12 V 5 V	3 A	○	-	eFuse IC	TCKE812NA TCKE712BNL	SSM6K513NU -
MUX5	ハイパワー-2	24 V 12 V	5 A	○	○	ゲートドライバーIC	TCK420G TCK422G	TPHR8504PL1

\* 製品の仕様としてはこれ以上の電流を流せますが、本基板では放熱設計上これを超えない範囲でご使用下さい。

表 2.2 ベース基板仕様

入力	VINA 入力 (VINA 5~24 V) VINB 入力 (VINB 5~12 V) 駆動電源 (VDD 5~12 V)
出力	出力負荷 A~D (LOAD-A~LOAD-D それぞれ抵抗負荷と容量負荷の合計 3~5 A) FLAG 出力 (VINA 入力時に H レベル (約 3.3 V) 出力)

### 2.2 回路ブロック図

図 2.1、図 2.2 に本回路のブロック図を記載します。

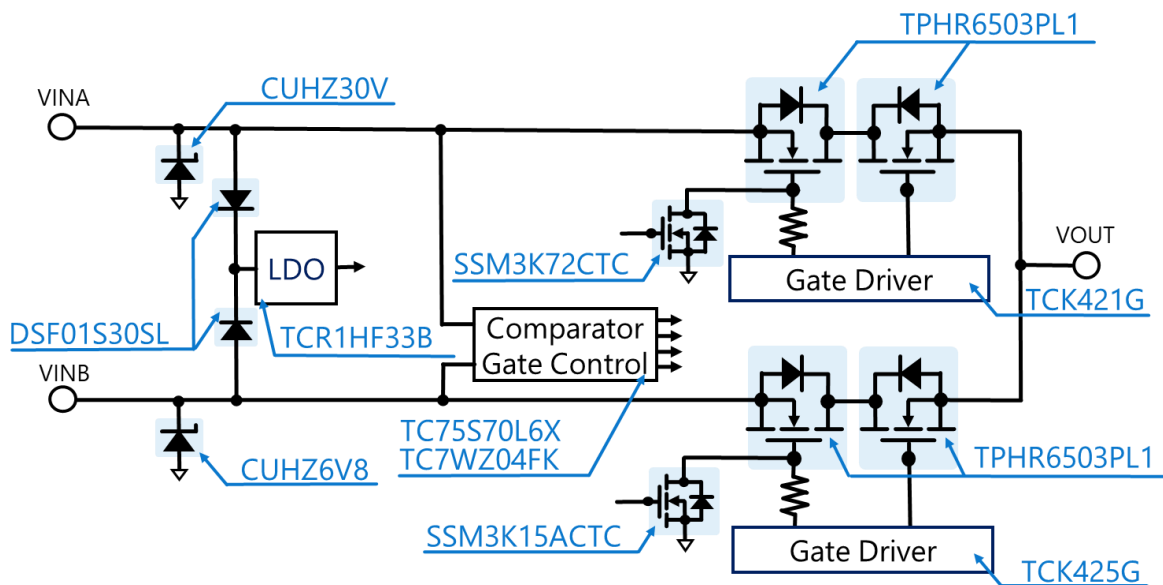


図 2.1 ブロック図 (モジュール基板 MUX1 の例)

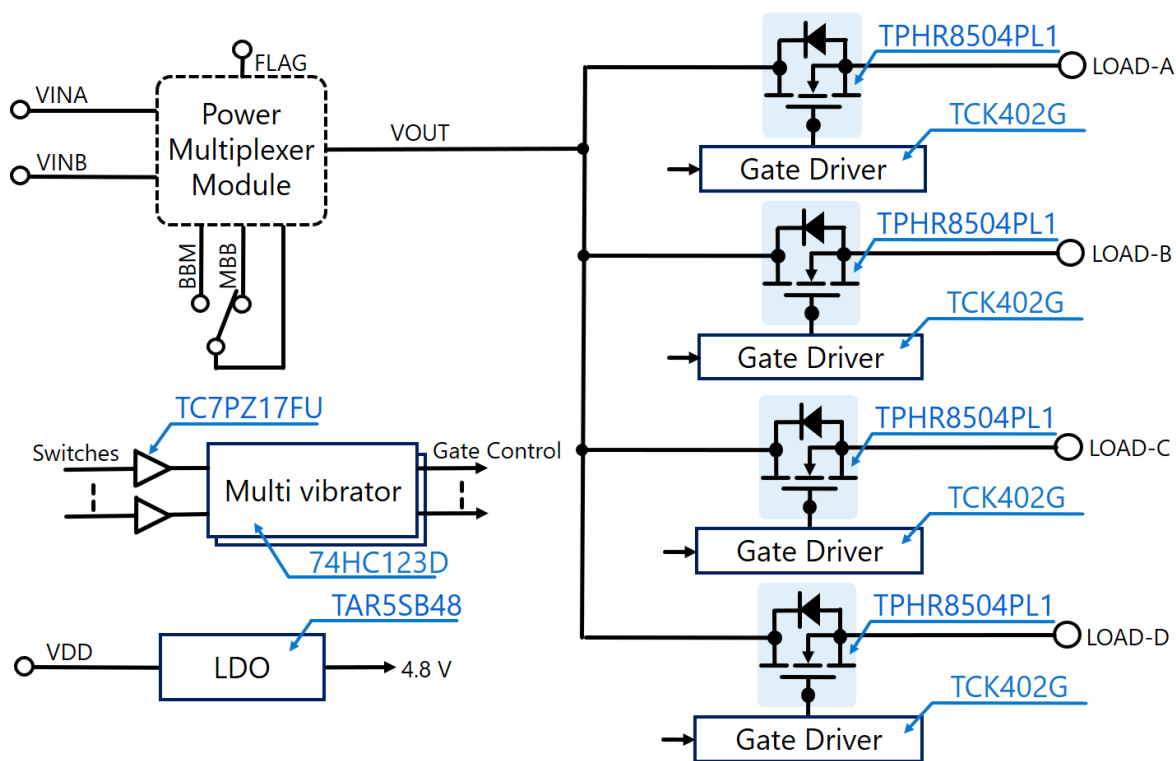


図 2.2 ブロック図 (ベース基板)

## 2.3 外観と部品配置

モジュール基板ならびにベース基板の外観と主要部品配置を示します。

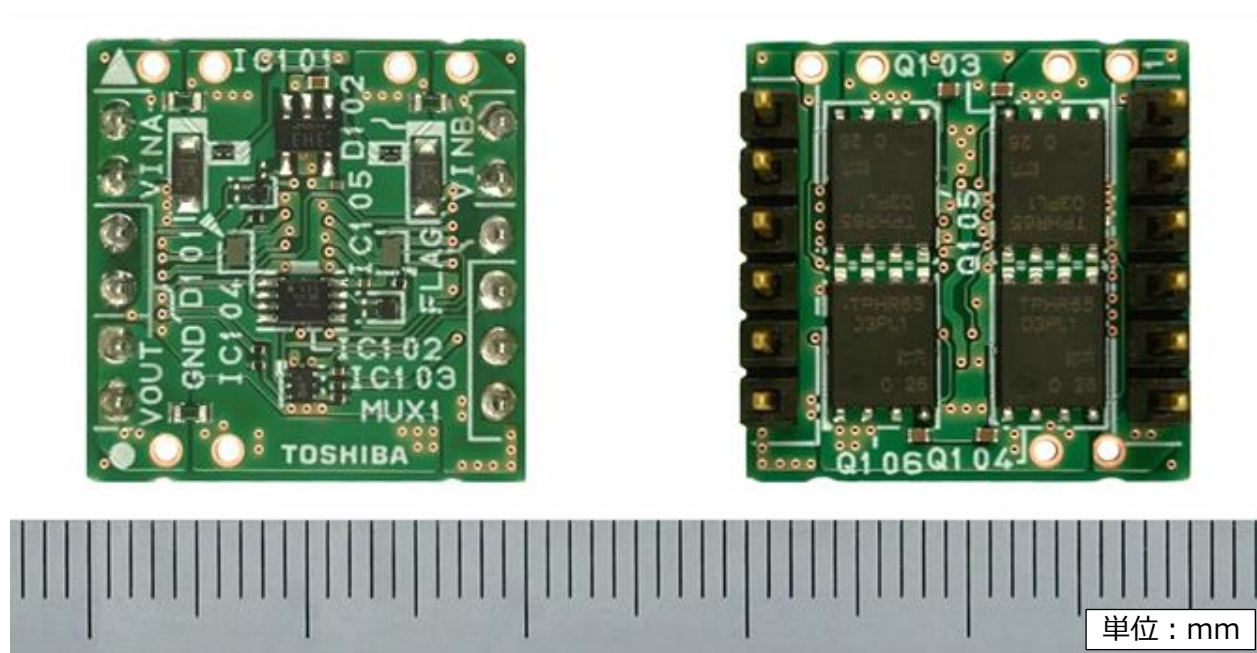


図 2.3 モジュール基板外観 (MUX1 の例)

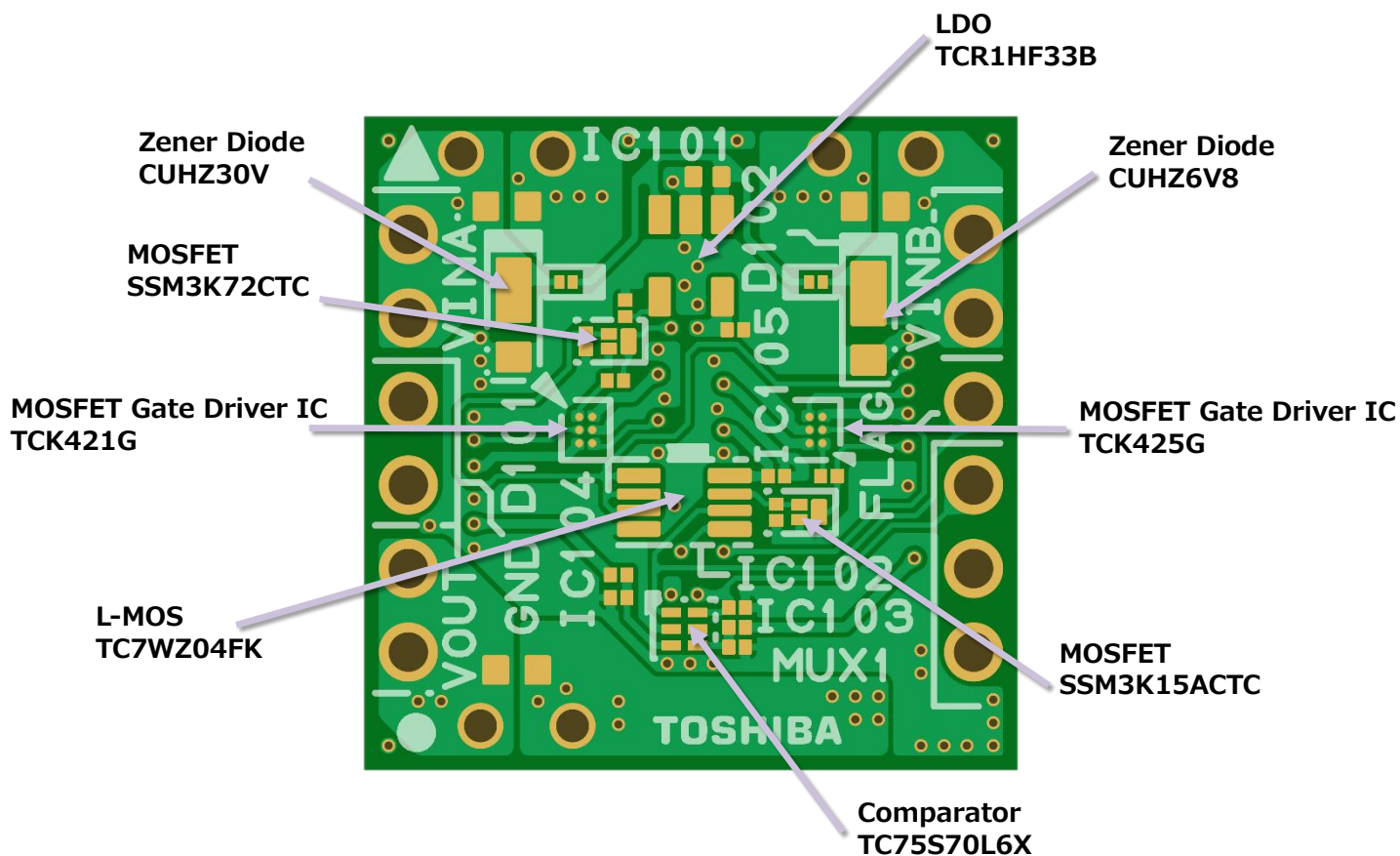


図 2.4 (a) モジュール基板主要部品配置 (MUX1 の例、Front 側)

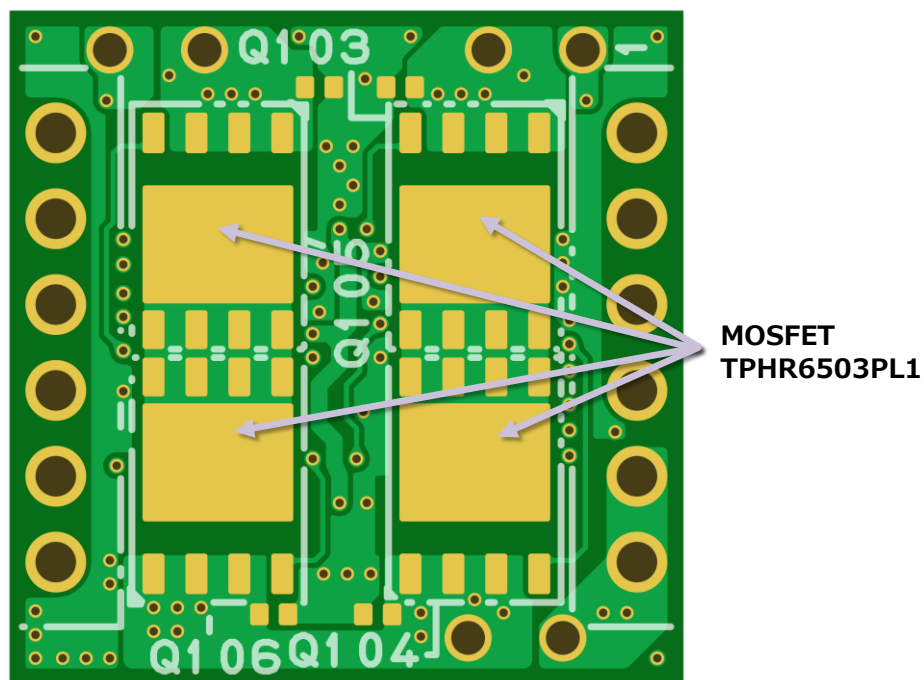


図 2.4 (b) モジュール基板主要部品配置 (MUX1 の例、Back 側)



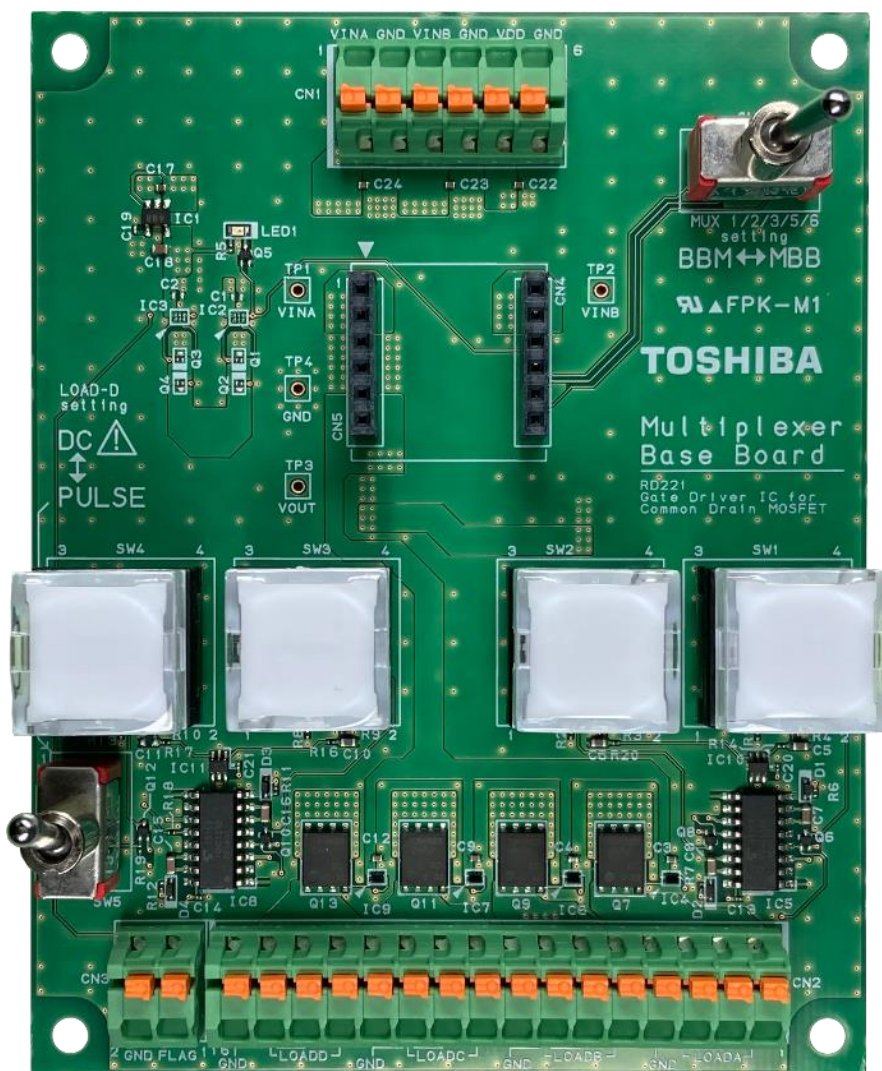


図 2.5 ベース基板外観



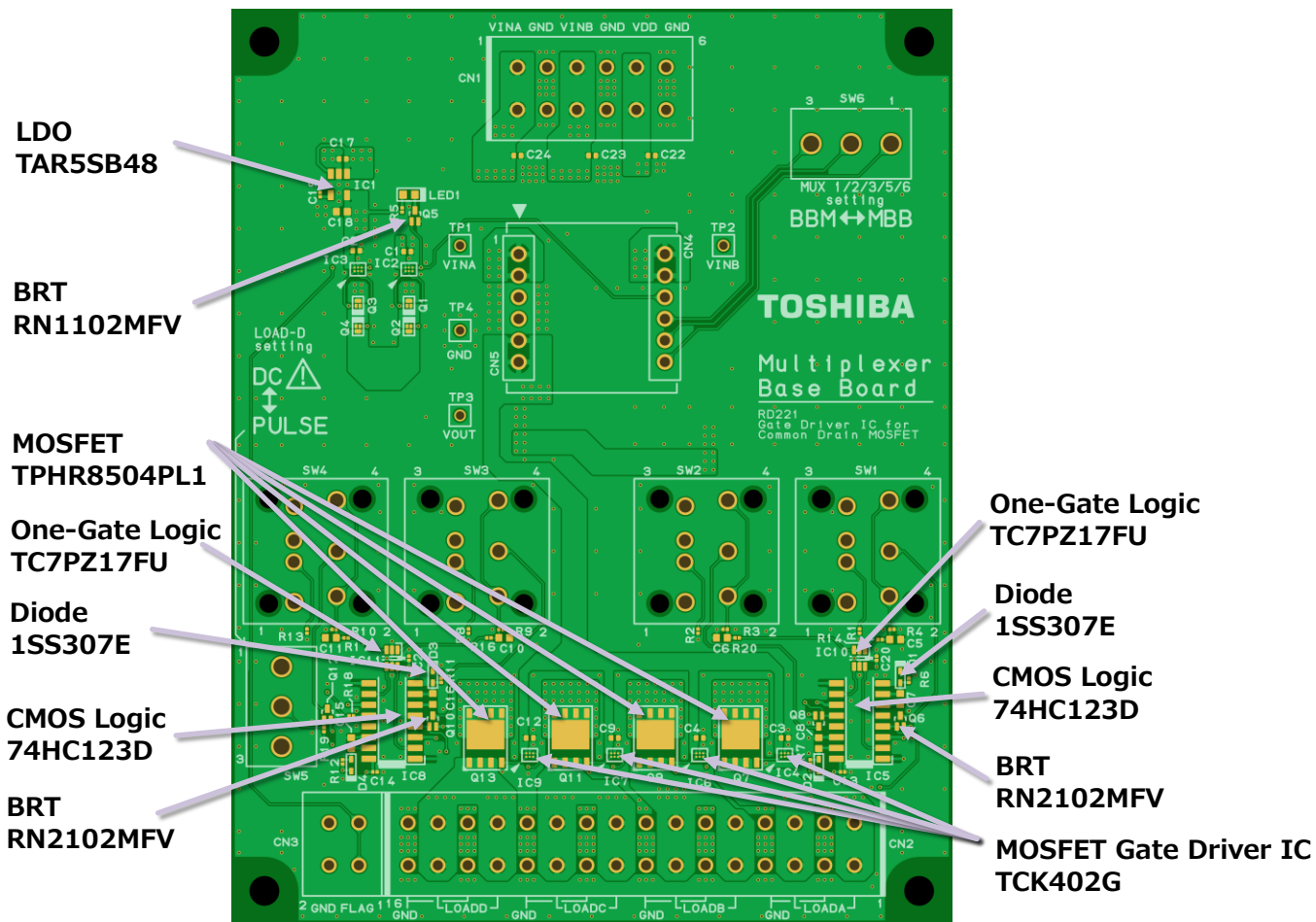


図 2.6 主要部品配置 (ベース基板)

## 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。

ベース基板	RD221-SCHEMATIC7-xx.pdf
モジュール基板 (MUX1)	RD221-SCHEMATIC1-xx.pdf
モジュール基板 (MUX2)	RD221-SCHEMATIC2-xx.pdf
モジュール基板 (MUX3)	RD221-SCHEMATIC3-xx.pdf
モジュール基板 (MUX4)	RD221-SCHEMATIC4-xx.pdf
モジュール基板 (MUX5)	RD221-SCHEMATIC5-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。

ベース基板	RD221-BOM7-xx.pdf
モジュール基板 (MUX1)	RD221-BOM1-xx.pdf
モジュール基板 (MUX2)	RD221-BOM2-xx.pdf
モジュール基板 (MUX3)	RD221-BOM3-xx.pdf
モジュール基板 (MUX4)	RD221-BOM4-xx.pdf
モジュール基板 (MUX5)	RD221-BOM5-xx.pdf

(xxはレビジョン番号)

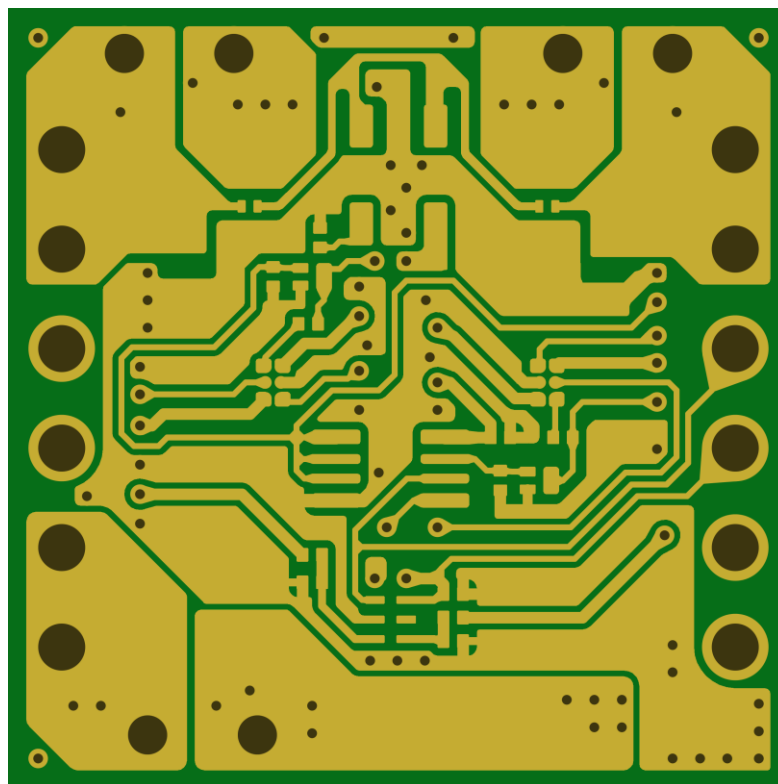
### 3.3.PCB パターン図

図3.1にモジュール基板のパターン図を、図3.2にベース基板のパターン図をそれぞれ示します。

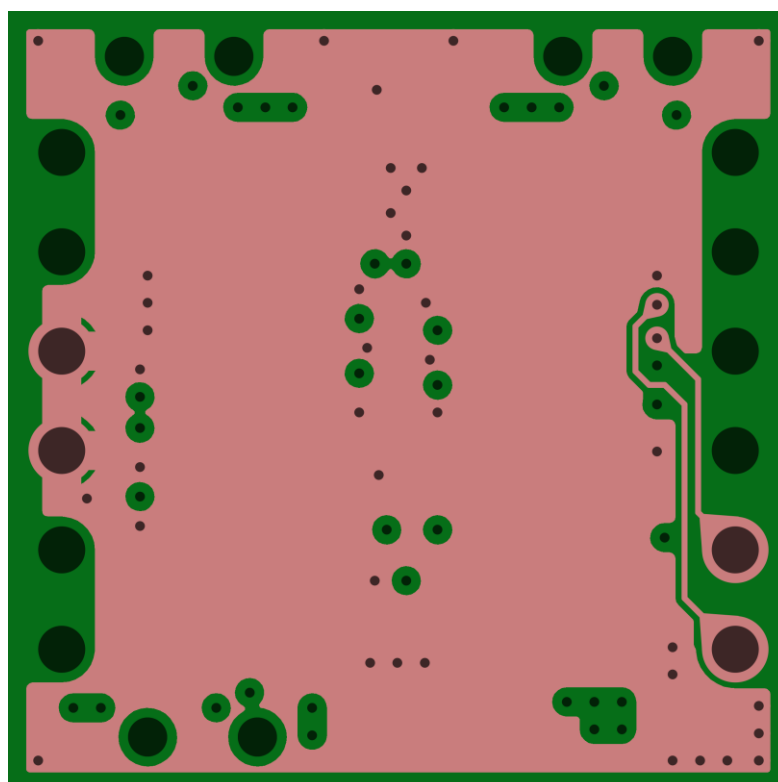
以下のファイルも参照ください。

ベース基板	RD221-LAYER7-xx.pdf
モジュール基板 (MUX1)	RD221-LAYER1-xx.pdf
モジュール基板 (MUX2)	RD221-LAYER2-xx.pdf
モジュール基板 (MUX3)	RD221-LAYER3-xx.pdf
モジュール基板 (MUX4)	RD221-LAYER4-xx.pdf
モジュール基板 (MUX5)	RD221-LAYER5-xx.pdf

(xxはレビジョン番号)

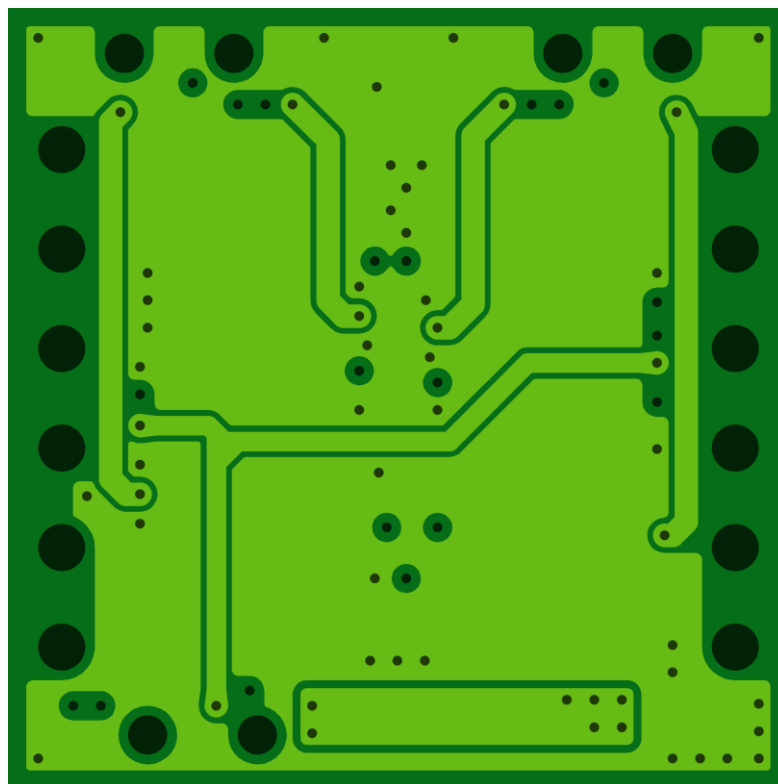


<LAYER1 Front側>

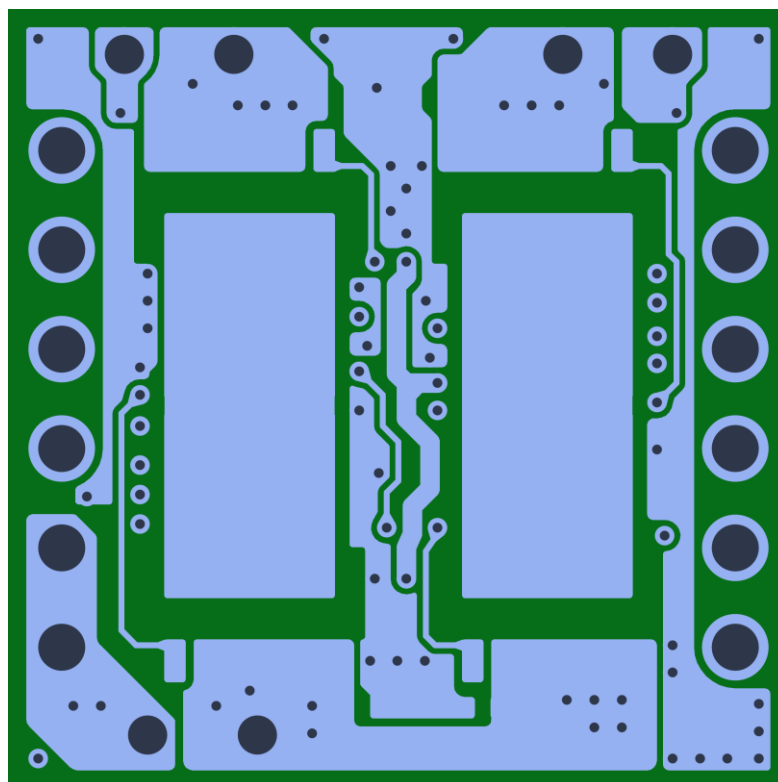


<LAYER2>

図3.1 (a) モジュール基板パターン図 (MUX1の例, Front View)

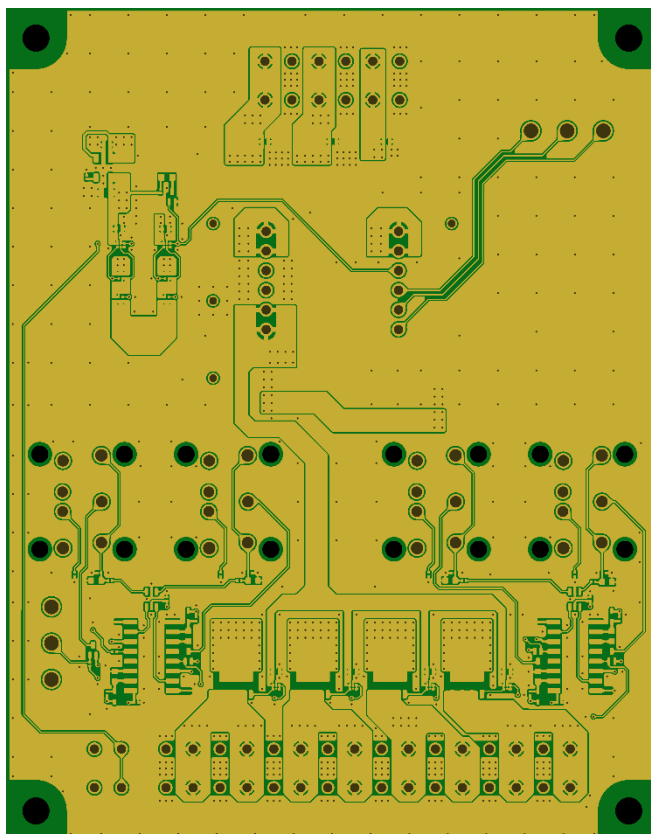


<LAYER3>

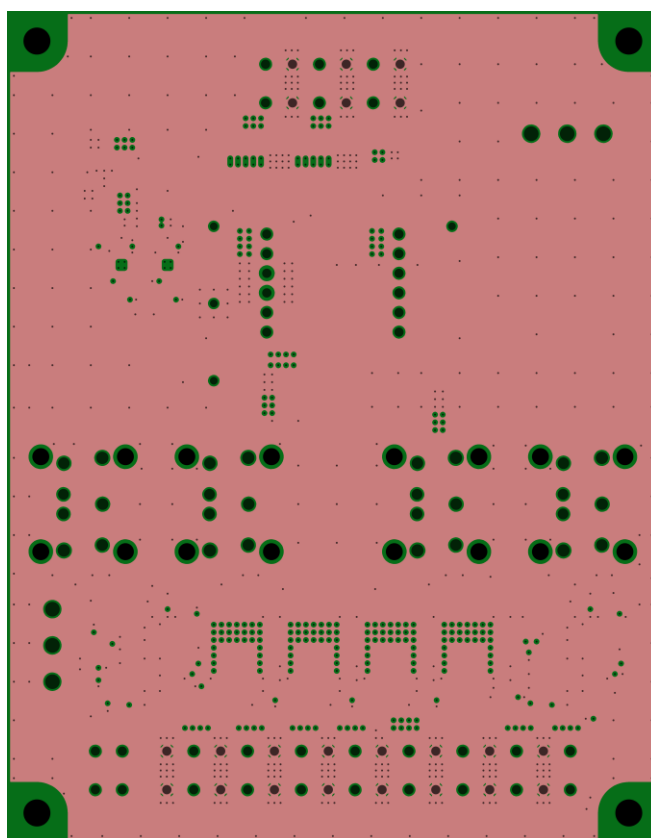


<LAYER4 Back側>

図3.1 (b) モジュール基板パターン図 (MUX1の例, Front View)

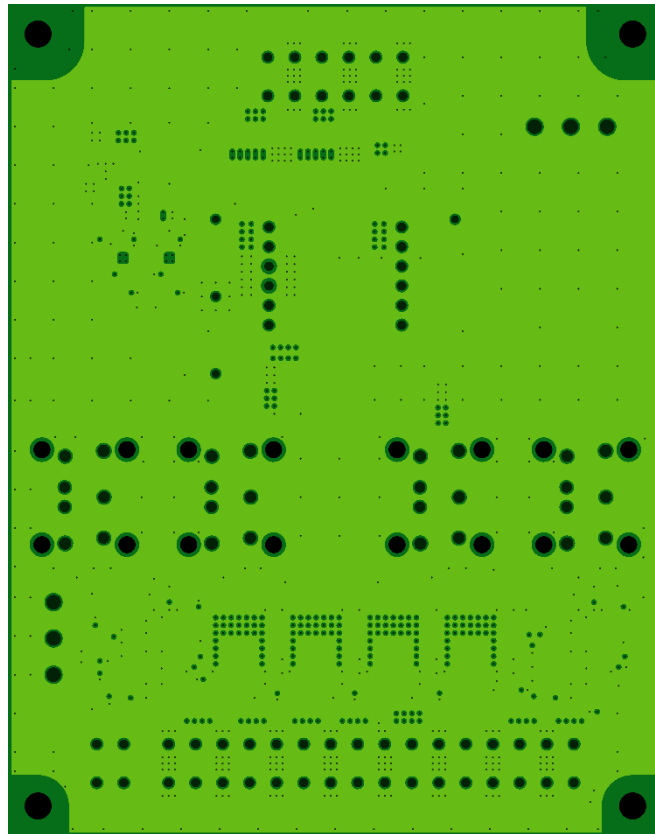


<LAYER1 Front側>

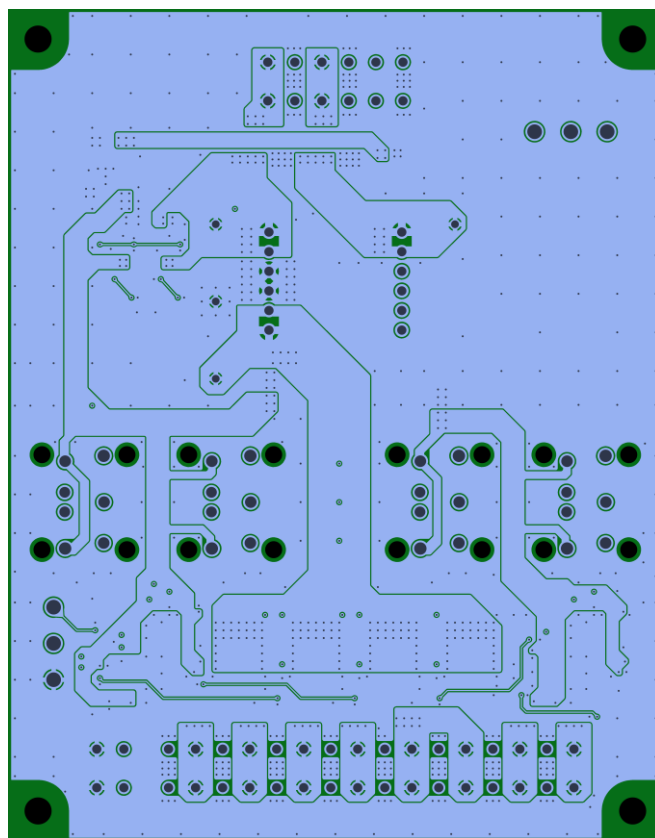


<LAYER2>

図3.2 (a) ベース基板パターン図 (Front View)



<LAYER3>



<LAYER4 Back側>

図3.2 (b) ベース基板パターン図 (Front View)



### 4. 動作説明

#### 4.1 動作方法

本回路を起動するときの標準的な手順は以下の通りです。

1. ベース基板のモジュール基板接続コネクタ（CN4, CN5）にモジュール基板を図 4.2 の通り接続します。
2. 出力負荷端子台（CN2）に必要な負荷抵抗、負荷容量を接続します。必要に応じて FLAG 出力（CN3）を確認します。
3. 入力端子台（CN1）の VDD 電源（5～12 V）を印加した後、VINA 電源と VINB 電源を接続します。
4. DC 通電/パルス通電切り替えスイッチをパルス通電側に切り替えて出力する負荷（LOAD-A～LOAD-D）のパルス通電スイッチを押すと、出力負荷端子台に約 1 秒間電圧が出力されます。連続通電出力したい場合は DC 通電/パルス通電切り替えスイッチを DC 通電側に切り替えてください。DC 通電は LOAD-D 負荷のみ有効です。
5. BBM/MBB 切り替えスイッチにより、BBM 動作と MBB 動作を切り替えることができます。（MUX4 はスイッチ設定に依らず常に BBM 動作となります。）
6. 動作の停止は、VINA 電源と VINB 電源をオフにしたあと、VDD 電源をオフにしてください。

\*負荷抵抗の発熱による火傷などに注意してください。

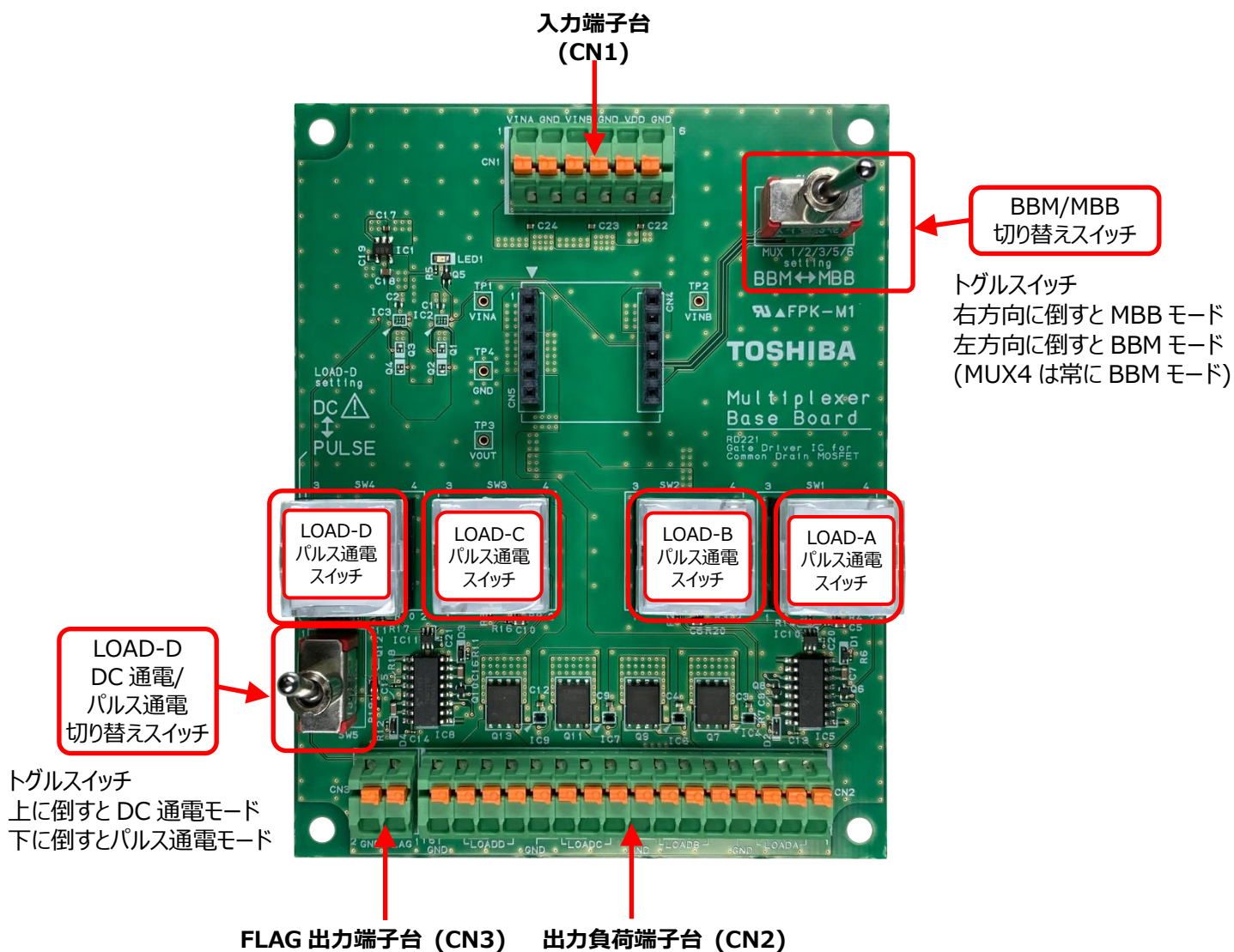


図 4.1 ベース基板上的のコネクタとスイッチ

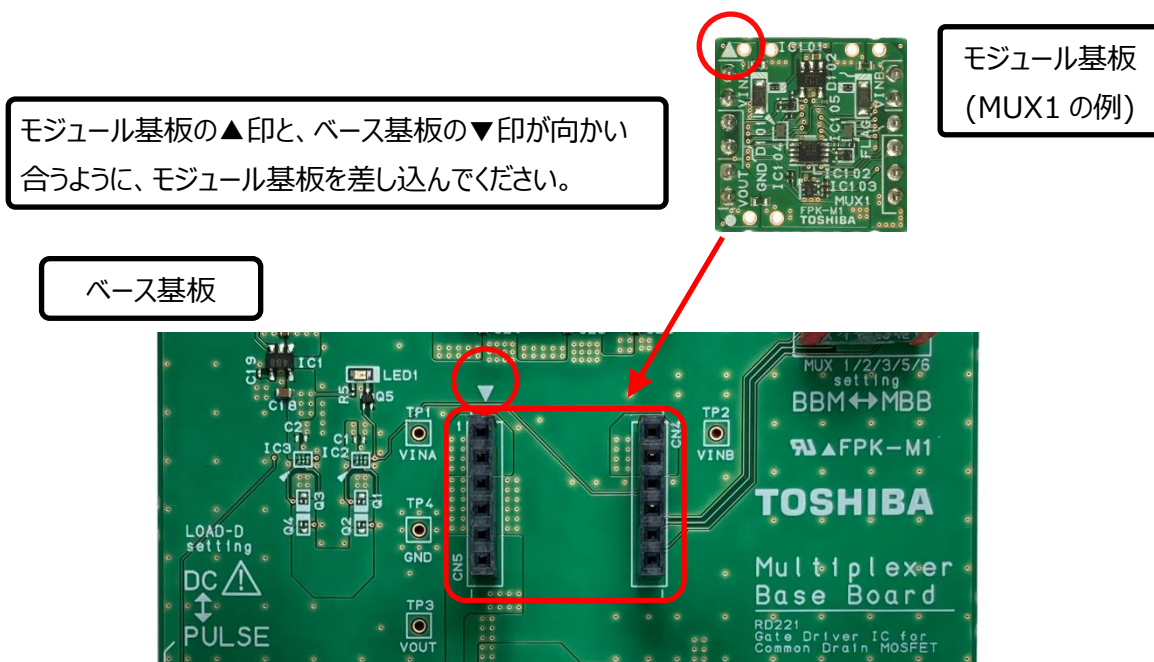


図 4.2 ベース基板とモジュール基板との接続

## 4.2 外部コネクタ仕様

本回路のベース基板の外部コネクタ仕様は以下の通りです。

**表 4.1 入力端子台 (CN1) 仕様**

ピン番号	入力端子名	説明	印加電圧範囲	電流定格
1	VINA	マルチプレクサ-VINA 入力端子	搭載するモジュール基板による (最大 24 V)	最大 3~5 A* (モジュール基板による)
2	GND	(上記端子の GND)		
3	VINB	マルチプレクサ-VINB 入力端子	搭載するモジュール基板による (最大 9 V)	最大 3~5 A* (モジュール基板による)
4	GND	(上記端子の GND)		
5	VDD	ベース基板駆動用電源端子	5~12 V	-
6	GND	(上記端子の GND)		

\* 個別部品仕様としてはこれ以上の電流を流せませんが、本基板では放熱設計上これを超えない範囲でご使用下さい。

**表 4.2 出力負荷端子台 (CN2) 仕様**

ピン番号	出力負荷名	
1	LOAD-A	抵抗負荷接続用
2		(上記端子の GND)
3		容量負荷接続用
4		(上記端子の GND)
5	LOAD-B	抵抗負荷接続用
6		(上記端子の GND)
7		容量負荷接続用
8		(上記端子の GND)
9	LOAD-C	抵抗負荷接続用
10		(上記端子の GND)
11		容量負荷接続用
12		(上記端子の GND)
13	LOAD-D	抵抗負荷接続用
14		(上記端子の GND)
15		容量負荷接続用
16		(上記端子の GND)

**表 4.3 FLAG 出力端子台 (CN3) 仕様**

ピン番号	出力端子名	
1	FLAG	FLAG 出力 VINA 入力時に H レベル (約 3.3 V)
2	GND	(上記端子の GND)

## 4.3 動作概要

### 4.3.1 BBM 動作

図 4.3 にモジュール基板 MUX1 を BBM 動作させた時の波形を示します。

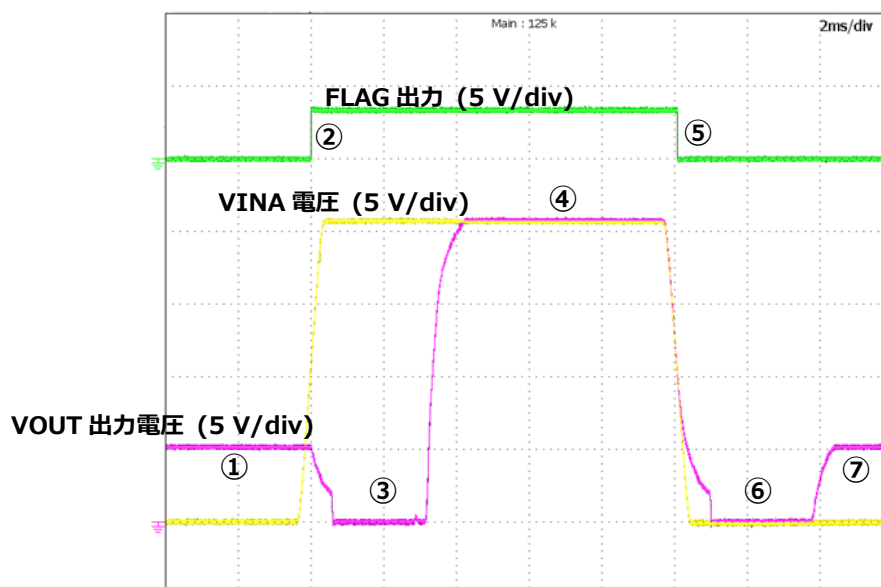


図 4.3 BBM 動作時波形

2 ms/div, VINA = 20 V, VINB = 5 V, RL = 300 Ω, CL = 無し

VINB 電圧として 5 V を連続通電し、VINA 電圧として 10 ms の 20 V 電圧パルスを印加しています。VINA 電圧に 20 V が印加され、出力電圧が 5 V から 20 V に切り替わる際には VINA 電圧を制御する MOSFET ドライバー IC TCK421G のゲートオン時に約 3 ms のスタートアップ時間  $t_{ON}$  があり、この間の出力電圧は 0 V になります。また VINA 端子が 0 V になり、出力電圧が 20 V から 5 V に切り替わる際にも、同様に VINB 電圧を制御する MOSFET ドライバー IC TCK425G のゲートオン時に約 3 ms のスタートアップ時間  $t_{ON}$  があり、この間の出力電圧は 0 V になります。なお VINA 電圧が印加されている間は FLAG 出力が H 出力 (約 3.3 V) となります。

波形中の各動作の詳細は以下の通りです。

- ① VINB に 5 V が印加されており、VINB 側電圧 (約 5 V) が出力される。
- ② VINA に 20 V を印加すると、FLAG 出力が H 出力 (約 3.3 V) になる。このタイミングで VINA 側ドライバーの TCK421G がオン動作を開始する。
- ③ VINB 側ドライバーの TCK425G がオフのため 0 V が出力される。
- ④ VINA 側ドライバーの TCK421G の  $t_{ON}$  時間後に VINA 側電圧 (約 20 V) が出力される。
- ⑤ VINA 印加電圧が 0 V になると、FLAG 出力は L 出力 (0 V) になる。このタイミングで VINB 側ドライバーの TCK425G がオン動作を開始する。
- ⑥ VINA 側ドライバーの TCK421G がオフのため 0 V が出力される。
- ⑦ VINB 側ドライバーの TCK425G の  $t_{ON}$  時間後に VINB 側電圧 (約 5 V) が出力される。

## 4.3.2 MBB 動作

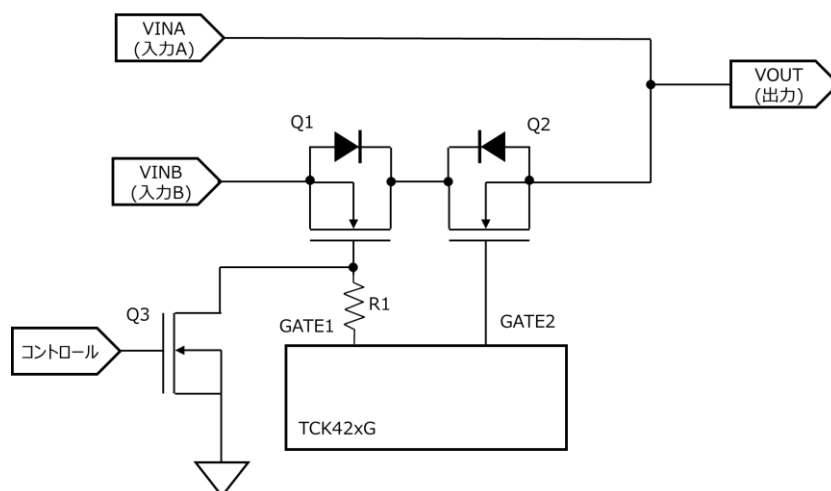


図 4.4 MBB 動作回路

本回路の MBB 動作概要を説明します。図 4.4 の MBB 動作回路では  $V_{INA}$  電圧  $>$   $V_{INB}$  電圧、 $V_{INB}$  は常時通電と仮定します。

- ①  $V_{INB}$  に電圧を印加する ( $V_{INA}$  は電圧オフ)。コモンレイン接続された MOSFET Q1 と Q2 は MOSFET ドライバ IC TCK42xG によりオンされ、出力  $V_{OUT}$  には  $V_{INB}$  側電圧が出力される。
- ②  $V_{INA}$  入力を検知するとゲート遮断 MOSFET Q3 をオンする。これにより MOSFET Q1 のゲート電圧は約 0 V になり Q1 はオフする。そのため  $V_{INB}$  から Q1 のボディダイオード順電圧分などがドロップした電圧が  $V_{OUT}$  に出力される。
- ③  $V_{INA}$  に電圧を印加する。 $V_{INA}$  から電圧を印加しても、Q1 のボディダイオードにより  $V_{INB}$  側に逆流電流は流れない。

上記の動作により、MBB 動作による  $V_{INB}$  から  $V_{INA}$  へのシームレスな電圧出力切り替えが行われます。また以下の動作により MBB 動作による  $V_{INA}$  から  $V_{INB}$  のシームレスな電圧出力切り替えが行われます。

- ①  $V_{INA}$  が印加されている状態から、 $V_{INA}$  をオフ (0 V) する。
- ②  $V_{INB}$  電圧から Q1 のボディダイオード順電圧分などがドロップした電圧が  $V_{OUT}$  に出力される。
- ③ Q3 がオフになる。これにより Q1 が ON となり  $V_{INB}$  側電圧が  $V_{OUT}$  へ出力される。

表 4.4 に MBB 動作のタイミング遷移表、図 4.5 に MBB 動作のタイミングチャートを示します。動作は VINA 電圧 > VINB 電圧とした場合を想定しています。

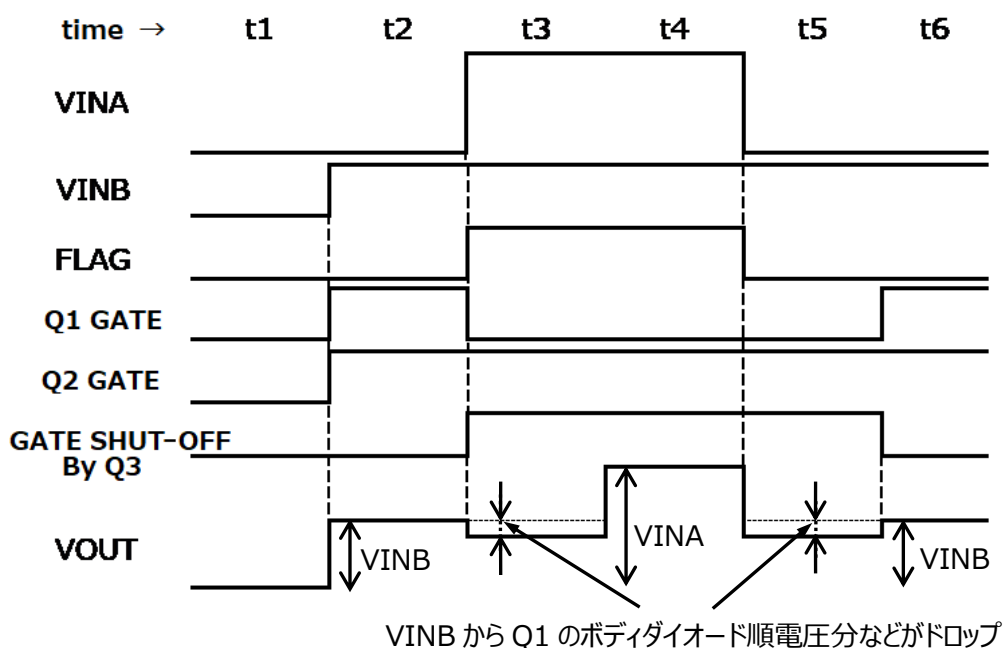
**表 4.4 MBB 動作のタイミング遷移表 (入力の VINA 電圧 > VINB 電圧とする)**

時間(状態)	t1	t2	t3	t4	t5	t6
VINA 入力	0 V	0 V	ON	ON	0 V	0 V
VINB 入力	0 V	ON	ON	ON	ON	ON
FLAG 出力*	L	L	H	H	L	L
Q1 ゲート	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON
Q2 ゲート	OFF	ON	ON	ON	ON	ON
Q3 ゲート遮断	OFF	OFF	ON	ON	ON	OFF
VOUT	0 V	VINB 側	**	VINA 側***	**	VINB 側

\* VINA 入力があるときは H 出力 (約 3.3 V)、VINA 入力が無いときは L 出力 (0 V)

\*\* VINB 電圧から Q1 のボディダイオードの順電圧分などがドロップした電圧を出力

\*\*\* TCK42xG の  $t_{ON}$  時間 (約 3 ms) 後に VINA 側電圧となる。それまではその前のタイミングの電圧を保持



**図 4.5 MBB 動作のタイミングチャート**



図 4.6 に MUX1 を例として実際に MBB 動作させた時の波形を示します。

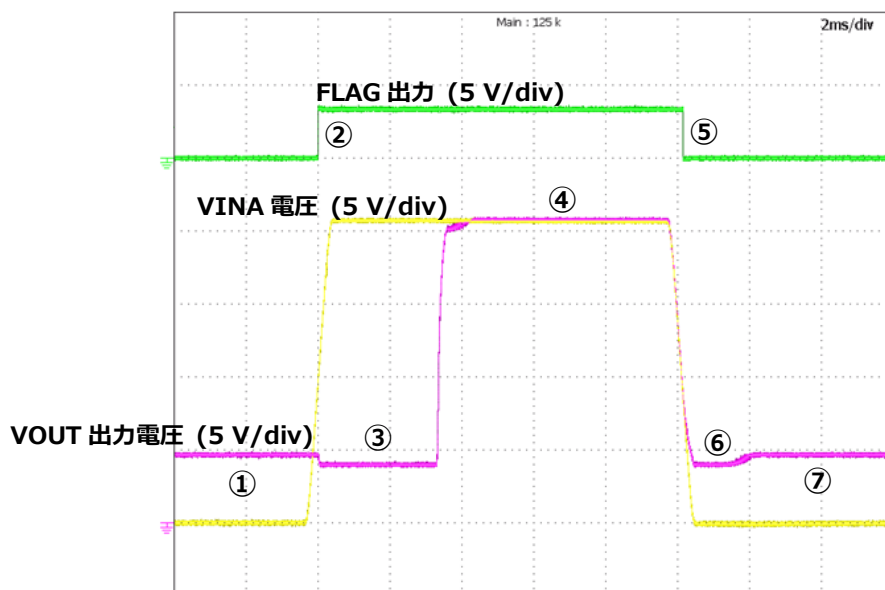


図 4.6 MBB 動作時波形 (2 ms/div)

VINA = 20 V, VINB = 5 V, RL = 300 Ω, CL = 無し

VINB 電圧として 5 V を連続通電し VINA に 10 ms の 20 V パルスを印加した際に、電圧が 0 V に落ちることなくシームレスに切り替え動作する詳細を説明します。

- ① VINB に 5 V が印加されており、出力電圧には VINB 側電圧 (約 5 V) が出力される。
- ② VINA に 20 V を印加すると、FLAG 出力が H 出力 (約 3.3 V) になる。このタイミングで VINA 側ドライバーの TCK421G がオン動作を開始する。
- ③ VINB ドライバー回路内で図 4.4 の Q3 に相当するゲート遮断 MOSFET SSM3K15ACTC がオンになり、Q1 に相当する MOSFET TPH6503PL1 がオフになる。②での TCK421G のオン後スタートアップ時間  $t_{ON}$  (約 3 ms) の間、VINB からこの Q1 のボディダイオード順電圧分などがドロップした電圧が出力される。
- ④ ③でオンされた TCK421G の  $t_{ON}$  後に、VINA 側電圧 (約 20 V) が出力される。
- ⑤ VINA の印加電圧が 0 V になると FLAG 出力は L 出力 (0 V) となる。
- ⑥ VINA 電圧が 0 V となったため、図 4.4 の Q3 に相当するゲート遮断 MOSFET がオフし、Q1 に相当する TPH6503PL1 がオン動作を開始する。この間は VINB から Q1 のボディダイオード順電圧分などがドロップした電圧が出力される。
- ⑦ Q1 に相当する TPH6503PL1 がオンになり、VINB 側電圧 (約 5 V) が出力される。

### 4.3.3 理想ダイオード特性

MUX1 の入力 VINA-出力 VOUT 間の入出力電圧差 ( $V_{IN} - V_{OUT}$ ) 対 出力電流 ( $I_{OUT}$ )、及び比較としてショットキーバリアダイオード (SBD) CRS30I30A (30 V/3 A/S-FLAT パッケージ) の順電圧 ( $V_F$ ) 対 順電流 ( $I_F$ ) 特性をプロットしたグラフを図 4.7 に示します。

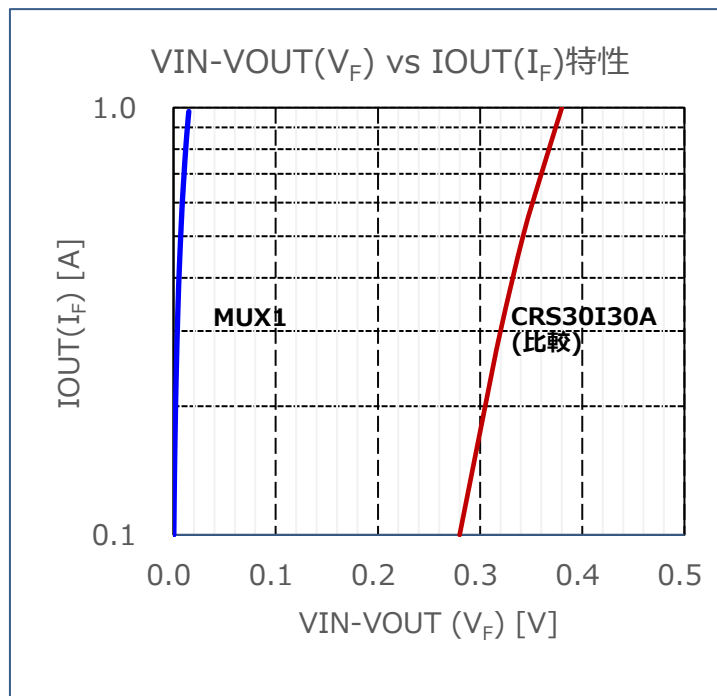


図 4.7 MUX1 と CRS30I30A との特性比較

1 A の電流を流した際にドロップする電圧となる CRS30I30A の順電圧 ( $V_F$ ) 約 0.38 V に対して、MUX1 では約 15 mV と約 1/25 の値となり、MUX1 は理想ダイオード (ideal diode) 特性になります。パワーマルチプレクサー動作させたときの入力-出力端子間のドロップ電圧が小さいため、電源 OR 回路素子として SBD を用いた場合より本回路は低損失を実現することができます。

### 4.3 動作波形

#### 4.3.1 モジュール基板 MUX1

モジュール基板 MUX1 の動作波形を示します。



図 4.8 モジュール基板 MUX1 外観 (Front 側, Back 側)

#### MUX1 の BBM モードでの動作波形 (出力電流 1 A 時)

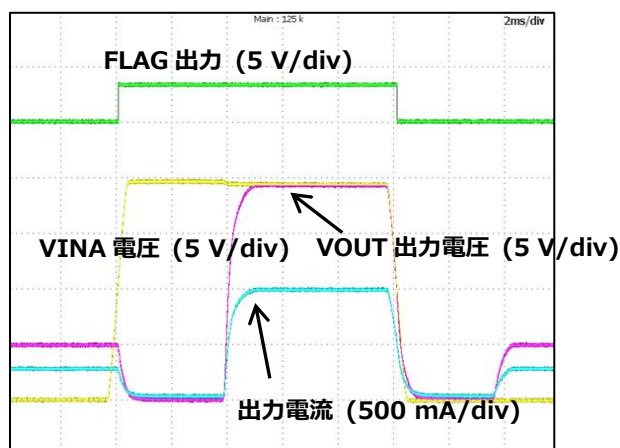


図 4.9 BBM 動作時波形 (2 ms/div)

VINA = 20 V, VINB = 5 V, RL = 20 Ω, CL = 6.8 μF

#### MUX1 の MBB モードでの動作波形 (出力電流 1 A 時)

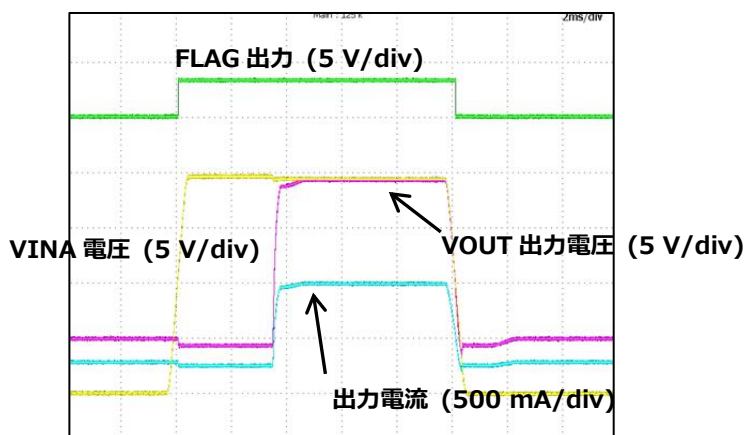


図 4.10 MBB 動作時波形 (2 ms/div)

VINA=20 V, VINB=5 V, RL=20 Ω, CL=6.8 μF

### 4.3.2 モジュール基板 MUX2

モジュール基板 MUX2 の動作波形を示します。



図 4.11 モジュール基板 MUX2 外観(Front 側, Back 側)

#### MUX2 の BBM モードでの動作波形 (出力電流 1 A 時)

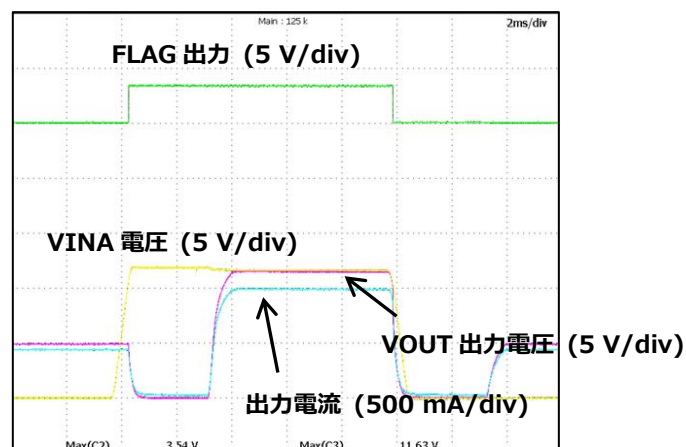


図 4.12 BBM 動作時波形 (2 ms/div)

$V_{INA} = 12\text{ V}$ ,  $V_{INB} = 5\text{ V}$ ,  $R_L = 12\ \Omega$ ,  $C_L = 6.8\ \mu\text{F}$

#### MUX2 の MBB モードでの動作波形 (出力電流 1 A 時)

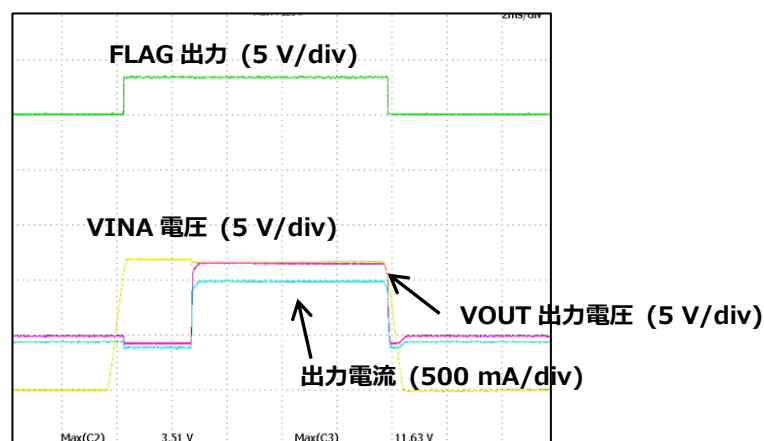


図 4.13 MBB 動作時波形 (2 ms/div)

$V_{INA} = 12\text{ V}$ ,  $V_{INB} = 5\text{ V}$ ,  $R_L = 12\ \Omega$ ,  $C_L = 6.8\ \mu\text{F}$

### 4.3.3 モジュール基板 MUX3

モジュール基板 MUX3 の動作波形を示します。



図 4.14 モジュール基板 MUX3 外観 (Front 側, Back 側)

### MUX3 の BBM モードでの動作波形 (出力電流 1 A 時)

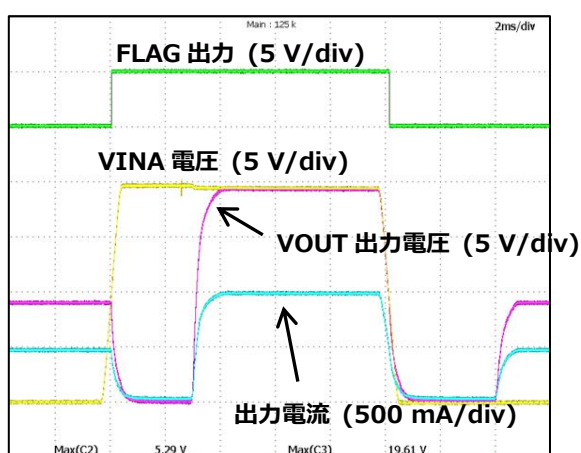


図 4.15 BBM 動作時波形 (2 ms/div)

$VINA = 20\text{ V}$ ,  $VINB = 9\text{ V}$ ,  $RL = 20\ \Omega$ ,  $CL = 6.8\ \mu\text{F}$

### MUX3 の MBB モードでの動作波形 (出力電流 1 A 時)

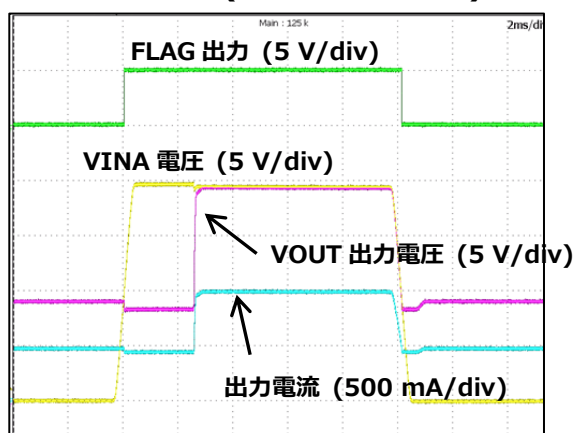


図 4.16 MBB 動作時波形 (2 ms/div)

$VINA = 20\text{ V}$ ,  $VINB = 9\text{ V}$ ,  $RL = 20\ \Omega$ ,  $CL = 6.8\ \mu\text{F}$

### 4.3.4 モジュール基板 MUX4

モジュール基板 MUX4 の動作波形を示します。



図 4.17 モジュール基板 MUX4 外観 (Front 側, Back 側)

### MUX4 の BBM モードでの動作波形 (出力電流 1 A 時)

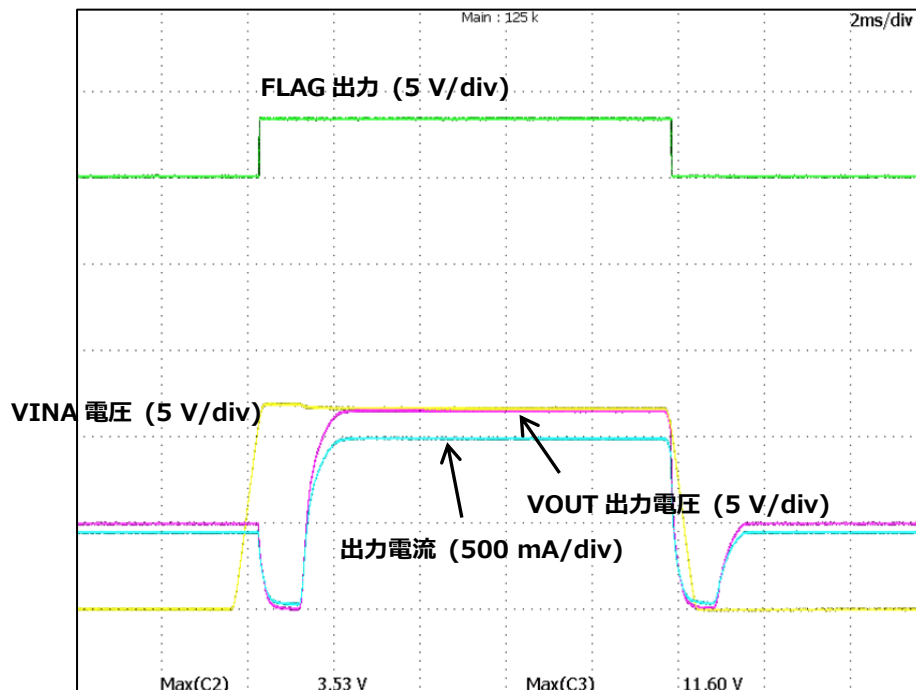


図 4.18 BBM 動作時波形 (2 ms/div)

$VINA = 12\text{ V}$ ,  $VINB = 5\text{ V}$ ,  $RL = 12\ \Omega$ ,  $CL = 6.8\ \mu\text{F}$

モジュール基板 MUX4 は eFuse IC を用いているため MBB の動作はせず、BBM のみ動作します。



## 4.3.5 モジュール基板 MUX5

モジュール基板 MUX5 の動作波形を示します。



図 4.19 モジュール基板 MUX5 外観 (Front 側, Back 側)

### MUX5 の BBM モードでの動作波形 (出力電流 1 A 時)

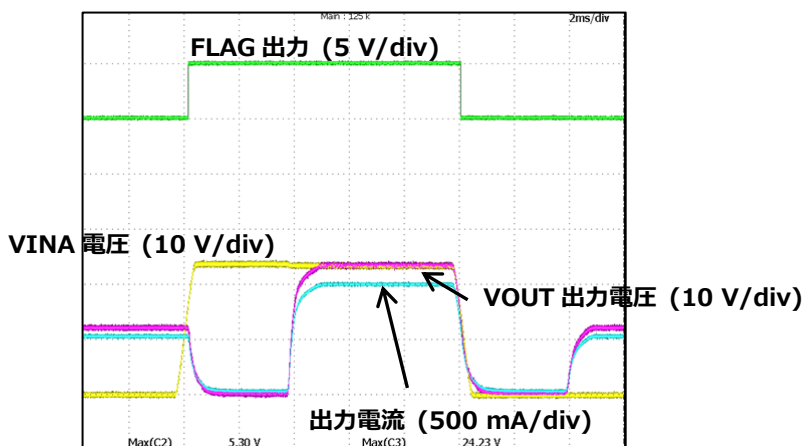


図 4.20 BBM 動作時波形 (2 ms/div)

$V_{INA} = 24\text{ V}$ ,  $V_{INB} = 12\text{ V}$ ,  $R_L = 24\ \Omega$ ,  $C_L = 6.8\ \mu\text{F}$

### MUX5 の MBB モードでの動作波形 (出力電流 1 A 時)

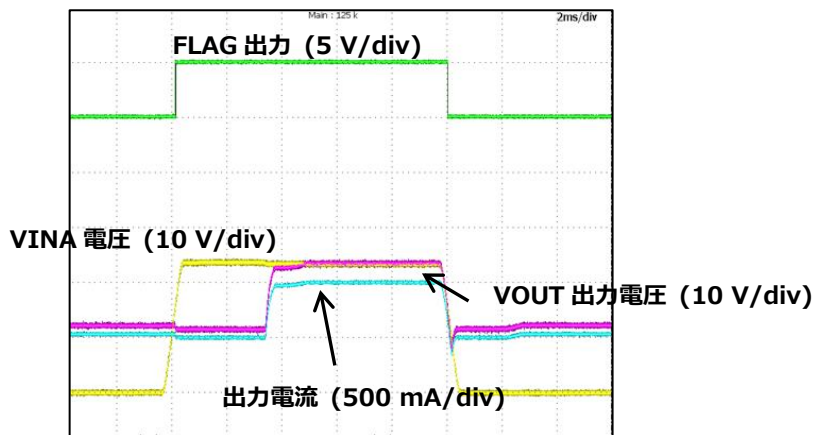


図 4.21 MBB 動作時波形 (2 ms/div)

$V_{INA} = 24\text{ V}$ ,  $V_{INB} = 12\text{ V}$ ,  $R_L = 24\ \Omega$ ,  $C_L = 6.8\ \mu\text{F}$

## 5. 使用時の注意事項

- ・設計した期待通りの動作を行うために、適切な出力容量値と適切な立ち上げシーケンス設計を行ってご使用下さい。
- ・印加する電圧が高いため、感電に注意してください。
- ・出力端子に付加する負荷の発熱・発熱によるやけどに注意してください。

## 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。