

車載向け CXPI 通信応用回路

デザインガイド

RD254-DGUIDE-01

東芝デバイス&ストレージ株式会社

目次

1.	はじめに	4
2.	次世代車載通信プロトコル CXPI.....	5
3.	リファレンスデザイン構成	6
4.	A CXPI ドライバーレシーバー基板 (コマンダーノード)	7
4.1.	仕様とブロック図	7
4.2.	主な使用部品.....	9
4.2.1.	CXPI ドライバーレシーバーIC TB9032FNG	9
4.2.2.	TVS ダイオード DF2B29FU.....	11
4.3.	回路設計	12
4.3.1.	電源供給回路	12
4.3.2.	CXPI BUS 信号回路	13
4.3.3.	制御信号回路	14
5.	B ドアミラー駆動基板 (レスポonderノード)	15
5.1.	仕様とブロック図	15
5.2.	主な使用部品.....	17
5.2.1.	CXPI インターフェース IC TB9033FTG	17
5.2.2.	MCD 車載用 Hブリッジドライバー TB9054FTG.....	20
5.2.3.	MCD 車載用 Hブリッジドライバー TB9101FNG.....	21
5.2.4.	N チャネル MOSFET SSM3K341R.....	22
5.2.5.	TVS ダイオード DF2B29FU.....	22
5.3.	回路設計	23
5.3.1.	電源供給回路	23
5.3.2.	CXPI BUS 信号回路	26
5.3.3.	TB9033FTG Node Address (NAD) 設定回路	26
5.3.4.	ドアミラー開閉 (折り畳み動作) 用モーター制御回路	27

5.3.5. ドアミラー角度調整用モーター制御回路.....	29
5.3.6. ウィンカー駆動回路	31
6. C LED アンビエントライト駆動基板 (レスポonderノード)	32
6.1. 仕様とブロック図	32
6.2. 主な使用部品.....	34
6.2.1. CXPI インターフェース IC TB9033FTG	34
6.2.2. N チャンネル MOSFET SSM3K341R	34
6.2.3. TVS ダイオード DF2B29FU.....	34
6.3. 回路設計.....	35
6.3.1. 電源供給回路.....	35
6.3.2. CXPI BUS 信号回路	35
6.3.3. TB9033FTG Node Address (NAD) 設定回路	35
6.3.4. LED アンビエントライト駆動回路.....	36

1. はじめに

本デザインガイド (以下「本ガイド」) では、TB9032FNG (ドライバー/レシーバーIC) および TB9033FTG (CXPI インターフェース IC) を用いた、車載向け CXPI (Clock Extension Peripheral Interface) 通信応用回路のリファレンスデザイン (以下「本デザイン」) について説明します。

CXPI は、日本自動車技術会によって策定され、国際標準化機構 (ISO) により ISO 20794:2020 として標準化された次世代車載通信プロトコルです。この規格は、HMI (Human Machine Interface) 機器間の通信に伴うワイヤーハーネスの増加を抑制し、車両の軽量化を目的として開発されました。

従来、車載ネットワークではドアミラーや LED 照明などの制御に LIN (Local Interconnect Network) 通信が広く採用されてきました。一方、次世代の CXPI 通信は、低コストと高応答性を実現し、車載機能の効率的な制御に貢献します。本デザインでは、これらの応用シーンを想定して設計されています。

本デザインは、CXPI コマンダーノードと複数の CXPI レスポンダーノードで構成されます。コマンダーノードは、ホストコントローラーと接続されて、CXPI 物理層インターフェース IC である [TB9032FNG](#) を搭載した CXPI ドライバーレシーバー基板を用いて通信の送受信を行います。ホストコントローラーからの指令は CXPI ドライバーレシーバー基板を介して CXPI BUS 経由で各レスポナーノードに送信されます。

本デザインでは、レスポナーノードに以下の 2 種類の制御基板を用意しています。

- ドアミラー駆動基板
- LED アンビエントライト駆動基板

これらの基板はいずれも [TB9033FTG](#) を CXPI レスポナーインターフェース IC として搭載しています。ドアミラー駆動基板はモーター駆動用の MCD と MOSFET を備え、ドアミラーの開閉動作、ミラーの角度調整およびウインカーの制御を行います。LED アンビエントライト基板は、TB9033FTG の GPIO 出力端子を利用し、PWM デューティー比を調整することで調光機能を実現します。

本デザインは、CXPI 通信の動作確認や各レスポナーノードの機能評価に適しており、CXPI 通信を活用した車載末端制御システムの開発・評価における参考例として活用できます。

2. 次世代車載通信プロトコル CXPI

本デザインで使用されている次世代車載通信規格 CXPI について解説します。

CXPI (Clock Extension Peripheral Interface) は、日本自動車技術会が策定し、2020 年に ISO 20794 として国際標準化された次世代車載通信プロトコルです。主に HMI (Human Machine Interface) 領域におけるスイッチやセンサーなど、応答性が求められる機器間通信に対応するために開発されました。

従来、車両内の入出力機器は 1 対 1 で接続されており、ワイヤーハーネスの増加による重量増が課題でした。CXPI は単線 BUS 構成を採用し、CAN (Controller Area Network) より低コストで、LIN (Local Interconnect Network) では実現できない応答性を提供します。これにより、ワイヤーハーネス削減による軽量化と多重通信による効率化が可能となります。

CXPI の主な特徴は以下となります。

- 通信方式 : PWM 変調 + クロック同期
- アクセス方式 : CSMA/CR (イベントトリガー) + コマンドレスポンススケジュール (ポーリング)
- 物理構成 : 単線 BUS、最大通信速度 20kbps
- データ転送 : ノーマルフレーム 12byte、バーストフレーム最大 255byte
- 信頼性 : CRC によるエラー検出
- 拡張性 : 最大 16 ノード、ノード追加・削除が容易

これらの特徴により CXPI は、ステアリングスイッチ、ワイパー、ライト、ドアミラー、シートコントロールなど、応答性と低コストが求められるボディー系アプリケーションに適しています。

※CXPI の詳細につきましては、Web サイト「[車載ネットワーク通信](#)」に掲載されておりますので、ご参照ください。

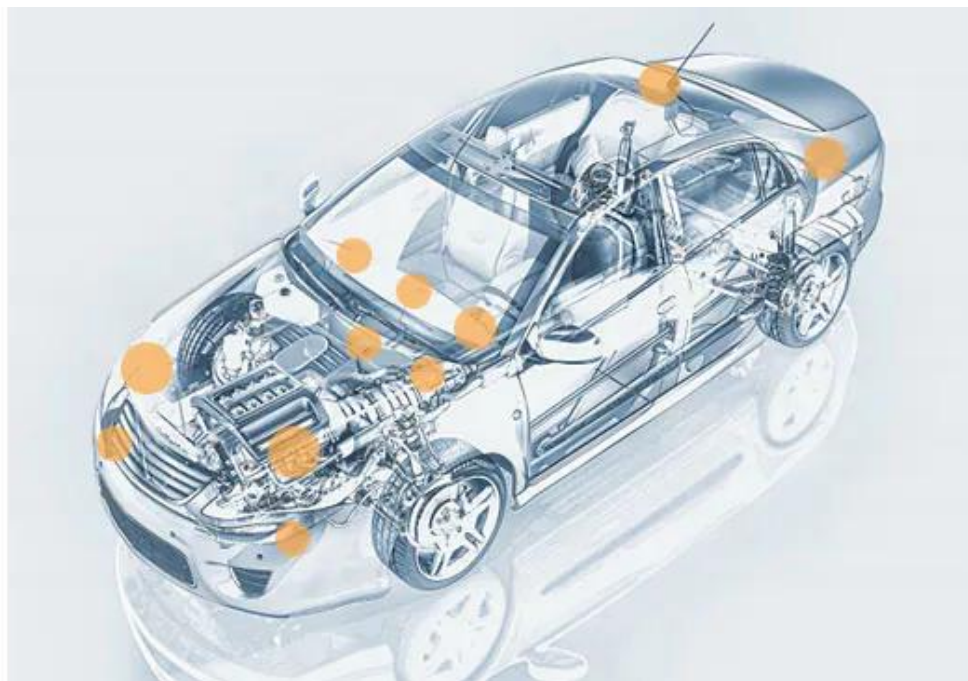


図 2.1 アプリケーション箇所

3. リファレンスデザイン構成

本デザインでは、CXPI (Clock Extension Peripheral Interface) を採用した車載制御システムの構成と、東芝製 IC を用いた各ノードの役割について解説します。

CXPI は、単線 BUS による低コスト化と即応性を特徴とし、ドアミラーや LED 照明などのボディー系機能に最適な通信規格です。

本デザインは、以下の 3 つの主要ブロックで構成されます。図 3.1 にブロック図を示します。

- **CXPI Commander Node (A) CXPI ドライバーレシーバー基板**

RD254A ボードでは、CXPI ドライバー/レシーバー IC TB9032FNG を採用しており、CXPI コントローラーを搭載したホストコントローラーと組み合わせることで、CXPI コマンダーノードとして通信を行います。これにより、CXPI BUS との信頼性の高い接続を実現します。

- **CXPI Responder Node (B) - ドアミラー駆動基板**

RD254B ボードでは、CXPI インターフェース IC に TB9033FTG を採用しています。MCD (Motor Control Driver) および MOSFET と組み合わせることで、ドアミラーに搭載された複数のモーターおよびウインカーの制御を実現します。

- **CXPI Responder Node (C) - LED アンビエントライト基板**

RD254C ボードでは、同じく TB9033FTG を使用し、LED アンビエントライトの制御を担当します。MOSFET を介して複数の LED アンビエントライトを駆動し、車内の快適性を向上させます。

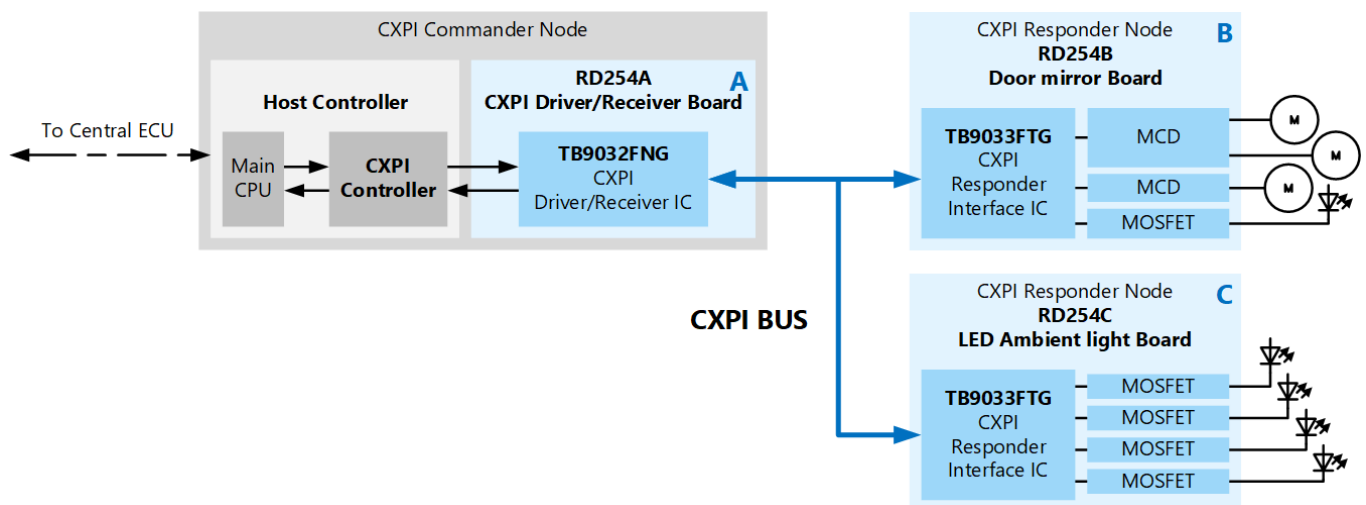


図 3.1 ブロック図

4. A CXPI ドライバーレシーバー基板 (コマンダーノード)

4.1. 仕様とブロック図

表 4.1 に本デザイン RD254A ボードの主な仕様を示します。

表 4.1 RD254A ボード仕様

項目	条件	Min	Typ.	Max	単位
電源					
VBAT 電圧		6	12	16	V
VIO		4.5	5	5.5	V
RXD					
出力 High 電圧	負荷電流 -1mA、 $V_{VIO} = 5V$	4.5	-	-	V
出力 Low 電圧	負荷電流 1mA	-	-	0.5	V
TXD					
入力 High 電圧	$V_{VIO} = 5V$	4.0	-	-	V
入力 Low 電圧	$V_{VIO} = 5V$	-	-	1.0	V
ヒステリシス	$V_{VIO} = 5V$	0.16	0.325	0.65	V
BUS (DC 特性)					
ドミナント出力電圧	$V_{TXD}=0V$, $R_L^{\ast} = 500\Omega$ $10V \leq V_{BAT} \leq 18V$	-	-	2.0	V
レセツプ出力電圧	TXD=H	$0.8 \times V_{BAT}$	-	V_{BAT}	V
受信時のドミナントしきい値電圧	受信ノードが L レベルと判断する電圧	-	-	$0.423 \times V_{BAT}$	V
受信時のレセツプしきい値電圧	受信ノードが H レベルと判断する電圧	$0.556 \times V_{BAT}$	-	-	V
ヒステリシス	-	-	-	$0.133 \times V_{BAT}$	V
その他					
基板層構成	FR-4, 2 層 (貫通ビア), PCB 厚 1.6mm, Cu 厚 35 μ m (表層)				
基板サイズ	65mm x 55mm				

※ R_L はIC外部に接続するBAT線とBUS線間のプルアップ抵抗です。

図 4.1 に本デザイン RD254A ボードの主なブロック図を示します。

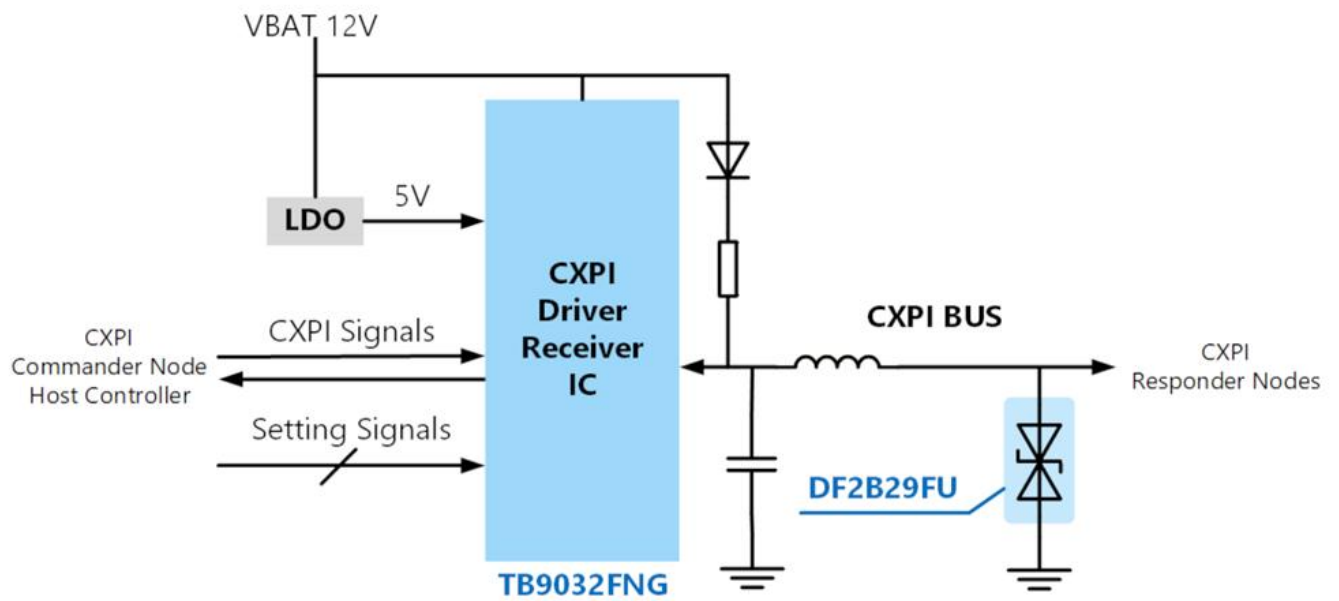


図 4.1 RD254A ボードブロック図

4.2. 主な使用部品

この節では本デザイン RD254A ボードに使用している主な部品について説明します。

4.2.1. CXPI ドライバーレシーバー IC TB9032FNG

本デザインでは、コマンダー側の BUS 回路で、ISO20794-4 に準拠した外部端子によりコマンダーノードとレスポンドノードの用途に切り替え可能な CXPI 通信ドライバーレシーバー IC [TB9032FNG](#) を使用しています。

TB9032FNG の主な特長は以下のとおりです。

- CXPI 通信用ドライバーレシーバー IC
- 動作電圧 VBAT : 6 ~ 18V
- マイコンインターフェース : 4.5 ~ 5.5V
- 動作温度 (Ta) : -40 ~ 125°C
- ジャンクション温度 (Tj) : 150°C (Max)
- Sleep モード、Wakeup 送信モード
- ドミナントタイムアウト検出機能
- 過熱検出機能、低電圧検出機能 (BAT、VIO)
- 通信速度 : 最大 20kbps

外観と端子配置

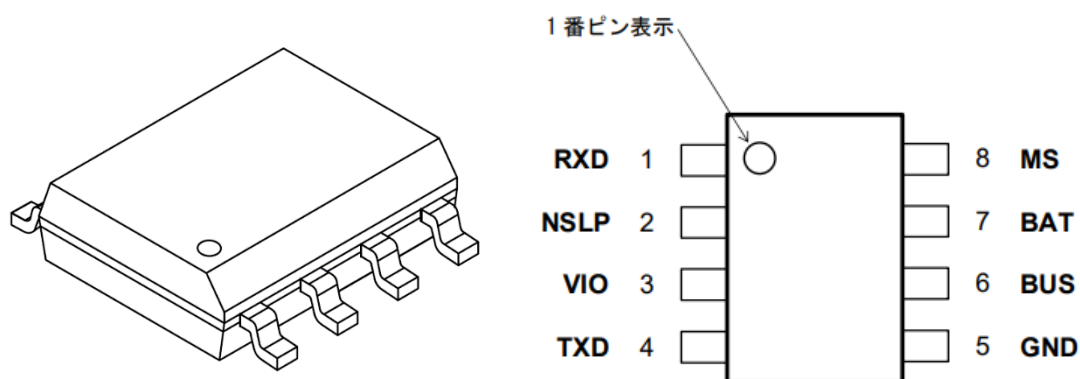


図 4.2 TB9032FNG 外観と端子配置

端子説明

表 4.2 TB9032FNG 端子仕様

番号	端子	耐圧 (V)	I/O	Pull Up/Down	説明
1	RXD	6	O	-	BUS から受信した CXPI 信号の出力端子
2	NSLP	6	I	Pull down	Normal モード時 : High を入力 Sleep モード 又は Wakeup 送信モード時 : Low を入力
3	VIO	6	I	-	5V のインターフェース
4	TXD	6	I	Pull up	BUS に送信する CXPI 信号の入力端子
5	GND	-	-	-	GND
6	BUS	40	I/O	-	CXPI 通信 BUS 端子
7	BAT	40	I	-	バッテリーと接続
8	MS	40	I	-	(コマンドモード時) High を入力 (レスポンスモード時) Low を入力

ブロック図

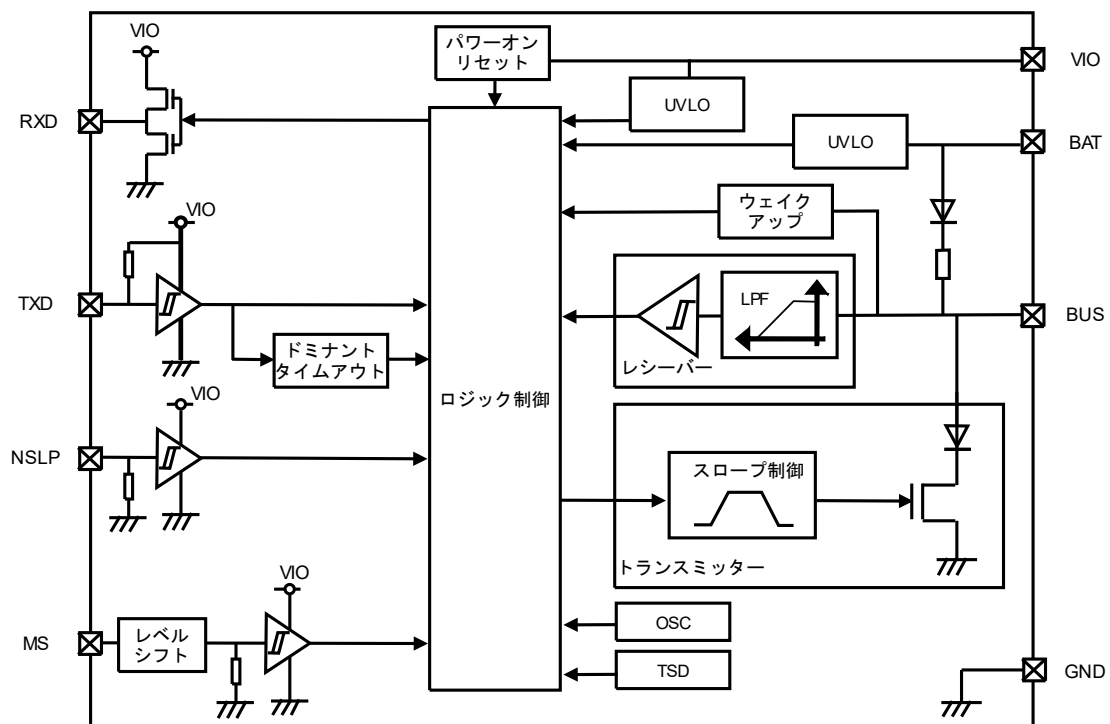


図 4.3 TB9032FNG 内部ブロック図

4.2.2.TVS ダイオード DF2B29FU

CXPI の BUS 回路の静電気放電に対策する ESD 保護用ダイオード (双方向タイプ) [DF2B29FU](#) を使用しています。DF2B29FU の主な特長は以下のとおりです。

- 逆方向降伏電圧 : $VBR = 26V$ (Min) (測定条件 : $IBR = 1mA$)
- CAN/LIN インターフェース、Power Supply 用途
- AEC-Q101 適合

外観と端子配置

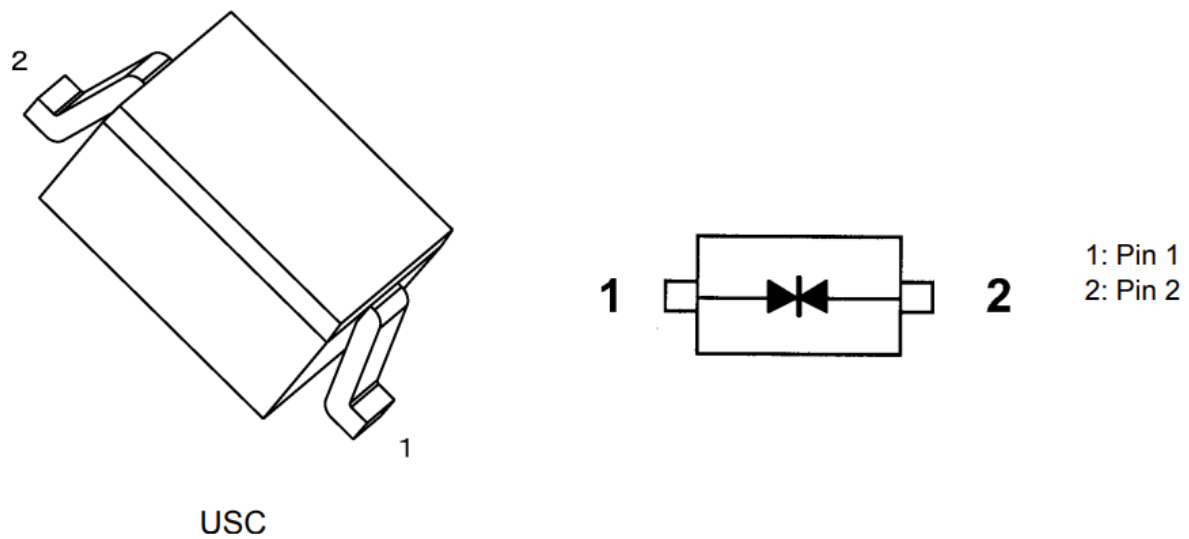


図 4.4 DF2B29FU 外観と端子配置図

4.3. 回路設計

この節では、本デザイン RD254A ボードの各部の回路設計の要点を説明します。

4.3.1. 電源供給回路

本電源供給回路は、車載環境における過渡ノイズや EMC 要求に対応し、CXPI 通信モジュールへ安定した電源を供給するために設計されています。車載電源 VBAT を使用し、過渡ノイズやリップルを低減し、モジュール内部の回路に電源を供給するためのフィルタリング構成を採用しています。二段階のフィルタリング構成 (コンデンサー、インダクター) により、広帯域でノイズを低減し、信頼性を確保しています。また、LED インジケータにより電源状態を容易に確認できる設計となっています。出力は BUS/MS および レギュレーターより VIO の 2 系統に分岐し、通信回路や制御回路に供給されます。

コネクタ部 (CON1)

ピン 1 が GND、ピン 2 が VBAT であり、車両側との接続を想定しています。

EMC 対応したフィルタリング部 (C1、C2、C3、C4、L1)

コンデンサー C1 (0.1 μ F) および C2 (100 μ F/50V) は VBAT 直後に配置されたデカップリングコンデンサー群です。C1 は高周波ノイズを除去用であり、C2 は低周波リップルを吸収します。この組み合わせにより、広帯域でノイズを低減します。

インダクター L1 (2mH) は電源ラインに直列挿入され、ノイズを抑制します。

コンデンサー C3 (0.1 μ F) および C4 (100 μ F/50V) には、L1 の後段に配置され、二段階目のフィルタリングを行います。C3 は高周波成分を GND へバイパスします。C4 は残留リップルを吸収し、安定した DC 電圧を確保します。

レギュレーター電源部 (C5)

コンデンサー C5 (1 μ F) は高周波ノイズを吸収し、電源ラインを安定化します。また、レギュレーターの入力側に近い位置に C5 を配置することで、レギュレーターの動作安定性を確保します。

インジケータ部 (R2、D2)

電源投入時には緑色 LED D2 が点灯し、VBAT の供給状態を視覚的に確認できます。

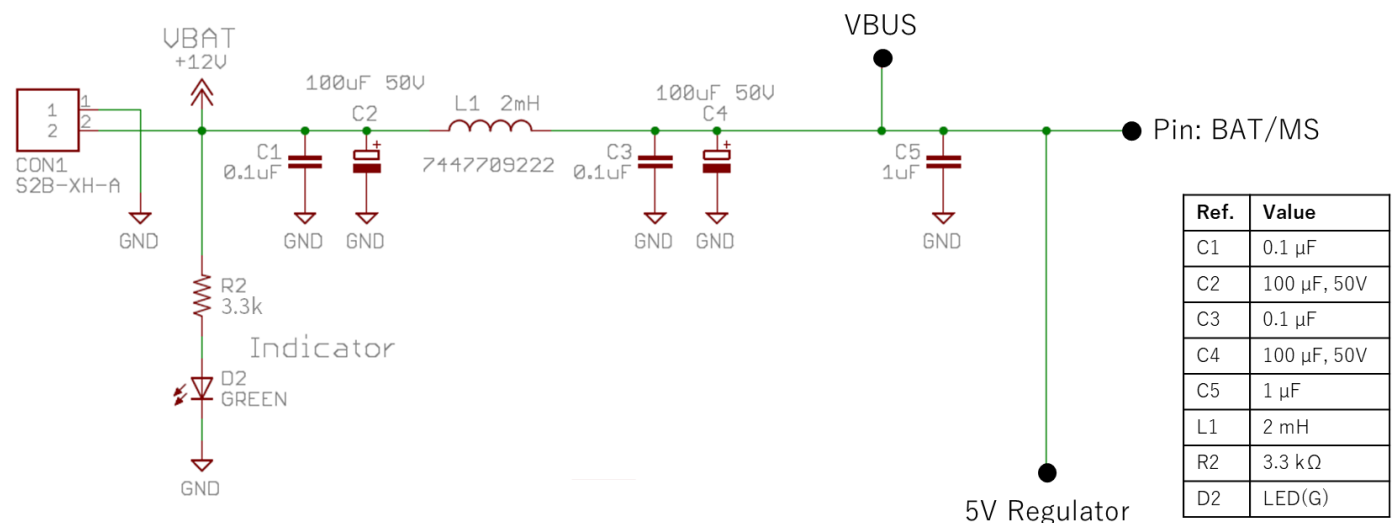


図 4.5 電源供給回路図

4.3.2. CXPI BUS 信号回路

本回路は、CXPI 規格の BUS ラインを構成するための信号回路です。本設計では、CXPI 通信に必要な基本機能 (BUS 電位生成、保護、EMC 対策) を備え、車載環境での信頼性を確保する設計となっています。特に、ESD 保護、フェライトビーズとコンデンサーによるノイズ低減、プルアップ抵抗によるリセス電位の安定化が重要なポイントです。また、C6 の予備パッドにより、柔軟な調整が可能です。

コネクタ部 (CON2)

2ピンコネクタ-CON2 を通して、外部ハーネスから BUS 信号を取り込みます (送/受信)。ピン 1 が GND、ピン 2 が信号 (BUS) であり、車両側との接続を想定しています。

回路保護部 (ZD1 : DF2B29FU)

ZD1 はコネクタ部に隣接する ESD 保護ダイオードです。気中放電対策で回路を保護します。東芝製 DF2B29FU TVS ダイオードを採用し、通信信号への影響を最小化しています。

EMC 対策部 (L2、C7、C6)

L2 はフェライトビーズであり、高周波ノイズを減衰させる役割を持ちます。通信帯域では低インピーダンスを維持し、信号品質を損なわない設計です。

コンデンサーC7 (220pF) は BUS 容量として、L2 と組み合わせて高周波ノイズを GND へバイパスします。

C6 (NM : Not Mounted) は EMC 性能調整用の予備パッドです。C6 または C7 のいずれか一方に 220pF のコンデンサーを実装するか、もしくは必要に応じて、C7 と C6 の合成容量が 220pF となるようにコンデンサーを実装してください。

BUS 電位生成部 (R1、D1) ※コマンダーノードのみ

抵抗 R1 (1kΩ) は BUS 外部抵抗として、BUS 線を VBAT へプルアップし、「リセツブ状態 (高電位)」を維持できるようにします。また、CXPI BUS への電流は制限され、過電流や短絡時の損傷を防ぎます。

ダイオード D1 は BUS 線と VBAT の間に挿入されます。ECU がバッテリーを失ったとき (loss of battery)、CXPI BUS から ECU に電流が逆流して、意図しない起動 (uncontrolled power-up) が起こる可能性があります。D1 はこの逆流を防ぎ、ECU が CXPI BUS 経由で電源を得ることを阻止します。

※ 本設計はコマンダーノードを対象としており、レスポナーノードにこれらの部品 (R1、D1) は不要です。

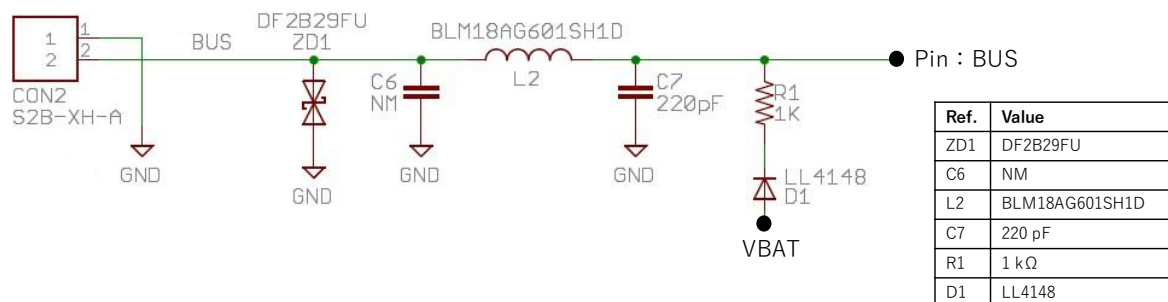


図 4.6 CXPI BUS 信号回路図 (コマンダーノード)

4.3.3. 制御信号回路

本回路は、CXPI 通信モジュールに関連する信号処理を行うための構成であり、電源安定化、通信信号入出力、制御信号の生成を目的としています。以下に主要な構成要素と設計意図を示します。CXPI 通信に必要な PWM 信号、NSLP 制御信号、MS 端子によるモードの切り替え機能を備え、安定した+5V 電源を供給する設計となっています。レギュレーターによる電源安定化、IC による物理層通信、スイッチ・ジャンパーによる柔軟なモード設定が特徴です。

コネクタ部 (CON3)

コネクタ CON3 は 4 ピン構成で、RXD (受信データ)、TXD (送信データ)、NSLP (スリープ制御)、GND を外部に引き出します。車載 ECU や外部制御ユニットとのインターフェースを担います。

電源安定化部

リニアレギュレーターにより、VBAT から VIO (+5V) を生成します。入力側にはコンデンサー C8 (10 μ F)、出力側には C9 (10 μ F) を配置し、リップル除去と安定化を実現します。さらに、C10 (47 μ F/50V) を+5V ラインに追加し、負荷変動時の電圧安定性を強化します。

制御信号生成部 (RXD/TXD、NSLP、MS)

CXPI ドライバーレシーバー IC TB9032FNG とホストコントローラー間の信号です。

- **RXD**: CXPI BUS から受信した CXPI 信号をホストコントローラーへ出力します。
- **TXD**: CXPI BUS に送信する CXPI 信号をホストコントローラーから入力します。
- **NSLP**: TB9032FNG のモードを制御します。High を入力した場合はノーマルモード、Low を入力した場合は Sleep モード、または Wakeup 送信モードとなります。

本デザインでは、ジャンパー JP1 を短絡させることで NSLP 線を 5V にプルアップできます。ホストコントローラーからオープンドレイン出力で NSLP 線を制御する場合は、その出力端子をコネクタ CON3 の NSLP ピンに接続し、JP1 を短絡してください。また、NSLP 線を High に固定する場合は、CON3 の NSLP ピンをオープンにしたまま、JP1 を短絡してください。

- **MS**: コマンドモードかレスポンスモードを選択します。本デザインでは、手動スイッチ SW1 によって切替可能です。

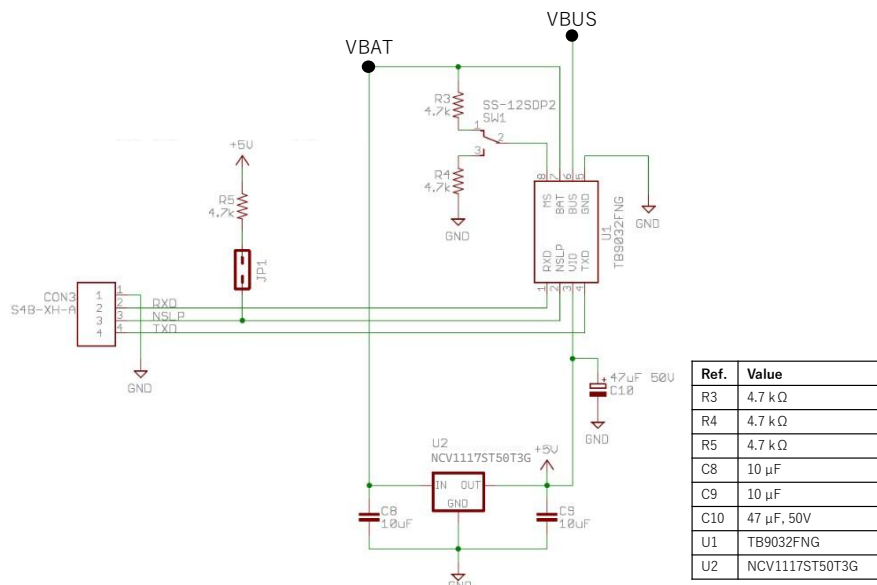


図 4.7 制御信号回路図

5. B ドアミラー駆動基板 (レスポonderノード)

5.1. 仕様とブロック図

表 5.1 に本デザイン RD254B ボードの仕様を示します。

表 5.1 RD254B ボード仕様

項目	条件	Min	Typ.	Max	単位
電源					
VBAT 電圧		7	12	16	V
VCC	TB9033FTG から出力	4.8	5	5.2	V
BUS					
受信時のドミナント電圧	受信ノードが Low レベルと判断する電圧	--	--	0.423 x V _{BAT}	V
受信時のレセツシブ電圧	受信ノードが High レベルと判断する電圧	0.556 x V _{BAT}	--	--	V
ヒステリシス		-	-	0.133 x V _{BAT}	V
GPIO_xx : Digital Input					
入力 High 電圧	VCC = 5V	4	-	-	V
入力 Low 電圧	VCC = 5V	-	-	1	V
GPIO_xx : Digital Output					
出力 High 電圧	負荷電流 = -2mA、VCC = 5V	4	-	-	V
出力 Low 電圧	負荷電流 = 2mA、VCC = 5V	-	-	1	V
AD コンバーター					
動作電圧		4.8	5	5.2	V
ドアミラー調整用モーター駆動 (モーター1、モーター2)					
出力電流		-	0.5	1	A
出力 ON 抵抗		-	1.2	2.4	Ω
ドアミラー開閉用モーター駆動 (モーター3)					
出力電流	2ch 結合モード	-	-	10	A
出力 ON 抵抗	2ch 結合モード	-	100	125	mΩ
ウインカー用 LED 駆動					
LED 駆動電圧	VBAT 電源電圧による	7	12	16	V
LED 駆動電流		-	-	200	mA
その他					
基板層構成	FR-4, 2 層 (貫通ビア), PCB 厚 1.6mm, Cu 厚 35μm (表層)				
基板サイズ	100mm x 100mm				

図 5.1 に本デザイン RD254B ボードのブロック図を示します。

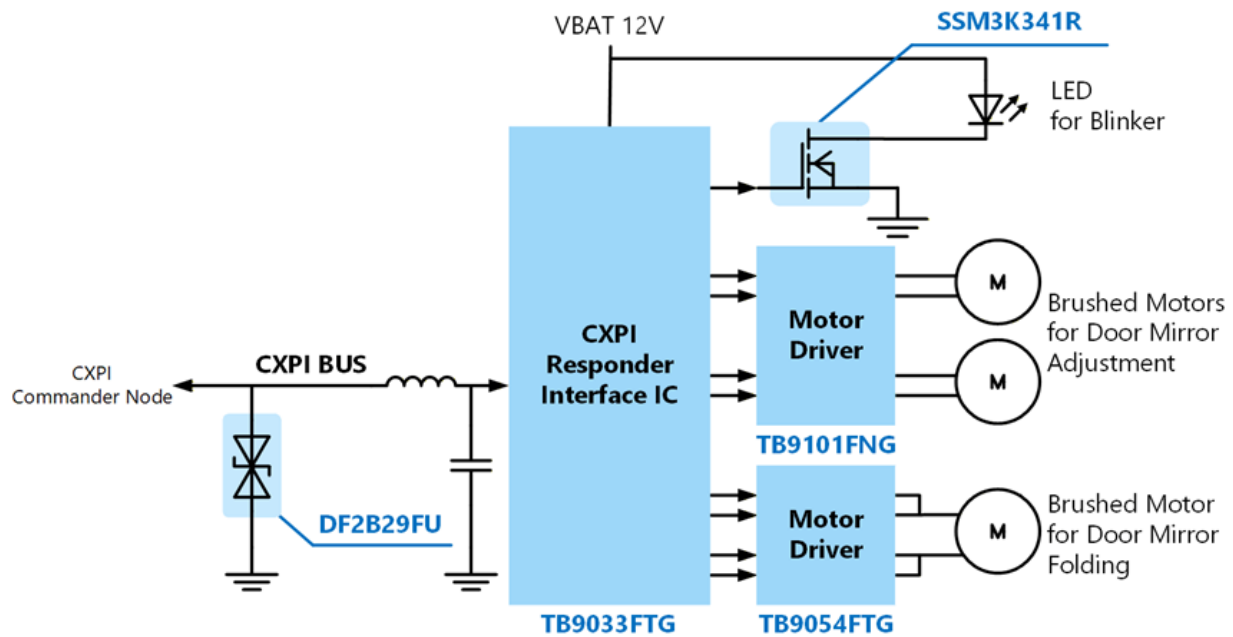


図 5.1 RD254B ボードブロック図

表 5.2 に本デザイン RD254B ボードの制御信号の接続仕様を示します。

表 5.2 RD254B ボード制御信号接続仕様

IC	端子	GPIO (TB9033FTG)	設定
TB9054FTG	ENB1/2	GPIO_00	Digital Output
	EN1/2	GPIO_01	Digital Output
	SLEEPB	GPIO_02	Digital Output
	CM1	GPIO_03	ADC
	CM2	GPIO_04	ADC
-	-	GPIO_05	-
TB9101FNG	DI1A	GPIO_10	Digital Output
	DI1B	GPIO_11	Digital Output
	DG1	GPIO_12	Digital Input
	DI2A	GPIO_13	Digital Output
	DI2B	GPIO_14	Digital Output
	DG2	GPIO_15	Digital Input
ウインカー	-	GPIO_16	PWM
-	-	GPIO_17	-
TB9054FTG	PWM2	GPIO_30	PWM
	PWM1	GPIO_31	PWM

5.2. 主な使用部品

この節では本デザイン RD254B ボードに使用している主な部品について説明します。

5.2.1. CXPI インターフェース IC TB9033FTG

本デザインでは、レスポンス側の BUS 回路に、ハードウェアロジックを搭載した車載 CXPI レスポンス用インターフェース IC [TB9033FTG](#) を使用しています。TB9033FTG は 16ch GPIO 端子を備え、6 端子は AD コンバーター入力に、4 端子は PWM 出力に切り替え可能です。

TB9033FTG の主な特長は以下のとおりです。

- CXPI 通信用インターフェース IC CXPI (ISO20794-2~4、ISO14229-8) 準拠
- 16ch GPIO I/O 端子 : 6ch AD コンバーター (10bit 1 回路)、4ch PWM (8bit 4 回路)
- 入力仕様
 - 入力 On/Off 検出 (イベント送信)
 - チャタリングフィルター (時間、回数設定可能)
 - Sleep 時の入力監視
 - スイッチマトリックス (最大 4x4)
 - ADC の移動平均 (時間と回数設定可能)
- 出力仕様
 - 出力 On/Off 制御 (時間、回数設定可能)
 - 通信途絶時の出力制御
 - PWM 周波数設定 (200~22kHz)
- 過熱、過電圧、低電圧検出回路内蔵
- Deep Sleep モード時の消費電流 10uA (Typ.)
- 動作電源電圧範囲 6~18V (絶対最大定格 : 40V)、動作温度範囲 -40~125°C

外観と端子配置

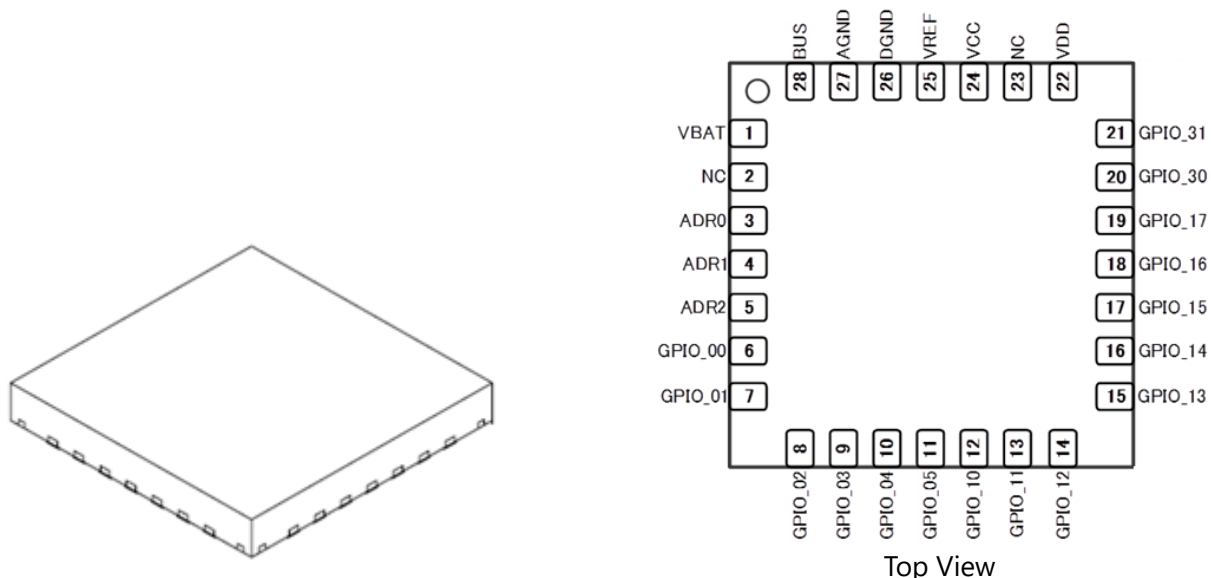


図 5.2 TB9033FTG 外観と端子配置図

端子説明

表 5.3 TB9033FTG 端子表

番号	端子	耐圧 (V)	I/O	説明
1	VBAT	40	I	電源端子
2	NC	-	-	未使用端子
3	ADR0	6	I	Node Address 設定端子
4	ADR1	6	I	Node Address 設定端子
5	ADR2	6	I	Node Address 設定端子
6	GPIO_00	6	I/O	IN/OUT、または ADC
7	GPIO_01	6	I/O	IN/OUT、または ADC
8	GPIO_02	6	I/O	IN/OUT、または ADC
9	GPIO_03	6	I/O	IN/OUT、または ADC
10	GPIO_04	6	I/O	IN/OUT、または ADC
11	GPIO_05	6	I/O	IN/OUT、または ADC
12	GPIO_10	6	I/O	IN/OUT、スイッチマトリックス
13	GPIO_11	6	I/O	IN/OUT、スイッチマトリックス
14	GPIO_12	6	I/O	IN/OUT、スイッチマトリックス
15	GPIO_13	6	I/O	IN/OUT、スイッチマトリックス
16	GPIO_14	6	I/O	IN/OUT、スイッチマトリックス
17	GPIO_15	6	I/O	IN/OUT、スイッチマトリックス
18	GPIO_16	6	I/O	IN/OUT、スイッチマトリックス、または PWM
19	GPIO_17	6	I/O	IN/OUT、スイッチマトリックス、または PWM
20	GPIO_30	6	I/O	IN/OUT、または PWM
21	GPIO_31	6	I/O	IN/OUT、または PWM
22	VDD	2.1	O	1.5V Reg 出力および 1.5V ロジック用電源
23	NC	-	-	未使用端子
24	VCC	6V	O	5V Reg 出力および 5V ロジック用電源
25	VREF	6V	I	ADC 用 5V 入力
26	DGND	-	-	デジタル GND 端子
27	AGND	-	-	アナログ GND 端子
28	BUS	40V	I/O	CXPI 用 BUS 端子

GPIO 端子説明

表 5.4 TB9033FTG GPIO 端子機能表

番号	端子	Digital I/O	ADC	PWM	チャタリング フィルター	Sleep 監視入力	Sleep 監視出力	IG 検出 監視	Switch Matrix	通信途絶時 の出力
1	GPIO_00	○	○	-	○	-	○	○	-	-
2	GPIO_01	○	○	-	○	-	○	○	-	-
3	GPIO_02	○	○	-	○	-	○	-	-	-
4	GPIO_03	○	○	-	○	-	○	-	-	-
5	GPIO_04	○	○	-	○	-	○	-	-	-
6	GPIO_05	○	○	-	○	-	○	-	-	-
7	GPIO_10	○	-	-	○	○	○	-	○	○
8	GPIO_11	○	-	-	○	○	○	-	○	○
9	GPIO_12	○	-	-	○	○	○	-	○	○
10	GPIO_13	○	-	-	○	○	○	-	○	○
11	GPIO_14	○	-	-	○	○	○	-	○	○
12	GPIO_15	○	-	-	○	○	○	-	○	○
13	GPIO_16	○	-	○	○	○	○	-	○	○
14	GPIO_17	○	-	○	○	○	○	-	○	○
15	GPIO_30	○	-	○	○	-	○	-	-	○
16	GPIO_31	○	-	○	○	-	○	-	-	○

ブロック図

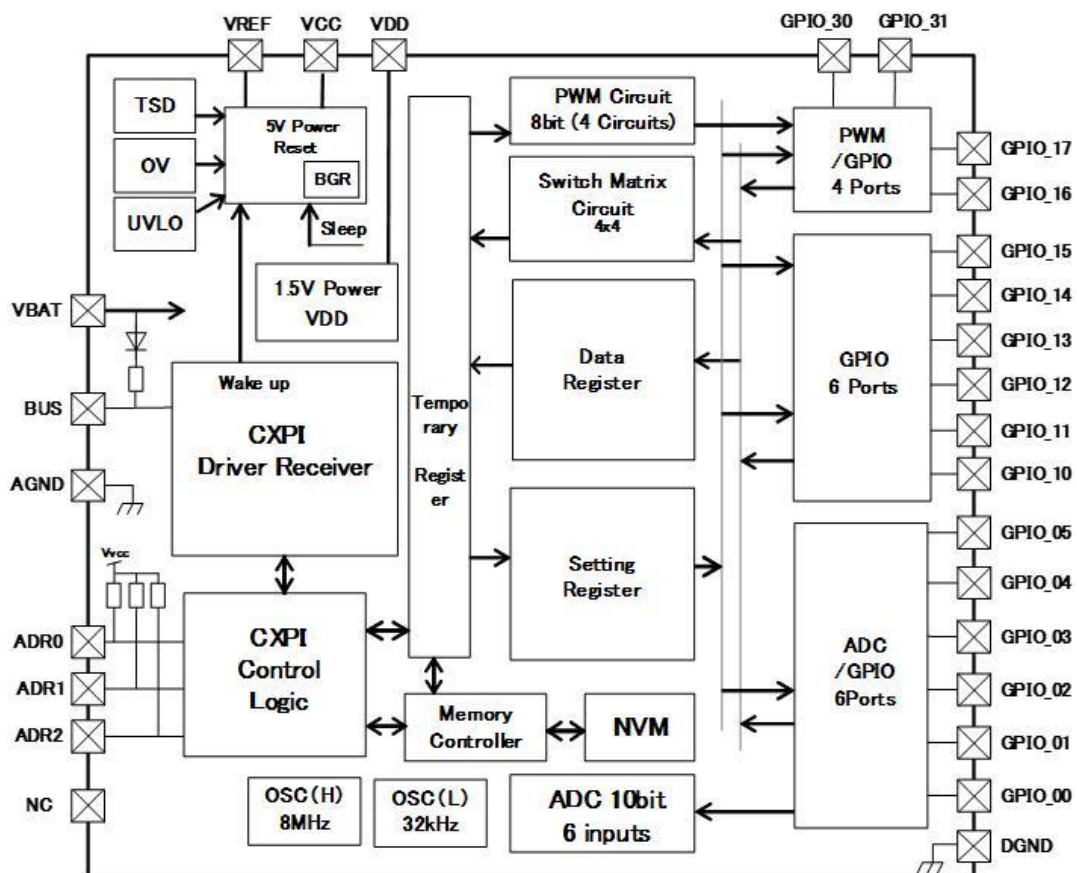


図 5.3 TB9033FTG ブロック図

5.2.2.MCD 車載用 Hブリッジドライバー TB9054FTG

本デザインでは、レスポンス側のドアミラー開閉（折り畳み）用モーター制御回路で、車載用 PWM 方式 2ch H-Bridge DC ブラシ付き MCD (Motor Control Driver) IC [TB9054FTG](#) を使用しています。

TB9054FTG の主な特長は以下のとおりです。

- 2ch H-Bridge ドライバー
 - オン抵抗 (Ron (Nch+Nch)) < 350mΩ (Max) (測定条件 : Tj = 150°C、VBAT = 8V)
 - 2ch モード / 2ch 結合モード、1ch H-Bridge 回路、4ch Half-Bridge から選択可能
- 異常検出機能 : 過電流検出、過熱検出、VBAT 低電圧検出、VCC 低電圧検出
電源異常検出用回路 (VBAT 低電圧、VCC 低電圧)
- 診断機能内蔵
- PWM 制御出力
- 正転 / 逆転 / ブレーキ
- 電流リミットコントロール : チョッパ電流制限方式
- 出力 Hi-side 側電流モニター機能 (CM1 端子、CM2 端子)
- 負荷オープン検出機能 : 動作 / 非動作
- DIAG 出力 (DIAG1 端子、DIAG2 端子)
- H-Bridge / Half-Bridge モード切替え機能 (OSEL1 端子、OSEL2 端子)
- 低消費電力 Sleep モード
- 貫通電流防止回路内蔵
- AEC-Q100/AEC-Q006 対応
- SPI 通信 : 各種異常検出の通知、各種モード設定、SPI によるモーター駆動
- 動作電圧範囲 : 電源電圧 VBAT = 4.5~28V (絶対最大定格 : 40V)
VCC = 4.5~5.5V、VDDIO = 3.0~5.5V
- 動作温度範囲 : Ta = -40~125°C

外観と端子配置

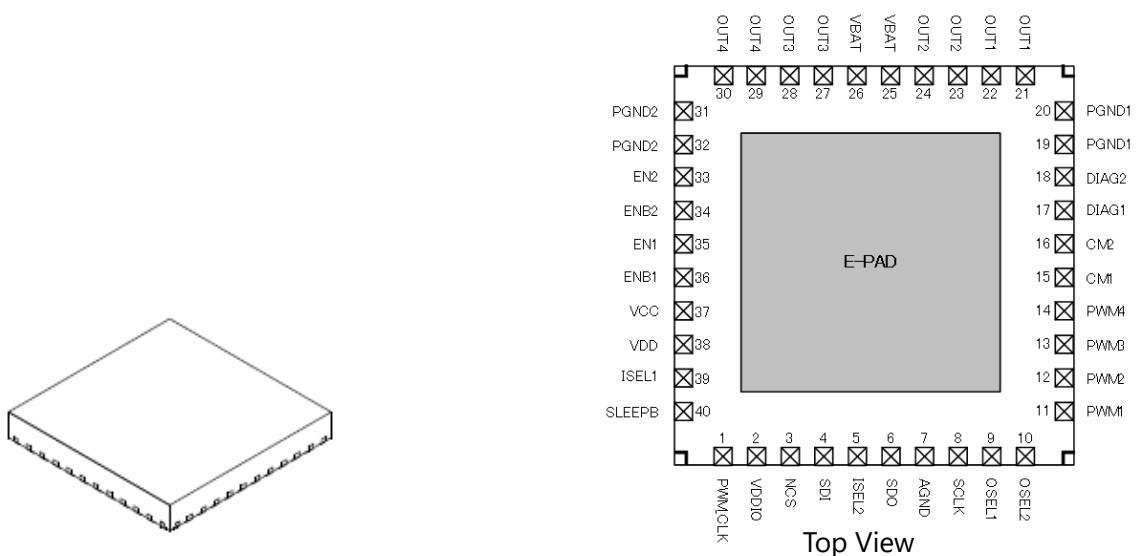


図 5.4 TB9054FTG 外観と端子配置図

5.2.3.MCD 車載用 Hブリッジドライバー TB9101FNG

本デザインでは、レスポンス側のドアミラー角度調整用モーター制御回路で、車載用小型 DC ブラシ付きモーターを直接駆動する出力ドライバー内蔵型 MCD (Motor Control Driver) IC [TB9101FNG](#) を使用しています。

TB9101FNG の主な特長は以下のとおりです。

- 2ch H-Bridge ドライバー内蔵
 - オン抵抗 $R_{ON} : R_{HON} (Pch) = 0.6\Omega$ (Typ.)、 $R_{LON} (Nch) = 0.6\Omega$ (Typ.)
- スタンバイ電流 : 0mA (Typ.)
- 動作電圧範囲 : 電源電圧 7~18V (絶対最大定格 : 40V)
- 動作温度 (T_a) : -40~125°C
- 異常検出機能 : モーター過電流検出、VCC 過電圧検出、VCC 電圧低下検出、IC 内部過熱検出
- AEC-Q100 適合

外観と端子配置

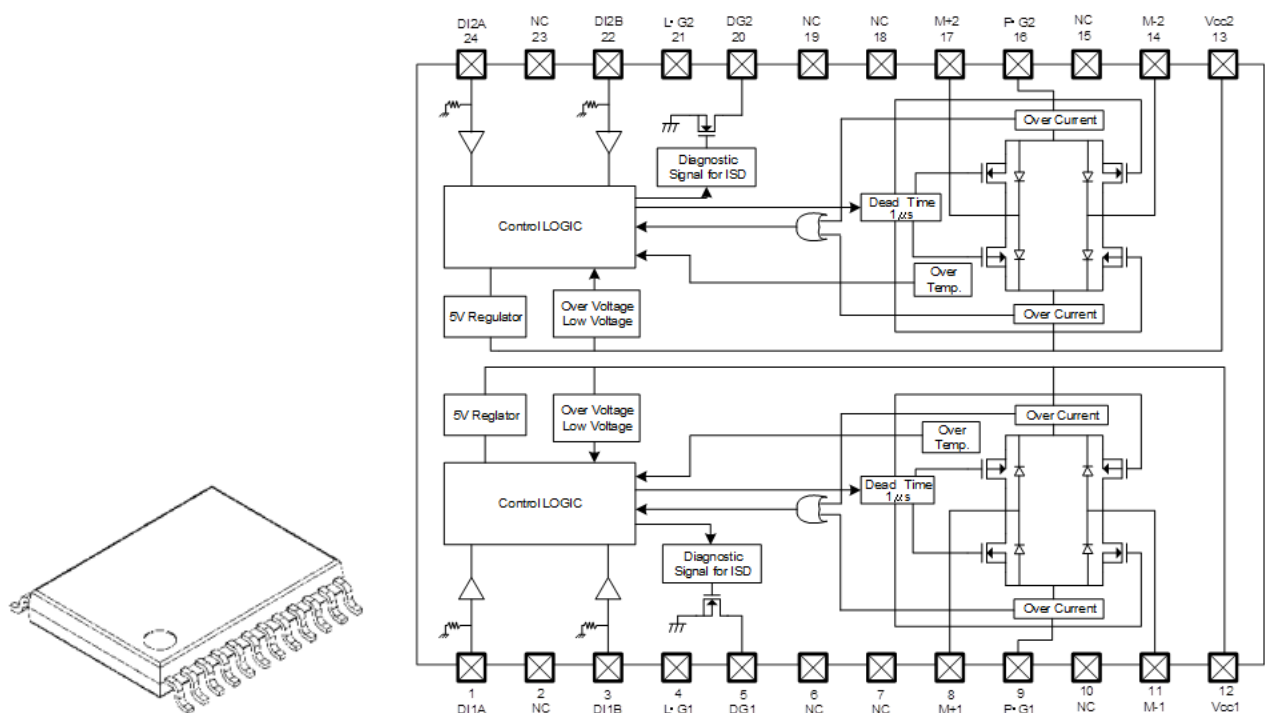


図 5.5 TB9101FNG 外観と端子配置図

5.2.4. N チャンネル MOSFET SSM3K341R

本デザインでは、ドアミラーのウインカー点灯制御に、N チャンネル MOSFET [SSM3K341R](#) を使用しています。
SSM3K341R の主な特長は以下のとおりです。

- AEC-Q101 適合
- 低いオン抵抗
 - $R_{DS(ON)} = 28\text{m}\Omega$ (Typ.) (@ $V_{GS} = 10\text{V}$)
 - $R_{DS(ON)} = 36\text{m}\Omega$ (Typ.) (@ $V_{GS} = 5.0\text{V}$)
 - $R_{DS(ON)} = 43\text{m}\Omega$ (Typ.) (@ $V_{GS} = 4.5\text{V}$)

外観と端子配置

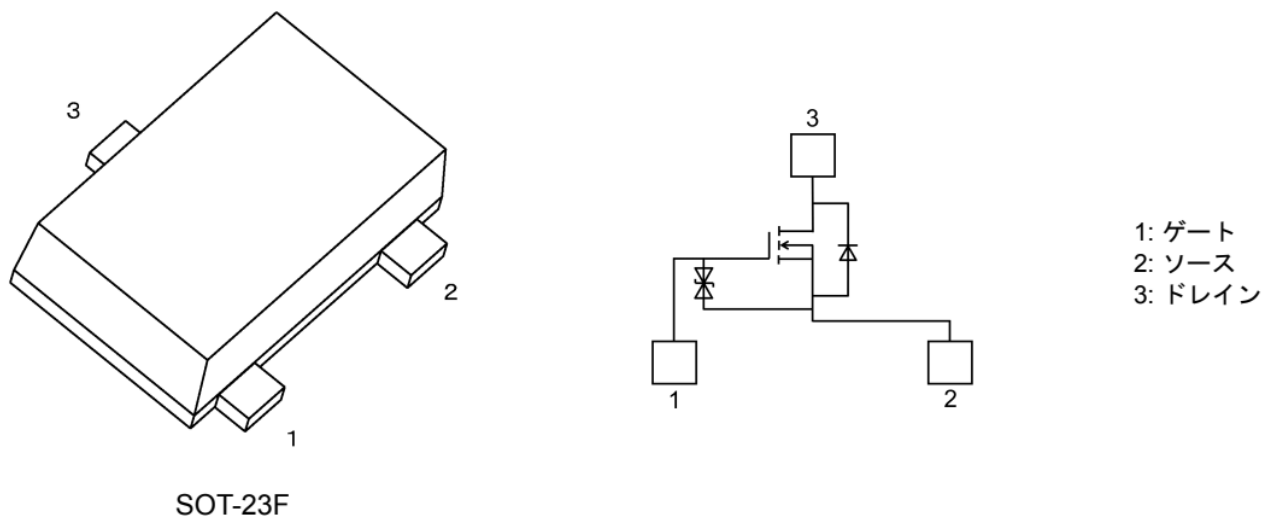


図 5.6 SSM3K341R 外観と端子配置図

5.2.5. TVS ダイオード DF2B29FU

本デザインでは、CXPI の BUS 回路の静電気放電に対策する ESD 保護用ダイオード (双方向タイプ) [DF2B29FU](#) を使用しています。本部品の詳細については、前項「4.2.2 TVS ダイオード DF2B29FU」をご参照ください。

5.3. 回路設計

この節では、本デザイン RD254B ボードの各部の回路設計の要点を説明します。

5.3.1. 電源供給回路

本回路は、車載システムにおける CXPI 通信モジュール、ドアミラーのモーター制御用 MCD とウインカーLED ライトへの安定した電源供給を目的とした設計です。

CXPI 通信モジュール (TB9033FTG) への電源供給回路

本回路は、コネクタ部、EMC に対応したフィルタリング回路とインジケータ回路が、CXPI ドライバーレシーバー基板の電源供給回路と同様の設計となっています。「4.3.1. 電源供給回路」をご参照ください。

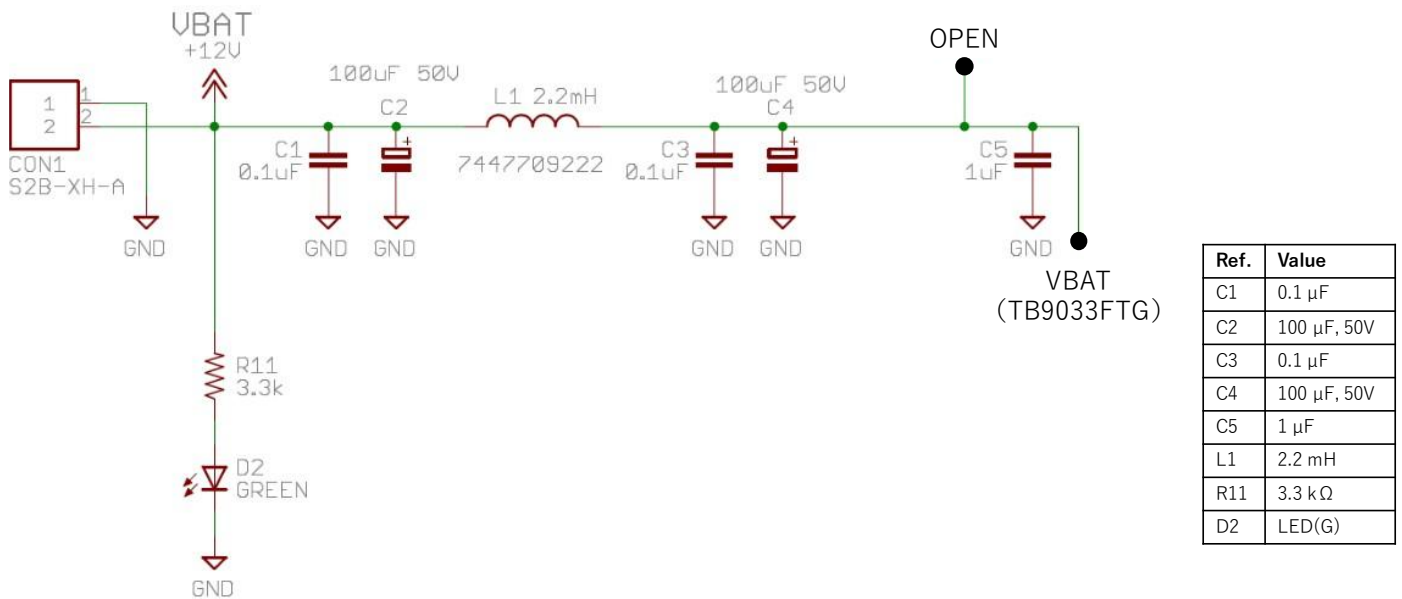


図 5.7 TB9033FTG VBAT 回路

ドアミラー開閉 (折り畳み) 用モーター制御 MCD (TB9054FTG) への電源供給回路

本回路は、モータードライバーIC TB9054FTG を含むシステムに対して、車載電源 VBAT を安定供給する構成です。VBAT は車両バッテリーから供給され、モータードライバーIC および複数の出力ライン OUT1~OUT4 に電力を供給し、モーター駆動や制御信号の基準電源として機能します。C10 (100 μ F) は、主に電源の低周波変動を吸収し、電圧を安定させるコンデンサーです。C16 (0.47 μ F) は高周波ノイズを除去するデカップリングコンデンサーです。この2つを並列に置くことで、広い周波数帯のノイズ・変動を抑え、後段の回路や外部負荷の動作を安定させます。また、モジュール内の CXPI インターフェース IC TB9033FTG の VCC 出力からモータードライバーIC に安定した電源 VCC、VDDIO を供給するため、VCC ラインにデカップリングコンデンサーC8 および C11 (各 3.3 μ F) を配置し、ノイズ除去と電圧安定化を実現しています。

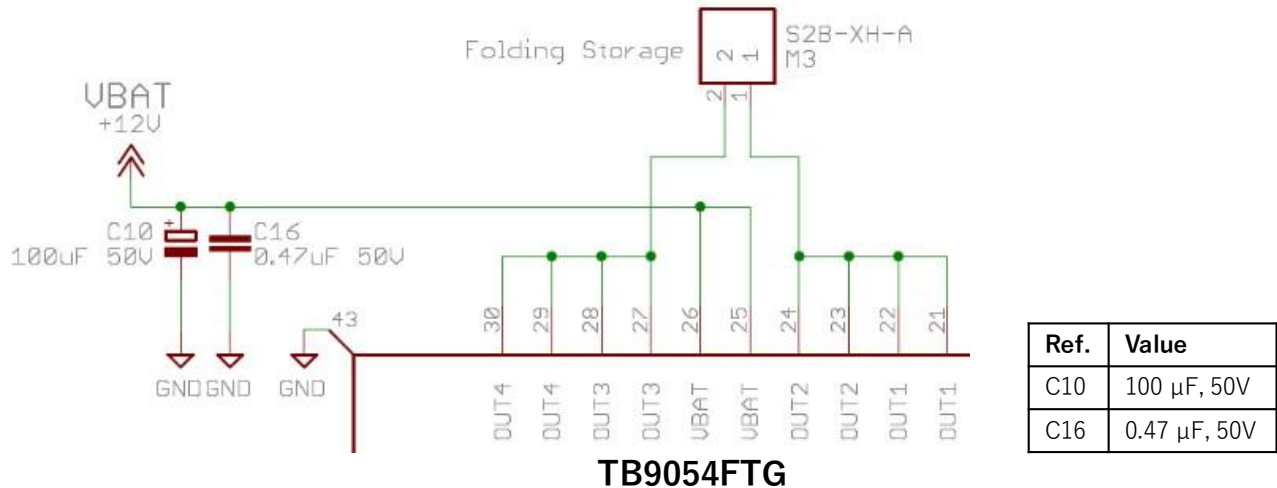


図 5.8 TB9054FTG VBAT 回路

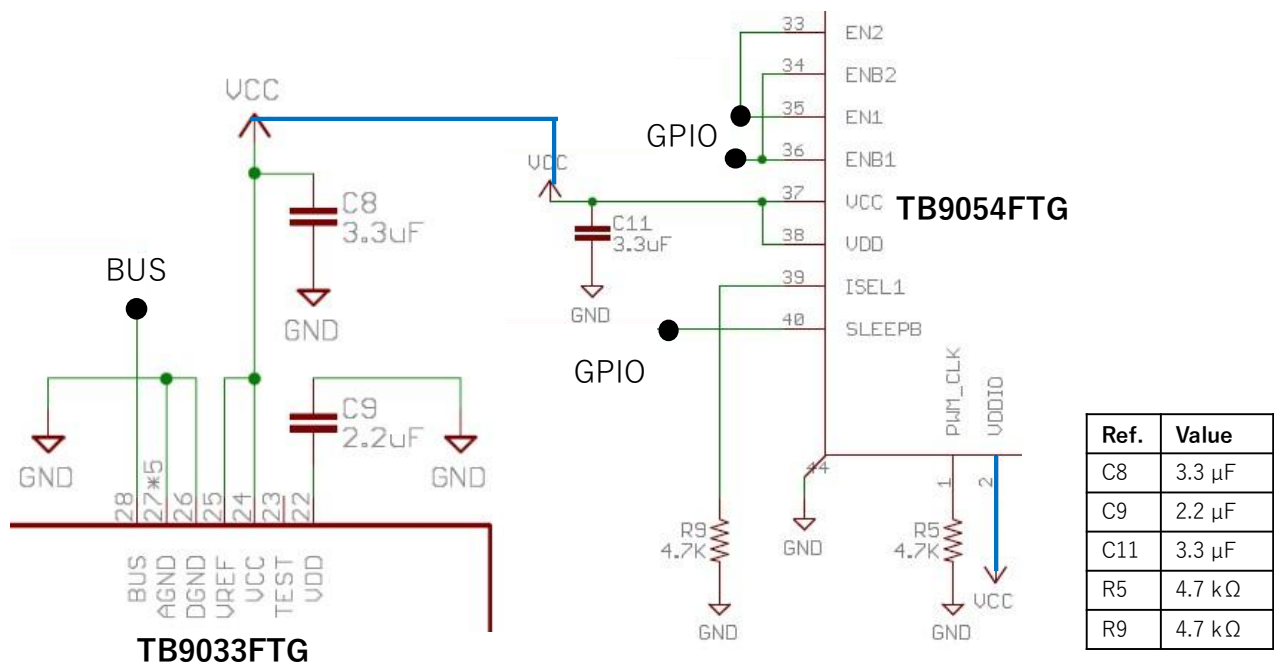


図 5.9 TB9054FTG VCC、VDDIO 回路

ドアミラー角度調整用モーター制御 MCD (TB9101FNG) への電源供給回路

本回路では、車載電源である VBAT が TB9101FNG の VCC1/2 に接続され、モーター駆動用の電力を供給するための主要な電源ラインとして機能します。C12 (100 μ F) は、主に電源の低周波変動を吸収し、電圧を安定させるコンデンサーです。C15 (0.47 μ F) は高周波ノイズを除去するデカップリングコンデンサーです。この 2 つを並列に置くことで、広い周波数帯のノイズ・変動を抑え、後段の回路や外部負荷の動作を安定させます。また、モーター駆動時の急激な電流変動に対応し、電圧降下を防止します。

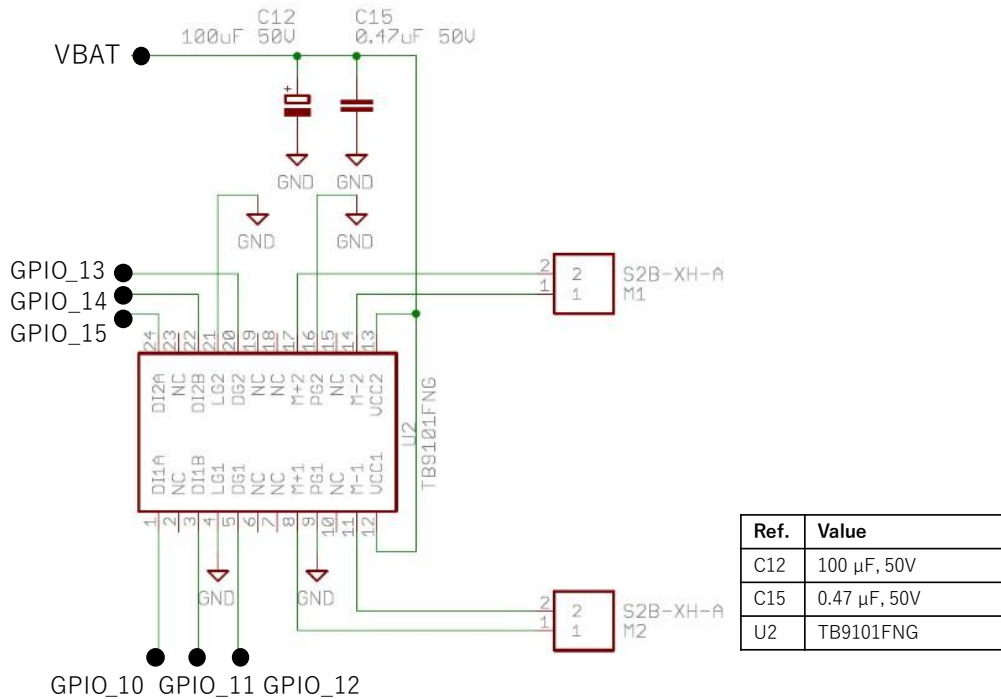


図 5.10 TB9101FNG VBAT 回路

ウインカー駆動への電源供給回路

本回路は、ウインカー駆動への電源供給車載電源である VBAT を基準に動作します。VBAT はウインカー点灯のための電力供給源になります。

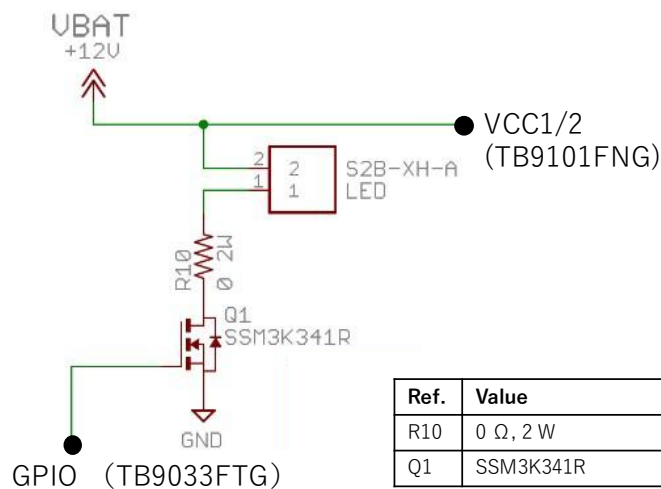


図 5.11 ウインカー駆動の電源回路

5.3.2. CXPI BUS 信号回路

本回路は、CXPI 規格の BUS ラインを構成するための信号回路です。本設計では、CXPI 通信に必要な基本機能を備え、車載環境での信頼性を確保する設計となっています。

具体的には、ESD 保護ダイオードによるサージ対策に加え、フェライトビーズおよびコンデンサーを組み合わせることで、高周波ノイズの影響低減を図る構成としています。また、C6 は GND に接続可能な予備パッドとして用意されており、EMC 対応時に柔軟な調整に利用できる構成としています。

なお、CXPI インターフェース IC TB9033FTG の BUS 端子には 30kΩ のプルアップ抵抗が内蔵されているため、本構成では外付けの R1 および D1 は未実装 (NM : No Mounted) としています。

その他の構成については、CXPI ドライバー/レーザー基板の CXPI BUS 信号回路と同様の考え方に基づくため、詳細は前項「4.3.2. CXPI BUS 信号回路」をご参照ください。

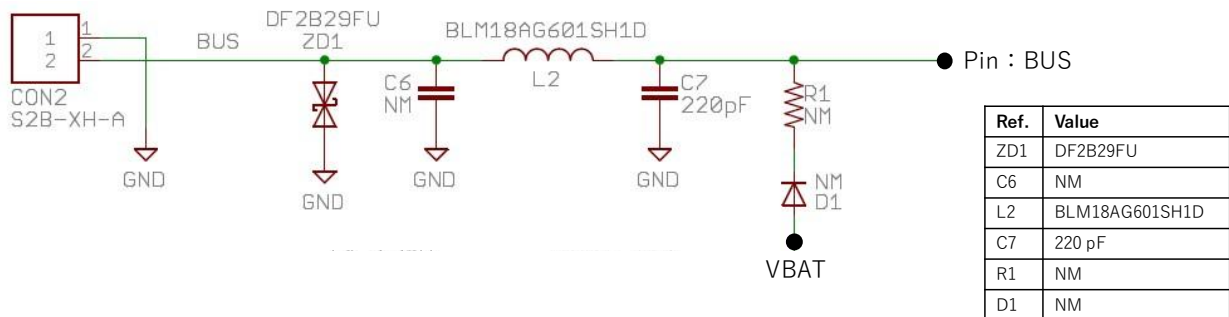


図 5.12 CXPI BUS 信号回路 (レスポンドノード)

5.3.3. TB9033FTG Node Address (NAD) 設定回路

本回路では、TB9033FTG の初期設定時に、ジャンパー JP1~JP3 を介して 3 端子 ADR0~ADR2 より初期 NAD (Node Address) を設定します。設定方法は、ジャンパー短絡で GND (ADR_x=0)、ジャンパー開放で端子オープン (ADR_x=1) となります。これらの端子は、IC の電源オンシーケンス時にメモリーから読み込んだ NAD が 00h の場合のみ有効であり、製品出荷時や不揮発メモリーの NAD 領域が 00h のときに初期設定として適用されます。また、Assign Node Address 機能により、通信後に NAD を変更しメモリーに書き込むことで、ジャンパー設定に依存せず運用可能です。

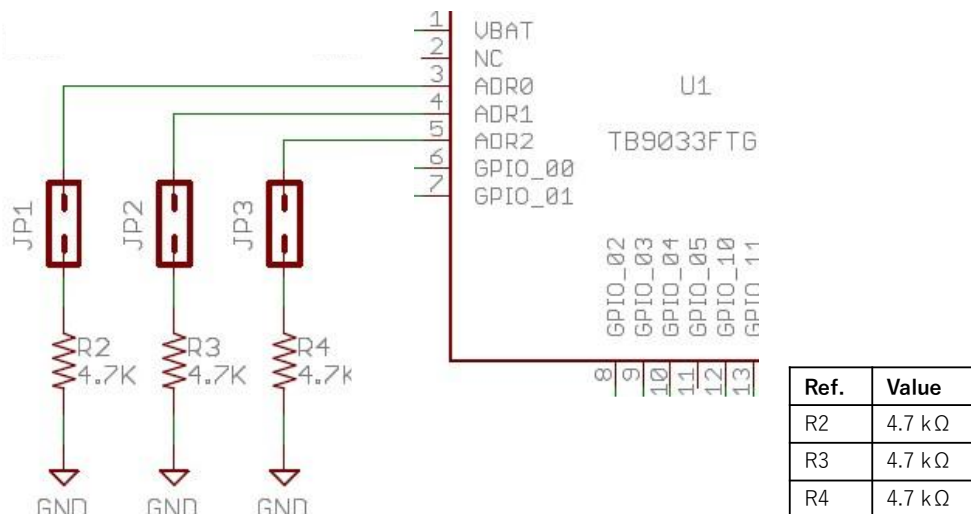


図 5.13 初期 NAD 設定回路

5.3.4. ドアミラー開閉 (折り畳み動作) 用モーター制御回路

本制御回路は、モータードライバーIC TB9054FTG を中心とした、ドアミラー開閉 (折り畳み動作) 用ブラシ付き DC モーター駆動回路です。CXPI インターフェース IC TB9033FTG を介した PWM 入力、モード制御、スリープ制御などの制御信号を安定的に処理する設計となっています。信号ラインのフィルタリング、プルアップ抵抗によるレベル安定化により、車載環境での信頼性を確保しています。

モーター駆動モード設定

モータードライバーIC TB9054FTG には複数の駆動モードがあり、本制御回路では PWM 駆動の LARGE モード (2ch 結合モード、1 モーター) に基づいて設計されています。それに関連する端子 OSEL1/2 と ISEL1/2 は L レベルに設定されており、プルダウン抵抗 R6~R9 (4.7kΩ) が L レベルを保持します。

表 5.5 TB9054FTG 端子設定表

端子	入/出力	説明	ステータス	回路設定
PWM_CLK	I	外部 MCU から入力	未使用	R5 (4.7kΩ) よりプルダウン
NCS	I	SPI 入力	未使用	OPEN
SDI	I	SPI 入力	未使用	OPEN
SDO	O	SPI 出力	未使用	OPEN
SCLK	I	SPI 入力	未使用	OPEN
OSEL1/2	I	モード設定端子	L	R6、9 (4.7kΩ) よりプルダウン
ISEL1/2	I	セレクト端子	L	R7、8 (4.7kΩ) よりプルダウン
PWM1	I	PWM 入力	H/L	GPIO_30 より PWM 制御
PWM2	I	PWM 入力	H/L	GPIO_31 より PWM 制御
PWM3	I	PWM 入力	無効	OPEN
PWM4	I	PWM 入力	無効	OPEN
CM1/2	O	CM 出力	ADC	GPIO_03, 04 より ADC
DIAG1/2	O	DIAG 出力	未使用	
O1	O	モーター出力 1	H/L	LARGE モードより 1ch として出力
O2	O	モーター出力 2	H/L	
O3	O	モーター出力 3	H/L	LARGE モードより 1ch として出力
O4	O	モーター出力 4	H/L	
EN1/2	I	EN 入力	H/L	GPIO_01 より制御
ENB1/2	I	ENB 入力	H/L	GPIO_00 より制御
SLEEPB	I	Sleep 入力	H/L	GPIO_02 より制御

モーター駆動設定

CXPI インターフェース IC TB9033FTG の GPIO 端子から、モータードライバー IC TB9054FTG の入力端子 PWM1/2、EN1/2、ENB1/2、SLEEPB へ信号を入力し、モーターの正転・逆転・ブレーキ動作を制御します。表 5.6 に制御信号の組み合わせを示します。PWM1/2 に入力する PWM 信号のデューティ比や周波数は、GPIO 端子機能の事前設定が可能です。EN1/2、ENB1/2、SLEEPB には通常のデジタル H/L レベルを設定します。なお、表 5.6 で示した機能は一部であり、詳細は製品データシートをご参照ください。

表 5.6 モーターファンクション

ファンクション	PWM1	PWM2	EN1/2	ENB1/2	SLEEPB	O1/2	O3/4
正転	H	L	H	L	H	H	L
ショットブレーキ	L	L	H	L	H	L	L
逆転	L	H	H	L	H	L	H
ショットブレーキ	H	H	H	L	H	H	H

CM1/2 端子による電流モニタリング

モータードライバーIC TB9054FTG の出力端子 CM1/2 から、モーター駆動出力の H ブリッジ回路ハイサイド側スイッチ (Nch) に流れる電流 (0~6A) をリアルタイムでモニターできます。この電流値の 0.24% に相当する電流が出力され、CM1 端子および CM2 端子に外付け抵抗 R12、R13 (220Ω) を GND 間に接続することで、その電流を検出可能です。この値を CXPI インターフェース IC TB9033FTG の GPIO_03/04 側で ADC に取り込むことで、モーターの状態 (モーターロックや動作時の負荷オープン検出など) を監視することができます。

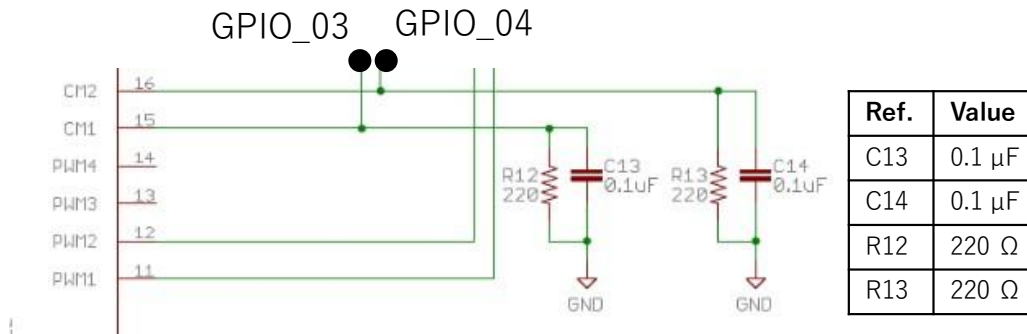


図 5.14 CM モニタリング回路

5.3.5. ドアミラー角度調整用モーター制御回路

本制御信号回路は、図 5.15 のようにモータードライバーIC TB9101FNG を中心に構成された、ミラー角度調整用ブラシ付き DC モーターの駆動回路です。表 5.7、表 5.8 の設定のとおり、TB9101FNG の DI1A/DI2A 端子および DI1B/DI2B 端子は CXPI インターフェース IC TB9033FTG の GPIO と接続され、GPIO からの信号により、モーターの正転・逆転 (ミラーの左右上下動作) を制御します。また、TB9101FNG の DG1/2 は異常検出端子であり、TB9033FTG の GPIO_12 および GPIO_15 と接続され、異常検出時には L レベルに変更することで報告します。

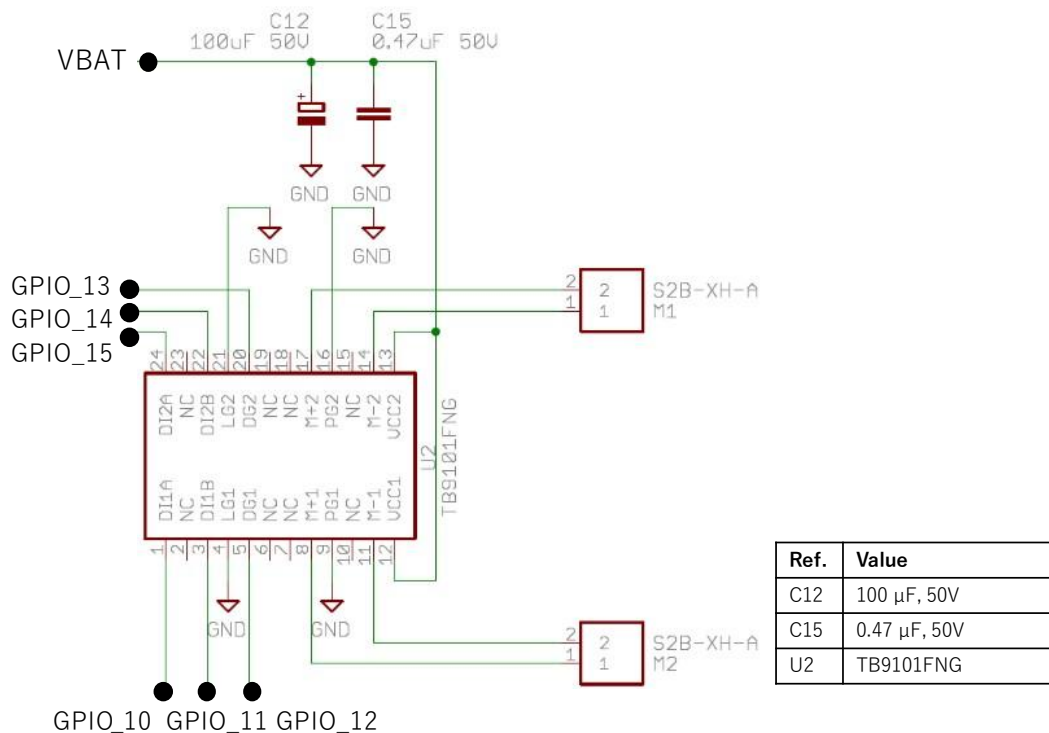


図 5.15 ドアミラー角度調整制御回路

表 5.7 TB9101FNG 端子設定表

端子	入/出力	説明	ステータス	回路設定
DI1A/DI2A	IN	モーター1, 2 各出力制御用 入力端子	H/L	GPIO_10,13
DI1B/DI2B	IN		H/L	GPIO_11,14
LG1/2	IN	5V系 GND 端子	L	GND
DG1/2	OUT	異常検出端子	H	GPIO_12,15と接続 (Pullup)
M+1/2	OUT	モーター1, 2 出力端子	-	ミラー調整
M-1/2	OUT	モーター1, 2 出力端子	-	ミラー調整
PG1/2	-	モーター出力部 GND	L	GND
NC	-	OPEN 端子	未使用	OPEN

表 5.8 TB9101FNG モーター動作

ファンクション	DI1A/DI2A	DI1B/DI2B	M+1/2	M-1/2
ストップ (ブレーキ)	H	H	L	L
正転	H	L	H	L
逆転	L	H	L	H
ストップ (スタンバイ)	L	L	OFF (ハイインピーダンス)	

5.3.6. ウィンカー駆動回路

本回路では、車載電源 VBAT を用いてウィンカーを駆動します。N チャネル MOSFET SSM3K341R をスイッチング素子として採用し、CXPI インターフェイス IC TB9033FTG の GPIO 信号によりそのゲートを駆動することで、LED の ON/OFF 制御や PWM 調光が可能です。

電流制限抵抗 R10 は、ウィンカーに流れる電流を制限し、定格電流を維持します。本デザインでは、内部に制限抵抗をもつウィンカーを想定し、R10 にはゼロオーム抵抗 (0Ω/2W) を使用しています。駆動するウィンカーの仕様に応じて、適切な抵抗に変更してください。

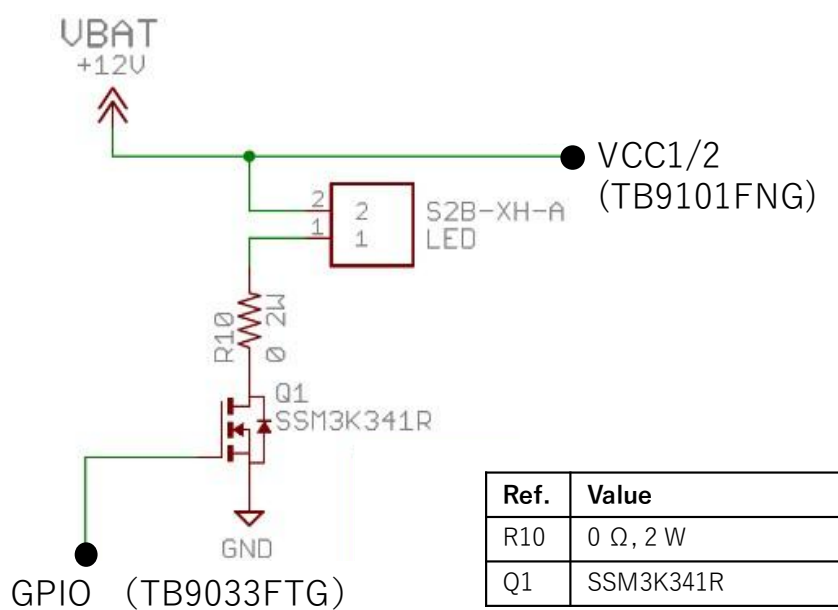


図 5.16 ウィンカー駆動回路

6. C LED アンビエントライト駆動基板 (レスポonderノード)

6.1. 仕様とブロック図

表 6.1 に本デザイン RD254C ボードの主な仕様を示します。

表 6.1 RD254C ボード仕様

項目	条件	Min	Typ.	Max	単位
電源					
VBAT 電圧		6	12	16	V
VCC 出力電圧		4.8	5	5.2	V
BUS					
受信時のドミナント電圧出力 High 電圧	受信ノードが Low レベルと判断する電圧	-	--	$0.423 \times V_{BAT}$	V
受信時のレセツシブ電圧出力 Low 電圧	受信ノードが High レベルと判断する電圧	$0.556 \times V_{BAT}$	--	-	V
ヒステリシス		-	-	$0.133 \times V_{BAT}$	V
GPIO_xx : Digital Output (PWM)					
出力 High 電圧	負荷電流 -2mA、VCC= 5V	4	-	-	V
出力 Low 電圧	負荷電流 2mA、VCC= 5V	-	-	1	V
LED アンビエントライト駆動					
LED 電源電圧		-	12	24	V
LED 駆動電流		-	-	3	A
その他					
基板層構成	FR-4, 2 層 (貫通ビア), PCB 厚 1.6mm, Cu 厚 35 μ m (表層)				
基板サイズ	100mm x 100mm				

図 6.1 に本デザイン RD254C ボードのブロック図を示します。

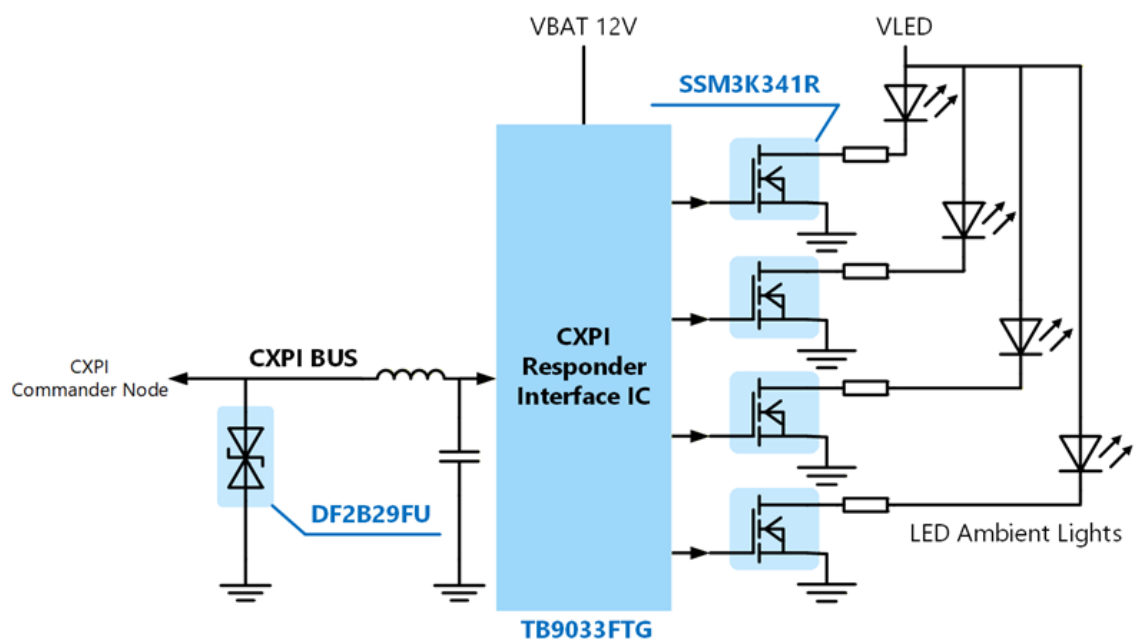


図 6.1 RD254C ボードブロック図

表 6.2 RD254C ボード制御信号接続仕様

GPIO (TB9033FTG)	設定	接続
GPIO_16	PWM	CON7
GPIO_17	PWM	CON6
GPIO_30	PWM	CON5
GPIO_31	PWM	CON4

6.2. 主な使用部品

この節では本デザイン RD254C ボードに使用している主な部品について説明します。

6.2.1. CXPI インターフェース IC TB9033FTG

本デザインでは、レスポonder側の BUS 回路に、ハードウェアロジックを搭載した車載 CXPI レスポonder用インターフェース IC [TB9033FTG](#) を使用しています。TB9033FTG は 16ch GPIO 端子を備え、6 端子は AD コンバーター入力に、4 端子は PWM 出力に切り替え可能です。本部品の詳細については、前項「5.2.1. CXPI インターフェース IC TB9033FTG」をご参照ください。

6.2.2. N チャネル MOSFET SSM3K341R

本デザインでは、LED アンビエントライトの制御に、N チャネル MOSFET [SSM3K341R](#) を使用しています。本部品の詳細については、前項「5.2.4. N チャネル MOSFET SSM3K341R」をご参照ください。

6.2.3. TVS ダイオード DF2B29FU

本デザインでは、CXPI の BUS 回路の静電気放電に対策する ESD 保護用ダイオード (双方向タイプ) [DF2B29FU](#) を使用しています。本部品の詳細については、前項「5.2.5. TVS ダイオード DF2B29FU」をご参照ください。

6.3. 回路設計

この節では、本デザイン RD254C ボードの各部の回路設計の要点を説明します。

6.3.1. 電源供給回路

本回路は、コネクタ部、EMC 対応したフィルタリング回路とインジケータ回路が CXPI ドライバレーシーバ基板の電源供給回路と同様の設計のため、「4.3.1. 電源供給回路」をご参照ください。

6.3.2. CXPI BUS 信号回路

本回路は CXPI 規格の BUS ラインを構成するための信号回路です。本設計では、CXPI 通信に必要な基本機能 (BUS 電位生成、保護、EMC 対策) を備え、車載環境での信頼性を確保する設計となっています。

具体的には、ESD 保護ダイオードによるサージ対策に加え、フェライトビーズおよびコンデンサを組み合わせることで、高周波ノイズの影響低減を図る構成としています。また、C6 は GND に接続可能な予備パッドとして用意されており、EMC 対応時に柔軟な調整に利用できる構成としています。

なお、CXPI インターフェース IC TB9033FTG の BUS 端子には 30k Ω のプルアップ抵抗が内蔵されているため、本構成では外付けの R1 および D1 は未実装 (NM : No Mounted) としています。

本信号回路はドアミラー駆動基板 (レスポングノード) の CXPI BUS 信号回路と同様の設計のため、前項「4.3.2. CXPI BUS 信号回路」をご参照ください。

6.3.3. TB9033FTG Node Address (NAD) 設定回路

本回路は、TB9033FTG の初期設定時にジャンパーJP1~JP3 を介して ADR0~ADR2 の 3 端子より初期 NAD (Node Address) を設定します。詳細については、前項「5.3.3. TB9033FTG Node Address (NAD) 設定回路」をご参照ください。

6.3.4. LED アンビエントライト駆動回路

本回路は、車載電源 VBAT を想定し、LED アンビエントライトを駆動するために設計されています。点灯制御には、MOSFET によるスイッチング方式を採用し、車載環境における信頼性と安全性を確保しています。

N チャンネル MOSFET SSM3K341R をスイッチング素子として採用し、CXPI インターフェース IC TB9033FTG の GPIO 信号によりそのゲートを駆動して、LED の ON/OFF 制御や PWM 調光を実現します。

電流制限抵抗 R6~R9 は、LED アンビエントライトに流れる電流を制限し、定格電流を維持します。本デザインでは、内部に制限抵抗をもつ LED アンビエントライトを想定し、ゼロオーム抵抗 (0Ω/2W) を使用しています。駆動する LED アンビエントライトの仕様に応じて、適切な抵抗に変更してください。

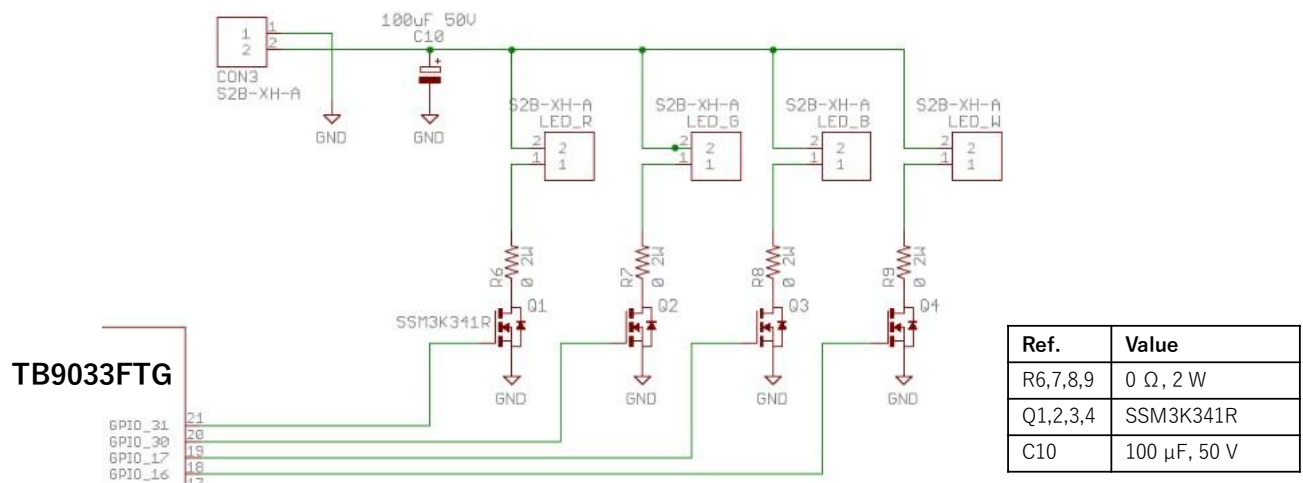


図 6.2 LED アンビエントライト駆動回路

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。
5. 本リファレンスデザインを、当社が定める注意事項に反する態様で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。