

# SH7670 グループ

R01AN0700JJ0100

Rev.1.00

2011.07.04

## Hi-Speed USB 2.0 基板設計ガイドライン

### 要旨

この資料は Hi-Speed USB 2.0 基板設計時のガイドラインを掲載しています。

### 動作確認デバイス

この資料で説明する応用例は次の LSI に適用されます。

- SH7670/SH7671/SH7672/SH7673

本稿では、総称して「SH767x」として説明します。

注： この資料に掲載している内容は、USB 規格を基にした参考例であり、システムでの信号品質を保証するものではありません。実際のシステムに組み込む場合は、システム全体で十分検討評価し、お客様の責任において、適用可否判断してください。

### 目次

1. はじめに.....	2
2. USB 伝送線路.....	3
3. 電源・グランドパターン.....	5
4. 発振回路.....	7
5. VBUS 電源回路.....	9
6. REFRIN 端子.....	10
7. EMI/ESD 対策.....	11
8. 参考ドキュメント.....	12

## 1. はじめに

この資料は、USB 2.0 ホスト / ファンクションモジュールの端子名を用いて説明しています。表 1 に USB 2.0 ホスト / ファンクションモジュールの端子概要を示します。

表 1 USB 2.0 ホスト / ファンクションモジュールの端子概要

ピン番号	使用端子名	入出力	名称	機能
SH767x				
Y9	DP	入出力	USB D+データ	USB バスの D+データです。
Y8	DM	入出力	USB D-データ	USB バスの D-データです。
W9	VBUS	入力	VBUS 入力	USB バスの VBUS に接続してください。
Y11	REFRIN	入力	リファレンス入力	5.6kΩ ± 1% の抵抗を介して AG33 端子に接続してください。
W12	USB_X1	入力	USB 水晶発振子 / 外部クロック	USB 用水晶発振子を接続します。また、USB_X1 端子は外部クロックを入力することもできます。
Y12	USB_X2	出力		
Y10	AV33	入力	トランシーバ部 アナログ端子電源	端子用 3.3V アナログ電源
W10	AG33	入力	トランシーバ部 アナログ端子グランド	端子用 3.3V アナロググランド
Y7	DV33	入力	トランシーバ部 デジタル端子電源	端子用 3.3V デジタル電源
W8	DG33	入力	トランシーバ部 デジタル端子グランド	端子用 3.3V デジタルグランド
U11	AV12	入力	トランシーバ部 アナログコア電源	コア用 1.2V アナログ電源
V11	AG12	入力	トランシーバ部 アナログコアグランド	コア用 1.2V アナロググランド
U9	DV12	入力	トランシーバ部 デジタルコア電源	コア用 1.2V デジタル電源
U8	DG12	入力	トランシーバ部 デジタルコアグランド	コア用 1.2V デジタルグランド
U10	UV12	入力	USB 2.0 ホスト / ファン クションモジュール 480MHz 用電源	480MHz 動作部電源
V10	UG12	入力	USB 2.0 ホスト / ファン クションモジュール 480MHz 用グランド	480MHz 動作部グランド
注	VccQ	入力	入出力回路用電源	入出力端子用 3.3V 電源
	VssQ	入力	入出力回路用グランド	入出力端子用 3.3V グランド
	Vcc	入力	電源	内部用コア 1.2V 電源
	Vss	入力	グランド	内部用コア 1.2V グランド

注 : VccQ、VssQ、Vcc、Vss電源端子は、USB 以外の LSI I/O 電源、コア電源です。

## 2. USB 伝送線路

USB 伝送線路とは、USB コネクタと USB トランシーバを接続する配線パターンを表します。

USB 2.0 には、Hi-Speed、Full-Speed、Low-Speed の通信モードがあります。この中で Hi-Speed は 480Mbps の通信速度であるため、USB 伝送線路は高周波回路として設計する必要があります。USB 伝送線路はインピーダンスコントロールが必要です。

以下に USB 伝送線路のパターン配線設計時の注意点について説明します。

- USB Hi-Speed 伝送線路に要求される特性インピーダンスは、差動インピーダンス  $90\Omega \pm 15\%$  です。
- インピーダンスコントロールは基板の厚さ、材質、層構成などによりパターン幅、パターン間隔が異なります。詳細は基板メーカーにご相談ください。
- LSI から USB コネクタまでの USB 伝送線路の配線パターン長は、USB 規格で規定されている最大遅延時間を超えないように設計する必要があります。また Hi-Speed の波形品質を考慮した場合、より短い配線を推奨します。表 2 に最大遅延時間を考慮した一般的な材料のプリント配線板における USB 伝送線路のパターン設計値を示します。

表 2 最大遅延時間を考慮した USB 伝送線路の配線パターン設計値

	最大遅延時間 (USB 規格)	配線長 (注)	D+, D- の配線長の差
ホストコントローラ	3ns	300mm 以下	2.5mm 以下
ファンクションコントローラ	1ns	100mm 以下	2.5mm 以下

注：配線遅延が 100ps/cm の場合の例です。

- USB 伝送線路の下層はベタグランドにしてください。ベタグランドは USB 伝送線路より外側へ 2mm 以上確保してください。ベタグランドにする電源は DG33 となります。
- USB 伝送線路近くに他の信号線を配置しないでください。特にクロックやデータバスなど変化の激しい信号は USB 伝送線路から離してください。また、USB 伝送線路と他の信号が交差しないようにしてください。
- USB 伝送線路と同一層 (表層) では、伝送線路より外側へ 2mm 程度離してグランドでガードリングすることを推奨します。
- USB 伝送線路はビアを通さず同じ階層で配線してください。また、USB 伝送線路は分岐配線しないでください。
- USB 伝送線路の間隔は、すべて一定になるように配線してください。
- USB 伝送線路は、発振器、電源回路、他の I/O コネクタから離すようにしてください。
- USB 伝送線路は可能な限り直線で配線してください。レイアウト上、USB 伝送線路を曲げる場合は、 $135^\circ$  もしくは円弧を用いて緩やかに曲げてください。USB 伝送線路は急角度 (直角) に曲げないでください。
- クロック、リセット、リード、ライト、チップセレクト信号はグランドでガードリングすることを推奨します。

図 1 にホストコントローラ時の USB 伝送線路パターン設計例を、図 2 にファンクションコントローラ時の USB 伝送線路パターン設計例を示します。

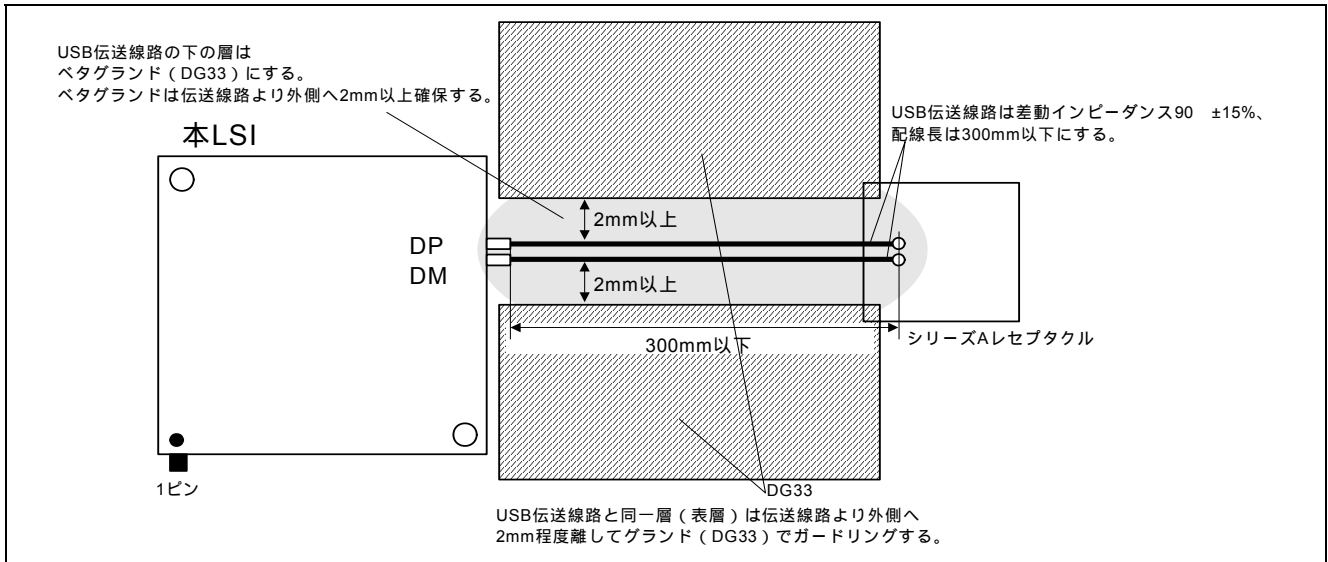


図1 ホストコントローラ時の USB 伝送線路パターン設計例

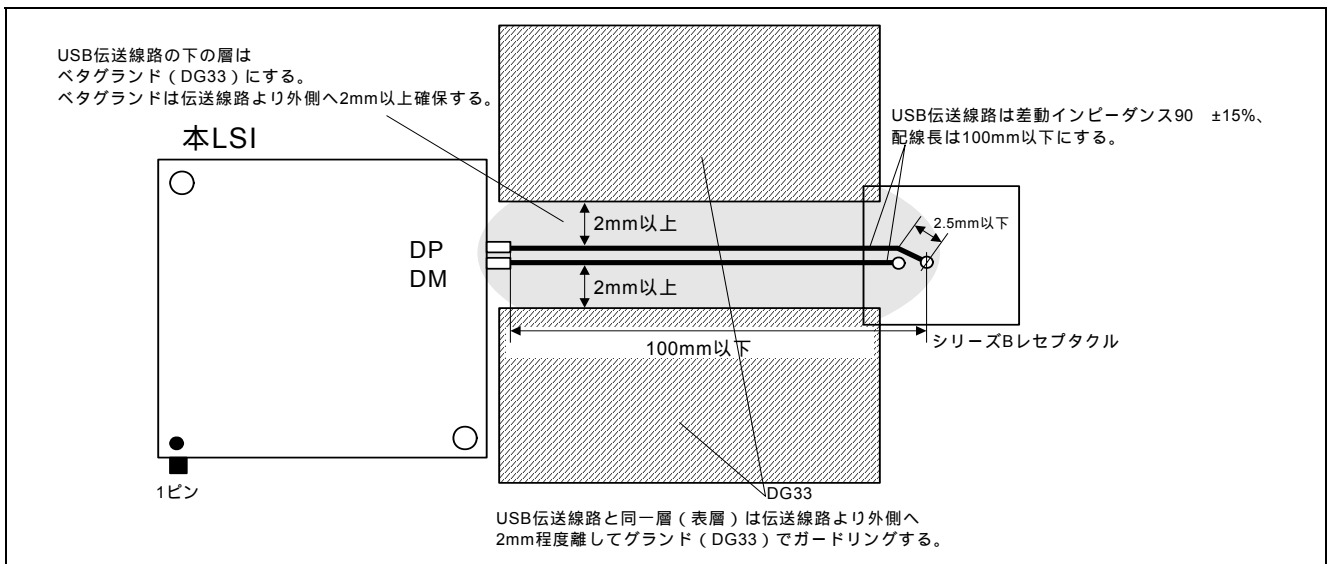


図2 ファンクションコントローラ時の USB 伝送線路パターン設計例

### 3. 電源・グランドパターン

以下に電源・グランドパターン設計時の注意点について説明します。

- 電源・グランドはデジタルとアナログに分離してください。表 3、表 4 に電源とグランドの分類を示します。

表 3 USB 電源分類

端子名	電源の分類			
	アナログ電源 (1.2V)	デジタル電源 (1.2V)	アナログ電源 (3.3V)	デジタル電源 (3.3V)
AV12				
DV12		(注 <sup>1</sup> )		
UV12		(注 <sup>1</sup> )		
AV33				
DV33				(注 <sup>2</sup> )
Vcc		(注 <sup>1</sup> )		
VccQ				(注 <sup>2</sup> )

：使用する電源を示します。

注 1：DV12、UV12、Vccは LSI 内部で接続されています。

注 2：DV33、VccQ は LSI 内部で接続されています。

表 4 USB グランド分類

端子名 / USB コネクタ	グランドの分類	
	アナロググランド (AGND)	デジタルグランド (DGND)
AG12	(注 <sup>3</sup> )	
DG12		(注 <sup>4</sup> )
UG12		(注 <sup>4</sup> )
AG33	(注 <sup>3</sup> )	
DG33		(注 <sup>4</sup> )
Vss		(注 <sup>4</sup> )
VssQ		(注 <sup>4</sup> )
USB コネクタグランド (フレームグランド含)		

：使用するグランドを示します。

注 3：AG12、AG33 は LSI 内部で接続されています。

注 4：DG33、DG12、UG12、Vss、VssQ は LSI 内部で接続されています。

- LSI 内部で接続されている端子に対しても基板上低インピーダンスで接続してください。
- 電源・グランドは、できる限り広い面の層となるようにパターン設計してください。
- 電源のコンデンサは高周波特性の良いセラミックコンデンサまたは、タンタルコンデンサを推奨します。
- アルミ電解コンデンサは EYE パターン測定時のジッタ値に影響がありますので、十分な設計、テストの上、使用してください。
- デカップリングコンデンサの容量値としては、0.001 $\mu$ F、0.01 $\mu$ F、0.1 $\mu$ F、10 $\mu$ F の容量を USB 電源端子の直近に配置することを推奨します。図 3 にデカップリングコンデンサの配置例を示します。

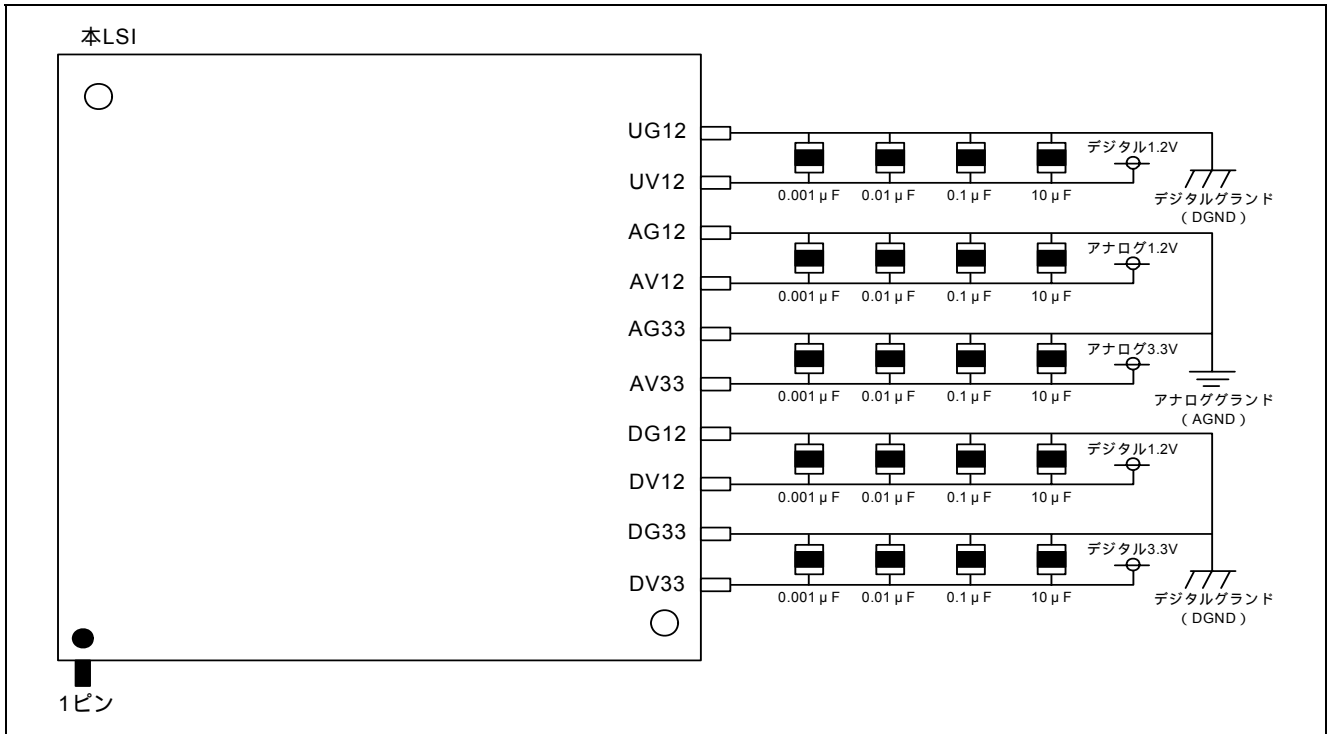


図 3 デカップリングコンデンサ配置例

#### 4. 発振回路

以下に発振回路設計時の注意点について説明します。

- 発振回路は USB 用クロック入力端子 USB\_X1 の近くに配置してください。USB\_X1 はグラウンドでガードリングすることを推奨します。
- 発振部品は表 5 に示す周波数スペックを満たすものを使用してください。

表 5 USB\_X1 クロック入力周波数

使用機能	周波数スペック (fEX)
ハイスピード転送使用時	48MHz±100ppm
ハイスピード転送未使用、ホストコントローラ機能使用時	48MHz±500ppm
ハイスピード転送未使用、ホストコントローラ機能未使用時	48MHz±2500ppm

- 水晶振動子を使用する場合は、水晶振動子メーカーと相談の上、回路定数を決定してください。

図 4 に水晶振動子の接続例を、図 5 に発振器の接続例を示します。

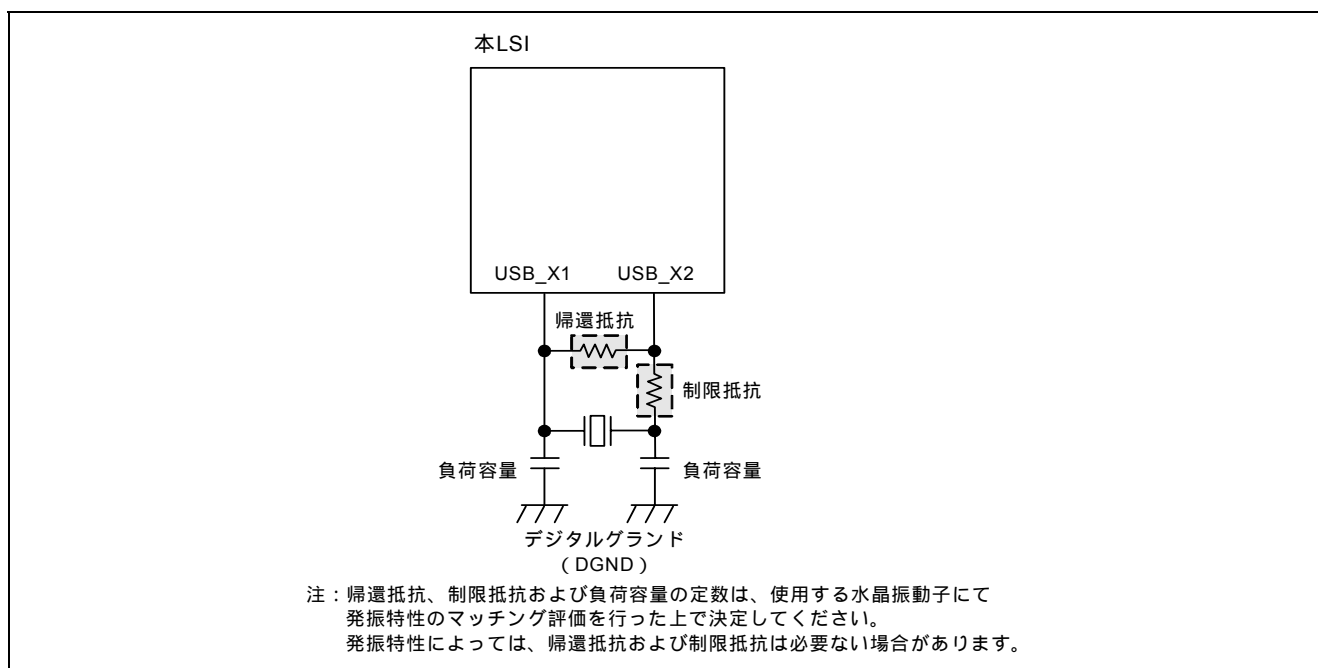


図 4 水晶振動子接続例

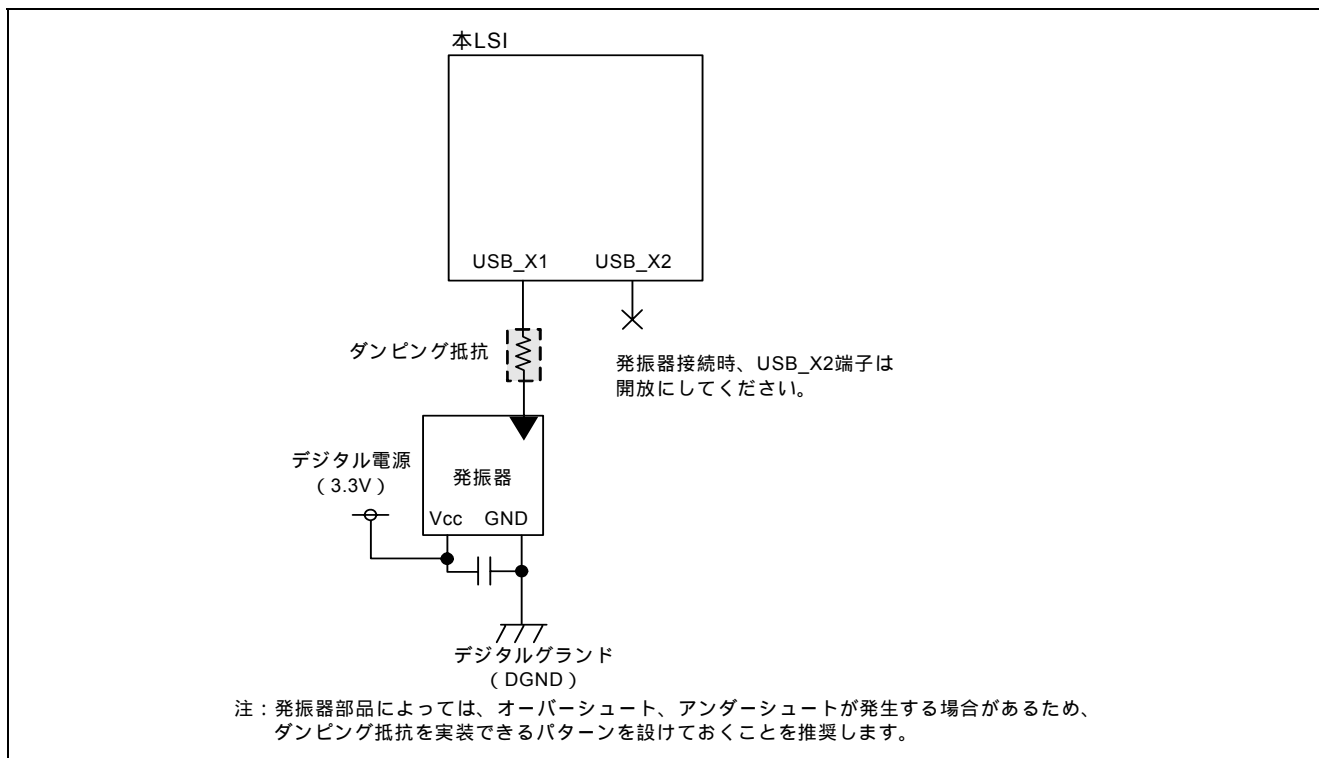


図5 発振器接続例



## 5. VBUS 電源回路

以下に VBUS 電源回路設計時の注意点について説明します。

- ホストコントローラとして使用する場合、VBUS ラインの付加容量が 120 $\mu$ F 以上になるように設計してください。
- ファンクションコントローラとして使用する場合、VBUS ラインの付加容量が 1.0 $\mu$ F ~ 10 $\mu$ F 以内になるように設計してください。
- VBUS ラインには、USB ケーブル接続時にインピーダンスの不整合によって、オーバーシュートが発生する可能性があるため、フィルタ回路を設けてください。フィルタ回路として、容量 1.0 $\mu$ F ~ 10 $\mu$ F のコンデンサと 100 $\Omega$  ~ 1k $\Omega$ の抵抗を付けてください。なお、最終的な定数は、基板上でオーバーシュートが発生しないことを確認した上で決定してください。その際、1k $\Omega$ より大きい抵抗は付けしないでください。
- ホストコントローラとして使用する場合、ファンクション機器に対して、VBUS 電源を供給する必要があります。VBUS 電源の制御には、USB 電源バス用過電流制限機能付きパワースイッチ IC (以降 USB 電源スイッチ IC と記載) を使用することを推奨します。  
VBUS 電源ラインの電流の制限値は、適用するシステムの電源、通信する USB ファンクション機器が必要とする電流値をもとに検討してください。また、VBUS 電源制御回路は、使用する USB 電源スイッチ IC のデータシートに記載されている回路例等を参考に設計してください。

図 6 にホストコントローラとして使用する場合の VBUS 電源回路例を、図 7 にファンクションコントローラとして使用する場合の VBUS 電源回路例を示します。

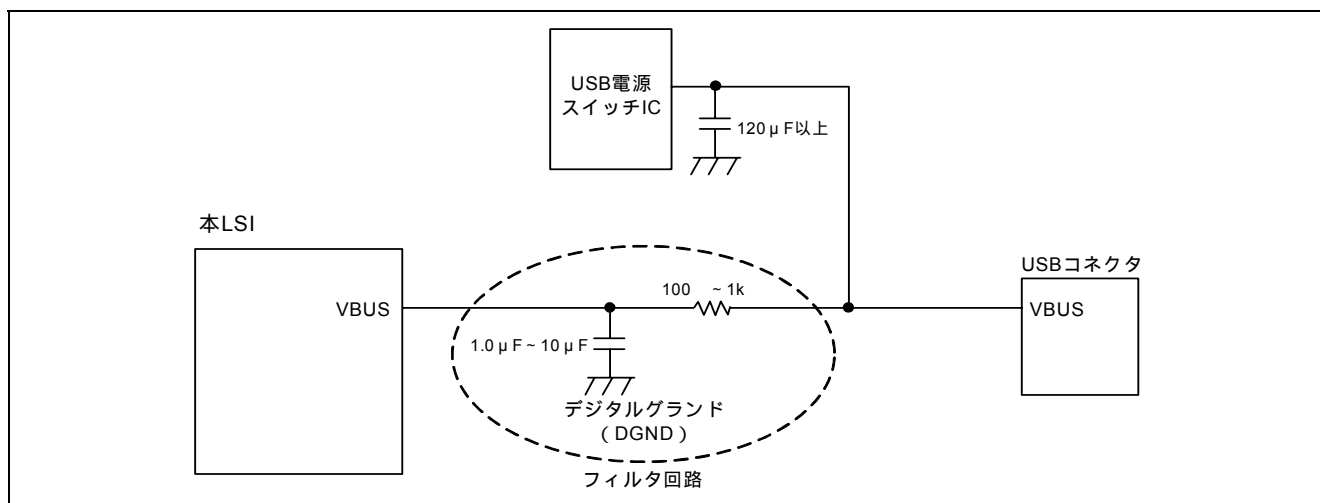


図 6 ホストコントローラ VBUS 回路例

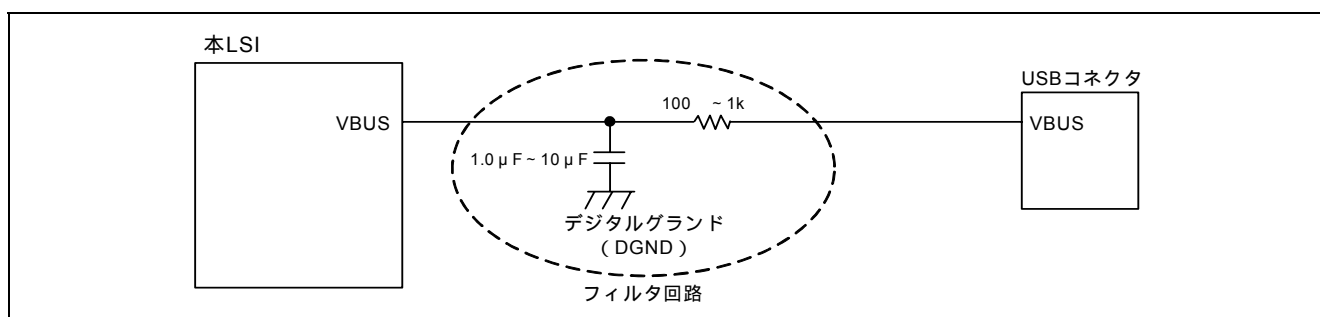


図 7 ファンクションコントローラ VBUS 回路例

## 6. REFRIN 端子

以下に REFRIN 端子周辺回路設計時の注意点について説明します。

- REFRIN 端子と AG33 の間に  $5.6k\Omega \pm 1\%$  の抵抗（以降、基準抵抗と記載）を接続してください。
- 基準抵抗は、LSI に可能な限り近くに配置してください。
- REFRIN 端子と基準抵抗と AG33 は太いパターンでかつ、最短で接続してください。
- 基準抵抗と AG33 を専用のパターンで接続し、その先でアナロググランドに接続してください。他の信号と共通インピーダンスを持たないようにパターン設計する必要があります。
- クロストークを避けるため、基準抵抗の近くとそのパターンの近くには、変化の激しい信号（DP、DM、クロック、アドレス・データ・コントロール信号等）を交差または並行しないようにしてください。基準抵抗とそのパターンは、グランドでガードリングすることを推奨します。

図 8 に REFRIN 端子周辺の接続図およびパターン設計例を示します。

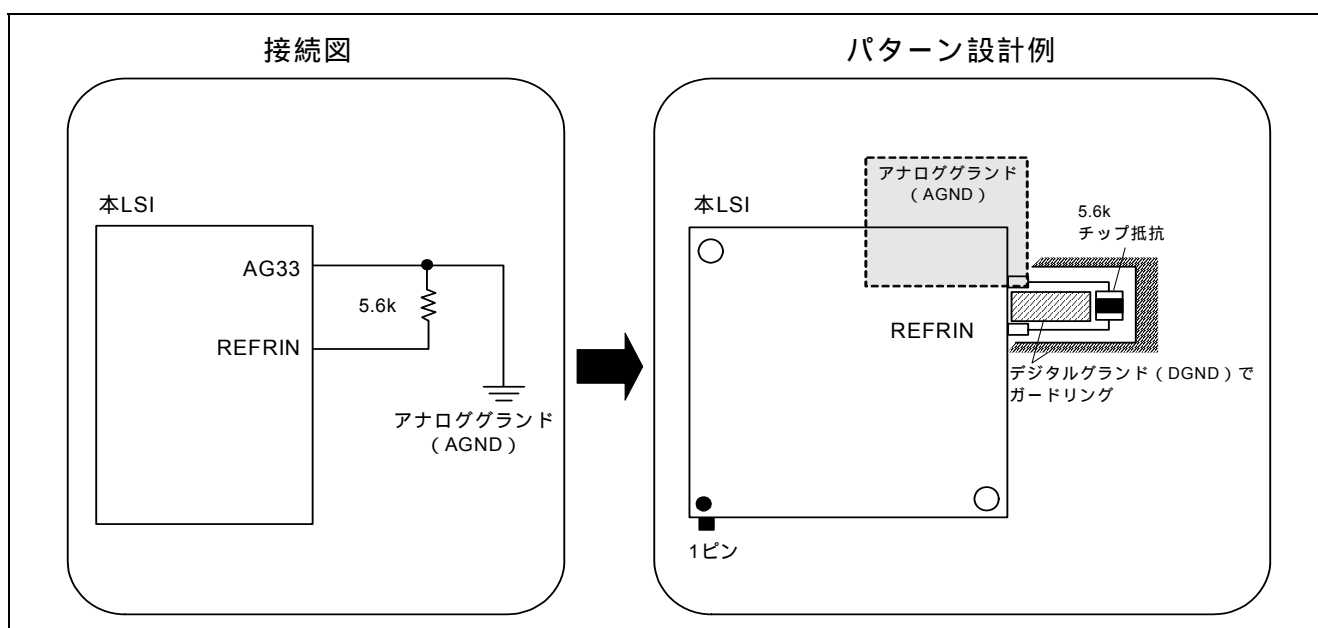


図 8 REFRIN 端子周辺の接続図およびパターン設計例

## 7. EMI/ESD 対策

以下に EMI、ESD 対策時の注意点について説明します。

- コイルやダイオードなどの EMI、ESD 対策用部品を USB 伝送線路に実装する場合は、USB 伝送線路の近くに配置し、配線は可能な限り短くしてください。
- EMI、ESD 対策用部品は、必ず USB 2.0 対応品を使用してください。なお、EMI、ESD 対策用部品を実装することで、USB 伝送線路のインピーダンスに不整合が生じ、波形が乱れることがありますので、十分に評価した上で使用する部品を決定してください。

図 9 に EMI、ESD 対策用部品使用時の接続図例を示します。

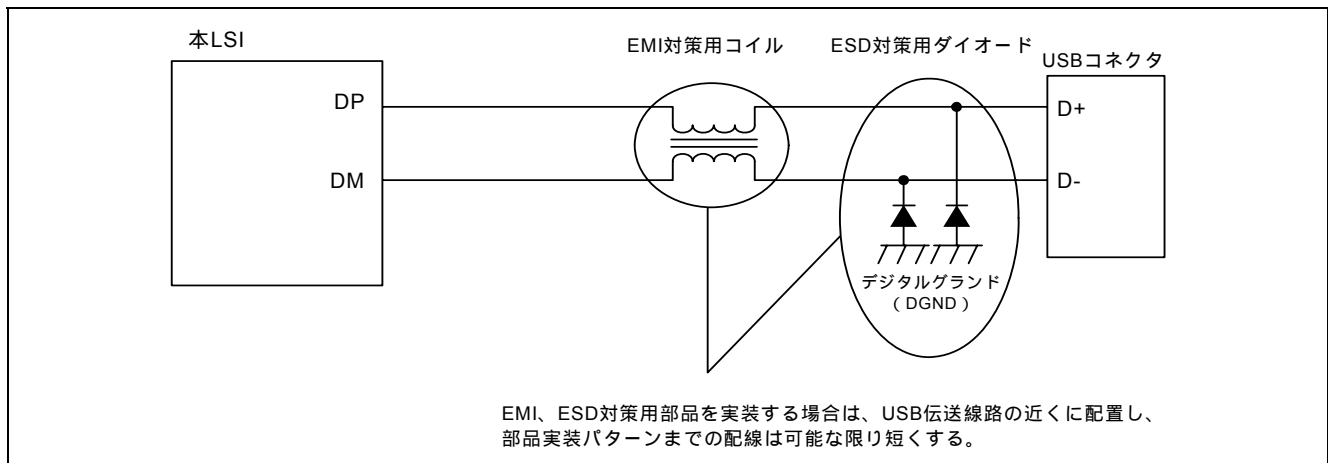


図 9 EMI、ESD 対策用部品使用時の接続例

## 8. 参考ドキュメント

- ハードウェアマニュアル  
SH7670 グループ ハードウェアマニュアル Rev.2.00  
(最新版をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。)

ホームページとサポート窓口

ルネサス エレクトロニクスホームページ

<http://japan.renesas.com/>

お問合せ先

<http://japan.renesas.com/inquiry>

すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

## 改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2011.07.04	—	初版発行

## 製品ご使用上の注意事項

ここでは、マイコン製品全体に適用する「使用上の注意事項」について説明します。個別の使用上の注意事項については、本文を参照してください。なお、本マニュアルの本文と異なる記載がある場合は、本文の記載が優先するものとします。

### 1. 未使用端子の処理

【注意】未使用端子は、本文の「未使用端子の処理」に従って処理してください。

CMOS製品の入力端子のインピーダンスは、一般に、ハイインピーダンスとなっています。未使用端子を開放状態で動作させると、誘導現象により、LSI周辺のノイズが印加され、LSI内部で貫通電流が流れたり、入力信号と認識されて誤動作を起こす恐れがあります。未使用端子は、本文「未使用端子の処理」で説明する指示に従い処理してください。

### 2. 電源投入時の処置

【注意】電源投入時は、製品の状態は不定です。

電源投入時には、LSIの内部回路の状態は不確定であり、レジスタの設定や各端子の状態は不定です。外部リセット端子でリセットする製品の場合、電源投入からリセットが有効になるまでの期間、端子の状態は保証できません。

同様に、内蔵パワーオンリセット機能を使用してリセットする製品の場合、電源投入からリセットのかかる一定電圧に達するまでの期間、端子の状態は保証できません。

### 3. リザーブアドレスのアクセス禁止

【注意】リザーブアドレスのアクセスを禁止します。

アドレス領域には、将来の機能拡張用に割り付けられているリザーブアドレスがあります。これらのアドレスをアクセスしたときの動作については、保証できませんので、アクセスしないようにしてください。

### 4. クロックについて

【注意】リセット時は、クロックが安定した後、リセットを解除してください。

プログラム実行中のクロック切り替え時は、切り替え先クロックが安定した後に切り替えてください。リセット時、外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックで動作を開始するシステムでは、クロックが十分安定した後、リセットを解除してください。また、プログラムの途中で外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックに切り替える場合は、切り替え先のクロックが十分安定してから切り替えてください。

### 5. 製品間の相違について

【注意】型名の異なる製品に変更する場合は、事前に問題ないことをご確認ください。

同じグループのマイコンでも型名が違っていると、内部メモリ、レイアウトパターンの相違などにより、特性が異なる場合があります。型名の異なる製品に変更する場合は、製品型名ごとにシステム評価試験を実施してください。

## ご注意書き

1. 本資料に記載されている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。当社製品のご購入およびご使用にあたりましては、事前に当社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、当社ホームページなどを通じて公開される情報に常にご注意ください。
2. 本資料に記載された当社製品および技術情報の使用に関連して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権の侵害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
3. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。
4. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器の設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の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、当社は、一切その責任を負いません。
5. 輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。本資料に記載されている当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍事用途の目的で使用しないでください。また、当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器に使用することができません。
6. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りがないことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「高品質水準」および「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認ください。お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途に当社製品を使用することができません。また、お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、意図されていない用途に当社製品を使用することができません。当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途または意図されていない用途に当社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、当社は、一切その責任を負いません。なお、当社製品のデータ・シート、データ・ブック等の資料で特に品質水準の表示がない場合は、標準水準製品であることを表します。  
標準水準： コンピュータ、OA機器、通信機器、計測機器、AV機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット  
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、防災・防犯装置、各種安全装置、生命維持を目的として設計されていない医療機器（厚生労働省定義の管理医療機器に相当）  
特定水準： 航空機器、航空宇宙機器、海中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの、治療行為（患部切り出し等）を行うもの、その他直接人命に影響を与えるもの）（厚生労働省定義の高度管理医療機器に相当）またはシステム等
8. 本資料に記載された当社製品のご使用につき、特に、最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他諸条件につきましては、当社保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないようお客様の責任において冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。
10. 当社製品の環境適合性等、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制するRoHS指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
11. 本資料の全部または一部を当社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。
12. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせその他お気付きの点等がございましたら当社営業窓口までご照会ください。

注1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサス エレクトロニクス株式会社およびルネサス エレクトロニクス株式会社とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。

注2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注1において定義された当社の開発、製造製品をいいます。



ルネサス エレクトロニクス株式会社

■営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

※営業お問合せ窓口の住所・電話番号は変更になることがあります。最新情報につきましては、弊社ホームページをご覧ください。

ルネサス エレクトロニクス販売株式会社 〒100-0004 千代田区大手町2-6-2（日本ビル）

(03)5201-5307

■技術的なお問合せおよび資料のご請求は下記へどうぞ。  
総合お問合せ窓口：<http://japan.renesas.com/inquiry>