

RX ファミリ

Ethernet ハードウェアデザインガイド

要旨

本アプリケーションノートでは、Ethernet 使用時の基板設計における注意事項について説明します。なお、本内容は弊社にて開発した内部評価用の Ethernet 通信ボードで対応した内容を基に記載しています。

対象デバイス

RX64M グループ

RX71M グループ

RX72M グループ

RX72N グループ

目次

1. 基板設計	2
1.1 層構成	2
1.2 部品レイアウト	3
1.3 パターン設計	4
1.3.1 MII/RMII/SDRAM 信号	4
1.3.2 MDI 信号	8
2. 基板仕様	9
改訂記録	10

1. 基板設計

1.1 層構成

Ethernet 通信ボードは、RX MCU と物理層 LSI(以下 PHY-LSI)、SDRAM など実装され、配線パターンが多いことや特定信号に対してのノイズ対策、基板サイズなどを考慮し、6 層での構成で設計しています。

Ethernet 通信ボードの層構成を表 1 に示します。なお特定信号*のノイズ対策を行うために、L2 層を GND 層、L5 層を電源層としています。

【注】 * 表 2 の MII/RMII の信号と SDRAM アドレス/データバスおよび制御信号を指す。

表 1 Ethernet 通信ボード層構成

層	内訳
L1	部品面(信号層)
L2	GND 層
L3	信号層
L4	信号層
L5	電源層
L6	半田面(信号層)

表 2 MII/RMII 信号

MII	RMII
ETn_TX_CLK	-
ETn_RX_CLK	REF50CKn
ETn_ERXD3~ETn_ERXD0	RMIIIn_RXD1~RMIIIn_RXD0
ETn_ETXD3~ETn_ETXD0	RMIIIn_TXD1~RMIIIn_TXD0

1.2 部品レイアウト

Ethernet 通信ボードの部品レイアウトを図 1 に示し、レイアウトの際の注意点について説明します。

SDRAM の SDCLK は最大 80MHz*で動作するため、SDRAM の実装位置は RX MCU の近傍に優先的に配置します。

SDRAM のデータバスおよび PHY-LSI からの Media Independent Interface(以下 MII) / Reduced Media Independent Interface(以下 RMII)信号(特に MII チャンネル 1 の ET1_RX_CLK)が最短かつ並走しないように部品をレイアウトします。特に ET1_RX_CLK と D5,D6(SDRAM データバス)の信号パターンを並走させないようにします。(図 1 参照)

その他配線も SDRAM のデータバスおよび MII/RMII 信号と並走しないように部品をレイアウトします。

【注】 * RX64M グループ、RX71M グループは最大 60MHz で動作

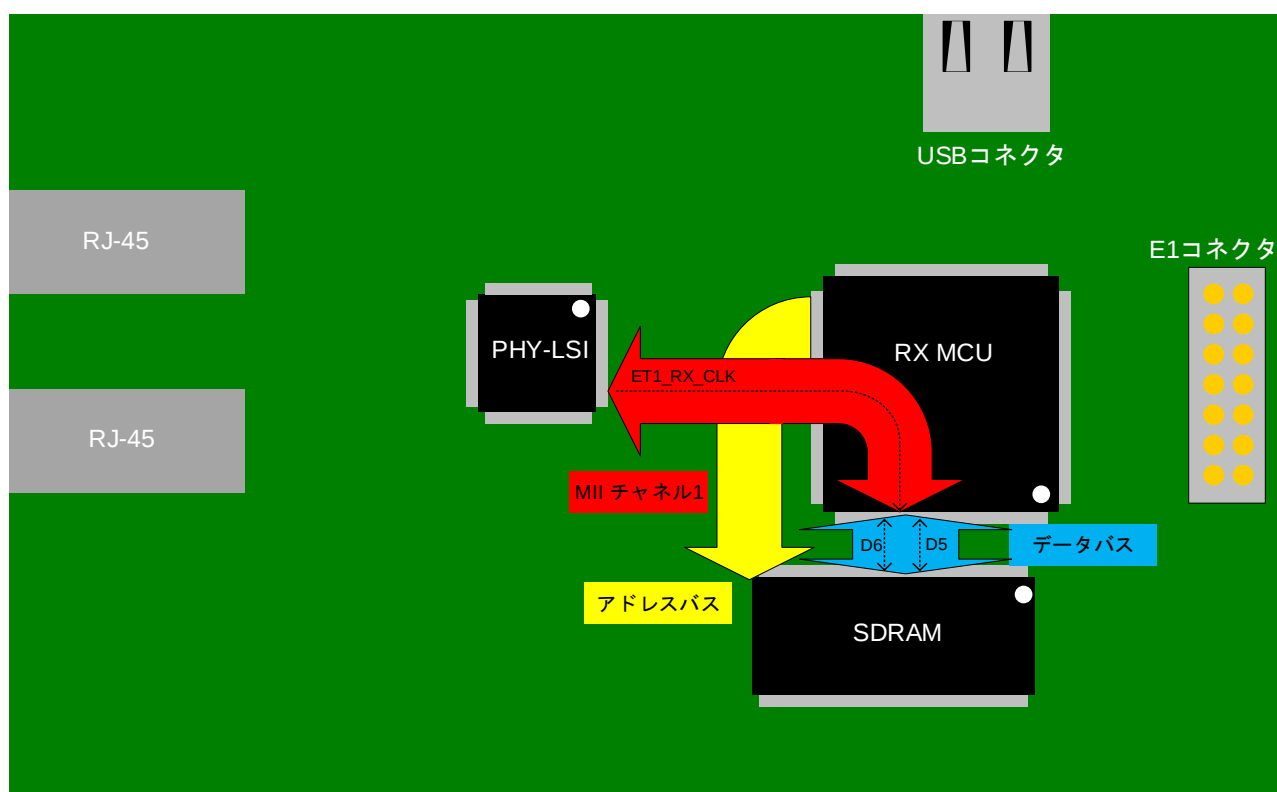


図 1 部品レイアウト

1.3 パターン設計

1.3.1 MII/RMII/SDRAM 信号

以下に MII/RMII/SDRAM 信号のパターン設計時の注意点を示します。なお本章の MII/RMII 信号は表 2 に示す信号を指しています。

1. SDRAM のデータバス D7-D0(特に D5,D6)を L1 層で優先的に最短で配線します。(図 2 の①参照)
2. SDRAM 信号および MII/RMII 信号のリターン電流を戻りやすくするために L2 層を GND 層にします。
3. SDRAM のデータバス D7-D0 を優先することにより、MII 信号(特に ET1_RX_CLK)は L1 層のみで配線することができません。そのため L1 層と L3 層で配線します。なお L3 層を使用するのは、L3 層の上に GND 層(L2 層)があることで、リターン電流が戻りやすいためです。(図 2 の②参照)
4. SDRAM のデータバス D7-D0 を優先的に配線するための部品レイアウトにしています。そのためデータバス D15-D8 は、L1 層のみでは配線することができないため、L1 層と L3 層で配線します。なお L3 層を使用するのは、L3 層の上に GND 層(L2 層)があることで、リターン電流が戻りやすいためです。(図 2 の③参照)
5. SDRAM のアドレスバスは、データバスと MII 信号を L1 層、L3 層で配線したことにより、L1 層、L3 層で配線することはできません。そのため L1 層と L4 層で配線しています。(図 2 の④参照)
6. 上記以外の信号は L6 層で配線しています。
7. L3 層-L4 層間を除く層間厚は、リターン電流を戻しやすくするために、並走するパターン間(H)の $1/3(1/3H)$ で設計します。(図 3 参照)なおインピーダンスコントロール対象の信号がある場合、層間厚はインピーダンスに影響がありますので、基板厚を検討する際はインピーダンスコントロールを考慮して設計します。Ethernet 通信ボードでは、インピーダンスコントロールと今回設計を依頼した基板メーカーの対応可能な層間厚により、L3 層-L4 層間を除く層間厚を 0.1mm としています。
8. L3 層-L4 層間の層間厚は、カップリングの影響を受けないようにするために厚くします。Ethernet 通信ボードでは、基板厚から L1 層-L3 層間の層間厚と L4 層-L6 層間の層間厚を引いたものとし、基板厚 1.4mm に対して L3 層-L4 層間の層間厚は 0.8mm としています。
9. SDRAM 信号および MII/RMII 信号のパターン間は、 $3W$ の規則(ライン幅 W に対し $2W+\alpha$ 以上)で設計します。(図 4 参照)
10. SDRAM 信号および MII/RMII 信号はインピーダンスコントロールが必要となります。特性インピーダンスは $50\Omega \pm 10\%$ で設計します。Ethernet 通信ボードでは、L1 層、L6 層のライン幅を 0.16mm、L3 層、L4 層のライン幅を 0.12mm としています。
11. MII チャネル 1 信号と SDRAM 信号は互いに並走を避けて配線します。特に ET1_RX_CLK と D5、D6 の信号は、必ず反対方向に配線します。(図 5 参照)
12. リターン電流の経路上の GND 層(電源層)には、GND(電源)スリットや GND(電源)分離が発生しないように設計します。(図 6 参照)

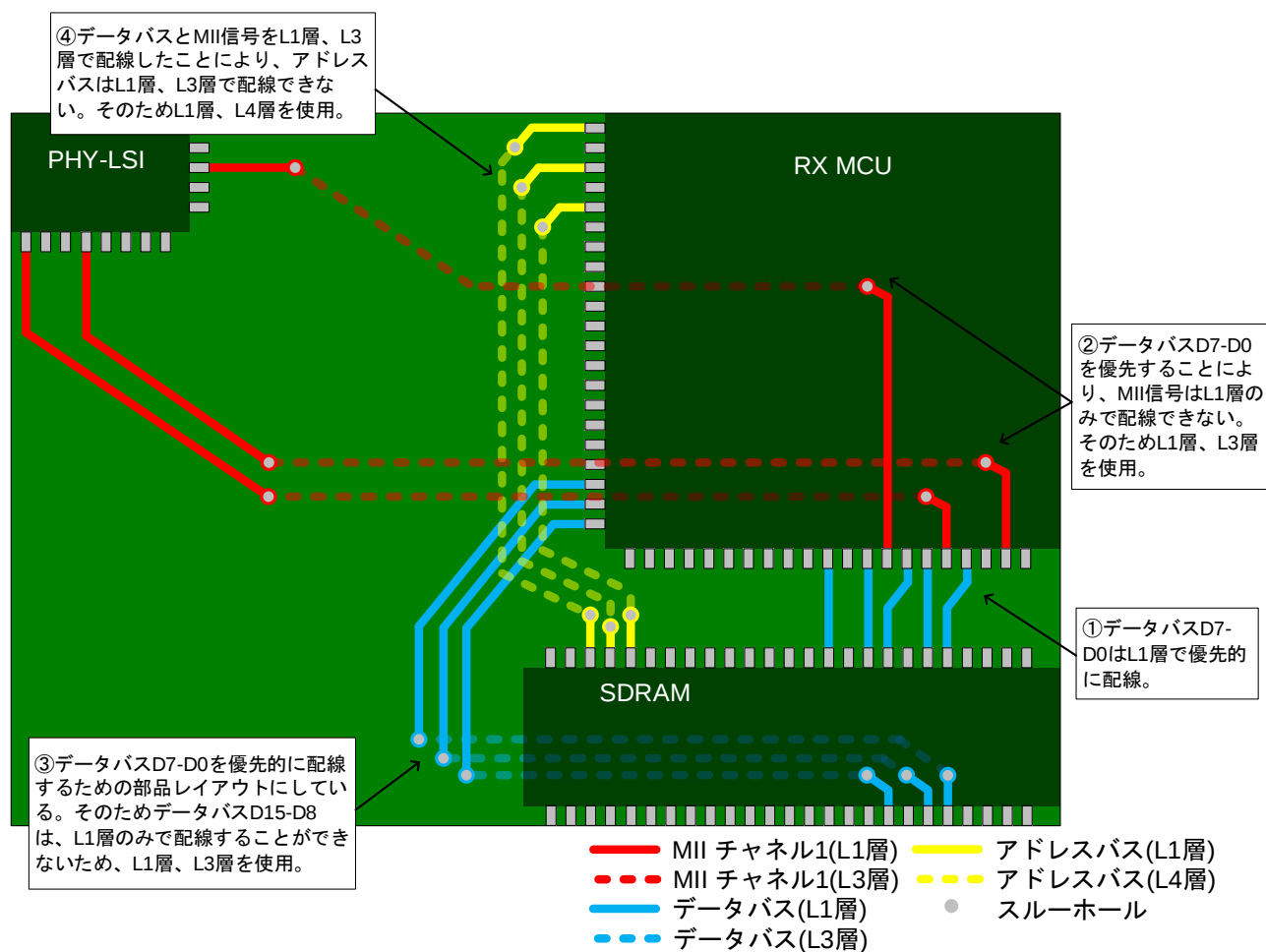


図2 パターン配線イメージ(L1層からの透し図)

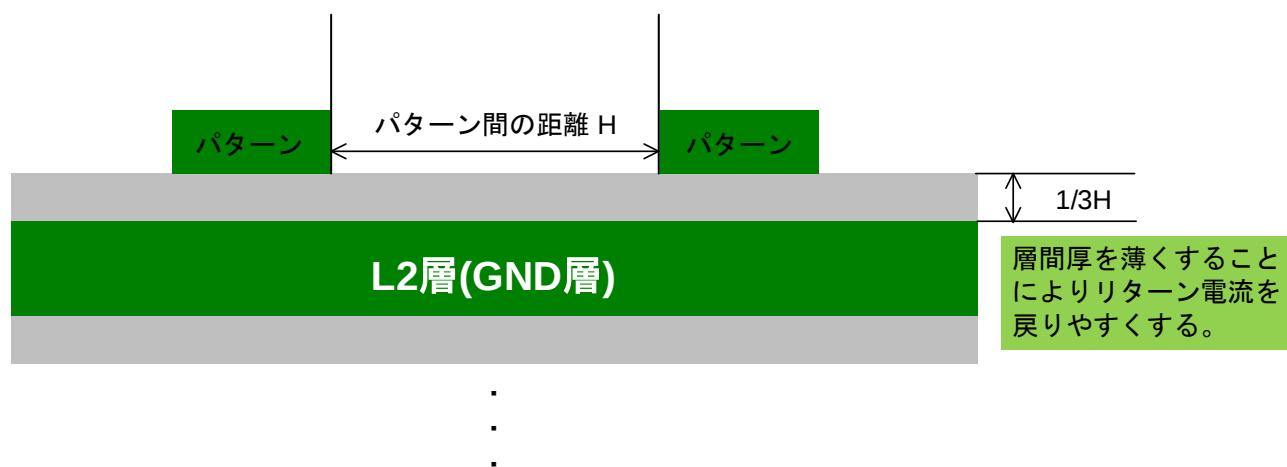


図3 リターン電流(層間厚)

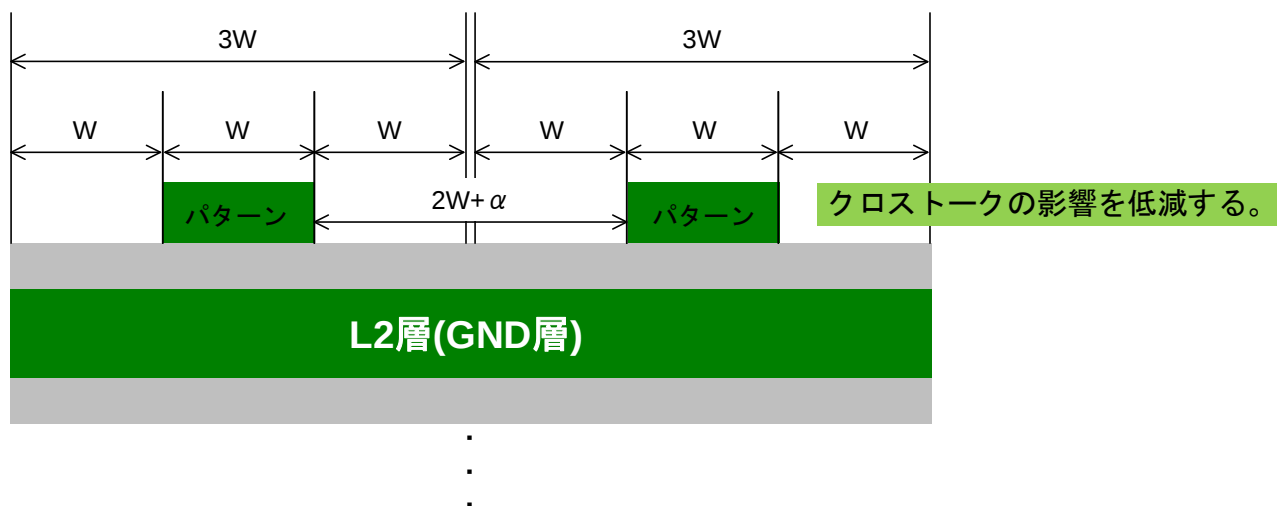


図4 3Wの規則

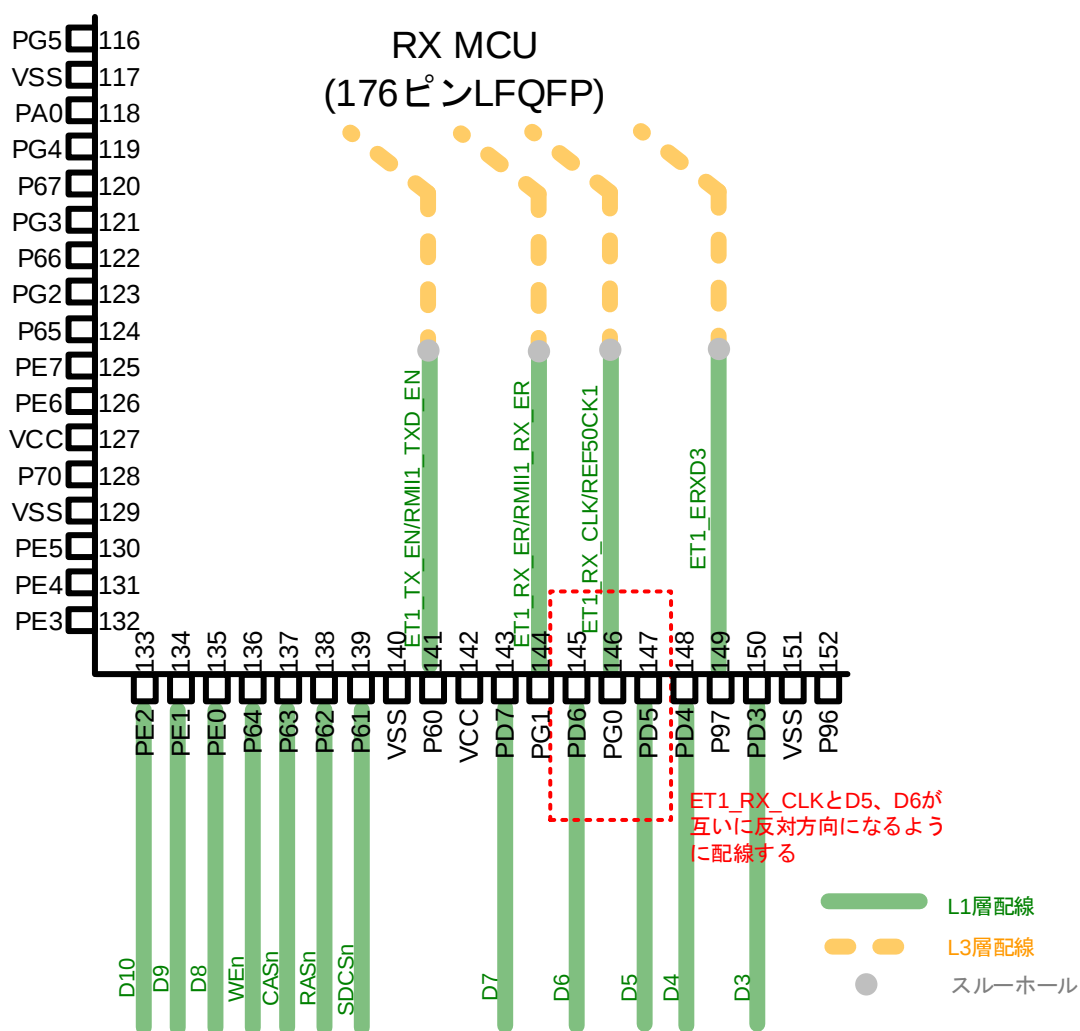
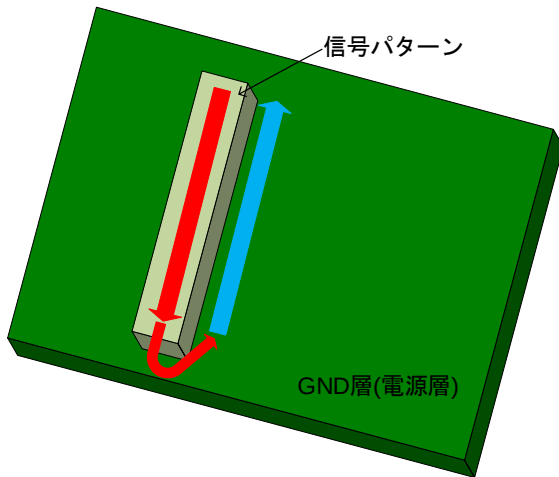
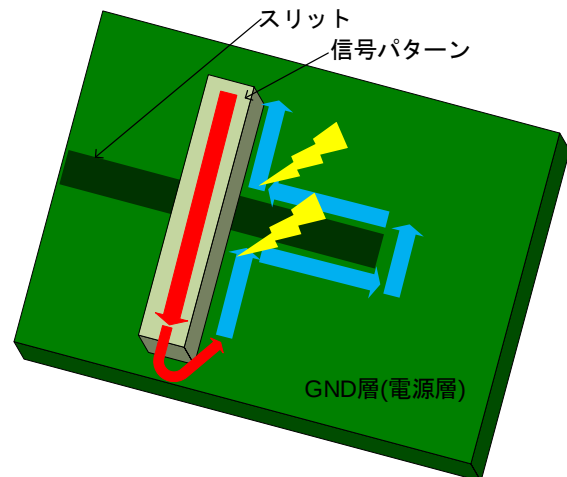


図5 配線例



(a)リターン電流の経路上に妨げが無い場合
磁界の乱れが発生せずノイズを抑制



(b)リターン電流の経路上に妨げがある場合
スリットや分離があることで磁界が乱れノイズが発生

図 6 リターン電流(GND 層の対応)

1.3.2 MDI 信号

以下に Medium Dependent Interface 信号(以下 MDI 信号)のパターン設計時の注意点について説明します。

MDI 信号は他の信号を近づけないように配線してください。(同層、他層含む)

MDI 信号は最短で配線してください。

MDI 信号にはインピーダンスコントロールが必要です。MDI 伝送路に要求される特性インピーダンスは、使用する PHY メーカーのガイドに従ってください。

すべての差動信号は、差動ペアで等長としてください。

MDI 信号上の部品配置は、差動ペア間で対称となるように配置してください。(図 7 参照)

終端ネットワークは PHY メーカーのガイドに従って配置してください。

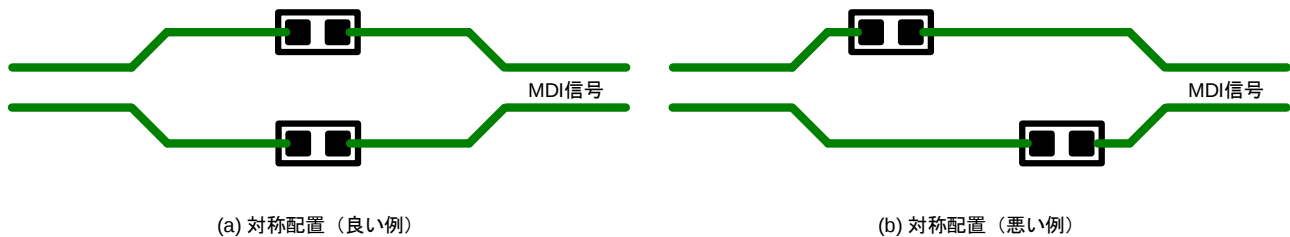


図 7 差動信号伝送路上の部品配置

2. 基板仕様

本ガイドに沿って開発した弊社の Ethernet 通信ボードの基板仕様を以下に示します。

基板層数 : 6 層

基板厚 : 1.43mm

各層における信号内訳 :

L1 層 Ethernet 信号(MII/RMII/MDI)/データバス*/アドレスバス*/ストローク信号*

L2 層 GND 層

L3 層 Ethernet 信号(MII/RMII)/データバス*/ストローク信号*

L4 層 電源/アドレスバス*

L5 層 電源層

L6 層 Ethernet 信号(MDI)/ストローク信号*

【注】 * SDRAM 信号

パターン仕様 :

通常パターン幅は 0.15mm

MII/RMII/SDRAM ノイズ対策を施した特定信号パターン幅は L1,L6 層 0.16mm、L3,L4 層 0.12mm

MDI ノイズ対策を施した特定信号パターン幅は 0.1mm

層構成 :

層	層厚(mm)	材料
1	0.025	Cu メッキ
	0.018	銅箔
2	0.100	プリプレグ
	0.035	銅箔
	0.100	コア材
3	0.035	銅箔
	0.800	プリプレグ
4	0.035	銅箔
	0.100	コア材
	0.035	銅箔
5	0.100	プリプレグ
	0.018	銅箔
	0.025	Cu メッキ

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	Nov.11.16	—	初版発行
1.01	Jan.31.20	1	タイトルのグループ名を「RX ファミリ」に変更。 対象デバイスに RX72M グループと RX72N グループを追加。
		2～10	文章中の「RX64M/RX71M」の表記を「RX MCU」に変更。

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、本ドキュメントおよびテクニカルアップデートを参照してください。

1. 静電気対策

CMOS 製品の取り扱いの際は静電気防止を心がけてください。CMOS 製品は強い静電気によってゲート絶縁破壊を生じることがあります。運搬や保存の際には、当社が出荷梱包に使用している導電性のトレーやマガジンケース、導電性の緩衝材、金属ケースなどを利用し、組み立て工程にはアースを施してください。プラスチック板上に放置したり、端子を触ったりしないでください。また、CMOS 製品を実装したボードについても同様の扱いをしてください。

2. 電源投入時の処置

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. 電源オフ時における入力信号

当該製品の電源がオフ状態のときに、入力信号や入出力ブルアップ電源を入れないでください。入力信号や入出力ブルアップ電源からの電流注入により、誤動作を引き起こしたり、異常電流が流れ内部素子を劣化させたりする場合があります。資料中に「電源オフ時における入力信号」についての記載のある製品は、その内容を守ってください。

4. 未使用端子の処理

未使用端子は、「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。

5. クロックについて

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。

6. 入力端子の印加波形

入力ノイズや反射波による波形歪みは誤動作の原因になりますので注意してください。CMOS 製品の入力がノイズなどに起因して、 V_{IL} (Max.) から V_{IH} (Min.) までの領域にとどまるような場合は、誤動作を引き起こす恐れがあります。入力レベルが固定の場合はもちろん、 V_{IL} (Max.) から V_{IH} (Min.) までの領域を通過する遷移期間中にチャタリングノイズなどが入らないように使用してください。

7. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止

リザーブアドレス（予約領域）のアクセスを禁止します。アドレス領域には、将来の拡張機能用に割り付けられている リザーブアドレス（予約領域）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。

8. 製品間の相違について

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。同じグループのマイコンでも型名が違うと、フラッシュメモリ、レイアウトパターンの相違などにより、電気的特性の範囲で、特性値、動作マージン、ノイズ耐量、ノイズ輻射量などが異なる場合があります。型名が違う製品に変更する場合は、個々の製品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・システムの設計において、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て生じた損害（お客様または第三者いずれに生じた損害も含みます。以下同じです。）に関し、当社は、一切その責任を負いません。
2. 当社製品、本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因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に対する侵害またはこれらに関する紛争について、当社は、何らの保証を行うものではなく、また責任を負うものではありません。
3. 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。
4. 当社製品を、全部または一部を問わず、改造、改変、複製、リバースエンジニアリング、その他、不適切に使用しないでください。かかる改造、改変、複製、リバースエンジニアリング等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。
5. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。

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、産業用ロボット等

高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通管制（信号）、大規模通信機器、金融端末基幹システム、各種安全制御装置等

当社製品は、データシート等により高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（宇宙機器と、海底中継器、原子力制御システム、航空機制御システム、プラント基幹システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、これらの用途に使用することは想定していません。たとえ、当社が想定していない用途に当社製品を使用したことにより損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。

6. 当社製品をご使用の際は、最新の製品情報（データシート、ユーザーズマニュアル、アプリケーションノート、信頼性ハンドブックに記載の「半導体デバイスの使用上の一般的な注意事項」等）をご確認の上、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他指定条件の範囲内でご使用ください。指定条件の範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障、誤動作の不具合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。
7. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めていますが、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、データシート等において高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、耐放射線設計を行っておりません。仮に当社製品の故障または誤動作が生じた場合であっても、人身事故、火災事故その他社会的損害等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、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。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、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
8. 当社製品の環境適合性等の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。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。
9. 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・システムに使用することはできません。当社製品および技術を輸出、販売または移転等する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他日本国および適用される外国の輸出管理関連法規を遵守し、それらの定めるところに従い必要な手続きを行ってください。
10. お客様が当社製品を第三者に転売等される場合には、事前に当該第三者に対して、本ご注意書き記載の諸条件を通知する責任を負うものいたします。
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禁じます。
12. 本資料に記載されている内容または当社製品についてご不明な点がございましたら、当社の営業担当者までお問合せください。

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が直接的、間接的に支配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。

(Rev.4.0-1 2017.11)

本社所在地

〒135-0061 東京都江東区豊洲 3-2-24（豊洲フォレシア）

www.renesas.com

お問合せ窓口

弊社の製品や技術、ドキュメントの最新情報、最寄の営業お問合せ窓口に関する情報などは、弊社ウェブサイトをご覧ください。

www.renesas.com/contact/

商標について

ルネサスおよびルネサスロゴはルネサス エレクトロニクス株式会社の商標です。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。