

ハードウェア設計のチェックリスト

1.0 はじめに

本書には、Microchip 社の KSZ8081RNB に関するハードウェア設計のチェックリストを記載しています。KSZ8081RNB を新しい設計で使う際には本書のチェック項目に従う必要があります。[セクション 9.0、「ハードウェア チェックリストの概要」\(p. 11\)](#)に、これらの項目のまとめを示します。これらのテーマに関する詳細は該当するセクションに記載されています。

- [一般的注意事項 \(p. 1\)](#)
- [電力供給 \(p. 1\)](#)
- [Ethernet 信号 \(p. 2\)](#)
- [クロック回路 \(p. 5\)](#)
- [デジタル インターフェイス \(p. 6\)](#)
- [起動 \(p. 8\)](#)
- [その他の機能 \(p. 10\)](#)

2.0 一般的注意事項

2.1 ピンの確認

データシートを参照して製品のピン配置を確認します。全てのピンがデータシートと一致し、エラーチェックのために入力、出力、または双方向としてピンが設定されている事を確認します。

2.2 グランド

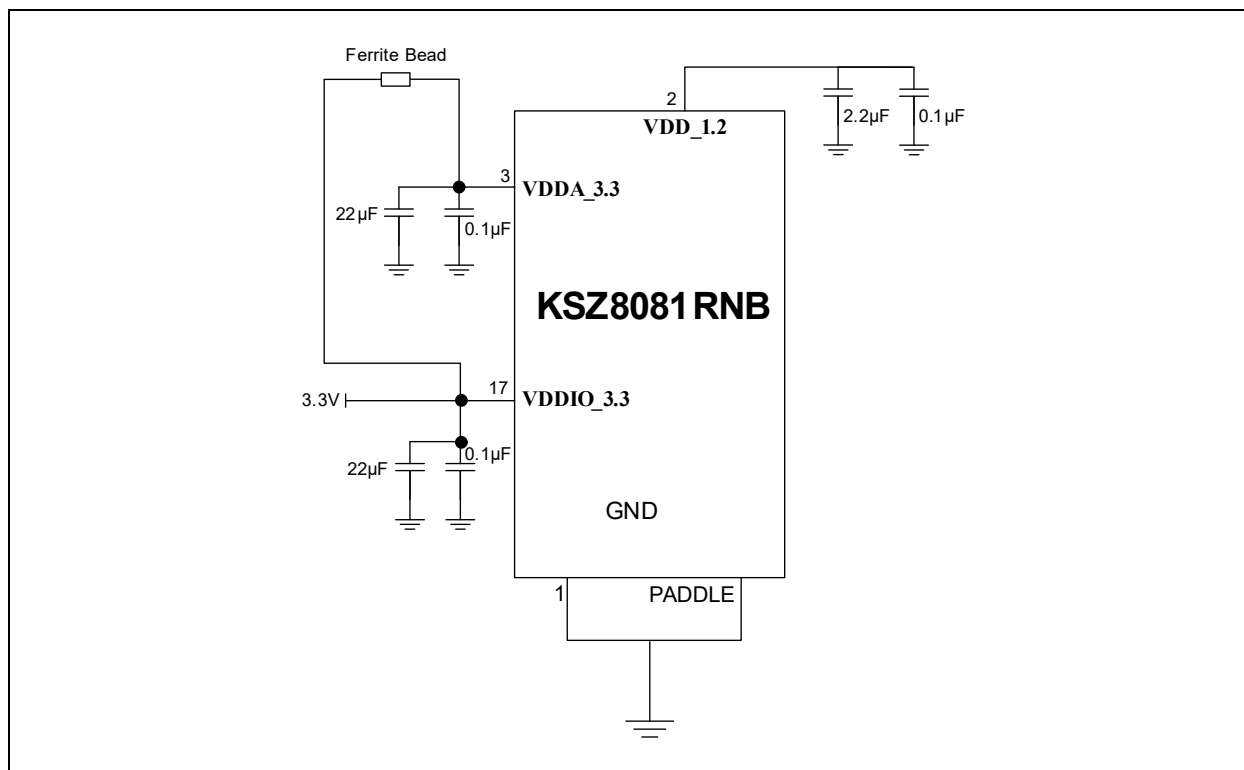
- グランドピン (GND) はボード上のベタのグランドプレーンに接続する必要があります。
- 全てのグランド接続を同じグランドプレーンに結線する事を推奨します。別のグランドプレーンへの結線は推奨しません。

3.0 電力供給

- アナログ電源 (VDDA_3.3) はピン 3 にあり、VDDA(+3.3 V からフェライトビーズを介して作成) への接続を必要とします。バルクコンデンサはフェライトビーズの両側に配置する必要があります。通常、100 MHz で 100 ~ 220 Ω のフェライトビーズを使います。
- デバイスをデカップリングするために 0.1 μ F と 22 μ F のコンデンサを VDDA_3.3 ピンに追加する必要があります。コンデンサのサイズは SMD_0603 以下にします。
- ピン 17 (VDDIO) は I/O パッド用の可変電源電圧です。+3.3 V、2.5 V、または 1.8 V 電源へ接続する必要があります。デバイス起動時の電源電圧降下を防ぐため、電源の近くにバルクコンデンサが必要です。EMI 干渉によって注入される高周波ノイズを低減するため、デバイスのできるだけ近くにデカップリング コンデンサを配置する必要があります。
- ピン 2 は内部生成の 1.2 V コア電源レールです。ピン 2 とグランドの間に 2.2 μ F のコンデンサと 0.1 μ F のコンデンサを配電に適した太いトレースを使って接続します。1.2 V の外部電源は接続しないでください。

電源およびグランド接続を [図 3-1](#) に示します。

図 3-1: 電源とグラウンドの接続



Caution: この +1.2 V 電源は内部ロジック専用です。この電源から他の回路またはデバイスに給電してはなりません。

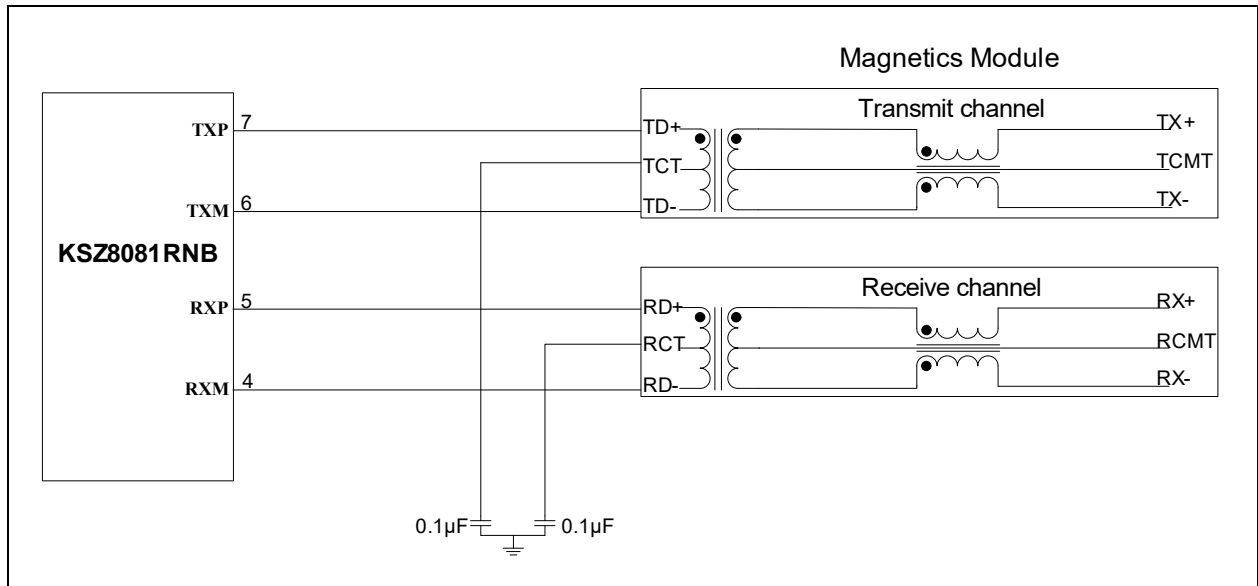
4.0 Ethernet 信号

4.1 PHY インターフェイス

- **TXP**(ピン 7): このピンは内部 PHY からの送信ツイストペア出力の正接続です。終端抵抗とバイアスを内蔵しているため、外付けの終端抵抗やバイアスなしにパルストランスの送信チャンネルに直接接続できます。
- **TXM**(ピン 6): このピンは内部 PHY からの送信ツイストペア出力の負接続です。終端抵抗とバイアスを内蔵しているため、外付けの終端抵抗やバイアスなしにパルストランスの送信チャンネルに直接接続できます。
- **RXP**(ピン 5): このピンは内部 PHY への受信ツイストペア入力 of 正接続です。終端抵抗とバイアスを内蔵しているため、外付けの終端抵抗やバイアスなしにパルストランスの受信チャンネルに直接接続できます。
- **RXM**(ピン 4): このピンは内部 PHY への受信ツイストペア入力 of 負接続です。終端抵抗とバイアスを内蔵しているため、外付けの終端抵抗やバイアスなしにパルストランスの受信チャンネルに直接接続できます。

送受信チャンネル接続の詳細は図 4-1 を参照してください。

図 4-1: 送受信チャンネル接続



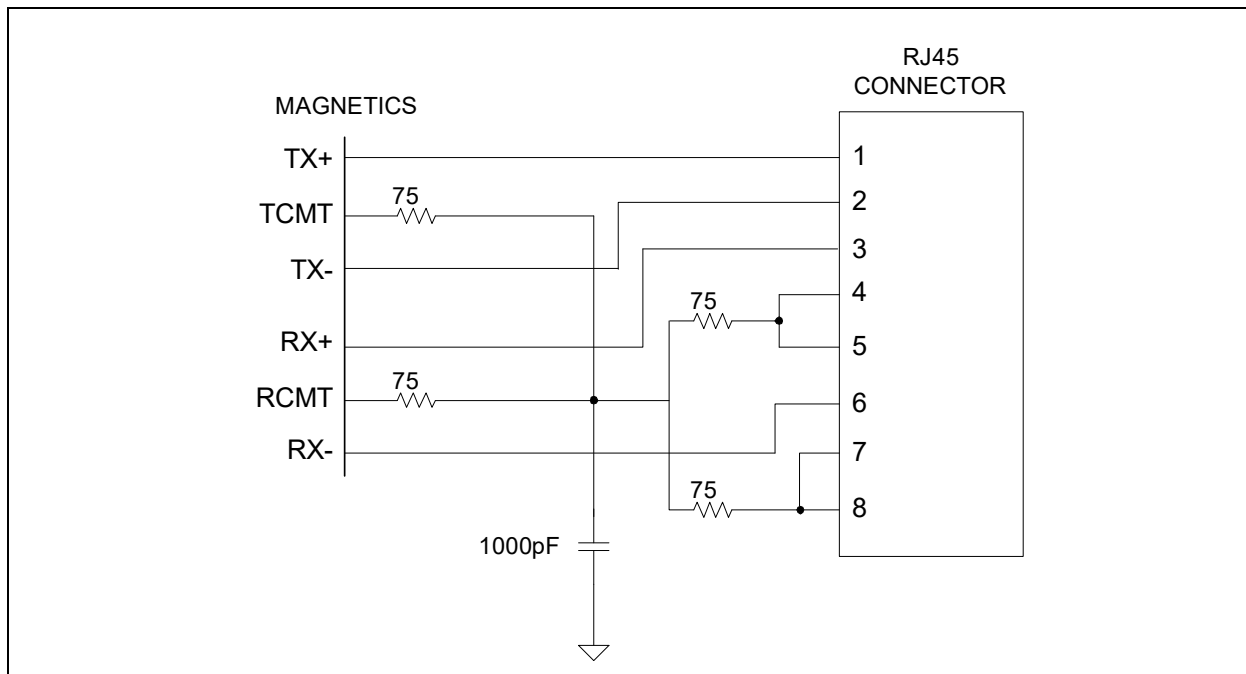
4.2 パルストランス接続

- 送信チャンネルの KSZ8081RNB 側のセンタータップ接続は 0.1 μ F のコンデンサのみを介して GND に接続し、バイアスは不要です。
- 受信チャンネルの KSZ8081RNB 側のセンタータップ接続は 0.1 μ F のコンデンサのみを介して GND に接続し、バイアスは不要です。
- 送信チャンネルと受信チャンネルのパルストランスのセンタータップを互いに接続してはなりません。
- 送信チャンネルのケーブル側 (RJ45 側) のセンタータップ接続は 1000 pF、2 KV のコンデンサを介して 75 Ω 抵抗で終端し、シャシーグランドに接続する必要があります。
- 受信チャンネルのケーブル側 (RJ45 側) のセンタータップ接続は 1000 pF、2 KV のコンデンサを介して 75 Ω 抵抗で終端し、シャシーグランドに接続する必要があります。
- シャシーグランドとの間に必要な 1000 pF、2 KV のコンデンサは 1 つのみです。送信側と受信側のセンタータップで共有されます。
- MDI 接続：
 - RJ45 のピン1は TX+ で、パルストランスを介して KSZ8081RNB の TXP (ピン7) までトレースする必要があります。
 - RJ45 のピン2は TX- で、パルストランスを介して KSZ8081RNB の TXM (ピン6) までトレースする必要があります。
 - RJ45 のピン3は RX+ で、パルストランスを介して KSZ8081RNB の RXP (ピン5) までトレースする必要があります。
 - RJ45 のピン6は RX- で、パルストランスを介して KSZ8081RNB の RXM (ピン4) までトレースする必要があります。
- MDIX 接続：
 - RJ45 のピン3は TX+ で、パルストランスを介して KSZ8081RNB の TXP (ピン7) までトレースする必要があります。
 - RJ45 のピン6は TX- で、パルストランスを介して KSZ8081RNB の TXM (ピン6) までトレースする必要があります。
 - RJ45 のピン1は RX+ で、パルストランスを介して KSZ8081RNB の RXP (ピン5) までトレースする必要があります。
 - RJ45 のピン2は RX- で、パルストランスを介して KSZ8081RNB の RXM (ピン4) までトレースする必要があります。
- KSZ8081RNB デバイスを Auto MDIX 動作モードで使う場合、Auto MDIX スタイルのパルストランス モジュール (送信チャンネルと受信チャンネルが同一のもの) を使う必要があります。

4.3 RJ45 コネクタ

- RJ45 コネクタのピン 4 とピン 5 は CAT-5 ケーブルの 1 対の未使用ワイヤとインターフェイスします。これらは 1000 pF、2 KV の終端コンデンサを介してシャシーグランドに接続されている必要があります。これを行う方法は 2 つあります。
 - ピン 4 とピン 5 を 2 つの 49.9 Ω 抵抗で互いに接続できます。これらの抵抗の共通接続は 3 つ目の 49.9 Ω の抵抗を介して 1000 pF、2 KV のコンデンサに接続する必要があります。
 - 部品種類を減らすために、抵抗を組み合わせる事ができます。2 つの 49.9 Ω 抵抗を並列に接続すると、1 つの 25 Ω の抵抗のように機能します。25 Ω 抵抗と 49.9 Ω 抵抗を直列に接続すると、等価的に 75 Ω 抵抗として機能します。そこで、RJ45 のピン 4 とピン 5 間を短絡させ、1000 pF、2 KV のコンデンサと直列に接続された 75 Ω の終端抵抗を使ってシャシーグランドに接続する事で等価な回路ができます。
- RJ45 コネクタのピン 7 とピン 8 は CAT-5 ケーブルの 1 対の未使用ワイヤとインターフェイスします。これらは 1000 pF、2 KV の終端コンデンサを介してシャシーグランドに接続されている必要があります。これを行う方法は 2 つあります。
 - ピン 7 とピン 8 を 2 つの 49.9 Ω 抵抗で互いに接続できます。これらの抵抗の共通接続は 3 つ目の 49.9 Ω の抵抗を介して 1000 pF、2 KV のコンデンサに接続する必要があります。
 - 部品種類を減らすために、抵抗を組み合わせる事ができます。2 つの 49.9 Ω 抵抗を並列に接続すると、1 つの 25 Ω の抵抗のように機能します。25 Ω 抵抗と 49.9 Ω 抵抗を直列に接続すると、等価的に 75 Ω 抵抗として機能します。そこで、RJ45 のピン 7 とピン 8 間を短絡させ、1000 pF、2 KV のコンデンサと直列に接続された 75 Ω の終端抵抗を使ってシャシーグランドに接続する事で等価な回路ができます。
- RJ45 のシールドは直接シャシーグランドに取り付ける必要があります。

図 4-2: RJ45 の接続



5.0 クロック回路

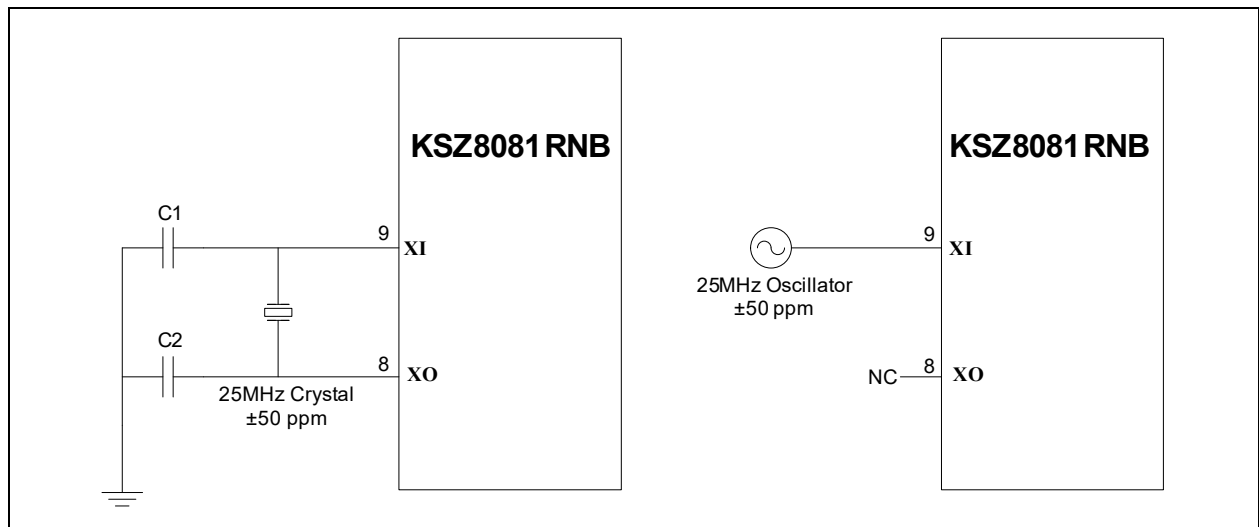
5.1 水晶振動子および外部クロック接続

クロック源には 25.000 MHz(± 50 ppm) の水晶振動子を使う必要があります。正確な仕様と公差は最新版の KSZ8081RNB データシートを参照してください。

- **XI**(ピン 9) は KSZ8081RNB 用のクロック回路入力です。このピンは、コンデンサを介してグラウンドに接続する必要があります。水晶振動子の一方の側がこのピンに接続します。
- **XO**(ピン 8) は KSZ8081RNB 用のクロック回路出力です。このピンは、コンデンサを介してグラウンドに接続する必要があります。水晶振動子の一方の側がこのピンに接続します。
- システム設計に同じものはないため、コンデンサの値は水晶振動子の CL 仕様と浮遊容量値に基づき、システムごとに異なります。PCB 設計、水晶振動子、レイアウトの全てがこの回路の特性に影響を与えます。

または、25.000 MHz、3.3 V のクロック オシレータを使って KSZ8081RNB のクロック源を提供する事も可能です。シングルエンド クロック源を使う場合、**XO**(ピン 8) はフロート状態で NC(未接続) にします。

図 5-1: 水晶振動子とオシレータの接続



6.0 デジタル インターフェイス

6.1 RMII インターフェイス

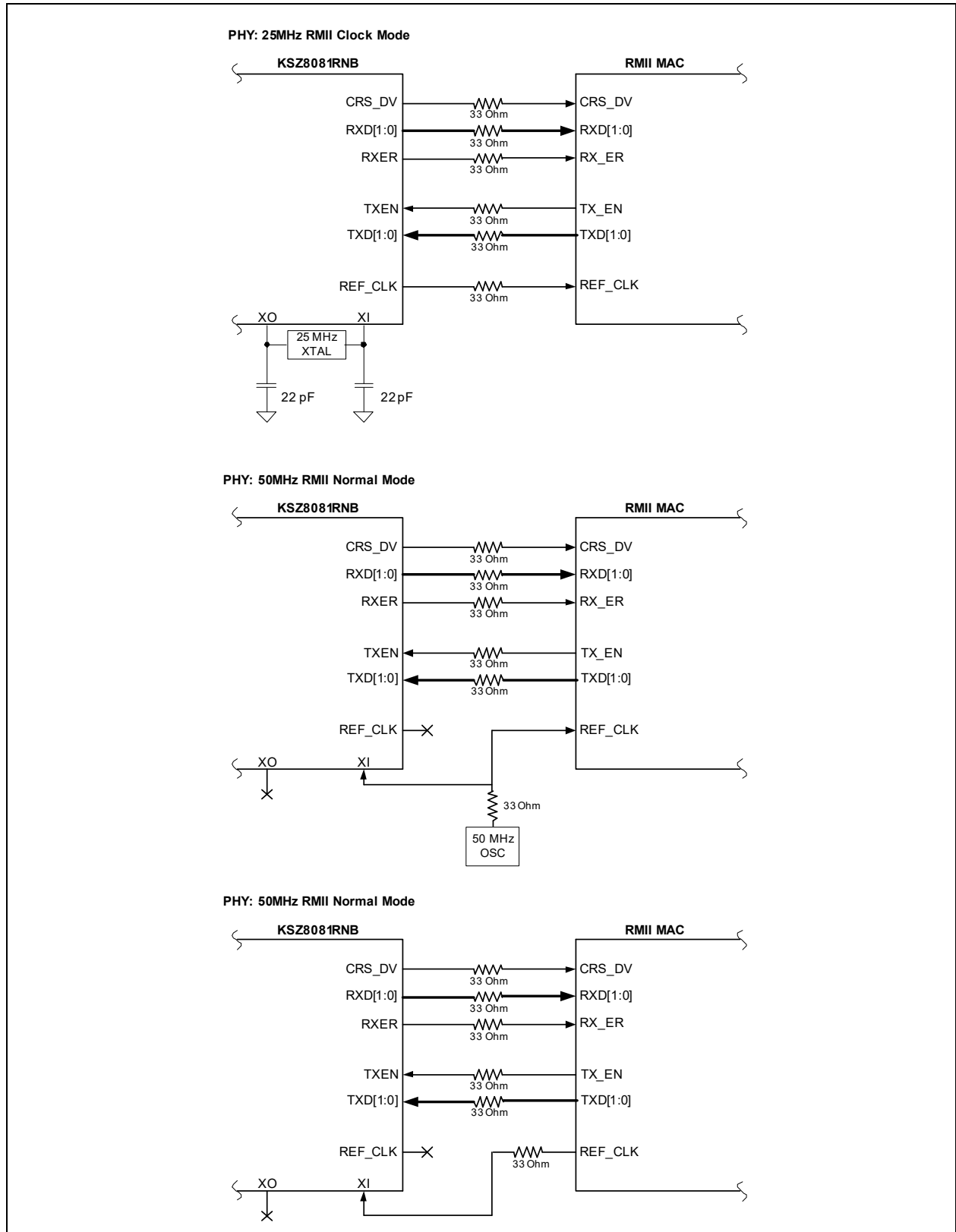
- 外部 RMII MAC インターフェイスを使う場合、2 つの管理用ピン (MDC と MDIO) を含む 10 個の信号の正しい接続を下表に示します。

表 6-1: RMII の接続

KSZ8081RNB 側	RMII MAC デバイスの接続先
RXD0(ピン 16)	RXD<0>
RXD1(ピン 15)	RXD<1>
RXER (20)	RX_ER
CRS_DV(ピン 18)	CRS_DV
REF_CLK(ピン 19)	REF_CLK
TXD0(ピン 24)	TXD<0>
TXD1(ピン 25)	TXD<1>
TXEN(ピン 28)	TX_EN
MDIO(ピン 11)	MDIO
MDC(ピン 12)	MDC

- 全ての RMII インターフェイス ピンに直列終端抵抗を設ける必要があります。直列抵抗を使うと、KSZ8081RNB の出力ドライバのインピーダンスと PCB トレースのインピーダンスを正確に整合させ、信号のリングングを最小限に抑えられます。正確な抵抗値はアプリケーションごとに異なるため、インシステムでの分析が必要です。これらの直列抵抗に推奨される初期値は 33 Ω です。
- KSZ8081RNB は以下の 2 つの RMII クロックモードを提供します。
 - 25 MHz RMII クロックモード (水晶振動子または外付けオシレータ)(既定値の動作モード)
 - 50 MHz RMII 通常モード (外付けオシレータのみ)
- 50 MHz クロックモードと 25 MHz クロックモードの RMII 接続図の例を [図 6-1](#) に示します。クロック要件の詳細は [セクション 5.1、水晶振動子および外部クロック接続](#) を参照してください。レジスタとストラップの構成の詳細は KSZ8081RNB データシートを参照してください。

図 6-1: RMII 接続図



6.2 必要な外付けプルアップ

- KSZ8081RNB MDC/MDIO 管理用ピンを使う場合、MDC 周波数の範囲を 10 MHz から 1 MHz 以下までとして、MDIO 信号 (ピン 11) に 1 K Ω ~ 10 K Ω のプルアップ抵抗が必要です。
- INTRP (ピン 21) を使う場合、この出力はオープンドレインのため、4.7 K Ω の外付けプルアップ抵抗が必要です。INTRP ピンを使わない場合、フローティング状態にする事ができます。

7.0 起動

7.1 リセット回路

RST#(ピン32)はアクティブLowのリセット入力です。この信号はKSZ8081RNB内の全ロジックとレジスタをリセットします。起動後にハードウェア リセット (RST# アサート) が必要です。リセット タイミング要件の詳細は最新版の KSZ8081RNB データシートを参照してください。図7-1に、リセットが電源によってトリガされる場合にKSZ8081RNB を起動するための推奨リセット回路を示します。

図 7-1: 電源によってトリガされるリセット

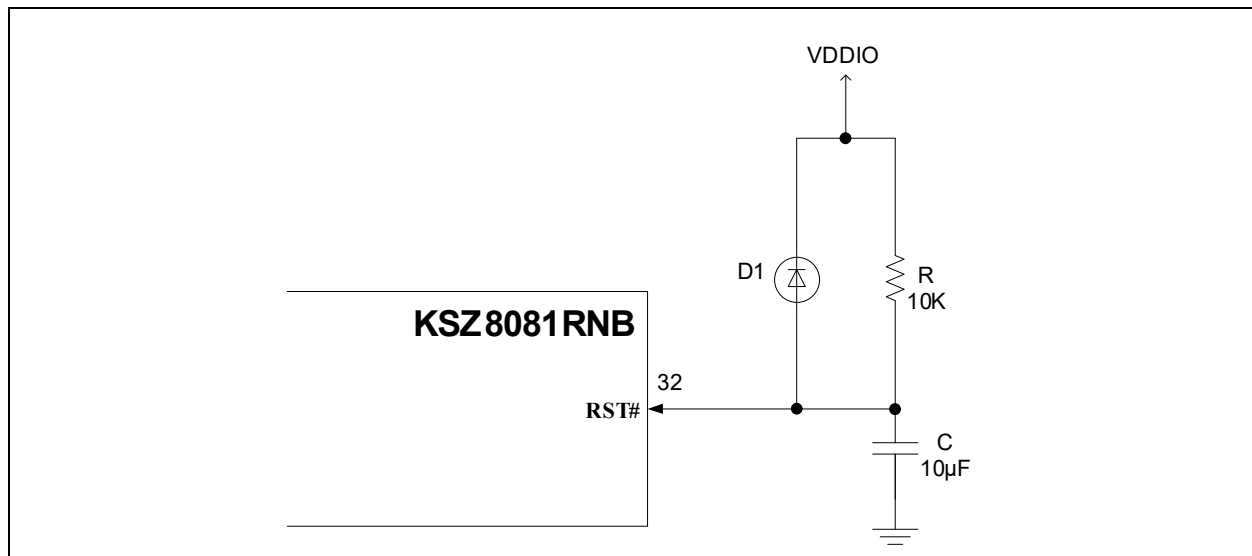
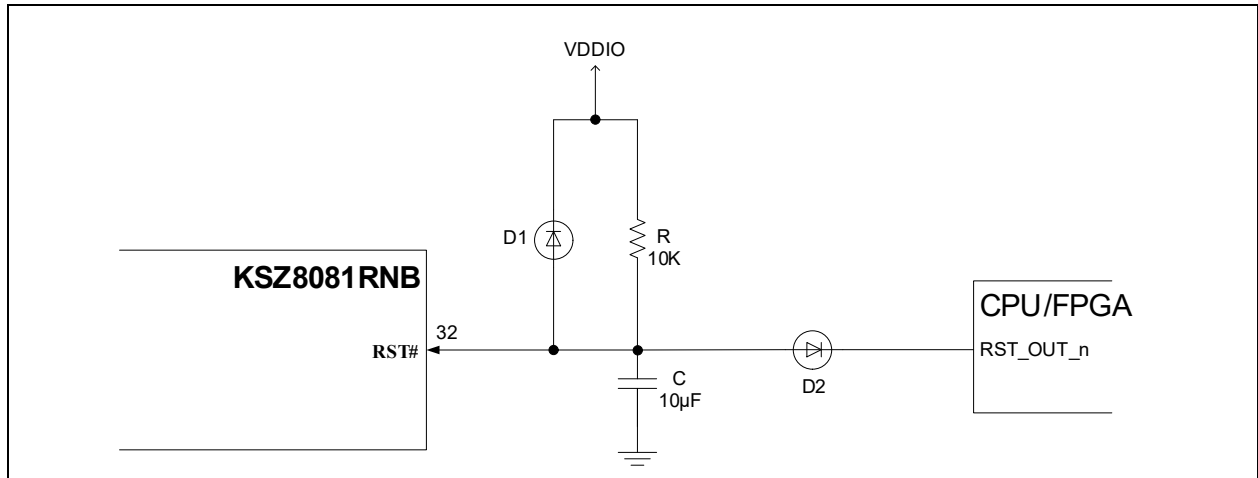


図 7-2 に、リセットが外部 CPU または FPGA によって駆動されるアプリケーション向けの推奨リセット回路を示します。CPU/FPGA からのリセット出力ピン (RST_OUT_n) は電源投入後にウォームリセットを提供します。Ethernet デバイスと CPU/FPGA が同じ VDDIO 電圧を使う場合、D2 を使わずに両方のリセットピンを直接接続できます。

図 7-2: CPU/FPGA のリセット出力とのリセット回路インターフェイス



7.2 コンフィグレーション モードピン (ストラップ オプション)

KSZ8081RNB のコンフィグレーション モードピン (CONFIG[2:0]) は 10/100 PHY の既定値コンフィグレーションを制御します。これらのピンにより、速度、半二重 / 全二重、オート ネゴシエーション、パワーダウンの機能を設定できます。これら 3 つのピンの値は電源投入時とリセット時にラッチされます。システムによっては、MAC 受信入力ピンが電源投入 / リセット時に High に駆動され、その結果 RMII 信号で PHY ストラップイン ピンが High にラッチされる可能性があります。この場合、PHY が ISOLATE モードにストラップインしないように、または誤った PHY アドレスに設定されないように、これらの PHY ストラップイン ピンに 1 K Ω のプルダウン抵抗を追加することを推奨します。これらのピンの動作の詳細は KSZ8081RNB データシートを参照してください。

7.3 LED ピン

- KSZ8081RNB は 2 つの LED 信号を提供します。これらのインジケータは PHY の現在の状態について速度、リンク、アクティビティの情報を表示します。LED ピンは Low 駆動で LED インジケータを点灯させます。アノード端は 3.3 V に接続し、カソード端は直列抵抗 (通常 220 Ω ~ 470 Ω) を介して接続する必要があります。正常に動作させるための各ピンの接続方法の詳細は KSZ8081RNB データシートを参照してください。
- LED 機能の信号ピンは以下のピンストラップ機能と共用です。
 - LED0 は KSZ8081RNB のピン 30 で NWAYEN と共有されます。
 - LED1 は KSZ8081RNB のピン 31 で SPEED と共有されます。

Note 1: 1.8 V VDDIO の場合、低電圧により LED インジケーション対応は推奨されません。LED インジケータを実装しない場合、SPEED と NWAYEN ストラップピンは、1.8 V VDDIO への 4.7 K Ω プルアップ (またはフロート状態) で値「1」用に、グランドへの 1.0 K Ω プルダウンで値「0」用に機能します。

- 1.8 V VDDIO の場合、RJ45 ジャックで内蔵 LED を使うには、LED 向けに 3.3 V から 1.8 V へのレベルシフトが必要です。この場合、パイポラ トランジスタまたはレベルシフト デバイスが使えます。

8.0 その他の機能

8.1 REXT 抵抗

KSZ8081RNB の REXT ピンは交差 1.0% の 6.49 K Ω 抵抗を介してグラウンドに接続する必要があります。これは内蔵された 10/100 Ethernet 物理デバイスの適正バイアス電流を設定するために使います。

8.2 その他の注意事項

- シャシーグラウンドとデジタルグラウンドを接続するために 3225 クラスの SMD フットプリントを組み込みます。これにより、EMI(電磁妨害)試験でより柔軟に各種グラウンドオプションに対応できます。フットプリントを開放のままにすると、2つのグラウンドは分離されたままになります。これらを 0 Ω 抵抗で短絡させると接続できます。最高の性能を得るには、コンデンサまたはフェライトビーズで短絡します。
- 各電源プレーンに十分なバルクコンデンサ (4.7 ~ 22 μ F) を組み込む必要があります。

9.0 ハードウェア チェックリストの概要

表 9-1: ハードウェア設計のチェックリスト

セクション	チェック項目	説明	✓	Note
セクション 2.0、「一般的注意事項」	セクション 2.1、「ピンの確認」	ピンがデータシートに一致している事を確認します。		
	セクション 2.2、「グラウンド」	グラウンドが結線されている事を確認します。		
セクション 3.0、「電力供給」	セクション 3.0、「電力供給」	• $VDDA_{3.3}$ と $VDDIO$ が 3.135 ~ 3.465 V の範囲にあり、各ピンに 22 μF のコンデンサが接続されている事を確認します。 • $VDD_{1.2}$ は 0.1 μF のコンデンサを 2 つ必要とします。		
セクション 4.0、「Ethernet 信号」	セクション 4.1、「PHY インターフェイス」	TX ピンと RX ピンに終端抵抗がない事を確認します。		
	セクション 4.2、「パルストランス接続」	KSZ8081MLX デバイス側ではセンタータップが別々の 0.1 μ F コンデンサを使って GND に接続され、RJ45 ライン側では 75 Ω の終端抵抗と 1000 pF、2 kV コンデンサを介してシャシーグラウンドに接続されている事を確認します。		
	セクション 4.3、「RJ45 コネクタ」	RJ45 のピン 4/5 および 7/8 が CAT-5 ケーブルに接続され、1000 pF、2 kV の終端コンデンサを介してシャシーグラウンドに接続されている事を確認します。		
セクション 5.0、「クロック回路」	セクション 5.1、「水晶振動子および外部クロック接続」	25 MHz $\pm$ 50 ppm の水晶振動子を使っている事を確認します。		
セクション 6.0、「デジタルインターフェイス」	セクション 6.1、「RMII インターフェイス」、セクション 6.2、「必要な外付けブルアップ」	MAC と PHY 間の RMII 信号が適切な終端抵抗 (33 Ω) と MDIO 信号用の外付けブルアップに正しく接続されている事を確認します。		
セクション 7.0、「起動」	セクション 7.1、「リセット回路」	適切なリセット回路設計 (スタンドアロンリセットまたは外部 CPU/FPGA リセット) を確認します。		
	セクション 7.2、「コンフィグレーション モードピン (ストラップオプション)」	MAC 受信入力ピンがリセット後に High で駆動されるシステムでは PHY ストラップピンに 1 k Ω のプルダウン抵抗を追加する事を推奨します。		
	セクション 7.3、「LED ピン」	使う場合、選択した LED ピンの共有機能を考慮して接続が正しい事を確認します。		
セクション 8.0、「その他の機能」	セクション 8.1、「REXT 抵抗」	REXT 抵抗 (6.49 K Ω 、1.0%) が適切である事を確認します。		
	セクション 8.2、「その他の注意事項」	• シャシーグラウンドをデジタルグラウンドではなくチップグラウンドに接続するために 3225 クラスの SMD フットプリントを組み込みます。 • 十分な電源プレーン バルクコンデンサを組み込みます (4.7 ~ 22 μF)。		

KSZ8081RNB

補遺 A: 改訂履歴

表 A-1: 改訂履歴

リビジョンと日付	改訂箇所	改訂内容
DS00002779A (08-07-18)	本書は初版です。	

Microchip 社のウェブサイト

Microchip 社は自社が運営する WWW サイト (www.microchip.com) を通してオンライン サポートを提供しています。このウェブサイトを通じて、お客様はファイルと情報を簡単に入手できます。インターネット ブラウザから以下の内容がご覧になれます。

- **製品サポート** - データシートとエラッタ、アプリケーション ノートとサンプル プログラム、設計リソース、ユーザ ガイドとハードウェア サポート文書、最新のソフトウェアと過去のソフトウェア
- **技術サポート** - よく寄せられる質問 (FAQ)、技術サポートのご依頼、オンライン ディスカッション グループ、Microchip 社のコンサルタント プログラムおよびメンバーリスト
- **ご注文とお問い合わせ** - 製品セレクトと注文ガイド、最新プレスリリース、セミナー / イベントの一覧、お問い合わせ先 (営業所 / 販売代理店) の一覧

お客様向け変更通知サービス

Microchip 社のお客様向け変更通知サービスは、お客様に Microchip 社製品の最新情報をお届けするサービスです。ご興味のある製品ファミリまたは開発ツールに関する変更、更新、リビジョン、エラッタ情報をいち早くメールにてお知らせします。

Microchip 社のウェブサイト (www.microchip.com) にアクセスし、[Support] の [Product Change Notification] からご登録ください。

お客様サポート

Microchip 社製品をお使いのお客様は、以下のチャンネルからサポートをご利用頂けます。

- 販売代理店
- 技術サポート

サポートは販売代理店にお問い合わせください。本書の最後のページに各国の営業所の一覧を記載しています。

技術サポートは以下のウェブページからもご利用頂けます。

<http://microchip.com/support>

KSZ8081RNB

Microchip 社製品のコード保護機能について以下の点にご注意ください。

- Microchip 社製品は、該当する Microchip 社データシートに記載の仕様を満たしています。
- Microchip 社では、通常の条件ならびに動作仕様書の仕様に従って使った場合、Microchip 社製品のセキュリティ レベルは、現在市場に流通している同種製品の中でも最も高度であると考えています。
- Microchip 社はその知的財産権を重視し、積極的に保護しています。Microchip 社製品のコード保護機能の侵害は固く禁じられており、デジタル ミレニアム著作権法に違反します。
- Microchip 社を含む全ての半導体メーカーで、自社のコードのセキュリティを完全に保証できる企業はありません。コード保護機能とは、Microchip 社が製品を「解読不能」として保証するものではありません。コード保護機能は常に進化しています。Microchip 社では、常に製品のコード保護機能の改善に取り組んでいます。

本書および本書に記載されている情報は、Microchip 社製品を設計、テスト、お客様のアプリケーションと統合する目的を含め、Microchip 社製品に対してのみ使う事ができます。それ以外の方法でこの情報を使う事はこれらの条項に違反します。デバイス アプリケーションの情報は、ユーザの便宜のためにのみ提供されるものであり、更新によって変更となる事があります。お客様のアプリケーションが仕様を満たす事を保証する責任は、お客様にあります。その他のサポートは Microchip 社正規代理店にお問い合わせ頂くか、<https://www.microchip.com/en-us/support/design-help/client-support-services> をご覧ください。

Microchip 社は本書の情報を「現状のまま」で提供しています。Microchip 社は明示的、暗黙的、書面、口頭、法定のいずれであるかを問わず、本書に記載されている情報に関して、非侵害性、商品性、特定目的への適合性の暗黙的保証、または状態、品質、性能に関する保証をはじめとするいかなる類の表明も保証も行いません。

いかなる場合も Microchip 社は、本情報またはその使用に関連する間接的、特殊的、懲罰的、偶発的または必然的損失、損害、費用、経費のいかににかかわらず、また Microchip 社がそのような損害が生じる可能性について報告を受けていた場合あるいは損害が予測可能であった場合でも、一切の責任を負いません。法律で認められる最大限の範囲を適用しようとも、本情報またはその使用に関連する一切の申し立てに対する Microchip 社の責任限度額は、使用者が当該情報に関連して Microchip 社に直接支払った額を超えません。

Microchip 社の明示的な書面による承認なしに、生命維持装置あるいは生命安全用途に Microchip 社の製品を使う事は全て購入者のリスクとし、また購入者はこれによって発生したあらゆる損害、クレーム、訴訟、費用に関して、Microchip 社は擁護され、免責され、損害をうけない事に同意するものとします。特に明記しない場合、暗黙的あるいは明示的を問わず、Microchip 社が知的財産権を保有しているライセンスは一切譲渡されません。

Microchip 社の品質管理システムについては www.microchip.com/quality をご覧ください。

商標

Microchip 社の名称とロゴ、Microchip ロゴ、Adaptec、AVR、AVR ロゴ、AVR Freaks、BesTime、BitCloud、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、flexPWR、HELDO、IGLOO、JukeBlox、Keeloq、Kleer、LANCheck、LinkMD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、Microsemi、Microsemi ロゴ、MOST、MOST ロゴ、MPLAB、OptoLyzr、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32 ロゴ、PolarFire、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SenGenuity、SpyNIC、SST、SST ロゴ、SuperFlash、Symmetricom、SyncServer、Tachyon、TimeSource、tinyAVR、UNI/O、Vectron、XMEGA は米国とその他の国における Microchip Technology Incorporated の登録商標です。

AgileSwitch、APT、ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、Flashtec、Hyper Speed Control、HyperLight Load、Libero、motorBench、mTouch、Powermite 3、Precision Edge、ProASIC、ProASIC Plus、ProASIC Plus ロゴ、Quiet-Wire、SmartFusion、SyncWorld、Temux、TimeCesium、TimeHub、TimePictra、TimeProvider、TrueTime、ZL は米国における Microchip Technology Incorporated の登録商標です。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、Augmented Switching、BlueSky、BodyCom、Clockstudio、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoAutomotive、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、Espresso T1S、EtherGREEN、GridTime、IdealBridge、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Intelligent Paralleling、IntelliMOS、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、Knob-on-Display、KoD、maxCrypto、maxView、memBrain、Mindi、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB Certified ロゴ、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICKit、PICKitail、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REAL ICE、Ripple Blocker、RTAX、RTG4、SAM-ICE、Serial Quad I/O、simpleMAP、SimpliPHY、SmartBuffer、SmartHLS、SMART-I.S.、storClad、SQL、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Switchtec、SynchroPHY、Total Endurance、Trusted Time、TSHARC、USBCheck、VariSense、VectorBlox、VeriPHY、ViewSpan、WiperLock、XpressConnect、ZENA は米国とその他の国における Microchip Technology Incorporated の商標です。

SQTP は米国における Microchip Technology Incorporated のサービスマークです。

Adaptec ロゴ、Frequency on Demand、Silicon Storage Technology、Symmcom はその他の国における Microchip Technology Incorporated の登録商標です。

GestIC は、その他の国における Microchip Technology Germany II GmbH & Co. KG (Microchip Technology Incorporated の子会社) の登録商標です。

その他の商標は各社に帰属します。

© 2023, Microchip Technology Incorporated and its subsidiaries.

All Rights Reserved.

ISBN: 978-1-6683-1928-4

各国の営業所とサービス

南北アメリカ

本社
2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel: 480-792-7200
Fax: 480-792-7277
技術サポート:
<http://www.microchip.com/support>
URL:
www.microchip.com

アトランタ
Duluth, GA
Tel: 678-957-9614
Fax: 678-957-1455

オースティン, TX
Tel: 512-257-3370

ボストン
Westborough, MA
Tel: 774-760-0087
Fax: 774-760-0088

シカゴ
Itasca, IL
Tel: 630-285-0071
Fax: 630-285-0075

ダラス
Addison, TX
Tel: 972-818-7423
Fax: 972-818-2924

デトロイト
Novi, MI
Tel: 248-848-4000

ヒューストン, TX
Tel: 281-894-5983

インディアナポリス
Noblesville, IN
Tel: 317-773-8323
Fax: 317-773-5453
Tel: 317-536-2380

ロサンゼルス
Mission Viejo, CA
Tel: 949-462-9523
Fax: 949-462-9608
Tel: 951-273-7800

ローリー, NC
Tel: 919-844-7510

ニューヨーク, NY
Tel: 631-435-6000

サンノゼ, CA
Tel: 408-735-9110
Tel: 408-436-4270

カナダ - トロント
Tel: 905-695-1980
Fax: 905-695-2078

アジア / 太平洋

オーストラリア - シドニー
Tel: 61-2-9868-6733

中国 - 北京
Tel: 86-10-8569-7000

中国 - 成都
Tel: 86-28-8665-5511

中国 - 重慶
Tel: 86-23-8980-9588

中国 - 東莞
Tel: 86-769-8702-9880

中国 - 広州
Tel: 86-20-8755-8029

中国 - 杭州
Tel: 86-571-8792-8115

中国 - 香港 SAR
Tel: 852-2943-5100

中国 - 南京
Tel: 86-25-8473-2460

中国 - 青島
Tel: 86-532-8502-7355

中国 - 上海
Tel: 86-21-3326-8000

中国 - 瀋陽
Tel: 86-24-2334-2829

中国 - 深圳
Tel: 86-755-8864-2200

中国 - 蘇州
Tel: 86-186-6233-1526

中国 - 武漢
Tel: 86-27-5980-5300

中国 - 西安
Tel: 86-29-8833-7252

中国 - 厦門
Tel: 86-592-2388138

中国 - 珠海
Tel: 86-756-3210040

アジア/太平洋

インド - バンガロール
Tel: 91-80-3090-4444

インド - ニューデリー
Tel: 91-11-4160-8631

インド - プネ
Tel: 91-20-4121-0141

日本 - 大阪
Tel: 81-6-6152-7160

日本 - 東京
Tel: 81-3-6880-3770

韓国 - 大邱
Tel: 82-53-744-4301

韓国 - ソウル
Tel: 82-2-554-7200

マレーシア - クアラルンプール
Tel: 60-3-7651-7906

マレーシア - ペナン
Tel: 60-4-227-8870

フィリピン - マニラ
Tel: 63-2-634-9065

シンガポール
Tel: 65-6334-8870

台湾 - 新竹
Tel: 886-3-577-8366

台湾 - 高雄
Tel: 886-7-213-7830

台湾 - 台北
Tel: 886-2-2508-8600

タイ - バンコク
Tel: 66-2-694-1351

ベトナム - ホーチミン
Tel: 84-28-5448-2100

欧州

オーストリア - ヴェルス
Tel: 43-7242-2244-39
Fax: 43-7242-2244-393

デンマーク - コペンハーゲン
Tel: 45-4485-5910
Fax: 45-4485-2829

フィンランド - エスポー
Tel: 358-9-4520-820

フランス - パリ
Tel: 33-1-69-53-63-20
Fax: 33-1-69-30-90-79

ドイツ - ガーヒンク
Tel: 49-8931-9700

ドイツ - ハーン
Tel: 49-2129-3766400

ドイツ - ハイムロン
Tel: 49-7131-72400

ドイツ - カールスルーエ
Tel: 49-721-625370

ドイツ - ミュンヘン
Tel: 49-89-627-144-0
Fax: 49-89-627-144-44

ドイツ - ローゼンハイム
Tel: 49-8031-354-560

イスラエル - ラーナナ
Tel: 972-9-744-7705

イタリア - ミラノ
Tel: 39-0331-742611
Fax: 39-0331-466781

イタリア - バドヴァ
Tel: 39-049-7625286

オランダ - ドリュネン
Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340

ノルウェー - トロンハイム
Tel: 47-7288-4388

ポーランド - ワルシャワ
Tel: 48-22-3325737

ルーマニア - ブカレスト
Tel: 40-21-407-87-50

スペイン - マドリッド
Tel: 34-91-708-08-90
Fax: 34-91-708-08-91

スウェーデン - ヨーテボリ
Tel: 46-31-704-60-40

スウェーデン - ストックホルム
Tel: 46-8-5090-4654

イギリス - ウォーキンガム
Tel: 44-118-921-5800
Fax: 44-118-921-5820