

お客様各位

カタログ等資料中の旧社名の扱いについて

2010年4月1日を以ってNECエレクトロニクス株式会社及び株式会社ルネサステクノロジが合併し、両社の全ての事業が当社に承継されております。従いまして、本資料中には旧社名での表記が残っておりますが、当社の資料として有効ですので、ご理解の程宜しくお願ひ申し上げます。

ルネサスエレクトロニクス ホームページ (<http://www.renesas.com>)

2010年4月1日

ルネサスエレクトロニクス株式会社

【発行】ルネサスエレクトロニクス株式会社 (<http://www.renesas.com>)

【問い合わせ先】 <http://japan.renesas.com/inquiry>

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、海底中継機器、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。

H8/300L Super Low Power (SLP)シリーズ

I/Oポートを使用したI²C™ I/F 実現方法

内容

本アプリケーションノートでは、SLPシリーズのI/Oポートを用いてI²Cを実現する際に必要な情報と使用法を説明します。

はじめに

I²Cバスでは、いかなる製造プロセス（NMOS、CMOS、バイポーラ）のICもサポートします。シリアルデータ（SDA）とシリアルクロック（SCL）の2本の信号線で、バスに接続したデバイス間の情報のやり取りを行います。I²Cバス互換のデバイスはすべて、I²Cバスを通して直接通信ができるようなインタフェースを内蔵しています。

SLPシリーズにはI²Cをサポートする専用の内蔵ハードウェアはありませんが、2つのI/O端子をソフトウェアでコントロールし、I²Cバスをシミュレートすることができます。

【注】 SLPシリーズのI/OポートをI²Cバスポートとして用いる例として、アプリケーションノート「I/Oポートを使用したI²C™ EEPROM I/F 実現方法」（RJS06B0013-0100Z）を参照してください。

動作確認デバイス

全般

目次

| | |
|---------------------------------|---|
| 1. I ² Cの一般的な特性..... | 2 |
| 2. ハードウェア構成..... | 2 |
| 3. タイミング | 4 |
| 4. ビットの転送..... | 4 |
| 5. START条件とSTOP条件 | 5 |
| 6. エラー..... | 5 |
| 7. ソフトウェアルーチン | 6 |
| 参考文献 | 6 |

1. I²C の一般的な特性

【注】 I²C の概要については、アプリケーションノート「SCI を使用した SPI の実現方法」(RJS06B0003-0100Z) を参照してください。

2. ハードウェア構成

I²C バス上のデバイスはすべてバス信号をローレベルに引き込む能力を持たせることが重要です。マスタのポーリングに対してスレーブデバイスがアクノリッジを返したいとき、スレーブは SDA 信号をローレベルにする必要があります。低速デバイスが高速デバイスの速度に遅れを取ると、低速デバイスは SCL 信号をローレベルにして、通信のスピードを落とします。

複数のデバイスが同時にバスマスタになろうとすると、SDA をより長くローレベルに保持するデバイスがマスタになります。このため、各 I²C デバイスは自分の動作が終了したらバスを解放して、他のデバイスが必要なときにバス信号をローレベルにできるようにすることが必要です。これを実現するために、SLP シリーズの I/O ポートはオープンコレクタドライバとして構成されています。

信号線をローレベルにするには、I/O ポートの方向レジスタを出力に設定し、データレジスタにゼロを設定します。信号線をハイレベルにするには、データレジスタに 1 を設定して、他のデバイスが信号線をローレベルにするのを禁止します。この I/O ポートの方向レジスタにゼロを設定し、I/O ポートを入力にします。こうすることで、このポートは外部プルアップ抵抗により、論理値 1 を示すようになります。この手順を、以下に示すルーチン `SciOut()` と `SdlOut()` で実現します。

/* Both SDA_DATA_REG and SCL_DATA_REG are the data register for each respective I/O port. It may change to map to other ports. The setting example as following:

```
#define SDA_DATA_REG          P_IO.PDR7.BYTE
#define SCL_DATA_REG          P_IO.PDR8.BYTE
```

SCL_IO_REG and SDA_IO_REG are the control register for each respective I/O port. The setting example as following and is changeable by user.

```
#define SDA_IO_REG            P_IO.PCR7.BYTE
#define SCL_IO_REG            P_IO.PCR8.BYTE
```

*/

/* Drive SCL bus */

```
void SclOut (unsigned char status)
```

```
{
if (status == LOW)
{
    SCL_DATA_REG = 0;           //Drive Port LOW
    SCL_IO_REG |= SCL_IO_SET_BIT; //Port is output
}
else
{
    SCL_DATA_REG = 1;           //Port is Input & using external
                                //pull-up resistor to go high
    SCL_IO_REG |= SCL_IO_SET_BIT; //Port is output
}
}
```

/* Drive SDA bus */

```
void SdaOut (unsigned char status)
```

```
{
    if (status == LOW)
    {
        SDA_DATA_REG = 0;           //Drive Port LOW
        SDA_IO_REG |= SDA_IO_SET_BIT; //Port is output
    }
else
{
    SDA_DATA_REG = 1;           //Port is Input & using external pull-up
                                //resistor to go high
    SDA_IO_REG |= SDA_IO_SET_BIT; //Port is output
}
}
```

3. タイミング

タイミングも考慮が必要です。I²C クロックのタイミングはそれほどの正確性を必要としません。低速デバイスがバスに接続されている場合、高速デバイスの速度を落とすことができます。何通りもの方法で、クロックにタイマを設定できます。NOP コマンドや遅延用 `for` ループを用いて、ソフトウェアで遅延を作り出すことができます。また、MCU の内蔵タイマを使うことや、タイマ割り込みを用いてクロック出力を反転することもできます。

しかし、クロックを設定する際には、I²C プロトコルに影響するような重要なパラメータに注意する必要があります。START や STOP などの全条件に対する、立ち上がり時間、立ち下がり時間、ホールド時間、セットアップ時間などのパラメータは、使用するデバイスの仕様 (min および max 時間) にしたがって、正しく設定しなくてはなりません。デバイスの AC 特性をチェックし、I²C の実行結果を確実なものにすることが重要です。

I²C では最小バス周波数を定めていませんが、100KHz までの標準モードと 400KHz までの高速モードの 2 つの動作モードがあります。したがって、ポートによる実現可能です。

I²C ではタイムアウトの制限も定めていません。したがってプロトコルの効率を上げるには、送受信のタイムアウト時間をユーザが決めなければならない場合があります。

4. ビットの転送

I²C バスにはさまざまな異なる技術 (CMOS、NMOS、パイポラ) のデバイスが接続できるため、論理値 '0' (ローレベル) および '1' (ハイレベル) の電圧レベルは一定でなく、関連する V_{cc} のレベルに依存します。データ転送の 1 ビットごとにクロックを 1 パルスずつ生成します。

次の例に示すように、ビットを転送する際に広く用いられているロジックの 1 つとして、'0' (LOW) と '1' (HIGH) があります。

```
void SendBit (unsigned char data_byte)
{
    if (data_byte != 0)
    {
        SdaOut(HIGH);
    }
    else
    {
        SdaOut(LOW);
    }
}
```

START 条件と STOP 条件の間で、トランスミッタからレシーバに転送するデータのバイト数には制限がありません。8 ビットから成る各バイトは、最上位ビットからシリアルに転送され、最後にアクリッジビットが付加されます。

5. START条件とSTOP条件

I²Cバスの手順では、START(S)条件およびSTOP(P)条件として定義されている、独自の状態が発生します。この条件を発する際に充分考慮しなくてはならないことのひとつに、タイミングがあります。上述したように、特にホールド時間とセットアップ時間に注意が必要です。

デバイスがトランスミッタの場合、SCLの立ち下がりエッジの未確定領域を飛び越すのに必要な最小内部遅延時間(300ns)を設け、誤ってSTART条件とSTOP条件を生成しないよう配慮します。

一般に、遅延(デバイスとクロックに依存)を付加したSTART条件とSTOP条件は、次のように生成されます。

```
void SendStartBit(void)
{
    SclOut(HIGH);    //SCL && SDA must be HIGH to indicate bus-free.
    SdaOut(HIGH);
    SdaOut(LOW);
    Delay();
    SclOut(LOW);
    Delay();
}

void SendStopBit(void)
{
    SdaOut(LOW);
    Delay();
    SclOut(HIGH);
    Delay2x();
    SdaOut(HIGH);
}
```

6. エラー

いずれの転送も、スレーブまたはマスタのどちらからでも中止させることができます。何バイト転送後であっても、マスタはSTOP条件を発行し、スレーブはアクノリッジを出さないことで、転送を終了させることができます。デバイスはエラーを検出すると、アクノリッジを出しません。I²Cの仕様では、リード動作の最後のバイトでは、アクノリッジを出さないことが必要です。

以下に示す状況のうち、少なくとも1つ以上が発生した時、デバイスはエラーをアナウンスすることができます。

- デバイスがデータ要求(リード/ライトのいずれか)を処理する準備ができていない
- デバイスがコマンドコードや要求された動作を認識できない
- デバイスがコマンドコードや要求された動作を許可していない
- オーバフローまたはアンダフローした
- ブロックリード/ライト転送でのデータサイズが誤っている
- トランザクションで、認識できないあるいはサポートしていないデータ転送プロトコルが使われた
- その他の既知あるいは未知のエラー状況

7. ソフトウェアルーチン

I²Cの実現には2つのルーチンしか必要とせず、必要な機能によってルーチンが決まります。i2cRead()とi2cWrite()のいずれか、または両方です。LCDドライバは明らかにレシーバのみで、メモリやI/Oチップはトランスミッタとレシーバの両方として動作します。

i2cWrite()は次のパラメータをつけて呼び出されます-

- i) 書き込み先のスレーブアドレス
- ii) 書き込むデータを格納しているデータバッファの先頭アドレス
- iii) 書き込むデータのバイト数

i2cRead()は次の値を送ります-

- i) スレーブアドレス
- ii) マスタが読み出しを要求するデータのバイト数

動作が成功すると、リード/ライト後にアクノリッジを送信し、次の動作に移ります。

【注】 さまざまなタイプのリード/ライトの例については、アプリケーションノート「I/Oポートを使用した I²C™ EEPROM I/F 実現方法」(RJS06B0013-0100Z)を参照してください。

参考文献

1. The I²C-Bus Specification (Version 2.1), January 2000, Phillips Semiconductor
2. H8/38024 Series, H8/38024F-ZTZT Hardware Manual (version 2.0), 20 Feb 2002, Hitachi Ltd.
3. Leonard Haile, Hitachi H8/3437 Series Microcontroller I2C Peripheral- A Practical SMBus/I2C Firmware Design Guide (Revision 1.2), 12 June 1998, Hitachi Semiconductor (America) Inc.
4. <http://www.esacademy.com/faq/i2c/>

改訂記録

| Rev. | 発行日 | 改訂内容 | |
|------|------------|------|------|
| | | ページ | ポイント |
| 1.00 | 2003.09.19 | — | 初版発行 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

安全設計に関するお願い

1. 弊社は品質、信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品は故障が発生したり、誤動作する場合があります。弊社の半導体製品の故障又は誤動作によって結果として、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないような安全性を考慮した冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計などの安全設計に十分ご注意ください。

本資料ご利用に際しての留意事項

1. 本資料は、お客様が用途に応じた適切なルネサス テクノロジ製品をご購入いただくための参考資料であり、本資料中に記載の技術情報についてルネサス テクノロジが所有する知的財産権その他の権利の実施、使用を許諾するものではありません。
2. 本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例の使用に起因する損害、第三者所有の権利に対する侵害に関し、ルネサス テクノロジは責任を負いません。
3. 本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他全ての情報は本資料発行時点のものであり、ルネサス テクノロジは、予告なしに、本資料に記載した製品または仕様を変更することがあります。ルネサス テクノロジ半導体製品のご購入に当たりましては、事前にルネサス テクノロジ、ルネサス販売または特約店へ最新の情報をご確認頂きますとともに、ルネサス テクノロジホームページ(<http://www.renesas.com>)などを通じて公開される情報に常にご注意ください。
4. 本資料に記載した情報は、正確を期すため、慎重に制作したのですが万一本資料の記述誤りに起因する損害がお客様に生じた場合には、ルネサス テクノロジはその責任を負いません。
5. 本資料に記載の製品データ、図、表に示す技術的な内容、プログラム及びアルゴリズムを流用する場合は、技術内容、プログラム、アルゴリズム単位で評価するだけでなく、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ください。ルネサス テクノロジは、適用可否に対する責任を負いません。
6. 本資料に記載された製品は、人命にかかわるような状況の下で使用される機器あるいはシステムに用いられることを目的として設計、製造されたものではありません。本資料に記載の製品を運輸、移動体用、医療用、航空宇宙用、原子力制御用、海底中継用機器あるいはシステムなど、特殊用途へのご利用をご検討の際には、ルネサス テクノロジ、ルネサス販売または特約店へご照会ください。
7. 本資料の転載、複製については、文書によるルネサス テクノロジの事前の承諾が必要です。
8. 本資料に関し詳細についてのお問い合わせ、その他お気づきの点がございましたらルネサス テクノロジ、ルネサス販売または特約店までご照会ください。