

AVR245 : 4 × 4キーパッドとI2C™ LCDを持つ符号錠

要点

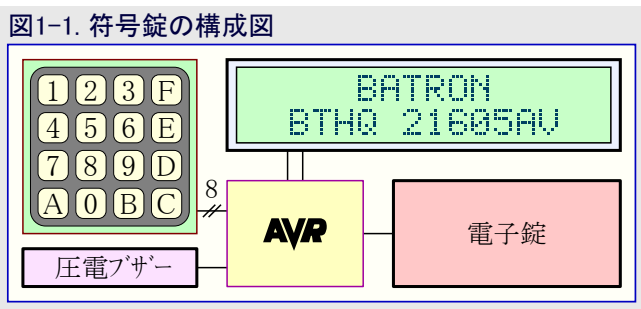
- 符号錠用応用例
 - ・ 少ピン数AVRに理想的
- 4 × 4キーパッド読み込みに入出力ピンを使用
- 圧電ブザー制御にタイマ/カウンタを使用
- I2C™ LCDとの通信にUSIをTWI動作で使用
- 全体的にC言語で書かれたファームウェア

1. 序説

符号錠は入出管理の作業の構築をもっと柔軟且つ容易にします。機械錠は入出特権を持つ利用者が加わる度に新しい鍵を作る必要があります。1人の利用者の入出特権を変更するために錠が再設定または交換されなければならない、また何れかの鍵を紛失した場合にも交換されなければなりません。このような状況は家族が或る家から別の家へ移る時や、会社の社員として入社や退職する時に起きるかもしれません。符号錠は再設定が容易で、各利用者に対して固有の符号を含むことができます。

この応用記述はAVRと少数の部品とで符号錠を構築する方法を記述します。この符号錠は利用者入力に4 × 4キーパッド、還元音に圧電ブザー、情報提供出力にLCDを使います。

この設計はATtiny24/44/84デバイスに基づいていますが、他のAVRマイクロコントローラへ容易に移植することができます。



2. 動作の理屈

この応用記述で記載される符号錠はtinyAVR、キーパッド、LCD、圧電ブザー、それと実際の(扉)錠から成ります。AVRは使用者入力用のキーパッドを定期的な走査し、正しい番号列が入力された時に開錠します。LCDは還元と状態情報に使われます。小さな圧電ブザーはキー打ち込みと錠の状態の還元音を生成するために使われます。

2.1. キーパッド

この入力装置は標準的な4 × 4行列型キーパッドです。このキーパッドは16キーを含み、各々が4列4キーと4行4キーでの対称配列です。キーパッドの行と列の各々が入出力ピンに接続されます。

マイクロコントローラは1つを除いて全ての行ピンをHighに設定して列ピンを読むことにより、継続的にキーパッドを走査します。全ての列入力は許可されたプルアップ抵抗を持ち、このためにキーが押された時にマイクロコントローラは列入力の1つでLowレベルを記録します。

2.2. 圧電ブザー

圧電音部品は和音のない明瞭で甲高い音調を生成します。このデバイスはマイクロコントローラ応用に対してそれらを理想的にする、高い音響出力と低い電力の必要条件を持ちます。

圧電ブザーの音源は振動板です。DC電圧を印加することでデバイスは振動板に機械的な歪みを生じ、そしてAC電圧の印加は振動板を繰り返して運動方向を変えて動かし、音波を生成します。圧電ブザーの音高は印加するAC信号の周波数に直接比例します。

圧電制御信号を生成するのにAVRのタイマ/カウンタが上手く適合します。



8ビット AVR[®]
マイクロコントローラ

応用記述

本書は一般の方々の便宜のため有志により作成されたもので、Atmel社とは無関係であることを御承知ください。しおりのはじめにでの内容にご注意ください。

Rev. 8013A-10/05, 8013AJ2-03/21

2.3. LCD

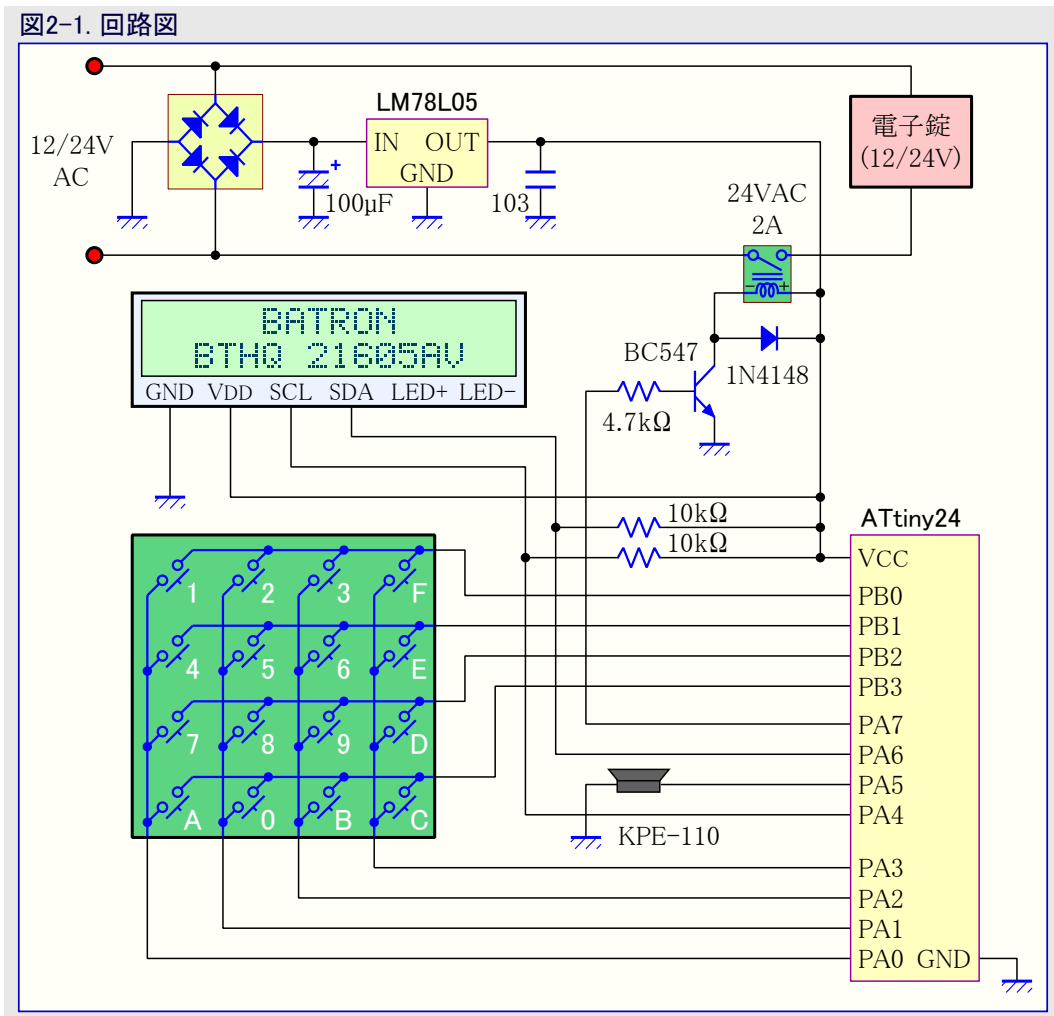
この設計で使われる表示器は統合された制御器付きの2行16文字のLCDです。この表示器の特別な特徴はLCD制御器上のI²C™インターフェースです。I²CインターフェースはAVRマイクロコントローラで見られる2線インターフェース(TWI)に適合し、ATtiny24がTWI形態での動作能力がある多用途直列インターフェース(USI)を装備しているため、これは2つのピンと線だけを使って、LCDを制御できることを意味します。

3. 実装

ハードウェア実装はむしろ簡単です。試作はSTK500、STK505、いくつかのジャンパ線、それと重要なキーボードとLCDを使って容易に構成することができます。

3.1. ハードウェア

回路図は下図で図解されます。



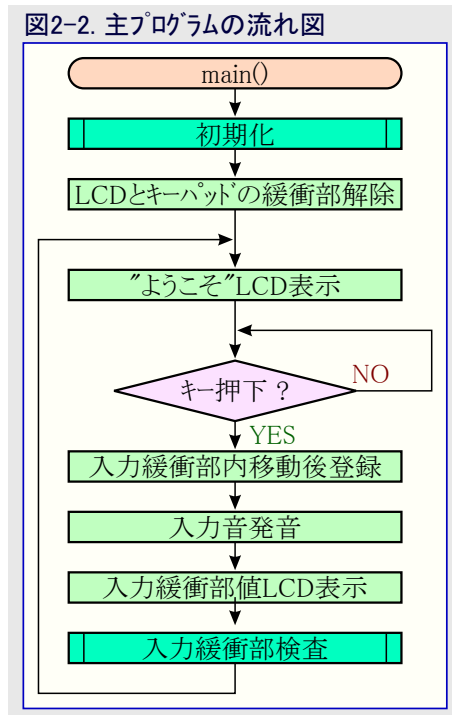
電子錠は応用指定部分で、電気機械打撃錠、電磁錠、または継電器駆動の何かにすることができます。例についてはアッサ・アブロイ (ASSA ABLOY)やESMIを含む錠製造業者で調べてください。

3.2. ファームウェア

ファームウェアは全体的にC言語で書かれています。これは設計の理解を容易にし、設計の更なる開発を可能な限り簡単にします。ソフトウェアはソースコードと共に提供されたdoxygen資料で完全に資料化されています([readme.html](#)をご覧ください)。コンパイラの必要条件と情報もこのファイルで一覧にされます。

3.2.1. 概要

主プログラムの流れ図が右の図で示されます。



3.2.2. TWIドライバ

TWIドライバは直列インターフェース規約を処理します。これはAVR310応用記述に基き、2線動作(TWI)で多用途直列インターフェース(USI)を使います。このドライバはLCDドライバとLCD間の通信層を提供します。

関連するファイルは以下です。

- [USI_TWI_Master.h](#)
- [USI_TWI_Master.c](#)

3.2.3. LCDドライバ

LCDドライバは主プログラムとLCD間の使用者に友好的なインターフェースを提供します。これはLCDの初期化や消去のような基本的な関数を提供します。また、何れかの位置への単一文字書き込みと表示器への全行文字列書き込み用の関数も提供します。

関連するファイルは以下です。

- [LCD.h](#)
- [LCD.c](#)

3.2.4. キーパッドドライバ

キーパッドドライバは流れ手順を走査する時間にタイマ/カウンタ0を使います。タイマ/カウンタ溢れ後、活性(有効)なキーパッド行が進められ、必要な時に丸められます。押下キーはピン変化割り込み経由で復号され、そして記録されます。

関連するファイルは以下です。

- [KPD.h](#)
- [KPD.c](#)

注: デバッグWIREはキーパッドインターフェースに使っているピンの1つが必要です。KPD.h内の記名DEBUGWIREが定義されていると、ピンがデバッグWIRE用に開放されますが、キーパッドの最後の行を使うことができません。

3.2.5. 事象計時器

この設計は事象窓処理としてウォッチドッグタイマを使います。各キー押下がウォッチドッグタイマを新たに始動し、予め定義された時間内にキー押下が全く検出されない場合にウォッチドッグ割り込みが起動します。ATtiny24/44/84ではウォッチドッグ割り込みとウォッチドッグシステムリセットを選ぶことが可能です。

ウォッチドッグ割り込み処理ルーチンはキーパッド緩衝部を解除し、打ち込みキーが記録されていたLCDの行を消去します。

3.2.6. ブザードライバ

圧電音素子はタイマ/カウンタ1の出力に接続されています。

ブザー制御関数は出力周波数を直接設定するのに入力引数を使います。これはブザーの反応周波数が関数の引数と反比例することを意味します。別の言葉では、呼び出し引数の増加はブザーの周波数を下げます。

もっと使用者に友好的な手段は呼び出し引数の逆数を取り、タイマ/カウンタを設定するのにその結果を使うことです。悲しいかな、除算操作を含むため、これはもっと多くのコード空間が必要です。

5.2.3. 簡潔なキーパッド インターフェース

キーパッド読み込みに必要なピン数を減らすためにダイオードの使用を考慮してください。これは4×3キーパッドを制御するのに4つの入出力ピンだけを使うことが可能です。この追加は最大4つの入出力ピンを節約します。

4つの入出力ピンを使って3×4キーパッドをインターフェースするには右の図で示されるように6つのダイオードが必要です。

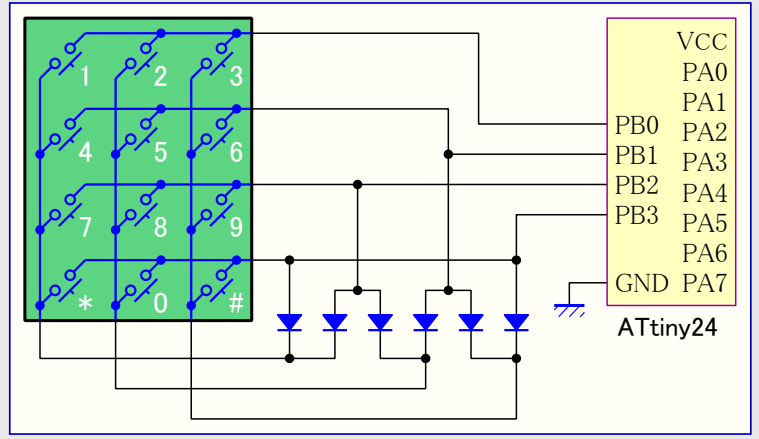
この形態に於けるキーパッドドライバは既定形態同様で、入出力ピンから返される符号だけが異なります。もはやキー押下と返される符号間に1対1の関係はありません。単一キーの押下が1つよりも多くの入出力ピンを切り換えるかもしれません。

キーパッドを走査する方法は次のとおりです。最初に全ての入出力ピンを入力、プルアップ抵抗許可に設定します。そして1つの入出力ピンをLow出力に設定して他の3つの入出力ピンを読みます。この3ビット情報は対応する行内のキーが押されたか否かを示します。全ての入出力ピンについて走査を繰り返してください。

(訳補) この方法での結果を右の表A.に示します。表の各行がキーパッド行走査と一致します。走査入力値は各キーが押されていた場合の値を示します。赤文字のLはその行選択のためのLow出力を読んだことを示します。各行に於いて太字のビットを判定することによって押下キーを判断することができます。

ダイオードの追加によってダイオードのVF分だけLow入力電圧が上昇することに注意してください。故にこの方法は利用可能電源電圧を高めます。

図5-2. 3×4キーパッド制御に対する4つの入出力ピン使用



表A. キー押下と走査の結果

行	Low出力ビット	走査入力値 (押下キー - PB3,PB2,PB1,PB0)		
		左列	中央列	右列
PB0(1,2,3)	PB0	1 - LLHL	2 - HLLL	3 - LHLL
PB1(4,5,6)	PB1	4 - LLLH	5 - HLLH	6 - LHLH
PB2(7,8,9)	PB2	7 - LLHH	8 - HLLH	9 - LLLH
PB3(*,0,#)	PB3	* - LLHH	0 - LLLH	# - LHLH

5.3. 追加のI2C装置

ファームウェアは既にI2C通信用のドライバを含み、そしてこれは同じバスでのI2Cインターフェースを持つ他の装置の追加が非常に容易な作業であることを意味します。このような装置のいくつかの例が以下です。

- ・ カード読み取り器
- ・ 指紋検知器
- ・ (RFのような)遠隔感知器

5.4. 多数の入出符号

この設計に多数の入出符号を追加するのは簡単な作業です。制限は利用可能なメモリ量だけです。既定のファームウェアはコード圧縮技術なしでATtiny24のメモリに適合します。(IARコンパイラのRelease Mode設定による)コード圧縮適用が追加の入出符号用にいくらかの空間を開けます。より多くの空間は当然ATtiny44やATtiny84のようなピンと機能が互換のデバイスで利用可能です。

6. 目次

要点	1
1. 序説	1
2. 動作の理屈	1
2.1. キーパッド	1
2.2. 圧電ブザー	1
2.3. LCD	2
3. 実装	2
3.1. ハードウェア	2
3.2. ファームウェア	2
3.2.1. 概要	3
3.2.2. TWIドライバ	3
3.2.3. LCDドライバ	3
3.2.4. キーパッドドライバ	3
3.2.5. 事象計時器	3
3.2.6. ブザードライバ	3
4. 即時開始	4
5. 更なる開発	4
5.1. ESD保護	4
5.2. 入出力ピンの開放	4
5.2.1. より小さなキーパッド	4
5.2.2. キーパッドとLCDの多重化	4
5.2.3. 簡素なキーパッドインターフェース	5
5.3. 追加のI ² C装置	5
5.4. 多数の入出符号	5
お断り	7



本社

Atmel Corporation

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, USA
TEL 1(408) 441-0311
FAX 1(408) 487-2600

国外営業拠点

Atmel Asia

Unit 1-5 & 16, 19/F
BEA Tower, Millennium City 5
418 Kwun Tong Road
Kwun Tong, Kowloon
Hong Kong
TEL (852) 2245-6100
FAX (852) 2722-1369

Atmel Europe

Le Krebs
8, Rue Jean-Pierre Timbaud
BP 309
78054 Saint-Quentin-en-Yvelines
Cedex
France
TEL (33) 1-30-60-70-00
FAX (33) 1-30-60-71-11

Atmel Japan

104-0033 東京都中央区
新川1-24-8
東熱新川ビル 9F
アトメル ジャパン株式会社
TEL (81) 03-3523-3551
FAX (81) 03-3523-7581

製造拠点

Memory

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, USA
TEL 1(408) 441-0311
FAX 1(408) 436-4314

Microcontrollers

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, USA
TEL 1(408) 441-0311
FAX 1(408) 436-4314

La Chantrerie
BP 70602
44306 Nantes Cedex 3
France
TEL (33) 2-40-18-18-18
FAX (33) 2-40-18-19-60

ASIC/ASSP/Smart Cards

Zone Industrielle
13106 Rousset Cedex
France
TEL (33) 4-42-53-60-00
FAX (33) 4-42-53-60-01

1150 East Cheyenne Mtn. Blvd.
Colorado Springs, CO 80906, USA
TEL 1(719) 576-3300
FAX 1(719) 540-1759

Scottish Enterprise Technology Park
Maxwell Building
East Kilbride G75 0QR
Scotland
TEL (44) 1355-803-000
FAX (44) 1355-242-743

RF/Automotive

Theresienstrasse 2
Postfach 3535
74025 Heilbronn
Germany
TEL (49) 71-31-67-0
FAX (49) 71-31-67-2340

1150 East Cheyenne Mtn. Blvd.
Colorado Springs, CO 80906, USA
TEL 1(719) 576-3300
FAX 1(719) 540-1759

Biometrics

Avenue de Rochepleine
BP 123
38521 Saint-Egreve Cedex
France
TEL (33) 4-76-58-47-50
FAX (33) 4-76-58-47-60

文献請求

www.atmel.com/literature

お断り: 本資料内の情報はAtmel製品と関連して提供されています。本資料またはAtmel製品の販売と関連して承諾される何れの知的所有権も禁反言あるいはその逆によって明示的または暗示的に承諾されるものではありません。Atmelのウェブサイトに表示する販売の条件とAtmelの定義での詳しい説明を除いて、商品性、特定目的に関する適合性、または適法性の暗黙保証に制限せず、Atmelはそれらを含むその製品に関連する暗示的、明示的または法令による如何なる保証も否認し、何ら責任がないと認識します。たとえAtmelがそのような損害賠償の可能性を進言されたとしても、本資料を使用できない、または使用以外で発生する(情報の損失、事業中断、または利益の損失に関する制限なしの損害賠償を含み)直接、間接、必然、偶然、特別、または付随して起こる如何なる損害賠償に対しても決してAtmelに責任がないでしょう。Atmelは本資料の内容の正確さまたは完全性に関して断言または保証を行わず、予告なしでいつでも製品内容と仕様の変更を行う権利を保留します。Atmelはここに含まれた情報を更新することに対してどんな公約も行いません。特に別の方法で提供されなければ、Atmel製品は車載応用に対して適当ではなく、使用されるべきではありません。Atmel製品は延命または生命維持を意図した応用での部品としての使用に対して意図、認定、または保証されません。

© Atmel Corporation 2005. 不許複製 Atmel®、ロコとそれらの組み合わせ、AVR®とその他はAtmel Corporationの登録商標または商標またはその付属物です。他の用語と製品名は一般的に他の商標です。

© HERO 2021.

本応用記述はAtmelのAVR245応用記述(doc8013.pdf Rev.8013A-10/05)の翻訳日本語版です。日本語では不自然となる重複する形容表現は省略されている場合があります。日本語では難解となる表現は大幅に意識されている部分もあります。必要に応じて一部加筆されています。頁割の変更により、原本より頁数が少なくなっています。

必要と思われる部分には()内に英語表記や略称などを残す形で表記しています。

青字の部分はリンクとなっています。一般的に赤字の0,1は論理0,1を表します。その他の赤字は重要な部分を表します。