

ESP32で電子工作 デジタル時計1

電子工作をする上での ESP32の 基本的な部分の動作確認が出来たので、これからはESP32で電子工作を行う事にしました。

以前、白さんから **7セグメントLEDをダイナミック点灯するデジタル時計**を作つてはどうですか。?との提案が、ありましたので、まず、デジタル時計から作つてみる事にします。

構成モジュールとしては

- ① 時刻を表示する **7セグメントLED**
- ② 時刻を設定する **押しボタンスイッチ**
- ③ それらを駆動する**電源回路**
- ④ 全体を制御する**マイコン**
- ⑤ 間を接続する**インターフェース回路**

というところでしょうか。

大雑把に考えて、ちょっと問題になる箇所は **7セグメントLED**が 6桁なので、やや電流を消費する事が考えられます。で、ESP32は、3.3Vで動作します。通常 ESP32は USBの 5Vを取り込みモジュール基板上の 3端子シリーズ電源ICから 3.3Vが 供給されます。この3端子電源ICは小さく、且つ放熱パターンも非常に小さく放熱性能が悪そうなので、**3.3V**は **あまり流し出せない**と思います。**USBの 5V電源**も **最大 200mA**です。

で **ダイナミック点灯**という事は、6桁あると、各桁が 点灯している時間は 通常の 1/6で 残り 5/6 は、消灯しています。という事は、1/6の時間で通常と同じぐらいに、明るく見せるためには **LED点灯時に 通常の 6倍の電流を流す必要**があります。これを、マイコンのIOピンで駆動するのは 厳しいので、**IOピンと LEDの間に ドライバ回路**が、必要となります。

7セグメントに関わる取り決め：

- ① 7セグメントは、時 分 秒の要素を 各 2桁で 表示します。よって7セグメントは 6桁分必要になります。
- ② 6桁分の 7セグメントを ダイナミック点灯で表示します。ダイナミック点灯に必要な 信号線は、 $7 + 6 = 13$ 本と なります。マイコン側にて、13本 出力信号線を 確保します。
- ③ 電源は、USBバスパワー、ESP32の 3.3V出力は、使用せず、余裕のある別電源を用意します。5Vの方が 電流容量に余裕がある電源が多いです。そして USBバスパワーの代わりに、5Vを ESP32に 供給する事が出来るので、5V電源を用意する事にします。時計は、単独で動かす事になるので その方が 都合が いいです。

- ④ 7セグメントLEDと マイコン間に ドライバ回路を入れます。

7セグメントLEDには、カソードコモンと アノードコモンが あります。カソードコモンは あまり使わないと 思いますので アノードコモンを使用します。

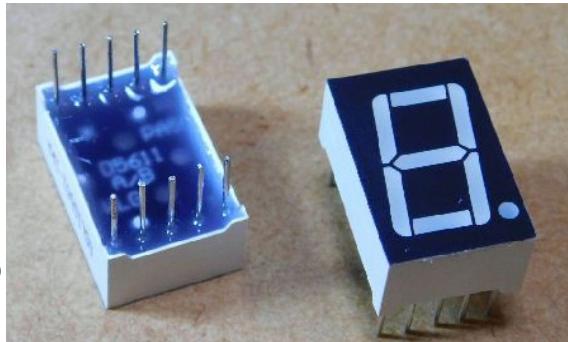
アノードコモンでは 7つのセグメントLEDは カソード側になり ローに引き下げる回路が必要で、オープンコレクタのトランジスタアレイ7素子か 8素子があれば OKです。
もちろん間に電流制限抵抗は 必要です。

コモン側が、ちょっと面倒で、電源側に 引き上げる必要があります。プラス側に 引き上げる トランジスタアレイは、見た事がありません。よってこの部分は、PNPトランジスタを 6個並べて 使用する事になります。

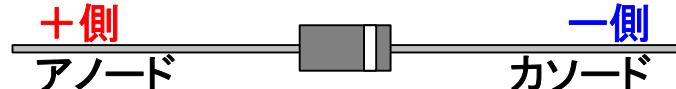
7セグメントLEDについて

7セグメントLEDの事を知らない方に 前ページの説明は、訳分からない話だったと思いますので、話が 前後して申し訳ありませんが、7セグメントの概要を 説明しておきます。

7セグメントLEDは
10進数の数字(16
進数も表示
できます。)
一桁を表示するため
の表示用LEDです。



右上の画像は 7セグメント表示器の例です。
まずは、LEDの前に 整流用ダイオードの図を
示します。



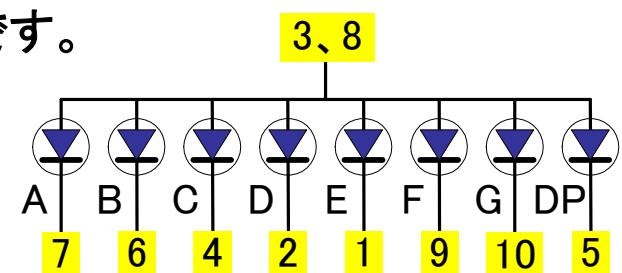
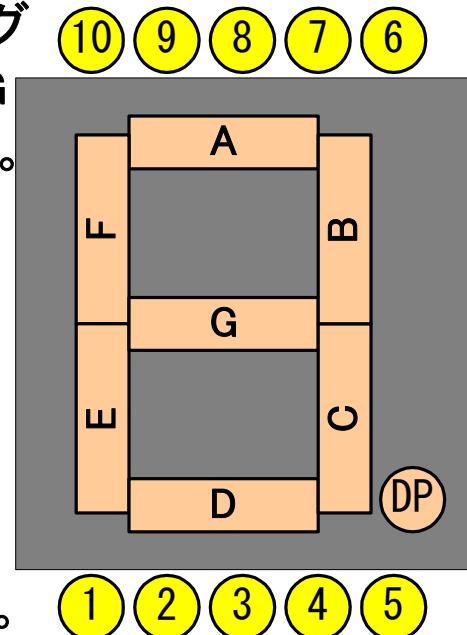
順方向(電流の流れる方向)での、**+**側が
アノードで、**-**側が カソードです。

7セグメントLEDは、1桁の数字を、角ばった8の字の形で、7個のLEDを組み合わせて作っています。そして、各セグメントの名前が、A～Gのアルファベットです。DPは、小数点です。

外側の黄色の丸は足ピンの番号です。

因みに私が持っている 7セグメントLEDは
オプトサプライの
OSL 10561-IRA です。

アノードコモンです。
アノード側が、
共通化されて
います。



7セグメントLEDの ダイナミック点灯について

次は、**ダイナミック点灯**ですが、これは 多数並んだ 7セグメントLEDを ドライブするに当たり、**点灯のための信号線を減らす工夫**です。

仮に 7セグメントLEDを 単純に 6個パラって接続すると、 $7 \times 6 = 42$ で **マイコン側に 42 本の I/Oポート**が 必要になります。

ダイナミック点灯であれば、**I/Oポートの数を $7 + 6 = 13$ 本に減らせます。** 6 は 7セグメントLEDを 6桁接続する(7セグメントLEDの コモン信号線を 6本 接続する) 意味です。 **ダイナミック点灯**の事を知らない方は、何故それで、全桁に別々の文字を 表示できるのだろうか。? と疑問に思う方もいると思います。 这は **人間の目の残像現象**を利用して ある一瞬は、1桁の数字しか表示していません。

ちょっと、別の話になりますが

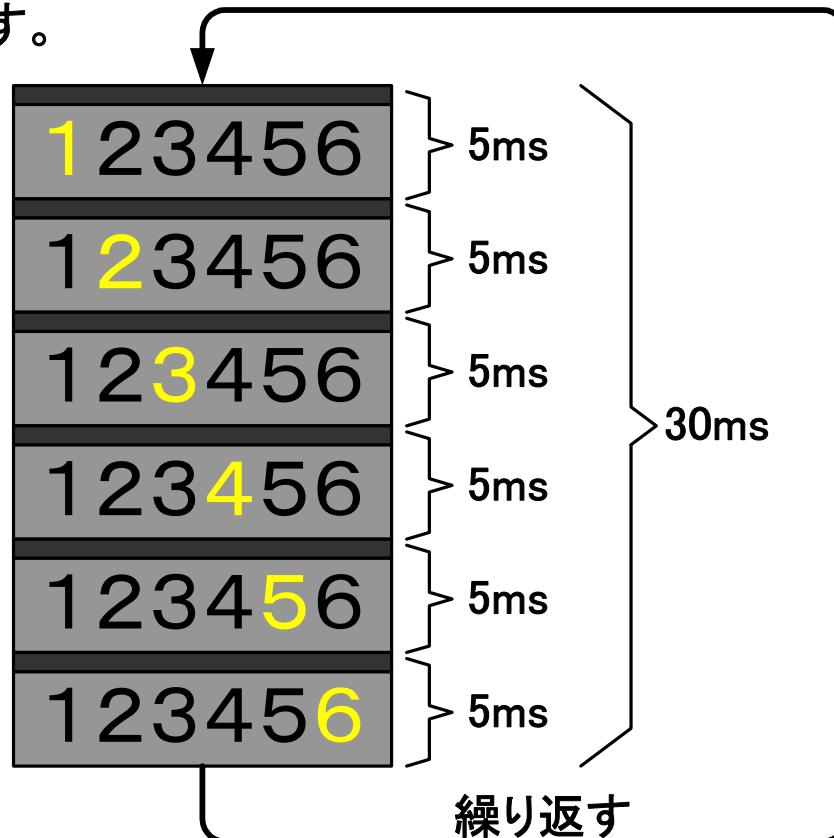
動画のフレームレイト(1秒間に何コマ表示するか)が、ありますが、通常 一番遅いのが **24コマ／秒**で 昔のフィルム映画と同じ速度です。

これは動きの速い動画シーンでは、動画が細かくカクカクした表示になります。 そして昔のアナログの テレビが **30コマ／秒**です。

昔、**人間の目の応答速度が 30ms前後**と 何かの本で見ましたが、個人差は ありますが、健康な時は それでも少しパラパラしてるように感じる場合が、ありますが 疲れている時は、連続的に見える。と 書いてあったと思います。

よって、7セグメントのダイナミック点灯は、1つの文字を順次、短い時間間隔で LEDを 光らせます。 この時、全桁を 光らせる周期が、上の話と関わってきます。

全桁を光らせる周期が 30msより短い周期で 行う方が
チラつきは 少なくなります。 とはいえ、マイコン側の事
情もあり、あまり速くすると負担が大きくなるので 30ms /
6桁 = 5ms で 1桁表示する期間は 5ms 以下という事に
なります。



1桁分の文字を表示する時、最初から目的の
桁を 光らせた状態で、セグメントデータを設定
し直すと、その瞬間 チラつく恐れが あります。

よって、ごく短い時間では ありますが

- ① 全消灯を行います。
(コモン信号 ALL OFF)
- ② 次の桁のセグメントデータを出力します。
- ③ 次の桁の コモン信号だけ ON します。

その書き換えの期間を 左の図では、各行の
間の 黒い横帯で表現しています。

7セグメントの ダイナミック点灯のイメージが
凡そつかめましたでしょうか。

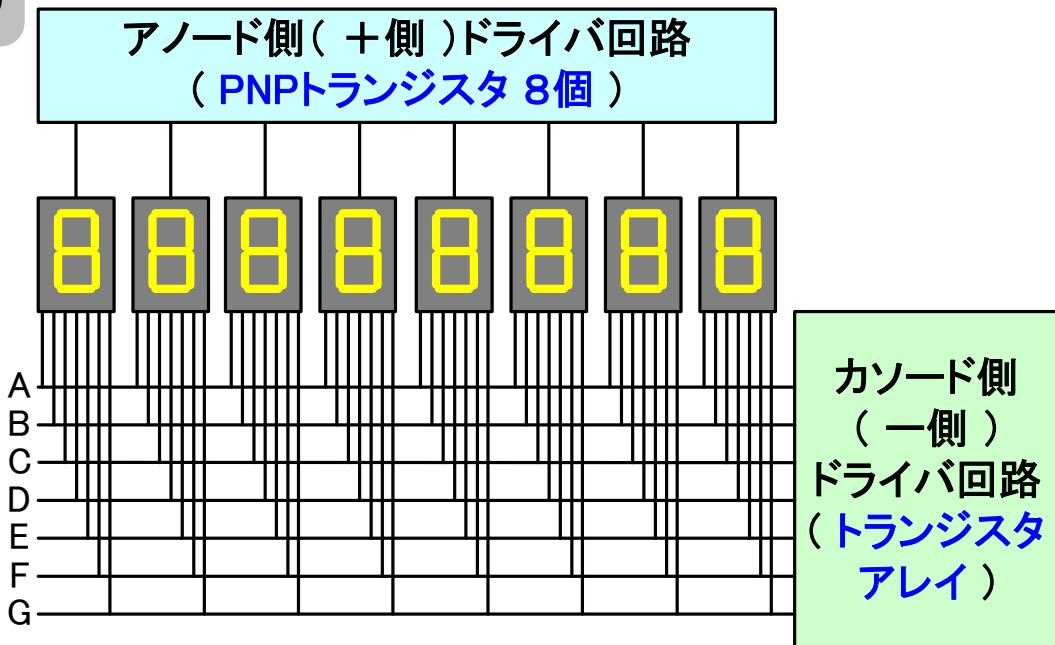
ダイナミック点灯の ドライバ回路

ちょっと、ドライバ回路の前に 時 分 秒の表示ですが、時分秒の間に コロンを表示するのが、一般的ですね。例 **12:34:56** みたいな感じで、そうなると8桁と考えた方が、いいかもしませんね。であれば $30 / 8 = 3.75$ で四捨五入すれば **8桁では 4ms** ですね。

コロンの表示 2箇所含めて **8桁**で 設計を進めます。

7セグメントLEDを ドライブする回路は

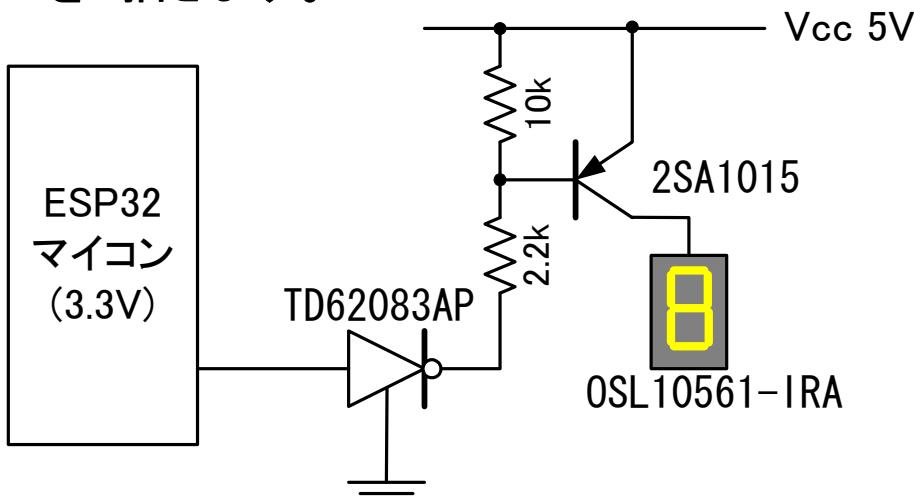
- ① 全桁共通の 各セグメント素子のカソード側端子を Lowに 引き落とすドライバ回路は 7素子分 必要です。
- ② 桁数分必要な アノード側端子を Highに引き上げるドライバ回路は、8素子分 必要です。



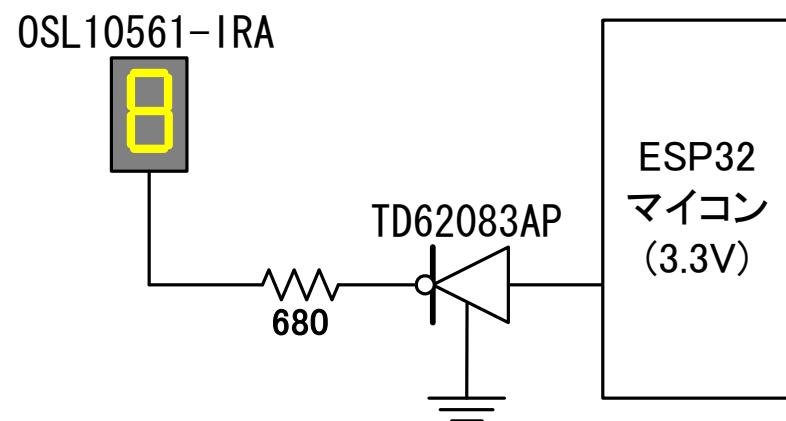
ブロック図で表現すると、こんな感じです。
カソード側は、7素子か8素子の トランジスタアレイを 使えば簡単です。尚 電流制限抵抗は、カソード側ドライバ回路の セグメントA～G の ドライバ回路出力側に 取り付ける事にします。アノード側ドライバ回路は ちょっと面倒になります。

アノード側ドライバ回路は、CPUの出力ポート線を オープンコレクタの トランジスタアレイにいれて、そのトランジスタアレイの出力に 抵抗を入れて PNPトランジスタを ONさせます。ONした PNPトランジスタで、7セグメントの アノードコモン端子を 5V電源側に引き上げます。

文章では、分かりにくいので 1素子分の回路を 描きます。



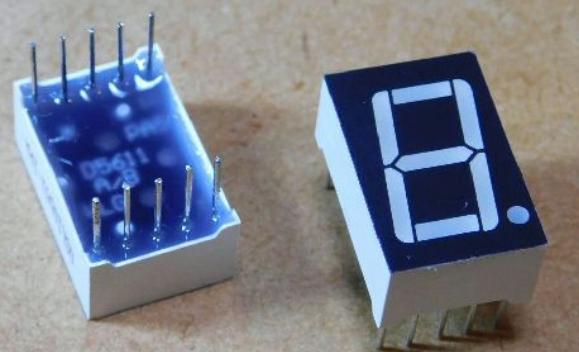
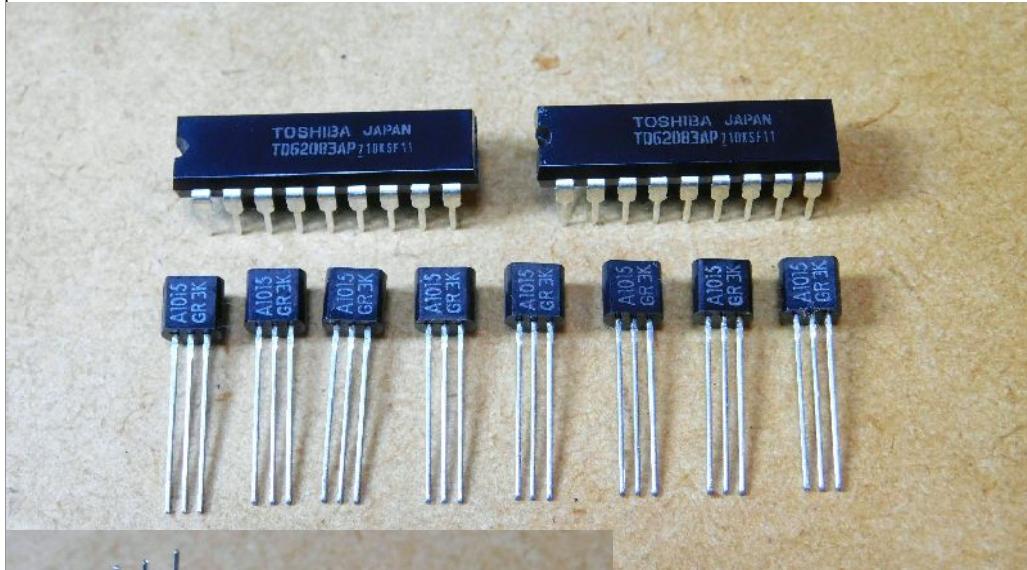
7セグメントLEDの カソード側ドライバ回路は、8素子の TD62083APを 使用します。古い素子ですが、私の家の在庫品です。7セグメントLEDも 私の家の在庫品です。カソード側のセグメント 1本を 駆動する オープンコレクタ周辺の回路図を示します。



ここまで決めれば、7セグメントドライバ回路の回路図が 描けますね。

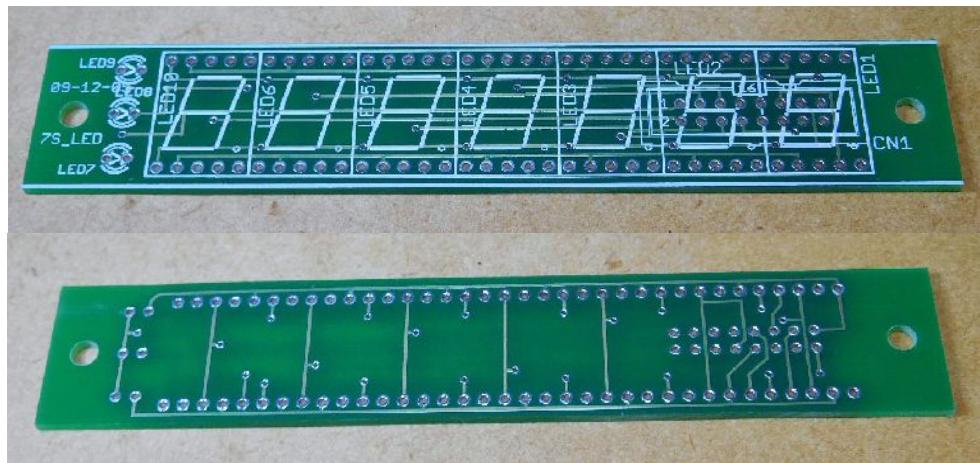
7セグメントLED ダイナミック点灯の ドライバ回路に使用する部品

トランジスタアレイ TD62083AP と
PNPトランジスタ 2SA1015



7セグメントLED
アノードコモン
OSL10561-IRA

10年ぐらい前に P板 ドットコムに発注した
DRO用 7セグメントLED 表示基板が、残って
いました。



この基板を 当てにしていたのに、あちゃー
よく見ると **7桁表示**でした。どうしよう。
時と分の間の コロン、分と秒の間の **コロンを
入れる、桁が、一つ足りない**。これは、
検討しておきます。 **全体の回路図は、作成す
る最中に変更が かかるかもしれない**ので、完
成時に公開します。