

AT01244 : DALI従装置参考設計

Atmel 8ビット マイクロ コントローラ

要点

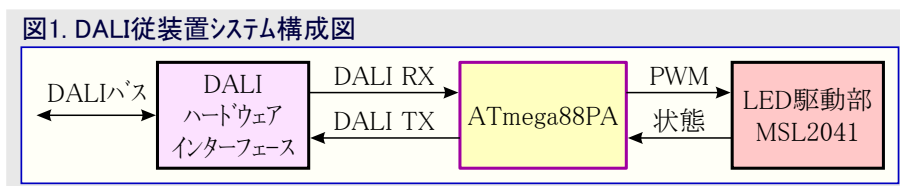
- IEC62386-101,102,207国際規格適合
- 応用、サービス、ドライバを含む参考ファームウェア設計
- 以下の3つの主な部分で作られた参考ハードウェア
 - DALIバスとマイクロ コントローラ間の電圧を橋渡しするDALIインターフェース
 - DALI主装置と通信してLEDを制御するマイクロ コントローラ
 - マイクロ コントローラによって制御されるLEDを駆動するLEDドライバ

説明

デジタル アドレス指定可能な照明インターフェース(DALI:Digital Addressable Lighting Interface)は照明制御用に作成された国際規格で、今や今日でとても人気のある照明インターフェースの1つになります。DALI規約は電源とLED間の制御ギアを目指す、主装置-従装置の構造を持つデジタル通信インターフェースです。

DALI従装置は1200ビット/秒のボーレートで半二重信号に基づいてDALI主装置と通信します。送信データに使われるビットの流れとしてフレームが定義されます。順送フレームは主装置から従装置で、逆送は従装置から主装置です。ビットとフレームの定義はIEC62386-102で見つけることができます。

図1はAtmel® megaAVR®デバイスに基づくDALI従装置構成図を示します。



この参考設計について、ハードウェア設計ファイル(回路図、部品表、PCBバーガー)とソフトウェアソースコードがAtmelウェブ サイトからダウンロードすることができます。提供されるハードウェア資料は設計に治する参考ハードウェア解決策を製造するのに全く制限なく使うことができます。

目次

1. 関連項目	3
2. ハードウェア単位部	3
2.1. DALIハードウェア インターフェース	3
2.2. マイクロコントローラ	3
2.3. LED駆動部	3
3. ファームウェア単位部	4
3.1. ドライバ	4
3.2. サービス	4
3.2.1. フレーム状態転換	4
3.2.2. フレームメッセージ処理	4
3.3. 応用	5
3.4. 対数調光表	5
3.4.1. high_PWM_valとlow_PWM_val	5
3.4.2. flash_fade_rate_valとflash_inv_fadetime_val	6
追補A. 命令一式	7
追補B. 回路図	9
追補C. 改訂履歴	10

1. 関連項目

以下の一覧はDALI従装置に最も関連する資料、ソフトウェア、ツールへのリンクを含みます。

- [IEC 62386-101, IEC 62386-102, IEC 62386-207](#)
IEC規格はDALI従装置の仕様を定義します。
- [Atmel ATmega88PAデータシート](#)
ATmega88PAがこの解決策で使われるマイクロ コントローラです。
- [Atmel LED駆動部-MSL20141/MSL2042データシート](#)
MSL2041がLED駆動部として使われます。

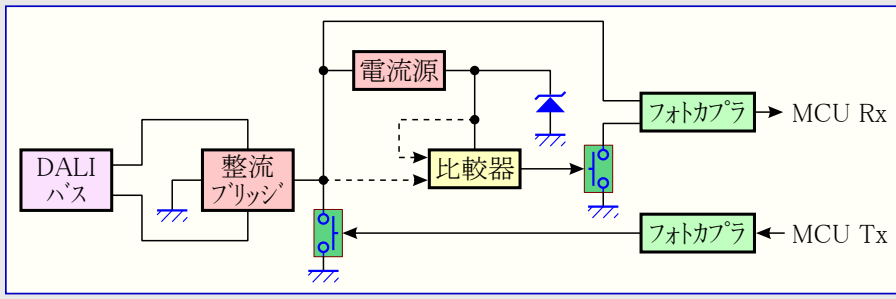
2. ハードウェア単位部

前に記述されたように、主な3つのハードウェア単位部があります。

2.1. DALIハードウェア インターフェース

DALIハードウェア インターフェースはDALIバスとマイクロ コントローラ間の電圧レベルを橋渡しします。DALI規約に従い、HIGHレベルは9.5~22.5Vで、LOWレベルは-6.5~6.5Vです。特殊論理レベルはMCUが受け入れできる論理に変換されるべきです。インターフェース論理回路はこの設計で使われるMCU(Atmel ATmega88PA)に対して0~5Vであるべきです。

図2-1. DALIハードウェア インターフェース



DALIバスとマイクロ コントローラ間の電圧レベルを分離するのに2つのフォトカプラが使われます。

上の回路での比較器の使用は以下で他の簡単化された設計に対しての利点を持ちます。

- 全動作温度範囲に適合
- MCUに対する信号の入力波形を調節
- 大量生産に対する部品の差に関する大きな許容誤差

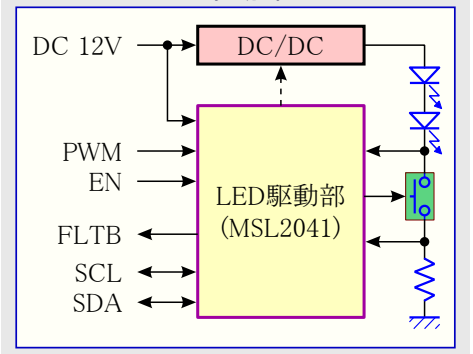
2.2. マイクロ コントローラ

ATmega88PAはAtmel MCU系統で最も人気のあるデバイスの一つです。これはこの参考設計で主マイクロ コントローラとして使われます。ATmega88PAはDALIインターフェース部から来る命令とデータを処理します。

2.3. LED駆動部

Atmel MSL2041はこの設計でLED駆動部として使われます。これはMCUからの入力PWM信号に基づいてLEDを駆動して制御します。LEDの電流と電圧も監視して異常発生の場合に異常状態をMCUに戻します。

図2-2. DALI LED駆動部



3. ファームウェア単位部

ファームウェアは各種Atmelデバイス基盤間で移植することをもっと便利にするAtmel ASFとしての階層構造に基づいて開発されます。下から上まで、構造は以下を含みます。

- ドライバ

ドライバは最上位層と供給計時器間でDALIビットを送信するのに使われます。DALI符号化/復号とDALIフレーム タイミング用に計時器0が定義されます。DALI復号にPCINTが使われます。計時器1は逐次(フェード)タイミングと他のシステム タイミングに使われます。

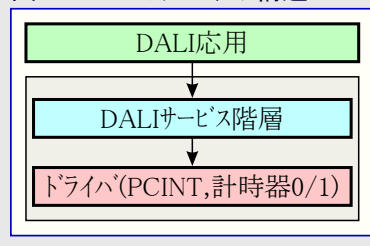
- サービス

サービスはフレーム列タイミングとDALI命令実行を処理します。異なるMCUデバイス系列間で移植を実行できるようにするため、サービスはハードウェア無関係であるべきです。

- 応用

応用はDALI LED従装置機能を実現します。DALIサービスの他に、電源ON、インターフェース状態検出なども処理します。

図3-1. DALIファームウェア構造



3.1. ドライバ

ドライバ層は計時器とDALIビットの符号化/復号を目的とします。この解決策でのAtmel ATmega88PAについてはドライバ構成部品としてPCINTと計時器0/1が選ばれます。違う方法が使われる場合に他の構成部品の使用は自由です。PCINTは初期化後に入力信号ピンでの論理変化を検出します。信号変化はPCINT割り込みを起動し、割り込み処理部(ISR)が復号処理を扱います。

計時器0はDALI符号化/復号用の時間基準として構成設定されます。DALIデータの流れでの1200ビット/秒のビット速度を測定するために充分速く計数することが必要です。計時器0はDALI信号を復号するためにPCINTと共に動くことが必要です。計時器1は主にLED電力出力調光用時間基準として使われます。

3.2. サービス

3.2.1. フレーム状態転換

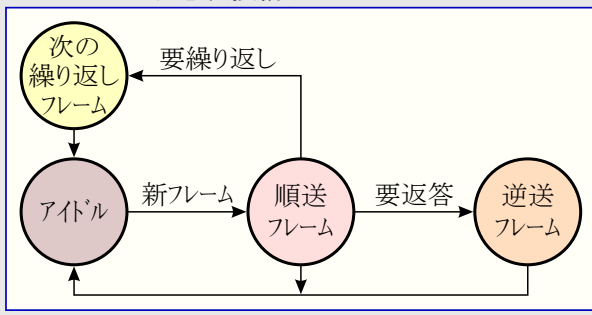
まず、DALI従装置はアイドル状態へ行き、状態初期化を行います。この後で、従装置は直ちに順送フレーム状態に行ってDALIフレームの受け取りを待つべきです。

受け取ったなら、DALIフレームが処理されるべきです。各種条件に従って、次の繰り返し状態、逆送状態、またはアイドル状態へ行きます。IEC62386-1 02規格仕様に従って状態転換間に時間遅延があります。

DALI規格定義では、不正な受信の確率を減らすために毎回の構成設定命令が100ms以内に2回受信されるべきです。正しく2回受信されたなら、その構成設定命令は実行されるべきで、その後にアイドル状態へ行きます。さもなければ(直に)アイドル状態へ行きます。

逆送フレームは問い合わせ命令またはメモリ書き込み命令の受信後にだけ送られるべきです。逆送フレームでないなら、DALI従装置は反応すべきではありません。さもなければDALI返答合図を主装置に送るべきです。これが行われた後、遅延を持ってアイドル動作へ行くべきです。

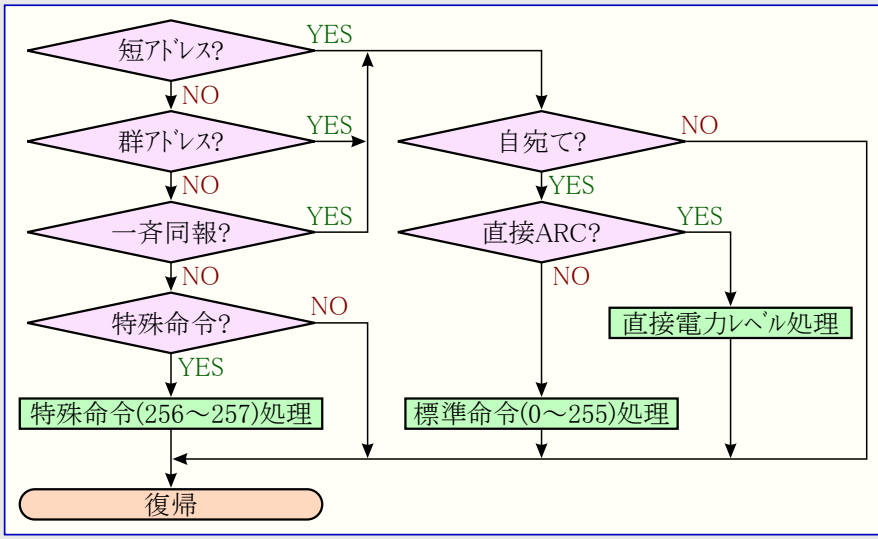
図3-2. フレーム状態転換構成図



3.2.2. フレームメッセージ処理

DALI従装置が順送フレーム受信後、アドレスとデータの2バイトを復号すべきです。アドレス形式は短アドレス、群アドレス、一斉同報を含みます。アドレスとデータは命令符号を構成します。毎回の命令符号に対して、定義された対応する機能が実行されるべきです。この単位部では従装置がアドレスを復号して命令機能呼び出すべきです。

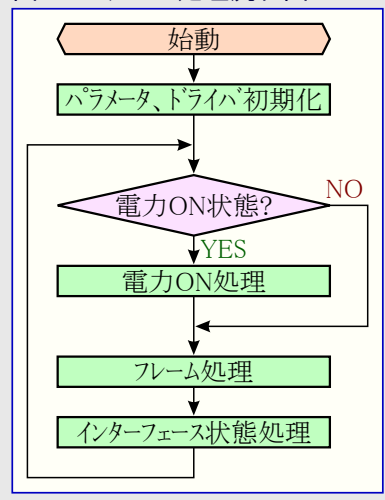
図3-3. 命令処理流れ図



3.3. 応用

系全体処理は無限繰り返しです。始動後、パラメータを初期化してマイクロコントローラ部を構成設定します。最初の電源ON期間で、電力レベルに影響を及ぼす命令が全く受信されない場合、順次に行きたくなく直ちに電力ONレベルへ行くべきです。システムはフレーム、インターフェース状態も逐次処理します。

図3-4. メッセージ処理流れ図



3.4. 対数調光表

ここではファームウェアで使われる調光参照表を記述します。

3.4.1. high_pwm_valとlow_pwm_val

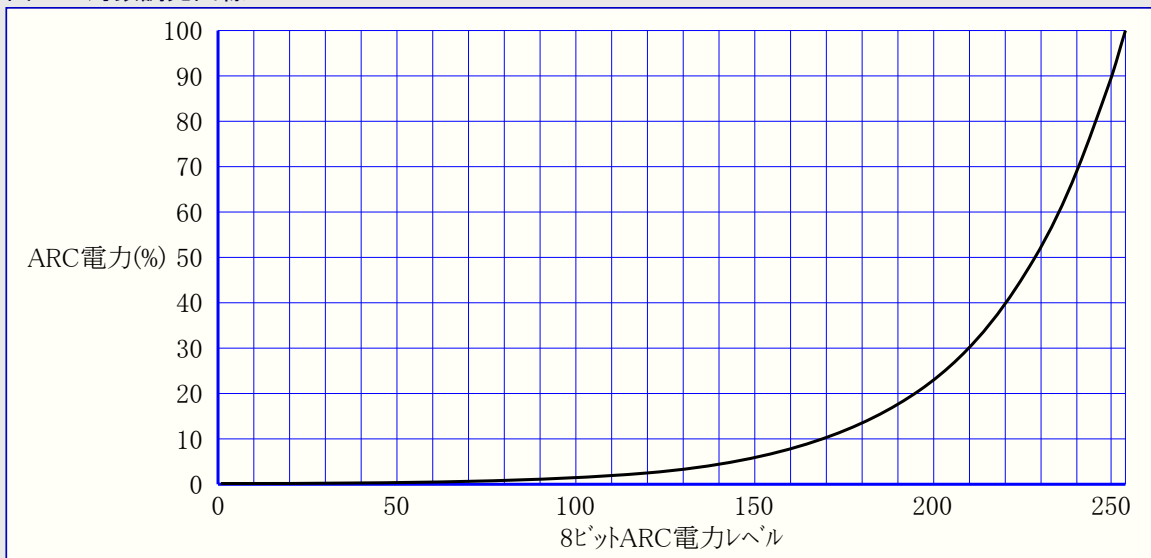
DALI規格は電力値と電力レベル間の対数調光曲線を定義します。右式はこれらの関連を定義します。

$$X(n) = 10^{\frac{n-1}{253/3} - 1} \quad \left| \frac{X(n) - X(n+1)}{X(n)} \right| = \text{一定} = 2.8\%$$

ここでXは電力値を示し、nは電力レベルを示します。

電力レベルは1~254の範囲で、一方対応する電力値は0.1~100%の範囲です。図3-5はこれらの関連を示します。

図3-5. 対数調光曲線



この例では、電力を出力するのにMCUの12ビットPWMが使われます。PWMは最小0.1%電力値の精度に対応する0~4095のデューティ比を提供します。PWMデューティ比参照表はhigh_PWM_valとlow_PWM_valの配列に格納されます。表はフラッシュ空間を節約するためにEEPROMに格納されます。

計時器1は12ビットPWMに対する時間基準として使われます。初期化はdali_tc_init()関数で行われます。

```

/* 8前置分周の計時器1クロック */
tc_write_clock_source(TC1, TC_CLKSEL_DIV8_gc);
/* 比較一致でのOC1B、PB2出力、非反転、高速PWM、ICR1がTOP値 */
TCCR1A=(0<<COM1A1) | (0<<COM1A0) | (1<<COM1B1) | (0<<COM1B0) | (1<<WGM11) | (0<<WGM10);
TCCR1B|=(1<<WGM13) | (1<<WGM12);
/* PWM用TOP値として使用、0x0FFFはこれを12ビットPWMにします。 */
ICR1=TC1_TOP;
/* 計数器解消 */
TCNT1=0;
  
```

3.4.2. flash_fade_rate_valとflash_inv_fadetime_val

DALI規格は調光パラメータとして逐次時間(FADE TIME)と逐次速度(FADE RATE)を定義します。逐次時間は照明に対して現在の調光レベルから目標調光レベルまで変更するのにかかる時間です。逐次速度は照明変更の速度です。

以下の式に於いて16レベルあります。

- 逐次時間= $2^{(x/2-1)}$
- 逐次速度= $253/(\text{逐次時間})$

これらの値の関連は表3-1.で与えられます。

表26-3. SDA保持時間

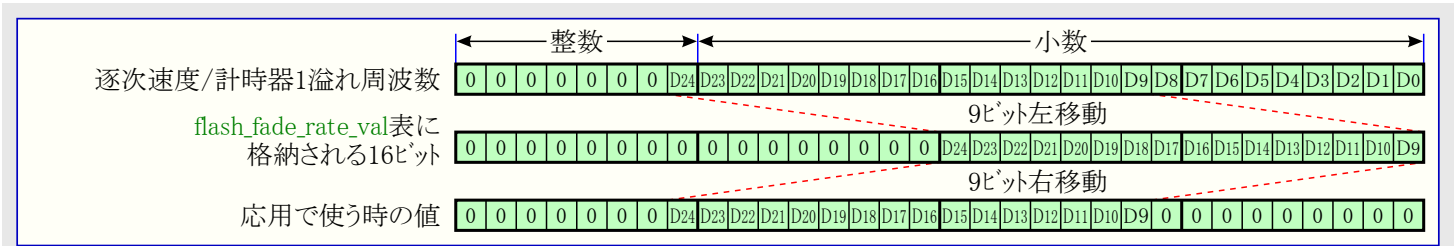
X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
逐次時間(s)	なし	0.7	1.0	1.4	2.0	2.8	4.0	5.7	8.0	11.3	16.0	22.6	32.0	45.3	64.0	90.5
逐次速度(段/s)	不適用	358	253	179	127	89.4	63.3	44.7	31.6	22.4	15.8	11.2	7.9	5.6	4.0	2.8

この設計では、逐次時間と逐次速度の計時器として計時器1が使われ、その溢れ割り込みが調光用時間基準として使われます。dali_long_levelの32ビット変数は下位24ビットが小数値で上位8ビットが実際のDALIレベルの電力レベルを格納するのに使われます。

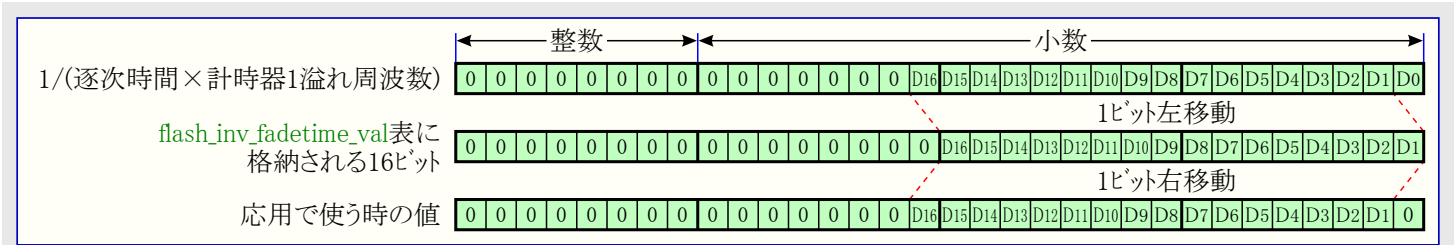
```

union daliunion {
    // dali.long_levelは逐次中に使われます。- 固定DALIレベル間の滑らかな逐次変化を許します。
    uint32_t long_level;
    struct {
        // 下位3バイトはDALIレベルの小数値を格納します。
        uint8_t byte0;
        uint8_t byte1;
        uint8_t byte2;
        // 上位8ビットのdali.levelは実際のDALIレベルです。
        uint8_t level;
    };
} dali;
    
```

DALI命令に関して上昇(UP)、下降(DOWN)、逐次速度(FADE RATE)は調光に使われます。毎回の計時器周期で、DALIレベルの変更は計時器1溢れ周波数によって割られる逐次速度(FADE RATE)です。故に25ビットの結果は小数として使われる下位24ビットにされます。精度を保つと同時に空間を節約するため、この結果は9ビット右移動され、余りの16ビットがflash_fade_rate_val参照表に格納されます。そして応用に応じて、参照表からの値は使われる前に9ビット左移動されるべきです。



DALI直接電力制御命令に関して逐次時間(FADE TIME)が調光に使われます。毎回の計時器周期で、DALIレベルの変更は計時器1溢れ周波数によって割られる1/逐次速度(FADE RATE)です。故に17ビットの結果が得られます。また空間を節約するため、この結果は1ビット右移動され、余りの16ビットがflash_inv_fadetime_val参照表に格納されます。そして応用に応じて、参照表からの値は使われる前に1ビット左移動されるべきです。電力制御命令内の調光Nレベルのため、先の結果はN倍されることが必要です。



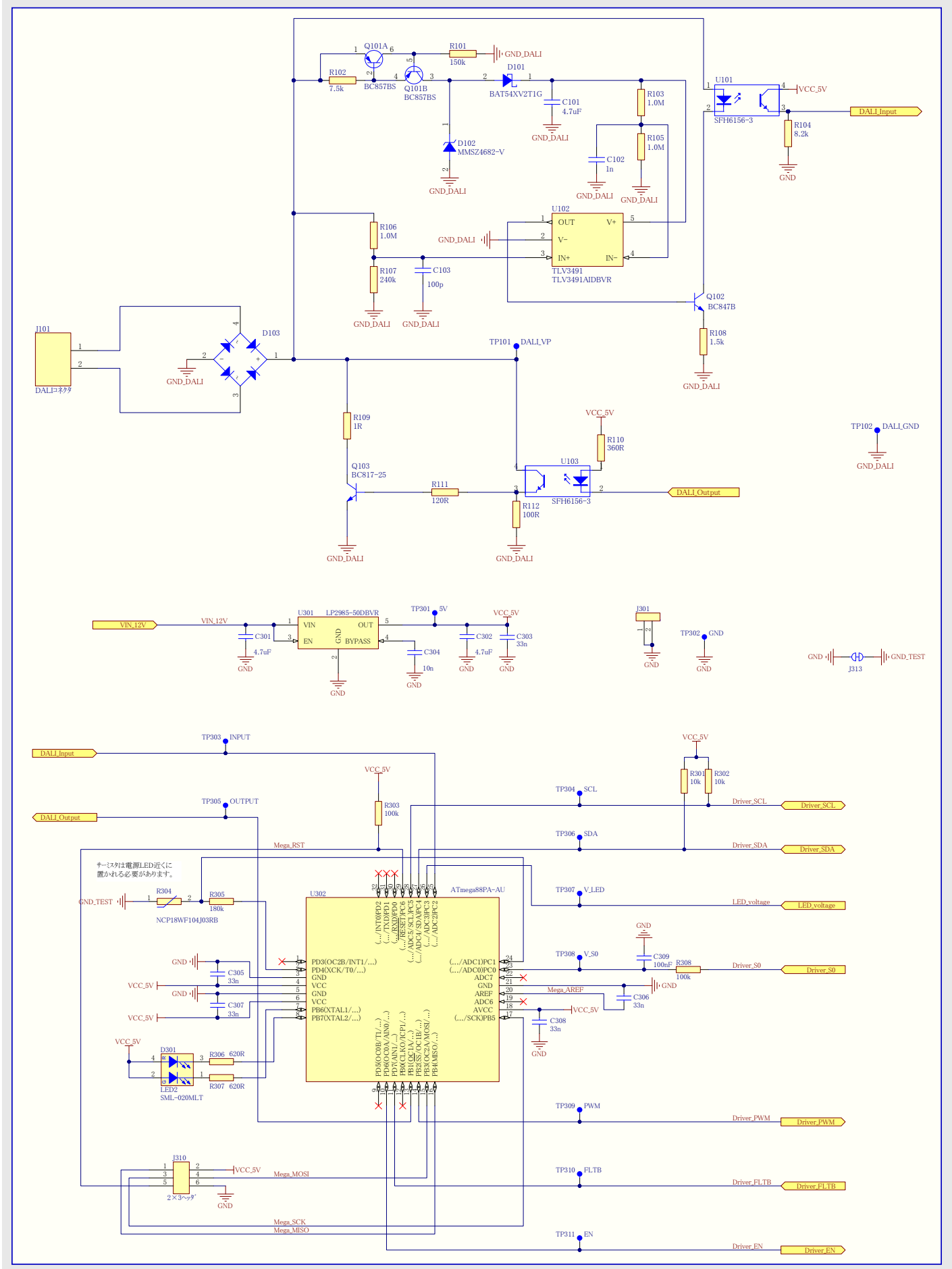
追補A. 命令一式

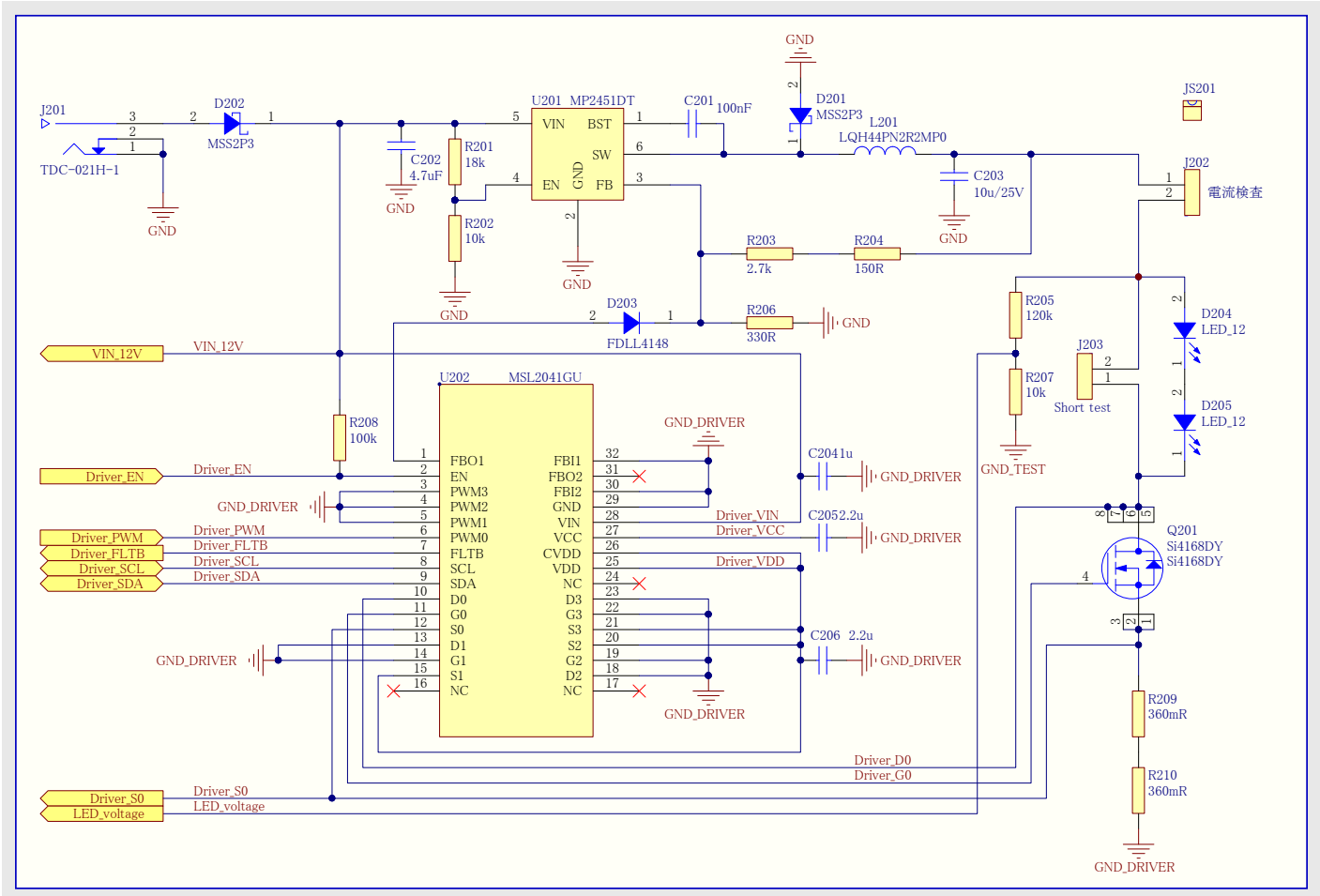
命令番号	命令名
-	DIRECT ARC POWER CONTROL (直接ARC電力制御)
0	OFF (オフ)
1	UP (増加/明るく)
2	DOWN (減少/暗く)
3	STEP UP (段階的に増加/明るく)
4	STEP DOWN (段階的に減少/暗く)
5	RECALL MAX LEVEL (最大レベルに復帰)
6	RECALL MIN LEVEL (最小レベルに復帰)
7	STEP DOWN AND OFF (段階的に減少してオフ)
8	ON AND STEP UP (オンして段階的に増加)
9	ENABLE DAPC SEQUENCE (逐次変化速度直接制御手順許可)
10~15	Reserved (予約)
16~31	GO TO SCENE (場面へ行く)
32	RESET (リセット)
33	STORE ACTUAL LEVEL IN THE DTR (データ転送レジスタ(DTR)に実際のレベルを格納)
34~41	Reserved (予約)
42	STORE THE DTR AS MAX LEVEL (最大レベルとしてデータ転送レジスタ(DTR)に格納)
43	STORE THE DTR AS MIN LEVEL (最小レベルとしてデータ転送レジスタ(DTR)に格納)
44	STORE THE DTR AS SYSTEM FAILURE LEVEL (システム障害レベルとしてデータ転送レジスタ(DTR)に格納)
45	STORE THE DTR AS POWER ON LEVEL (電源ONレベルとしてデータ転送レジスタ(DTR)に格納)
46	STORE THE DTR AS FADE TIME (減少時間としてデータ転送レジスタ(DTR)に格納)
47	STORE THE DTR AS FADE RATE (減少速度としてデータ転送レジスタ(DTR)に格納)
48~63	Reserved (予約)
64~79	STORE THE DTR AS SCENE (場面としてデータ転送レジスタ(DTR)に格納)
80~95	REMOVE FROM SCENE (場面から削除)
96~111	ADD TO GROUP (群に追加)
112~127	REMOVE FROM GROUP (群から削除)
128	STORE DTR AS SHORT ADDRESS (短アドレスとしてデータ転送レジスタ(DTR)に格納)
129	ENABLE WRITE MEMORY (メモリ書き込み許可)
130~143	Reserved (予約)
144	QUERY STATUS (状態問い合わせ)
145	QUERY CONTROL GEAR (制御ギア問い合わせ)
146	QUERY LAMP FAILURE (照明障害問い合わせ)
147	QUERY LAMP POWER ON (照明電源ON問い合わせ)
148	QUERY LIMIT ERROR (限度異常問い合わせ)
149	QUERY RESET STATE (リセット状態問い合わせ)
150	QUERY MISSING SHORT ADDRESS (短アドレス紛失問い合わせ)
151	QUERY VERSION NUMBER (版番号問い合わせ)
152	QUERY CONTENT DTR (データ転送レジスタ(DTR)内容問い合わせ)
153	QUERY DEVICE TYPE (装置形式問い合わせ)
154	QUERY PHYSICAL MINIMUM LEVEL (物理的な最小レベル問い合わせ)
155	QUERY POWER FAILURE (電力障害問い合わせ)
156	QUERY CONTENT DTR1 (データ転送レジスタ1(DTR1)内容問い合わせ)
157	QUERY CONTENT DTR2 (データ転送レジスタ2(DTR2)内容問い合わせ)
158~159	Reserved (予約)
160	QUERY ACTUAL LEVEL (実際のレベル問い合わせ)
161	QUERY MAX LEVEL (最大レベル問い合わせ)
162	QUERY MIN LEVEL (最小レベル問い合わせ)

[次頁へ続く](#)

命令番号	命令名
163	QUERY POWER ON LEVEL (電源ONレベル問い合わせ)
164	QUERY SYSTEM FAILURE LEVEL (システム障害レベル問い合わせ)
165	QUERY FADE TIME/FADE RATE (減少時間/減少速度問い合わせ)
166～175	Reserved (予約)
176～191	QUERY SCENE LEVEL (SCENES 0-15) (場面レベル(場面0～15)問い合わせ)
192	QUERY GROUPS 0-7 (群0～7問い合わせ)
193	QUERY GROUPS 8-15 (群8～15問い合わせ)
194	QUERY RANDOM ADDRESS (H) (乱アドレス(H)問い合わせ)
195	QUERY RANDOM ADDRESS (M) (乱アドレス(M)問い合わせ)
196	QUERY RANDOM ADDRESS (L) (乱アドレス(L)問い合わせ)
197	READ MEMORY LOCATION (メモリ位置読み込み)
198～223	Reserved (予約)
224～254	DALI規格の207部をご覧ください。
255	QUERY EXTENDED VERSION NUMBER (拡張版番号問い合わせ)
256	TERMINATE (終了)
257	DATA TRANSFER REGISTER (DTR) (データ転送レジスタ(DTR))
258	INITIALISE (初期化)
259	RANDOMISE (散乱化)
260	COMPARE (乱アドレス比較)
261	WITHDRAW (乱数値引き出し/適用)
262～263	Reserved (予約)
264	SEARCHADDRH (アドレス(H)検索)
265	SEARCHADDRM (アドレス(M)検索)
266	SEARCHADDRL (アドレス(L)検索)
267	PROGRAM SHORT ADDRESS (短アドレス書き込み)
268	VERIFY SHORT ADDRESS (短アドレス検証)
269	QUERY SHORT ADDRESS (短アドレス問い合わせ)
270	PHYSICAL SELECTION (物理的な選択)
271	Reserved (予約)
272	ENABLE DEVICE TYPE X (形式X装置許可)
273	DATA TRANSFER REGISTER 1 (DTR1) (データ転送レジスタ1(DTR1))
274	DATA TRANSFER REGISTER 2 (DTR2) (データ転送レジスタ2(DTR2))
275	WRITE MEMORY LOCATION (メモリ位置書き込み)
276～349	Reserved (予約)

追補B. 回路図





追補C. 改訂履歴

文書改訂	日付	注釈
42071A	2013年2月	初版文書公開
42071B	2013年7月	“説明”章でハードウェア情報を追加

Atmel Corporation

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

Atmel Asia Limited

Unit 01-5 & 16, 19F
BEA Tower, Millennium City 5
418 Kwun Tong Road
Kwun Tong, Kowloon
HONG KONG
TEL (+852) 2245-6100
FAX (+852) 2722-1369

Atmel Munich GmbH

Business Campus
Parking 4
D-85748 Garching b. Munich
GERMANY
TEL (+49) 89-31970-0
FAX (+49) 89-3194621

Atmel Japan

141-0032 東京都品川区
大崎1-6-4
新大崎勤業ビル 16F
アトメル ジャパン合同会社
TEL (+81)(3)-6417-0300
FAX (+81)(3)-6417-0370

© 2013 Atmel Corporation. / 改訂:42071B-AVR-07/2013

Atmel®, Atmelロゴとそれらの組み合わせ、AVR®, Enabling Unlimited Possibilities®, megaAVR®とその他は米国及び他の国に於けるAtmel Corporationの登録商標または商標です。他の用語と製品名は一般的に他の商標です。

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、または利益と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。

© HERO 2021.

本応用記述はAtmelのAT01244応用記述(Rev.42071B-07/2013)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。