

太陽電池駆動可能な携帯通信機器用液晶コントローラドライバ

LCD Controller-Driver for Portable Communicator

牛木 浩
H. Ushiki

鹿島 勝彦
M. Kashima

低電圧駆動・低消費電力化の要求にこたえ、 $0.8 \mu\text{m}$ CMOS プロセスを用いた液晶ディスプレイ (LCD) コントローラドライバ LSI である T6C86 を開発した。

この T6C86 は LCD 表示データを格納するためのメモリ (RAM) とそのドライブ回路を 1 チップに内蔵した LSI である。完全スタティック回路を採用することにより 1.8 V の低電圧動作を可能とし、また 4 倍昇圧回路を内蔵することで低電圧動作時での液晶ディスプレイ駆動も実現した。これにより動作電圧 $1.8 \sim 5.5 \text{ V}$ 、表示モード時の消費電流 $6 \mu\text{A}$ (3 V , 33 kHz クリスタル発振、ポンプ周波数 4 kHz , 無負荷, コントラスト標準位置), データアクセス時の消費電流 $35 \mu\text{A}$ (3 V , アクセスサイクル $T_{\text{cyc}}=100 \text{ kHz}$), LSI 停止時の消費電流 $0.9 \mu\text{A}$ (3 V , 発振停止) の低電圧・低消費電力を実現した。この低消費電流特性により太陽電池 (ソーラー) での駆動が可能となり、バッテリ利用の携帯機器の電池寿命を飛躍的に延ばすことができるようになった。薄型・高密度実装に対応して、パッケージは 122 ピン TCP (Tape Carrier Package) と金バンプチップの 2 種類を採用した。

To meet the recent demand for low-voltage operation and low power consumption, we have developed an LCD controller-driver LSI, model T6C86, using an advanced $0.8 \mu\text{m}$ CMOS fabrication process. The T6C86 LSI consists of a display data memory (RAM) and its controller-driver circuit on one chip. The use of fully static circuits realizes low-voltage operation at as little as 1.8 V , and the built-in voltage quadrupler circuit also enables low-voltage operation of the LCD drive.

As a result, the T6C86 LCD controller-driver LSI features a low operating voltage of 1.8 to 5.5 V , and a low current consumption of $6 \mu\text{A}$ (display mode, at 3 V , 33 kHz crystal oscillator, quadrupler pump-up frequency 4 kHz , no load, standard contrast setting), $35 \mu\text{A}$ (data access mode, at 3 V , access cycle $T_{\text{cyc}}=100 \text{ kHz}$), or $0.9 \mu\text{A}$ (LSI stop mode, at 3 V). These low-current-consumption characteristics make solar battery driving possible, and also extend the battery life of the portable communicator. In addition, we have adopted a 122-pin tape carrier package (TCP) and a gold-bump chip for thin-type or high-density assembly.

1 まえがき

ページャのような通信機器に代表される携帯型の通信機器では、そのバッテリ寿命の関係からより低消費電力を追求した LSI が求められている。また、同時にシステムの低電圧化も着実に進み、 5 V 系から 3 V 系そして 1.5 V 系に移行しつつある。特にページャ、セルラー、PHS (簡易型携帯電話) などではその傾向が顕著である。

システムの消費電力削減の方法として、内部制御用マイクロコントローラ (MCU) などでは通常の処理を高速に行い、待受け時に MCU 自身を停止させるなどの施策により、見かけ上の消費電力を削減する方法がとられているが、當時時刻表示が常識となるなかで液晶コントローラドライバの消費電力削減は、システム全体の消費電力削減の“最後のとりで”とまで言われている。

このような要求にこたえてページャ、セルラー、PHS などの携帯機器用に最適なフルドットタイプの低消費電力型液晶コントローラドライバ T6C86 (図 1) を開発したこと、

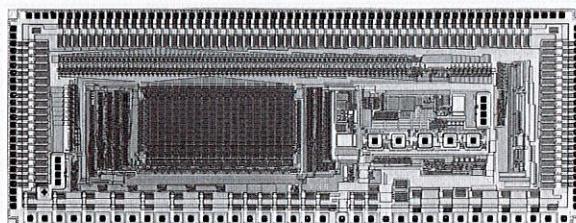


図 1. T6C86 チップ 長方形のチップ内に 1,440 ビットの表示 RAM とそれらを制御するためのロジック回路が搭載されている。
Top view of T6C86 bare chip

バッテリ寿命が一段と延びている。

2 T6C86 の構成

T6C86 は、ページヤなどの中小型規格ドットマトリックス LCD 画面をもつ携帯型通信機器などの LCD コントローラドライバ用として開発されたものである。データバスおよび制御信号などのインタフェース信号は非同期制御となっており、また多様な電子機器にも組み込めるように汎(はん)用化を図っているため、容易に種々のマイクロプロセッサと接続することができる。図 2 に AC 特性波形、表 1 に AC 特性データを示す。

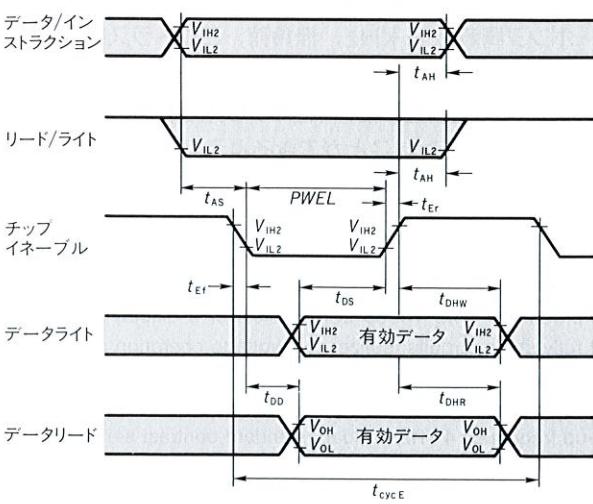


図 2. T6C86 の AC 特性波形 非同期 8 ビットデータバス転送波形例。命令データと表示データをデータ/インストラクション信号により判別している。

AC waveform of T6C86

表 1. T6C86 の AC 特性データ

AC characteristics data of T6C86

項目	記号	最小	最大
イネーブルサイクル時間 (ns)	t_{cycE}	550	—
イネーブルサイクル時間 (ns)	PWEL	330	—
イネーブルサイクル時間 (ns) (立上り/立下り時間)	t_{Er}, t_{Ef}	—	25
アドレスセットアップ時間 (ns)	t_{AS}	30	—
アドレスホールド時間 (ns)	t_{AH}	0	—
データセットアップ時間 (ns)	t_{DS}	100	—
ライトデータホールド時間 (ns)	t_{DHW}	20	—
データ遅延時間 (ns)	t_{DD}	—	200
ライトデータホールド時間 (ns)	t_{DHR}	20	—

表示データは内蔵の表示 RAM に貯えることができ、この表示 RAM の 1 ビットがドットマトリックス LCD の 1 画素にあたるように、表示データが LCD 駆動信号として出力される。T6C86 単体で表示データにあたる LCD 駆動信号(セ

グメント)を 80 出力、走査信号にあたる LCD 駆動信号(コモン)を 18 出力備えているため、総表示画素数は 1,440 画素となり、5×7 画素のかな・数字・英文字で 12 文字×2 行程度の表示が可能である。このほかに LCD 電源用レギュレータ、4 倍昇圧回路、コントラストコントロール回路を内蔵しており、单一電源で LCD を駆動できる。また、発振回路用レギュレータも内蔵し、発振器の低消費電力化も併せて実現している。図 3 に T6C86 のシステム構成を示す。

2.1 入力レジスタ

入力レジスタは、制御用マイクロプロセッサなどから書き込まれたデータを保持する。保持されたデータは、データ/インストラクション信号により命令か表示データかに識別される。

2.2 出力レジスタ

内部の表示 RAM からのデータを保持する。

2.3 X-アドレスカウンタ

このカウンタは、18 進アップ・ダウンカウンタで表示 RAM における列方向のアドレスを保持する。命令で X-カウンタを選択すると、表示 RAM への書込み、または読み出しをするたびに自動的に +1 または -1 される。

2.4 Y-アドレスカウンタ

このカウンタは表示 RAM の行方向のアドレスを保持するが、そのカウント数は表示データのワード長によりカウント数が変化するようになっており、ワード長が 8 ビットの場合 10 進アップダウンカウンタとして、6 ビットの場合 14 進アップダウンカウンタとして機能する。命令で Y-カウンタを選択すると、表示 RAM への書込み、または読み出しをするたびに自動的に +1 または -1 される。

2.5 Z-アドレスカウンタ

このカウンタは、表示 RAM に格納されている表示データを液晶駆動回路に供給するための 18 進カウンタで、Z-アドレスレジスタに保持されたデータが Z-アドレスとしてこのカウンタにロードされる。

2.6 Z-アドレスレジスタ

このレジスタは、5 ビットの表示スタート位置を決めるデータを保持する。このレジスタに 1 ラインごとに順次、表示位置をずらしたデータをセットすることで表示のラインスクロールが可能になる。

2.7 表示スタンバイレジスタ

この 1 ビットのレジスタは表示のスタンバイ状態を保持する。スタンバイ状態では LCD 駆動信号がすべて V_{SS} となる。

2.8 表示ON/OFFレジスタ

この 1 ビットのレジスタは表示の ON/OFF 状態を保持する。OFF 状態では表示 RAM からのデータは出力されない。表示 RAM 内のデータは表示 ON/OFF に影響されない。

2.9 ワード長変換レジスタ

このレジスタは 8 ビット-1 ワードでリード/ライトする

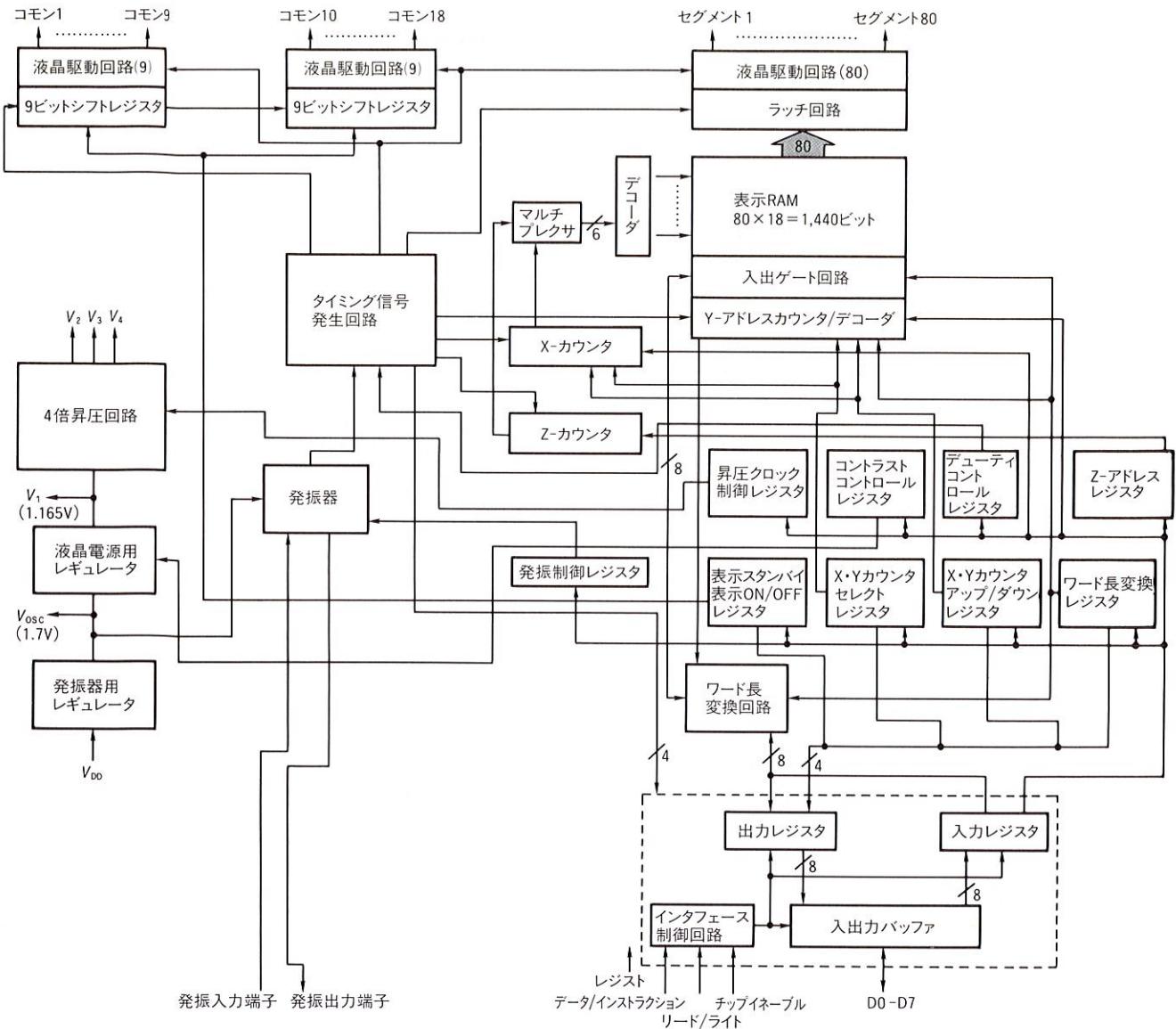


図3. T6C86のシステム構成 2個の電圧レギュレータと4倍昇圧回路を内蔵し、発振周波数と表示電圧の安定化を図っている。
Configuration of T6C86

か、6ビットでリード／ライトするかを決めるデータを保持する。

2.10 ワード長変換回路

この回路はワード長変換レジスタに保持されたデータによって制御される。ワード長が8ビットの場合は8ビットのデータがそのままリード／ライトされる。ワード長が6ビットの場合のライト時は、入力レジスタに保持された8ビット表示データの上位2ビットが無効となって表示RAMに書き込まれ、リード時は表示RAMからの6ビット表示データの上位2ビットに0が付加され、8ビット表示データとして出力レジスタに保持される。

2.11 発振器モード

発振器は、外付け抵抗でのCR発振モード、外付けクリス

タル発振子でのX'tal発振モード、そして外部クロックによる外部クロック供給モードがある。

2.12 発振制御レジスタ

このレジスタは発振器の動作または停止状態を保持する。停止状態では、発振器を停止させるために内部は完全にストップ状態になる。内部回路は完全スタティックのため、停止後の状態は電源が切られないかぎり保持し続ける。

2.13 発振用レギュレータ

発振器を駆動するための電源電圧 V_{osc} を発生させるためのレギュレータである。

2.14 液晶電源用レギュレータ

4倍昇圧回路への電源電圧 V_1 を発生させるためのレギュレータである。

2.15 4倍昇圧回路

液晶電源用レギュレータで作られた V_1 電圧を、昇圧コンデンサで 4 倍昇圧電圧 V_4 にレベルアップさせる。

2.16 コントラストコントロール

T6C86 は、液晶電源用レギュレータ内に 16 段階に設定できるコントラストコントロールレジスタ回路を内蔵しており、このレジスタのデータによって液晶電源用レギュレータの出力 V_1 が可変される。この V_1 を基準に 4 倍昇圧回路が V_4 電圧を発生させる。

2.17 デューティコントロールレジスタ

走査線側の信号であるコモン信号のデューティを切り換えるためのレジスタで、1/16 デューティと 1/18 デューティの選択が可能である。

2.18 表示 RAM

表示 RAM はセグメント方向に 80 ビット、コモン方向に 18 ビット並んでおり、容量は 1,440 ビットである。表示画面の 1 ドットが表示 RAM の 1 ビットに対応して、RAM に書き込んだデータが 1 の場合に点灯し、0 では非点灯となる。

3 プロセスとパッケージ

T6C86 では、0.8 μm の CMOS プロセスを採用している。昨今の機器の薄型化に対応し、122 ピン TCP (Tape Carrier Package) パッケージと金バンプチップの 2 種類を用意している。図 4 に TCP の外観を示す。

TCP タイプは T6C86 (UAM, 5NS)，金バンプチップは JBT6C86-AS (PI) という名称で供給される。

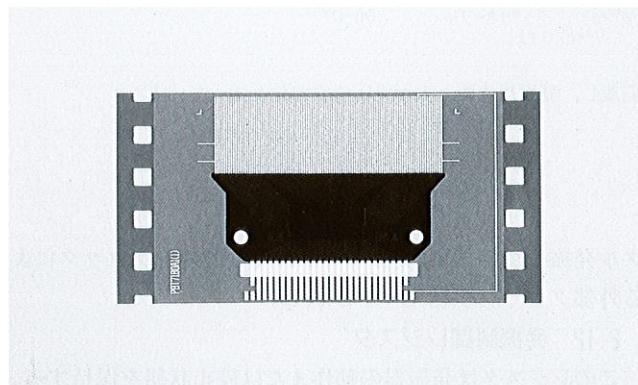


図 4. TCP パッケージ 48 mm 幅のフィルムの裏側にチップがアセンブリされており、またリード線はスズめっきされている。

Exterior of TCP package

4 電源電圧と消費電流

将来の低電圧動作の傾向を考え、最低電圧 1.8 V から最大で 5.5 V での動作を保証している。

表 2 に電源電圧 3 V での表示モード時の消費電流値（標準値）を示す。表 2 に示すように、無負荷で 20 μA 以下の消費電流値となっている。これは、電卓を駆動するための消費電流とほぼ同じで、これが太陽電池（ソーラ）駆動実現のかぎとなっている。

表 2. $V_{\text{DD}}=3 \text{ V}$ 時の消費電流値（標準値）

Current consumption (typ.) at $V_{\text{DD}}=3 \text{ V}$

昇圧クロック	1/8 fosc	1/4 fosc	1/2 fosc	1/1 fosc
CR 発振時	8 μA	9.5 μA	13 μA	18.5 μA
X'tal 発振時	6 μA	8 μA	11 μA	17.5 μA

(注) fosc = 33 kHz

5 あとがき

低消費電力化を図っている製品は携帯型通信機器にとどまらず、多種多様な製品群に広がりを見せている。そのなかで視覚に訴える形の表示装置としての小型液晶表示装置は、その低消費電力特性ともあいまって今後ますます取り入れられていくことが期待できる。特に、電源容量の限られた可搬型電子機器分野では、太陽電池による駆動可能なレベルまで低消費電力化された素子の存在が、電池寿命の延命に多大な貢献をすることは間違いない。このようななかで低消費電力化を推し進めた T6C86 は、その要求に十分こたえてくれるものと信ずる。



牛木 浩 Hiroshi Ushiki

半導体システム技術センター パーソナル情報・家電システム LSI 技術部グループ長。
パーソナル情報機器用マイコンの開発設計に従事。
Semiconductor System Engineering Center



鹿島 勝彦 Masahiko Kashima

半導体システム技術センター パーソナル情報・家電システム LSI 技術部主務。
パーソナル情報機器用マイコンの開発設計に従事。
Semiconductor System Engineering Center