

画像表示のメカニズム

～図形や文字をディスプレイ表示するために必要な知識～

上田智章

本特集の中では、パソコン用ディスプレイに文字や図形を表示するCRTコントローラの設計方法について解説する。ここではその準備として、CRTコントローラに画像をどのように書き込んだり読み出したりするのか、いくつかの方法について整理しておく。

(編集部)

民生品だけでなく産業用組み込み機器においても、文字や図形、写真などの画像情報を高速に表示する機能の必要性は高まっています。しかし、現在、パソコンなどで利用されている汎用のグラフィックス表示処理用チップ・セットは、高速かつ高機能なグラフィックス処理を行うために、内部は非常に複雑な構成になっています。さらに、図1に示すようにその処理が汎用OSと専用デバイス・ドライバによってブラック・ボックス化しています。これは初期開発費と製品価格を押し上げる要因となっています。

● ディスプレイ・コントローラを開発する理由

生産台数が多いシステムなら高機能チップ・セットと汎用OSを組み合わせで専用デバイス・ドライバを開発する

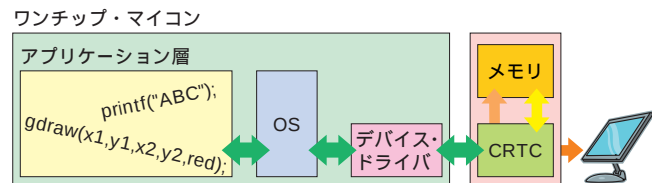


図1 最近の画像表示回路は外からは何をやっているのかわかりづらい処理が汎用OSと専用デバイス・ドライバによってブラック・ボックス化している。

ことも可能です。しかし、小ロット低価格のシステムでは、開発費を抑えるために高機能な汎用コントローラを利用しにくい状況にあります。

組み込み用途では、パソコンほどの高機能グラフィックス処理の必要性は高くありません。1980年代に開発されたコンピュータの映像出力全般を担うLSIの呼称の一つであるCRTC(Cathode Ray Tube Controller)やGDC(Graphic Display Controller)のように、シンプルな仕様で足りると考えられます。

しかし、そのほとんどは表示デバイス側の急速な進歩も災いして既に製造中止状態にあり、利用できません。以上のような理由により、開発者はFPGAやCPLDを使って液晶パネル表示コントローラやビデオ表示コントローラを独自に開発せざるを得ない状況に追い込まれています。

ところが、参考となる初期のシンプルな構成のチップを開発した設計者らは、はるか昔に第一線から退いており、その設計情報はほとんど残っていません。これが液晶パネルやビデオ表示を行うコントローラの設計を困難なものにしているようです。

● 安価になったメモリやFPGAが開発を後押し

悪いことばかりではありません。近年、CPU、メモリ、プログラマブル・デバイス、ビデオD-Aコンバータなどは飛躍的な進歩を遂げており、以前に比べて部品点数を著しく少なくできます。フレーム・メモリ(表示機能を持ったメモリ)を構成する選択肢も増えています。間欠的にリフレッシュ動作を行わねばならないDRAM(Dynamic RAM)

Keyword

CRTC, GDC, DRAM, SRAM, CRTディスプレイ, 電子ビーム, テキストRAM, フレーム, プレーン, キャラクタ・ジェネレータ, ビットマップ・メモリ, ピクセル・マップ・メモリ, リアル・カラー表示, カラー・インデックス表示

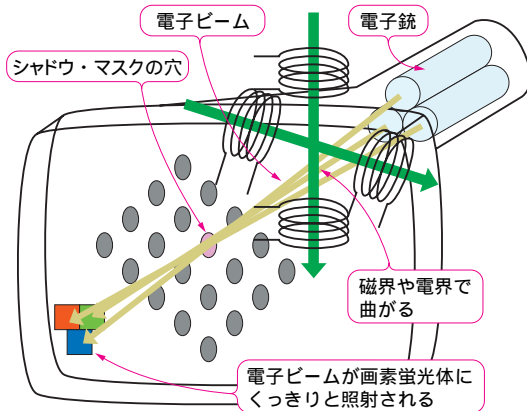


図2 CRTディスプレイの構造

3本の電子ビームは集束させてシャドウ・マスク上の同じ穴を通過して、それぞれ赤、緑、青の蛍光体に照射するように設計されている。

だけでなく、SRAMを使ったシンプルな構造のフレーム・メモリも実現が可能です。

ここでは、表示デバイスとしてパソコン用ディスプレイ（アナログ・ビデオ・インターフェースを持つ）を取り上げ、その利用方法の基礎的な項目について説明します。

1. CRTディスプレイの構造とビデオ信号の成り立ち

● CRT内部で電子ビームを端から端へ走査する

Windowsパソコンに標準的に装備されているアナログ・ビデオ・インターフェースは、基本的にはCRTディスプレイ、つまり、昔使われていたブラウン管のために用意された仕様です。

CRTディスプレイには以下のものが封入されています（図2）。

- 高真空状態のガラス製容器内に個別の強さの電子ビームを発生できる3本の電子銃
- シャドウ・マスクと呼ばれる3本の電子ビームを通過させる細かい穴が開いた板
- 電子ビームがあたるとそれぞれ赤、緑、青を発色する蛍光塗料が塗布された発光面

3本の電子ビームは集束させてシャドウ・マスク上の同じ穴を通過して、それぞれ赤、緑、青の蛍光体に照射するように設計されています。管の外側に配置された垂直・水平の2組の偏向コイルで発生させた磁界によりビームを動的に曲げることで、図3に示すように発光する点をジグザグにスキャンできます。このとき、適宜、電子ビームの強

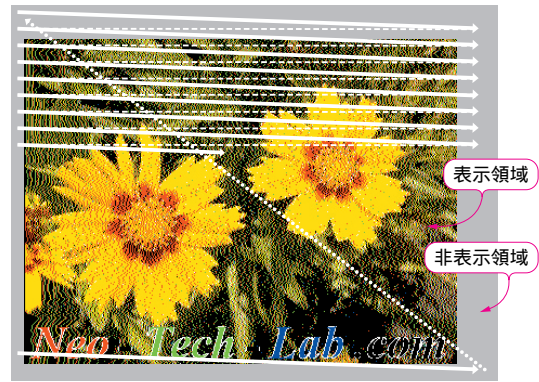
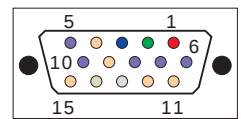


図3 水平走査と水平帰線期間、垂直帰線期間

実線が走査線、波線が帰線期間を示す。

ピン	信号名	ピン	信号名	ピン	信号名
1	Red	6	GND	11	NC
2	Green	7	GND	12	NC
3	Blue	8	GND	13	HSYNC
4	NC	9	NC	14	VSYNC
5	GND	10	GND	15	NC



D-Sub15ピン メス

図4 CRTコネクタの配列とピンの割り当て

制御対象の信号は、垂直同期信号 VSYNC と水平同期信号 HSYNC、表示色を決める Red, Green, Blue の合計 5 本のみ。

度を変更して色ごとの輝度を変えることで2次元の濃淡をもった画像を表示できるのです。

● 同期信号は電子ビームを垂直および水平の起点に戻す

図3に示すように電子ビームを垂直および水平の起点に戻すタイミングで電子ビームが出ていると、きれいな画面が出せません。そのため、戻り期間（ブランキング期間）は電子ビームをカットするように定められています。

図4にCRTコネクタの配列とピンの割り当てを示します。制御対象の信号は、垂直同期信号 VSYNC と水平同期信号 HSYNC、表示色を決める Red, Green, Blue の合計 5 本だけです。RGB8 色表示の場合は Red, Green, Blue の信号ラインは 0V または 5V の 2 値出力ですが、D-A コンバータを使って中間値を出力すれば、256 色、4096 色、1670 万色と言った多色表現が可能になります。つまり、赤の濃さや緑の濃さ、青の濃さを調整し、さらにこれらが混ざることでも何万色といった色を表現できるのです。

HSYNC や VSYNC は、ディスプレイに水平または垂直の同期タイミングを取らせるための負論理信号で、0V および 5V の 2 値出力です。図5に同期タイミングの例を示します。