

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-363772

(43) 公開日 平成4年(1992)12月16日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 15/72	3 5 5 P	9192-5L		
3/153	3 2 0 D	9188-5B		
G 0 9 G 5/20		8121-5G		

審査請求 有 発明の数 1 (全 9 頁)

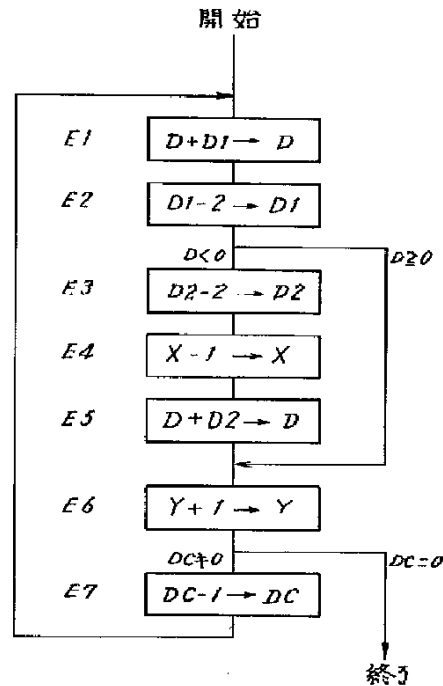
(21) 出願番号	特願平3-9288	(71) 出願人	00004237
(62) 分割の表示	特願昭55-82484の分割		日本電気株式会社
(22) 出願日	昭和55年(1980)6月18日		東京都港区芝五丁目7番1号
		(71) 出願人	100065916
		(72) 発明者	小口 哲司
			東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式会社内

(54) 【発明の名称】 円描画方式

(57) 【要約】

【目的】 描画精度や品質の良い円画像データを、極めて簡単な演算処理だけで作成する。

【構成】 描画基準となる点の中間結果Dに、前記描画基準点のY (X) 座標データを所定数変化させた次の点と前記描画基準点との変位D₁ を加算し、前記変位D₁ を更新する。前記中間結果Dの判断結果に基づいて、次に描画すべき点のX (Y) 座標データを求める。X (Y) 座標データを更新した時は、中間結果Dに変位D₂ を加算し、前記D₂ を更新する。予め定められた描画点の未描画点数DCを判定して零になったら描画を終了する。



1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】表示画面上に描画されるべき円の描画開始点データを設定する第1のステップと、前記描画開始点を基準としてそのY座標データ（またはX座標データ）を所定数ずつ変化させた時のX座標データ（またはY座標データ）を次に描画すべき点のX座標データ（またはY座標データ）に近似する第2のステップと、予め定められた数の描画点が描画されたか否かを判定する第3のステップとを有することを特徴とする円描画方式。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はCRT（カソード・レイ・チューブ）、プリンター等の表示装置に画像データを描画する方式に関し、特に円図形もしくは円図形の一部（弧）を描画するための方式に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の画像データ作成用の制御装置は主として2種類に大別される。

【0003】かかる2種類の制御装置には後述するよう*

$$x_n = k + r, (k+r) - 1, (k+r) - 2, \dots, k, \dots, k - (r-1), k - r \quad \dots (1)$$

【0008】その都度Y座標が式(2)から算出される。

$$y_n = \sqrt{r^2 - (x - k)^2} + k \quad \dots (2)$$

【0010】この第1の円描画方式では、(2)式から明らかなように表示座標1ドットの算出毎に2回の整数乗算、1回の実数平方根演算、3回の整数加減算を必要とする。その為、乗算回路、平方根演算回路、加減算回路を用いた長時間の演算を必要とし描画が遅れるという欠点がある。

【0011】更にX座標もしくはY座標いづれかを基準として1座標単位で変更しながら、その時のY座標(X座標)を求めている為、図1に示すように0度から45度、135度から225度、315度から360度(0度)の間の円周上に描画されるドットの間隔が拡がり、★

$$x_n = r \cdot \cos \theta_n + k \quad \dots (3)$$

【0015】

$$y_n = r \cdot \sin \theta_n + k \quad \dots (4)$$

【0016】ここで、θ_nを例えば1度毎に0度から360度まで360回変更し、角度変更毎に上式からX、Y座標を算出するものである。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】この描画方式では1ドットの描画毎に、2回の実数三角関数演算、2回の実数乗算、2回の整数加算を必要とする為、これも描画時間が長くなるという欠点を除去することはできない。

【0018】一方描画時間短縮を目的として、あらかじめ

*に乗算機構や関数演算機構等複雑でかつ長時間の演算を要する機能が具備されており、高速でデータを作成することができなかった。

【0004】しかしながら、このような機能は従来の制御方式には欠くべからざるもので、円図形等の画像データを高速で作成することは困難であった。以下に、円画像データを作成する従来の制御方式を提示して上記欠点を明らかにする。

【0005】その第1は、円の方程式を基にしてX座標、又はY座標を1座標単位(1ドット単位)で変更しながら描画すべき円上の点を表示装置のドット位置として算出していく方式である。より具体的な説明を加えると以下の如くとなる。

【0006】中心座標(h, k)、半径rの円を点(h+r, k)より描画を開始し、X座標方向に1座標単位で座標を変更しながらY座標を算出し、円描画を行なう場合、X座標(x_n)は式(1)で示すように(h+r)から(h-r)の座標まで“1”ずつ減算される。

【0007】

※【0009】

★描画精度及び品質が劣る等の欠点もある。

【0012】第2の従来より実施されている円描画方式は、円周上の点を三角関数を含む数式によって表現し、1単位角度毎に描画すべきドットのX座標、Y座標を算出、変更する方式であり、より具体的な説明を加えると以下の如くとなる。

【0013】中心座標(h, k)、半径rの円において、円周上の点(x_n, y_n)は、式(3)および(4)によって表現される。

【0014】

め三角関数テーブルをメモリに用意しておき、そのテーブルを参照する事によって、上記した2回の実数三角関数演算を省略することも考えられるが、関数テーブルとして大容量メモリを必要とし、一般性、拡張性に乏しくなるという欠点が生じてくる。

【0019】しかも、いづれにせよ少なくとも2回の実数乗算が実行されなければならないので演算時間は長く、かつそのための乗算機構などを用意しなければならないのでハードウェア機構が複雑化してしまう。

3

【0020】この第2の描画方式では角度をドット描画位置変更の単位としているので、円周上に描画されるドットの間隔は、その半径が一定であれば等間隔となる。従って第1の従来方式と比較して描画品質は向上する。

【0021】しかしながら、半径の値に従って角度変更の単位を最適に変更する手段を用意しないと、半径の値がどのような円であろうと、例えば半径が1であろうと1000であろうと同数の描画ドット数となり、半径が小さい場合には同一座標への無駄なドット多重描画、又は半径が大きくなるにつれて描画ドット間隔が拡がり

10 すぎるという不都合が生じる。
【0022】図2は、この欠点を説明するための描画像図である。この図の例では角度変更の単位を15度としたものであって、半径が1の小円であっても、半径が8の大円であっても、総描画ドット数はいずれも $360/15=24$ 点を必要とする。

【0023】従って、半径が1の小円では同一座標に多数回のドット描画が実行され、又半径が8の円では、描画ドットの間隔が拡がり表示品質が劣化してしまう。

【0024】尚、特に図示していないが、これら2種の 20 従来方式では表示画面への表示位置（ドット位置）を算出するのに、乗算演算回路や平方根演算回路等複雑なハードウェア機構を必要とする。

【0025】従って、処理装置（例えばマイクロコンピュータ等）が大型化すると共に加減算に比べて数十倍以上の演算処理時間を費さねばならないということが、特に大きな欠点であった。

【0026】

【課題を解決するための手段】本発明は、表示画面上に描画されるべき円の描画開始点データを設定する第1の 30 ステップと、前記描画開始点を基準としてそのY座標データ（またはX座標データ）を所定数ずつ変化させた時のX座標データ（またはY座標データ）を次に描画すべき点のX座標データ（またはY座標データ）に近似する第2のステップと、予め定められた数の描画点が描画されたか否かを判定する第3のステップとを有することを特徴とするものである。

【0027】

【作用】本発明によれば、座標(X, Y)を中心として半径Rの円もしくはその円の一部(円弧)を表示画面上に 40 描画すべき表示位置制御データ(画像データ)を作成する場合、X軸を始線として反時計回りに $0^\circ \sim 45^\circ$ の第1の範囲、 $45^\circ \sim 135^\circ$ の第2の範囲、 $135^\circ \sim 225^\circ$ の第3の範囲、 $225^\circ \sim 315^\circ$ の第4の範囲、 $315^\circ \sim 360^\circ$ の第5の範囲に分割し、前記円を第1及び第5の範囲に描く時は描画データ作成開始点(X+R, Y)を記憶部から読み出し、そのY座標を所定の値づつ変化せしめ、その時のX座標を第1の演算部で求め、前記円を第2の範囲に描く時は描画データ作成開始点(X, Y+R)データを記憶部から読み出し 50

4

て、そのX座標を所定の値づつ変化せしめその時のY座標を第2の演算部で求め、前記円を第3の範囲に描く時は描画データ作成開始点(X-R, Y)のデータを記憶部から読み出し、そのY座標を所定の値づつ変化せしめその時のX座標を第1の演算部で求め、前記円を第4の範囲に描く時は描画データ作成開始点(X, Y-R)のデータを記憶部から読み出し、そのX座標を所定の値づつ変化せしめてその時のY座標を第2の演算部で求め、夫々の演算結果を画像データとして設定するように制御される。前記X(又はY)座標を所定の値づつ変化せしめた時の前記Y(又はX)座標は、円の方程式から得られる前記Y(又はX)座標の値のうち小数部を四捨五入して得られる整数値データに規格すれば処理が簡単になる。

【0028】ここで、座標とはX-Y直交座標系を意味し、その座標データ(X, Y)は表示面上で、n番目の主走査線がX、m番目の幅走査線がYに対応するものと考えてもよい。

【0029】このようにして作成された画像データで指示された表示面上に対応する位置(画素)にドットパターンが描画されて所望の面もしくは円弧が表示される。

【0030】本発明によれば、第1、第3、第5の範囲に描画される円に対してはY座標を基準としてX座標を求め、第2及び第4の範囲に描画される円に対してはX座標を基準としてY座標を求めるように設定しているので、従来の図1に示すようなドット表示間隔にムラを出すような画像データを作成したり、あるいは図2に示すように半径の違いに応じてドット表示間隔が拡がりすぎたり又は同一座標(同一ドット)への多重表示を行ったりするような画像データを作成したりするようなことは無く、当間隔で無駄のない円もしくは円弧の表示位置データを得ることができる。

【0031】又、小数演算部を四捨五入して演算データを作成しているため乗算や平方根演算の複雑な演算回路は一切不要である。

【0032】従って演算回路の簡略化ができ高速でかつ表示品質のよい画像データを作成することができる。

【0033】

【実施例】以下に、図面を参照して本発明の一実施例を詳細に説明する。

【0034】まず、図3に本発明で作成した画像データに基づいて表示面上に円を描画した様子を示す。これは中心座標(h, k)、半径8の円を描画したときの一実施例を示す描画図である。このとき全円は、45度毎に8個の1/8円弧に分割され、その1/8円弧を8回描画開始点及び描画方向を変更する事によって全円周の描画位置データが作成され、このデータが表示部に送られて全円周が描画される。315度から45度(第1及び第5の範囲)、135度から225度(第3の範囲)の 1/8円弧描画に関しては、描画データ作成開始点を中

5

心から方向0度及び180度の円周上の点に選択し、Y座標を1座標単位で移動させたときのX座標値を算出して描画を行ない、45度から135度(第2の範囲)、225度から315度(第4の範囲)の1/8円弧描画に関しては描画データ作成開始点を中心から方向90度及び270度の円周上の点に選択し、X座標を1座標単位で移動させたときのY座標値を算出して描画を行なう。

$$(x-h)^2 - (y-k)^2 = r^2 \quad \text{--- (5)}$$

【0038】この1/8円弧描画の場合は前述したとうり、Y座標の1座標変更毎に円周上の画像データを算出※

$$x = \sqrt{r^2 - (y-k)^2} + h \quad \text{--- (6)}$$

【0040】ここで座標は全て“正の整数”で定義されなければ、表示面上にドットパターンを表示することができないので(6)式で定まるxの値に対してその整数★

$$x = \sqrt{r^2 - (y-k)^2} + h = I - F \quad \text{--- (7)}$$

【0042】ここで(7)式をそのままの形で演算し、X座標を直接算出すると2回の整数乗算、1回の整数減算、1回の実数平方根演算を必要とすることが容易に理解できる。

【0043】しかしながら実数平方根や乗算演算は長時間の演算時間を必要とするので描画速度が遅くなり好ましくない。

【0044】従って、本実施例では(7)式の小数部分Fにのみ注目し、これによって描画ドット位置のXあるいはY方向の変位分を検出して描画すべきドット位置の座標を決定するように工夫している。

【0045】この方式によれば後述するように、わずかな整数加減算のみで描画ドット座標位置を指示する画像データを求めることができ、極めて高速度で描画データ★

$$F = (I-h) - \sqrt{r^2 - (y-k)^2} \geq 1/2 \quad \text{--- (8)}$$

【0050】これを変形して(9)式とすることができ

$$\{r^2 \geq (y-k)^2\} - \{(I-h)^2 - (I-h) + 1/4\} \leq 0 \quad \text{--- (9)}$$

【0052】この範囲(0°~45°)では描画開始点が中心から0度の円周上の点(h+r, k)に定められるので、y=k, I=r+hを代入すると(9)式は

$r-1/4 \leq 0$ …… (10) となる。整数演算を行なう為1/4の値を1に切上げてもrが整数値であるので支障は無い。従って、描画開始点では(9)式は

$r-1 \leq 0$ …… (11) となり、これは描画開始点における小数部演算の中間結果Dの初期値となる。この式の正負を判断する事によ

6

*【0035】以下、本発明の一実施例における円描画位置データのX, Y座標算出の為のアルゴリズムについて詳細に説明する。

【0036】図3に示す中心(h, k)、半径rの円に対して、0度から45度に至る1/8円弧描画を例にあげると、円の方程式は式(5)で示される。

【0037】

※するので(5)式を変形して(6)式を得る。

【0039】

★部を“I”、小数部を“F”で表現すると、(7)式を得る。

【0041】

20☆の作成を行なうことができる。

【0046】座標は一般に“正の整数”で定義されるので、得られる小数部分Fを四捨五入する事によって直線的に変化する円の軌跡を座標上のドットとして近似することができる。

【0047】このため(7)式において、Fが1/2未満の場合は、整数部“I”には変更がなく、Fが1/2以上の場合は、整数部“I”は1だけ減算された値となるように設定する。

30【0048】即ち、Fが1/2以上となった場合には、描画ドットデータのX座標を-1だけ移動させて各範囲での円の座標データを規格化する。従って(7)式に四捨五入の条件を加味すると、(8)式となる。

【0049】

◆【0051】

り、(7)式における四捨五入の判断をする事が可能となることは容易に理解できる。今r=8であるので(9)式は満足されず、小数部Fは0となる。

【0053】一方、(9)式が満足される時は、四捨五入の条件が満足されるので、その時のX座標の整数部Iを1だけ減算してX座標を-1だけ移動すればよい。

【0054】次に、小数部の演算を実行して次描画点のX座標を求める必要があるが、(8)式に示す小数部Fの値を直接求めると平方根演算を必要とし処理が大変である。

【0055】しかしながら、実際の描画ではY座標が+1づつ変化する毎に、X座標が変化しないか、あるいは-1だけ変化するかはのいずれかである。そしてこの変化の有無は前記中間結果Dが正となるか負となるかによって決定されるわけである。故に、次の描画点での中間結果Dの変位を求めればよい。即ち、(9)式の左辺の変位を求めることによって次の中間結果を求めることがで*

$$\{r^2-(y-k+1)^2\}-\{(I-h-N)^2-(I-h-N)+1/4\} \quad \dots (12)$$

【0058】一方、前描画点Bに対しては(13)式と 10※【0059】なる。

$$\{r^2-(y-k)^2\}-\{(I-h-N)^2-(I-h-N)+1/4\} \quad \dots (13)$$

【0060】したがって、中間結果Dの変位D1はその差をとって、(14)式を得る。

$$\begin{aligned} & \{r^2-(y-k+1)^2\}-\{(I-h-N)^2-(I-h-N)+1/4\}- \\ & \{r^2-(y-k)^2\}+\{(I-h-N)^2-(I-h-N)+1/4\} \\ & =-2(y-k)+1 \quad \dots (14) \end{aligned}$$

【0062】一方、(9)式の左辺が0未満のときは四捨五入条件を満足するので、次描画点での中間結果はY座標が+1、X座標が-1されるため(15)式とな*

$$\{r^2-(y-k+1)^2\}-\{(I-h-N-1)^2-(I-h-N-1)+1/4\} \quad \dots (15)$$

【0064】となる。故に、中間結果Dのこの時の変位は(15)-(13)式で算出されるので、(16)式◆

$$\begin{aligned} & \{r^2-(y-k+1)^2\}-\{(I-h-N-1)^2-(I-h-N-1)+1/4\}- \\ & \{r^2-(y-k)^2\}+\{(I-h-N)^2-(I-h-N)+1/4\} \\ & =2\{(I-h)-N\}-2(y-k)+1-2 \quad \dots (16) \end{aligned}$$

【0066】となる。ここで、-2(y-k)+1は変位D1と同値であるため、これを除く式、すなわち2{(I-h)-N}-2を変位D2として算出し、その結果からD1分を引けば解が求まる。

【0067】なお、NはX座標の変化回数を示す。

【0068】ここで、図4に本発明の画像制御装置の概略を示すブロック図を提示する。図4において、メモリ100は複数のレジスタ等で構成されたもので、CPUあるいは外部メモリから送られるX、Y座標と円との交点、即ち画像データ作成開始点が設定される。

【0069】このメモリ100からのデータはY座標を所定数づつ変化させた時のX座標を前述の方式に基いて算出する第1の演算部101と、X座標を所定数づつ変化させた時のY座標を算出する第2の演算部102とに送られ、夫々の演算結果が画像データ格納メモリ103に出力される。尚、演算途中結果はメモリ100に一時格納するものとする。メモリ103から表示部104へ画像データが表示信号に変換されて転送されることによ

*きる。

【0056】ここで、(9)式の左辺を直接演算すると多数回の実数乗除算が必要となるので、演算時間が長くなる。従って、(9)式の左辺0以外のとき、X座標は変化せずY座標のみが1だけ加算されればよい。故に、次描画点の座標データAに対しては(12)式となる。

【0057】

★【0061】

★

☆る。

【0063】

◆を得る。

【0065】

り所望の円あるいは円弧の表示を可能ならしめる。105は各部のタイミングを制御する信号を出力する制御部である。

【0070】ここで、メモリ100に格納されるデータについてより詳しく説明する。

【0071】分割された角度(第1~第5の範囲)のうち例えば第1の範囲に表示すべき画像データを作成する場合、初期値X、初期値Yとして描画開始点の座標X=h+8、Y=kが設定され、小数部演算の中間結果Dとして描画開始時においては、(11)式で与えられた値r-1=7が設定される。更に小数部演算の変位D1として描画開始時においては(14)式において、Yがkであるから-1が設定される。さらに、小数部演算の結果が0未満となったときに追加実行される値D2として(16)式で示される小数部演算変位式の一部である2{(I-h)-N}-2の計算結果が格納される。描画開始時においてN=0、I=rであるので、D2として2{(I-h)-1}が設定される。X座標の方向変化

が生ずるたびに、前記2(1-h-N)-2のNの値が1だけ増加されるので、その結果D₂は2だけ減算される。

【0072】図5は描画演算実行回路のブロック図でありCPUから送出される命令又はパラメータがデータ及び制御バス10を經由してレジスタD、変位D1、D2、X、Y、DCに設定される。ここで、レジスタD、D1、D2には前述した中間結果D、変位D1、D2が夫々格納される。さらにレジスタX、Yには夫々描画開始座標が格納され、レジスタDCには描画範囲に描画すべきドット数が格納される。

【0073】さらに描画開始命令が与えられたとき描画指示信号発生回路(フリップフロップ)42を起動する為の信号線11がフリップフロップ42のセット端子に接続される。20aから20pは各々切換ゲート群であり、G入力が“1”となったとき、入力信号が出力に接続され、G入力が“0”のときは、出力には信号が出力されず開放状態となる。35、36、37は3バス形式を持った演算器のデータバスであり、被演算数が35へ、演算数が36へ、ALU50の出力である演算結果が37へそれぞれ接続される。ALU50は演算器であって、オアゲート45gよりA/Sに供給される信号線が“1”のとき加算を“0”のとき減算を実行し、被演算数がバス35から、演算数がバス36からそれぞれ入力され、演算結果がバス37へ出力される。42は描画指示信号発生回路であり、CPUから描画開始命令で与えられたとき信号線11に発生する信号DRAW STARTによって出力が能動状態となり、ANDゲート41から供給されるリセット信号“1”となったとき非能動状態となる。42の出力は描画タイミング発生回路44に供給され、図6に示されるタイミング信号E1~E7が順次発生される。40は零検出回路でありレジスタDCの内容が全ビット“0”となったとき出力は“1”となり、ANDゲート41にその出力は接続される。ANDゲート41の一方の入力には描画タイミング信号E7が接続されており、入力が共に“1”となったときANDゲート41の出力であるDRAW END信号(図6参照)が“1”となり描画指示回路42を非能動とする。フリップフロップ43は描画タイミングE2のときのレジスタDのデータ正負を記憶する。43の出力は45c、d、eに供給され、図5に示す演算処理制御を可能とする。30及び31はデータ発生回路であり、各々データ“1”及びデータ“2”を発生する。60は映像制御回路であり本描画演算実行回路にて演算生成された描画位置座標X、Yが供給され実際に描画を実行する。

【0074】以下、図5の回路動作について説明する。CPUよりパラメータ設定及び描画開始命令が与えられると信号線11にDRAW START信号が発生し描画指示発生器42の出力DRAW INGが“1”とな

り描画タイミング信号発生器44から描画タイミング信号がE1からE7の順に発生し、タイミングE7においてDCの値が全て“0”でなければ、ANDゲート41の出力信号であるDRAW ENDは“0”のままであり、引き続きE1からE7の描画タイミング信号が発生し、描画が続行される。タイミングE7においてDCの値が全て“0”であれば上記DRAW ENDは“1”となり、描画指示信号発生器42をリセットし、描画を終了する。

10 【0075】次に、描画タイミングE1において実行される“D+D1→D”の演算実行を例に取って回路動作を説明する。描画タイミング信号E1が出力されるとオアゲート45a及び45gの出力が共に“1”となり、切換ゲート群20a、20b、20dが活性化され、バス35にはレジスタDの内容が、バス36にはレジスタD1の内容が出力され、各々ALU50に入力される。ALU50の出力、即ち演算結果“D+D1”はバス37、及び切換ゲート20bを經由してレジスタDに読み込まれ“D+D1→D”の演算が実行される。描画実行タイミングE2以降の演算に関しては、上記E1時の説明と類似しているため省略する。

【0076】この様な回路動作の下で実行される円図形の画像データ作成過程を図7及び図8の手順図を参照して以下に説明する。

【0077】図7に示すように画像データ作成開始時に、メモリ100内のレジスタX、Y、DC、D、D₁、D₂に夫々前述したデータを設定する。この後の、描画開始命令の入力により図8に示す流れ図に沿って、タイミング制御の下で画像データ作成処理を実行していく。

【0078】図8の流れ図に沿って0°~45°の範囲に描画される円図形の画像データを求める。

【0079】まず、レジスタYに設定されている開始点データ、この場合にはX=h+8、Y=kが、図3での点a₀を示す画像データとして画像制御回路60に転送される。この時、タイミングE₁でレジスタDとD₁との内容がALU50で加算される。即ちD=r-1=7、D₁=-(2Y+1)=-1(∵Y=0)だからD+D₁=7-1=6となり、データ6がレジスタDに設定される。

【0080】更に、タイミングE₂でレジスタD₂の内容が(-2)加算され、-3がレジスタD₁に設定される。この時D=6>0だからタイミングE₃での処理にジャンプする。この期間はYの内容を+1変化させる処理を実行する期間で、Y=1がレジスタYに設定され、次の画像データ作成の準備をする。

【0081】一方レジスタDCには0°~45°の範囲に描画すべきドット数7が設定されており、1ドット作成する毎に1づつ減算される。例えばリングカウンタによりその値が6に設定される(タイミングE₇)。

【0082】次に再びタイミングE₁に戻り、Y座標が+1されたk+1でのX座標の算出が開始される。手順は前述した過程を繰り返して実行すればよい。即ち、各タイミングE₁～E₇で図8に示す加算を実行し、その演算結果特にレジスタDとDCとの内容を調べて、次に*

*実行すべき処理を決定する。この処理は図8に示す単純な加減算処理でよい。0°～45°の範囲に描画される点の値を図8の流れ図に沿って算出すると下に示す表1のような結果が得られる。

【0083】

E1	D	7	6	3	-2	3	-6	-7
E2	D1	-1	-3	-5	-7	-9	-11	-13
E3	D2	14	14	14	12	12	10	8
E4	X	8	8	8	7	7	6	5
E5	D	7	6	3	10	3	4	1
E6	Y	0	1	2	3	4	5	6
E7	DC	6	5	4	5	2	1	0

表 1

【0084】なお、表1は原点を中心とする半径8の円について求めたものであるが、中心(h, k)の円についてはX座標の各値にhを加算すればよいことは明白である。

【0085】かかる処理を逐次実行することにより、図3に示す点a₀～a₈の各座標位置を示す画像データが作成され、画像制御回路60に順次格納される。一方、45°～135°、225°～315°の範囲では、図8でタイミングE₄及びE₅の処理が夫々Y-1→Y, X+1→Xに変更されるだけで他は同様の処理でよい。この様にして全円を示す画像データが全て画像制御回路60に格納され、表示タイミングに同期して表示部へ送られる。

【0086】

【発明の効果】本実施例は円を4分割して45°～135°、135°～225°、225°～315°、315°～45°の各範囲で初期値をYあるいはX座標上に選定して、XあるいはYの座標を所定の値(実施例では1)づつ変化させて、その時のYあるいはXの座標を図4の小数部簡易演算方式を用いて算出するもので、描画すべき円又は円弧の半径が異なっても、一定の間隔で円周上のドットパターンを近似することができ、半径の小さい円での同一ドットの多重化及び半径の大きい円でのドット間の拡がりをなくした品質の良い円描画を実行することができる。

【0087】又、図8より明らかなように円のドット位置を作成する演算方式は独得の小数部簡易演算法を採用しているため、平方根演算や乗算演算等、長時間を要する演算を使うことなく単純な加減算だけでよいので、描画速度は従来に比して約100～1000倍程高速化できる。

【0088】尚、本実施例では円の全周及びその任意の一部の円弧のいづれでも描画可能であるが、描画すべき

円あるいは円弧がどの範囲に相当するものであるかを予め規定しておく必要がある。しかしながら、この規定は極めて簡単で、例えば各範囲に表示されるべきドット数を規定しておき、図8でドットデータを作成する度にその数を検出して所定の値になった時、演算を中止したりあるいは範囲の設定を変更したりすればよい。又、マスクレジスタを付加して目的とするデータだけを画像制御回路60に出力するようにしてもよい。

【0089】以上、0度から45度に至る1/8円弧描画の場合を例に取って説明したが、他の角度領域における円弧についても、図4におけるX, Yの演算位置の交換、又はXY加減算の変更、描画開始点の設定変更によって描画可能である。又、上記例ではX, Y座標値の算出を例に取っているが、画像記憶器のドット情報格納番地の算出を行なう場合に置換しても効果は同じである事は言うまでも無い。更に、基準となるXもしくはY座標の変化分を1ではなく2もしくは3等他の整数値に変更すれば、円周上で隣り合うドットの間隔を任意に変化させることができ楕円表示等も可能となる。

【0090】この様に、本発明によれば描画範囲に応じて(r₂-Y₂)および(r₂-X₂)のいずれかを指定して描画ドット位置を算出するようにしている。したがって、図1のように描画間隔にムラを出すことはなく、また、図2に示すようにドット間隔が広がりすぎることもない。さらに、同一座標への多重描画もなくなるという利点もある。とくに描画される円が上下左右対象になるようなドットデータを生成することができるので、従来のように不自然さを出すことなく、自然円に近い円を描画することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】夫々従来の描画方式によって描画された円図形図である。

【図2】夫々従来の描画方式によって描画された円図形

図である。

【図3】本発明の一実施例による描画方式によって描画された円図形図である。

【図4】本実施例描画制御装置の概略図である。

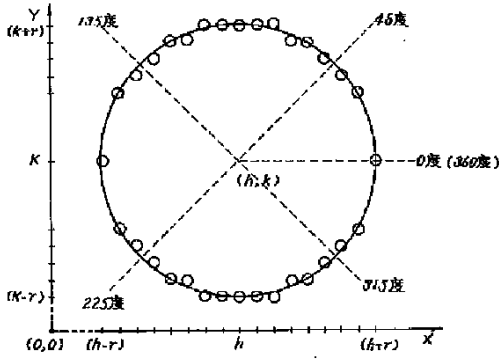
【図5】画像データ作成回路図である。

【図6】タイミング信号発生図である。

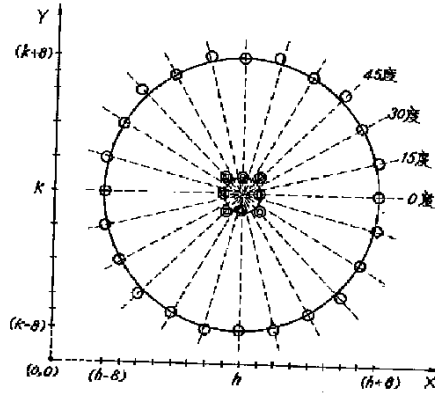
【図7】夫々動作処理の実行手順を示す流れ図である。

【図8】夫々動作処理の実行手順を示す流れ図である。

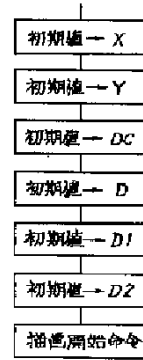
【図1】



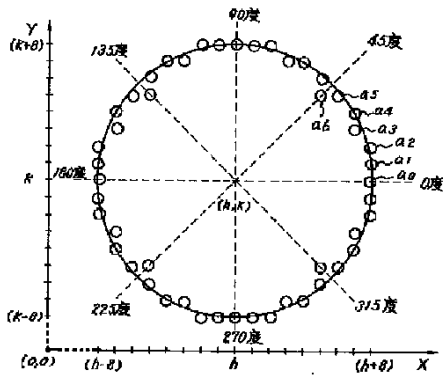
【図2】



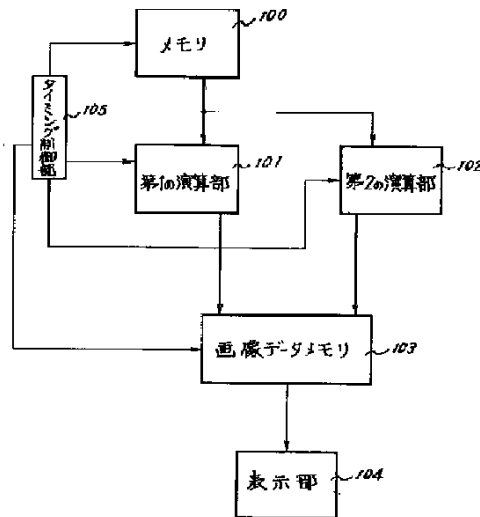
【図7】



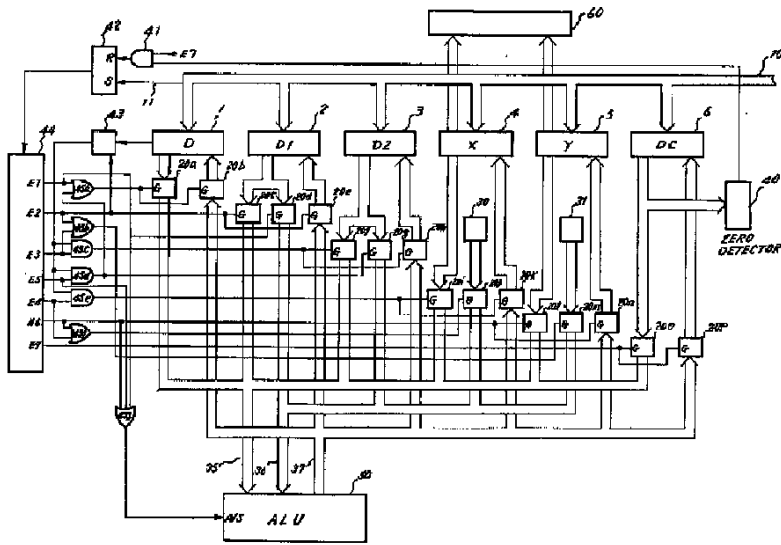
【図3】



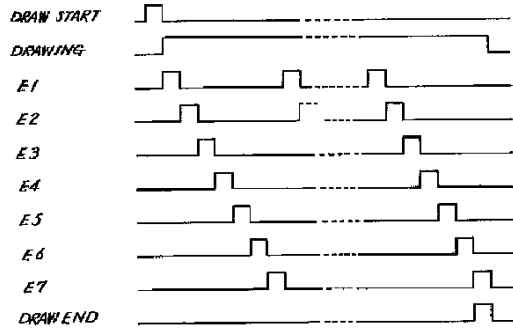
【図4】



【図5】



【図6】



【図8】

