

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4089047号
(P4089047)

(45) 発行日 平成20年5月21日(2008.5.21)

(24) 登録日 平成20年3月7日(2008.3.7)

(51) Int.Cl.		F 1			
G06T	11/20	(2006.01)	G06T	11/20	120
G06F	15/02	(2006.01)	G06F	15/02	315G
G06T	11/80	(2006.01)	G06T	11/80	F

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願平10-304243	(73) 特許権者	000001443
(22) 出願日	平成10年10月26日(1998.10.26)		カシオ計算機株式会社
(65) 公開番号	特開2000-132696(P2000-132696A)		東京都渋谷区本町1丁目6番2号
(43) 公開日	平成12年5月12日(2000.5.12)	(74) 代理人	100058479
審査請求日	平成17年5月19日(2005.5.19)		弁理士 鈴江 武彦
		(74) 代理人	100084618
			弁理士 村松 貞男
		(74) 代理人	100092196
			弁理士 橋本 良郎
		(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 グラフ表示装置及びグラフ表示処理プログラムを記録した記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

関数式を入力する入力手段と、

この入力手段により入力された関数式を、該関数式を構成する複数の関数要素に応じて複数の成分関数式に分解する式分解手段と、

この式分解手段により分解された複数の成分関数式及び前記入力手段により入力された関数式のそれぞれに対応するグラフを別々に描画表示するグラフ表示手段と、
を備えたことを特徴とするグラフ表示装置。

【請求項2】

前記式分解手段は、前記入力手段により入力された関数式に含まれる演算子に基づき、
該関数式を構成する複数の関数要素に応じた複数の成分関数式に分解する式分解手段であることを特徴とする請求項1に記載のグラフ表示装置。

10

【請求項3】

前記式分解手段は、

前記入力手段により入力された関数式を、該関数式に含まれる演算子に基づき複数の関数要素に分割する要素分割手段と、

この要素分割手段により分割された複数の関数要素の組み合わせパターンを所定の操作に応じて複数パターン表示する分割パターン表示手段と、

この分割パターン表示手段により表示された複数の関数要素の組み合わせパターンのうち、1つのパターンを選択する分割パターン選択手段と、

20

この分割パターン選択手段により選択された複数の関数要素の組み合わせパターンに応じて複数の成分関数式を生成する成分関数式生成手段と、
を有していることを特徴とする請求項 1 に記載のグラフ表示装置。

【請求項 4】

前記グラフ表示手段は、前記式分解手段により分解された複数の成分関数式及び前記入力手段により入力された関数式のそれぞれに対応するグラフを別々に色分けして描画表示するグラフ表示手段であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 の何れか 1 項に記載のグラフ表示装置。

【請求項 5】

前記グラフ表示手段は、前記式分解手段により分解された複数の成分関数式及び前記入力手段により入力された関数式のそれぞれに対応するグラフを各関数式と共に別々に色分けして描画表示するグラフ表示手段であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 の何れか 1 項に記載のグラフ表示装置。

10

【請求項 6】

関数式に応じたグラフを表示するグラフ表示装置のコンピュータを制御するためのグラフ表示処理プログラムを記録した記録媒体であって、

前記コンピュータを、

関数式を入力する入力手段、

この入力手段により入力された関数式を、該関数式を構成する複数の関数要素に応じて複数の成分関数式に分解する式分解手段、

20

この式分解手段により分解された複数の成分関数式及び前記入力手段により入力された関数式のそれぞれに対応するグラフを別々に描画表示するグラフ表示手段、
として機能させるためのグラフ表示処理プログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、関数式に応じたグラフの表示を行なうためのグラフ表示装置及びグラフ表示処理プログラムを記録した記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】

30

関数計算機能を備えた電子計算機において、グラフモードを設定して任意の関数式や統計データ等を入力し、グラフの描画を指示すると、当該入力された関数式や統計データに対応するグラフが描画表示されるグラフ関数電卓なる電子計算機が実用化されている。

【0003】

このような、従来のグラフ関数電卓で、ある 1 つの関数式（例えば $Y = 2x^2 + 3x + 1$ ）に対応するグラフを表示させるにあたり、該関数式に対応するグラフが複数の関数式の結合体からなっている意味を教育現場等において表現するためには、対象となる関数式（ $Y = 2x^2 + 3x + 1$ ）を予め複数の関数要素で分割した複数の関数式（例えば $Y = 2x^2$ と $Y = 3x + 1$ ）に分解して、そのそれぞれの関数式についての入力操作を行ない、各対応するグラフの表示を行なわせる必要がある。

40

【0004】

つまり、この場合には、 $Y1 = 2x^2 + 3x + 1$ 、 $Y2 = 2x^2$ 、 $Y3 = 3x + 1$ とする 3 つの関数式の入力操作を行なって、それぞれの関数式に対応するグラフを描画表示させなければならない。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

このように、前記従来のグラフ関数電卓では、ある関数式を分解した複数の関数式のそれぞれについてのグラフ表示を行なうためには、予め任意の関数部分に分解した複数の関数式の各々を全てキー操作等により入力してから、各対応するグラフの描画表示の指示を行なわなければならない、入力操作が繁雑になり非常に面倒であると共に、前記分解した複数

50

の関数式にそれぞれ対応するグラフを描画表示させた場合でも、各関数式と何れのグラフが対応しているのか、特にこれを教育途上のユーザにとっては簡単にはわからない問題がある。

【0006】

本発明は、前記のような問題に鑑みなされたもので、その第1の目的は、繁雑で面倒な入力操作を行なう必要なく、与えられた関数式を容易に分解して複数の関数式の結合体として表現することが可能になるグラフ表示装置及びグラフ表示処理プログラムを記録した記録媒体を提供することにある。

【0007】

また、本発明の第2の目的は、分解した複数の関数式にそれぞれ対応するグラフを描画表示させた場合に、各関数式と何れのグラフが対応しているのか、簡単に見分けることが可能になるグラフ表示装置及びグラフ表示処理プログラムを記録した記録媒体を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

すなわち、本発明に係る第1のグラフ表示装置は、関数式を入力する入力手段と、この入力手段により入力された関数式を、該関数式を構成する複数の関数要素に応じて複数の成分関数式に分解する式分解手段と、この式分解手段により分解された複数の成分関数式及び前記入力手段により入力された関数式のそれぞれに対応するグラフを別々に描画表示するグラフ表示手段とを備えたことを特徴とする。

【0009】

このような第1のグラフ表示装置では、入力された関数式は、該関数式を構成する複数の関数要素に応じて複数の成分関数式に自動的に分解され、この分解された複数の成分関数式及び入力された関数式のそれぞれに対応するグラフが別々に描画表示されるので、入力関数式に対する分解関数式の入力操作を行なわずとも、関数式の分解とその分解関数式のグラフ表示が行なえることになる。

【0010】

また、本発明に係る第2のグラフ表示装置は、前記第1のグラフ表示装置にあって、そのグラフ表示手段を、前記式分解手段により分解された複数の成分関数式及び前記入力手段により入力された関数式のそれぞれに対応するグラフを別々に色分けして描画表示するグラフ表示手段としたことを特徴とする。

【0011】

このような第2のグラフ表示装置では、分解された複数の成分関数式及び前記入力された関数式のそれぞれに対応するグラフが別々に色分けされて描画表示されるので、各分解関数式に対応するグラフが簡単に見分けられるようになる。

【0012】

【発明の実施の形態】

図1は本発明のグラフ表示装置の実施形態に係わる関数計算機能付き電子計算機の電子回路の構成を示すブロック図である。

【0013】

制御部(CPU)11は、キー入力部12から入力されるキー入力データや、カラー表示を行なうことができる液晶表示部13の表示画面上に重ねて設けられたタブレット14から位置検出回路15を介して入力されるタッチペンによるタッチ位置データに応じて、ROM16に予め記憶されているシステムプログラムを起動させ、あるいは外部記録媒体17に予め記憶されている計算機制御用プログラムを記録媒体読み取り部18により読み取らせて起動させ、RAM19をワークメモリとして回路各部の動作制御を行なうものである。

【0014】

この制御部(CPU)11には、前記キー入力部12、液晶表示部13、タブレット14、位置検出回路15、ROM16、RAM19、記録媒体読み取り部18が接続され、ま

10

20

30

40

50

た、液晶表示部 1 3 は表示駆動回路 2 0 を介して接続される。

【 0 0 1 5 】

キー入力部 1 2 には、テンキー、アルファベットキー、演算子キー、関数キー等の文字・記号キー群からなるデータ入力キー 1 2 a が備えられると共に、任意の関数式に対応するグラフ表示処理を行なうグラフモード、任意の入力式に対応する計算処理を行なう計算モード、任意の入力プログラムに対応する計算処理を行なうプログラムモード等の各種動作モードを選択設定する際に操作される「モード」キー 1 2 b、入力された関数式を複数の関数要素で分割した複数の関数式に分解する際に操作される「分割」キー 1 2 c、関数式の分解に伴ないその分割パターンを確定する際に操作される「OK」キー 1 2 d、入力された関数式及び前記分解された関数式に対応するグラフの描画を指示する際に操作される「グラフ」キー 1 2 e、グラフ上をポインタ P でトレースしてその X Y 座標を表示させるためのトレース機能を設定する際に操作される「トレース」キー 1 2 f、関数式の分解表示に伴ない分解された複数の関数式それぞれに対応するグラフの表示を段階的に切り換え表示させるための「表示切換」キー 1 2 g、グラフモードにあっては前記関数式の分解に伴ないその分割パターンを選択的に切り換え表示させるのに機能する分割パターン切換キーとしての「」キー 1 2 h 及び「」キー 1 2 i、そして、表示されたデータの選択、カーソル、ポインタの送り操作や移動操作を行なう際に操作される上下左右の各カーソルキーである「」キー 1 2 j、「」キー 1 2 k、「」キー 1 2 l、「」キー 1 2 m 等が備えられる。

10

【 0 0 1 6 】

タブレット 1 4 は、液晶表示部 1 3 の表示画面上に重ねて設けられ、ペンによりタッチされた位置に応じた電圧信号を発生するもので、このタブレット 1 4 から出力されるタッチ位置に応じた電圧信号に基づき、位置検出回路 1 5 により表示画面に対応させた座標が検出され、このタッチ位置座標に応じて制御部 (CPU) 1 1 により操作の内容が判断される。

20

【 0 0 1 7 】

ROM 1 6 には、本電子計算機の電子回路におけるの全体の処理を司るシステムプログラムデータが予め記憶されると共に、図 2、図 3、図 4 に示すグラフモード等、各種の動作モードの処理を司るサブプログラムデータである制御プログラムデータも予め記憶される。

30

【 0 0 1 8 】

RAM 1 9 には、表示データメモリ 1 9 a、フラグメモリ 1 9 b、分割データメモリ 1 9 c、関数式データメモリ 1 9 d、グラフデータメモリ 1 9 e 等、その他各機能の実行に必要なワークメモリが備えられる。

【 0 0 1 9 】

表示データメモリ 1 9 a には、液晶表示部 1 3 に表示すべき表示データがビットマップのパターンデータとして記憶される。

【 0 0 2 0 】

フラグメモリ 1 9 b には、分解した複数の関数式のグラフ表示に伴ない元の関数式に対応するグラフをトレース機能によるポインタ P の移動軌跡で描画表示させる状態に設定された際に“1”にセットされるトレース描画フラグ t が記憶される。

40

【 0 0 2 1 】

分割データメモリ 1 9 c には、関数式データメモリ 1 9 d に記憶された元の関数式に基づき分割された各関数要素が記憶される。

【 0 0 2 2 】

関数式データメモリ 1 9 d には、グラフモード処理において入力された任意の関数式及び前記分割データメモリ 1 9 c に記憶された各関数要素に応じて分解された複数の関数式が、それぞれその個々の表示指定色と対応付けられて記憶される。

【 0 0 2 3 】

なお、この関数式データメモリ 1 9 d に記憶される複数の関数式にあって、分解の元とな

50

る関数式の Y 記号には、“ ” のマークが付加される。

【 0 0 2 4 】

グラフデータメモリ 1 9 e には、前記関数式データメモリ 1 9 d に記憶された各関数式に対応するグラフそれぞれの各描画ドット点の座標が 1 描画ドット毎に計算され、順次各対応する描画点がビットマップデータとして書き込まれグラフデータとして描画記憶される。このグラフデータメモリ 1 9 e に記憶される前記各関数式に対応するグラフデータには、当該各関数式に指定された表示指定色と同一の表示指定色が対応付けられて記憶される。

【 0 0 2 5 】

その他、ワークメモリには、各種動作モードの制御処理に伴ない制御部 (C P U) 1 1 により入出力される種々のデータが必要に応じて一時的に記憶される。

10

【 0 0 2 6 】

次に、前記構成による関数計算機能付き電子計算機の動作について説明する。

【 0 0 2 7 】

図 2 は前記電子計算機によるグラフモード処理 (その 1) を示すフローチャートである。

【 0 0 2 8 】

図 3 は前記電子計算機によるグラフモード処理 (その 2) を示すフローチャートである。

【 0 0 2 9 】

図 4 は前記電子計算機によるグラフモード処理 (その 3) を示すフローチャートである。

【 0 0 3 0 】

図 5 は前記電子計算機によるグラフモード処理 (その 1) による関数式の分割、分解に伴なう操作表示状態を示す図である。

20

【 0 0 3 1 】

図 6 は前記電子計算機によるグラフモード処理 (その 2) (その 3) による分解関数式のグラフ描画に伴なう操作表示状態を示す図である。

【 0 0 3 2 】

図 7 は前記電子計算機によるグラフモード処理 (その 3) による分解関数式のグラフ切り換えに伴なう操作表示状態を示す図である。

【 0 0 3 3 】

キー入力部 1 2 の「モード」キー 1 2 b の操作に応じて制御部 (C P U) 1 1 の動作モードがグラフモードに設定されると、ROM 1 6 に記憶されているプログラムデータが読み出されて図 2 , 図 3 , 図 4 におけるグラフモード処理が起動され、液晶表示部 1 3 に対し、関数式データの入力画面が表示される。

30

【 0 0 3 4 】

液晶表示部 1 3 に表示された関数式データの入力画面に従って、図 5 (A) に示すように、キー入力部 1 2 におけるデータ入力キー 1 2 a の選択操作により、例えば任意の関数式「 $Y1 = 2x^2 + 3x + 1$ 」が入力されると、当該キー入力された関数式は、RAM 1 9 内の関数式データメモリ 1 9 d に記憶されると共に、液晶表示部 1 3 に表示される (ステップ S 1 S 2 , S 3) 。

【 0 0 3 5 】

こうして、任意の関数式「 $Y1 = 2x^2 + 3x + 1$ 」が入力表示された状態で、該関数式を分解したグラフ表示によりこの関数式を構成する複数の関数要素の結合状態表現を行なうために、図 5 (B) に示すように、キー入力部 1 2 の「分割」キー 1 2 c が操作されると、分解の対象としてカーソル表示等により指定されている関数式、この場合には、RAM 1 9 内の関数式データメモリ 1 9 d に記憶されて前記液晶表示部 1 3 に表示されている関数式「 $Y1 = 2x^2 + 3x + 1$ 」が、例えば該関数式中に含まれる加減算演算子“ + ” “ - ” に応じて 3 つの関数要素「 $2x^2$ 」 「 $3x$ 」 「 1 」に分割され、RAM 1 9 内の分割データメモリ 1 9 c に記憶される (ステップ S 4 S 5) 。

40

【 0 0 3 6 】

また、これと共に、前記分割データメモリ 1 9 c に記憶された関数式の分割要素を組み合

50

わせてなる複数の分割パターンのうちの1つの分割パターンに応じた識別表示が行なわれる(ステップS6)。この場合には、例えば前記分割データメモリ19cに記憶された関数式の分割要素「 $2x^2$ 」「 $3x$ 」「 1 」において、「 $2x^2$ 」と「 $3x+1$ 」とに分割した分割パターンの識別表示が、その一方の分割要素「 $2x^2$ 」を反転表示することで識別表示される。

【0037】

こうした関数式の分割処理中において、キー入力部12における「 \square 」キー12h又は「 \square 」キー12iが操作されると、前記液晶表示部13上で一方の分割要素が反転表示されて識別表示される分割パターンが、例えばパターン1(「 $2x^2$ 」「 $3x+1$ 」)パターン2(「 $2x^2+3x$ 」「 1 」)パターン3(「 $2x^2+1$ 」「 $3x$ 」)として、そのキー操作毎に順次切り換えられて識別表示される(ステップS7 S8 S9)。

10

【0038】

また、前記関数式の分割処理中において、液晶表示部13に表示されている関数式「 $Y1 = 2x^2 + 3x + 1$ 」の各分割要素「 $2x^2$ 」「 $3x$ 」「 1 」が、タブレット14を介して選択的にペンタッチされると、そのペンタッチ位置に対応する分割要素が反転表示され、任意の分割パターンとして識別表示される(ステップS10 S11 S12)。

【0039】

そして、前記「 \square 」キー12h又は「 \square 」キー12iによる分割パターンの切り換え識別表示、あるいは、前記関数式中の分割要素を直接ペンタッチすることによる分割パターンの識別表示によって、前記関数式「 $Y1 = 2x^2 + 3x + 1$ 」が所望の分割パターンに識別表示された分割処理の状態において、当該分割パターンを確定するべく、図5(C)に示すように、キー入力部12における「OK」キー12dが操作されると、まず、反転により識別表示されている一方の関数要素データ「 $2x^2$ 」が別の独立した関数式「 $Y2 = 2x^2$ 」として生成され、関数式データメモリ19dに対し、例えば“赤”の表示指定色が対応付けられて記憶されると共に、液晶表示部13に表示される(ステップS13 S14 S15)。

20

【0040】

さらに、前記識別表示された残りの関数要素データ「 $3x+1$ 」がさらに別の独立した関数式「 $Y3 = 3x + 1$ 」として生成され、関数式データメモリ19dに対し、例えば“緑”の表示指定色が対応付けられて記憶されると共に、液晶表示部13に表示される(ステップS16)。

30

【0041】

すると、前記分割対象となった元の関数式「 $Y1 = 2x^2 + 3x + 1$ 」の「 $Y1$ 」記号に、該元の関数式であることを示す“ \square ”マークが付加記憶され「 $Y1 = \dots$ 」として表示される共に、前記各分割された関数式「 $Y2 = 2x^2$ 」「 $Y3 = 3x + 1$ 」の各表示指定色“赤”“緑”とは異なる表示指定色“青”が対応付けられ、関数式データメモリ19dに記憶される(ステップS17)。

【0042】

そして、前記分割対象となった元の関数式「 $Y1 = 2x^2 + 3x + 1$ 」の各構成要素、及び分割により独立生成された各関数式「 $Y2 = 2x^2$ 」「 $Y3 = 3x + 1$ 」が、それぞれ前記関数式データメモリ19dにおいて設定記憶された各対応する表示指定色にて色分けされて表示される(ステップS18)。

40

【0043】

こうして、前記関数式「 $Y1 = 2x^2 + 3x + 1$ 」が所望の分割パターンに応じて分解され、その元の関数式「 $Y1 = \dots$ 」と共に「 $Y2 = 2x^2$ 」「 $Y3 = 3x + 1$ 」として独立生成色分け表示された状態で、当該分解された各関数式の結合状態をグラフにして表現するために、図6(D)に示すように、キー入力部12における「グラフ」キー12eが操作されると、RAM19内の関数式データメモリ19dにおいて、“ \square ”マークの付加された関数式が記憶されて有るか否か、つまり、関数式の分解を行なった元となる関数式が有るか否か判断される(ステップS19 S20)。

50

【 0 0 4 4 】

この場合、前記関数式データメモリ 19 dには、“ ” マークの付加された関数式「 $Y1 = 2x^2 + 3x + 1$ 」が記憶されていることで、当該関数式の分解処理が行なわれたと判定されると、分割された第1の関数式「 $Y2 = 2x^2$ 」に対応するグラフデータが生成されてRAM 19内のグラフデータメモリ 19 eにその表示指定色“赤”と対応付けられて描画記憶されると共に、液晶表示部 13に対してその表示指定色“赤”でグラフ表示される(ステップS 20 S 21)。

【 0 0 4 5 】

また、これと共に、前記赤色表示されたグラフデータに対応する分割関数式「 $Y2 = 2x^2$ 」が関数式データメモリ 19 dから読み出され、その表示指定色“赤”で表示される(ステップS 22)。

10

【 0 0 4 6 】

ここで、前記関数式データメモリ 19 dに記憶されている各分割関数式の全てのグラフ表示が終了してないと判断されると、再び前記ステップS 21からの処理が繰り返し実行され、図6(E)に示すように、前記分割された第2の関数式「 $Y3 = 3x + 1$ 」に対応するグラフデータが生成されてRAM 19内のグラフデータメモリ 19 eにその表示指定色“緑”と対応付けられて描画記憶されると共に、液晶表示部 13に対してその表示指定色“緑”でグラフ表示される(ステップS 23 S 21)。

【 0 0 4 7 】

また、これと共に、前記赤色表示されたグラフデータに対応する分割関数式「 $Y3 = 3x + 1$ 」が関数式データメモリ 19 dから読み出され、その表示指定色“緑”で表示される(ステップS 22)。

20

【 0 0 4 8 】

そして、前記関数式データメモリ 19 dに記憶されている各分割関数式「 $Y2$ 」「 $Y3$ 」の全てのグラフ表示が終了したと判断されると、トレース表示モードに設定され、RAM 19内のフラグメモリ 19 bに記憶されるトレース描画フラグtが“1”にセットされ、元の関数式「 $Y1 = 2x^2 + 3x + 1$ 」に対応するグラフをトレース機能によるポイントPの移動軌跡によって描画表示させるための動作状態となる(ステップS 23 S 24)。

【 0 0 4 9 】

この際、液晶表示部 13におけるグラフ表示画面上にポイントPが表示され、トレース表示によるグラフ描画開始の待機状態となる。

30

【 0 0 5 0 】

このトレース表示モードにあって、図6(F)に示すように、キー入力部 12における「 」キー 12 mが操作されると、RAM 19内のフラグメモリ 19 bに記憶されるトレース描画フラグtが“1”にセットされていること、及びこれに伴う元の関数式「 $Y1 = 2x^2 + 3x + 1$ 」に対応するグラフのトレース描画処理中であることが判断される(ステップS 25 S 26 S 27 S 28)。

【 0 0 5 1 】

すると、前記「 」キー 12 mが操作される都度、前記元の関数式「 $Y1 = 2x^2 + 3x + 1$ 」に応じたグラフのドット座標が求められてRAM 19内のグラフデータメモリ 19 eに表示指定色の“青”と対応付けられて描画記憶され、矢印qで示すように、ポイントPにより移動表示されると共に、そのXY座標が順次更新表示され、当該ポイントPによる移動の軌跡が前記元の関数式「 $Y1 = 2x^2 + 3x + 1$ 」に対応するグラフとして、前記設定された表示指定色の“青”により描画表示されて行く(ステップS 28 S 29 a, S 30, S 31 リターン)。この際、前記ポイントPによりトレース描画表示されている元の関数式「 $Y1 = 2x^2 + 3x + 1$ 」も、関数データメモリ 19 dから読み出されて表示され、該関数式の各構成要素は、前記図6(D)及び図6(E)で示したように、既に色分け表示されている分解された各関数式それぞれのグラフと同一の表示指定色により色分けされて表示される。

40

50

【0052】

この後、前記「 Δ 」キー12mが繰り返し操作されることで、ポインタPのトレース表示に伴う前記元の関数式「 $Y1 = 2x^2 + 3x + 1$ 」に対応するグラフの色分け描画表示が順次行なわれ、図6(G)に示すように、液晶表示部13におけるグラフ表示画面内での前記元の関数式に対応するグラフのトレース描画表示が終点まで到達すると、前記RAM19内のフラグメモリ19bに記憶されるトレース描画フラグtが“0”にリセットされる(ステップS31 S32)。

【0053】

こうして、RAM19内の関数式データメモリ19dに記憶されている分解された各関数式「 $Y2 = 2x^2$ 」「 $Y3 = 3x + 1$ 」及びその元の関数式「 $Y1 = 2x^2 + 3x + 1$ 」にそれぞれ対応する3つのグラフデータが描画生成され、液晶表示部13に対し該関数式と共に色分けされて表示された状態で、キー入力部12における「 Δ 」キー12j又は「 Δ 」キー12kが操作されると、前記ポインタPによるトレース表示の対象となるグラフの関数式が、当該「 Δ 」キー12j又は「 Δ 」キー12kの操作毎に、「 $Y1$ 」のグラフ「 $Y2$ 」のグラフ「 $Y3$ 」のグラフと切り換え指定される(ステップS33 S34 S35)。

【0054】

そして、キー入力部12における「 Δ 」キー12m又は「 Δ 」キー12lが操作されると、前記RAM19内のフラグメモリ19bに記憶されるトレース描画フラグtが“0”にリセットされていると判断されることで、前記「 Δ 」キー12j又は「 Δ 」キー12kの操作に応じて切り換え指定された「 $Y1$ 」「 $Y2$ 」「 $Y3$ 」何れかの関数式に対応するグラフ上にポインタPが表示され、該キー操作毎にグラフ上のポインタPが移動されてトレース表示されると共に、各表示ドット位置に対応するXY座標が順次更新されて表示される(ステップS25 S26 S27 S29b)。

【0055】

一方、前記RAM19内のフラグメモリ19bに記憶されるトレース描画フラグtが“1”にセットされている、元の関数式「 $Y1$ 」に対応するグラフのトレース描画表示途中にあって、前記「 Δ 」キー12j又は「 Δ 」キー12kの操作によりそのトレース表示の対象となるグラフの関数式が分解された関数式「 $Y2$ 」「 $Y3$ 」の何れかに切り換えられた状態で、前記「 Δ 」キー12m又は「 Δ 」キー12lが操作されると、前記トレース描画フラグtが“1”にセットされていると判断されても、これに伴う元の関数式「 $Y1$ 」のグラフ描画途中であると判断されることで、切り換えられた関数式(「 $Y2$ 」又は「 $Y3$ 」)に対応するグラフ上において、ポインタPの移動によるトレース表示が行なわれる(ステップS25 S26 S27 S28 S29b)。

【0056】

そして、前記RAM19内の関数式データメモリ19dに記憶されている分解された各関数式「 $Y2 = 2x^2$ 」「 $Y3 = 3x + 1$ 」及びその元の関数式「 $Y1 = 2x^2 + 3x + 1$ 」にそれぞれ対応して描画生成された3つのグラフデータが、液晶表示部13に対し該関数式と共に色分け表示されている状態で、図7(H)に示すように、キー入力部12における「表示切換」キー12gが操作されると、前記分解処理された3つの関数式「 $Y1$ 」「 $Y2$ 」「 $Y3$ 」にそれぞれ対応する全てのグラフが表示されているか否か判断され、全グラフの表示中であると判断されると、“ Δ ”マークの付加されている関数式又は式番号の最も若い(小さい)関数式、つまり、元の関数式「 $Y1 = 2x^2 + 3x + 1$ 」に対応して表示されている青色のグラフが、一旦消去され非表示とされる(ステップS36 S37 S38)。

【0057】

続いて繰り返し、図7(I)に示すように、前記キー入力部12における「表示切換」キー12gが操作されると、前記ステップS38において、元の関数式「 $Y1 = 2x^2 + 3x + 1$ 」に対応するグラフが消去されていることで、全グラフの表示中でないと判断され、さらに、全グラフの非表示状態であるか否か、つまり、全グラフの消去表示状態であ

10

20

30

40

50

るか否か判断される(ステップS36 S37 S39)。

【0058】

この場合、前記元の関数式「 $Y1$ 」に対応するグラフの非表示処理は行なわれているものの、分解された2つの関数式「 $Y2 = 2x^2$ 」「 $Y3 = 3x + 1$ 」に対応する各グラフの非表示処理は行なわれてないと判断されるので、前記「表示切換」キー12gが操作される毎に、図7(I) 図7(J)に示すように、式番号の順番($Y2$ $Y3$)でそれぞれ対応する各関数式「 $Y2 = 2x^2$ 」「 $Y3 = 3x + 1$ 」の赤色と緑色の各グラフが、順次一旦消去され段階的に非表示とされる(ステップS39 S40)。

【0059】

すなわち、キー入力部12における「表示切換」キー12gを操作することで、分解された各関数式「 $Y2 = 2x^2$ 」「 $Y3 = 3x + 1$ 」及びその元の関数式「 $Y1 = 2x^2 + 3x + 1$ 」にそれぞれ対応して描画生成された3つのグラフデータは、当該キー12gの操作毎に、元グラフ「 $Y1$ 」 第1分解グラフ「 $Y2$ 」 第2分解グラフ「 $Y3$ 」の順で段階的に消去されて非表示とされるもので、前記図7(J)で示したように、分解処理された3つの関数式の全グラフが非表示処理された段階で、さらに、図7(K)に示すように、前記「表示切換」キー12gが再操作されると、全グラフの表示中でなく、且つ、全グラフの非表示処理済みであると判断されることで、前記図7(H)~図7(J)で示したように、段階的に非表示とされた3つのグラフデータが、RAM19内のグラフデータメモリ19eに記憶保存されている各グラフデータに基づき、再び各対応する表示指定色で色分けされて再表示される(ステップS36 S37 S39 S41)。

【0060】

これにより、元の関数式「 $Y1 = 2x^2 + 3x + 1$ 」が、その分解された各関数式「 $Y2 = 2x^2$ 」「 $Y3 = 3x + 1$ 」とどのような結合状態にあるか、容易に表現できるようになる。

【0061】

したがって、前記構成の関数計算機能付き電子計算機によれば、キー入力部12における「データ入力」キー12aの操作により、任意の関数式「 $Y1 = 2x^2 + 3x + 1$ 」を入力して液晶表示部13に表示させた状態で、「分割」キー12cが操作されると、該関数式の構成要素「 $2x^2$ 」「 $+3x$ 」「 $+1$ 」がその式にある“+”の演算子に応じて分割されてRAM19内の分割データメモリ19cに記憶されると共にその組み合わせからなる分割パターンが識別表示され、分割パターン切換キーとしての「」キー12h又は「」キー12iの操作、あるいは前記関数式の各構成要素に対するタブレット14を介した直接のペンタッチ操作により、所望の分割パターン「 $2x^2$ 」「 $3x + 1$ 」を選択表示させ、「OK」キー12dが操作されると、前記分割パターンに応じて分解された関数式「 $Y2 = 2x^2$ 」「 $Y3 = 3x + 1$ 」が生成され、関数式データメモリ19dにそれぞれ異なる表示指定色に対応付けられて記憶されると共に、液晶表示部13に前記分割元の関数式「 $Y1$ 」と共に色分けされて表示されるので、分解対象となる関数式「 $Y1$ 」の入力に対し、分解した各関数式の構成を考えて一々入力する必要なく、所望の構成要素に分割した各分解関数式を容易に得ることができる。

【0062】

そして、前記構成の関数計算機能付き電子計算機によれば、前記元の関数式「 $Y1 = 2x^2 + 3x + 1$ 」と、これを各分解関数式「 $Y2 = 2x^2$ 」「 $Y3 = 3x + 1$ 」に対応するそれぞれのグラフが、「グラフ」キー12eの操作に応じて順次各対応する表示指定色で色分けされて描画表示され、特に、前記元の関数式「 $Y1$ 」に対応するグラフの描画に際しては、ポインタPの移動表示によるトレース機能により該ポインタPの移動の軌跡として描画表示され、さらに、前記元の関数式及び各分解関数式の描画表示後には、「表示切換」キー12gが操作される毎に、元の関数式「 $Y1$ 」のグラフ 第1の分解関数式「 $Y2$ 」のグラフ 第2の分解関数式「 $Y3$ 」のグラフが順次段階的に非表示とされた後、再度の「表示切換」キー12gの操作により再び各対応するグラフが設定された表示指定色で再表示されるので、元の関数式「 $Y1$ 」が、その分解された各関数式「 $Y2$ 」「 $Y3$ 」

10

20

30

40

50

とどのような結合状態にあるか、容易に理解することができ、また、その際には、各関数式に対応するそれぞれのグラフを一目で見分けることができるようになる。

【 0 0 6 3 】

なお、前記実施形態では、入力された関数式を2つの成分関数式に分解する場合について説明したが、分解の元となる関数式を構成する要素形態に応じて、3つ以上の成分関数式に分解することも、前記同様の手法により勿論可能である。

【 0 0 6 4 】

また、前記実施形態において記載した手法、すなわち、図2、図3、図4のフローチャートに示すグラフモード処理における各手法は、コンピュータに実行させることができるプログラムとして、メモリカード（ROMカード、RAMカード等）、磁気ディスク（フロッピーディスク、ハードディスク等）、光ディスク（CD-ROM、DVD等）、半導体メモリ等の外部記録媒体17に格納して配布することができる。そして、コンピュータは、この外部記録媒体17に記録されたプログラムを記録媒体読み取り部18によって読み込み、この読み込んだプログラムによって動作が制御されることにより、前記実施形態において説明した関数式の分解及びこの分解に伴う各関数式のグラフ描画表示機能を実現し、前述した手法による同様の処理を実行することができる。

【 0 0 6 5 】

【 発明の効果 】

以上のように、本発明に係る第1のグラフ表示装置によれば、入力された関数式は、該関数式を構成する複数の関数要素に応じて複数の成分関数式に自動的に分解され、この分解された複数の成分関数式及び入力された関数式のそれぞれに対応するグラフが別々に描画表示されるので、入力関数式に対する分解関数式の入力操作を行わずとも、関数式の分解とその分解関数式のグラフ表示が行なえるようになる。

【 0 0 6 6 】

また、本発明に係る第2のグラフ表示装置によれば、分解された複数の成分関数式及び前記入力された関数式のそれぞれに対応するグラフが別々に色分けされて描画表示されるので、各分解関数式に対応するグラフが簡単に見分けられるようになる。

【 0 0 6 7 】

よって、本発明によれば、繁雑で面倒な入力操作を行なう必要なく、与えられた関数式を容易に分解して複数の関数式の結合体として表現することが可能になる。また、分解した複数の関数式にそれぞれ対応するグラフを描画表示させた場合に、各関数式と何れのグラフが対応しているのか、簡単に見分けることが可能になる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図1 】本発明のグラフ表示装置の実施形態に係わる関数計算機能付き電子計算機の電子回路の構成を示すブロック図。

【 図2 】前記電子計算機によるグラフモード処理（その1）を示すフローチャート。

【 図3 】前記電子計算機によるグラフモード処理（その2）を示すフローチャート。

【 図4 】前記電子計算機によるグラフモード処理（その3）を示すフローチャート。

【 図5 】前記電子計算機によるグラフモード処理（その1）による関数式の分割、分解に伴う操作表示状態を示す図。

【 図6 】前記電子計算機によるグラフモード処理（その2）（その3）による分解関数式のグラフ描画に伴う操作表示状態を示す図。

【 図7 】前記電子計算機によるグラフモード処理（その3）による分解関数式のグラフ切り換えに伴う操作表示状態を示す図。

【 符号の説明 】

1 1 ... 制御部（CPU）、

1 2 ... キー入力部、

1 2 a ... データ入力キー、

1 2 b ... 「モード」キー、

1 2 c ... 「分割」キー、

10

20

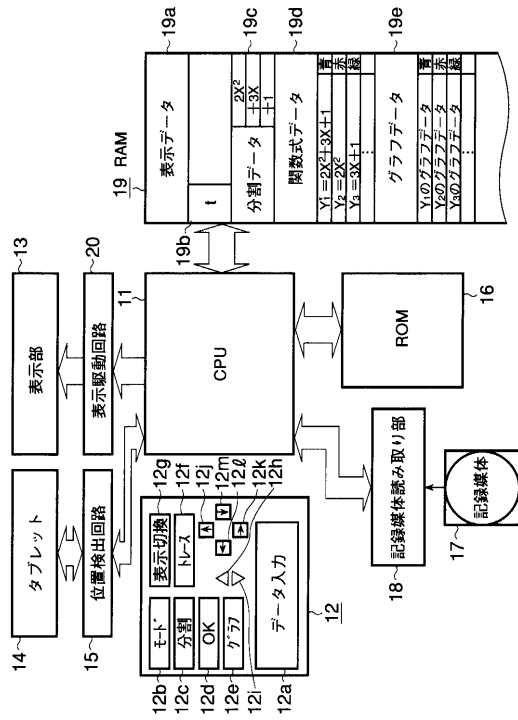
30

40

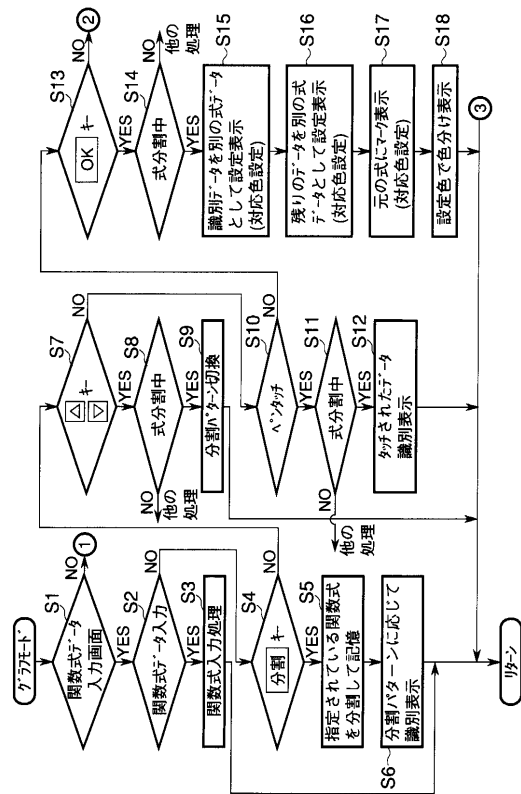
50

- 1 2 d ... 「OK」キー、
- 1 2 e ... 「グラフ」キー、
- 1 2 f ... 「トレース」キー、
- 1 2 g ... 「表示切換」キー、
- 1 2 h , 1 2 i ... 「 Δ 」「 ∇ 」キー（分割パターン切換キー）、
- 1 2 j ~ 1 2 m ... 「 \square 」「 \square 」「 \square 」「 \square 」キー（カーソルキー）、
- 1 3 ... 液晶表示部、
- 1 4 ... タブレット、
- 1 5 ... 位置検出回路、
- 1 6 ... ROM、
- 1 7 ... 外部記録媒体、
- 1 8 ... 記録媒体読み取り部、
- 1 9 ... RAM、
- 1 9 a ... 表示データメモリ、
- 1 9 b ... フラグメモリ、
- 1 9 c ... 分割データメモリ、
- 1 9 d ... 関数式データメモリ、
- 1 9 e ... グラフデータメモリ、
- 2 0 ... 表示駆動回路。

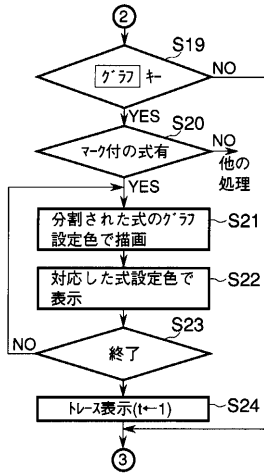
【図 1】



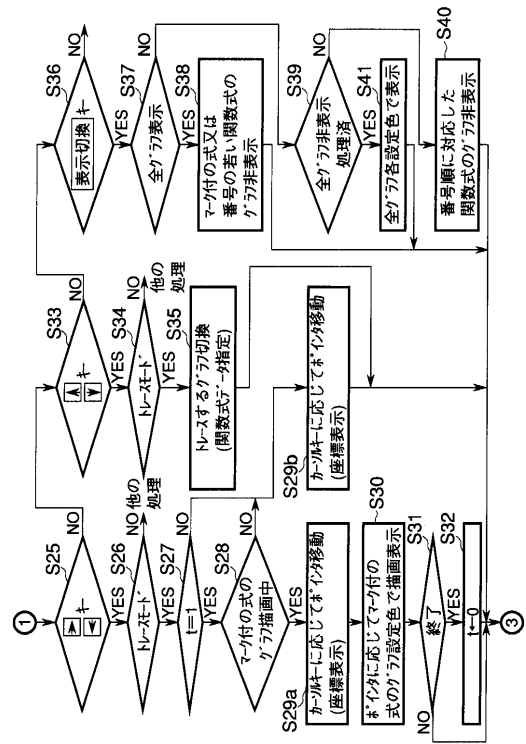
【図 2】



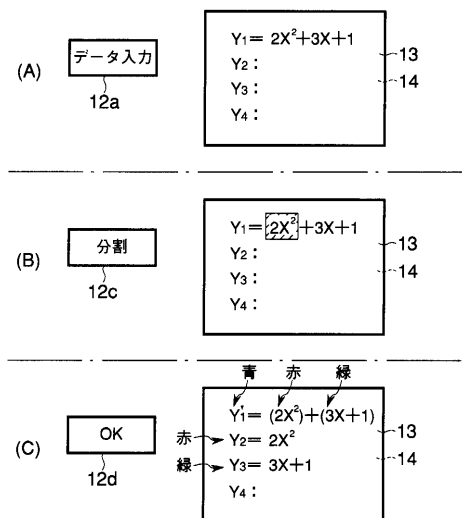
【 図 3 】



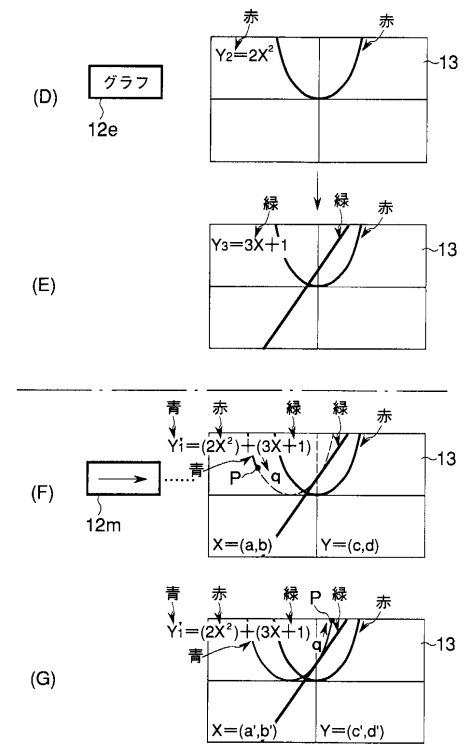
【 図 4 】



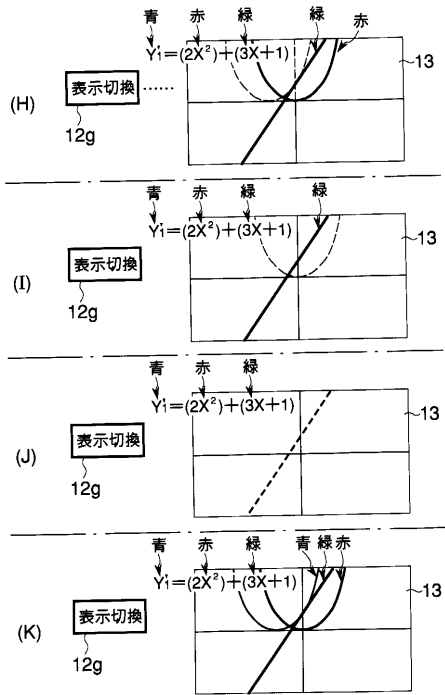
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 真下 卓也

東京都羽村市栄町3丁目2番1号 カシオ計算機株式会社羽村技術センター内

審査官 伊知地 和之

(56)参考文献 特開平10-161980(JP,A)

特開平10-124690(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 11/00 - 11/80

G09G 5/00 - 5/36

G06F 15/02

G06F 3/09 - 3/12

CSDB(日本国特許庁)