

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6965518号
(P6965518)

(45) 発行日 令和3年11月10日(2021.11.10)

(24) 登録日 令和3年10月25日(2021.10.25)

(51) Int. Cl. F I
G06T 19/00 (2011.01) G O 6 T 19/00 A
G06F 3/0481 (2013.01) G O 6 F 3/0481 1 5 0

請求項の数 8 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2017-5990 (P2017-5990)	(73) 特許権者	000001443
(22) 出願日	平成29年1月17日 (2017.1.17)		カシオ計算機株式会社
(65) 公開番号	特開2018-116407 (P2018-116407A)		東京都渋谷区本町1丁目6番2号
(43) 公開日	平成30年7月26日 (2018.7.26)	(74) 代理人	100108855
審査請求日	令和1年12月4日 (2019.12.4)		弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100103034
			弁理士 野河 信久
		(74) 代理人	100153051
			弁理士 河野 直樹
		(74) 代理人	100179062
			弁理士 井上 正
		(74) 代理人	100189913
			弁理士 鶴飼 健

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 描画方法、描画装置、及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

描画装置の制御部により、

3次元座標系において、第1の面の少なくとも一部の領域と第2の面の少なくとも一部の領域とが互いに略同一であった場合、前記第1の面に関連付けられた第1の描画パターンと前記第2の面に関連付けられた第2の描画パターンとのそれぞれを、前記第1の面の前記少なくとも一部の領域または前記第2の面の前記少なくとも一部の領域において、前記第1の描画パターンおよび前記第2の描画パターンがランダムに又は規則正しく配されるように、前記第1の面の前記少なくとも一部の領域または前記第2の面の前記少なくとも一部の領域を形成する複数の単位描画領域の何れかに割り当てて、2以上の前記単位描画領域を、各単位描画領域に割り当てた描画パターンを使って描画することによって、前記第1の面または前記第2の面の前記少なくとも一部の領域を描画する、

描画方法。

【請求項2】

前記第1の描画パターンおよび前記第2の描画パターンのそれぞれは、前記単位描画領域の塗りつぶしの色または色柄により指定される、

請求項1に記載の描画方法。

【請求項3】

前記第1の描画パターンおよび前記第2の描画パターンのそれぞれは、前記単位描画領域を画定する線の色により指定され、

前記単位描画領域を画定する線の少なくとも一部を共有する2つの単位描画領域に対して指定された2つの線の色が異なる場合に、前記2つの線の色のうち何れか一方の色あるいはそれらの混色を、共有された前記線の少なくとも一部に対して指定するか、または、前記2つの線の色が表示ドットが交互に配された千鳥パターンを、共有された前記線の少なくとも一部に対して指定する、

請求項1または請求項2に記載の描画方法。

【請求項4】

前記第1の面を特定する第1の数式と、前記第2の面を特定する第2の数式との入力を受け付ける、

請求項1乃至請求項3のいずれか一項に記載の描画方法。

10

【請求項5】

前記第2の面を特定する第2の数式は、前記第1の数式と数学的に同等であり、前記第1の数式の表現と同一の又は異なる表現である、

請求項4に記載の描画方法。

【請求項6】

前記複数の単位描画領域として、それぞれが多角形である複数の平面を生成する、

請求項1乃至請求項5のいずれか一項に記載の描画方法。

【請求項7】

制御部を備える描画装置であって、

前記制御部は、

20

3次元座標系において、第1の面の少なくとも一部の領域と第2の面の少なくとも一部の領域とが互いに略同一であった場合、前記第1の面に関連付けられた第1の描画パターンと前記第2の面に関連付けられた第2の描画パターンとのそれぞれを、前記第1の面の前記少なくとも一部の領域または前記第2の面の前記少なくとも一部の領域において、前記第1の描画パターンおよび前記第2の描画パターンがランダムに又は規則正しく配されるように、前記第1の面の前記少なくとも一部の領域または前記第2の面の前記少なくとも一部の領域を形成する複数の単位描画領域の何れかに割り当てて、2以上の前記単位描画領域を、各単位描画領域に割り当てた描画パターンを使って描画することによって、前記第1の面または前記第2の面の前記少なくとも一部の領域を描画する、

描画装置。

30

【請求項8】

コンピュータを、

3次元座標系において、第1の面の少なくとも一部の領域と第2の面の少なくとも一部の領域とが互いに略同一であった場合、前記第1の面に関連付けられた第1の描画パターンと前記第2の面に関連付けられた第2の描画パターンとのそれぞれを、前記第1の面の前記少なくとも一部の領域または前記第2の面の前記少なくとも一部の領域において、前記第1の描画パターンおよび前記第2の描画パターンがランダムに又は規則正しく配されるように、前記第1の面の前記少なくとも一部の領域または前記第2の面の前記少なくとも一部の領域を形成する複数の単位描画領域の何れかに割り当てて、2以上の前記単位描画領域を、各単位描画領域に割り当てた描画パターンを使って描画することによって、前記第1の面または前記第2の面の前記少なくとも一部の領域を描画する、ように機能させるためのコンピュータ読み込み可能なプログラム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、図形を描画するための描画方法、描画装置及びその制御プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来の図形描画装置において、2次元座標系に、複数の不等式に各々対応するグラフを

50

描画する際に、各不等式の領域が重なる重複部分を識別可能にカラー表示することが考えられている（例えば、特許文献1参照。）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2011-192233号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明が解決しようとする課題は、表示装置の画面に設定される3次元座標系に複数の面を描画したときに、複数の面の少なくとも一部の領域が互いに重なっている、または、略重なっていることを分かり易く表示することが可能な描画方法、描画装置、及びその制御プログラムを提供することである。

10

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明に係る描画方法は、描画装置の制御部により、3次元座標系において、第1の面の少なくとも一部の領域と第2の面の少なくとも一部の領域とが互いに略同一であった場合、前記第1の面に関連付けられた第1の描画パターンと前記第2の面に関連付けられた第2の描画パターンとのそれぞれを、前記第1の面の前記少なくとも一部の領域または前記第2の面の前記少なくとも一部の領域において、前記第1の描画パターンおよび前記第2の描画パターンがランダムに又は規則正しく配されるように、前記第1の面の前記少なくとも一部の領域または前記第2の面の前記少なくとも一部の領域を形成する複数の単位描画領域の何れかに割り当てて、2以上の前記単位描画領域を、各単位描画領域に割り当てた描画パターンを使って描画することによって、前記第1の面または前記第2の面の前記少なくとも一部の領域を描画する、ことを特徴としている。

20

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、表示装置の画面に設定される3次元座標系に複数の面を描画したときに、複数の面の少なくとも一部の領域が互いに重なっている、または、略重なっていることを分かり易く表示することが可能になる。

30

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明の実施形態に係る図形描画装置10の外観構成を示す正面図であり、同図(A)は図形描画装置10をグラフ関数電卓10Fとして実施した場合を示す図、同図(B)は図形描画装置10をタブレット端末10Tとして実施した場合を示す図。

【図2】前記図形描画装置10(10F/10T)の電子回路の構成を示すブロック図。

【図3】前記図形描画装置10の3Dグラフ(図形)描画機能により描画された3Dグラフ(図形)の表示状態を示す図であり、同図(A)は1つの3Dグラフ(平面図形FP)を描画した3Dグラフ画面Gdの表示状態を示す図、同図(B)は3つの3Dグラフ(平面図形FPx, FPy, FPz)を描画した3Dグラフ画面Gdの表示状態を示す図。

40

【図4】前記図形描画装置10の3Dグラフ描画処理を示すフローチャート。

【図5】前記図形描画装置10の3Dグラフ描画処理に従い3つの同じ3Dグラフ(平面図形FP1, FP2, FP3)を異なる形態の数式に基づき描画する場合の3Dグラフ式入力画面Gfを示す図。

【図6】前記図形描画装置10の3Dグラフ描画処理に従い描画対象の3Dグラフ(図形)に対する描画色(描画パターン)を設定するための線(Line)/面(Area)選択画面Gs及び描画色選択画面Gcを示す図。

【図7】前記図形描画装置10の3Dグラフ描画処理に従い異なる描画色を設定した3つの同じ3Dグラフ(平面図形FP1, FPy, FPz)を任意に組み合わせて同時描画した場合の3Dグラフ画面Gdを示す図。

50

【図8】前記図形描画装置10の3Dグラフ描画処理に従い3つの同じ3Dグラフ(球図形FB1, FB2, FB3)を異なる形態の数式に基づき描画する場合の3Dグラフ式入力画面Gfを示す図。

【図9】前記図形描画装置10の3Dグラフ描画処理に従い異なる描画色を設定した3つの同じ3Dグラフ(球図形FB1, FB2, FB3)を任意に組み合わせて同時描画した場合の3Dグラフ画面Gdを示す図。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下図面により本発明の実施の形態について説明する。

【0009】

図1は、本発明の実施形態に係る図形描画装置10の外観構成を示す正面図であり、同図(A)は図形描画装置10をグラフ関数電卓10Fとして実施した場合を示す図、同図(B)は図形描画装置10をタブレット端末10Tとして実施した場合を示す図である。

【0010】

前記図形描画装置10は、前記グラフ関数電卓10Fやタブレット端末10Tとして構成する他、3次元座標系に図形を描画する3Dグラフ(図形)表示制御プログラムが実装されたパーソナルコンピュータ、スマートフォン、携帯電話機、タッチパネル式PDA(personal digital assistants)、電子ブック、携帯ゲーム機等として構成することができる。

【0011】

なお、前記グラフ関数電卓10Fのような物理的なキー(ボタン)が実装されていない前記タブレット端末10Tのような図形描画装置10は、前記グラフ関数電卓10Fのキーと同様なソフトウェアキーボードを表示出力部12の画面に表示し、このソフトウェアキーボードに対する入力操作に応じて処理を実行する。

【0012】

前記グラフ関数電卓10Fは、その携帯性の必要からユーザが片手で十分把持し片手で操作可能な小型サイズからなり、このグラフ関数電卓10の本体正面にはキー入力部11および表示出力部12が設けられる。

【0013】

前記キー入力部11には、数値や数式を入力したり計算の実行を指示したりするための数値・演算記号キー群111、各種の関数を入力したりメモリ機能を立ち上げたりするための関数機能キー群112、各種動作モードのメニュー画面を表示させたり動作モードの設定を指示したりするためのモード設定キー群113、前記表示出力部12の表示画面内に表示画面の下端に沿って表示された各種の機能を1回のキー操作で立ち上げるためのファンクションキー群114、前記表示出力部12に表示されたカーソルの移動操作やデータ項目の選択操作などを行うためのカーソルキー115が備えられる。

【0014】

前記数値・演算記号キー群111としては、[0]~[9](数値)キー、[+][−][×][÷](四則記号)キー、[EXE](実行)キー、[AC](クリア)キーなどが配列される。

【0015】

前記関数機能キー群112としては、[log](対数)キー、[sin](サイン)キー、[cos](コサイン)キー、[tan](タンジェント)キーなどが配列される。

【0016】

前記モード設定キー群113としては、[MENU](メニュー)キー、[SHIFT](シフト)キー、[OPTN](オプション)キーなどが配列される。

【0017】

前記ファンクションキー群114としては、[F1]キー~[F6]キーが配列される。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 8 】

なお、前記数値・演算記号キー群 1 1 1、関数機能キー群 1 1 2、前記モード設定キー群 1 1 3、前記ファンクションキー群 1 1 4 のキーは、[S H I F T] キーが操作された後に続けて操作されることで、そのキートップに記載されたキー機能ではなく、そのキーの上方に記載されたキーとして機能できるようになっている。例えば、[S H I F T] キー操作後に [A C] キーが操作（以下、[S H I F T] + [A C] キーと記す。）されると [O F F]（電源オフ）キーとなる。[S H I F T] + [M E N U] キーは [S E T U P]（セットアップ）キー、[S H I F T] + [F 3] キーは [V - W i n d o w]（ビューウインドウ）キーとなる。

【 0 0 1 9 】

前記グラフ関数電卓 1 0 F の表示出力部 1 2 は、ドットマトリクス型の液晶表示ユニットであり、入力操作を受け付け可能には構成されていない。前記タブレット端末 1 0 T の表示出力部 1 2 は、その最外面にタッチパネルが一体化して設けられていて、入力操作を受け付け可能に構成されている。

【 0 0 2 0 】

図 1 (A) (B) は、入力を受け付けた 3 つの数式が、表示出力部 1 2 の画面に設定された 3 次元座標系内において、互いに全く同じ円柱を特定するものであった場合に、前記 3 次元座標系である 3 D 空間（ビューウインドウ）A d 内で、これら 3 つの円柱に対応する 3 D グラフ F C 1 , F C 2 , F C 3 が重なった状態の 3 D グラフ F C 1 2 3 を前記表示出力部 1 2 の画面に描画して表示させた状態を示す。上蓋となる円の領域 F C a と下蓋となる円の領域 F C b とその間の側面の領域 F C s との各領域において、3 つの 3 D グラフ F C 1 , F C 2 , F C 3 にそれぞれ設定された描画パターンが単位描画領域毎にランダムに割り当てられている。3 つの 3 D グラフ F C 1 , F C 2 , F C 3 に設定された描画パターンは、塗りつぶし色が赤色 R , 青色 B , 緑色 G の各色であり、線色がいずれも黒色である。

【 0 0 2 1 】

これにより、前記複数の 3 D グラフを描画するために入力された各数式とそのパラメータが同一である場合や、入力された各数式の表現が異なっているものの数学的には同等である場合、または、前記複数の 3 D グラフの一部或いは全部の領域の前記 3 次元座標系内での位置が互いに略同一である場合には、複数の 3 D グラフに関連付けられた複数の描画パターンのそれぞれを、前記略同一の領域に対応する複数の後述する単位描画領域の何れかに割り当て、前記複数の単位描画領域を、各単位描画領域に割り当てた描画パターンを使って描画する。これにより、この略同一の領域において、複数の 3 D グラフが重なっていることを容易に知ることができる。

【 0 0 2 2 】

ここで、前記図形描画装置 1 0 における 3 D グラフ描画処理の概略について説明する。

【 0 0 2 3 】

この 3 D グラフ描画処理には、3 D グラフ（図形）の表面をポリゴン（グリッド）の集合としてモデル化する描画手法を用いる。

【 0 0 2 4 】

すなわち、3 D グラフ（図形）を描画するための数式とそのパラメータに従って、描画対象となる図形の面を構成する座標列が演算処理されて算出され、算出された座標列間を縦横に結ぶ線により細分割されて生成される各ポリゴン（グリッド）の領域（単位描画領域）を塗りつぶした面として描画することで、前記 3 D グラフ（図形）を表示させる。

【 0 0 2 5 】

例えば、図 1 に示すような円柱（円付図形）F C 1 2 3 の場合、3 D 空間 A d 上での前記円柱 F C 1 2 3 の一方の円（上蓋）F C a の円周を構成する座標列と、他方の円（下蓋）F C b の円周を構成する座標列とが演算処理されて算出される。また、前記算出された一方の円 F C a に対応する座標列と他方の円 F C b に対応する座標列とを結ぶ線を構成する座標列が、前記円柱 F C 1 2 3 の側面 F C s を構成する座標列として演算処理されて算

10

20

30

40

50

出される。

【0026】

そして、前記算出された一方の円FCaに対応する座標列と他方の円FCbに対応する座標列と円柱の側面FCsに対応する座標列の各座標の点を、前記一方の円FCa、他方の円FCb、側面Fsの順に描画することで、前記円柱(円付図形)FC123を表示させる。

【0027】

この際、前記一方と他方の円FCa, FCbについては、その中心の座標点と該当する円の円周に対応する各座標点との間を結ぶ放射状の線と、同円の円周の各座標点間を結ぶ線とにより分割されて生成される多数の三角形(グリッド(多角形))の集合で面が構成される。また、側面については、一方の円FCaの円周に対応する各座標点と他方の円FCbの円周に対応する各座標点とを結ぶ線により分割されて生成される多数の四角形(グリッド(多角形))の集合で面が構成される。

10

【0028】

なお、実際には、前記算出された一方の円FCaと他方の円FCbと側面FCsとを構成する全ての座標点について描画するのではなく、前記円を構成する各三角形(グリッド(多角形))の分割数と、側面を構成する各四角形(グリッド(多角形))の分割数とを設定する。そして、前記一方の円FCaと他方の円FCbについては、前記設定された分割数に応じて同円を円周方向に分割して生成した各三角形の頂点座標を決定して同円を描画する。また前記側面FCsについては、前記一方の円FCaを分割して生成した各三角形の円周上の座標点と他方の円FCbを分割して生成した各三角形の円周上の座標点とを結ぶ縦方向(Z方向)の線と前記設定された分割数に応じて前記一方の円FCaと他方の円FCbとの間を分割した水平方向(X-Y方向)の線とにより縦横に分割して生成した各四角形の頂点座標を決定して同側面FCsを描画する。

20

【0029】

図2は、前記図形描画装置10(10F/10T)の電子回路の構成を示すブロック図である。

【0030】

この図形描画装置10の電子回路は、前記キー入力部11および表示出力部12に加えて、コンピュータであるCPU21と、メモリ22と、記録媒体読取部24、通信部25とを備えている。

30

【0031】

前記CPU21は、メモリ22に記憶されている3Dグラフ(図形)表示制御プログラム22aに従い回路各部の動作を制御し、キー入力部11からのキー入力信号に応じた各種の演算処理を実行する。この3Dグラフ表示制御プログラム22aは、メモリ22に予め記憶されていてもよいし、あるいはメモリカード等の外部記録媒体23から記録媒体読取部24を介してメモリ22に読み込まれて記憶されたものであってもよい。この3Dグラフ表示制御プログラム22aは、ユーザがキー入力部11の操作によって書き換えできないようになっている。

40

【0032】

前記メモリ22には、このようなユーザ書き換え不可能な情報の他に、ユーザが書き換え可能なデータを記憶するエリアとして、前記キー入力部11によりキー入力されたキーコードのデータが順次入力され、これにより構成される数式のデータや表データ、グラフデータ等が記憶されるエリアが確保されている。

【0033】

また、前記メモリ14の書き換え可能なデータを記憶するエリアには、V-Windowデータエリア22b、3Dグラフ式データエリア22c、3Dグラフ描画データエリア22d、表示データエリア22eが確保されている。

【0034】

前記V-Windowデータエリア22bには、前記[V-Window](ビューウ

50

インドウ)キーの操作によって表示出力部12に表示される描画領域設定画面(図示せず)において、ユーザ操作に応じて入力された(又は予め設定された)3Dグラフ(図形)描画のための3D空間 $A_d(X_{min}, max / Y_{min}, max / Z_{min}, max)$ のデータとグリッド(ポリゴン)の分割数($grid$)のデータが記憶される。

【0035】

前記3Dグラフ式データエリア22cには、前記[MENU](メニュー)キーの操作に従い表示される動作メニュー(図示せず)から3Dグラフ(図形)を描画するためのアイコン[3D-Graph]を選択して表示出力部12に表示される3Dグラフ式入力画面Gf(図5参照:ここでは平面図形描画用の3Dグラフ式入力画面Gf)において、ユーザ操作に応じて入力されたグラフ式とそのパラメータのデータが記憶され、更に、後述(図6参照)の線(Line)/面(Area)選択画面Gsと描画色選択画面Gcに従い選択された前記グラフ式に応じた3Dグラフ(図形)の描画色(線色と面色)のデータが記憶されて設定される。なお、前記3Dグラフ式入力画面Gfに従い入力されるグラフ式は、予め設定された複数のグラフ式の中からユーザ操作に応じて指定されたグラフ式が入力されるものでもよい。

10

【0036】

なお、図5(A)(B)(C)に示す3Dグラフ式入力画面Gfでの平面図形描画用の各グラフ式は、その数学的表現が3元の方程式とベクトル式と行列とで異なるが、何れも同一の平面図形を描画するための数式であり、これらの数式を3Dグラフ描画において数学的に同等の数式であると定義する。

20

【0037】

前記3Dグラフ描画データエリア22dには、前記3Dグラフ式データエリア22cに記憶された3Dグラフ(図形)のグラフ式とそのパラメータのデータ及び当該3Dグラフ(図形)の描画色(線色と面色(塗りつぶしの色または色柄))のデータに基づいて、3Dグラフ(図形)の描画データ(図形の面をグリッド(多角形)の集合で構成する各グリッドの頂点座標)と当該各グリッドに対する描画色(隣接するグリッドを画定する境界の線色とグリッド内の面色)のデータが記憶される。

【0038】

前記表示データエリア22eは、前記表示出力部12を構成する液晶表示ユニットの表示サイズに対応したメモリアreaを有し、このメモリアreaには、前記液晶表示ユニットに表示させるべき表示データがビットマップデータ(ここでは前記3D空間 A_d を表すデータと3Dグラフ(図形)の描画データ及び描画色(線色と面色)のデータとに応じて展開したカラーのビットマップデータ)として記憶される。

30

【0039】

図3は、前記図形描画装置10の3Dグラフ(図形)描画機能により描画された3Dグラフ(図形)の表示状態を示す図であり、同図(A)は1つの3Dグラフ(平面図形FP)を描画した3Dグラフ画面Gdの表示状態を示す図、同図(B)は3つの3Dグラフ(平面図形 FP_x, FP_y, FP_z)を描画した3Dグラフ画面Gdの表示状態を示す図である。

【0040】

前記図3(A)に示す1つの3Dグラフ(平面図形FP)の場合、そのグラフ式は、
 $aX + bY + cZ + d = 0$ ($a = 1, b = 1, c = 1, d = 0$)
 であり、当該平面図形FPの平面を構成する各グリッド(多角形)の領域(単位描画領域)の描画パターン(ここでは描画色)は青色Bに設定されている。

40

【0041】

前記図3(B)に示す3つの3Dグラフ(平面図形 FP_x, FP_y, FP_z)の場合、そのグラフ式は、

$$\begin{aligned} &FP_x; X = 0 \\ &FP_y; Y = 0 \\ &FP_z; Z = 0 \end{aligned}$$

50

であり、そのうち平面図形 $F P x$ の平面を構成する各グリッド（多角形）の領域（単位描画領域）の描画パターン（ここでは描画色）は赤色 R に、平面図形 $F P y$ の平面を構成する各グリッドの領域の描画パターンは緑色 G に、平面図形 $F P z$ の平面を構成する各グリッドの領域の描画パターンは青色 B に設定されている。

【0042】

このように、前記3Dグラフ画面 $G d$ に表示される3Dグラフ（平面図形 $F P x$, $F P y$, $F P z$ ）は、各平面図形 $F P x$, $F P y$, $F P z$ に設定された描画パターン（赤色 R , 緑色 G , 青色 B ）により当該各平面図形 $F P x$, $F P y$, $F P z$ を構成するグリッドの領域が描画されて表示される。

【0043】

このように構成された図形描画装置10（10F/10T）は、前記CPU21が前記3Dグラフ表示制御プログラム22aに記述された命令に従い回路各部の動作を制御し、ソフトウェアとハードウェアとが協働して動作することにより、後述の動作説明で述べるような3Dグラフ（図形）描画機能を実現する。

【0044】

次に、前記構成による図形描画装置10の動作について説明する。

【0045】

図4は、前記図形描画装置10の3Dグラフ描画処理を示すフローチャートである。

【0046】

（第1実施形態）

図5は、前記図形描画装置10の3Dグラフ描画処理に従い3つの同じ3Dグラフ（平面図形 $F P 1$, $F P 2$, $F P 3$ ）を異なる形態の数式に基づき描画する場合の3Dグラフ式入力画面 $G f$ を示す図である。

【0047】

図6は、前記図形描画装置10の3Dグラフ描画処理に従い描画対象の3Dグラフ（図形）に対する描画色（描画パターン）を設定するための線(Line)/面(Area)選択画面 $G s$ 及び描画色選択画面 $G c$ を示す図である。前記描画色選択画面 $G c$ により選択可能な線色と面色の描画色には透過色(Clear)が含まれる。

【0048】

図7は、前記図形描画装置10の3Dグラフ描画処理に従い異なる描画色を設定した3つの同じ3Dグラフ（平面図形 $F P 1$, $F P 2$, $F P 3$ ）を任意に組み合わせて同時描画した場合の3Dグラフ画面 $G d$ を示す図である。

【0049】

3つの同じ3Dグラフ（平面図形 $F P 1$, $F P 2$, $F P 3$ ）を描画するグラフ式（及びそのパラメータ）として、例えば、平面図形 $F P 1$ のグラフ式を、図5（A）に示すように、3元の方程式により入力し、平面図形 $F P 2$ のグラフ式を、図5（B）に示すように、3元のベクトル式により入力し、平面図形 $F P 3$ のグラフ式を、図5（C）に示すように、3元の行列により入力する。

【0050】

また、図6（A）（B）に示すような線(Line)/面(Area)選択画面 $G s$ 及び描画色選択画面 $G c$ に従い、前記平面図形 $F P 1$ の描画色（線色と面色）を青色 B に設定し、前記平面図形 $F P 2$ の描画色（線色と面色）を赤色 R に設定し、前記平面図形 $F P 3$ の描画色（線色と面色）を緑色 G に設定する。

【0051】

前記入力された各3Dグラフ（平面図形 $F P 1$, $F P 2$, $F P 3$ ）のグラフ式及びそのパラメータのデータと、前記設定された各3Dグラフ（平面図形 $F P 1$, $F P 2$, $F P 3$ ）に対する描画色のデータとは、前記3Dグラフ式データエリア22cに記憶される（ステップS1）。

【0052】

そして、[EXE]キーの操作により3Dグラフ（図形）の描画の実行が指示されると

10

20

30

40

50

(ステップS2 (Yes))、前記3Dグラフ式データエリア22cに記憶されているグラフ式のデータが複数存在するか否かにより、同時の描画を必要とする複数の3Dグラフ(図形)が有るか否かが判断される(ステップS3)。

【0053】

前記3Dグラフ式データエリア22cに前記3つの同じ3Dグラフ(平面図形FP1, FP2, FP3)のグラフ式が存在することにより、同時の描画を必要とする複数の3Dグラフ(図形)が有ると判断されると(ステップS3 (Yes))、当該3つのグラフ式は数学的に同等であるか否かが判断される(ステップS4)。

【0054】

ここで、複数のグラフ式が数学的に同等であるとは、当該各グラフ式をそのグラフ(図形)描画処理の過程において変形したり変換したりした場合に、各グラフ式が同一の式になる場合、および、各グラフ式が同一でなくても、当該各グラフ式に対応する3Dグラフ(図形)を描画した場合、その各3Dグラフ(図形)の領域の前記3次元座標系における位置が同一となり重なって描画されることを意味する。ここで、グラフ関数電卓10Fやタブレット端末10Tに搭載されているコンピュータの演算精度によって、各グラフ式が同一でない場合でも、前記3次元座標系において、当該各グラフ式に対応する3Dグラフを描画するための複数のポリゴンの頂点座標が互いに同一になる場合がある。

【0055】

そして、前記3Dグラフ式データエリア22cに記憶された3つの3Dグラフ(平面図形FP1, FP2, FP3)のグラフ式が数学的に同等であると判断されると(ステップS4 (Yes))、この後に実行する各グラフ式(図形)に対応する3Dグラフ(図形)の描画処理において、当該各3Dグラフ(図形)が相互に重なる面の各グリッドの領域の描画色(線色と面色)を、前記各グラフ式(図形)に対応して記憶されている描画色(ここでは青色B, 赤色R, 緑色G)の中からランダムに決定するように設定する(ステップS5)。

【0056】

すると、前記3Dグラフ式データエリア22cから読み出された3つのグラフ式にそれぞれ対応する3Dグラフ(平面図形FP1, FP2, FP3)が、前述の3Dグラフ描画処理に従い描画され、図7(E)に示すように、当該3つの平面図形FP1~FP3が重なった平面図形FP123の3Dグラフ画面Gdとして表示出力部12に表示される。この際、前記ステップS5におけるグリッドの描画色の設定処理に従い、前記各平面図形FP1, FP2, FP3の相互に重なる面の各グリッドの領域の塗りつぶしの描画色が前記青色B, 赤色R, 緑色Gの中からランダムに決定されて描画される(ステップS6)。

【0057】

すなわち、図5(A)~(C)に示すように入力された3つの3Dグラフ式が、何れも同じ3Dグラフ(平面図形FP1, FP2, FP3)として描画される数学的に同等な数式であって、そのうち平面図形FP1のグラフ式には青色Bの描画色が設定され、平面図形FP2のグラフ式には赤色Rの描画色が設定され、平面図形FP3のグラフ式には緑色Gの描画色が設定された場合に、個々の平面図形FP1, FP2, FP3を単独で描画すると、それぞれ図7(A)(B)(C)に示すように、青色Bの平面図形FP1、赤色Rの平面図形FP2、緑色Gの平面図形FP3となって表示される。

【0058】

ここで、前記平面図形FP1のグラフ式と平面図形FP2のグラフ式とが入力されて図形の描画が実行された場合は、図7(D)に示すように、その各々に設定されている描画色(青色Bと赤色R)がグリッド毎にランダムに配色された平面図形FP12が描画されて表示され、また、前記平面図形FP2のグラフ式と平面図形FP3のグラフ式とが入力されて図形の描画が実行された場合は、図7(F)に示すように、その各々に設定されている描画色(赤色Rと緑色G)がグリッド毎にランダムに配色された平面図形FP23が描画されて表示される。

【0059】

10

20

30

40

50

そして、前記前述したように、3つの平面図形 F P 1 ~ F P 3 の各グラフ式が入力されて図形の描画が実行された場合は、図 7 (E) に示すように、その各々に設定されている描画色 (青色 B と赤色 R と緑色 G) がグリッド毎にランダムに配色された平面図形 F P 1 2 3 が描画されて表示される。

【 0 0 6 0 】

これにより、前記複数の 3 D グラフを描画するために入力された各数式とそのパラメータが同一である場合や、入力された各数式の表現が異なっているものの数学的には同等である場合、または、前記複数の 3 D グラフの一部或いは全部の領域の前記 3 次元座標系内での位置が互いに略同一である場合には、複数の 3 D グラフに関連付けられた複数の描画パターンのそれぞれを、前記略同一の領域に対応する複数の後述する単位描画領域の何れかに割り当て、前記複数の単位描画領域を、各単位描画領域に割り当てた描画パターンを使って描画する。これにより、この略同一の領域において、複数の 3 D グラフが重なっていることを容易に知ることができる。

10

【 0 0 6 1 】

(第 2 実施形態)

図 8 は、前記図形描画装置 1 0 の 3 D グラフ描画処理に従い 3 つの同じ 3 D グラフ (球図形 F B 1 , F B 2 , F B 3) を異なる形態の数式に基づき描画する場合の 3 D グラフ式入力画面 G f を示す図である。

【 0 0 6 2 】

図 9 は、前記図形描画装置 1 0 の 3 D グラフ描画処理に従い異なる描画色を設定した 3 つの同じ 3 D グラフ (球図形 F B 1 , F B 2 , F B 3) を任意に組み合わせて同時描画した場合の 3 D グラフ画面 G d を示す図である。

20

【 0 0 6 3 】

すなわち、図 8 (A) (B) に示すように入力された異なる形態の 3 D グラフ式が、何れも同じ 3 つの 3 D グラフ (球図形 F B 1 , F B 2 , F B 3) として描画される数学的に同等な数式であって、そのうち球図形 F B 1 のグラフ式には青色 B の描画色が設定され、球図形 F B 2 のグラフ式には赤色 R の描画色が設定され、球図形 F B 3 のグラフ式には緑色 G の描画色が設定された場合に、個々の球図形 F B 1 , F B 2 , F B 3 を単独で描画すると、それぞれ図 8 (A) (B) (C) に示すように、青色 B の球図形 F B 1 、赤色 R の球図形 F B 2 、緑色 G の球図形 F B 3 となって表示される。

30

【 0 0 6 4 】

ここで、前記球図形 F B 1 のグラフ式と球図形 F B 2 のグラフ式とが入力されて図形の描画が実行された場合は、図 8 (D) に示すように、その各々に設定されている描画色 (青色 B と赤色 R) がグリッド毎にランダムに配色された球図形 F B 1 2 が描画されて表示され、また、前記球図形 F B 2 のグラフ式と球図形 F B 3 のグラフ式とが入力されて図形の描画が実行された場合は、図 8 (F) に示すように、その各々に設定されている描画色 (赤色 R と緑色 G) がグリッド毎にランダムに配色された球図形 F B 2 3 が描画されて表示される。

【 0 0 6 5 】

そして、3つの球図形 F B 1 ~ F B 3 の各グラフ式が入力されて図形の描画が実行された場合は、図 8 (E) に示すように、その各々に設定されている描画色 (青色 B と赤色 R と緑色 G) がグリッド毎にランダムに配色された球図形 F B 1 2 3 が描画されて表示される。

40

【 0 0 6 6 】

これにより、前記複数の 3 D グラフを描画するために入力された各数式とそのパラメータが同一である場合や、入力された各数式の表現が異なっているものの数学的には同等である場合、または、前記複数の 3 D グラフの一部或いは全部の領域の前記 3 次元座標系内での位置が互いに略同一である場合には、複数の 3 D グラフに関連付けられた複数の描画パターンのそれぞれを、前記略同一の領域に対応する複数の後述する単位描画領域の何れかに割り当て、前記複数の単位描画領域を、各単位描画領域に割り当てた描画パターンを

50

使って描画する。これにより、この略同一の領域において、複数の3Dグラフが重なっていることを容易に知ることができる。

【0067】

なお、前記各実施形態では、複数の3Dグラフ(図形)それぞれの面を構成する単位描画領域(グリッド)の描画パターンについて、相互に重なる単位描画領域の描画パターンを、前記各グラフ式に対応して設定された描画パターンの中からランダムに決定する構成としたが、規則正しく変化して決定する構成としてもよい。

【0068】

また、前記3Dグラフ(図形)の面を構成する単位描画領域(グリッド)の描画パターンのうち、相互に重なる単位描画領域の隣接する領域との境界となる線(Line)の描画パターン(色)については、前記各グラフ式に対応して設定された描画パターン(色)の中からランダム又は規則正しく変化するように決定してもよいし、各描画パターン(色)の混色、あるいは表示ドット毎に異ならせた千鳥パターンとして決定してもよい。

10

【0069】

さらに、前記各実施形態では、描画対象となる3Dグラフ(図形)の種類について、平面図形、球図形、円柱図形の実施形態について説明したが、他の種類の3Dグラフ(図形)についても同様に描画処理することで、図形描画装置10の表示出力部12の画面に設定される3次元座標系に複数の面を描画したときに、複数の面の少なくとも一部の領域が重なっていることを分かり易く表示することが可能である。

【0070】

20

なお、前記各実施形態において記載した図形描画装置10による各処理の手法、すなわち、図4のフローチャートに示す3Dグラフ描画処理に含まれる各手法は、何れも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리카ード(ROMカード、RAMカード等)、磁気ディスク(フロッピ(登録商標)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装置の媒体に格納して配布することができる。そして、表示機能を備えた電子機器のコンピュータ(CPU)は、この外部記録装置の媒体に記録されたプログラムを記憶装置に読み込み、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、前記各実施形態において説明した3Dグラフ(図形)描画機能を実現し、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。

30

【0071】

また、前記各手法を実現するためのプログラムのデータは、プログラムコードの形態として通信ネットワーク(N)上を伝送させることができ、この通信ネットワーク(N)に接続されたコンピュータ装置(プログラムサーバ)から前記プログラムのデータを、表示機能を備えた電子機器に取り込んで記憶装置に記憶させ、前述した3Dグラフ(図形)描画機能を実現することもできる。

【0072】

本願発明は、前記各実施形態に限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で種々に変形することが可能である。さらに、前記各実施形態には種々の段階の発明が含まれており、開示される複数の構成要件における適宜な組み合わせにより種々の発明が抽出され得る。例えば、各実施形態に示される全構成要件から幾つかの構成要件が削除されたり、幾つかの構成要件が異なる形態にして組み合わせられても、発明が解決しようとする課題の欄で述べた課題が解決でき、発明の効果の欄で述べられている効果が得られる場合には、この構成要件が削除されたり組み合わせられた構成が発明として抽出され得るものである。

40

【0073】

以下に、本願出願の当初の特許請求の範囲に記載された発明を付記する。

【0074】

[請求項1]

表示装置の画面に設定される3次元座標系に複数の面の各々に対応する複数の単位描画

50

領域を描画する場合であって、且つ、前記複数の面の少なくとも一部の領域の前記3次元座標系内での位置が互いに略同一であった場合、前記複数の面に関連付けられた複数の描画パターンのそれぞれを、前記複数の単位描画領域のうちの前記略同一の領域に対応する2以上の単位描画領域の何れかに割り当て、前記2以上の単位描画領域を、各単位描画領域に割り当てた描画パターンを使って描画する、
ことを特徴とする描画方法。

【0075】

[請求項2]

前記複数の面を特定する複数の数式の入力を受け付け、
前記複数の数式が互いに数学的に同等であった場合、前記複数の数式の何れかにより特定される面に対応する前記複数の単位描画領域を生成する、
ことを特徴とする請求項1に記載の描画方法。 10

【0076】

[請求項3]

前記複数の面を特定する複数の数式の入力を受け付け、
前記複数の数式により特定される前記複数の面の一部或いは全部の領域の前記3次元座標系内での位置が互いに略同一であった場合、前記略同一の領域に対応する前記複数の単位描画領域を生成する、
ことを特徴とする請求項1に記載の描画方法。 20

【0077】

[請求項4]

前記複数の面を特定する複数の数式の入力を受け付け、
前記複数の面に関連付けられた前記複数の描画パターンの設定を、前記数式毎に受け付ける、
ことを特徴とする請求項1に記載の描画方法。 20

【0078】

[請求項5]

前記複数の数式は互いに数学的に同等であり、且つ、互いに同一の又は異なる数式表現により前記複数の数式の入力を受け付ける、
ことを特徴とする請求項2乃至請求項4の何れか1項に記載の描画方法。 30

【0079】

[請求項6]

前記複数の単位描画領域として、それぞれが多角形である複数の平面を生成する、
ことを特徴とする請求項1乃至請求項5の何れか1項に記載の描画方法。

【0080】

[請求項7]

前記複数の描画パターンは、前記単位描画領域の塗りつぶしの色または色柄により指定され、
前記略同一の領域内において、互いに異なる描画パターンを割り当てた2以上の単位描画領域がランダムに又は規則正しく配されるように、前記2以上の単位描画領域に対する描画パターンの割り当てを行う、
ことを特徴とする請求項1乃至請求項6の何れか1項に記載の描画方法。 40

【0081】

[請求項8]

前記複数の描画パターンは、前記単位描画領域を画定する線の色により指定され、
隣接する2つの単位描画領域に対して指定された2つの線の色の中の何れか一方の色あるいはそれらの混色を、当該隣接する単位描画領域の境界を画定する線に対して指定するか、または、前記2つの線の色が表示ドットが交互に配された千鳥パターンを当該隣接する単位描画領域の境界を画定する線に対して指定する、
ことを特徴とする請求項1乃至請求項7の何れか1項に記載の描画方法。 50

【 0 0 8 2 】

[請求項 9]

表示装置の画面に設定される 3 次元座標系に複数の面の各々に対応する複数の単位描画領域を描画する場合であって、且つ、前記複数の面の少なくとも一部の領域の前記 3 次元座標系内での位置が互いに略同一であった場合、前記複数の面に関連付けられた複数の描画パターンのそれぞれを、前記複数の単位描画領域のうちの前記略同一の領域に対応する 2 以上の単位描画領域の何れかに割り当て、前記 2 以上の単位描画領域を、各単位描画領域に割り当てた描画パターンを使って描画する、描画制御部を備えることを特徴とする描画装置。

【 0 0 8 3 】

[請求項 1 0]

コンピュータを、

表示装置の画面に設定される 3 次元座標系に複数の面の各々に対応する複数の単位描画領域を描画する場合であって、且つ、前記複数の面の少なくとも一部の領域の前記 3 次元座標系内での位置が互いに略同一であった場合、前記複数の面に関連付けられた複数の描画パターンのそれぞれを、前記複数の単位描画領域のうちの前記略同一の領域に対応する 2 以上の単位描画領域の何れかに割り当て、前記 2 以上の単位描画領域を、各単位描画領域に割り当てた描画パターンを使って描画する、描画手段、として機能させるためのコンピュータ読み込み可能なプログラム。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 4 】

- 1 0 ... 図形描画装置
- 1 0 F ... グラフ関数電卓
- 1 0 T ... タブレット端末
- 1 1 ... キー入力部
- 1 2 ... 表示出力部
- 2 1 ... C P U
- 2 2 ... メモリ
- 2 2 a ... 3 D グラフ表示制御プログラム
- 2 2 b ... V - W i n d o w データエリア
- 2 2 c ... 3 D グラフ式データエリア
- 2 2 d ... 3 D グラフ描画データエリア
- 2 2 e ... 表示データエリア
- 2 3 ... 外部記録媒体
- 2 4 ... 記録媒体読取部
- 2 5 ... 通信部
- 3 0 ... W e b サーバ
- N ... 通信ネットワーク
- R ... 赤色
- B ... 青色
- G ... 緑色
- G f ... 3 D グラフ式入力画面
- G s ... 線(Line) / 面(Area) 選択画面
- G c ... 描画色選択画面
- G d ... 3 D グラフ画面
- A d ... 3 D 空間

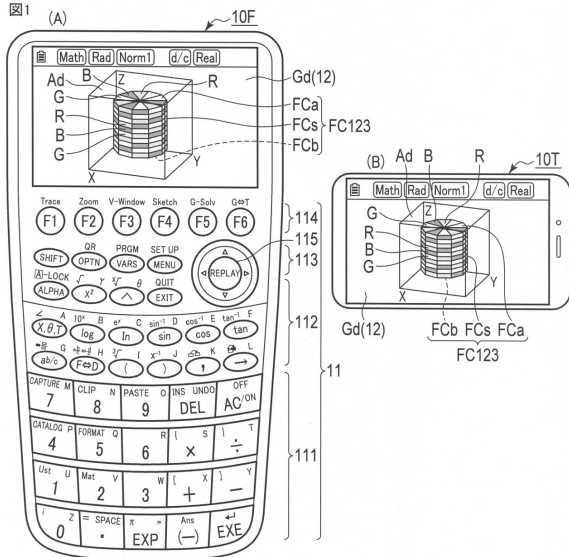
10

20

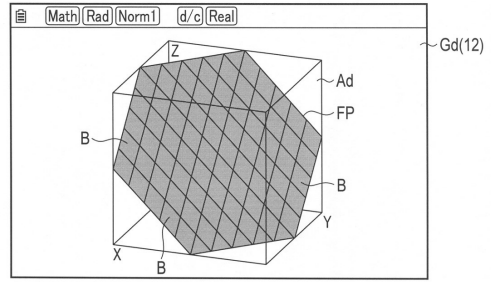
30

40

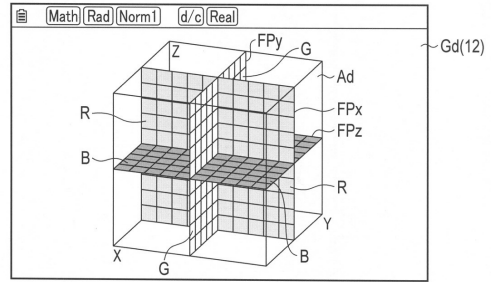
【図1】



【図3】

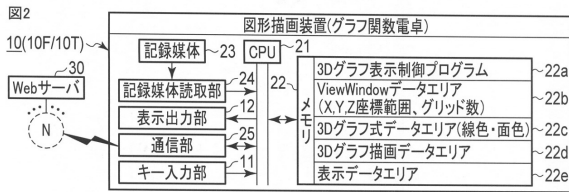


(A)

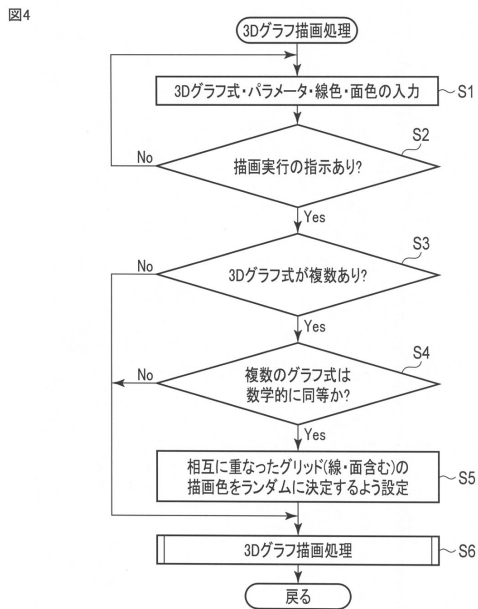


(B)

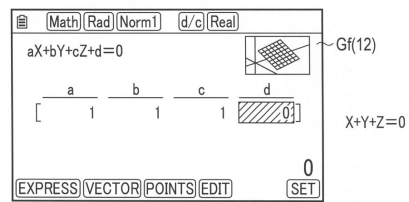
【図2】



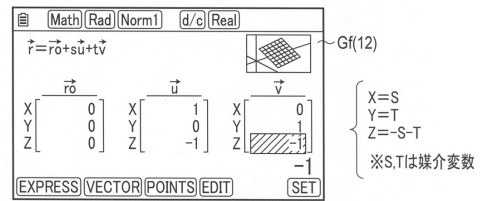
【図4】



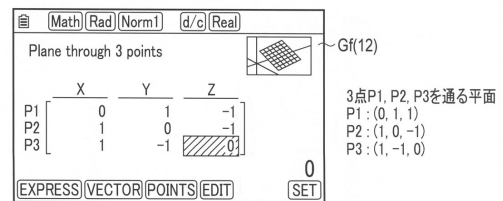
【図5】



(A)



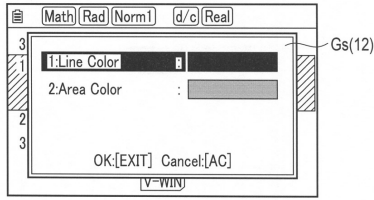
(B)



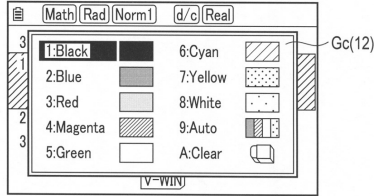
(C)

【 6 】

図6



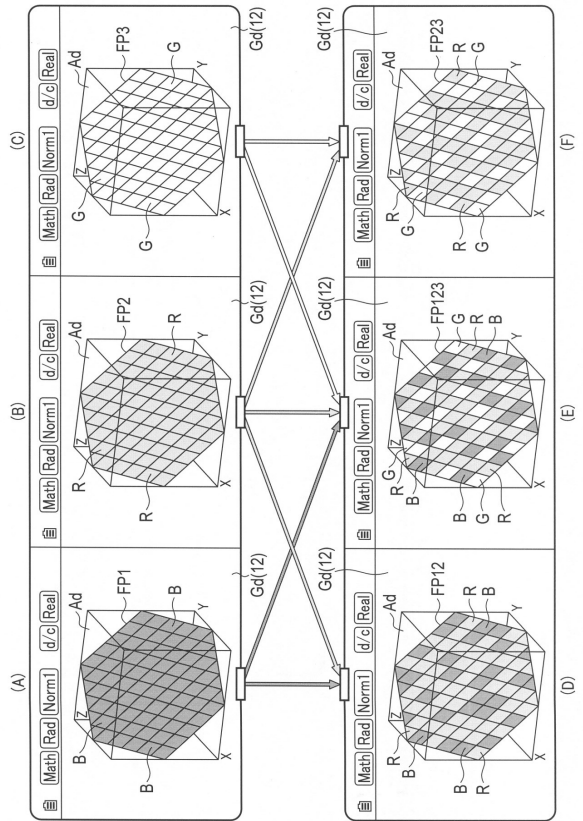
(A)



(B)

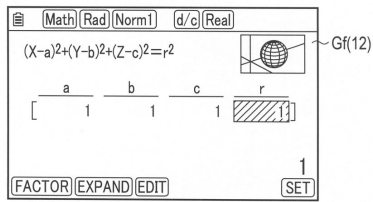
【 7 】

図7

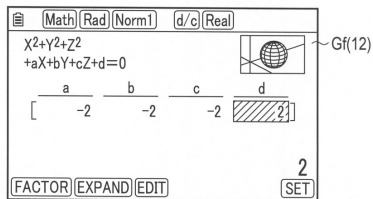


【 8 】

図8



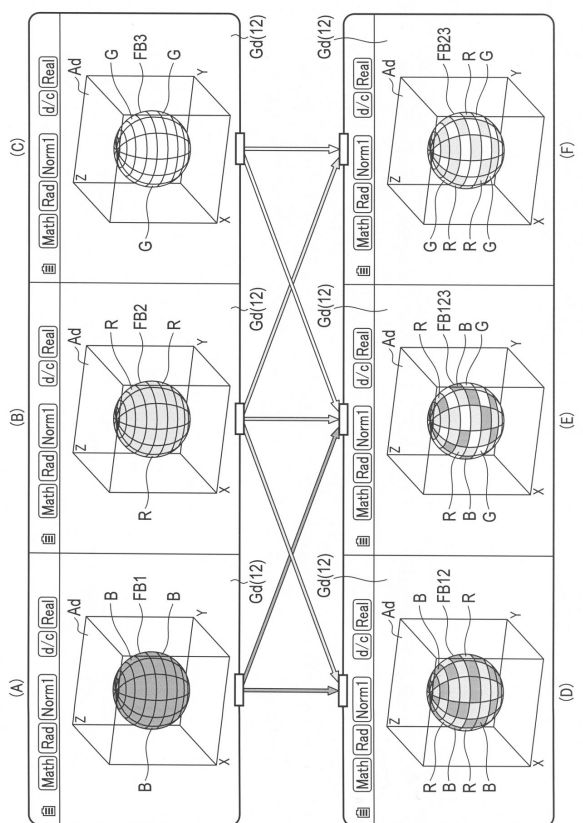
(A)



(B)

【 9 】

図9



フロントページの続き

(72)発明者 田中 博和

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 板垣 有紀

(56)参考文献 米国特許出願公開第2013/0127895 (US, A1)

特開2011-192233 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 19/00

G06F 3/0481