

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-101970

(P2007-101970A)

(43) 公開日 平成19年4月19日(2007.4.19)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO2B 27/22 (2006.01)	GO2B 27/22	5C061
HO4N 13/04 (2006.01)	HO4N 13/04	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2005-293025 (P2005-293025)</p> <p>(22) 出願日 平成17年10月5日 (2005.10.5)</p>	<p>(71) 出願人 593165487 学校法人金沢工業大学 石川県石川郡野々市町扇が丘7番1号</p> <p>(74) 代理人 100105924 弁理士 森下 賢樹</p> <p>(72) 発明者 坂本 康正 石川県石川郡野々市町扇が丘7番1号 学 校法人金沢工業大学内</p> <p>Fターム(参考) 5C061 AB14 AB16</p>
--	---

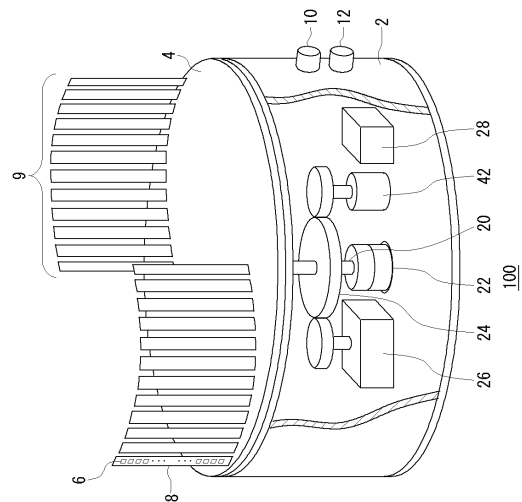
(54) 【発明の名称】 三次元画像表示装置

(57) 【要約】

【課題】三次元画像表示装置によって三次元オブジェクトの表面をより自然に表示することについて改善の余地がある。

【解決手段】回転テーブル4は、モータ26の回転により、ギヤ24および軸20を介して高速で回転する。複数の発光素子6を有する複数の発光素子アレイ8は、回転テーブル4に立設される。画像データ供給部28は、三次元オブジェクトの画像データにシェーディング処理を施して陰影を付ける。画像データ供給部28がシェーディング処理した後、黒色を所定の色に変換して生成した画像データを用いて、発光素子ドライバは、回転テーブル4の回転中に所定のタイミングで各発光素子6を点灯および消灯する。これにより、三次元画像表示装置100は、三次元オブジェクトの表面を表示する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の発光素子を有する発光表示部と、
前記発光表示部が立設配置される回転自在な支持部と、
前記支持部を回転させる駆動部と、
前記支持部の回転に応じて所定の位置で前記発光素子を点灯させて三次元オブジェクトの表面を三次元的に表示するための画像データを前記発光表示部に供給する画像データ供給部と、
を備え、

前記画像データ供給部は、光源を仮想的に設け、前記画像データを再構成する処理を施す再構成部を有することを特徴とする三次元画像表示装置。 10

【請求項 2】

前記再構成部は、仮想的に設けられた光源から前記三次元オブジェクトを照らして陰影を付けるシェーディング処理を前記画像データに施すことを特徴とする請求項 1 に記載の三次元画像表示装置。

【請求項 3】

前記再構成部は、前記三次元オブジェクトにおける黒色の部分の色を、黒色以外の所定の色に変換する処理を前記画像データに施すことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の三次元画像表示装置。

【請求項 4】

前記再構成部は、前記シェーディング処理の結果、黒色となった部分における色を、前記シェーディング処理前のその部分における色の明度を暗くした色に変換する処理を前記画像データに施すことを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の三次元画像表示装置。 20

【請求項 5】

前記再構成部は、前記シェーディング処理の結果、黒色となった部分における前記シェーディング処理前の色が黒色であるとき、その部分の色を黒色以外の所定の色に変換する処理を前記画像データに施すことを特徴とする請求項 2 から 4 のいずれかに記載の三次元画像表示装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

【0001】
本発明は、発光素子を用いて三次元オブジェクトの表面を表示するための技術に関する。 30

【背景技術】**【0002】**

特許文献 1 では、本発明者により、発光素子を用いて三次元オブジェクトのサーフェイスモデルを表示する技術が開示されている。この開示された技術（「開示技術」とも表記する）において、サーフェイスモデルは、三次元オブジェクトの画像データを用いて発光素子を点灯することにより表示される。この開示技術に係る三次元画像表示装置では、発光素子を有する発光素子アレイは奥行きを持って配置されるため、三次元オブジェクトの表面は実際に三次元的な画像として表現される。この点において、この開示技術は非常に画期的であるといつてよい。 40

【特許文献 1】特開 2004 - 40667 号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

上述の技術について、本発明者は、三次元オブジェクトの表面をより自然に表現するために改善の余地があることを認識した。

【0004】

本発明は、上述の事情を鑑みてなされたものであり、その目的は、三次元オブジェクト 50

の表面をより自然に表示することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の一態様は三次元画像表示装置に関する。この三次元画像表示装置は、複数の発光素子を有する発光表示部と、発光表示部が立設配置される回転自在な支持部と、支持部を回転させる駆動部と、支持部の回転に応じて所定の位置で発光素子を点灯させて三次元オブジェクトの表面を三次元的に表示するための画像データを発光表示部に供給する画像データ供給部とを備え、画像データ供給部は、光源を仮想的に設け、画像データを再構成する処理を施す再構成部を有する。再構成部は、仮想的に設けられた光源から三次元オブジェクトを照らして陰影を付けるシェーディング処理を画像データに施してもよい。

10

【0006】

画像処理技術において、シェーディング処理は、一般に、二次元のディスプレイについてなされる。つまり、ディスプレイが二次元であるからこそ、オブジェクトを三次元的に表現するため陰影を付けるシェーディング処理を施す必要がある。一方、本発明者が発明した上述の三次元画像表示装置においては、発光素子アレイが奥行きを持って配置されており、ディスプレイ自体が三次元のものである。この装置は、発光素子自体を発光させることにより、すなわち自発光により、オブジェクトを表示する。通常、オブジェクトは、それ自体は発光せず、光源から照射された光を反射する。その反射された光が人間の目に入ることにより、人間は、そのオブジェクトの色や形を視覚により認識する。本発明者は、その装置により表示されるオブジェクトと通常のオブジェクトとの見え方の違いに注目し、本発明に係る三次元画像表示装置を発明した。この三次元画像表示装置は、シェーディング処理されて陰影が付けられた画像データを用いて、自発光によりオブジェクトの表面を表示するため、従来と比較してより自然にオブジェクトの表面を表示できる。

20

【0007】

再構成部は、三次元オブジェクトにおける黒色の部分の色を、黒色以外の所定の色に変換する処理を画像データに施してもよい。発光素子を黒色に発光させることはできないため、黒色の部分を有するオブジェクトの表面を表示するとき、その黒色の部分を自発光によって表現することはできない。黒色を表示する方法として、発光素子を点灯させないことが考えられる。しかし、この方法では、黒色の部分が、他の色の部分と比較して、ユーザの視点から奥の方に表示されることになり、全体としてオブジェクトの表示が不自然なものとなる。本発明に係る三次元画像表示装置によれば、黒色を、黒色以外の色であって黒色に近い所定の色で発光させて、黒色の部分を有するオブジェクトの表面を表示できる。「所定の色」とは、例えば、明度の暗い色であってもよい。

30

【0008】

再構成部は、シェーディング処理の結果、黒色となった部分における色を、シェーディング処理前のその部分における色の明度を暗くした色に変換する処理を画像データに施してもよい。これによって、シェーディング処理の結果、陰影が付けられた部分の色が、シェーディング処理前の色が反映された色に変換される。この結果、本来三次元オブジェクトの有する色により近い色で、その三次元オブジェクトの表面を表示できる。

【0009】

再構成部は、シェーディング処理の結果、黒色となった部分におけるシェーディング処理前の色が黒色であるとき、その部分の色を黒色以外の所定の色に変換する処理を画像データに施してもよい。シェーディング処理前の色が黒色であるとき、シェーディング処理されて陰影が付けられた部分の色を、上述のように自発光によっては表現できない黒色に変換することはできない。この三次元画像表示装置は、その部分を黒色以外の色であって黒色に近い所定の色で発光素子を発光させる。この結果、黒色の部分を有するオブジェクトに陰影が付けられたときでも、そのオブジェクトの表面を表示できる。「所定の色」とは、例えば、明度の暗い色であってもよい。

40

【0010】

なお、以上の構成要素の任意の組合せ、本発明の表現を方法、システム、コンピュータ

50

プログラム、記録媒体などの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

【発明の効果】

【0011】

本発明の三次元画像表示装置によれば、三次元オブジェクトの表面をより自然に表示できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

本実施の形態では、三次元画像表示装置によって、陰影が付けられた三次元オブジェクトの表面を表示する例を説明する。具体的には、表示する対象となる三次元オブジェクトの画像データに、シェーディング処理を施し、陰影を付ける。シェーディング処理後の画像データにおける黒色の部分のシェーディング処理前の色、すなわちオリジナルの色が黒色以外の色であるとき、その部分の色を、シェーディング処理前の色の明度を暗くした色に変換する。一方、黒色の部分のシェーディング処理前の色が黒色であるとき、その部分の色を明度の暗い黒色に近い所定の色に変換する。これらのシェーディング処理および色変換処理によって、画像データを再構成し、この画像データを用いて三次元オブジェクトの表面を三次元的に表示する。

10

【0013】

図1は、本実施形態における三次元画像表示装置100の斜視図である。三次元画像表示装置100は、ベース2、回転テーブル4および発光素子6を複数備える複数の発光素子アレイ8を含む。同図に示すように、三次元画像表示装置100は、12本の発光素子アレイ8からなる2組の発光素子アレイ群9を含む。図1には、各発光素子アレイ8が備える発光素子6は8個しか示されていないが、実際、各発光素子アレイ8は、60個の発光素子6を備えるものとする。発光素子6は、例えば、発光ダイオードである。発光素子アレイ群9の組数、発光素子アレイ8の本数、各発光素子アレイ8あたりの発光素子6の個数は、例示であって、これに限られない。ベース2は、第1光源位置設定スイッチ10および第2光源位置設定スイッチ12を備える。また、ベース2の内部には、軸20、ロータリコネクタ22、ギヤ24、モータ26、画像データ供給部28およびロータリエンコーダ42が含まれる。また、各発光素子6に対応する位置、例えば発光素子アレイ8において各発光素子6のそれぞれ裏側に相当する位置に不図示の発光素子ドライバが設けられる。

20

30

【0014】

回転テーブル4は、その中心において、軸20によってベース2に回動可能に軸支されており、モータ26の回転により、ギヤ24および軸20を介して例えば540rpmの速度で回転する。発光素子6の点灯等に必要な電力はロータリコネクタ22や、軸20の内部に敷設された経路を介して最終的に各発光素子6へと供給される。回転テーブル4には、発光素子アレイ8が立設されており、回転テーブル4の高速回転中に、画像データ供給部28が所定のタイミングで各発光素子6を点灯することで、三次元オブジェクトの表面が三次元画像表示装置100において表現可能となる。

【0015】

ユーザは、第1光源位置設定スイッチ10および第2光源位置設定スイッチ12を操作して、後述するシェーディング処理に用いられる仮想的に設けられた光源の位置を調整する。これによって、ユーザは、どの位置から照らされた三次元オブジェクトの画像を表示するかを設定できる。これらのスイッチは、つまみ状であり、ユーザはこれらのスイッチを回して操作する。第1光源位置設定スイッチ10は、水平方向における光源の位置を調整するためのものである。ユーザによる第1光源位置設定スイッチ10の操作に応じて、光源はオブジェクトの周囲を水平方向に回って移動する。第2光源位置設定スイッチ12は、光源の高さを調整するためのものである。ユーザによる第2光源位置設定スイッチ12の操作に応じて、光源は上下方向に移動する。

40

【0016】

ロータリエンコーダ42は、上部にピニオンを有し、これとギヤ24を介して回転テ

50

ブル4の回転情報を取得する。回転情報とは、例えば回転テーブル4に設定した不図示の基準点がどの位置にあるか等、回転の状態に関する情報をいい、回転中の回転テーブル4上の発光素子アレイ8の位置に関するものである。取得した回転情報は不図示の経路で画像データ供給部28に入力され、後述するデータ読出信号の生成に用いられる。各発光素子ドライバは、画像データ供給部28からの不図示の経路を介した入力に基づいて各発光素子6の点灯および消灯を行う。

【0017】

図2は、三次元画像表示装置100の平面図である。同図では、図1と同一の部分については同一符号を付する。1組の発光素子アレイ群9に含まれる各発光素子アレイ8は、回転テーブル4の中心Oに対して等角度間隔で、回転テーブル4の外周から中心Oに向かって徐々に近づいていく円弧に沿って配置される。本実施の形態では、各アレイは、図2に示すように、回転テーブル4の中心Oに対して8度間隔、外周から中心Oに向かって7mm間隔で配置される。これらの発光素子アレイ8と、回転テーブル4の中心Oに対して点対称の位置にそれぞれ発光素子アレイ8を配置したものが、もう1組の発光素子アレイ群9である。また、各発光素子アレイ8は、回転テーブル4の中心Oから放射方向に指向する。従って、ユーザが回転テーブル4の周辺のどの位置から観察しても、明瞭な三次元画像を認識することができる。このように、本実施の形態では、発光素子アレイ8は所定の規則性をもって配置されるが、配置はこれに限られるものではない。

10

【0018】

図3は、画像データ供給部28の機能ブロック図である。ここに示す各ブロックは、ハードウェア的には、プロセッサ、RAMなどの各種素子や、センサなどの各種デバイスで実現でき、ソフトウェア的にはコンピュータプログラムなどによって実現されるが、ここでは、それらの連携によって実現される機能ブロックを描いている。従って、これらの機能ブロックはハードウェア、ソフトウェアの組合せによっていろいろなかたちで実現できることは、当業者には理解されるところである。

20

【0019】

画像データ供給部28は、元画像データ保持部30、光源位置保持部32、シェーディング処理部36、画像データ再構成部38、画像データ変換部40、データ読出信号発生部44および表示データ保持部46を含む。元画像データ保持部30は、外部から三次元オブジェクトの表面についての画像データの入力を受け、この画像データを保持する。別の例として、元画像データ保持部30は、三次元オブジェクトのボリュームについての画像データの入力を受け付け、表面についての画像データを抽出してもよい。光源位置保持部32は、ユーザが第1光源位置設定スイッチ10および第2光源位置設定スイッチ12を操作して設定した光源の位置の情報を保持する。

30

【0020】

シェーディング処理部36は、元画像データにシェーディング処理を施す。ここで、「元画像データ」とは、シェーディング処理される前の三次元オブジェクトの表面についての画像データをいう。また、「シェーディング処理」とは、仮想的に設けた光源から照らして陰影を付けた三次元オブジェクトの画像データを生成する処理をいう。シェーディング処理において、三次元オブジェクトは、光源位置保持部32が保持する光源の位置から照らされる。画像データ再構成部38は、シェーディング処理された画像データについて、その色を変換する処理を施す。色を変換する処理については、図8および図9を用いて後述する。

40

【0021】

画像データ変換部40は、色を変換された画像データを用いて、表示データを生成する。回転テーブル4上の空間を、オブジェクトの表面を表示する複数の画素からなる空間であるとする。この空間は、回転テーブル4の半径方向、円周方向および高さ方向からなる座標系と考えることができ、各画素の位置は、この座標系における点の座標として表すことができる。表示データは、各画素の座標と各画素において表示される色の情報(以下「点灯情報」とも表記する)とがそれぞれ対応付けられて生成される。このとき、オブジェ

50

クトの表面を表示する位置にない画素については、その画素の座標には、その位置の座標では発光素子を消灯するとする情報（以下「消灯情報」とも表記する）が対応付けられる。つまり、表示データは、各発光素子アレイ 8 について、回転テーブル 4 の回転中にいずれの位置でいずれの発光素子 6 を点灯および消灯するか、また、点灯するときはいずれの色で点灯するかを内容とする。なお、画像データ変換部 40 は不図示の手段で、オブジェクトを上述の座標系においてどのように表示するか、すなわちオブジェクトの表示位置や大きさ、表示の角度等に関する指示を上記座標系に基づいてユーザから受け付けており、これに従って表示データを生成する。表示データ保持部 46 は、生成された表示データを保持する。

【0022】

10

データ読出信号発生部 44 は、入力された回転情報に基づいて各発光素子アレイ 8 の位置を判別し、そのタイミングに基づいて表示データ保持部 46 に保持される表示データを出力するタイミングを指定する信号（以下「データ読出信号」とも表記する）を発生する。表示データ保持部 46 は、データ読出信号に応じて表示データを各発光素子ドライバへ出力する。各発光素子ドライバはその表示データに基づいて各発光素子 6 を点灯および消灯させる。

【0023】

図 4 は本実施例の三次元画像表示装置 100 で三次元的に表示しようとするオブジェクトの一例を示す斜視図である。ここでは、表示するモデル 300 として立方体を取り上げる。モデル 300 は図示するごとく頂点 a 乃至 g を有する。頂点 a b c d で規定される面を面 A、頂点 c d g h で規定される面を面 B、頂点 a d h e で規定される面を面 C、頂点 a b f e で規定される面を面 D、頂点 e f g h で規定される面を面 E、頂点 b c g f で規定される面を面 F とする。

20

【0024】

図 5 (a) は、三次元画像表示装置 100 において、図 4 のモデル 300 を表示する様子を示す斜視図である。図では、ベース 2 と回転テーブル 4 とモデル 300 のみが示されている。以下の説明の便宜のため、回転テーブル 4 の中心 O である軸 20 から図中左に基準線 0 を引く。モデル 300 は、前述した三次元画像表示装置 100 の表示空間内に面 F を底面として、底面が回転テーブル 4 と水平になるように表示されるとする。その他の表示位置、角度の詳細を以下に述べる。

30

【0025】

図 5 (b) は、図 5 (a) のようにモデル 300 を表示する場合に、三次元画像表示装置 100 を垂直に見下ろした場合の平面図である。各点線は、回転テーブル 4 が回転する際の各発光素子アレイ 8 の軌跡を示す。既述のごとく、2 つの発光素子アレイ群 9 は、回転テーブル 4 の中心 O に対して点对称の位置にそれぞれ対応しあう 12 本の発光素子アレイ 8 からなる。従って、2 つの発光素子アレイ群 9 において位置的に対応しあうことになる二本の発光素子アレイ 8 が一つの軌跡上を移動する。軌跡の数は全部で 12 となり、それぞれ回転テーブル 4 の外周から中心 O に向かって、 r_1 、 r_2 、 \dots 、 r_{11} 、 r_{12} と呼ぶ。

【0026】

40

同図では、モデル 300 を真上からみるため面 C と各頂点 a d h e が示されている。モデル 300 は、頂点 d が軌跡 r_3 上に、頂点 e が軌跡 r_8 上にくるよう表示されるとする。正確に言えば、辺 d c が軌跡 r_3 上に辺 e f が軌跡 r_8 上に表示される。また、頂点 d と頂点 e を結んだ面 C の対角線は基準線 0 の延長線（図中一点鎖線）上にあるとする。

【0027】

図 5 (c) は、モデル 300 と軌跡の関係を示す、図 5 (b) の部分拡大図である。頂点 d は、軌跡 r_3 の円周上において、基準線 0 から s_3 の距離に位置するとする。また、軌跡 r_4 と辺 a d の交点は基準線 0 から s_4 の位置にあり、辺 d h との交点は s'_4 の位置にあるとする。軌跡 r_5 は、辺 a d と基準線 0 から s_5 の位置で交わり、辺 d h とは s'_5 の位置で交わるとする。軌跡 r_6 と辺 a e の交点は s_6 に位置し、辺 h e との交点は

50

軌跡 r_6 上で基準位置 0 から s'_6 の距離にある。軌跡 r_7 は、基準位置 0 から s_7 の距離で辺 a_e と交わり、 s'_7 の位置で辺 h_e と交わる。頂点 e は、軌跡 r_8 上において、基準線 0 から s_8 の距離に位置する。

【0028】

図 5 (d) は、図 5 (a) のようにモデル 300 を表示する場合に、これを水平方向からみた平面図である。基準線 0 に対して垂直の方向から三次元画像表示装置 100 を観察しているとする。図示するようにモデル 300 は、底面に当たる面 F が回転テーブル 4 から h_1 の高さに、上面に当たる面 C が回転テーブル 4 から h_2 の高さに表示されるとする。

【0029】

図 6 (a) 乃至 (f) は図 5 (a) 乃至 (d) で示した位置にモデル 300 を表示する場合の表示データを示す概念図である。本実施例の三次元画像表示装置 100 は、高速移動する発光素子アレイ 8 の各発光素子 6 が、表示対象オブジェクトの断面を、残像現象を利用して平面画像として表現し、これを積層させて、表示対象のまたは近似のオブジェクトを表示する装置である。図 6 (a) 乃至 (f) は、軌跡 r_3 乃至 r_8 上の回転テーブル 4 に対して垂直な平面で、モデル 300 をスライスした画像に相当する。ここに示された点灯情報および消灯情報に従って、各発光素子アレイ 8 の所定の発光素子 6 を点灯および消灯すれば、モデル 300 を表現できる。図中実線が点灯情報であり、その他の部分が消灯情報である。

10

【0030】

なお、本実施例の三次元画像表示装置 100 では、オブジェクトの断面画像の積層により三次元オブジェクトを表現するため、ある程度表現が離散的となる。但し、これは三次元的であると二次元的であるとを問わず、離散的な画素によって画像を表示するタイプのあらゆる画像表示装置においてみられる現象である。例えば、本実施例のモデル 300 では辺 a_b や辺 h_g を通過する発光素子アレイ 8 がないため、それら自体を表現することはできないが、少なくともユーザはモデル 300 を略立方体と認識可能に表示されているとする。以上の事情および現実には表示可能画素数を増やす、すなわち三次元画像表示装置 100 の解像度を上げることでより表示しようとするオブジェクトと実際の表示の乖離を低減できることは当業者であれば容易に理解可能である。本明細書では、モデル 300 は必ずしも立方体としてではなく擬似的な立方体として表示されるが、その場合でもモデル 300 を「表示する」と表記している。

20

30

【0031】

図 6 (a) は、軌跡 r_3 上を移動する発光素子アレイ 8 の発光素子 6 をどのように点灯および消灯するかを示す。軌跡 r_3 の発光素子アレイ 8 が 0 から t の方向に移動するとき、いずれの高さの発光素子 6 がいずれのタイミングで点灯されているかを示している。既述のごとく、モデル 300 の辺 d_c は軌跡 r_3 上に位置する。すなわち、軌跡 r_3 でモデル 300 をスライスした平面により、辺 d_c が表現される。従って、同図のごとく点灯情報は、発光素子アレイ 8 が s_3 の位置に来たときに、高さ h_1 から高さ h_2 までの発光素子 6 を点灯することを示す直線となる。

【0032】

図 6 (b) は、軌跡 r_4 上を移動する発光素子アレイ 8 の発光素子 6 の点灯および消灯の状態を示す。軌跡 r_4 の平面によって、モデル 300 をスライスした場合、その断面は長方形になる。従って、軌跡 r_4 上の発光素子アレイ 8 は、当該長方形の画像を表示する。その点灯情報は図中実線で示すように、図中水平方向の辺が基準線 0 からの距離 s_4 と s'_4 との差に等しく、垂直方向の辺が高さ h_2 と h_1 の差に等しい長方形であり、これに対応する位置にある発光素子 6 を点灯することを示すデータとなる。

40

【0033】

図 6 (c) は、軌跡 r_5 上を移動する発光素子アレイ 8 の発光素子 6 の点灯および消灯の状態を示す。軌跡 r_5 の平面によってモデル 300 をスライスした場合、その断面は長方形になる。従って、軌跡 r_5 上の発光素子アレイ 8 は、当該長方形の画像を表示する。

50

その点灯情報は図中実線で示すように、図中水平方向の辺が基準線 0 からの距離 s_5 と s'_5 との差に等しく、垂直方向の辺が高さ h_2 と h_1 の差に等しい長方形であり、これに対応する位置にある発光素子 6 を点灯することを示すデータとなる。

【0034】

以下、図 6 (d) 乃至 (f) もそれぞれ軌跡 r_6 乃至軌跡 r_8 上を移動する発光素子アレイ 8 の発光素子 6 の点灯および消灯の様子を示している。図 6 (d) では、点灯情報は図中水平方向の辺が基準線 0 からの距離 s_6 と s'_6 との差に等しく、垂直方向の辺が高さ h_2 と h_1 の差に等しい長方形として実線で示されている。図 6 (e) では、点灯情報は図中水平方向の辺が基準線 0 からの距離 s_7 と s'_7 との差に等しく、垂直方向の辺が高さ h_2 と h_1 の差に等しい長方形として実線で示されている。図 6 (f) では、点灯情報は s_8 における h_1 から h_2 までの直線となっている。既述の通り軌跡 r_8 は、モデル 300 の辺 ef を通過するためであり、点灯情報はその辺 ef を表示するためのデータとなっている。

10

【0035】

図 7 (a) および (b) は、発光素子アレイ 8 における発光素子 6 の実際の点灯および消灯を示す図である。図 7 (a) は、軌跡 r_3 上を発光素子アレイ 8 が基準線 0 から t 方向に移動していく際、図 6 (a) の点灯情報により各発光素子 6 がどのように点灯および消灯されるかを示している。図中黒く塗りつぶした発光素子 6 は点灯状態にあることを示し、着色のない発光素子 6 は消灯されていることを示す。同図に示すように発光素子アレイ 8 が s_3 の位置に来たときに高さ h_1 から高さ h_2 までの発光素子 6 を点灯することで、モデル 300 の辺 cd が表現できる。

20

【0036】

図 7 (b) は、図 6 (b) の点灯情報により、軌跡 r_4 上を移動する発光素子アレイ 8 の各発光素子 6 の点灯および消灯の様子を示す。図示するように、発光素子アレイ 8 が s_4 の位置に来たときに高さ h_1 から h_2 までの発光素子 6 が点灯される。その後は、高さ h_1 の発光素子 6 と高さ h_2 の発光素子 6 のみが点灯され、発光素子アレイ 8 が s'_4 の位置で、再び高さ h_1 から h_2 までの発光素子 6 が点灯される。このようにして、残像現象を利用し軌跡 r_4 の平面でモデル 300 をスライスした断面が表現できる。その他、軌跡 r_5 以降についても、同様の原理でモデル 300 の各断面画像が表示されるが説明を省略する。

30

【0037】

図 8 は、画像データ再構成部 38 の機能ブロック図である。画像データ再構成部 38 は、黒色検出部 50、第 1 変換色保持部 52、第 1 色変換部 54、第 2 変換色保持部 56 および第 2 色変換部 58 を含む。黒色検出部 50 は、シェーディング処理部 36 によりシェーディング処理された画像データについて、黒色の部分を検出する。このとき、黒色検出部 50 は、画像データの画素の階調が所定の閾値以下であるか否かを判定して、黒色の部分を検出する。例えば、画像データにおける色は赤色 (R)、緑色 (G) および青色 (B) の 3 色を用いて生成され、これら 3 色は、それぞれ 0 ~ 255 の整数値による 256 階調により表現されるとする。それら 3 色の階調について (R、G、B) なる表記を用いて色を記述するとき、(0、0、0) は最も暗い黒色、(255、255、255) は最も明るい白色である。ここで、閾値を (15、15、15) と設定すると、すべての階調の値が 15 以下である色は、黒色であると判定される。例えば、黒色検出部 50 は、(5、6、3) は黒色であり、(20、10、5) は黒色でないと判定する。

40

【0038】

第 1 変換色保持部 52 は、第 1 色変換部 54 が画像データの色を変換するための複数の色を保持する。これらの色は、黒色以外の色の明度を所定の度合いで暗くした、黒色に近い色である。第 1 色変換部 54 は、黒色検出部 50 により検出された黒色の部分であって、シェーディング処理前の色が黒色でない部分の色を、第 1 変換色保持部 52 が保持する、そのシェーディング処理前の色の明度を所定の度合いで暗くした色に変換する。例えば、三次元オブジェクトにおける一部の色が赤色で、シェーディング処理されてその部分が

50

黒色となったとき、その部分の色を、所定の度合いで明度を暗くした赤色に変換する。

【0039】

第2変換色保持部56は、第2色変換部58が画像データの色を変換するための明度の暗い所定の青色（「暗い青色」とも表記する）を保持する。第2色変換部58は、黒色検出部50により検出された黒色の部分であって、シェーディング処理前の色が黒色である部分の色を、第2変換色保持部56が保持する暗い青色に変換する。本実施の形態では、黒色の部分の色を暗い青色に変換するが、変換する色はこれに限られない。変換する色は、例えば明度の暗い茶色等、黒色以外の色であって、かつ黒色に近い、明度の暗い色であってもよい。第1色変換部54および第2色変換部58により、色が変換された画像データは、画像データ変換部40へ出力される。

10

【0040】

本実施の形態では、シェーディング処理後の画像データにおける黒色の部分を、所定の1色に変換するが、黒色の部分の階調に応じて複数の色に変換してもよい。例えば、黒色の部分について、 $(R, G, B) = (7, 7, 7)$ を閾値として、階調が閾値以下である場合は、閾値以上である場合より明度の暗い青色に変換してもよい。これによって、元画像データを反映した、より自然な画像を表示できる。

【0041】

また、シェーディング処理後における黒色の部分の色を、三次元オブジェクトの種類に基づいて一般的に自然であるとされる色に変換してもよい。例えば、第1変換色保持部52および第2変換色保持部56は、複数種類の三次元オブジェクトについて、一般的に自然であるとされる色を各三次元オブジェクトと対応させて保持する。第1色変換部54および第2色変換部58は、表示される三次元オブジェクトの種類に基づいて、第1変換色保持部52および第2変換色保持部56がそれぞれ保持する色からその三次元オブジェクトと対応する色を選択して、黒色の部分の色を、その選択した色に変換する。例えば、三次元オブジェクトが人間の頭部であり、髪の毛の部分黒色であるとき、その髪の毛の部分については、明度の暗い青色で表示するよりも、明度の暗い茶色で表示した方が人間の頭部を自然に表現できる。第2変換色保持部56は、三次元オブジェクトである人間の頭部と対応させて、髪の毛の部分の色として明度の暗い茶色を保持する。第2色変換部58は、第2変換色保持部56に保持される色から人間の頭部と対応する明度の暗い茶色を選択して、髪の毛の部分の色をその選択した明度の暗い茶色に変換する。これによって、三次元オブジェクト

20

30

【0042】

シェーディング処理された画像データにおける色の変換について説明する。上述のオブジェクトの表示についての説明では立方体を例として説明したが、ここでは、より面が多い自動車の模型を例として説明する。図9(a)および図9(b)に、三次元オブジェクトの例として自動車の模型62を示す。図9(a)は、シェーディング処理がされる前の模型62を示す図であり、図9(b)は、シェーディング処理がされた後の模型62を示す図である。ここで、車体の屋根の部分の面を面G、フロントガラス部分の面を面H、ボンネット部分の面を面I、車体の先端面を面J、車体の左側面を面K、車体の左側に位置する2つのタイヤの表面を面Lと呼ぶ。図9(a)に示すように、面G、面H、面Jおよび面Kのオリジナルの色は赤色、面Iおよび面Lのオリジナルの色は黒色である。シェーディング処理は、図9(b)に示すように模型62の左上に位置する仮想的に設けられた光源が、模型62を照射することによりなされる。その結果、シェーディング処理された模型62において、同図(b)に示すように面H、面J、面Kおよび面Lにおける色の明度が暗くなり、面Gと面Iにおける色の明度は変化しないとする。ここでは、光の反射などを考えないものとする。色の明度が暗くなった面において、明度は、面Kと面Lが同等の暗さで最も暗く、それらに次いで面J、面Hの順で暗いとする。シェーディング処理後の各面の色は、 (R, G, B) の表現を用いると、面Gが $(170, 120, 130)$ 、面Hが $(150, 80, 80)$ 、面Iが $(4, 4, 4)$ 、面Jが $(120, 40, 40)$ 、面Kが $(2, 2, 2)$ 、面Lが $(2, 2, 2)$ であるとする。

40

50

【 0 0 4 3 】

黒色であるか否かを判定するための階調の閾値が、(R、G、B) = (1 5、1 5、1 5) であるとする、模型 6 2 において、黒色の面は、面 I、面 K および面 L である。このうち、面 K は、もともと赤色であり、シェーディング処理された結果、黒色となっている。第 1 色変換部 5 4 は、面 K の色を、例えば、明度を所定の度合いで暗くした、黒色に近い所定の赤色(「暗い赤色」とも表記する)に変換する。面 I は、ボンネット部分であり、もともと黒色である。つまり、いま、光の反射などを考えないとすれば、面 I は、シェーディング処理されても色の明度が変化していない。面 L は、タイヤ部分であり、もともと黒色である。また、面 L は、シェーディング処理によって、色の明度が暗くなった面である。第 2 色変換部 5 8 は、面 I および面 L の色を、暗い青色に変換する。なお、黒色の面ではない面 G、面 H および面 J の色は変換されない。

【 0 0 4 4 】

この結果、面 G を表示する発光素子 6 は赤色、面 H を表示する発光素子 6 はシェーディング処理後の面 H の色、面 I を表示する発光素子 6 は第 2 色変換部 5 8 により変換された暗い青色、面 J を表示する発光素子 6 はシェーディング処理後の面 J の色、面 K を表示する発光素子 6 は第 1 色変換部 5 4 により変換された暗い赤色、面 L を表示する発光素子 6 は第 2 色変換部 5 8 により変換された暗い青色で発光する。

【 0 0 4 5 】

以上の構成による動作を以下で説明する。図 1 0 は、シェーディング処理および色変換処理された画像データを用いて三次元オブジェクトを表示する過程を示すフローチャートである。元画像データ保持部 3 0 は、外部から元画像データを取得し、それを保持する(S 1 0)。ユーザが、第 1 光源位置設定スイッチ 1 0 および第 2 光源位置設定スイッチ 1 2 を操作して光源位置を設定する(S 1 2)。シェーディング処理部 3 6 は、元画像データにシェーディング処理を施す(S 1 4)。画像データ再構成部 3 8 が、シェーディング処理された画像データの黒色の部分の色を変換する(S 1 6)。色の変換の過程については、図 1 1 を用いて後述する。画像データ変換部 4 0 は、色が変換された画像データを表示データに変換する(S 1 8)。表示データ保持部 4 6 は、表示データを保持する(S 2 0)。データ読出信号発生部 4 4 は、ロータリエンコーダ 4 2 からの回転情報に基づいて発光素子アレイ 8 の位置を判別し(S 2 2)、そのタイミングに基づいて表示データ保持部 4 6 に保持される表示データを出力するタイミングを指定する信号、すなわちデータ読出信号を発生する(S 2 4)。表示データ保持部 4 6 は、指定されたタイミングにおいて表示データを発光素子ドライバに出力する(S 2 6)。発光素子ドライバは、入力された表示データに基づいて各発光素子 6 を点灯および消灯させ(S 2 8)、これによって三次元画像表示装置 1 0 0 は、三次元オブジェクトの表面を表示する(S 2 9)。

【 0 0 4 6 】

図 1 1 は、画像データ再構成部 3 8 における色の変換の過程を示すフローチャートである。黒色検出部 5 0 は、シェーディング処理された画像データについて黒色の部分を検出する(S 3 0)。その画像データに黒色の部分がないとき(S 3 0 の N)、色は変換されない。黒色の部分があり(S 3 0 の Y)、その部分のシェーディング処理前の色が黒色以外の色であるとき(S 3 2 の N)、第 1 色変換部 5 4 は、その黒色の部分の色をシェーディング処理前の色の明度を所定の度合いで暗くした色に変換する(S 3 4)。一方、黒色の部分があり(S 3 0 の Y)、その部分のシェーディング処理前の色が黒色であるとき(S 3 2 の Y)、第 2 色変換部 5 8 は、その黒色の部分の色を暗い青色に変換する(S 3 6)。

【 0 0 4 7 】

本実施の形態では、シェーディング処理により陰影を付けた三次元オブジェクトの画像データを用いて発光素子 6 を発光させるため、陰影を付けない場合と比較して、より自然に三次元オブジェクトを表現できる。また、本実施の形態では、黒色の部分について、その部分の色を黒色以外の明度の暗い所定の色に変換して、その色で発光素子 6 を発光させる。これにより、黒色の部分を有する三次元オブジェクトの表面を自然に表現することが

できる。さらに、黒色の部分のシェーディング処理前の色が黒色以外の色であるときは、その色の明度を所定の度合いで暗くした色に変換する。これにより、三次元オブジェクトが本来有する色を反映した黒色が表現されるので、より自然な表現が可能となる。

【0048】

以上、本発明を実施の形態をもとに説明した。実施の形態は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組合せにいろいろな変形例が可能で、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。例えば、以下のような変形例が考えられる。

【0049】

本実施の形態では、図1に示すように、画像データ供給部28は、図示しない元画像データを生成する外部のコンピュータから独立して、三次元画像表示装置100に含まれる。変形例では、画像データ供給部28は、元画像データを生成するコンピュータに含まれてもよい。この場合、そのコンピュータと画像データ供給部28を有しない三次元画像表示装置100とを含めて三次元画像表示装置と考えることができる。

【0050】

本実施の形態に係る三次元画像表示装置100を実際に使用する場合について説明する。まず、ユーザは、表示したい三次元オブジェクトの表面についての画像データを、例えば、CG(Computer Graphics)ツールによって制作して準備する。そして、例えば、図示しないキーボード等の操作により、その画像データを画像データ供給部28へ入力する。入力された画像データはオリジナルデータであり、例えば、図9(a)に示した自動車の模型62の面G、面H、面Jおよび面Kが赤色、面Iおよび面Lが黒色である状態のデータである。ユーザは、第1光源位置設定スイッチ10および第2光源位置設定スイッチ12を操作して、シェーディング処理のための光源位置を決定する。次いで、画像データ供給部28内で、図10および図11のフローチャートに示したシェーディング処理および色変換処理がなされる。この結果、オリジナルの画像データについて、例えば、図9(b)に示したようなシェーディング処理された画像データが得られる。回転テーブル4が回転することにより、発光素子アレイ8により構成される仮想的な円筒状の空間に、陰影が付けられた三次元オブジェクトの表面が三次元的に表示される。

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図1】実施の形態における三次元画像表示装置の斜視図である。
 【図2】実施の形態における三次元画像表示装置の平面図である。
 【図3】実施の形態における画像データ供給部の機能ブロック図である。
 【図4】実施の形態における三次元画像表示装置で表示するオブジェクトの一例を示す斜視図である。
 【図5】図4のモデルの表示位置を示す斜視図である。
 【図6】図4のモデルの表示データを示す概念図である。
 【図7】図6の表示データに基づいて発光素子を点灯および消灯する様子を示す図である。

【図8】実施の形態における画像データ再構成部の機能ブロック図である。

【図9】(a)は、シェーディング処理される前の模型を示す図であり、(b)は、シェーディング処理された後の模型を示す図である。

【図10】三次元オブジェクトを表示する過程を示すフローチャートである。

【図11】画像データ再構成部における色の変換の過程を示すフローチャートである。

【符号の説明】

【0052】

2 ベース、 4 回転テーブル、 6 発光素子、 8 発光素子アレイ、 9 発光素子アレイ群、 10 第1光源位置設定スイッチ、 12 第2光源位置設定スイッチ、 20 軸、 22 ロータリコネクタ、 24 ギヤ、 26 モータ、 28 画像データ供給部、 30 元画像データ保持部、 32 光源位置保持部、 36 シ

10

20

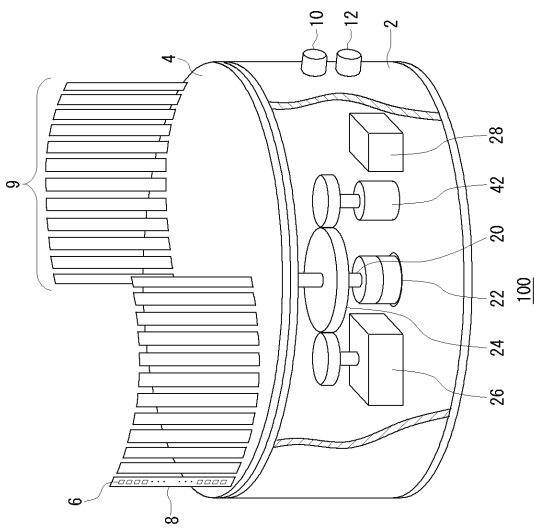
30

40

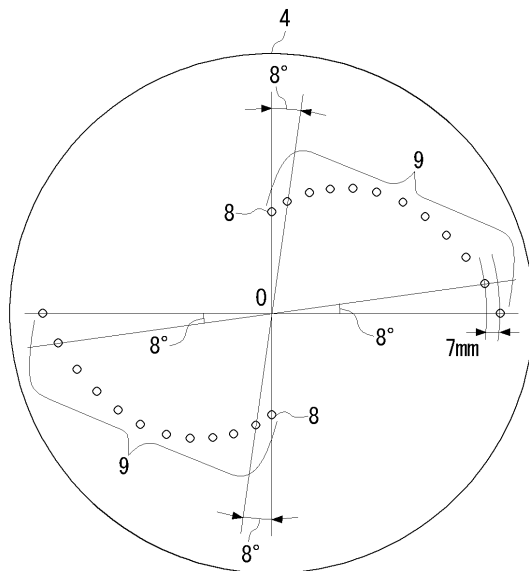
50

エーディング処理部、 38 画像データ再構成部、 40 画像データ変換部、 42
ロータリエンコーダ、 44 データ読出信号発生部、 46 表示データ保持部、
50 黒色検出部、 52 第1変換色保持部、 54 第1色変換部、 56 第2変
換色保持部、 58 第2色変換部、 62 模型、 100 三次元画像表示装置、 3
00 モデル。

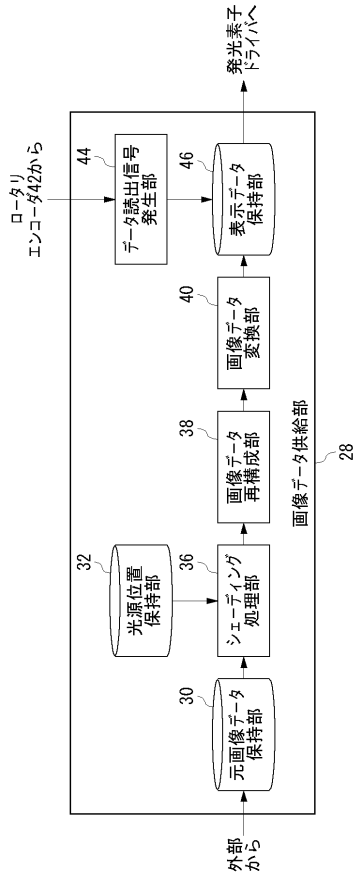
【図1】



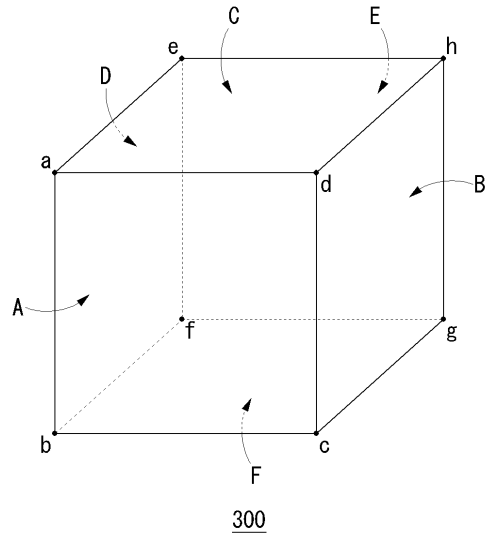
【図2】



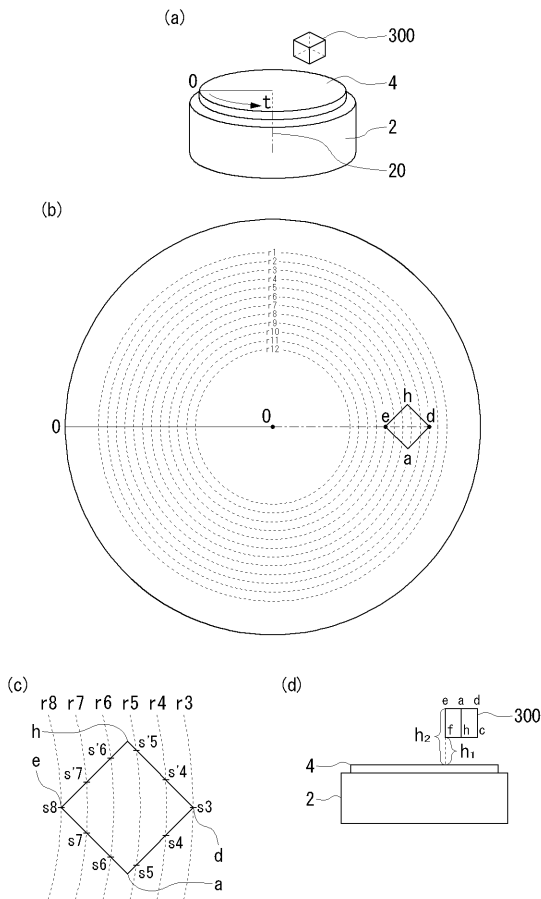
【 図 3 】



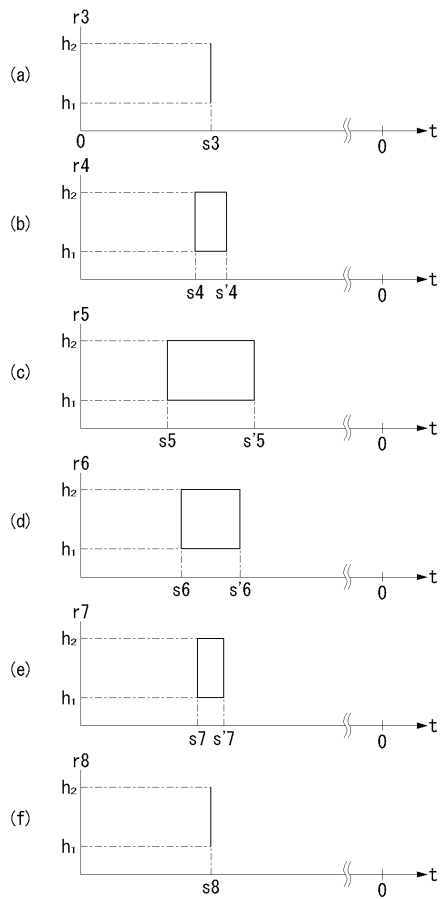
【 図 4 】



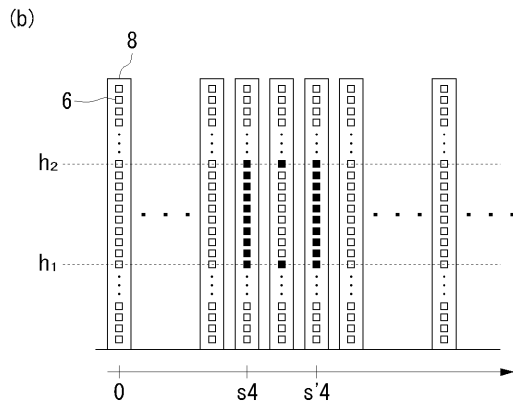
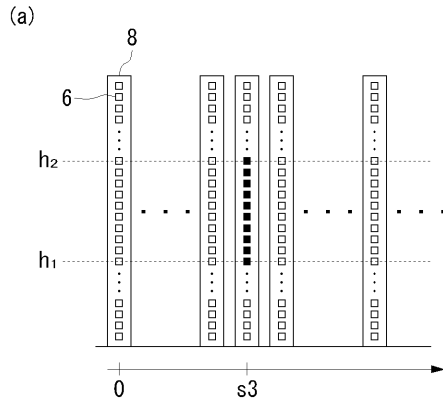
【 図 5 】



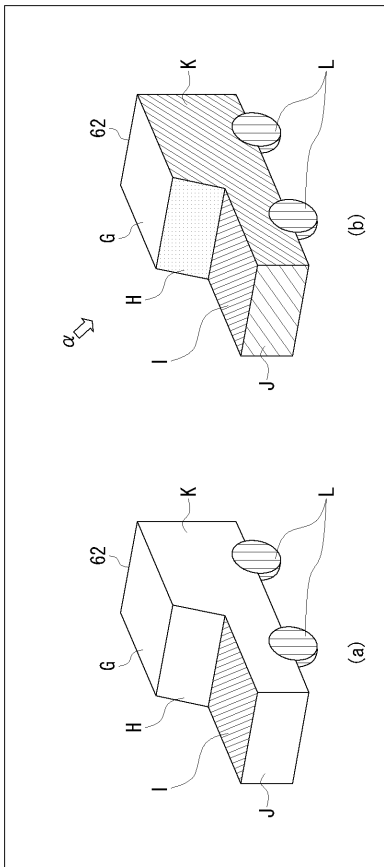
【 図 6 】



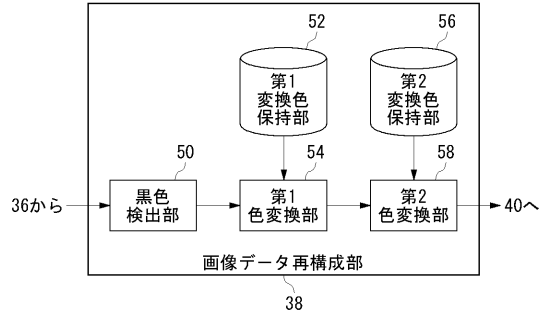
【図7】



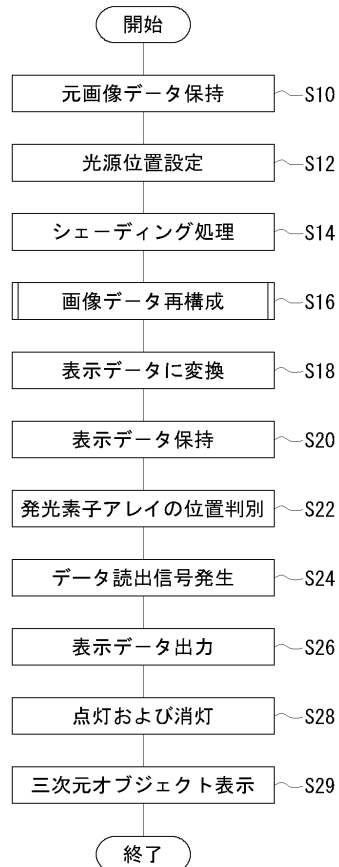
【図9】



【図8】



【図10】



【 図 1 1 】

