

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012年11月15日(15.11.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/153513 A1

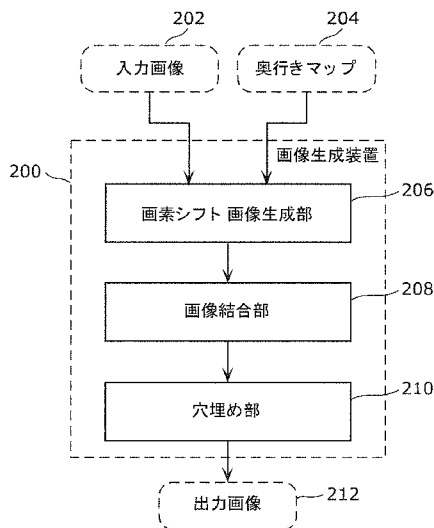
- (51) 国際特許分類:
G06T 19/20 (2011.01) H04N 13/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/002991
- (22) 国際出願日: 2012年5月7日(07.05.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-107632 2011年5月12日(12.05.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社(PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): グエン カン(NGUYEN, Khang). ラーサン ポンサク(LAS-ANG, Pongsak). ウィン キャウ キャウ(WIN, Kyaw Kyaw). シェン シェン メイ(SHEN, Sheng Mei).
- (74) 代理人: 新居 広守(NII, Hiromori); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島5丁目3番10号タナカ・イトーピア新大阪ビル6階新居国際特許事務所内 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

[続葉有]

(54) Title: IMAGE GENERATION DEVICE AND IMAGE GENERATION METHOD

(54) 発明の名称: 画像生成装置、及び画像生成方法

[図4]



- 200 Image generation device
- 202 Input image
- 204 Depth map
- 206 Pixel shift image generator
- 208 Image combining unit
- 210 Filling unit
- 212 Output image

(57) Abstract: This image generation device (200) is provided with: a pixel shift image generator (206) for generating, on the basis of an input image and a depth map, a first pixel shift image in which the input image is subjected to a process of shifting pixels by a shift amount corresponding to a new observation point, and a second pixel shift image in which a background edge image, which includes pixels, in a background region surrounding the edge of a subject, included in the input image, is subjected to a process of shifting corresponding pixels by a shift amount equal to that in the first pixel shift image; an image combining unit (208) for combining the second pixel shift image and the first pixel shift image so that the background region included in the second pixel shift image is included in a hole, generated in the first pixel shift image by the process of shifting pixels, in which no pixel information is present; and a filling unit (210) for supplementing, on the basis of the combined pixel shift image, pixel information included in the hole.

(57) 要約: 本発明に係る画像生成装置(200)は、入力画像と奥行きマップとに基づき、入力画像に対し、新視点に対応するシフト量だけ画素をシフトさせる処理を施した第1の画素シフト画像と、入力画像に含まれる、対象物のエッジ周辺の背景領域の画素を含む背景エッジ画像に対し、第1の画素シフト画像と同じシフト量だけ対応する画素をシフトさせる処理を施した第2の画素シフト画像とを生成する画素シフト画像生成部(206)と、第2の画素シフト画像に含まれる背景領域が、画素をシフトさせる処理により第1の画素シフト画像に生じた、画素情報がない領域であるホールに含まれるように、第2の画素シフト画像と第1の画素シフト画像とを結合する画像結合部(208)と、結合された画素シフト画像に基づいて、ホールに含まれる画素情報を補完する穴埋め部(210)とを備える。

WO 2012/153513 A1

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:

— 國際調查報告 (條約第 21 條(3))

明 細 書

発明の名称：画像生成装置、及び画像生成方法

技術分野

[0001] 本発明は一般に画像処理に関し、特に立体／多視点画像の生成方法および装置に関する。

背景技術

[0002] 従来から知られているDIBR (Depth-Image-Based Rendering) 技術を用いることで、1つの画像ビューとそれに対応する奥行きマップとを用いて3次元画像を生成することができる(例えば特許文献1)。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：米国特許出願公開第2009/0115780号明細書

非特許文献

[0004] 非特許文献1：L. McMillan & S. Gortler: "Image-Based Rendering: A New Interface Between Computer Vision and Computer Graphics", Computer Graphics, Vol. 33, No. 4 (November 1999)

非特許文献2：C. Fehn: "Depth-Image-Based Rendering (DIBR), Compression and Transmission for a New Approach on 3D-TV", Proceedings of SPIE Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems XI, 5291: 93-104 (2004)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、DIBR技術により生成した画像において、前景対象物と背景との境界アーチファクトが増加するという課題がある。

[0006] そこで、本発明は、DIBR技術により新たな画像を生成した際に生じる前景対象物と背景との境界アーチファクトを抑制可能な画像生成装置を提供

することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上記の課題を解決するため、本発明の一態様に係る画像生成装置は、入力画像と、前記入力画像に対応する奥行きマップとから、当該入力画像により表されるシーンを新視点から表示する画像を生成する画像生成装置であって、前記入力画像と前記奥行きマップとに基づき、前記入力画像に対し、前記新視点に対応するシフト量だけ画素をシフトさせる処理を施した第1の画素シフト画像と、前記入力画像に含まれる、前景対象物のエッジ周辺の背景領域の画素である指定エッジ画素を含む背景エッジ画像に対し、第1の画素シフト画像と同じシフト量だけ対応する画素をシフトさせる処理を施した第2の画素シフト画像とを生成する画素シフト画像生成部と、前記第2の画素シフト画像に含まれる背景領域が、画素をシフトさせる処理により前記第1の画素シフト画像に生じた、画素情報がない領域であるホールに含まれるように、前記第2の画素シフト画像と前記第1の画素シフト画像とを結合する画像結合部と、前記結合された画素シフト画像に基づいて、前記ホールに含まれる画素情報を補完する穴埋め部とを備える画像生成装置である。

[0008] なお、本発明は、このような画像生成装置として実現できるだけでなく、画像生成装置に含まれる特徴的な手段をステップとする画像生成方法として実現したり、そのような特徴的なステップをコンピュータに実行させるプログラムとして実現したりすることもできる。そして、そのようなプログラムは、CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory) 等の記録媒体及びインターネット等の伝送媒体を介して流通させることができるのはいうまでもない。

[0009] さらに、本発明は、このような画像生成装置の機能の一部又は全てを実現する半導体集積回路 (LSI) として実現したり、このような画像生成装置を含む画像生成システムとして実現したりできる。

発明の効果

[0010] 本発明によると、前景対象物と背景との境界アーチファクトを抑制可能な

画像生成装置を提供できる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図1は、本発明の関連技術により生成される新たな画像ビューの概念図である。

[図2]図2は、本発明の実施の形態に係る画像生成装置により生成される新たな画像ビューの概念図である。

[図3]図3は、先行技術に係る画像レンダリング手段の概略図である。

[図4]図4は、本発明に係る新たな画像ビューを生成する装置を示すブロック図である。

[図5]図5は、本発明に係る新たな画像ビューを生成する方法を示すフローチャートである。

[図6]図6は、本発明の一実施形態に係る新たな画像ビューを生成する装置を示すブロック図である。

[図7]図7は、フィルタ処理後のエッジ画像を生成するためのエッジ画像のフィルタリングの図である。

[図8]図8は、本発明の実施形態に係る背景エッジ画像の一例を示す図である。

[図9]図9は、本発明の実施形態に係る背景エッジ画像生成の生成過程の一例を示す図である。

[図10]図10は、本発明の実施形態に係る画像結合の図である。

[図11]図11は、本発明の実施形態に係る背景エッジ画像生成の詳細な方法を示すフローチャートである。

[図12]図12は、本発明の実施形態に係る新たな画像ビュー生成の詳細な方法を示すフローチャートである。

[図13]図13は、本発明の実施形態に係る前景エッジのリマッピング方法を示す図である。

[図14]図14は、本発明の実施形態に係る修復の収束率を示すグラフである。

[図15]図15は、本発明の新たな画像ビューを生成する装置が組み込まれている表示装置のブロック図である。

発明を実施するための形態

[0012] (本発明の基礎となった知見)

本発明者は、「背景技術」の欄において記載した3次元画像生成技術について、以下の問題が生じることを見出した。

[0013] 通常、あるシーンを新視点から見た画像は、奥行き画像に基づくレンダリング(DIBR)技術を用いることで生成できる。あるシーンの元の視点からの入力画像と、それに対応するそのシーンの対象物間の距離を示す奥行き画像(デプスマップともよぶ)は、ビュー合成としても知られる新視点の合成に用いられる。

[0014] このビュー合成手法では、元の視点のカメラ位置と新視点の新たなカメラ位置との情報を用いるカメラの幾何学に基づき、新たな画像ビューを生成する。ここで、新たな画像ビューとは、入力画像とは異なる視点から見た画像となるように、新たに合成された画像を意味する。合成された新たな画像ビューは、左眼ビュー画像と右眼ビュー画像とを3D立体視表示に利用することができる。多視点画像は多視点3Dディスプレイ用としても生成することができる。したがって、DIBR技術を用いることで、1つの画像ビューとそれに対応する奥行きマップのみを用いて3次元画像を生成することができる。

[0015] 新たなビューの生成により、隠蔽領域に穴(ホール)が生じる。ここで、ホールとは、合成ビューにおいて、画素情報を含まず空である未知領域をいう。これは、元の視点における隠蔽領域が、新視点で可視化(非隠蔽化)されることにより生じる。したがって、ホールが生じた画像に対して、穴埋め方法を適用することが必要になる。

[0016] 周知の穴埋め方法は、補間のため穴の両側の画素を用いるバイリニア補間法に基づく。同方法は小さい穴領域ではうまく機能する。しかしながら、大きな穴については、同方法では、不鮮明なエッジ、境界アーチファクトおよ

び対象物の歪みが生じる場合が多い。そのような3Dは低品質である。対称又は非対称の奥行きマップの平滑化などの方法は、穴のサイズを縮小する技術に開示されている。しかしながら、そのような方法では、対象物に幾何学的歪みが生じ3D効果が抑制される。

[0017] また、別の方法が、特許文献1に開示されている。図3に示される関連技術に係る画像生成装置100は、エッジ検出104で奥行きマップのエッジが検出される。次に、テクスチャ分析102で、エッジの周辺領域と一致する入力画像の領域における画素値の一定の変化を計算するため、入力画像のテクスチャが分析される。また、奥行きスケーリング106でその変化量に基づき奥行きマップが縮小する。最後に、レンダリング部108で出力画像が表示される。奥行きスケーリング106で奥行きマップを縮小することにより、同方法では高テクスチャ領域において穴のサイズが縮小する。このため、レンダリングアーチファクトを低減できる。しかし、3D効果は抑制される可能性がある。また、周知の方法では対象物のエッジが正確に処理されない。周知の方法では、前景対象物のエッジが広がり、境界アーチファクトが生じる傾向にある。このため、3Dの品質が劣化する。

[0018] このような問題を解決するため、本発明の一態様に係る画像生成装置は、入力画像と、前記入力画像に対応する奥行きマップとから、当該入力画像により表されるシーンを新視点から表示する画像を生成する画像生成装置であって、前記入力画像と前記奥行きマップとに基づき、前記入力画像に対し、前記新視点に対応するシフト量だけ画素をシフトさせる処理を施した第1の画素シフト画像と、前記入力画像に含まれる、前景対象物のエッジ周辺の背景領域の画素である指定エッジ画素を含む背景エッジ画像に対し、第1の画素シフト画像と同じシフト量だけ対応する画素をシフトさせる処理を施した第2の画素シフト画像とを生成する画素シフト画像生成部と、前記第2の画素シフト画像に含まれる背景領域が、画素をシフトさせる処理により前記第1の画素シフト画像に生じた、画素情報がない領域であるホールに含まれるように、前記第2の画素シフト画像と前記第1の画素シフト画像とを結合す

る画像結合部と、前記結合された画素シフト画像に基づいて、前記ホールに含まれる画素情報を補完する穴埋め部とを備える画像生成装置である。

[0019] これによると、結合された画素シフト画像において、ホールの外縁領域に含まれる画素値は、背景領域に含まれる画素値となる。したがって、画像生成装置がホールを補完する際には、背景領域に含まれる画素値が用いられる。これにより、前景対象物と背景との境界アーチファクトを抑制することができる。

[0020] 具体的には、前記入力画像と前記奥行きマップとに含まれるエッジをそれぞれ検出するエッジ検出モジュールと、前記入力画像に含まれるエッジ情報を示す第1のエッジ画像と、前記奥行きマップに含まれるエッジ情報を示す第2のエッジ画像との位置合わせを行うエッジフィルタリングモジュールと、位置合わせをされた前記入力画像に含まれるエッジと、前記奥行きマップに含まれるエッジとに基づいて、前記入力画像に含まれるエッジの画素値を、当該エッジの位置に対応する前記奥行きマップ上の位置から所定範囲内において最も奥まった位置を示す画素の画素値によって置き換えることにより、前記背景エッジ画像を生成する生成モジュールとを有する背景エッジ画像生成部をさらに備えるとしてもよい。

[0021] また、前記エッジフィルタリングモジュールは、前記第1のエッジ画像及び前記第2のエッジ画像の一方における所定領域内でエッジを示す第1エッジ画素と、前記第1のエッジ画像及び前記第2のエッジ画像の他方における前記所定領域内でエッジを示す画素であって、前記第1エッジ画素との距離が最短となる第2エッジ画素とを決定し、前記第1エッジ画素及び前記第2エッジ画素のうち一方の位置を他方の位置と一致させることにより、前記第1のエッジ画像と前記第2のエッジ画像との位置合わせを行うとしてもよい。

[0022] これによると、入力画像と奥行きマップとの位置ズレを補正することにより、より正確な背景エッジ画像を生成することができる。

[0023] また、前記第1のエッジ画像及び前記第2のエッジ画像において、前記エ

ッジは幅方向に2つ以上の画素を有するとしてもよい。

[0024] これによると、生成した背景エッジ画像をシフトした際に、ホールの両側に背景領域に含まれる画素値を配置することができる。

[0025] また、前記エッジが有する幅方向の画素のうち、少なくとも1つの画素は前記前景対象物に含まれ、他の少なくとも1つの画素は、背景領域に含まれるとしてもよい。

[0026] 例えば、前記エッジ検出モジュールは、キャニーエッジ (Canny edge) 検出器、プリウィットエッジ (Prewitt edge) 検出器、ソベルエッジ (Sobel edge) 検出器、ラプラシアン・ガウシアンエッジ (Laplacian of Gaussian edge) 検出器、又は、他の微分エッジ検出器からなるグループに含まれるエッジ検出器を有するとしてもよい。

[0027] また、前記画素シフト画像生成部は、前記奥行きマップと、前記シフト量のゲインを示す少なくとも1つのパラメータとに基づき、前記シフト量を算出するとしてもよい。

[0028] これによると、例えば立体視用の画像を生成する際に、シフト量のゲインを示すパラメータを調整することにより、立体視を行った際の飛び出し量又はへこみ量を調整することができる。

[0029] 例えば、前記画像結合部は、前記第1の画素シフト画像の画素値を前記第2の画素シフト画像の対応する画素値に置き換えることにより前記第2の画素シフト画像を前記第1の画素シフト画像に結合するとしてもよい。

[0030] また、前記画像結合部は、画素値の加重平均に基づき、前記第2の画素シフト画像を前記第1の画素シフト画像に結合するとしてもよい。

[0031] これにより、より適切に2つの画素シフト画像を結合することができる。

[0032] 例えば、前記穴埋め部は、TV (Total Variation) 修正処理を前記結合された画素シフト画像に施すことにより、前記ホールに含まれる画素情報を補完するとしてもよい。

[0033] また、前記穴埋め部は、前記TV修正処理において、近隣画素を利用して

算出される画素値の変化度合いに基づき前記画素情報の補完を行うとしてもよい。

[0034] これにより、穴埋め部は、ホールの補完処理をより高速に行うことができる。

[0035] また、前記穴埋め部は、さらに、前記穴埋め部によりホールが補完された後の前記結合された画素シフト画像に対し、前記境界近傍における画素値の類似性と前記奥行きマップにより示される奥行き度とに基づいて前記前景対象物の境界を滑らかにする処理を施すとしてもよい。

[0036] なお、これらの全般的または具体的な態様は、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラムまたは記録媒体で実現されてもよく、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラムまたは記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。

[0037] 以上述べたように、本発明の目的は、新たな画像ビューを生成する方法および装置の提供である。同方法および装置により、対象物の境界を正確に生成することができ、前景対象物の形状を保ちつつ、境界アーチファクトを低減することができる。よって、画質が向上してより高い3D効果が得られる。

[0038] また、本発明は、3Dアプリケーションに使用可能な新たな画像ビューの生成方法および装置を提供する。本発明において同方法は、前景対象物の形状を保ちながら背景情報を画素シフト入力画像に結合し、穴の両側が確実に背景画素を含むようにする。次に、穴埋めが実行される。この効果は、出力画像における対象物の境界の正確さが向上し、歪みが軽減されることである。これにより、より高い3Dの効果が得られる。

[0039] また、本発明では一実施形態において、入力画像および入力画像と奥行きマップ両方のエッジ情報から、背景エッジ画像を生成する。奥行きマップにおける対象物の境界周辺の奥行き誤差は、入力画像のエッジ情報を用いてフィルタ処理される。この効果は、出力時に前景対象物の境界アーチファクトが低減されることである。

[0040] また、本発明では一実施形態において、穴埋めに近似修復法 (approximated inpainting method) が用いられる。同様の画素出力の修復結果が得られる一方、係数を加えることで収束率が向上し反復回数が減る。この効果は、従来の修復方法と比較すると計算時間を大幅に削減できることである。

[0041] 以下、本発明の一態様に係る画像生成装置について、図面を参照して具体的に説明する。なお、以下で説明する実施の形態は、いずれも本発明の一具体例を示すものである。以下の実施の形態で示される数値、形状、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態、ステップ、ステップの順序などは、一例であり、本発明を限定する主旨ではない。また、以下の実施の形態における構成要素のうち、最上位概念を示す独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。

[0042] (実施の形態)

まず、本発明の効果を具体的に説明するため、図1及び図2を参照して、本発明の実施の形態に係る画像生成装置を用いて生成される画像と、本発明の関連技術によって生成される画像との違いについて述べる。

[0043] 図1は、本発明の関連技術によって生成された新たな画像ビューを示す概念図である。

[0044] ここでは、まず、入力画像と、当該入力画像に対応するデプスマップとから、視点を左方向へシフトさせた新たな画像ビューをDIBR技術により合成する。言いかえると、入力画像において、前景が背景に対して右方向にシフトした画像ビューを合成する。この画像ビューには、前景がシフトした分だけ、画素情報のない領域であるホール(Hole)が存在する。

[0045] そこで関連技術においては、ホールの左側近傍の画素情報と右端近傍の画素情報とに基づいて、ホールを補完する。この時、ホールの左側近傍の画素情報は、背景の画素情報である。また、ホールの右側近傍の画素情報は、前景の画素情報である。その結果、図1に示される様に、前景の左端と背景との境界にアーチファクトが生じる。

- [0046] 一方、図2は、本実施の形態に係る画像生成装置により生成された新たな画像ビューを示す概念図である。
- [0047] 図2に示される様に、本実施の形態に係る画像生成装置は、ホールを補完する際に背景の画素情報のみを使用する。そのために、画像生成装置は、ホールの右側近傍において、前景の画素情報を背景の画素情報で置き換えた後に補完処理を行っている。その結果、新たな画像ビューを生成した際にも、前景の左端と背景との境界にアーチファクトが生じることがない。
- [0048] 次に、本実施の形態に係る画像生成装置の構成について説明する。
- [0049] 図4は、画像生成装置200のブロック図の一例を示す。画像生成装置200は、入力画像と、入力画像に対応する奥行きマップとから、当該入力画像により表されるシーンを新視点から表示する新たな画像を生成する。
- [0050] 図4に示される様に、画像生成装置200は、画素シフト画像生成部206と、画像結合部208と、穴埋め部210とを備える。
- [0051] 画素シフト画像生成部206は、入力画像と奥行きマップとに基づき、入力画像に対し、新視点に対応するシフト量だけ画素をシフトさせる処理を施した第1の画素シフト画像を生成する。また、入力画像に含まれる、前景対象物のエッジ周辺の背景領域の画素である指定エッジ画素を含む背景エッジ画像に対し、第1の画素シフト画像と同じシフト量だけ対応する画素をシフトさせる処理を施した第2の画素シフト画像を生成する。
- [0052] 画像結合部208は、第2の画素シフト画像に含まれる背景領域が、画素をシフトさせる処理により第1の画素シフト画像に生じた、画素情報がない領域であるホールに含まれるように、第2の画素シフト画像と第1の画素シフト画像とを結合する。
- [0053] 穴埋め部210は、結合された画素シフト画像に基づいて、ホールに含まれる画素情報を補完する。
- [0054] 以下、より具体的に説明する。
- [0055] 画像生成装置200は、入力画像202と奥行きマップ（デプスマップ）204とを取得する。奥行きマップ204は、入力画像のシーンオブジェクト

ト間の距離を示す情報を含む。画素シフト画像生成部206は、入力画像202および奥行きマップ204に基づき、第1の画素シフト画像および第2の画素シフト画像を生成する。

[0056] ここで第1の画素シフト画像とは、入力画像にDIBR技術を適用することにより生成される、視点がシフトされた画像である。すなわち、入力画像と奥行きマップとに基づき、入力画像に対し、新視点に対応するシフト量だけ画素をシフトさせる処理を施した画像である。

[0057] また、第2の画素シフト画像とは、入力画像に含まれる前景対象物のエッジ周辺の背景領域の画素である指定エッジ画素を含む背景エッジ画像に対し、第1の画素シフト画像と同じシフト量だけ対応する画素をシフトさせる処理を施した画像である。

[0058] 画素シフト量は、奥行きマップ204から導出される。画像結合部208は、第2の画素シフト画像の情報を第1の画素シフト画像に結合し、結合された画素シフト画像を生成する。最後に、穴埋め部210は穴領域周辺の情報を用いて、結合された画素シフト画像の欠落画素を補充することで、出力画像212を取得する。

[0059] 画像生成装置200を構成する各構成要素は、通常、IC（集積回路）、ASIC（特定用途向け集積回路）、LSI（大規模集積）回路およびDSP（デジタル信号プロセッサ）の形態で実現されるか、ARMなどCPUベースのプロセッサおよびPC（パソコン）などの機械により実現される。これらの各モジュールは多くの単機能LSIまたは1つのLSIの中に含まれる。ここで用いられた名称はLSIであるが、集積度に依じて、IC、システムLSI、スーパーLSIまたはウルトラLSIと呼称されることもある。さらに、集積方法はLSIに限るものではなく、専用回路または汎用プロセッサなどによっても集積することができる。これには、プログラム命令により指示可能なDSP（デジタル信号プロセッサ）などの特殊なマイクロプロセッサも含まれる。LSIの製造後にプログラム可能なFPGA（フィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ）もしくはLSIの接続または配

置を再構成できる再構成可能プロセッサを同様の目的で用いることができる。今後は、製造と処理技術の発展に伴い全く新しい技術がLSIに置き換わるかもしれない。集積はそのような技術によって実現され得る。実施態様では、デジタルスチルカメラおよびムービーカメラなどの撮像装置に画像生成装置200を組み込んでもよい。装置200は、業務用撮像システムなどに見られるように画像撮像システムと連動するスタンドアロン型の装置に実装されてもよい。しかし、他の種類の装置に画像生成装置200を実装することも可能であり、本発明の範囲を限定するものではない。

[0060] 図5は、画像生成装置200が行う処理の流れを示す。

[0061] まず、画像生成装置200は、ステップS302で入力画像および奥行きマップを取得する。

[0062] 次に、画像生成装置200は、ステップS304で、入力画像と奥行きマップとに基づき、第1の画素シフト画像および第2の画素シフト画像を生成する。第2の画素シフト画像は、前景対象物のエッジ周辺の背景領域の画素から取得した指定エッジ画素を含む。

[0063] 次に、画像生成装置200は、ステップS306で、前景対象物の形状を保ちながら第2の画素シフト画像の背景情報を第1の画素シフト画像に結合するように、第2の画素シフト画像を第1の画素シフト画像に結合する。

[0064] 最後に、画像生成装置200は、ステップS308で、結合された画素シフト画像の背景情報を利用し、結合された画素シフト画像の欠落画素を補充して出力画像を取得する。画像結合プロセスにおいてこの背景エッジ画素を前景エッジ画素に正確に結合することにより、前景対象物は正確に保たれ、アーチファクトは低減される。これにより画質が向上する。

[0065] 図6は、本実施の形態に係る画像生成装置200のブロック図の他の一例を示す。図4に示す画像生成装置200との相違点は、さらに、背景エッジ画像生成部419を備えている点である。

[0066] 図6に示される様に、背景エッジ画像生成部419は、入力画像と奥行きマップとに含まれるエッジをそれぞれ検出するエッジ検出モジュール414

と、入力画像に含まれるエッジ情報を示す第1のエッジ画像と、奥行きマップに含まれるエッジ情報を示す第2のエッジ画像との位置合わせを行うエッジフィルタリングモジュール416と、位置合わせをされた入力画像に含まれるエッジと、奥行きマップに含まれるエッジとに基づいて、入力画像に含まれるエッジの画素値を、当該エッジの位置に対応する奥行きマップ上の位置から所定範囲内において最も奥まった位置を示す画素の画素値によって置き換えることにより、背景エッジ画像を生成する生成モジュール418とを有する。

[0067] また、エッジフィルタリングモジュール416は、第1のエッジ画像及び第2のエッジ画像の一方における所定領域内でエッジを示す第1エッジ画素と、第1のエッジ画像及び第2のエッジ画像の他方における所定領域内でエッジを示す画素であって、第1エッジ画素との距離が最短となる第2エッジ画素とを決定してもよい。この場合、エッジフィルタリングモジュール416は、第1エッジ画素及び第2エッジ画素のうち一方の位置を他方の位置と一致させることにより、第1のエッジ画像と第2のエッジ画像との位置合わせを行う。

[0068] 以下、より詳細に説明する。

[0069] エッジ検出モジュール414は、入力画像202および奥行きマップ204を取得し、入力画像202の第1のエッジ画像および奥行きマップ204の第2のエッジ画像を生成する。当該第1及び第2のエッジ画像は、指定エッジ画素を含む。

[0070] エッジフィルタリングモジュール416は、第1と第2のエッジ画像を取得し、第1と第2両方のエッジ画像の情報を用いて第2のエッジ画像をフィルタ処理することにより、指定エッジ画素を含むフィルタ処理後のエッジ画像を生成する。これにより、前景対象物と背景対象物の間の境界ノイズはフィルタ処理され、第2のエッジ画像のエッジ誤差は訂正される。

[0071] ここで、フィルタ処理後の第1及び第2のエッジ画像において、エッジは幅方向に2つ以上の画素を有する。また、エッジが有する幅方向の画素のう

ち、少なくとも1つの画素は前景対象物に含まれ、他の少なくとも1つの画素は、背景領域に含まれる。

[0072] 生成モジュール418は入力画像と奥行きマップとの情報を用いて、フィルタ処理後のエッジ画像に基づき背景エッジ画像を生成する。この生成方法では、フィルタ処理後のエッジ画像における指定エッジ画素の対応周辺領域において最小奥行き位置を検出し、指定エッジ画素を前記最小奥行き位置に対応する入力画像の画素強度値に置き換える。

[0073] 画素シフト画像生成部206は、第1の画素シフト画像および第2の画素シフト画像を生成する。第1の画素シフト画像は入力画像と奥行きマップを用いて生成される。第2の画素シフト画像は背景エッジ画像と奥行きマップを用いて生成される。第2の画素シフト画像は、前景対象物のエッジ周辺の背景領域の画素から取得した指定エッジ画素を含む。なお、画素シフト画像生成部206は、奥行きマップと、シフト量のゲインを示す少なくとも1つのパラメータとに基づき、シフト量を算出してもよい。

[0074] 画像結合部208は、第1の画素シフト画像の画素値を第2の画素シフト画像の対応する画素値に置き換えることにより第2の画素シフト画像を第1の画素シフト画像に結合してもよい。より詳細には、画像結合部208は、前景対象物の形状を保ちながら第2の画素シフト画像の背景情報を第1の画素シフト画像に結合するように、第2の画素シフト画像を第1の画素シフト画像に結合して、結合された画素シフト画像を取得する。この際、画像結合部208は、画素値の加重平均に基づき、第2の画素シフト画像を第1の画素シフト画像に結合してもよい。

[0075] 最後に、穴埋め部210は結合された画素シフト画像の背景情報を利用して結合された画素シフト画像の欠落画素を補充し、出力画像412を取得する。ここで、穴埋め部210は、TV (Total Variation) 修正処理を結合された画素シフト画像に施すことにより、ホールに含まれる画素情報を補完してもよい。より詳細には、穴埋め部210は、TV修正処理において、近隣画素を利用して算出される画素値の変化度合いに基づき画

素情報の補完を行ってもよい。これにより、穴埋め部210は、画素値の補完処理をより効率よく行うことができる。

[0076] エッジ検出モジュール414には周知のエッジ検出器を用いることができる。例えば、エッジ検出モジュール414は、キャニーエッジ (Canny edge) 検出器、プリウィットエッジ (Prewitt edge) 検出器、ソベルエッジ (Sobel edge) 検出器、ラプラシアン・ガウシアンエッジ (Laplacian of Gaussian edge) 検出器およびその他の微分エッジ検出器からなるグループに含まれるエッジ検出器または、これらを改良したエッジ検出器を有してもよい。

[0077] 図7には、本実施の形態におけるエッジ検出結果およびエッジフィルタリングの例が示されている。画像502は奥行きマップから取得した第2のエッジ画像の例である。また、画像504は入力画像から取得した第1のエッジ画像 (プレフィルタリング後 (図示せず)) の例である。

[0078] 図7を参照して、エッジフィルタリングモジュール416は、画素列 (セット) 512を奥行きマップ502のエッジ画像から抽出する。中心位置520はエッジ画素の位置にある。また、エッジフィルタリングモジュール416は、画素列 (セット) 514をエッジ画像504から抽出する。中心位置540は中心位置520と同じ位置である。

[0079] 次に、エッジフィルタリングモジュール416は、画素列 (セット) 514の中心位置540と各エッジ画素との距離を計算する。例えば、画素列 (セット) 514には画素542および画素544の2つのエッジ画素がある。エッジフィルタリングモジュール416は、中心位置540と画素542との距離 d_1 および、中心位置540と画素544との距離 d_2 を計算する。この場合、セット512とセット514において対象物のエッジは一致しておらず、2画素分の奥行き誤差がある。すなわち奥行きマップ502のエッジは2画素分ずれている。この誤差を訂正するため、エッジフィルタリングモジュール416は、セット514の中心位置540とエッジ画素位置との最短距離を計算する。この例では、 d_1 が最短である。したがって、エッ

ジフィルタリングモジュール416は、中心位置520であるエッジ画素を、画素522にリマッピングする。このようにして、対象物の境界周辺の奥行き誤差は低減される。

[0080] 図8は、本実施の形態に係る背景エッジ画像生成部419により生成される背景エッジ画像の一例を示す。

[0081] ウィンドウ602は、フィルタ処理後のエッジ画像に含まれるエッジ位置を中心にした奥行きマップから抽出された領域を示す。生成モジュール418は、中心位置650の奥行き値と比較して、3×3の周辺領域610の最小の奥行き値を求める。この例では、画素位置652の奥行き値が最小である。なお、ここでは奥行き値が小さいほど、より遠いことを示す。

[0082] しかしながら、誤差を防ぐため、生成モジュール418は、中心位置650から見て、奥行き値が最小となる画素位置652を挟んで、もう1画素離れている画素位置654を選択する。なお、生成モジュール418は、奥行き値が最小の画素から、これ以外の事前に定められた距離及び方向に位置する画素を選択してもよい。

[0083] 次に生成モジュール418は、ウィンドウ602と同位置の入力画像からウィンドウ604を抽出する。この例では、入力画像がカラー画像である場合における、入力画像の1つの色成分を示す。中心位置660は中心位置650に対応し、画素位置664は画素位置654に対応する。

[0084] 生成モジュール418は、画素位置664の画素値で、画素位置660の画素値を置き換えることにより、背景エッジ画像を生成する。その結果、ウィンドウ606に示されるように、中心位置662の画素値は画素位置666の画素値と同じとなる。すなわち、中心位置662の画素値がフィルタ処理後のエッジ画像の同位置におけるエッジの画素値と置き換えられることにより、背景エッジ画像が生成される。

[0085] 以後、生成モジュール418は、他のエッジ上の画素について、同様の処理を行う。

[0086] 図9は、背景エッジ画像730を生成するプロセスの例を示している。

- [0087] フィルタ処理後のエッジ画像720は、エッジ画素を画素値で置き換えた後の、フィルタ処理後のエッジ画像である。フィルタ処理後のエッジ画像720は、前景画素712および背景画素714を含む。
- [0088] 背景エッジ画像730は、エッジに沿う前景画素全てが、入力画像の背景画素に置き換えられている。例えば、前景画素712が、背景画素716に置き換えられている。
- [0089] 画素シフト画像生成部206は、第1の画素シフト画像および第2の画素シフト画像を生成する。図10は、第1の画素シフト画像802と第2の画素シフト画像804の例示である。この画素シフトは奥行きマップに基づく。画素シフト画像の生成には従来のDIBR技術を用いることができる。例えば、その方法は、非特許文献1及び非特許文献2等に開示されている。
- [0090] 図10を参照すると、ホール814およびホール824は、入力画像における隠蔽領域で生じ得る。第1の画素シフト画像802において、ホール814は前景810と背景812との間にある。第2の画素シフト画像804において、ホール824は背景画素818と、背景画素820との間にある。第2の画素シフト画像804と、第1の画素シフト画像802とが結合され、シフト後の結合画像806が生成される。ホール824は背景画素818と背景画素820との間にある。
- [0091] 画素をシフトした入力画像と、画素をシフトした背景エッジ画像とを結合することにより、ホール領域の両側が背景画素で囲まれる。その結果、ホール領域の両側の画素値を用いたホールの補完後においても、出力された合成画像が前景対象物の形状を保つことができ、アーチファクトをより少なくすることができる。
- [0092] 再度図10を参照すると、ホール824の領域における穴埋めは、TV修復 (Total Variation Inpainting)、近似TV修復 (Approximated TV Inpainting)、高速修復 (Fast Inpainting)、または近似高速修復 (Approximated Fast Inpainting) などの修復アルゴリズム

ムにより実行される。

[0093] なお、TV修復アルゴリズムによる修復の質を向上するため、修復マスクの平均近傍画素値が局所的または全体的に計算されてもよい。この場合、平均画素値が所定範囲内であれば所定の修復パラメータ a が設定される。これらのパラメータは結合画像の各チャンネルに基づいて設定される。ここで定義するように、修復マスクの局所的な平均近傍画素値とは、結合画像における各局所領域を分割することで計算可能な値のことである。修復マスクの全体的な平均近傍画素値は、結合画像における全体領域を考慮することにより計算可能な値である。平均近傍画素は修復パラメータ a の推定に用いられる。

[0094] 結合画像の各チャンネルについて、修復パラメータ a は以下の数式 (1) により定義される。

[0095] [数1]

```
If(average pixel value > threshold_1),
    parameter a = value_1,
elseif(average pixel value < threshold_1 & average pixel value > threshold_2)
    parameter a = value_2,
else
    parameter a = value_3.
... 数式 (1)
```

[0096] 近似TV修復において、修復画素値の拡散率はパラメータ λ , χ_t を定数にすることで向上する。また、これらのパラメータ、 λ , χ_t 項は、拡散された画素値の変換率を加えることにより拡散率を加速する。結果的に、大きな穴領域が原因である不完全な補間を防ぐことができ、より完全な補間画素値が実現される。

[0097] 修復式は以下の数式 (2) で示される通りである。

[0098]

[数2]

$$\text{div}(b\nabla u)_{ij} \approx (b_{i-\frac{1}{2}j} u_{i-1j} + b_{i+\frac{1}{2}j} u_{i+1j} + b_{ij-\frac{1}{2}} u_{ij-1} + b_{ij+\frac{1}{2}} u_{ij+1} - (b_{i-\frac{1}{2}j} + b_{i+\frac{1}{2}j} + b_{ij-\frac{1}{2}} + b_{ij+\frac{1}{2}}) u_{ij}) \approx 0$$

$$b_{i+\frac{1}{2}j} \approx \frac{1}{\sqrt{(u_{i+1j} - u_{ij})^2 + \frac{1}{16}(u_{i+1j+1} + u_{ij+1} - u_{i+1j-1} - u_{ij-1})^2 + a}}$$

$$b_{i-\frac{1}{2}j} \approx \frac{1}{\sqrt{(u_{i-1j} - u_{ij})^2 + \frac{1}{16}(u_{i-1j+1} + u_{ij+1} - u_{i-1j-1} - u_{ij-1})^2 + a}}$$

$$b_{ij+\frac{1}{2}} \approx \frac{1}{\sqrt{(u_{ij+1} - u_{ij})^2 + \frac{1}{16}(u_{i-1j} + u_{i-1j+1} - u_{i+1j} - u_{i+1j+1})^2 + a}}$$

$$b_{ij-\frac{1}{2}} \approx \frac{1}{\sqrt{(u_{ij-1} - u_{ij})^2 + \frac{1}{16}(u_{i-1j} + u_{i-1j-1} - u_{i+1j} - u_{i+1j-1})^2 + a}}$$

$$u_{ij}^{n+1} = \frac{b_{i-\frac{1}{2}j} u_{i-1j}^n + b_{i+\frac{1}{2}j} u_{i+1j}^n + b_{ij-\frac{1}{2}} u_{ij-1}^n + b_{ij+\frac{1}{2}} u_{ij+1}^n}{(b_{i-\frac{1}{2}j} + b_{i+\frac{1}{2}j} + b_{ij-\frac{1}{2}} + b_{ij+\frac{1}{2}})} + \lambda(u_{ij}^n - u_{ij}^{n-1}) + \chi t(u_{ij}^n - u_{ij}^{n-1})$$

$$\chi t = (\text{Log}_2(\frac{n+1}{n}))$$

・・・数式 (2)

[0099] ここで、aは平均近傍画素により設定されたパラメーターであり、パラメーターλ，χ tは拡散率を加速する高速収束パラメーターであり、nは反復回数である。また、数式 (3) で示される

[数3]

$$u_{i,j}^{n+1} \quad \dots \text{数式 (3)}$$

は新たな画素値であり、bは平均化を行う数値関数である。

[0100] 一般的に、反復を利用する修復アルゴリズムは以下の数式 (4) により近似される。

[0101]

[数4]

$$I^{n+1} = I^n \otimes A + \delta t(I^{n+1} - I^n) + \chi t(I^{n+1} - I^n)$$

$$\chi t = (\text{Log}_2(\frac{n+1}{n}))$$

・・・数式(4)

[0102] ここで、 I^{n+1} は新たな画素値であり、カーネルAは対応の修復方法により計算された係数であり、パラメーター λ 、 χt は拡散率を加速する高速収束パラメーターであり、 n は反復回数である。

[0103] 図14に示されるように、従来の修復アルゴリズムでは、画素値の修復度の評価指標が飽和する飽和修復画素値に達するまでに多数の反復を要する。一方、上記の数式2により示される修復アルゴリズムによると、飽和修復画素値に達するまでの反復回数がより少ないため、近似修復の複雑度は低い。結果として、強度のわずかな違いを除いて修復の質は維持され、処理速度は大幅に向上する。

[0104] なお、穴埋め部210は、さらに、穴埋め部210によりホールが補完された後の結合された画素シフト画像に対し、境界近傍における画素値の類似性と奥行きマップにより示される奥行き度とに基づいて前景対象物の境界を滑らかにする処理を施してもよい。以下、図13を参照して、具体的に説明する。

[0105] 図13は、本発明の実施形態に係る穴埋め部210が行う前景エッジのリマッピング方法を示す図である。最初のエッジ画素モジュールをリマッピングする際、フィルタ処理後の前景エッジ画像1120は、修復された修復画像1124のエッジにおいてP2(x+Δ, y)を中心とする所定サイズのブロックを抽出するのに用いられる。また、あらかじめ記録された背景エッジの最初の画素位置は、入力されたテクスチャ画像のエッジにおいてP1(x, y)を中心とする所定サイズのブロックを、修復された画像のエッジにおいてP2(x+Δ, y)を中心とするブロックにリマッピングするのに用いられる。合成画像1126が、入力画像1122の境界と同程度に滑らかな境界を有することは明白である。なぜなら、最初の前景画素が全て合成画

像に修復されるからである。

[0106] 最初のエッジ画素をリマッピングする間、対応位置における2つのブロックの色強度を示す画素値および奥行き度によりアーチファクトを抑制することが確認されている。ブロックのマッチングは以下の数式(5)により計算される。

[0107] [数5]

$$SSD = \sum_n \sum_{i,u}^M \sum_{j,v}^N (I(i,j,n) - I_{org}(u,v,n))^2 + \sum_{i,u}^M \sum_{j,v}^N (depth(i,j) - depth_{org}(u,v))^2$$

・・・数式(5)

[0108] ここで、SSDは類似差の合計を意味し、n、M、Nはチャンネルおよび合成画像のサイズを示し、Iは修復された画像の画像情報を示し、I_{org}は入力されたテクスチャ画像の画像情報を示し、depth_{org}は入力された奥行き画像の画像情報を示し、depthは修復された奥行き画像の画像情報を示す。

[0109] 図13に示されるように、前景エッジ1100(1101、1102、1103)は修復された奥行きマップから検出される。前景エッジを利用して、入力されたテクスチャ画像のP1(x,y)を中心としたウィンドウ1106に含まれる画素値は修復された画像のP2(x+Δ,y)を中心としたウィンドウ1107に含まれる対応する画素値にコピーされる。その結果、ウィンドウ1107に含まれる画素値はウィンドウ1108に示される状態となる。ウィンドウ1108に示される様に、エッジのリマッピング後、前景エッジは全て、入力されたテクスチャ画像の前景エッジと一致し、その合成画像が出力される。

[0110] 図11は、本実施の形態における背景エッジ画像の生成方法の詳細なフローチャートを示している。

[0111] エッジ検出モジュール414は、ステップS902で、入力画像10aのエッジと奥行きマップ10bのエッジとを検出し、それぞれエッジ画像10とエッジ画像11を生成する。

- [0112] 次に、エッジフィルタリングモジュール416は、ステップS904で、それぞれ奥行きマップのエッジ11に中心がある複数の入力画像のエッジ10を抽出する。またエッジフィルタリングモジュール416は、ステップS906で、各奥行きマップのエッジ11に中心があるエッジ画像列を抽出する。次に、エッジフィルタリングモジュール416は、ステップS908で、入力画像のエッジ10に含まれる画素のそれぞれと奥行きマップのエッジ11に含まれる画素のそれぞれとの距離を算出する。エッジフィルタリングモジュール416は、ステップS910で、この距離が閾値よりも長く、かつ、連結性の基準が満たされているか否かについて判断する。ここで、連結性とは、他のエッジとの空間的な連続性を意味する。例えば、他のエッジとは離れた位置に数画素分のエッジが存在することは通常考えにくい。この場合は、他のエッジと離れた場所にある画素情報はノイズであると判断される。
- [0113] ステップS910でYesと判定した場合、エッジフィルタリングモジュール416は、ステップS912で、前のエッジ位置と連結する入力画像エッジの最短位置に奥行きエッジの位置をリマッピングする。これにより、フィルタ処理後のエッジ画像12が得られる。
- [0114] なお、ステップS910でNoと判定した場合、エッジフィルタリングモジュール416は、ステップS912の処理を行わない。
- [0115] 次に、生成モジュール418は、ステップS914で、各エッジ位置を中心とする、周辺領域のより小さい奥行き位置を算出する。その後、生成モジュール418は、ステップS916で、エッジ画素の奥行きを、周辺領域近隣の最小の奥行き位置の画素値に置き換える。これにより、最終的に背景エッジ画像15が得られる。
- [0116] 図12は、本実施の形態における新たな画像ビューの生成方法を示すフローチャートである。
- [0117] まず、画素シフト画像生成部206は、図11に示される方法により生成された背景エッジ画像15と、入力画像10aと、奥行きマップ10bの奥

行きを平滑化した（S1000）、平滑化された奥行きマップ1012とを取得する。

[0118] その後、画素シフト画像生成部206は、背景エッジ画像15と、入力画像10aとを、それぞれ奥行き情報に基づき、所定の量だけ画素ごとにシフトする（S1040、S1041）。

[0119] 次に、画像結合部208は、シフト済背景エッジ画像1006と、シフト済入力画像1007とをエッジが重なるように結合する（S1050）ことにより、結合画像1014を取得する。さらに、ホールを修復するために修復マスクを算出することにより（S1052）、マスク画像1016を生成する。

[0120] その後、穴埋め部210は、ホールの修復（すなわち、画素情報の欠損部分の補完）を最大反復回数まで繰り返す（S1061、S1062）ことにより、ホールが補完された修復画像1020を生成する。

[0121] なお、穴埋め部210は、前景エッジ画像1018に基づいて、修復画像1020に含まれるエッジ部分をより正確に修復してもよい（S1064、S1065）。

[0122] こうして、画像生成装置200は、合成画像1022を生成する。

[0123] 図15は、本実施の形態に係る画像生成装置200が組み込まれた3D画像プロセッサ1310を備える表示装置1300のブロック図である。3D画像プロセッサ1310は、同プロセッサに組み込まれた画像生成装置200に入力画像と奥行きマップを提供し、3D画像を生成する。3D画像を表示装置1300の表示部に表示してもよい。

[0124] 画像生成装置200、3D画像プロセッサ1310、及び同プロセッサの他のモジュールは通常、IC（集積回路）、ASIC（特定用途向け集積回路）、LSI（大規模集積）回路およびDSP（デジタル信号プロセッサ）の形態で実現される。これらの各モジュールは、多くの単機能LSIまたは、1つのLSI内に含まれ得る。ここで用いられた名称はLSIであるが、集積度に応じて、IC、システムLSI、スーパーLSIまたはウルトラL

S I と呼称されることもある。さらに、集積方法は L S I に限るものではなく、専用回路または汎用プロセッサなどによっても集積することができる。これには、プログラム命令により指示可能な D S P (デジタル信号プロセッサ) などの特殊なマイクロプロセッサも含まれる。L S I の製造後にプログラム可能な F P G A (フィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ) もしくは L S I の接続または配置を再構成できる再構成可能プロセッサを同様の目的で用いることができる。今後は、製造と処理技術の発展に伴い、全く新しい技術が L S I に置き換わるかもしれない。集積はそのような技術によって実現され得る。

[0125] なお、上記各実施の形態において、各構成要素は、専用のハードウェアで構成されるか、各構成要素に適したソフトウェアプログラムを実行することによって実現されてもよい。各構成要素は、C P U またはプロセッサなどのプログラム実行部が、ハードディスクまたは半導体メモリなどの記録媒体に記録されたソフトウェアプログラムを読み出して実行することによって実現されてもよい。

[0126] 以上、本発明の一態様に係る画像生成装置について、実施の形態に基づいて説明したが、本発明は、この実施の形態に限定されるものではない。本発明の趣旨を逸脱しない限り、当業者が思いつく各種変形を本実施の形態に施したものや、異なる実施の形態における構成要素を組み合わせて構築される形態も、本発明の一態様の範囲内に含まれてもよい。

[0127] なお、図 7、図 9 等に示す画像の原画像には、以下の論文内の画像を利用した。

[0128] (1) D. Scharstein and C. Pal. Learning conditional random fields for stereo. In IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2007), Minneapolis, MN, June 2007. (非特許文献 3)

(2) H. Hirschmuller and D. Scharstein. Evaluation of cost functions for stereo matching. In IEEE Computer Society Conference on Compute

r Vision and Pattern Recognition (CVPR 2007), Minneapolis, MN, June 2007. (非特許文献4)

産業上の利用可能性

[0129] 本発明は、画像生成装置等に利用できる。特に、入力画像と、前記入力画像に対応する奥行きマップとから、当該入力画像により表されるシーンを新視点から表示する新たな画像を生成する画像生成装置等に利用できる。

符号の説明

- [0130] 10 入力画像のエッジ
11 奥行きマップのエッジ
12 奥行きマップのフィルタ処理後のエッジ
15、730 背景エッジ画像
100、200 画像生成装置
102 テクスチャ分析
104 エッジ検出
106 奥行きスケーリング
108 レンダリング部
202、10a、1122 入力画像
204、10b、502 奥行きマップ
206 画素シフト画像生成部
208 画像結合部
210 穴埋め部
212、412、1022、1126 出力画像（合成画像）
414 エッジ検出モジュール
416 エッジフィルタリングモジュール
418 生成モジュール
419 背景エッジ画像生成部
502、504 画像
504、702 エッジ画像

512、514 セット
520、540、650、660、662 中心位置
522、542、544 画素
602、604、606、1106、1107、1108 ウィンドウ
610 周辺領域
652、654、660、664、666 画素位置
712 前景画素
714、716、818、820 背景画素
720 フィルタ処理後のエッジ画像
802、1007 第1の画素シフト画像（シフト済入力画像）
804、1006 第2の画素シフト画像（シフト済背景エッジ画像）
806、1014 シフト後の結合画像
810 前景
812 背景
814、824 ホール
1012 平滑化された奥行きマップ
1016 マスク画像
1018、1120 前景エッジ画像
1020、1124 修復画像
1100、1101、1102、1103 前景エッジ
1300 表示装置
1310 3D画像プロセッサ

請求の範囲

[請求項1] 入力画像と、前記入力画像に対応する奥行きマップとから、当該入力画像により表されるシーンを新視点から表示する画像を生成する画像生成装置であって、

前記入力画像と前記奥行きマップとに基づき、前記入力画像に対し、前記新視点に対応するシフト量だけ画素をシフトさせる処理を施した第1の画素シフト画像と、前記入力画像に含まれる、前景対象物のエッジ周辺の背景領域の画素である指定エッジ画素を含む背景エッジ画像に対し、第1の画素シフト画像と同じシフト量だけ対応する画素をシフトさせる処理を施した第2の画素シフト画像とを生成する画素シフト画像生成部と、

前記第2の画素シフト画像に含まれる背景領域が、画素をシフトさせる処理により前記第1の画素シフト画像に生じた、画素情報がない領域であるホールに含まれるように、前記第2の画素シフト画像と前記第1の画素シフト画像とを結合する画像結合部と、

前記結合された画素シフト画像に基づいて、前記ホールに含まれる画素情報を補完する穴埋め部とを備える

画像生成装置。

[請求項2] 前記入力画像と前記奥行きマップとに含まれるエッジをそれぞれ検出するエッジ検出モジュールと、

前記入力画像に含まれるエッジ情報を示す第1のエッジ画像と、前記奥行きマップに含まれるエッジ情報を示す第2のエッジ画像との位置合わせを行うエッジフィルタリングモジュールと、

位置合わせをされた前記入力画像に含まれるエッジと、前記奥行きマップに含まれるエッジとに基づいて、前記入力画像に含まれるエッジの画素値を、当該エッジの位置に対応する前記奥行きマップ上の位置から所定範囲内において最も奥まった位置を示す画素の画素値によって置き換えることにより、前記背景エッジ画像を生成する生成モジ

ルールとを有する

背景エッジ画像生成部をさらに備える

請求項 1 に記載の画像生成装置。

[請求項3]

前記エッジフィルタリングモジュールは、

前記第 1 のエッジ画像及び前記第 2 のエッジ画像の一方における所定領域内でエッジを示す第 1 エッジ画素と、前記第 1 のエッジ画像及び前記第 2 のエッジ画像の他方における前記所定領域内でエッジを示す画素であって、前記第 1 エッジ画素との距離が最短となる第 2 エッジ画素とを決定し、

前記第 1 エッジ画素及び前記第 2 エッジ画素のうち一方の位置を他方の位置と一致させることにより、前記第 1 のエッジ画像と前記第 2 のエッジ画像との位置合わせを行う

請求項 2 に記載の画像生成装置。

[請求項4]

前記第 1 のエッジ画像及び前記第 2 のエッジ画像において、前記エッジは幅方向に 2 つ以上の画素を有する

請求項 2 又は請求項 3 に記載の画像生成装置。

[請求項5]

前記エッジが有する幅方向の画素のうち、少なくとも 1 つの画素は前記前景対象物に含まれ、他の少なくとも 1 つの画素は、背景領域に含まれる

請求項 4 に記載の画像生成装置。

[請求項6]

前記エッジ検出モジュールは、

キャニーエッジ (Canny edge) 検出器、プリウィットエッジ (Prewitt edge) 検出器、ソベルエッジ (Sobel edge) 検出器、ラプラシアン・ガウシアンエッジ (Laplacian of Gaussian edge) 検出器、又は、他の微分エッジ検出器からなるグループに含まれるエッジ検出器を有する

請求項 2 に記載の画像生成装置。

- [請求項7] 前記画素シフト画像生成部は、前記奥行きマップと、前記シフト量のゲインを示す少なくとも1つのパラメータとに基づき、前記シフト量を算出する
請求項1に記載の画像生成装置。
- [請求項8] 前記画像結合部は、前記第1の画素シフト画像の画素値を前記第2の画素シフト画像の対応する画素値に置き換えることにより前記第2の画素シフト画像を前記第1の画素シフト画像に結合する
請求項1に記載の画像生成装置。
- [請求項9] 前記画像結合部は、画素値の加重平均に基づき、前記第2の画素シフト画像を前記第1の画素シフト画像に結合する
請求項1に記載の画像生成装置。
- [請求項10] 前記穴埋め部は、TV (Total Variation) 修正処理を前記結合された画素シフト画像に施すことにより、前記ホールに含まれる画素情報を補完する
請求項1に記載の画像生成装置。
- [請求項11] 前記穴埋め部は、前記TV修正処理において、近隣画素を利用して算出される画素値の変化度合いに基づき前記画素情報の補完を行う
請求項10に記載の画像生成装置。
- [請求項12] 前記穴埋め部は、さらに、
前記穴埋め部によりホールが補完された後の前記結合された画素シフト画像に対し、前記境界近傍における画素値の類似性と前記奥行きマップにより示される奥行き度とに基づいて前記前景対象物の境界を滑らかにする処理を施す
請求項1に記載の画像生成装置。
- [請求項13] 入力画像と、前記入力画像に対応する奥行きマップとから、当該入力画像により表されるシーンを新視点から表示する画像を生成する画像生成方法であって、
前記入力画像と前記奥行きマップとに基づき、前記入力画像に対し

、前記新視点に対応するシフト量だけ画素をシフトさせる処理を施した第1の画素シフト画像と、前記入力画像に含まれる、前景対象物のエッジ周辺の背景領域の画素である指定エッジ画素を含む背景エッジ画像に対し、第1の画素シフト画像と同じシフト量だけ対応する画素をシフトさせる処理を施した第2の画素シフト画像とを生成する画素シフト画像生成ステップと、

前記第2の画素シフト画像に含まれる背景領域が、画素をシフトさせる処理により前記第1の画素シフト画像に生じた、画素情報がない領域であるホールに含まれるように、前記第2の画素シフト画像と前記第1の画素シフト画像とを結合する画像結合ステップと、

前記結合された画素シフト画像に基づいて、前記ホールに含まれる画素情報を補完する穴埋めステップとを含む
画像生成方法。

[請求項14] 請求項13に記載の画像生成方法をコンピュータに実行させるための

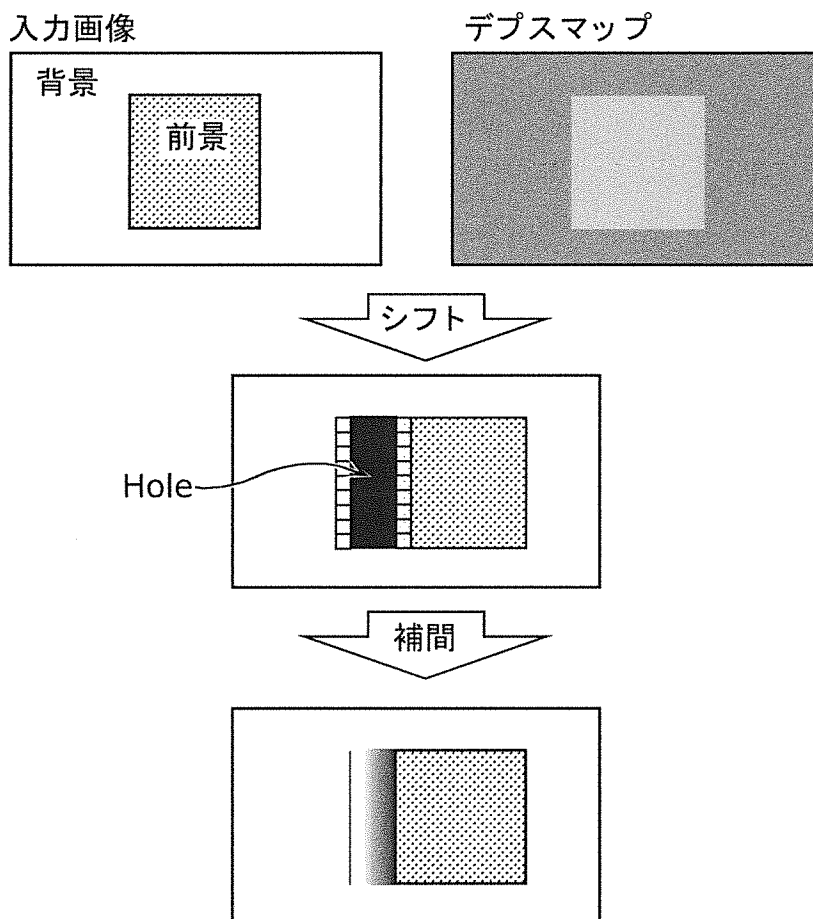
プログラム。

[請求項15] 請求項13に記載の画像生成方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した

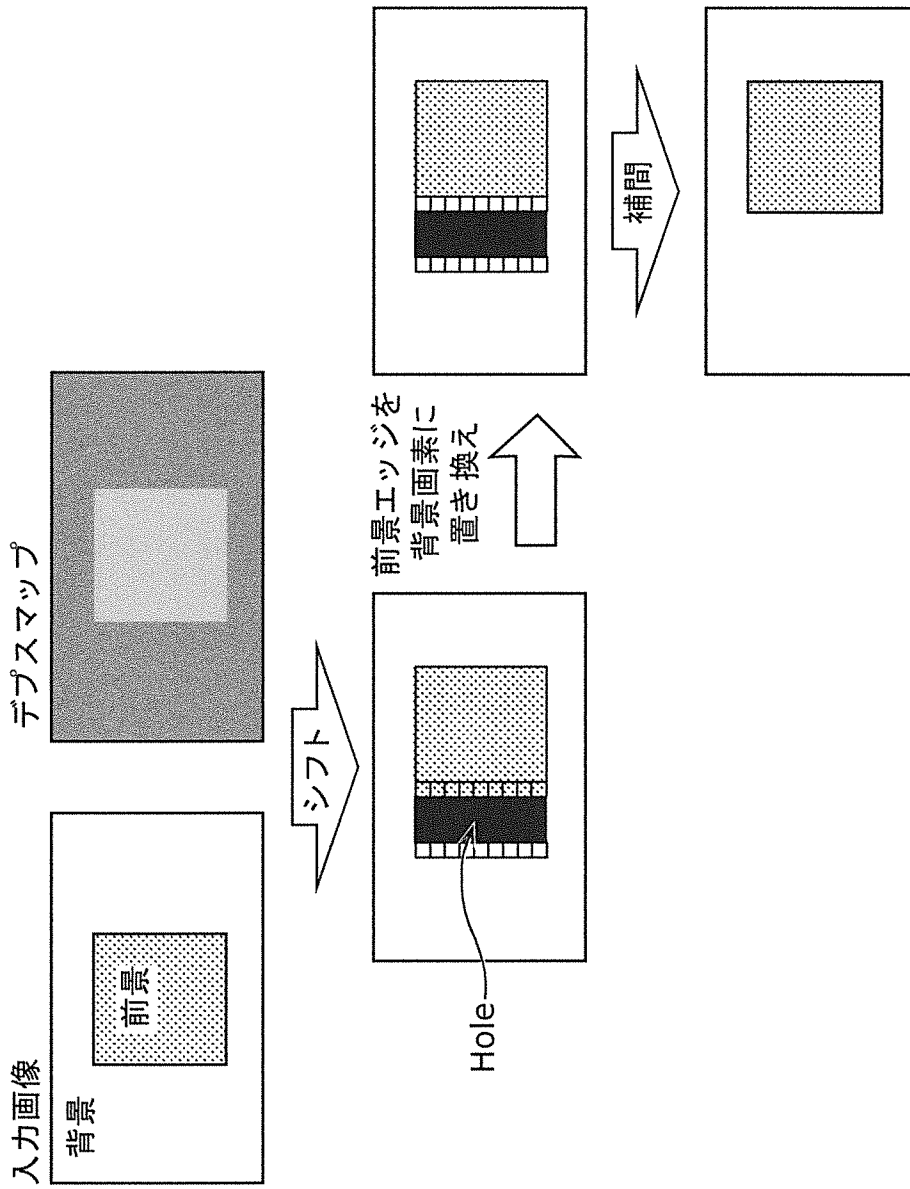
記録媒体。

[請求項16] 請求項13に記載の画像生成方法を実現する
集積回路。

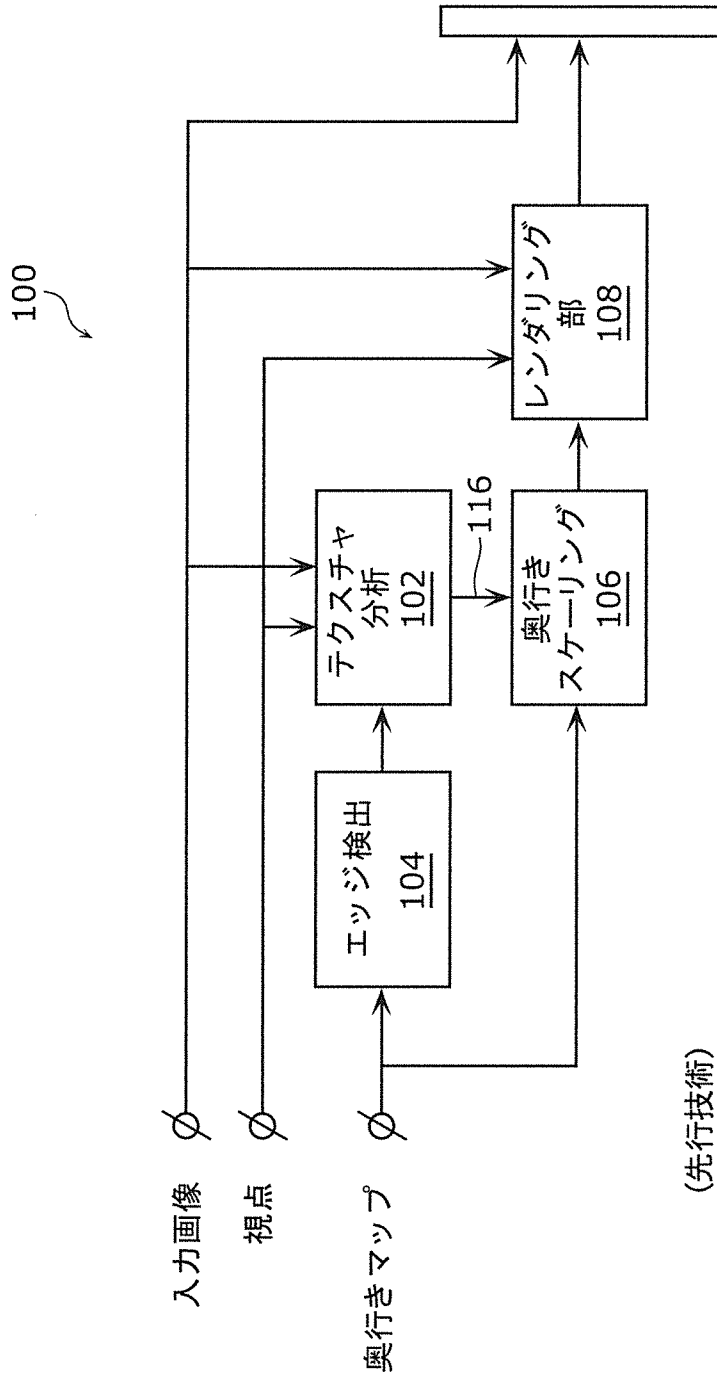
[図1]



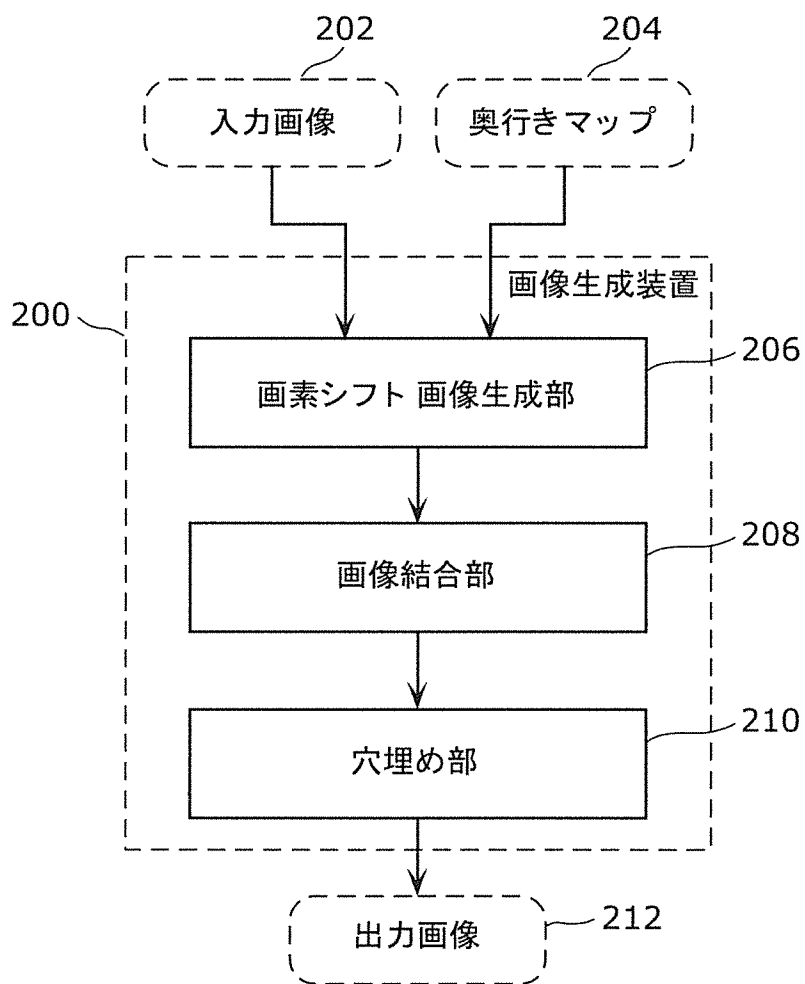
[図2]



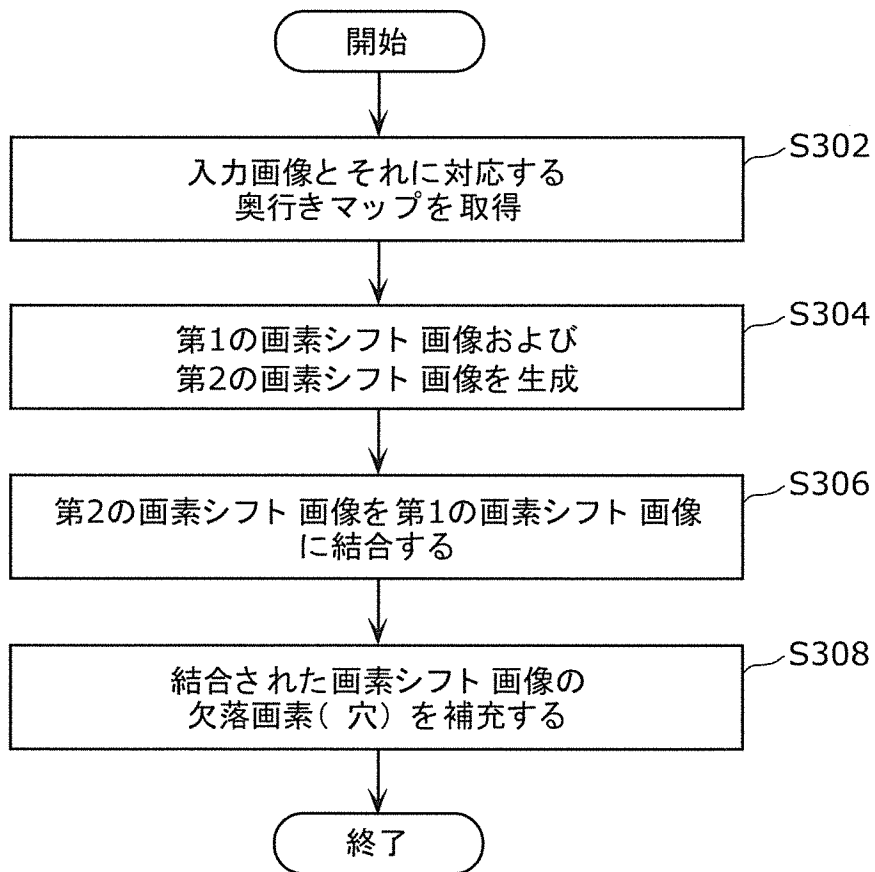
[図3]



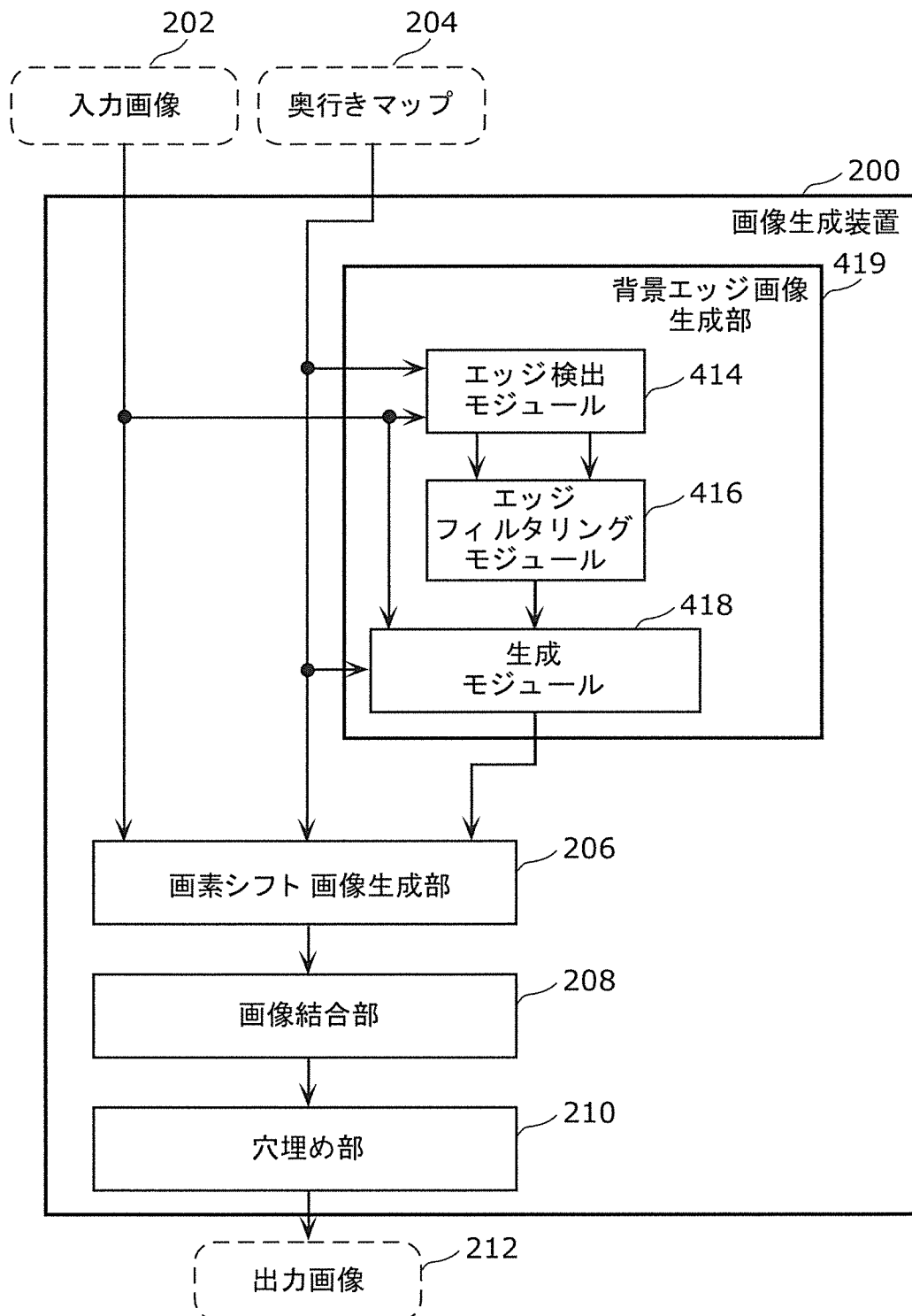
[図4]



[図5]

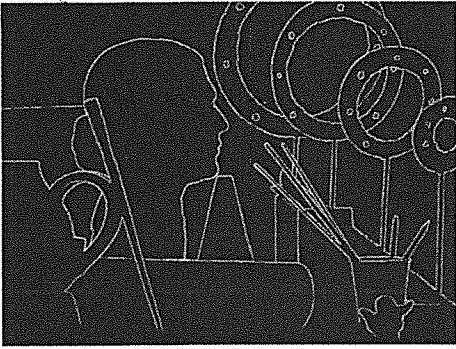


[図6]

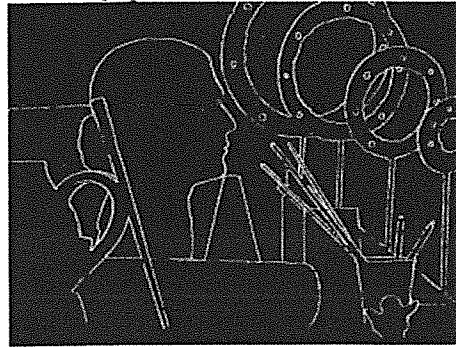


[図7]

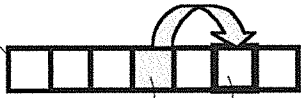
502



504

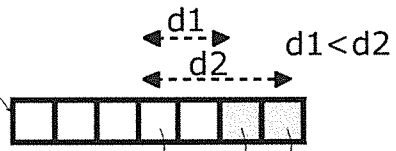


512



520 522

514



540 542 544

[図8]

602

162	110	79	79	79
175	167	109	79	79
175	175	174	115	81
175	175	175	175	119
175	175	175	175	175

654

650

652

610

604

166	110	91	90	89
164	130	95	90	89
164	162	156	127	102
162	162	162	162	159
162	162	162	162	162

660

664



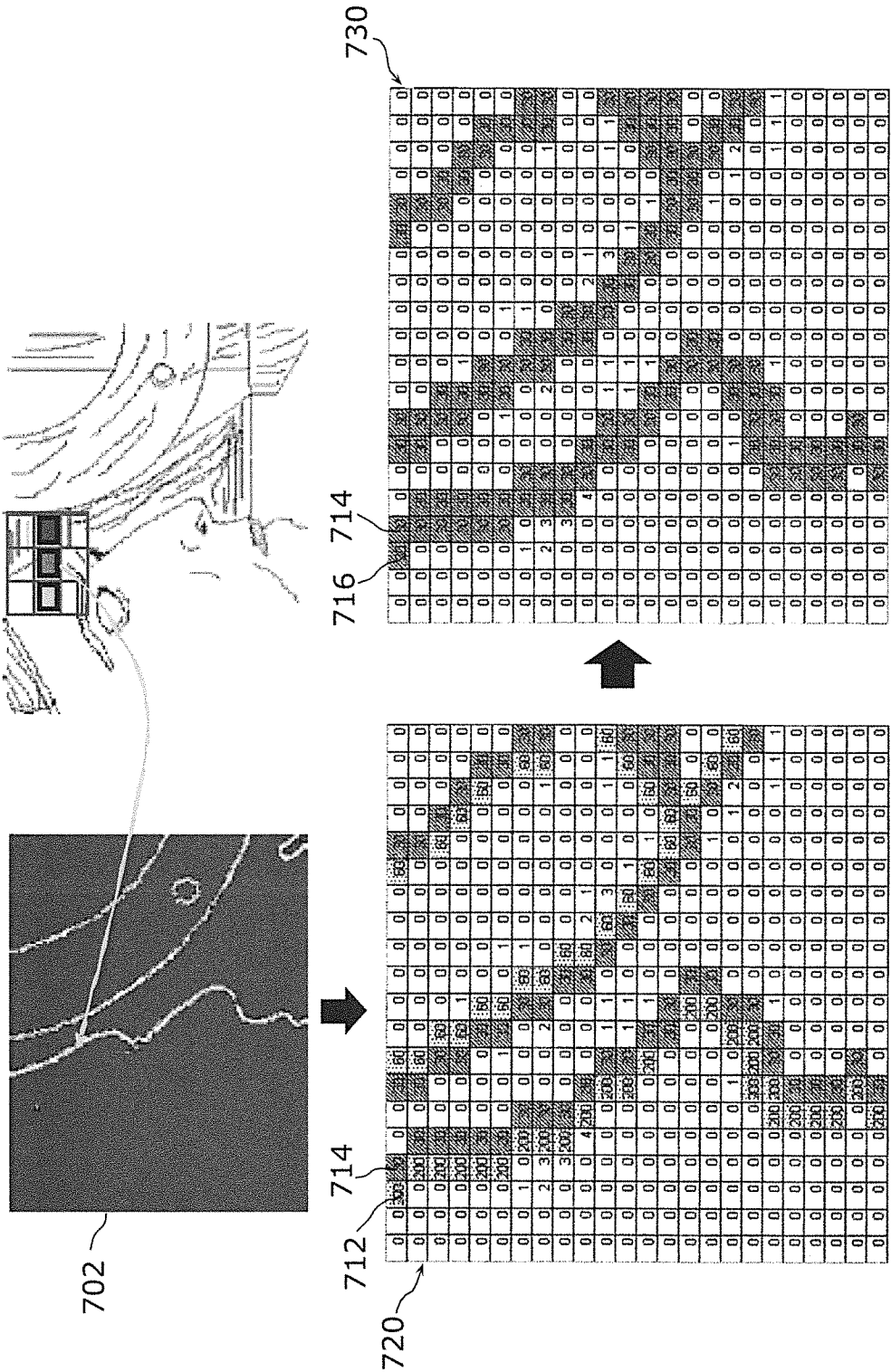
606

166	110	91	90	89
164	130	95	90	89
164	162	89	127	102
162	162	162	162	159
162	162	162	162	162

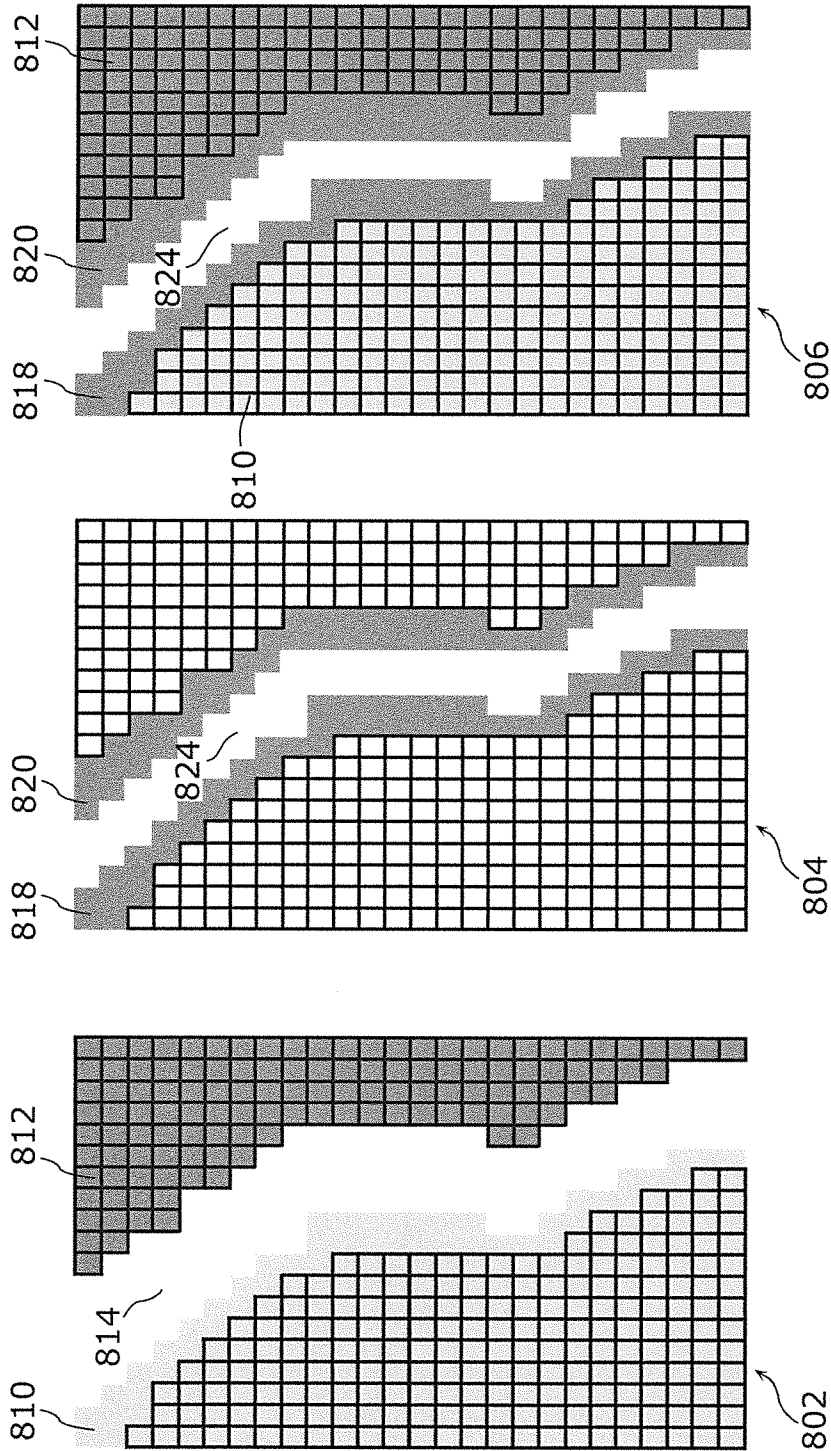
662

666

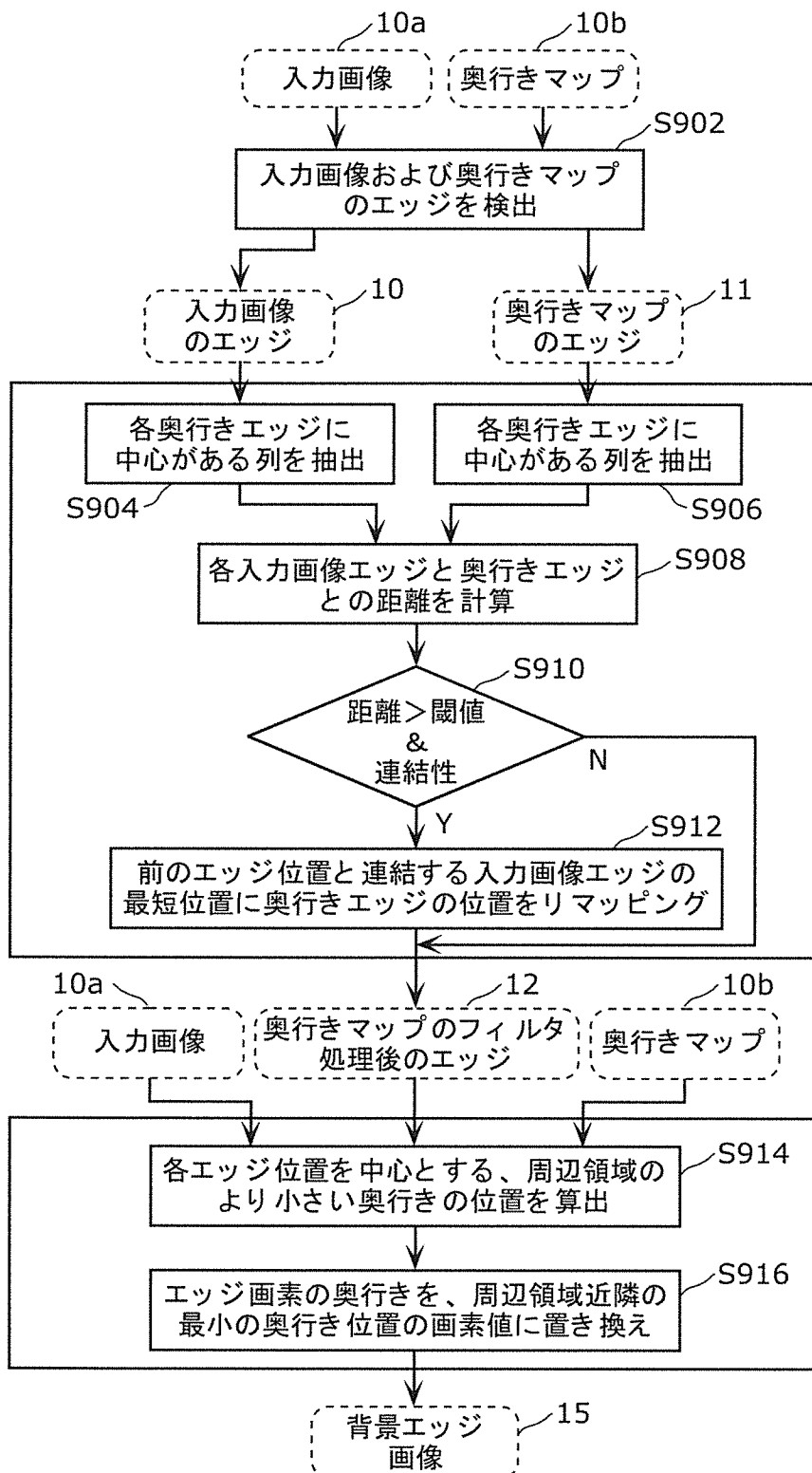
[図9]



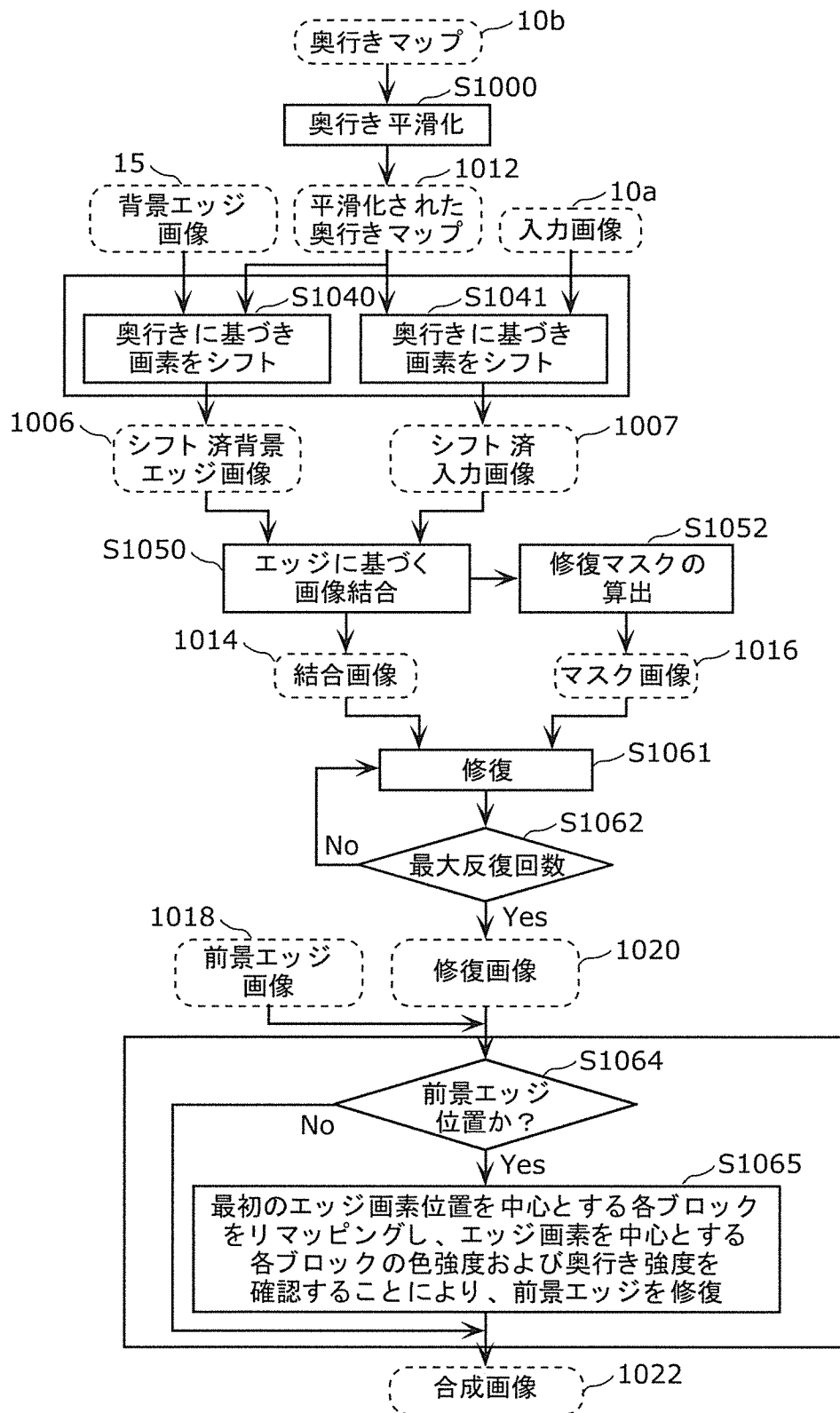
[図10]



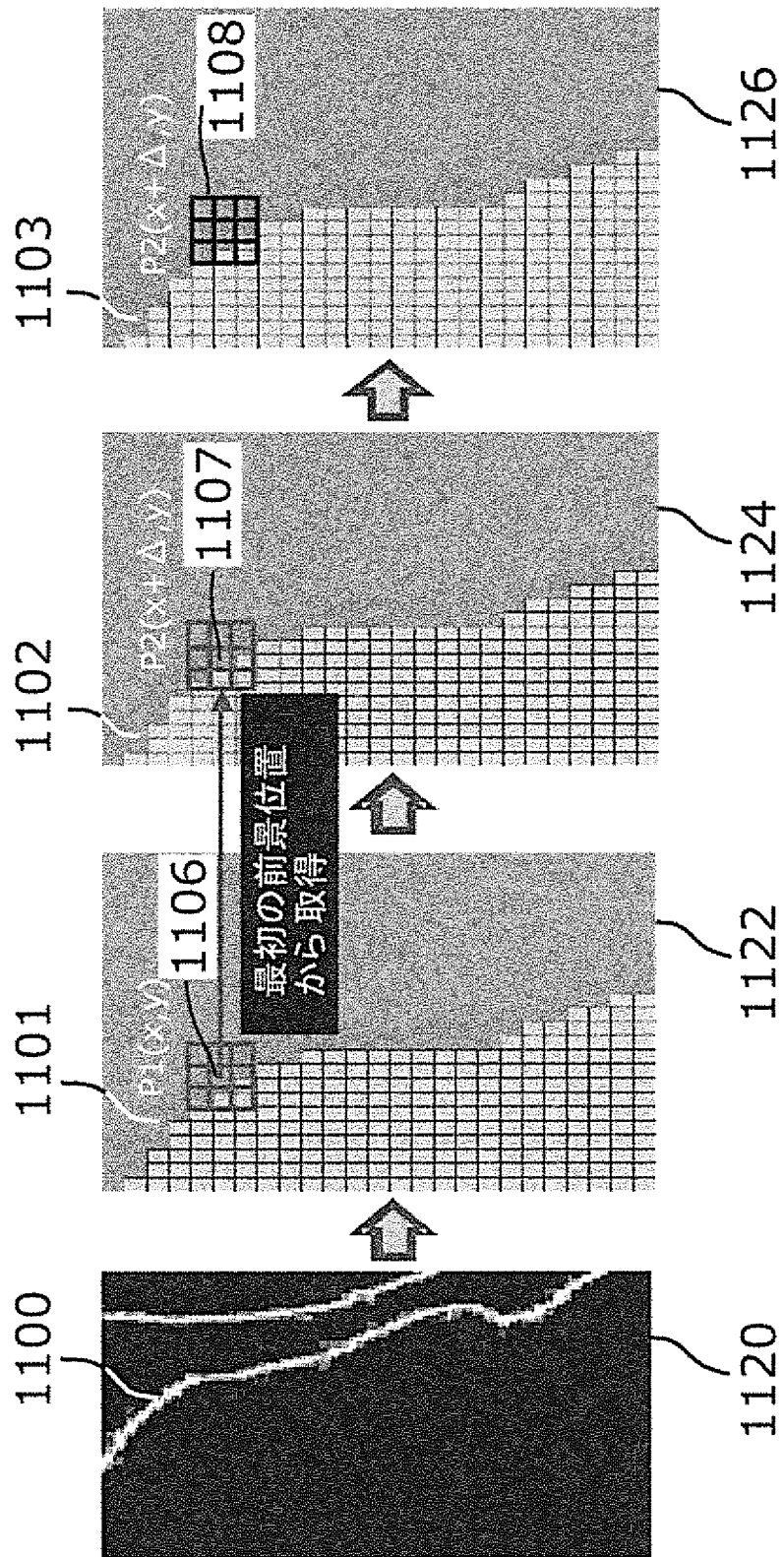
[図11]



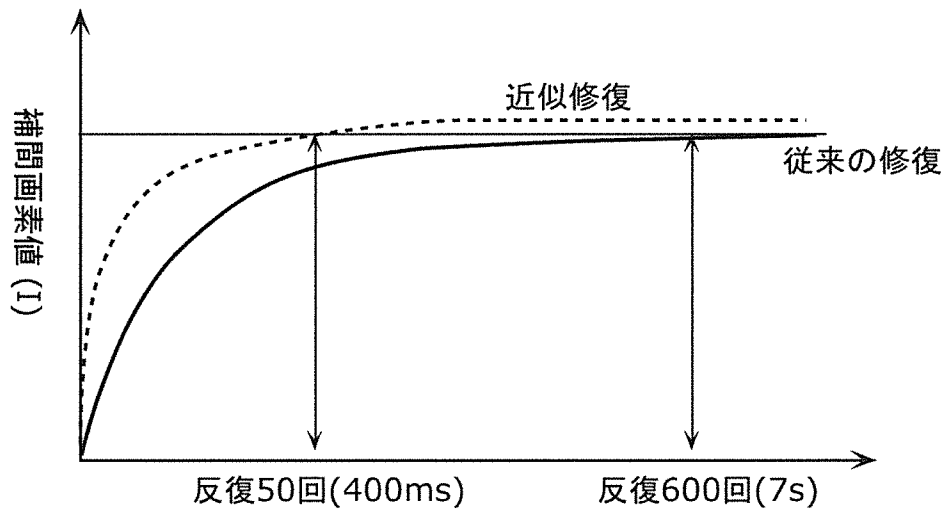
[図12]



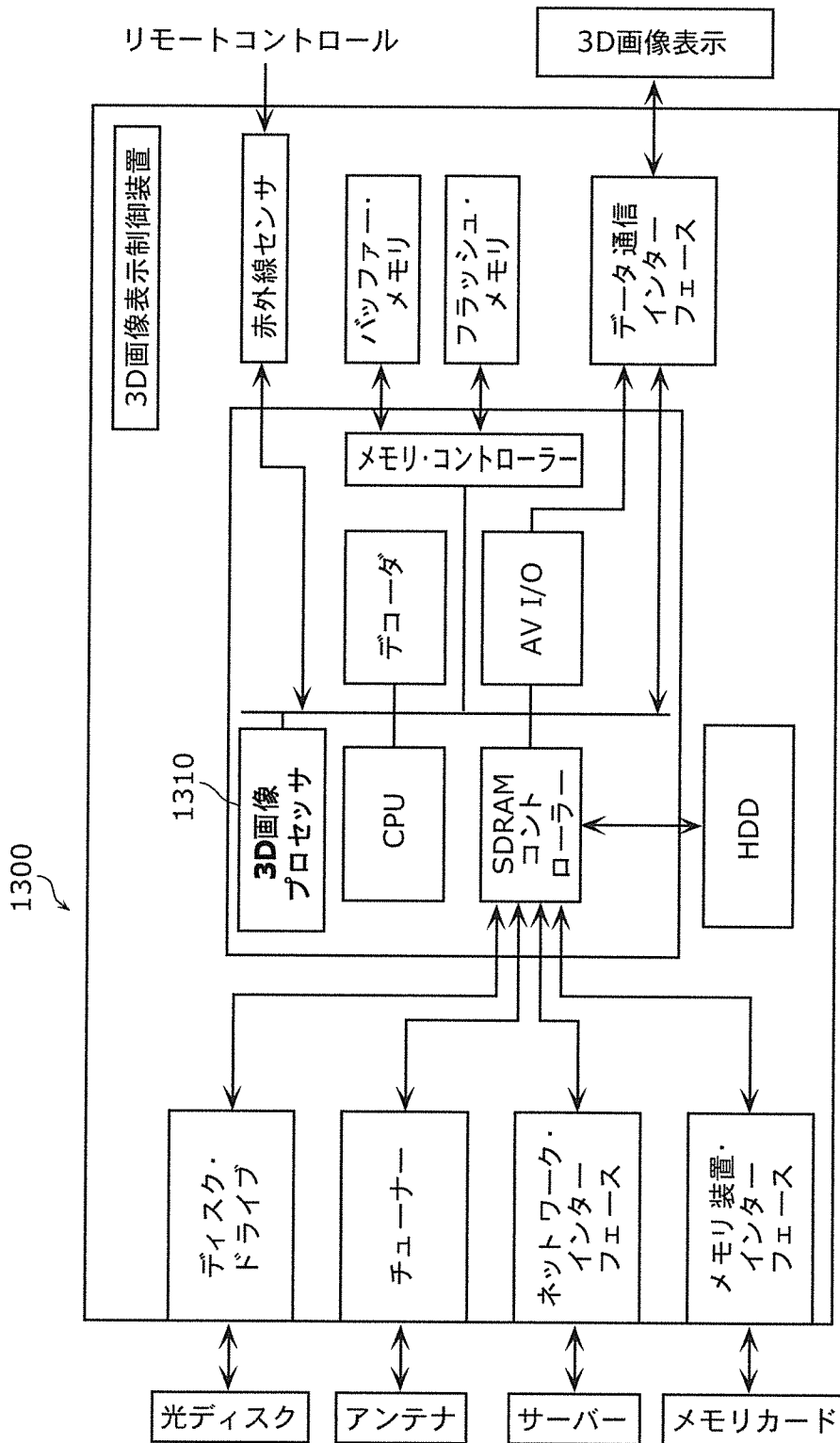
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/002991

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T19/20 (2011.01) i, H04N13/04 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06T19/20, H04N13/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-025861 A (Toppan Printing Co., Ltd.), 01 February 2007 (01.02.2007), paragraphs [0055] to [0074]; fig. 6 to 10 (Family: none)	1-16
A	JP 2001-256482 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 21 September 2001 (21.09.2001), paragraphs [0048] to [0056]; fig. 9 (Family: none)	1-16
A	JP 2009-528587 A (Koninklijke Philips Electronics N.V.), 06 August 2009 (06.08.2009), paragraphs [0036] to [0046]; fig. 1 to 3 & US 2009/0115780 A1 & EP 1991963 A & WO 2007/096816 A2 & KR 10-2008-0108489 A & CN 101390131 A	1-16

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
12 July, 2012 (12.07.12)Date of mailing of the international search report
24 July, 2012 (24.07.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/002991

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-521081 A (Koninklijke Philips Electronics N.V.), 19 June 2008 (19.06.2008), paragraphs [0001] to [0007]; fig. 1 to 5 & US 2008/0187222 A1 & EP 1815441 A & WO 2006/054200 A1 & DE 602005006836 D & KR 10-2007-0086283 A & CN 101061519 A & AT 395670 T & ES 2307210 T	1-16
A	JP 2006-512833 A (Koninklijke Philips Electronics N.V.), 13 April 2006 (13.04.2006), paragraphs [0034] to [0045]; fig. 12 to 17 & US 2006/0078180 A1 & EP 1437898 A1 & EP 1582074 A & WO 2004/059991 A2 & CN 1745589 A & AU 2003285693 A	1-16
A	WO 2010/037512 A1 (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FORDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.), 08 April 2010 (08.04.2010), page 15, line 25 to page 16, line 14; fig. 2 & EP 2327059 A & CN 102239506 A & KR 10-2011-0059803 A & JP 2012-504805 A & US 2011/0261050 A1	1-16
A	Ayako HIRANO et al., "2D Eizo no 2D/3D Henkan Shien", ITE Technical Report, 12 November 2003 (12.11.2003), vol.27, no.64, pages 19 to 22	1-16
A	FEHN C, "Depth-image-based rendering(DIBR), compression and transmission for a new approach on 3D-TV", PROCEEDINGS OF THE SPIE, 2004.05.31, Vol. 5291, p.93-104	1-16
A	MCMILLAN, L. ET AL, "Image-based rendering:a new interface between computer vision and computer graphics", JOURNAL OF COMPUTER GRAPHICS, 1999.11.30, Vol.33, No.4, p.61-64	1-16

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G06T19/20(2011.01)i, H04N13/04(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G06T19/20, H04N13/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2012年
日本国実用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録実用新案公報	1994-2012年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2007-025861 A (凸版印刷株式会社) 2007.02.01, 段落【0055】 - 【0074】, 第6-10図 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 2001-256482 A (富士ゼロックス株式会社) 2001.09.21, 段落【0048】 - 【0056】, 第9図 (ファミリーなし)	1-16

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

12.07.2012

国際調査報告の発送日

24.07.2012

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

千葉 久博

5H

3991

電話番号 03-3581-1101 内線 3531

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2009-528587 A (コーニンクレッカ フィリップス エレクトロ ニクス エヌ ヴィ) 2009.08.06, 段落【0036】 - 【0046】, 第1-3 図 & US 2009/0115780 A1 & EP 1991963 A & WO 2007/096816 A2 & KR 10-2008-0108489 A & CN 101390131 A	1-16
A	JP 2008-521081 A (コーニンクレッカ フィリップス エレクトロ ニクス エヌ ヴィ) 2008.06.19, 段落【0001】 - 【0007】, 第1-5 図 & US 2008/0187222 A1 & EP 1815441 A & WO 2006/054200 A1 & DE 602005006836 D & KR 10-2007-0086283 A & CN 101061519 A & AT 395670 T & ES 2307210 T	1-16
A	JP 2006-512833 A (コーニンクレッカ フィリップス エレクトロ ニクス エヌ ヴィ) 2006.04.13, 段落【0034】 - 【0045】, 第12-17 図 & US 2006/0078180 A1 & EP 1437898 A1 & EP 1582074 A & WO 2004/059991 A2 & CN 1745589 A & AU 2003285693 A	1-16
A	WO 2010/037512 A1 (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FORDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E. V.) 2010.04.08, 第15 ページ第25 行-第16 ページ第14 行, 第2 図 & EP 2327059 A & CN 102239506 A & KR 10-2011-0059803 A & JP 2012-504805 A & US 2011/0261050 A1	1-16
A	平野綾子, 外2名, ”2D映像の2D/3D変換支援”, 映像情報 メディア学会技術報告, 2003.11.12, 第27 巻, 第64 号, p.19-22	1-16
A	FEHN C, ”Depth-image-based rendering(DIBR), compression and transmission for a new approach on 3D-TV”, PROCEEDINGS OF THE SPIE, 2004.05.31, Vol. 5291, p.93-104	1-16
A	MCMILLAN, L. ET AL, ”Image-based rendering:a new interface between computer vision and computer graphics”, JOURNAL OF COMPUTER GRAPHICS, 1999.11.30, Vol.33, No.4, p.61-64	1-16