

(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
2024年1月18日(18.01.2024)



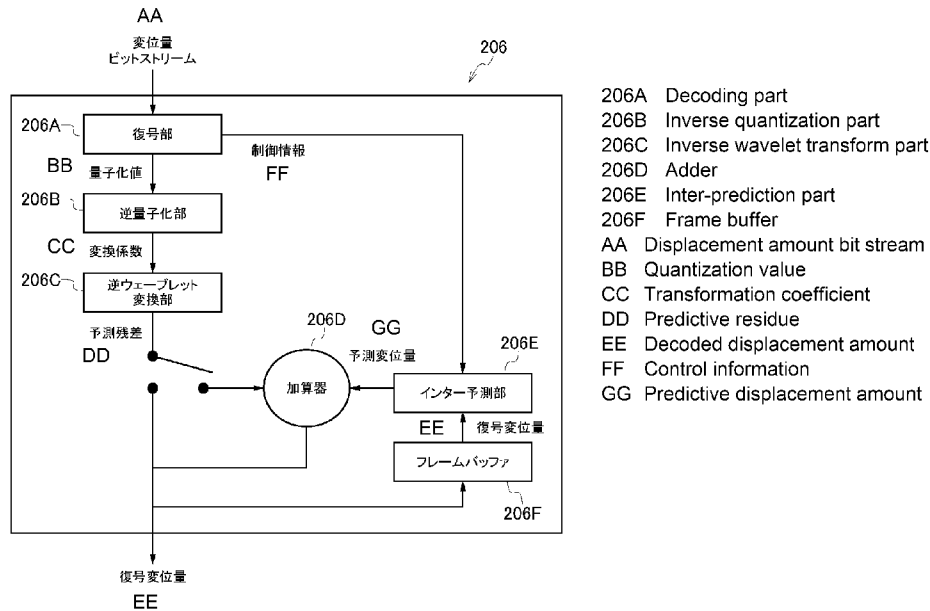
(10) 国際公開番号

WO 2024/014195 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 9/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/021269
- (22) 国際出願日: 2023年6月7日(07.06.2023)
- (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 2022-110864 2022年7月9日(09.07.2022) JP
- (71) 出願人: K D D I 株 式 会 社 (KDDI CORPORATION) [JP/JP]; 〒1638003 東京都新宿区西新宿二丁目3番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 西 村 仁 志 (NISHIMURA Hitoshi); 〒3568502 埼玉県ふじみ野市大原二丁目1番15号 株式会社 K D D I 総合研究所内 Saitama (JP). 河村 圭(KAWAMURA Kei); 〒3568502 埼玉県ふじみ野市大原二丁目1番15号 株式会社 K D D I 総合研究所内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: フェリシテ弁理士法人(FELICITE PATENT PROFESSIONAL CORPORATION); 〒1040053 東京都中央区晴海三丁目13番1号 D E U X T O U R S E 4 4 1 2 Tokyo (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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,

(54) Title: MESH DECODING DEVICE, MESH ENCODING DEVICE, MESH DECODING METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: メッシュ復号装置、メッシュ符号化装置、メッシュ復号方法及びプログラム



(57) Abstract: A displacement amount decoding unit 206 of a mesh decoding device 200 according to the present invention is provided with: a decoding part 206A that decodes a level value from a displacement amount bit stream; an inverse quantization part 206B that generates a transformation coefficient by inverse-quantizing the level value; an inverse wavelet transform part 206C that generates a predictive residue by executing inverse wavelet transform for the transformation coefficient; and an adder 206D that calculates a displacement amount by adding together a predicted displacement amount



CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

and the predictive residue.

(57) 要約: 本発明に係るメッシュ復号装置200の変位量復号部206は、変位量ビットストリームからレベル値を復号する復号部206Aと、レベル値を逆量子化することによって変換係数を生成する逆量子化部206Bと、変換係数に対して逆ウェーブレット変換を施すことによって予測残差を生成する逆ウェーブレット変換部206Cと、予測変位量と予測残差とを加算することによって変位量を算出する加算器206Dとを備える。

明 細 書

発明の名称：

メッシュ復号装置、メッシュ符号化装置、メッシュ復号方法及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、メッシュ復号装置、メッシュ符号化装置、メッシュ復号方法及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 非特許文献1には、非特許文献2を用いてメッシュを符号化する技術が開示されている。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：C f p f o r D y n a m i c M e s h C o d i n g 、
I S O / I E C J T C 1 / S C 2 9 / W G 7 N 0 0 2 3 1 、 M P E G 1 3 6
- O n l i n e

非特許文献2：G o o g l e D r a c o 、 2 0 2 2 年 5 月 2 6 日 ア ク セ ス [
O n l i n e] 、 <https://google.github.io/draco>

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、従来技術では、動的メッシュを構成する全ての頂点の座標や接続情報を可逆符号化するため、損失が許容される条件下であっても情報量を削減できず、符号化効率が低いという問題点があった。そこで、本発明は、上述の課題に鑑みてなされたものであり、メッシュの符号化効率を向上させることができるメッシュ復号装置、メッシュ符号化装置、メッシュ復号方法及びプログラム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

[0005] 本発明の第1の特徴は、メッシュ復号装置であって、変位量ビットストリームを復号して変位量を生成して出力するように構成されている変位量復号部を備え、前記変位量復号部は、前記変位量ビットストリームからレベル値を復号するように構成されている復号部と、前記レベル値を逆量子化することによって変換係数を生成するように構成されている逆量子化部と、前記変換係数に対して逆ウェーブレット変換を施すことによって予測残差を生成するように構成されている逆ウェーブレット変換部と、予測変位量と前記予測残差とを加算することによって、前記変位量を算出するように構成されている加算器と、を備えることを要旨とする。

[0006] 本発明の第2の特徴は、メッシュ復号方法であって、変位量ビットストリームからレベル値を復号する工程と、前記レベル値を逆量子化することによって変換係数を生成する工程と、前記変換係数に対して逆ウェーブレット変換を施すことによって予測残差を生成する工程と、予測変位量と前記予測残差とを加算することによって前記変位量を算出する工程と、を有することを要旨とする。

[0007] 本発明の第3の特徴は、コンピュータを、メッシュ復号装置として機能させるプログラムであって、前記メッシュ復号装置は、変位量ビットストリームを復号して変位量を生成して出力するように構成されている変位量復号部を備え、前記変位量復号部は、前記変位量ビットストリームからレベル値を復号するように構成されている復号部と、前記レベル値を逆量子化することによって変換係数を生成するように構成されている逆量子化部と、前記変換係数に対して逆ウェーブレット変換を施すことによって予測残差を生成するように構成されている逆ウェーブレット変換部と、予測変位量と前記予測残差とを加算することによって、前記変位量を算出するように構成されている加算器と、を備えることを要旨とする。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、メッシュの符号化効率を向上させることができるメッシュ復号装置、メッシュ符号化装置、メッシュ復号方法及びプログラムを提供

することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図 1 は、一実施形態に係るメッシュ処理システム 1 の構成の一例を示す図である。

[図2]図 2 は、一実施形態に係るメッシュ復号装置 200 の機能ブロックの一例を示す図である。

[図3A]図 3 A は、基本メッシュ及び細分割メッシュの一例を示す図である。

[図3B]図 3 B は、基本メッシュ及び細分割メッシュの一例を示す図である。

[図4]図 4 は、基本メッシュビットストリームのシンタックス構成の一例を示す図である。

[図5]図 5 は、図 5 は、B P H のシンタックス構成の一例を示す図である。

[図6]図 6 は、一実施形態に係るメッシュ復号装置 200 の基本メッシュ復号部 202 の機能ブロックの一例を示す図である。

[図7]図 7 は、P フレームの基本メッシュの頂点と I フレームの基本メッシュの頂点との間の対応関係の一例を示す図である。

[図8]図 8 は、一実施形態に係るメッシュ復号装置 200 の基本メッシュ復号部 202 のインター復号部 202 E の機能ブロックの一例を示す図である。

[図9]図 9 は、一実施形態に係るメッシュ復号装置 200 の基本メッシュ復号部 202 のインター復号部 202 E の動きベクトル予測部 202 E 3 による復号対象の頂点の M V P の算出方法の一例を説明するための図である。

[図10]図 10 は、一実施形態に係るメッシュ復号装置 200 の基本メッシュ復号部 202 のインター復号部 202 E の動きベクトル予測部 202 E 3 の動作の一例を示すフローチャートを示す。

[図11]図 11 は、一実施形態に係るメッシュ復号装置 200 の基本メッシュ復号部 202 のインター復号部 202 E の動きベクトル予測部 202 E 3 が、復号済みの周りの頂点との距離の和 T o t a l _ D を算出する動作の一例を示すフローチャートを示す。

[図12]図 12 は、一実施形態に係るメッシュ復号装置 200 の基本メッシュ

復号部202のインター復号部202Eの動きベクトル予測部202E3が、重み付け平均を用いてMVPを算出する動作の一例を示すフローチャートである。

[図13]図13は、一実施形態に係るメッシュ復号装置200の基本メッシュ復号部202のインター復号部202Eの動きベクトル予測部202E3が、MVPとして候補MVの集合からMVを選択する動作の一例を示すフローチャートである。

[図14]図14は、一実施形態に係るメッシュ復号装置200の基本メッシュ復号部202のインター復号部202Eの動きベクトル予測部202E3が、候補MVの集合を作成する動作の一例を示すフローチャートである。

[図15]図15は、平行四辺形予測の一例について説明するための図である。

[図16]図16は、基本メッシュビットストリームを復号して生成した制御情報であるadaptive_mesh_flag、adaptive_bit_flag及び精度制御パラメータから、MVRの精度を元のビット精度に戻す動作の一例を示すフローチャートである。

[図17]図17は、MVRの符号化の一例を説明するための意図である。

[図18]図18は、一実施形態に係るメッシュ復号装置200の基本メッシュ復号部202のインター復号部202Eの機能ブロックの一例を示す図である。

[図19]図19は、Edgebreakerを用いて、接続情報及び頂点の順番を決める動作の一例を示す図である。

[図20]図20は、一実施形態に係るメッシュ復号装置200の細分割部203の機能ブロックの一例について示す図である。

[図21]図21は、一実施形態に係るメッシュ復号装置200の細分割部203の基本メッシュ細分割部203Aの機能ブロックの一例を示す図である。

[図22]図22は、一実施形態に係るメッシュ復号装置200の細分割部203の基本メッシュ細分割部203Aの基本面分割部203A5による基本面の分割方法の一例について説明するための図である。

[図23]図23は、一実施形態に係るメッシュ復号装置200の細分割部203の基本メッシュ細分割部203Aの動作の一例を示すフローチャートである。

[図24]図24は、一実施形態に係るメッシュ復号装置200の細分割部203の細分割メッシュ調整部203Bの機能ブロックの一例を示す図である。

[図25]図25は、一実施形態に係るメッシュ復号装置200の細分割部203の細分割メッシュ調整部203Bの辺分割点移動部701によって基本面ABC上の辺分割点が移動されたケースの一例を示す図である。

[図26]図26は、一実施形態に係るメッシュ復号装置200の細分割部203の細分割メッシュ調整部203Bの細分割面分割部702によって基本面内の細分割面Xに対して再度細分割が行われたケースの一例を示す図である。

[図27]図27は、一実施形態に係るメッシュ復号装置200の細分割部203の細分割メッシュ調整部203Bの細分割面分割部702によって全ての細分割面に対して再度細分割が行われたケースの一例を示す図である。

[図28]図28は、一実施形態に係るメッシュ復号装置200の変位置復号部206の機能ブロックの一例について示す図である（空間領域でインター予測が行われる場合）。

[図29]図29は、変位置ビットストリームの構成の一例について示す図である。

[図30]図30は、DPSのシンタックス構成の一例について示す図である。

[図31]図31は、DPHのシンタックス構成の一例について示す図である。

[図32]図32は、空間領域でインター予測が行われる場合の参照フレームと復号対象フレームとの間の細分割頂点の対応関係の一例について説明するための図である。

[図33]図33は、一実施形態に係るメッシュ復号装置200の変位置復号部206の機能ブロックの一例について示す図である（周波数領域でインター予測が行われる場合）。

[図34]図34は、周波数領域でインター予測が行われる場合の参照フレームと復号対象フレームとの間の周波数の対応関係の一例について説明するための図である。

[図35]図35は、一実施形態に係るメッシュ復号装置200の変位量復号部206の動作の一例を示すフローチャートである。

[図36]図36は、変形例1に係る変位量復号部206の機能ブロックの一例を示す図である。

[図37]図37は、変形例2に係る変位量復号部206の機能ブロックの一例を示す図である。

[図38]図38は、一実施形態に係るメッシュ復号装置200の基本メッシュ復号部202のインター復号部202Eの機能ブロックの一例を示す図である。

[図39]図39は、一実施形態に係るメッシュ復号装置200の基本メッシュ復号部202のイントラ復号部202Bの機能ブロックの一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。なお、以下の実施形態における構成要素は、適宜、既存の構成要素等との置き換えが可能であり、また、他の既存の構成要素との組み合わせを含む様々なバリエーションが可能である。したがって、以下の実施形態の記載をもって、特許請求の範囲に記載された発明の内容を限定するものではない。

[0011] <第1実施形態>

以下、図1～図35を参照して、本実施形態に係るメッシュ処理システムについて説明する。

[0012] 図1は、本実施形態に係るメッシュ処理システム1の構成の一例を示す図である。図1に示すように、メッシュ処理システム1は、メッシュ符号化装置100及びメッシュ復号装置200を備えている。

[0013] 図2は、本実施形態に係るメッシュ復号装置200の機能ブロックの一例

を示す図である。

[0014] 図2に示すように、メッシュ復号装置200は、多重分離部201と、基本メッシュ復号部202と、細分割部203と、メッシュ復号部204と、パッチ統合部205と、変位量復号部206と、映像復号部207とを有する。

[0015] ここで、基本メッシュ復号部202、細分割部203、メッシュ復号部204及び変位量復号部206は、メッシュを分割したパッチ単位で処理を行うように構成されており、その後、これの処理結果についてパッチ統合部205で統合されるように構成されていてもよい。

[0016] 図3Aの例では、メッシュが、基本面1及び2で構成されるパッチ1と、基本面3及び4で構成されるパッチ2とに分割されている。

[0017] 多重分離部201は、多重化されたビットストリームを、基本メッシュビットストリームと変位量ビットストリームとテクスチャビットストリームとに分離するように構成されている。

[0018] <基本メッシュ復号部202>

基本メッシュ復号部202は、基本メッシュビットストリームを復号し、基本メッシュを生成して出力するように構成されている。

[0019] ここで、基本メッシュは、3次元空間における複数の頂点と、かかる複数の頂点を接続する辺とで構成される。

[0020] なお、図3Aに示すように、基本メッシュは、3つの頂点で表現される基本面を組み合わせで構成される。

[0021] 基本メッシュ復号部202は、例えば、非特許文献2に示すDracoを用いて、基本メッシュビットストリームを復号するように構成されていてもよい。

[0022] また、基本メッシュ復号部202は、細分割手法の種別を制御する制御情報として、後述の「subdivision_method_id」を生成するように構成されていてもよい。

[0023] 以下、図4～図5を参照して、基本メッシュ復号部202で復号される制

御情報について説明する。

[0024] 図4は、基本メッシュビットストリームのシンタックス構成の一例を示す図である。

[0025] 図4に示すように、第1に、基本メッシュビットストリームは、基本メッシュパッチに対応する制御情報の集合であるBPH (Base Patch header: ベースパッチヘッダ) を含んでいてもよい。第2に、基本メッシュビットストリームは、BPHの次に、基本メッシュパッチを符号化した基本メッシュパッチデータを含んでいてもよい。

[0026] 以上のように、基本メッシュビットストリームは、各パッチデータに、1つずつBPHが対応する構成となる。なお、図4の構成は、あくまで一例であり、各パッチデータに、BPHが対応する構成となっていれば、基本メッシュビットストリームの構成要素として、上述以外の要素が追加されてもよい。

[0027] 例えば、図4に示すように、基本メッシュビットストリームは、SPS (シーケンスパラメータセット: Sequence Parameter Set) を含んでいてもよいし、フレームに対応する制御情報の集合であるFH (Frame Header: フレームヘッダ) を含んでもよいし、メッシュに対応する制御情報であるMH (Mesh Header: メッシュヘッダ) を含んでもよい。

[0028] 図5は、BPHのシンタックス構成の一例を示す図である。ここで、シンタックスの機能が同様であれば、図5に示すシンタックスメイト異なるシンタックス名が用いられても差し支えない。

[0029] 図5に示すBPHのシンタックス構成において、Description欄は、各シンタックスが、どのように符号化されているかを意味している。また、 $ue(v)$ は、符号無し0次指数ゴロム符号であることを意味し、 $u(n)$ は、 n ビットのフラグであることを意味する。

[0030] BPHは、基本メッシュパッチに含まれる基本面の個数を指定する制御信号 ($mdu_face_count_minus1$) を少なくとも含む。

- [0031] また、B P Hは、基本パッチごとに基本メッシュの細分割手法の種別を指定する制御信号 (`md u_s u b d i v i s i o n_m e t h o d_i d`) を少なくとも含む。
- [0032] また、B P Hは、基本メッシュパッチごとに細分割数生成手法の種別を指定する制御信号 (`md u_s u b d i v i s i o n_n u m_m e t h o d_i d`) を含んでもよい。例えば、`md u_s u b d i v i s i o n_n u m_m e t h o d_i d=0` のとき、予測分割残差により基本面の細分割数を生成することと定義し、`md u_s u b d i v i s i o n_n u m_m e t h o d_i d=1` のとき、再帰的に基本面の細分割数を生成することと定義してもよい。
- [0033] B P Hは、予測分割残差により基本面の細分割数を生成するとき、インデックス i ($i=0, \dots, md u_f a c e_c o u n t_m i n u s 1$) ごとに基本面の予測分割残差を指定する制御信号 (`md u_s u b d i v i s i o n_r e s u i d u a l s`) を含んでもよい。
- [0034] B P Hは、再帰的に基本面の細分割数を生成するとき、基本メッシュパッチごとに再帰的に行う細分割回数の上限を識別するための制御信号 (`md u_m a x_d e p t h`) を含んでもよい。
- [0035] B P Hは、インデックス i ($i=0, \dots, md u_f a c e_c o u n t_m i n u s 1$) 及び j ($j=0, \dots, md u_s u b d i v i s i o n_d e p t h_i n d e x$) ごとに、基本面を再帰的に細分割するか否かを指定する制御信号 (`md u_s u b d i v i s i o n_f l a g`) を含んでもよい。
- [0036] 図6に示すように、基本メッシュ復号部202は、分離部202Aと、イントラ復号部202Bと、メッシュバッファ部202Cと、接続情報復号部202Dと、インター復号部202Eとを備える。
- [0037] 分離部202Aは、基本メッシュビットストリームを、Iフレーム（参照フレーム）のビットストリームとPフレームのビットストリームとに分類するように構成されている。
- [0038] (イントラ復号部202B)
イントラ復号部202Bは、例えば、非特許文献2に示すD r a c oを用

いて、Iフレームのビットストリームから、Iフレームの頂点の座標及び接続情報を復号するように構成されている。

[0039] 図39は、イントラ復号部202Bの機能ブロックの一例を示す図である。

[0040] 図39に示すように、イントラ復号部202Bは、分離部202Aと、任意イントラ復号部202B1と、整列部202B2とを有する。

[0041] 任意イントラ復号部202B1は、非特許文献2に示すDracoを含む任意の方式を用いて、Iフレームのビットストリームから、Iフレームの順序無し頂点の座標及び接続情報を復号するように構成されている。

[0042] 整列部202B2は、順序無し頂点を所定の順序に並び替えることによって頂点を実出力するように構成されている。

[0043] 所定の順序として、例えば、モートンコード順を用いてもよく、ラスタスキャン順を用いてもよい。

[0044] また、座標が一致する複数の頂点、すなわち重複頂点をまとめて、単一頂点としてから、所定の順序に並び替えてもよい。

[0045] メッシュバッファ部202Cは、イントラ復号部202Bによって復号されたIフレームの頂点の座標及び接続情報を蓄積するように構成されている。

[0046] 接続情報復号部202Dは、メッシュバッファ部202Cから取り出したIフレームの接続情報をPフレームの接続情報にするように構成されている。

[0047] インター復号部202Eは、メッシュバッファ部202Cから取り出したIフレームの頂点の座標とPフレームのビットストリームから復号した動きベクトルとを加算することによって、Pフレームの頂点の座標を復号するように構成されている。

[0048] 本実施形態では、図7に示すように、Pフレームの基本メッシュの頂点とIフレーム（参照フレーム）の基本メッシュの頂点との間に対応関係が存在する。ここで、インター復号部202Eによって復号される動きベクトルは

、Pフレームの基本メッシュの頂点の座標とIフレームの基本メッシュの頂点の座標との差分ベクトルである。

[0049] (インター復号部202E)

図8は、インター復号部202Eの機能ブロックの一例を示す図である。

[0050] 図8に示すように、インター復号部202Eは、動きベクトル残差復号部202E1と、動きベクトルバッファ部202E2と、動きベクトル予測部202E3と、動きベクトル算出部202E4と、加算器202E5とを有する。

[0051] 動きベクトル残差復号部202E1は、PフレームのビットストリームからMVR (Motion Vector Residual) を生成するように構成されている。

[0052] ここで、MVRは、MV (Motion Vector) とMVP (Motion Vector Prediction) との差分を示す動きベクトル残差である。MVは、対応するIフレームの頂点の座標とPフレームの頂点の座標との間の差分ベクトル(動きベクトル)である。MVPは、MVを用いて対象の頂点のMVの予測した値(動きベクトルの予測値)である。

[0053] 動きベクトルバッファ部202E2は、動きベクトル算出部202E4によって出力されたMVを順次に保存するように構成されている。

[0054] 動きベクトル予測部202E3は、復号対象の頂点と接続している頂点について、動きベクトルバッファ部202E2から復号済みのMVを取得し、図9に示すように、取得された復号済みのMVの全部又は一部を用いて、復号対象の頂点のMVPを出力するように構成されている。

[0055] 動きベクトル算出部202E4は、動きベクトル残差復号部202E1で生成されたMVRと動きベクトル予測部202E3から出力されたMVPとを加算し、復号対象の頂点のMVを出力するように構成されている。

[0056] 加算器202E5は、対応関係を持つIフレーム(参照フレーム)の復号済みの基本メッシュから得られた復号対象の頂点に対応する頂点の座標と、動きベクトル算出部202E4から出力された動きベクトルMVとを加算し

、復号対象の頂点の座標を出力するように構成されている。

[0057] 以下、インター復号部202Eの各部の詳細について説明する。

[0058] 図10に、動きベクトル予測部202E3の動作の一例を示すフローチャートを示す。

[0059] 図10に示すように、ステップS1001において、動きベクトル予測部202E3は、MVP及びNに0を設定する。

[0060] ステップS1002において、動きベクトル予測部202E3は、動きベクトルバッファ部202E2から、復号対象の頂点の周りの頂点のMVの集合を取得し、後続の処理が終わっていない頂点を特定し、Noに遷移し、全ての頂点について後続の処理が終わっている場合は、Yesに遷移する。

[0061] ステップS1003において、動きベクトル予測部202E3は、処理対象の頂点のMVが、復号済みでなければ、Noに遷移し、処理対象の頂点のMVが、復号済みであれば、Yesに遷移する。

[0062] ステップS1004において、動きベクトル予測部202E3は、MVPにMVを加算し、Nに1を加算する。

[0063] ステップS1005において、動きベクトル予測部202E3は、Nが0より大きければ、MVPをNで除した結果を出力し、Nが0であれば、0を出力し、処理を終了する。

[0064] すなわち、動きベクトル予測部202E3は、復号対象の頂点の周りにある頂点の復号済みの動きベクトルを平均することによって、復号対象のMVPを出力するように構成されている。

[0065] なお、動きベクトル予測部202E3は、かかる復号済みの動きベクトルの集合が空集合の場合、MVPを0とするように構成されていてもよい。

[0066] 動きベクトル算出部202E4は、式(1)によって、動きベクトル予測部202E3によって出力されたMVP及び動きベクトル残差復号部202E1によって生成されたMVRから、復号対象の頂点のMVを算出するように構成されていてもよい。

[0067] $MV(k) = MVP(k) + MVR(k) \quad \dots \quad (1)$

ここで、 k は、頂点のインデックスである。 MV 、 MVR 及び MVP は、 x 成分、 y 成分及び z 成分を有するベクトルである。

[0068] かかる構成によれば、 MVP を用いて、 MV の代わりに MVR のみを符号化するため、符号化効率を高める効果が期待できる。

[0069] 加算器 202E5 は、動きベクトル算出部 202E4 によって算出された頂点の MV と、かかる頂点に対応する参照フレームの頂点の座標とを加算することによって、かかる頂点の座標を算出し、接続情報 (Connectivity) を参照フレームのままにするように構成されている。

[0070] 具体的には、加算器 202E5 は、式 (2) を用いて、 k 番目の頂点の座標 $v'_i(k)$ を算出するように構成されていてもよい。

[0071]
$$v'_i(k) = v'_j(k) + MV(k) \quad \cdots (2)$$

ここで、 $v'_i(k)$ は、復号対象のフレームで復号する k 番目の頂点の座標であり、 $v'_j(k)$ は、参照フレームの復号した k 番目の頂点の座標であり、 $MV(k)$ は、復号対象のフレームの k 番目の MV であり、 $k = 1, 2, \dots, K$ である。

[0072] また、復号対象のフレームの接続情報は、参照フレームの接続情報と同一にされる。

[0073] なお、動きベクトル予測部 202E3 は、復号済みの MV を用いて MVP を算出するため、復号の順番が MVP に影響を及ぼす。

[0074] かかる復号の順番は、参照フレームの基本メッシュの頂点の復号の順番にする。一般的に、一定の繰り返しパターンを用いて、起点となるエッジから基本面を 1 つずつ増やす復号手法であれば、復号した基本メッシュの頂点の順番が復号の過程で決められる。

[0075] 例えば、動きベクトル予測部 202E3 は、参照フレームの基本メッシュにおいて、Edgebreaker を用いて、頂点の復号の順番を決めてもよい。

[0076] かかる構成によれば、頂点の座標の代わりに参照フレームからの MV を符号化するため、符号化効率を高める効果が期待できる。

[0077] (インター復号部202Eの変更例1)

図10に示すフローチャートで算出したMVPは、復号済みの周りのMVの単純平均によって算出されているが、重み付け平均によって算出されてもよい。

[0078] すなわち、動きベクトル予測部202E3は、復号対象の頂点の周りにある頂点の復号済みの動きベクトルに対して、復号対象の頂点及び復号対象の頂点の周りにある頂点に対応する参照フレームの頂点間の距離に応じた重みで加重平均することで、復号対象の動きベクトルの予測値を出力するように構成されていてもよい。

[0079] なお、動きベクトル予測部202E3は、復号対象の頂点の周りにある頂点の復号済みの動きベクトルの一部に対して、復号対象の頂点及び復号対象の頂点の周りにある頂点に対応する参照フレームの頂点間の距離に応じた重みで加重平均することで、復号対象の動きベクトルの予測値を出力するように構成されていてもよい。

[0080] 本変更例1では、インター復号部202Eの動きベクトル予測部202E3は、以下の手順で、MVPを算出するように構成されている。

[0081] 第1に、動きベクトル予測部202E3は、重みを算出するように構成されている。

[0082] 図11に、復号済みの周りの頂点との距離の和Total_Dを算出する動作の一例を示すフローチャートを示す。

[0083] 図11に示すように、ステップS1101において、動きベクトル予測部202E3は、Total_Dに0を設定する。

[0084] ステップS1102は、ステップS1002と同じである。

[0085] ステップS1103は、ステップS1003と同じである。

[0086] ステップS1104において、動きベクトル予測部202E3は、Total_Dに対して $e(k)$ を加算する。

[0087] すなわち、動きベクトル予測部202E3は、復号対象の頂点の周りにある頂点の集合を参照して、復号済みの頂点の距離を加算する。

[0088] 本変更例1では、動きベクトル予測部202E3は、頂点間の対応関係が既知である参照フレームにおける距離を利用して重みを算出するように構成されている。

[0089] つまり、図11のステップS1104における $e(k)$ は、参照フレームにおける対応する頂点間の距離である。

[0090] そして、動きベクトル予測部202E3は、式(3)及び(4)によって、重み $w(k)$ を算出するように構成されていてもよい。

[0091] [数1]

$$d(k) = \frac{\text{Total_D}}{e(k)} \quad (3)$$

$$w(k) = \frac{d(k)}{\sum_{p \in \Theta} d(p)} \quad (4)$$

ここで、 Θ は、復号対象の頂点を含んでいるメッシュの面における復号済みの各頂点の集合であり、 $e(p/k)$ は、参照フレームで復号対象の頂点と頂点 p/k と対応する頂点との間の距離であり、 $w(k)$ は、頂点 k における重みである。

[0092] なお、動きベクトル予測部202E3は、距離に応じて事前に決めたルールで、重みを設定するように構成されていてもよい。

[0093] 例えば、動きベクトル予測部202E3は、 $e(k)$ が閾値 $TH1$ よりも小さい場合、重みを1に設定し、 $e(k)$ が閾値 $TH2$ よりも小さい場合、重みを0.5に設定し、それ以外の場合、重みを0に設定する（重みを利用しない）ように構成されていてもよい。

[0094] かかる構成によれば、復号対象の頂点との距離が近い場合に重みを大きくすることで、より高い精度でMVPを算出することができるという効果が期待できる。

[0095] 第2に、動きベクトル予測部202E3は、MVPを参照するように構成されている。

- [0096] 図12に、重み付け平均を用いてMVPを算出する動作の一例を示すフローチャートを示す。
- [0097] 図12に示すように、ステップS1201において、動きベクトル予測部202E3は、MVP及びNに0を設定する。
- [0098] ステップS1202は、ステップS1002と同じである。
- [0099] ステップS1203は、ステップS1003と同じである。
- [0100] ステップS1204において、動きベクトル予測部202E3は、MVPに $w(k) \times MV(k)$ を加算し、Nに1を加算する。
- [0101] ステップS1205は、ステップS1005と同じである。
- [0102] 或いは、動きベクトル予測部202E3は、式(5)によって、MVPを算出するように構成されていてもよい。
- [0103] [数2]

$$MVP(k) = \sum_{m \in \Theta} w(m) \cdot MV(m) \quad (5)$$

ここで、 Θ は、復号対象の頂点を含んでいるメッシュの面における復号済みの各頂点の集合である。

- [0104] かかる構成によれば、重み付け平均で、より高い精度のMVPを算出することができるため、MVRの値を小さくしてゼロ付近に集中させることにより、符号化効率を高めるという効果が期待できる。
- [0105] (インター復号部202Eの変更例2)
- 本変更例2では、動きベクトル予測部202E3は、周りの複数のMVを用いてMVPを算出するのではなく、1つのMVを選択するように構成されている。
- [0106] すなわち、動きベクトル予測部202E3は、復号対象の頂点と接続している頂点のMVとして、動きベクトルバッファ部202E2に蓄積されている復号済みのMVのうち最近傍の頂点のMVを選択するように構成されていてもよい。

- [0107] ここで、動きベクトル予測部202E3は、動きベクトルバッファ部202E2に蓄積されている復号済みのMVの中から、復号対象の頂点と接続している頂点のMVから成る候補リストを構築し、Pフレーム（復号対象のフレーム）のビットストリームから復号したインデックスに基づいて、候補リストから動きベクトルを選択するように構成されていてもよい。
- [0108] 図13に、MVPとして候補MVの集合からMVを選択する動作の一例を示すフローチャートを示す。
- [0109] 図13に示すように、ステップS1301において、動きベクトル予測部202E3は、PフレームのビットストリームからリストIDを復号する。
- [0110] ステップS1302において、動きベクトル予測部202E3は、候補MVの中から、リストIDを付けるMVをMVPとして選択する。
- [0111] なお、図13における候補MVの集合では、復号済みの周りのMV及びその組み合わせで算出されたMVが一定の順番で並んでいる。
- [0112] 図14に、かかる候補MVの集合を作成する動作の一例を示すフローチャートを示す。
- [0113] 図14に示すように、ステップS1401において、動きベクトル予測部202E3は、復号対象の頂点の周りの頂点のMVの集合を参照して、復号対象の頂点の周りの全ての頂点に対する処理が完了しているか否かについて判定する。
- [0114] かかる処理が完了している場合、本動作は、終了し、かかる処理が完了していない場合、本動作は、ステップS1402に進む。
- [0115] ステップS1402において、動きベクトル予測部202E3は、対象の頂点のMVが復号されているか否かについて判定する。
- [0116] かかるMVが復号されている場合、本動作は、ステップS1403に進み、かかるMVが復号されていない場合、本動作は、ステップS1401に戻る。
- [0117] ステップS1403において、動きベクトル予測部202E3は、かかるMVが他の復号済みのMVと重複するか否かについて判定する。

- [0118] 重複する場合、本動作は、ステップS 1 4 0 1に戻り、重複していない場合、本動作は、ステップS 1 4 0 4に進む。
- [0119] 動きベクトル予測部2 0 2 E 3は、ステップS 1 4 0 4において、かかるMVに対して付与するリストIDを決定し、ステップS 1 4 0 5において、候補MVの集合に含める。
- [0120] なお、図1 4において、動きベクトル予測部2 0 2 E 3は、リストIDを決定する際に、リストIDを順番に1つずつ増やしてもよいし、参照フレームで復号対象の頂点と頂点kに対応する頂点との間の距離（式（3）の $e(k)$ ）の順でリストIDを決定してもよい。
- [0121] かかる構成によれば、候補MVの1つをMVPとして選択することが、場合によって平均よりMVと近いことがあるため、その場合には、符号化効率を高めるという効果が期待できる。
- [0122] 更に、動きベクトル予測部2 0 2 E 3は、上述の候補MVの中から、連続するMV 0及びMV 1を平均したMVを、新たな候補MVとしてリストの中に追加するように構成されていてもよい。動きベクトル予測部2 0 2 E 3は、かかるMVの追加先としては、表1に示すように、MV 0及びMV 1の後にする。

[0123] [表1]

No (index)	候補MV
0	MV0
1	MV1
2	$(MV0+MV1)/2$
3	MV2
4	MV3

かかる構成によれば、選択した候補MVが、復号対象の頂点のMVとより近い可能性を高めるという効果が期待できる。

- [0124] 更に、動きベクトル予測部2 0 2 E 3は、リストIDを符号化せず、候補

MVの集合から最も近傍の頂点のMVを選択するように構成されていてもよい。かかる構成によれば、符号化効率を更に高めるという効果が期待できる。

[0125] (インター復号部202Eの変更例3)

上述の実施例及び変更例1～2では、周りの頂点は、復号対象の頂点と接続している頂点であった。

[0126] これに対して、本変更例3では、動きベクトル予測部202E3は、平行四辺形予測によって、すなわち、復号対象の頂点と直接に接続していない頂点も利用して、MVPを算出するように構成されている。

[0127] 図15に示すように、平行四辺形予測では、復号対象の頂点Aと共有エッジBCを持つ復号済みの面の反対側の頂点Dも利用する。

[0128] また、復号対象の頂点Aの共有エッジは、AB以外に、CE及びBGがある。したがって、平行四辺形予測では、同様に、頂点F及びHも利用できる。

[0129] 例えば、動きベクトル予測部202E3は、図15に示す面BCDを用いて、式(6)で、MVPを算出するように構成されていてもよい。

[0130]
$$MVP = MV(B) + MV(C) - MV(D) \quad \dots \quad (6)$$

ここで、MV(X)は、頂点Xの動きベクトルであり、MVPは、復号対象の頂点Aの動きベクトル予測値である。

[0131] また、上述の共有エッジが複数ある時に、動きベクトル予測部202E3は、それぞれのMVPを平均してもよいし、面の重心が最も近い面を選択してもよい。

[0132] (インター復号部202Eの変更例4)

本変更例では、動きベクトル残差復号部202E1によって生成されたMVRは、そのままでなく、MVRを整数表現する際の量子化幅が制御されるように構成されている。

[0133] 本変更例では、動きベクトル残差復号部202E1は、MVRの量子化幅を制御する制御情報として、adaptive_mesh_flag、ada

`ptive_bit_flag`及び精度制御パラメータを復号するように構成されている。

[0134] すなわち、動きベクトル残差復号部202E1は、基本メッシュ全体の`adaptive_mesh_flag`及び基本パッチ毎の`adaptive_bit_flag`を復号するように構成されている。

[0135] ここで、`adaptive_mesh_flag`及び`adaptive_bit_flag`は、上述のMVRの量子化幅の調整を行うか否かについて示すフラグであり、0又は1のいずれかの値を採る。

[0136] ここで、動きベクトル残差復号部202E1は、`adaptive_mesh_flag`が有効（すなわち、1）である場合のみ、`adaptive_bit_flag`を復号する。

[0137] また、動きベクトル残差復号部202E1は、`adaptive_mesh_flag`が無効（すなわち、0）である場合、`adaptive_bit_flag`は無効（すなわち、0）とみなす。

[0138] 図16に、に基本メッシュビットストリームを復号して生成した制御情報である`adaptive_mesh_flag`、`adaptive_bit_flag`及び精度制御パラメータから、復号されたMVRの量子化幅を制御する動作の一例を示すフローチャートを示す。

[0139] 図16に示すように、ステップS1601において、動きベクトル予測部202E3は、`adaptive_mesh_flag`が0であるか否かについて判定する。

[0140] メッシュ全体の`adaptive_mesh_flag`が0であると判定された場合、本動作は、終了する。

[0141] 一方、メッシュ全体の`adaptive_mesh_flag`が1であると判定された場合、本動作は、ステップS1602に進む。

[0142] ステップS1602において、動きベクトル予測部202E3は、フレーム内に未処理のパッチが存在するか否かについて判定する。

[0143] ステップS1603において、動きベクトル予測部202E3は、パッチ

ごとに復号される `adaptive_mesh_flag` が 0 であるか否かについて判定する。

[0144] `adaptive_mesh_flag` が 0 であると判定された場合、本動作は、ステップ S 1 6 0 1 に戻る。

[0145] 一方、`adaptive_mesh_flag` が 1 であると判定された場合、本動作は、ステップ S 1 6 0 4 に進む。

[0146] ステップ S 1 6 0 4 において、動きベクトル予測部 2 0 2 E 3 は、後述の精度制御パラメータに基づいて、MVR の量子化幅を制御する。

[0147] なお、このように量子化幅を制御された MVR の値を「MVRQ (Motion Vector Residual Quantization)」と呼ぶ。

[0148] ここで、動きベクトル予測部 2 0 2 E 3 は、例えば、表 2 のような表を参照して、基本メッシュビットストリーム復号して生成した量子化幅制御パラメータに対応する MVR の量子化幅を用いるように構成されていてもよい。

[0149] [表2]

量子化幅制御パラメータ	MVRの量子化幅
1	2倍
2	4倍
3	8倍

かかる構成によれば、MVR の量子化幅の制御により、符号化効率を高めることができるという効果が期待できる。更に、メッシュレベルの `adaptive_mesh_flag` 及びパッチレベルの `adaptive_mesh_flag` の階層的な仕組みにより、MVR の量子化幅の制御をしない時に無駄なビットを最小化することができるという効果が期待できる。

[0150] (インター復号部 2 0 2 E の変更例 5)

動きベクトル残差復号部 2 0 2 E 1 によって生成された MVR を符号化しない場合、誤差が生じる。本変更例 5 では、かかる誤差を補正するため、離

散的な動きベクトル差分を符号化する。

[0151] 具体的には、図 1 7 に示すように、M V R は、x 軸、y 軸及び z 軸の 6 方向において、1、2、4 及び 8 の大きさを採り得る。かかる符号化の一例について、表 3 及び表 4 に示す。

[0152] また、複数の方向の組み合わせで、M V R の符号化を行ってもよい。例えば、x 軸の＋方向の 2、y 軸の＋方向の 1 の順番で補正してもよい。

[0153] [表3]

direction_idx	000	001	010	011	100	101
---------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

[0154] [表4]

distance_idx	0	1	2	3
value	1	2	4	8

かかる構成によれば、M V R の符号化よりも離散的な動きベクトル差分の符号化効率が高いという効果が期待できる。

[0155] 以降で、インター復号部 2 0 2 E の更なる変更例について説明する。

[0156] 上述のインター復号部 2 0 2 E の更なる変更例では、上述のインター復号部 2 0 2 E を実施する前に、以下の機能ブロックを追加するように構成されている。

[0157] 具体的には、図 1 8 に示すように、インター復号部 2 0 2 E は、図 8 に示す構成に加えて、重複頂点探索部 2 0 2 E 6 と、重複頂点判別部 2 0 2 E 7 と、動きベクトル取得部 2 0 2 E 8 と All skip mode シングル、skip mode シングルを備えている。

[0158] ここで、All skip mode シグナルが、P フレームのビットストリーム最初にあり、少なくとも 2 値を持ち、1 ビット又は 1 ビット以上である。

[0159] その 1 つ (All skip mode シグナルが、Yes を示す場合、

例えば、1である場合)は、Pフレームの全ての重複頂点の動きベクトルをビットストリームから復号せず、重複された頂点の動きベクトルをコピーするシグナルである。

[0160] もう1つ (All skip modeシグナルが、Noを示す場合、例えば、0である場合)は、Pフレームの各頂点で異なる処理を行うシグナルである。更に、もう1つは、他の値を持ってもよい。例えば、もう1つは、全ての重複頂点の動きベクトルについて、動きベクトル取得部202E8における処理を実施せず、図8に示すインター復号部202Eと同様の処理を行うシングルである。

[0161] ここで、Skip modeシグナルは、All skip modeシグナルがNoを示す場合、重複頂点毎に2値を持ち、1ビットである。

[0162] Skip modeシグナルは、All skip modeシグナルがYesを示す場合 (例えば、1である場合)、当該頂点の動きベクトルをビットストリームから復号せず、重複された頂点の動きベクトルをコピーするシグナルである。

[0163] Skip modeシグナルは、All skip modeシグナルがNoを示す場合 (例えば、0である場合)、当該頂点の動きベクトルについて動きベクトル取得部202E8における処理を実施せず、図8に示すインター復号部202Eと同様の処理を行うシングルである。

[0164] なお、上述のSkip modeシグナルは、ビットストリームから直接に復号されてもよいし、ビットストリームから図8に示すインター復号部202Eと同様の処理を行う重複頂点を特定するデータ (例えば、当該重複頂点のインデックス) を復号し、かかるデータからSkip modeシグナルを算出してもよい。

[0165] 更に、図38に示すように、Skip modeシグナルを算出せず、上述の図8に示すインター復号部202Eと同様の処理を行う重複頂点を特定するデータ (例えば、重複頂点のインデックス) を用いて、上述の場合と同様に、当該頂点の動きベクトル復号方法を決めてもよい。

- [0166] 重複頂点探索部202E6は、復号した参照フレームの基本メッシュの幾何情報から、座標が一致する頂点（以下、重複頂点と呼ぶ）のインデックスを探索してバッファ（図示せず）に保存するように構成されている。
- [0167] 具体的には、重複頂点探索部202E6の入力は、復号した参照フレームの基本メッシュの各頂点のインデックス（復号順）及び位置座標である。
- [0168] また、重複頂点探索部202E6の出力は、重複頂点が存在する頂点のインデックス（`index0`）及びかかる重複頂点のインデックス（`index1`）のペアのリストである。ここで、かかるペアのリストは、`index0`の順で、バッファ`repVert`に保存される。
- [0169] また、`index1`の頂点が、`index0`の前に復号されたため、`index0 > index1`の関係となる。
- [0170] なお、参照フレームの基本メッシュで重複頂点に分かる方法として、重複頂点が存在する頂点に対して、特別なシグナルにより、位置座標ではなく、重複頂点のインデックスを復号する。かかる特別なシグナルにより、該当頂点のインデックス及び重複頂点のインデックスのペアを復号順で保存できる。
- [0171] 重複頂点判別部202E7は、該当頂点が復号した頂点の中に重複頂点があるかどうかを判別するように構成されている。
- [0172] ここで、重複頂点判別部202E7は、該当頂点のインデックスが、重複頂点が存在する頂点のインデックスの中のものであれば、復号した頂点の中に重複頂点があると判別する。なお、復号順で該当頂点が来るので、上述の探索が不要である。
- [0173] ここで、重複頂点判別部202E7が、該当頂点の重複頂点が存在しないと判断する場合は、図8に示すインター復号部202Eと同様の処理が行われる。
- [0174] 動きベクトル取得部202E8は、該当頂点の重複頂点が存在する場合に、`All skip mode`シグナルが`Yes`を示す場合、或いは、`All skip mode`シグナルが`No`を示す場合、該当頂点の`Skip`

modeシグナルがYesを示す場合、復号した動きベクトルを保存する動きベクトルバッファ部202E2から重複頂点と同じインデックスを持つ頂点の動きベクトルを取得し、該当頂点の動きベクトルにするように構成されている。

[0175] ここで、All skip modeシグナルがNoを示し、該当頂点のSkip modeシグナルがNoを示す場合は、動きベクトル取得部202E8の代わりに、図8に示すインター復号部202Eと同様の処理が行われる。

[0176] かかる構成によれば、重複頂点が存在する頂点に対して動きベクトルの復号計算及び符号量の削減効果が期待できる。

[0177] 上述のインター復号部202Eの更なる変更例では、インター復号部202Eは、参照フレームの復号済みの基本メッシュから、参照フレームの頂点と復号対象のフレームの頂点との間の対応関係を取得する。

[0178] そして、インター復号部202Eは、かかる対応関係に基づいて、復号対象のフレームの頂点の接続情報について符号化せずに参照フレームの復号済みの頂点の接続情報と同一とするように構成されている。

[0179] また、インター復号部202Eは、参照フレームの頂点の復号順で、復号対象のフレームの基本メッシュをシグナルに基づいて2種類の領域に分割する。第1領域では、インター処理を用いて復号し、第2領域では、イントラ処理を用いて復号する。

[0180] なお、上述の領域は、参照フレームの基本メッシュを復号する際に、復号順上に連続する複数の頂点によって形成される領域であると定義する。

[0181] また、シグナルを用いて、復号対象のフレームの基本メッシュの頂点の座標を復号する手段は、以下の2つの実装が想定される。

[0182] (手段1)

手段1では、シグナルは、vertex_idx1、vertex_idx2及びintra_flagになる。

[0183] ここで、vertex_idx1及びvertex_idx2は、頂点の復

号順のインデックス（頂点インデックス）であり、`intra_flag`は、上述のインター復号手法であるかイントラ復号手法であるかについて示すフラグである。かかるシグナルは、複数あってもよい。

[0184] すなわち、`vertex_idx1`及び`vertex_idx2`は、上述の一部の領域（第1領域及び第2領域）の開始位置及び終了位置を規定する頂点インデックスである。

[0185] （手段2）

手段2では、`Edgebreaker`で参照フレームの基本メッシュの接続情報を復号し、頂点の座標の復号順を`Edgebreaker`で決めた順番にするという前提がある。

[0186] 図19は、`Edgebreaker`を用いて、接続情報及び頂点の順番を決める動作の一例を示す図である。

[0187] 図19において、矢印は、接続情報の復号順を示し、数字は、頂点の復号順を示し、同じ線種の矢印によって同じ領域を規定している。

[0188] 手段2では、シグナルは、インター復号手法であるかイントラ復号手法であるかについて示すフラグである`intra_flag`のみになる。

[0189] すなわち、手段2では、インター復号部202Eは、`Edgebreaker`を用いて、第1領域及び第2領域に分割するように構成されている。

[0190] <細分割部203>

細分割部203は、制御情報によって示された細分割手法により、基本メッシュ復号部202によって復号された基本メッシュから、追加された細分割頂点及びそれらの接続情報を生成して出力するように構成されている。

[0191] ここで、基本メッシュ、追加された細分割頂点、及び、それらの接続情報を、併せて「細分割メッシュ」と呼ぶ。

[0192] 細分割部202は、基本メッシュビットストリームを復号して生成した制御情報である`subdivision_method_id`から、細分割手法の種別を特定するように構成されている。

[0193] 以下、図3A及び図3Bを参照して、細分割部202について説明する。

[0194] 図3 A及び図3 Bは、基本メッシュから細分割頂点を生成する動作の一例について説明するための図である。

[0195] 図3 Aは、5つの頂点で構成された基本メッシュの一例について示す図である。

[0196] ここで、細分割には、例えば、各基本面において各辺の midpoint を接続する Mid-edge 分割法を用いてもよい。これによって、ある基本面は、4つの面に分割されることになる。

[0197] 図3 Bは、5つの頂点で構成された基本メッシュを分割した細分割メッシュの一例を示す。図3 Bに示す細分割メッシュでは、元の5つの頂点（黒丸）に加えて8つの細分割頂点（白丸）が生成されている。

[0198] このように生成した細分割頂点ごとに、変位量復号部206で変位量を復号することによって、符号化性能の向上が期待できる。

[0199] また、各パッチで異なる細分割方法を適用してもよい。これによって、変位量復号部206で復号される変位量をパッチごとに適応的に変化させ、符号化性能の向上が期待できる。分割したパッチの情報は、制御情報である patch_id として受け取られる。

[0200] 以下、図20を参照して、細分割部203について説明する。図21は、細分割部203の機能ブロックの一例について示す図である。

[0201] 図21に示すように、細分割部203は、基本メッシュ細分割部203Aと細分割メッシュ調整部203Bとを有する。

[0202] （基本メッシュ細分割部203A）

基本メッシュ細分割部203Aは、入力された基本メッシュ及び基本メッシュの分割情報に基づき、基本面及び基本パッチごとの分割数（細分割数）を算出し、かかる分割数に基づいて基本メッシュを細分割し、細分割面を出力するように構成されている。

[0203] すなわち、基本メッシュ細分割部203Aは、基本面及び基本パッチ単位で、上述の分割数を変えることができるように構成されていてもよい。

[0204] ここで、基本面は、基本メッシュを構成する面であり、基本パッチは、い

くつかの基本面の集合である。

[0205] また、基本メッシュ細分割部 203A は、基本面の細再分割数を予測し、予測した基本面の細分割数に対して予測分割数残差を加算することで、基本面の細分割数を算出するように構成されていてもよい。

[0206] また、基本メッシュ細分割部 203A は、基本面の隣接基本面の細分割数に基づいて、基本面の細分割数を算出するように構成されていてもよい。

[0207] また、基本メッシュ細分割部 203A は、直前に蓄積された基本面の細分割数に基づき、基本面の細分割数を算出するように構成されていてもよい。

[0208] また、基本メッシュ細分割部 203A は、基本面を構成する 3 辺を分割する頂点を生成し、生成した頂点を接続することで、基本面を細分割するように構成されていてもよい。

[0209] 図 21 に示すように、基本メッシュ細分割部 203A の後段に、後述の細分割メッシュ調整部を備える 203B を備えている。

[0210] 以下、図 21 ～図 23 を用いて、基本メッシュ細分割部 203A の処理の一例について説明する。

[0211] 図 21 は、基本メッシュ細分割部 203A の機能ブロックの一例を示す図であり、図 23 は、基本メッシュ細分割部 203A の動作の一例を示すフローチャートである。

[0212] 図 21 に示すように、基本メッシュ細分割部 203A は、基本面分割数バッファ部 203A1 と、基本面分割数参照部 203A2 と、基本面分割数予測部 203A3 と、加算部 203A4 と、基本面分割部 203A5 とを有する。

[0213] 基本面分割数バッファ部 203A1 は、基本面の分割数を含む基本面の分割情報を格納しており、基本面分割数参照部 203A2 に対して基本面の分割情報を出力するように構成されている。

[0214] ここで、基本面分割数バッファ部 203A1 のサイズは、1 とし、基本面分割数参照部 203A2 に対して、直前に蓄積された基本面の分割数を出力するように構成されていてもよい。

- [0215] すなわち、基本面分割数バッファ部 203A1 のサイズを 1 にすることで、最後に復号した細かい分割数（直前に復号した細分割数）のみを参照するように構成されていてもよい。
- [0216] 基本面分割数参照部 203A2 は、復号対象の基本面に対して隣接する基本面が存在していない場合、或いは、復号対象の基本面に対して隣接する基本面が存在しているが分割数が確定していない場合は、基本面分割数予測部 203A3 に対して、参照不可を出力するように構成されている。
- [0217] 一方、基本面分割数参照部 203A2 は、復号対象の基本面に対して隣接する基本面が存在し且つ分割数が確定している場合は、基本面分割数予測部 203A3 に対して、かかる分割数を出力するように構成されている。
- [0218] 基本面分割数予測部 203A3 は、入力された 1 つ以上の分割数に基づいて基本面の分割数（細分割数）を予測し、加算部 203A4 に対して、予測した分割数（予測分割数）を出力するように構成されている。
- [0219] ここで、基本面分割数予測部 203A3 は、基本面分割数参照部 203A2 から参照不可のみが入力された場合は、加算部 203A4 に対して、0 を出力するように構成されている。
- [0220] なお、基本面分割数予測部 203A3 は、1 つ以上の分割数が入力された場合、入力された分割数の平均値や最大値や最小値や最頻値等の統計値のいずれかを用いて、予測分割数を生成するように構成されていてもよい。
- [0221] なお、基本面分割数予測部 203A3 は、1 つ以上の分割数が入力された場合、最も隣接する面の分割数を予測分割数として生成するように構成されていてもよい。
- [0222] 加算部 203A4 は、予測残差ビットストリームから復号した予測分割数残差と基本面分割数予測部 203A3 から取得した予測分割数とを加算することによって得られた分割数を、基本面分割部 203A5 に対して出力するように構成されている。
- [0223] 基本面分割部 203A5 は、加算部 203A4 から入力された分割数に基づき、基本面を細分割するように構成されている。

- [0224] 図22は、基本面を9分割したケースの一例である。図22を参照して、基本面分割部203A5による基本面の分割方法について説明する。
- [0225] 基本面分割部203A5は、基本面を構成する辺ABに対してN等分($N=3$)する点 $A_1, \dots, A_{(N-1)}$ を生成する。
- [0226] 同様に、基本面分割部203A5は、辺BCや辺CAについてもN等分し、それぞれ点 $B_1, \dots, B_{(N-1)}$ 、 $C_1, \dots, C_{(N-1)}$ を生成する。
- [0227] 以降、辺AB、辺BC及び辺CA上の点を「辺分割点」と呼ぶ。
- [0228] 基本面分割部203A5は、全ての i ($i=1, 2, \dots, N-1$)に対して、辺 $A_i B_{(N-i)}$ 、 $B_i C_{(N-i)}$ 、 $C_i A_{(N-i)}$ を生成し、 N^2 個の細分割面を生成する。
- [0229] 次に、図23を参照して、基本メッシュ細分割部203Aの処理手順について説明する。
- [0230] ステップS2201において、最後の基本面に対して再分割処理が完了したか否かを判定する。処理が完了した場合終了し、そうでない場合はステップS2202に進む。
- [0231] ステップS2202において、基本メッシュ細分割部203Aは、 $Depth < mdu_max_depth$ の判定を行う。
- [0232] ここで、 $Depth$ は、現在の深度を表す変数で、初期値は0であり、 mdu_max_depth は、基本面ごとに決められた最大深度を表す。
- [0233] ステップS2202における条件を満たす場合は、本処理手順は、ステップS2203に進み、かかる条件を満たさない場合は、本処理手順は、ステップS2201に戻る。
- [0234] ステップS2203において、基本メッシュ細分割部203Aは、現在の深度における $mdu_subdivision_flag$ が1であるか否かについて判定する。
- [0235] Yesの場合、本処理手順は、ステップS2201に戻り、Noの場合、本処理手順は、ステップS2204に進む。

[0236] ステップS 2 2 0 4において、基本メッシュ細分割部 2 0 3 Aは、基本面内の全ての細分割面をさらに細分割する。

[0237] ここで、基本メッシュ細分割部 2 0 3 Aは、基本面に対して一度も細分割処理が行われていない場合は、基本面を細分割する。

[0238] なお、細分割の方法については、ステップS 2 2 0 4で説明した方法と同様である。

[0239] 具体的には、基本面が一度も細分割されていない場合は、基本面に対して図 2 2のように細分割を行う。少なくとも 1 回は細分割されている場合は、細分割面を N^2 個に細分割する。図 2 2 を例にすると、頂点 A_2 と頂点 B と頂点 B_1 とからなる面を、基本面の分割のときと同様の方法で、更に分割して N^2 個の面を生成する。

[0240] 細分割処理が終了したとき、本処理手順は、ステップS 2 2 0 5に進む。

[0241] ステップS 2 2 0 5において、基本メッシュ細分割部 2 0 3 Aは、Depth に 1 を加算し、本処理手順は、ステップS 2 2 0 2に戻る。

[0242] (細分割メッシュ調整部 2 0 3 B)

次に、細分割メッシュ調整部 2 0 3 Bによって行われる処理の具体例について説明する。以下、図 2 4 ~ 2 8 を用いて細分割メッシュ調整部 2 0 3 B によって行われる処理の一例について説明する。

[0243] 図 2 4 は、細分割メッシュ調整部 2 0 3 Bの機能ブロックの一例を示す図である。

[0244] 図 2 4 に示すように、細分割メッシュ調整部 2 0 3 Bは、辺分割点移動部 7 0 1 と、細分割面分割部 7 0 2 とを有する。

[0245] (辺分割点移動部 7 0 1)

辺分割点移動部 7 0 1 は、入力された初期細分割面に対して、基本面の辺分割点を隣接基本面の辺分割点のいずれかに移動し、細分割面を出力するように構成されている。

[0246] 図 2 5 は、基本面 ABC 上の辺分割点を移動した例である。例えば、図 2 5 に示すように、辺分割点移動部 7 0 1 は、基本面 ABC の辺分割点を最も

近い隣接基本面の辺分割点に移動するように構成されていてもよい。

[0247] (細分割面分割部 702)

細分割面分割部 702 は、入力された細分割面を再度細分割し、復号細分割面を出力するように構成されている。

[0248] 図 26 は、基本面内の細分割面 X に対して再度細分割が行われたケースの一例を示す図である。

[0249] 図 26 に示すように、細分割面分割部 702 は、細分割面を構成する頂点と隣接基本面の辺分割点とを接続することで、基本面内に新たな細分割面を生成するように構成されていてもよい。

[0250] 図 27 は、全ての細分割面に対して、上述の細分割処理を行ったケースの一例を示す図である。

[0251] メッシュ復号部 204 は、細分割部 203 で生成された細分割メッシュ及び変位量復号部 206 で復号された変位量を用いて、復号メッシュを生成して出力するように構成されている。

[0252] 具体的には、メッシュ復号部 204 は、各細分割頂点に対して、対応する変位量を加算することによって、復号メッシュを生成するように構成されている。ここで、各変位量がどの細分割頂点に対応するかについての情報は、制御情報によって示される。

[0253] パッチ統合部 205 は、メッシュ復号部 206 で生成された復号メッシュを、複数のパッチ分だけ統合して出力するように構成されている。

[0254] ここで、パッチの分割方法は、メッシュ符号化装置 100 によって定義される。例えば、パッチの分割方法は、各基本面に対して法線ベクトルを算出しておき、隣接する基本面の中で最も法線ベクトルが類似した基本面を選択し、両基本面を同じパッチとしてまとめ、かかる手順を、次の基本面に対して順次繰り返すように構成されていてもよい。

[0255] 映像復号部 207 は、映像符号化によってテクスチャを復号して出力するように構成されている。例えば、映像復号部 207 は、非特許文献 1 の HEVC を用いてもよい。

[0256] <変位量復号部 206>

変位量復号部 206 は、変位量ビットストリームを復号して変位量を生成して出力するように構成されている。

[0257] 図 28 は、ある細分割頂点に対する変位量の一例について示す図である。

[0258] 図 3 B の例では、8 個の細分割頂点が存在するため、変位量復号部 206 は、各細分割頂点に対してスカラー或いはベクトルで表現される変位量を 8 個定義するように構成されている。

[0259] 以下、図 28 を参照して、変位量復号部 206 について説明する。図 28 は、変位量復号部 206 の機能ブロックの一例について示す図である。

[0260] 図 28 に示すように、変位量復号部 206 は、復号部 206 A と、逆量子化部 206 B と、逆ウェーブレット変換部 206 C と、加算器 206 D と、インター予測部 206 E と、フレームバッファ 206 F とを有する。

[0261] 復号部 206 A は、受信した変位量ビットストリームに対して可変長復号を行うことでレベル値及び制御情報を復号して出力するように構成されている。ここで、可変長復号によって得られたレベル値は、逆量子化部 206 B に出力され、制御情報は、インター予測部 206 E に出力される。

[0262] 以下、図 29 を参照して、変位量ビットストリームの構成の一例について説明する。図 29 は、変位量ビットストリームの構成の一例について示す図である。

[0263] 図 29 に示すように、第 1 に、変位量ビットストリームは、変位量の復号に関する制御情報の集合である DPS (Displacement Parameter Set: ディスプレイスメントパラメータセット) を含んでもよい。

[0264] 第 2 に、変位量ビットストリームは、パッチに対応する制御情報の集合である DPH (Displacement Patch Header: ディスプレイスメントパッチヘッダ) を含んでもよい。

[0265] 第 3 に、変位量ビットストリームは、DPH の次に、パッチを構成する符号化された変位量を含んでもよい。

[0266] 以上のように、変位量ビットストリームは、各符号化された変位量に、1つずつDPH及びDPSが対応する構成となる。

[0267] なお、図29の構成は、あくまで一例である。各符号化された変位量に、DPH及びDPSが対応する構成となっていれば、変位量ビットストリームの構成要素として、上述以外の要素が追加されてもよい。

[0268] 例えば、図29に示すように、変位量ビットストリームは、SPS (Sequence Parameter Set:シーケンスパラメータセット)を含んでもよい。

[0269] 図30は、DPSのシンタックス構成の一例について示す図である。

[0270] 図30において、Descriptor欄は、各シンタックスが、どのように符号化されているかを意味している。

[0271] また、図30において、 $ue(v)$ は、符号無し0次指数ゴロム符号であることを意味し、 $u(n)$ は、 n ビットのフラグであることを意味する。

[0272] DPSは、複数のDPSが存在する場合に、各DPSを識別するためのDPS id情報(`dps_displacement_parameter_set_id`)を少なくとも含む。

[0273] また、DPSは、インター予測を行うか否かを制御するフラグ(`interprediction_enabled_flag`)を含んでもよい。

[0274] 例えば、`interprediction_enabled_flag`が0のときは、インター予測を行わないと定義し、`interprediction_enabled_flag`が1のときは、インター予測を行うと定義してもよい。`interprediction_enabled_flag`が含まれないときは、インター予測を行わないと定義してもよい。

[0275] DPSは、逆DCTを行うか否かを制御するフラグ(`dct_enabled_flag`)を含んでもよい。

[0276] 例えば、`dct_enabled_flag`が0のときは、逆DCTを行わないと定義し、`dct_enabled_flag`が1のときは、逆DCTを行うと定義してもよい。`dct_enabled_flag`が含まれないと

きは、逆DCTを行わないと定義してもよい。

[0277] 図31は、DPHのシンタックス構成の一例について示す図である。

[0278] 図31に示すように、DPHは、各DPHに対応するDPSを指定するためのDPS id情報を少なくとも含む。

[0279] 逆量子化部206Bは、復号部206Aによって復号されたレベル値を逆量子化することによって変換係数を生成して出力するように構成されている。

[0280] 逆ウェーブレット変換部206Cは、逆量子化部206Bによって生成された変換係数に対して逆ウェーブレット変換を施すことによって予測残差を生成して出力するように構成されている。

[0281] (インター予測部206E)

インター予測部206Eは、フレームバッファ206Fから読み出された参照フレームの復号変位量を用いてインター予測を行うことによって、予測変位量を生成して出力するように構成されている。

[0282] インター予測部206Eは、`interprediction_enabled_flag`が1の場合のみ、かかるインター予測を行うように構成されている。

[0283] インター予測部206Eは、空間領域でインター予測を行ってもよいし、周波数領域でインター予測を行ってもよい。インター予測は、時間的に過去の参照フレームと未来の参照フレームとを用いて、双方向予測を行ってもよい。

[0284] 図28は、空間領域でインター予測を行う場合のインター予測部206Eの機能ブロックの一例である。

[0285] インター予測部206Eは、空間領域でインター予測を行う場合は、対象フレームにおける細分割頂点の予測変位量について、参照フレームにおける対応する細分割頂点の復号変位量をそのまま参照して決定してもよい。

[0286] 或いは、対象フレームにおけるある細分割頂点の予測変位量は、複数の参照フレームにおける対応する細分割頂点の復号変位量を用いて、平均と分散

を推定した正規分布に従って確率的に決定してもよい。その際は、分散はゼロとして一意的に平均のみで決定してもよい。

[0287] 或いは、対象フレームにおけるある細分割頂点の予測変位量は、複数の参照フレームにおける対応する細分割頂点の復号変位量を用いて、時間を説明変数、変位量を目的変数として推定した回帰曲線に基づいて決定してもよい。

[0288] メッシュ符号化装置 100 において、フレームごとに符号化効率向上のために、かかる復号変位量の順番が並び替えられていてもよい。

[0289] かかる場合、インター予測部 206E は、並び替えられた復号変位量に対してインター予測を行うように構成されていてもよい。

[0290] 参照フレームと復号対象フレームとの間の細分割頂点の対応関係は、制御情報によって示される。

[0291] 図 32 は、空間領域でインター予測が行われる場合の参照フレームと復号対象フレームとの間の細分割頂点の対応関係の一例について説明するための図である。

[0292] 図 33 は、周波数領域でインター予測を行う場合のインター予測部 206E の機能ブロックの一例である。

[0293] インター予測部 206E は、周波数領域でインター予測を行う場合は、復号対象フレームにおける周波数の予測ウェーブレット変換係数について、参照フレームにおける対応する周波数の復号ウェーブレット変換係数をそのまま参照して決定してもよい。

[0294] インター予測部 206E は、複数の参照フレームにおける細分割頂点の復号変位量或いは復号ウェーブレット変換係数を用いて、平均と分散を推定した正規分布に従って確率的にインター予測してもよい。

[0295] インター予測部 206E は、複数の参照フレームにおける細分割頂点の復号変位量あるいは復号ウェーブレット変換係数を用いて、時間を説明変数、変位量を目的変数として推定した回帰曲線をもとにインター予測してもよい。

- [0296] インター予測部 206E は、時間的に過去の参照フレームと未来の参照フレームとを用いて双方向でインター予測するように構成されていてもよい。
- [0297] メッシュ符号化装置 100 において、フレームごとに符号化効率向上のために、かかる復号ウェーブレット変換係数の順番が並び替えられていてもよい。
- [0298] 参照フレームと復号対象フレームとの間の周波数の対応関係は、制御情報によって示される。
- [0299] 図 34 は、周波数領域でインター予測が行われる場合の参照フレームと復号対象フレームとの間の周波数の対応関係の一例について説明するための図である。
- [0300] また、細分割部 203 が、基本メッシュを複数のパッチに分割した場合は、インター予測部 206E も、分割したパッチごとにインター予測を行うように構成されている。これによって、フレーム間の時間相関が高くなり、符号化性能の向上が期待できる。
- [0301] 加算器 206D には、逆ウェーブレット変換部 206C から予測残差が入力され、インター予測部 206E から予測変位量が入力される。
- [0302] 加算器 206D は、かかる予測残差と予測変位量とを加算することによって、復号変位量を算出して出力するように構成されている。
- [0303] 加算器 206D によって算出された復号変位量は、フレームバッファ 206F にも出力される。
- [0304] フレームバッファ 206F は、加算器 206D から復号変位量を取得して蓄積するように構成されている。
- [0305] ここで、フレームバッファ 206F は、図示しない制御情報に応じて、参照フレームにおいて対応する頂点における復号変位量を出力する。
- [0306] 図 35 は、変位量復号部 206 の動作の一例を示すフローチャートである。
- [0307] 図 35 に示すように、ステップ S3501 において、変位量復号部 206 は、全てのパッチに対して、本処理が完了しているか否かについて判定する

。

[0308] Yesの場合、本動作は、終了し、Noの場合、本動作は、ステップS 3 5 0 2に進む。

[0309] ステップS 3 5 0 2において、変位量復号部2 0 6は、復号対象のパッチに対して、逆D C Tを行ってから逆量子化及び逆ウェーブレット変換を行う。

。

[0310] ステップS 3 5 0 3において、変位量復号部2 0 6は、i n t e r p r e d i c t i o n _ e n a b l e d _ f l a gが1であるか否かについて判定する。

[0311] Yesの場合、本動作は、ステップS 3 5 0 4に進み、Noの場合、本動作は、ステップS 3 5 0 1に戻る。

[0312] ステップS 3 5 0 4において、変位量復号部2 0 6は、上述のインター予測及び加算を行う。

[0313] <変形例1>

以下、図3 6を参照して、上述の第1実施形態の変形例1について、上述の第1実施形態との相違点に着目して説明する。

[0314] 図3 6は、本変形例1に係る変位量復号部2 0 6の機能ブロックの一例を示す図である。

[0315] 図3 6に示すように、本変形例1に係る変位量復号部2 0 6は、復号部2 0 6 Aの後段に、すなわち、復号部2 0 6 Aと逆量子化部2 0 6 Bとの間に、逆D C T部2 0 6 Gを備えている。

[0316] すなわち、本変形例1では、逆量子化部2 0 6 Bは、逆D C T部2 0 2 Gから出力されたレベル値に対して逆ウェーブレット変換を施すことによって予測残差を生成するように構成されている。

[0317] <変形例2>

以下、図3 7を参照して、上述の第1実施形態の変形例2について、上述の第1実施形態との相違点に着目して説明する。

[0318] 図3 7に示すように、本変形例2に係る変位量復号部2 0 6は、映像復号

部 2061 と、画像展開部 2062 と、逆量子化部 2063 と、逆ウェーブレット変換部 2064 と有する。

[0319] 映像復号部 2061 は、受信した変位量ビットストリームを、映像符号化によって復号することで映像を出力するように構成されている。

[0320] 例えば、映像復号部 2061 は、非特許文献 1 の H E V C を用いてもよい。

[0321] また、映像復号部 2061 は、動きベクトルを常にゼロとした映像符号化方式を用いてもよい。例えば、映像復号部 2061 は、H E V C の動きベクトルを常にゼロとし、常に同一位置でのインター予測を用いてもよい。

[0322] また、映像復号部 2061 は、変換を常にスキップするとして映像符号化方式を用いてもよい。例えば、映像復号部 2061 は、H E V C の変換を常に変換スキップモードとし、変換せずに映像符号化方式を用いてもよい。

[0323] 画像展開部 2062 は、映像復号部 2061 で復号された映像を、画像（フレーム）ごとにレベル値として展開して出力するように構成されている。

[0324] かかる展開方法において、画像展開部 2062 は、制御情報によって示された画像へのレベル値の並べ方から、逆算して特定できる。

[0325] 画像展開部 2062 は、レベル値の並べ方として、例えば、高周波成分から低周波成分のレベル値が画像中にラスタ操作順に並べてもよい。

[0326] 逆量子化部 2063 は、画像展開部 2062 で生成されたレベル値を逆量子化することによって変換係数を生成して出力するように構成されている。

[0327] 逆ウェーブレット変換部 2064 は、逆量子化部 2063 で生成された変換係数に対して逆ウェーブレット変換を施すことによって復号変位量を生成して出力するように構成されている。

[0328] 上述のメッシュ符号化装置 100 及びメッシュ復号装置 200 は、コンピュータに各機能（各工程）を実行させるプログラムであって実現されているもよい。

産業上の利用可能性

[0329] なお、本実施形態によれば、例えば、動画像通信において総合的なサービ

ス品質の向上を実現できることから、国連が主導する持続可能な開発目標（SDGs）の目標9「レジリエントなインフラを整備し、持続可能な産業化を推進するとともに、イノベーションの拡大を図る」に貢献することが可能となる。

符号の説明

- [0330] 1…メッシュ処理システム
- 100…メッシュ符号化装置
- 200…メッシュ復号部
- 201…多重分離部
- 202…基本メッシュ復号部
- 202A…分離部
- 202B…イントラ復号部
- 202B1…任意イントラ復号部
- 202B2…整列部
- 202C…メッシュバッファ部
- 202D…接続情報復号部
- 202E…インター復号部
- 202E1…動きベクトル復号部
- 202E2…動きベクトルバッファ部
- 202E3…動きベクトル予測部
- 202E4…動きベクトル算出部
- 202E5…加算器
- 202E6…重複頂点探索部
- 202E7…重複頂点判別部
- 202E8…動きベクトル取得部
- 203…細分割部
- 203A…基本メッシュ細分割部
- 203A1…基本面分割数バッファ部

203A2…基本面分割数参照部
203A3…基本面分割数予測部
203A4…加算部
203A5…基本面分割部
203B…細分割メッシュ調整部
204…メッシュ復号部
205…パッチ統合部
206…変位量復号部
206A…復号部
206B、2063…逆量子化部
206C、2064…逆ウェーブレット変換部
206D…加算器
206E…インター予測部
206F…フレームバッファ
206G…逆DCT部
2062…画像展開部
207、2061…映像復号部

請求の範囲

[請求項1]

メッシュ復号装置であって、
変位量ビットストリームを復号して変位量を生成して出力するように構成されている変位量復号部を備え、
前記変位量復号部は、
前記変位量ビットストリームからレベル値を復号するように構成されている復号部と、
前記レベル値を逆量子化することによって変換係数を生成するように構成されている逆量子化部と、
前記変換係数に対して逆ウェーブレット変換を施すことによって予測残差を生成するように構成されている逆ウェーブレット変換部と、
予測変位量と前記予測残差とを加算することによって、前記変位量を算出するように構成されている加算器と、を備えることを特徴とするメッシュ復号装置。

[請求項2]

前記復号部と前記逆量子化部との間に、前記レベル値に対して逆DCTを施すように構成されている逆DCT部を更に備え、
前記逆量子化部は、前記逆DCT部から出力された前記レベル値に対して前記逆ウェーブレット変換を施すことによって予測残差を生成するように構成されていることを特徴とする請求項1に記載のメッシュ復号装置。

[請求項3]

前記加算器から出力された前記変位量を取得して蓄積するように構成されているフレームバッファと、
前記フレームバッファから読み出された参照フレームの前記変位量を用いてインター予測を行うことによって、前記予測変位量を生成するように構成されているインター予測部と、を備えることを特徴とする請求項1に記載のメッシュ復号装置。

[請求項4]

前記インター予測部は、パッチごとに前記インター予測を行うよう

に構成されていることを特徴とする請求項3に記載のメッシュ復号装置。

[請求項5] 前記インター予測部は、空間領域で前記インター予測を行うように構成されていることを特徴とする請求項3に記載のメッシュ復号装置。

[請求項6] 前記インター予測部は、周波数領域で前記インター予測を行うように構成されている請求項3に記載のメッシュ復号装置。

[請求項7] 前記インター予測部は、並び替えられた前記変位置量に対して前記インター予測を行うように構成されていることを特徴とする請求項5又は6に記載のメッシュ復号装置。

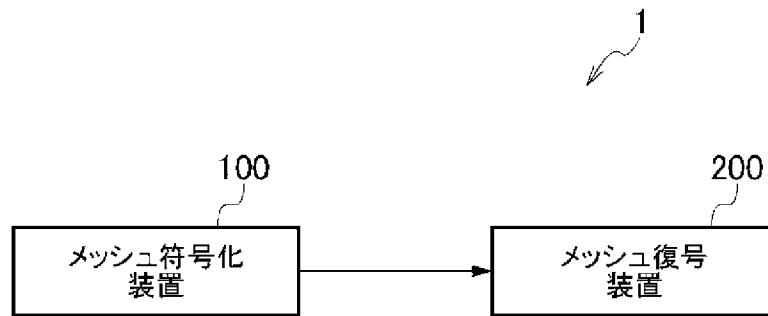
[請求項8] メッシュ復号方法であって、
変位置量ビットストリームからレベル値を復号する工程と、
前記レベル値を逆量子化することによって変換係数を生成する工程と、
前記変換係数に対して逆ウェーブレット変換を施すことによって予測残差を生成する工程と、
予測変位置量と前記予測残差とを加算することによって前記変位置量を算出する工程と、を有することを特徴とするメッシュ復号方法。

[請求項9] コンピュータを、メッシュ復号装置として機能させるプログラムであって、
前記メッシュ復号装置は、
変位置量ビットストリームを復号して変位置量を生成して出力するように構成されている変位置量復号部を備え、
前記変位置量復号部は、
前記変位置量ビットストリームからレベル値を復号するように構成されている復号部と、
前記レベル値を逆量子化することによって変換係数を生成するように構成されている逆量子化部と、

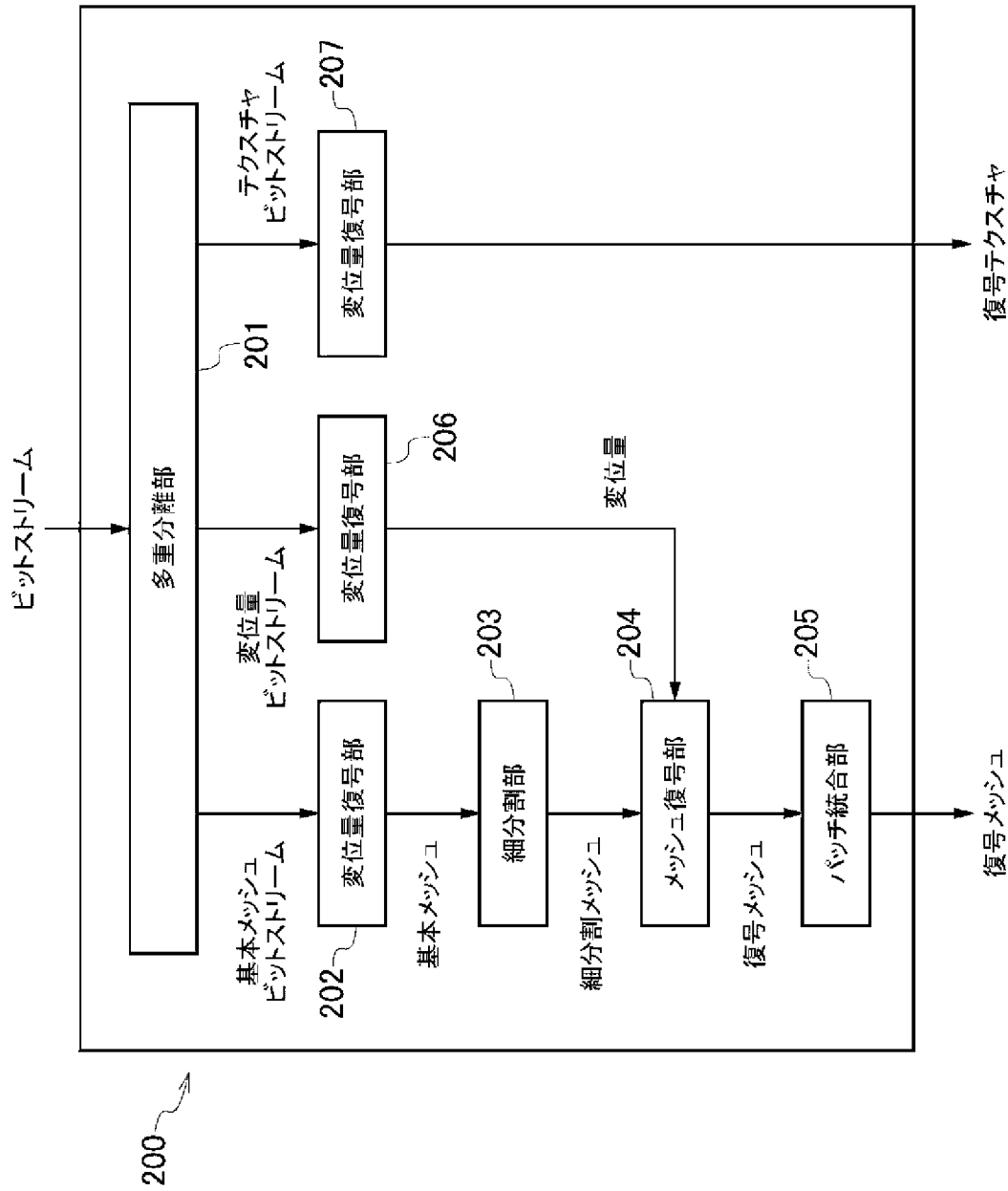
前記変換係数に対して逆ウェーブレット変換を施すことによって
予測残差を生成するように構成されている逆ウェーブレット変換部と
、

予測変位量と前記予測残差とを加算することによって、前記変位
量を算出するように構成されている加算器と、を備えることを特徴と
するプログラム。

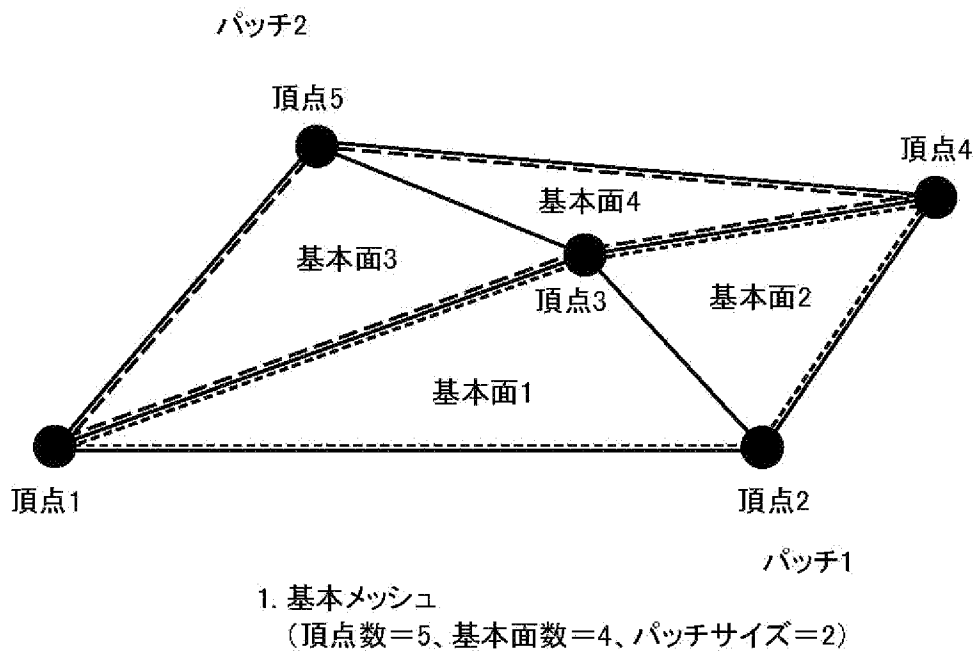
[図1]



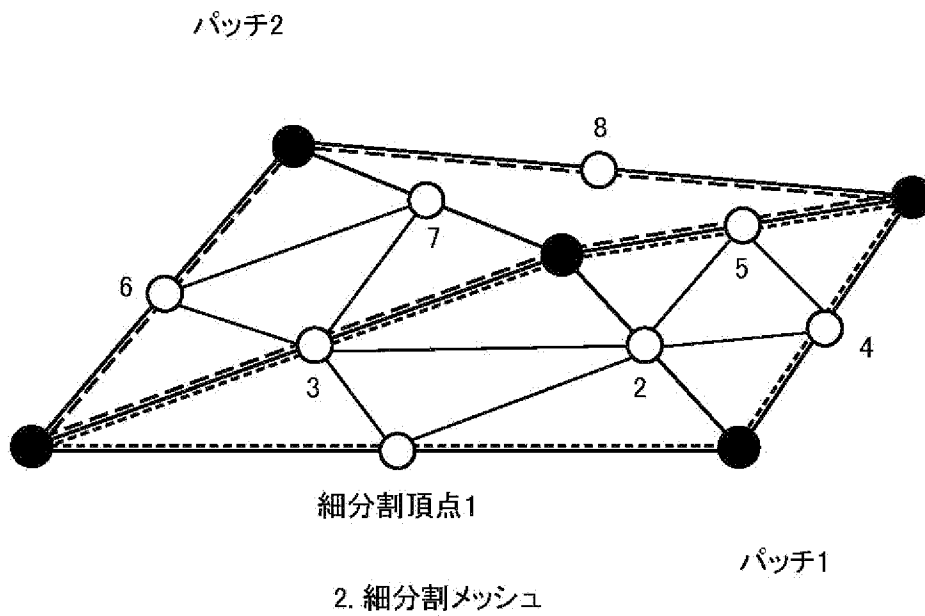
[図2]



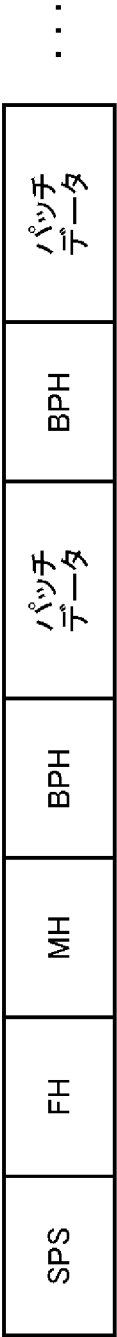
[図3A]



[図3B]



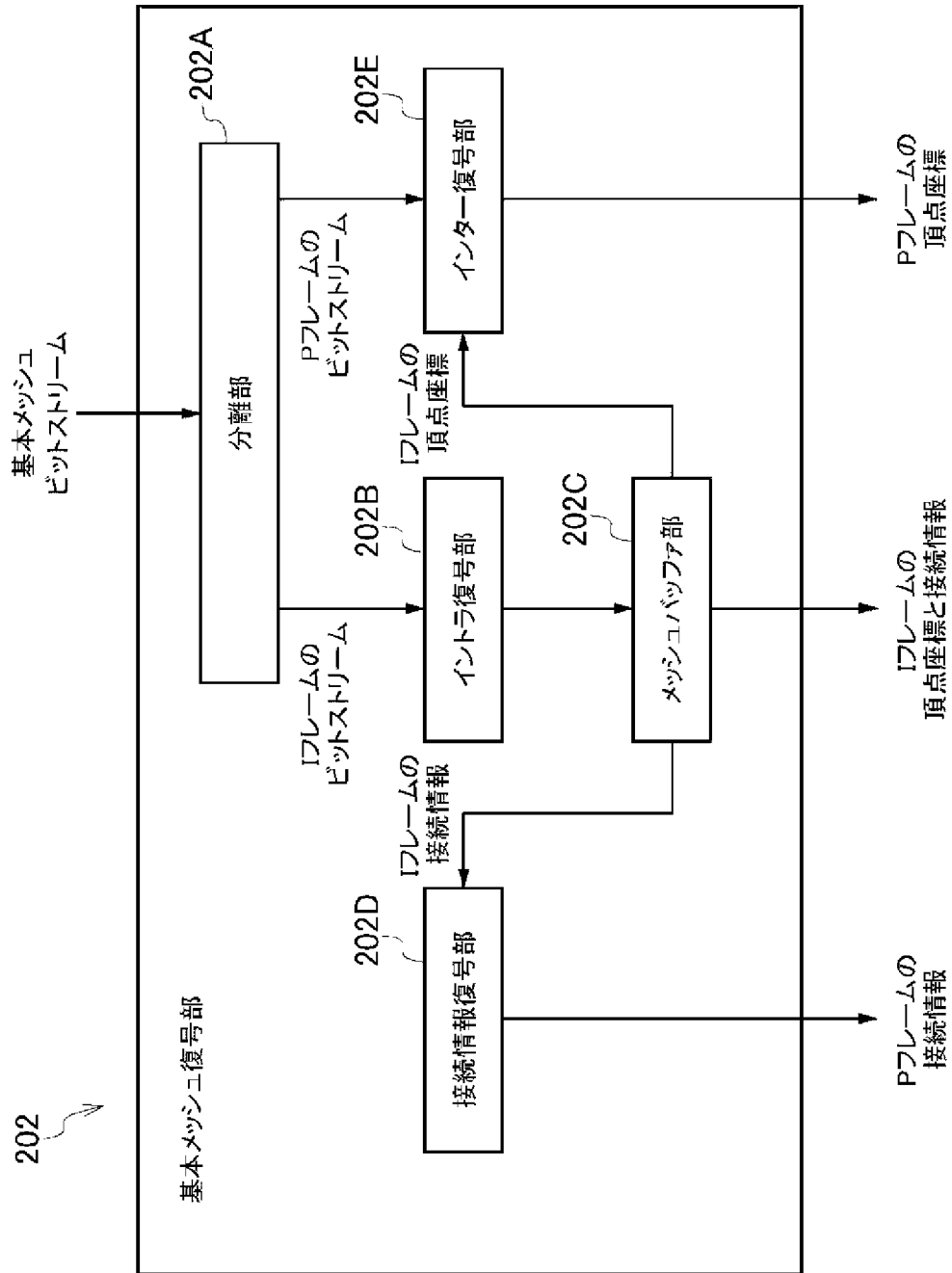
[図4]



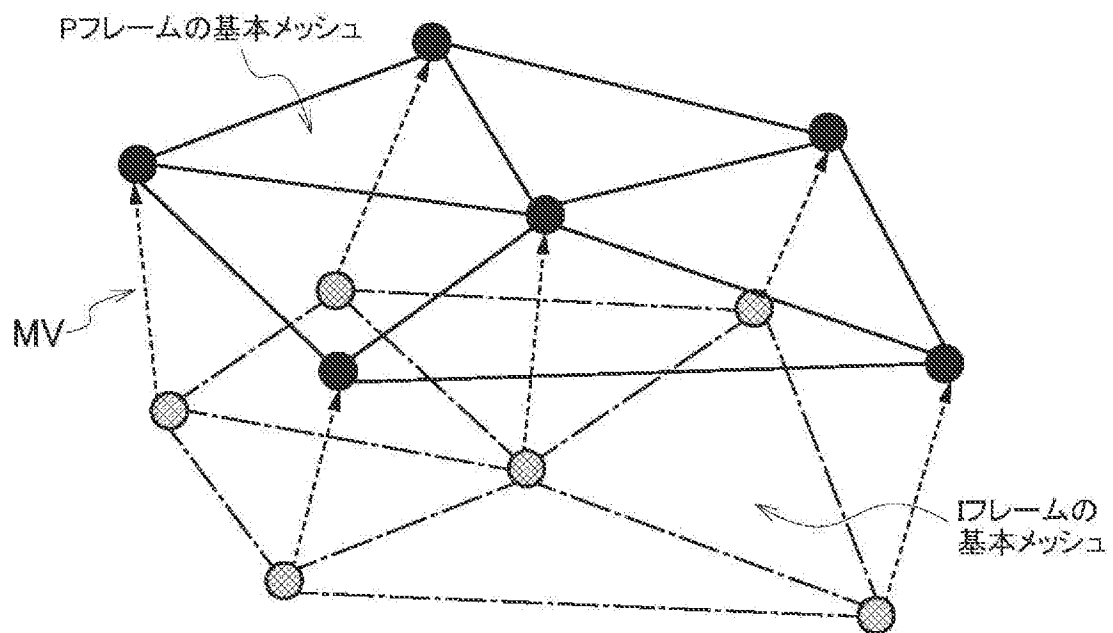
[図5]

basemesh patch header() {	Descriptor
mdu face count minus1	ue(v)
mdu subdivision method id	ue(v)
mdu subdivision num method id	ue(v)
if(mdu subdivision num method id == 0){	
for(i = 0; i < mdu face count minus1; i++){	
mdu subdivision residuals	ue(v)
...	
}	
}	
if(mdu subdivision num method id == 1){	
mdu max depth	ue(v)
for(i = 0; i < mdu face count minus1; i++){	
for(j=0; j < mdu max depth; j++){	
mdu subdivision flag	u(1)
}	
}	
}	
}	

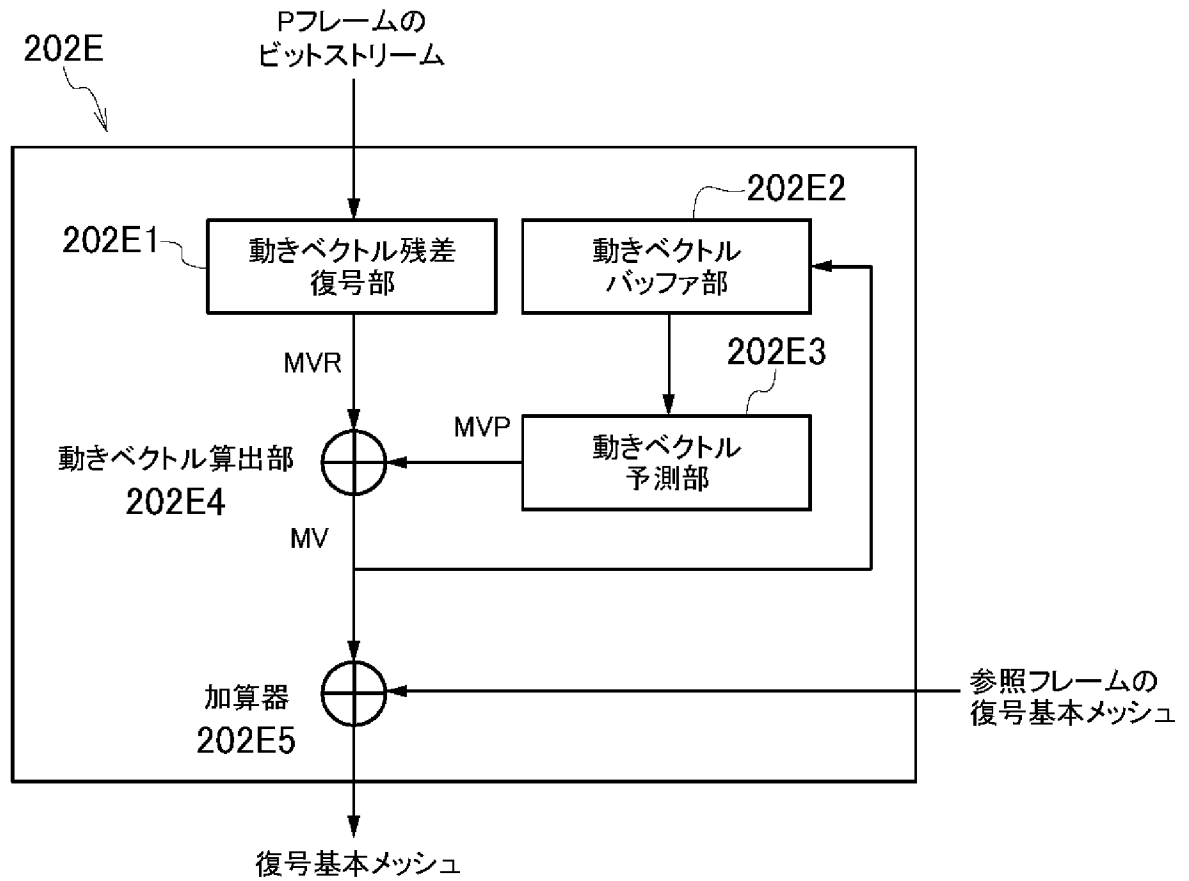
[図6]



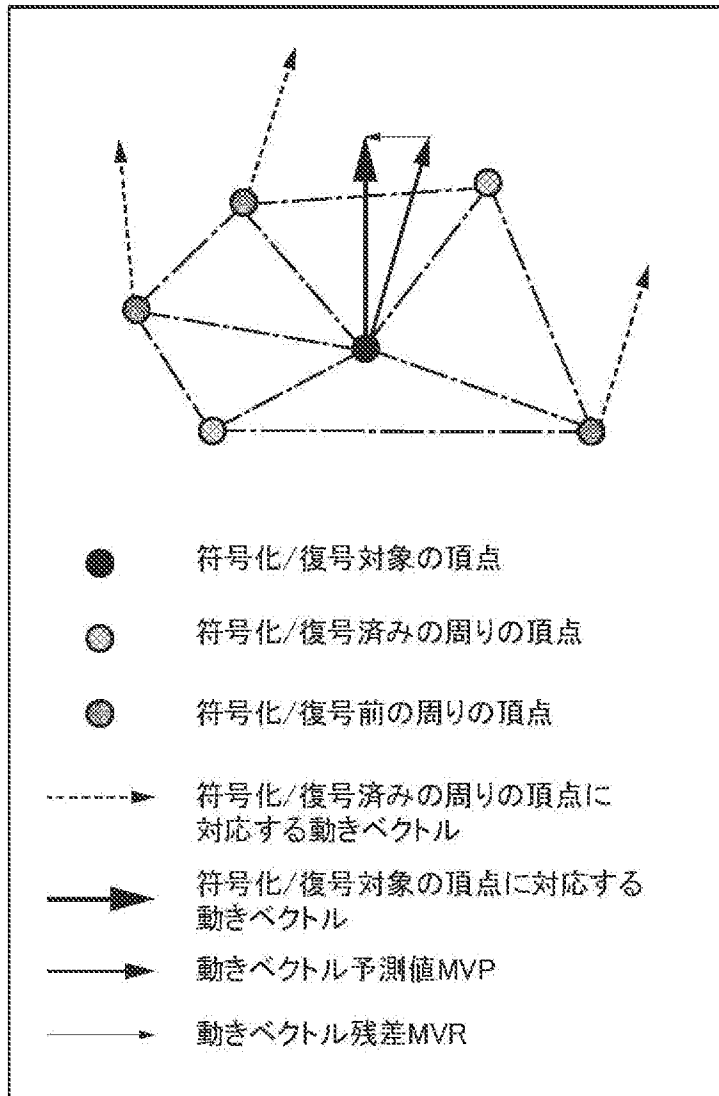
[図7]



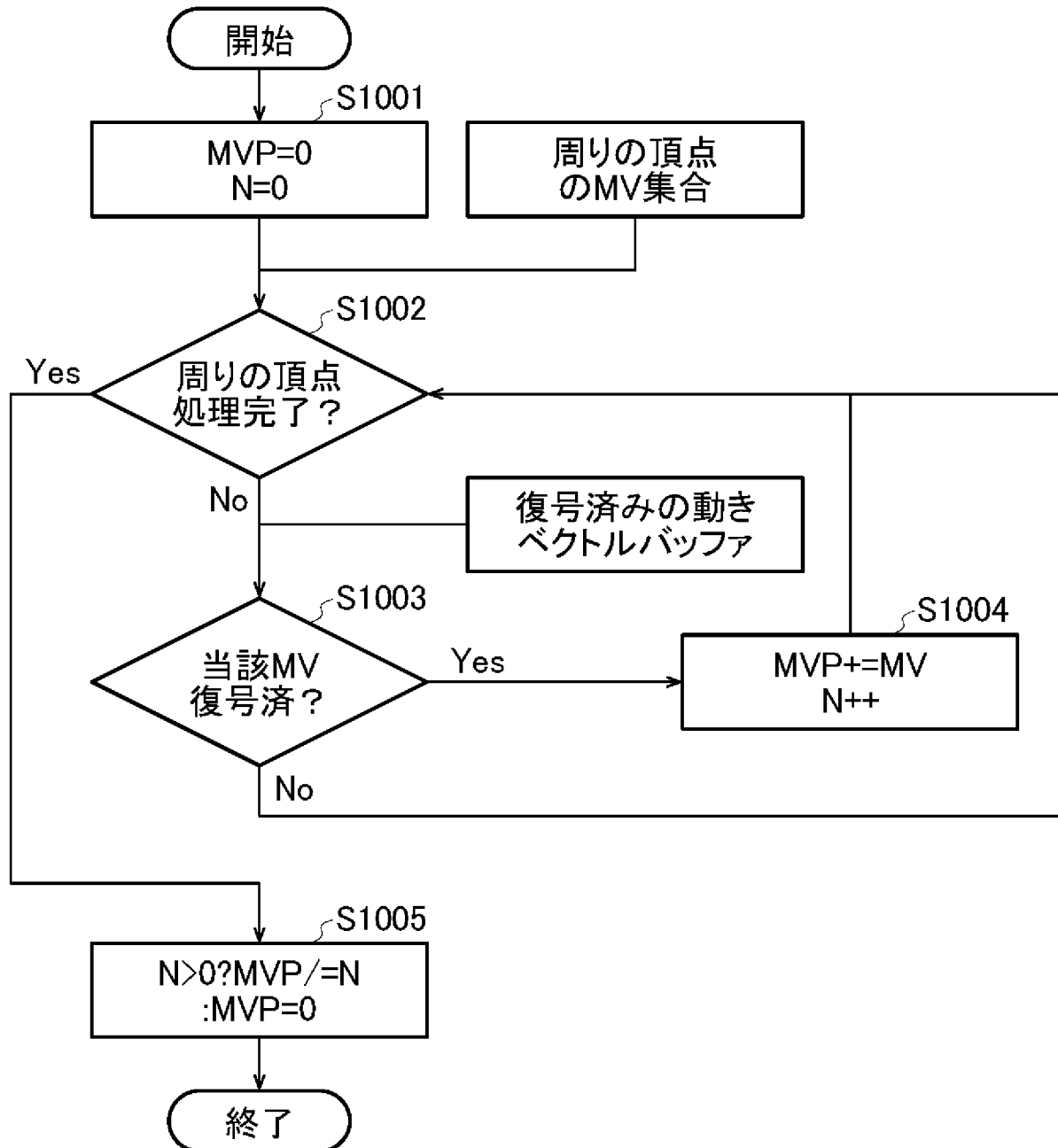
[図8]



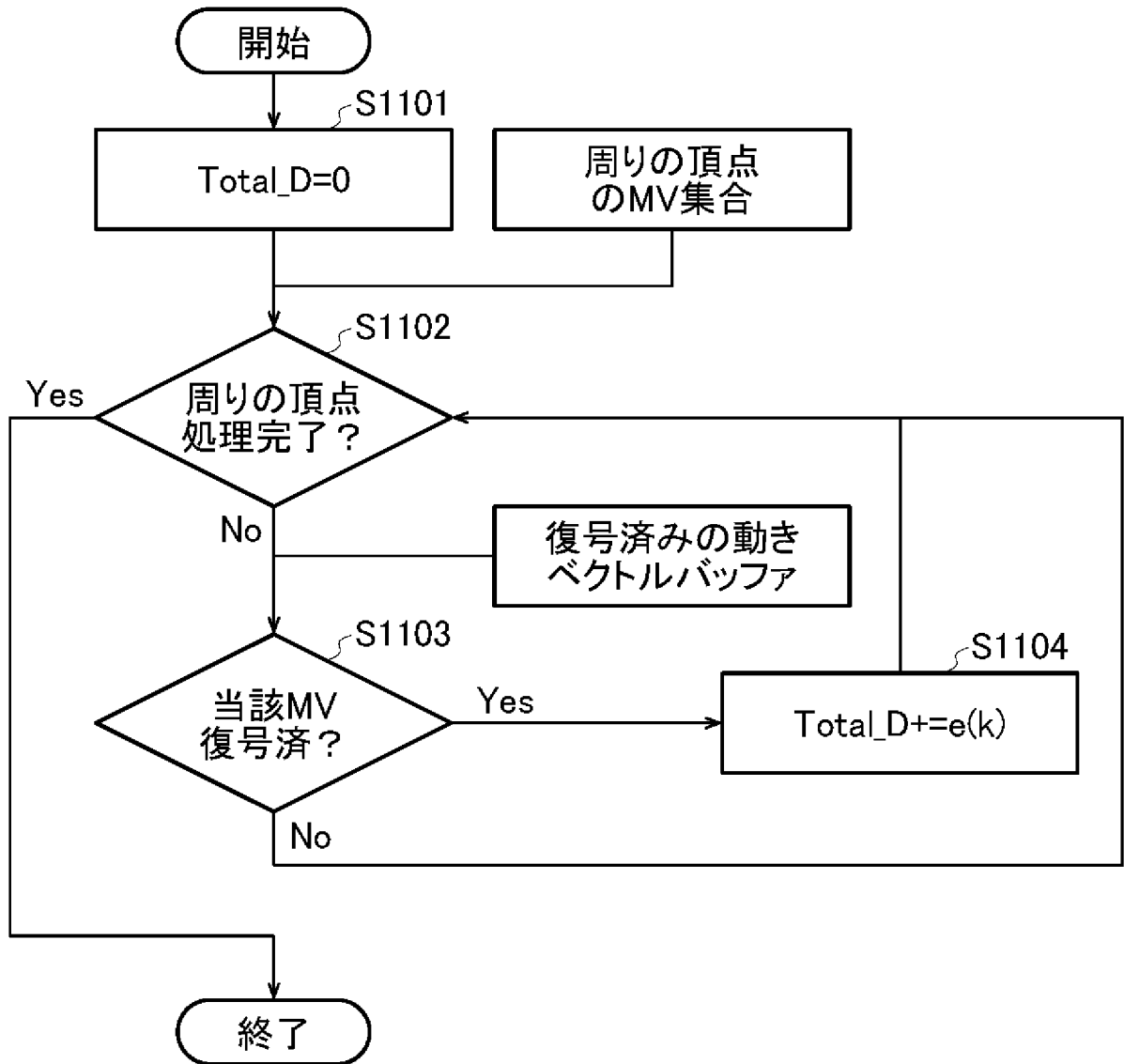
[図9]



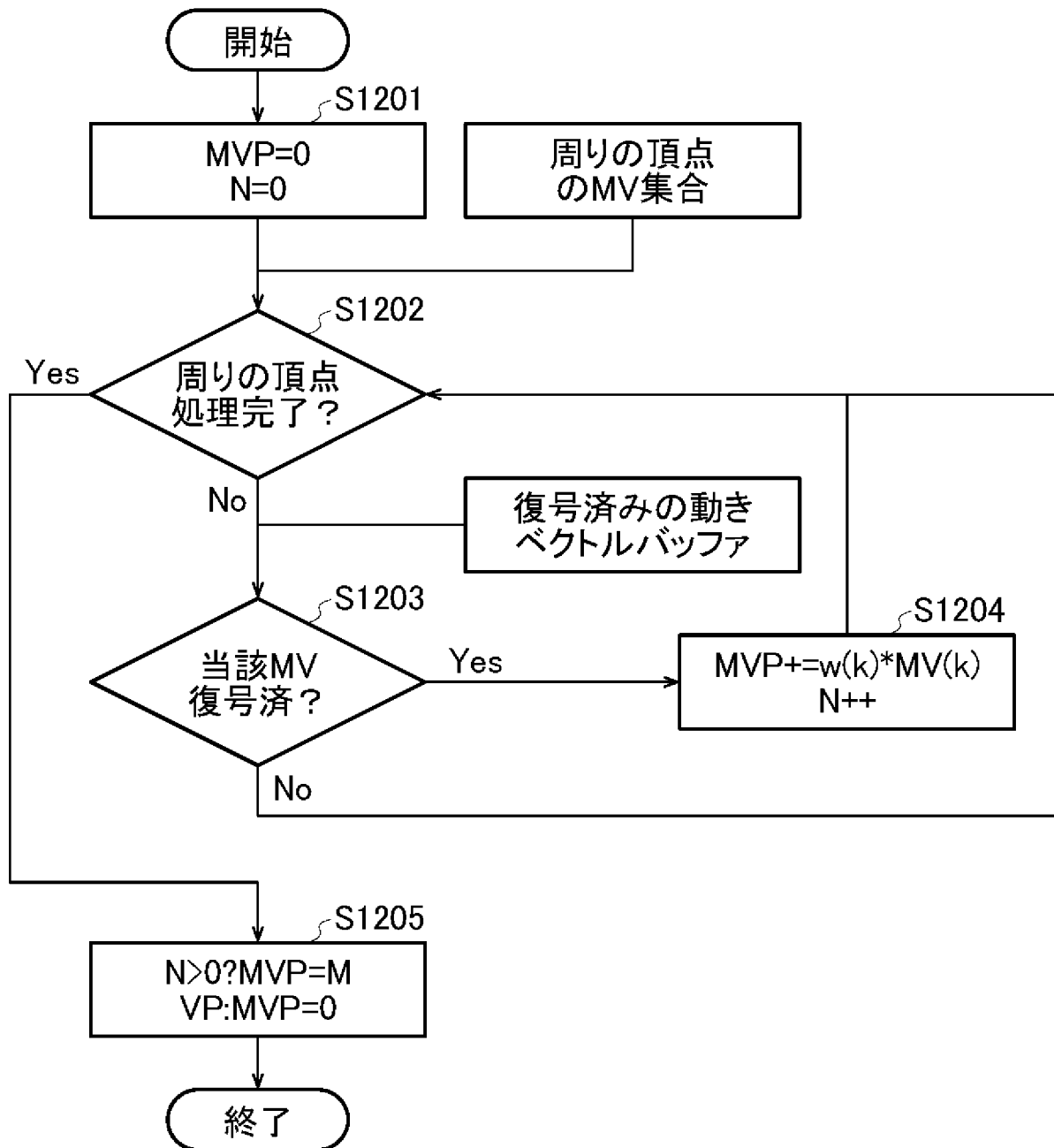
[図10]



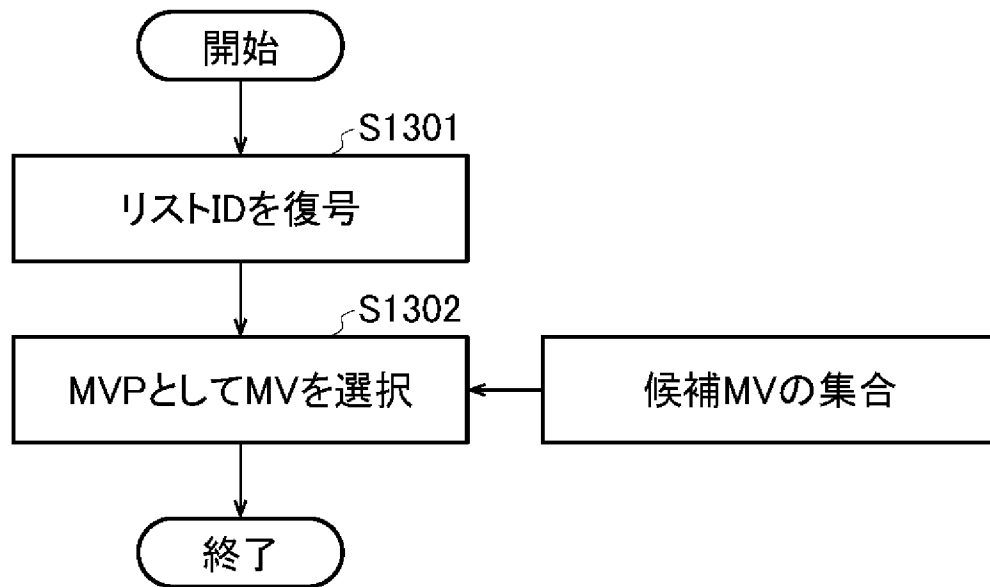
[図11]



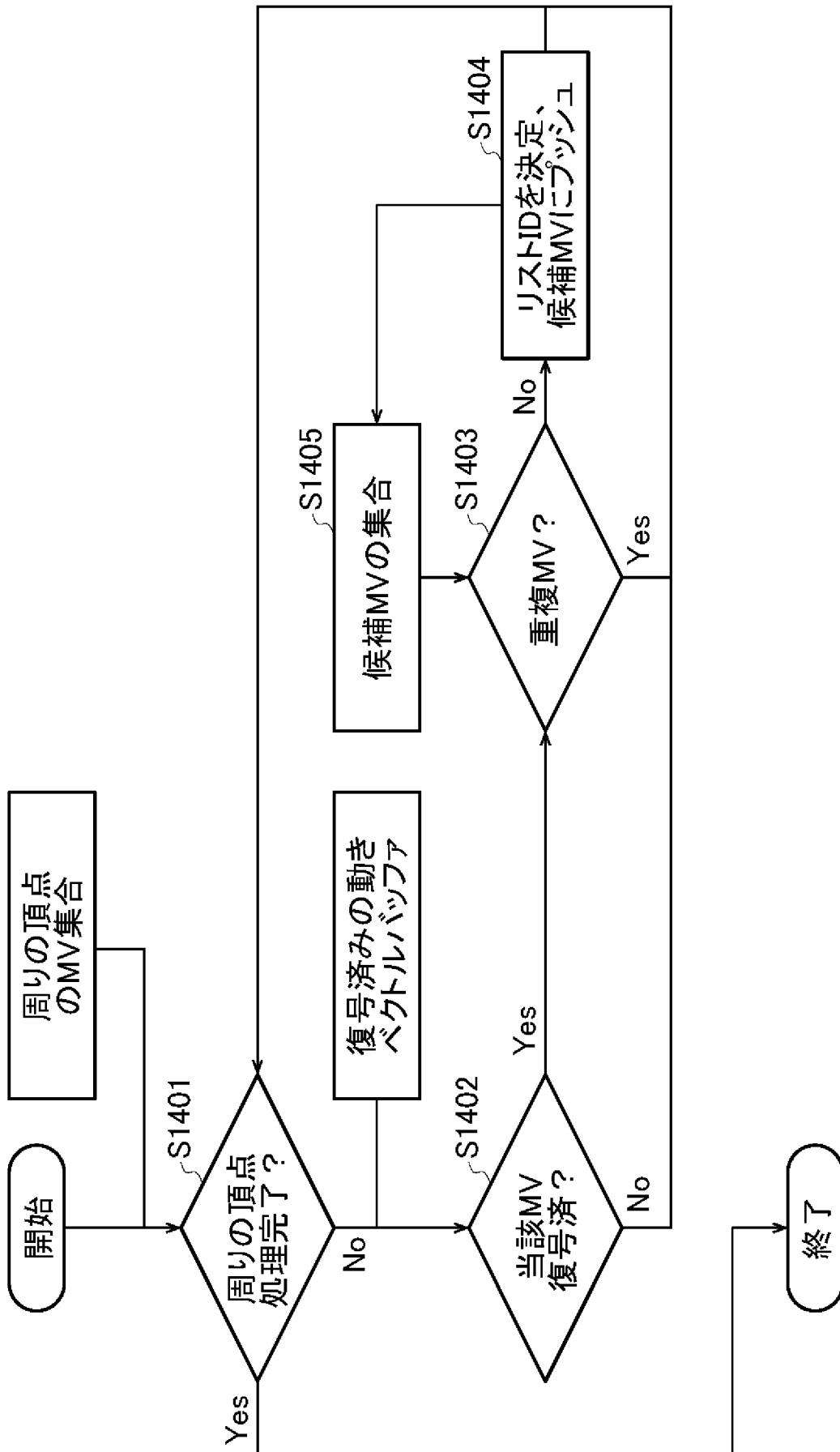
[図12]



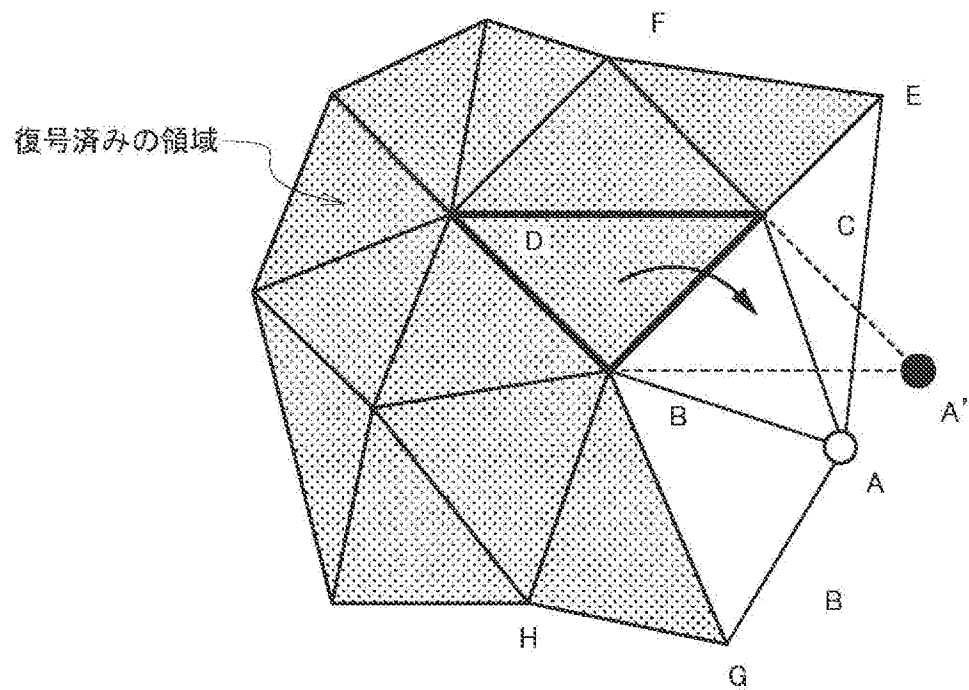
[図13]



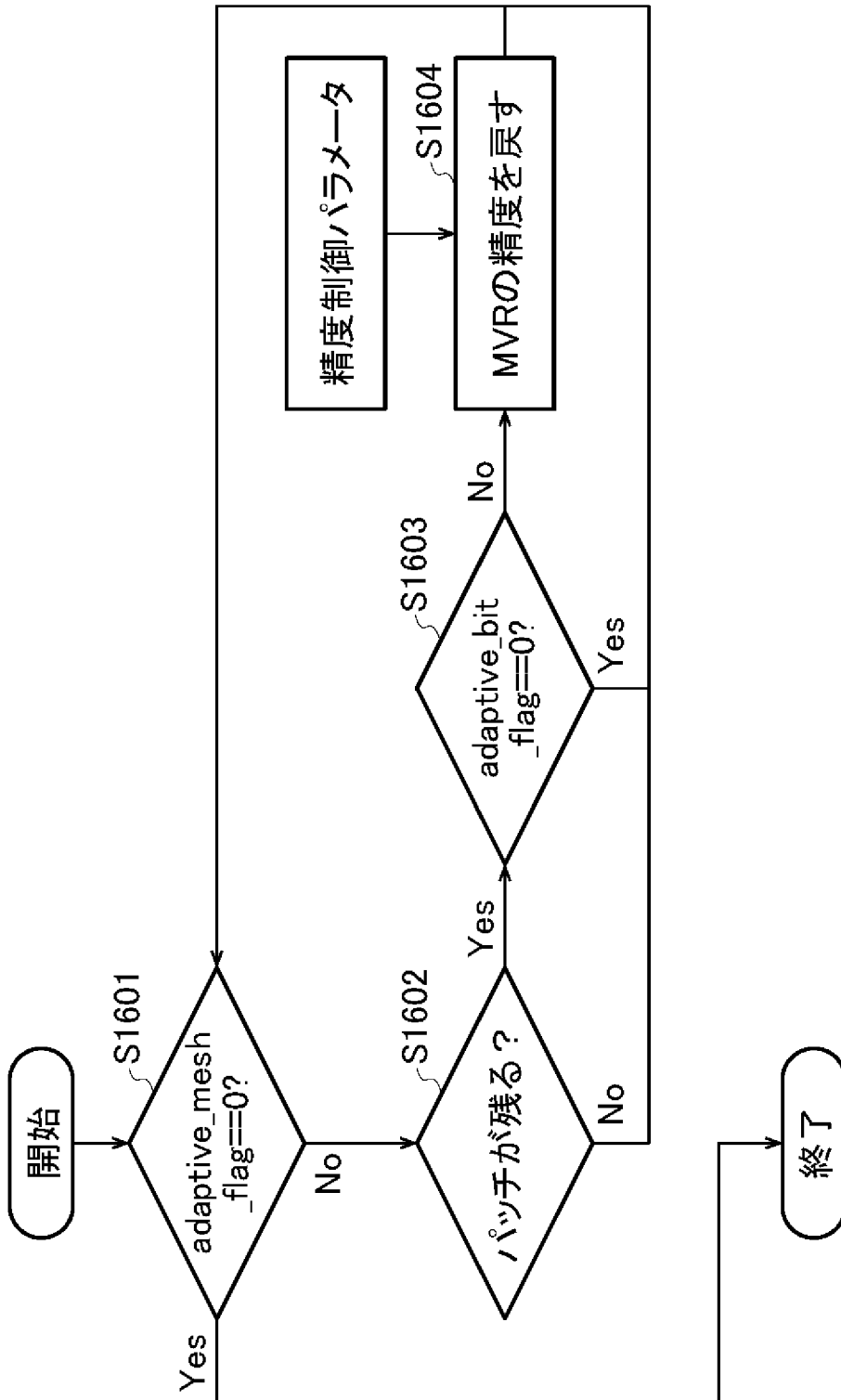
[図14]



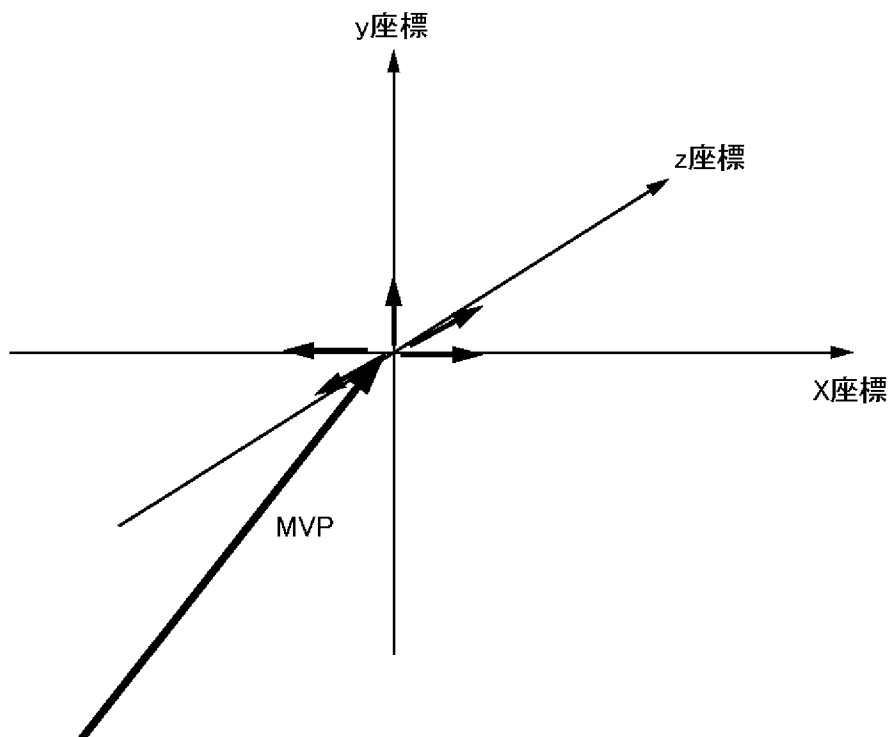
[図15]



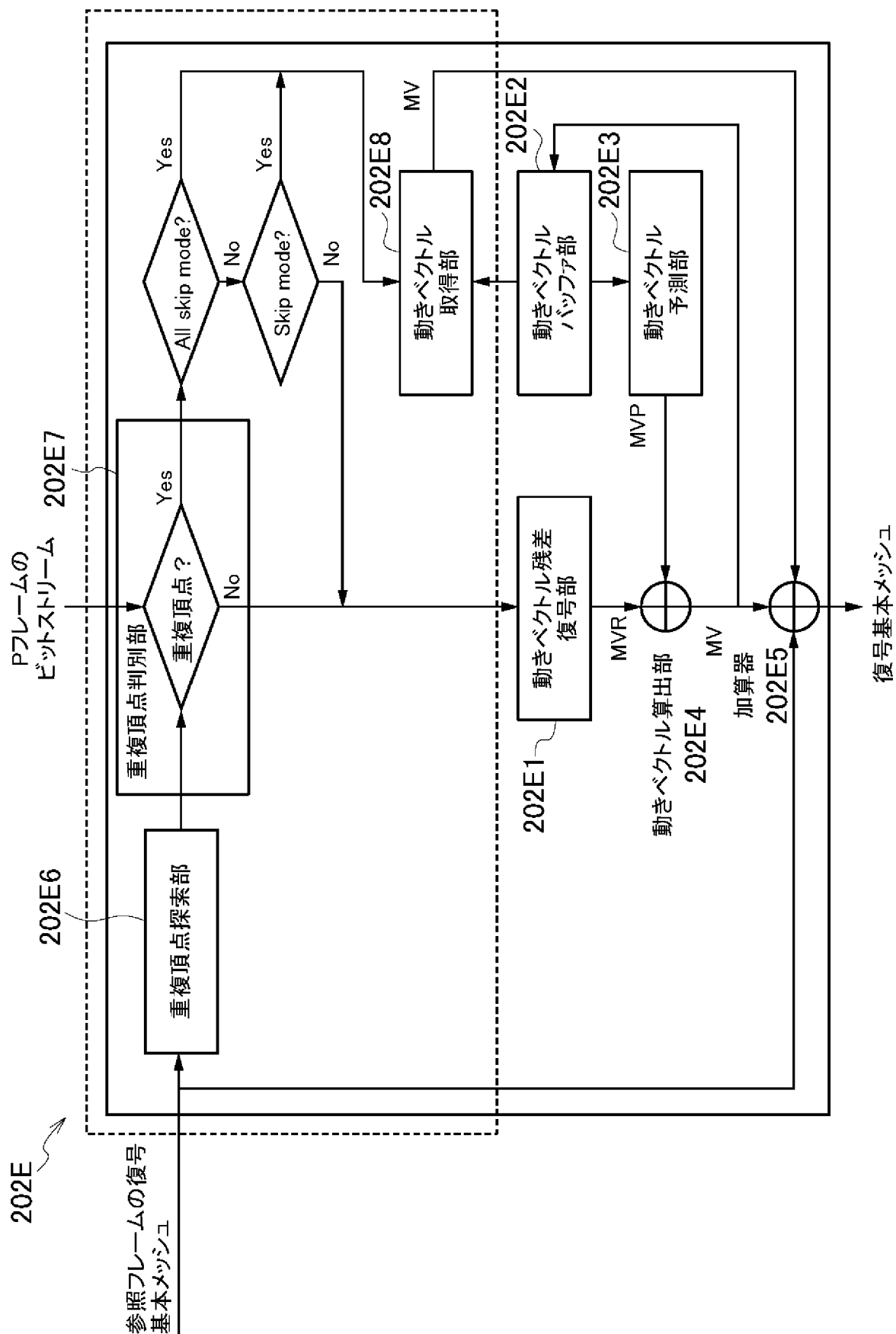
[図16]



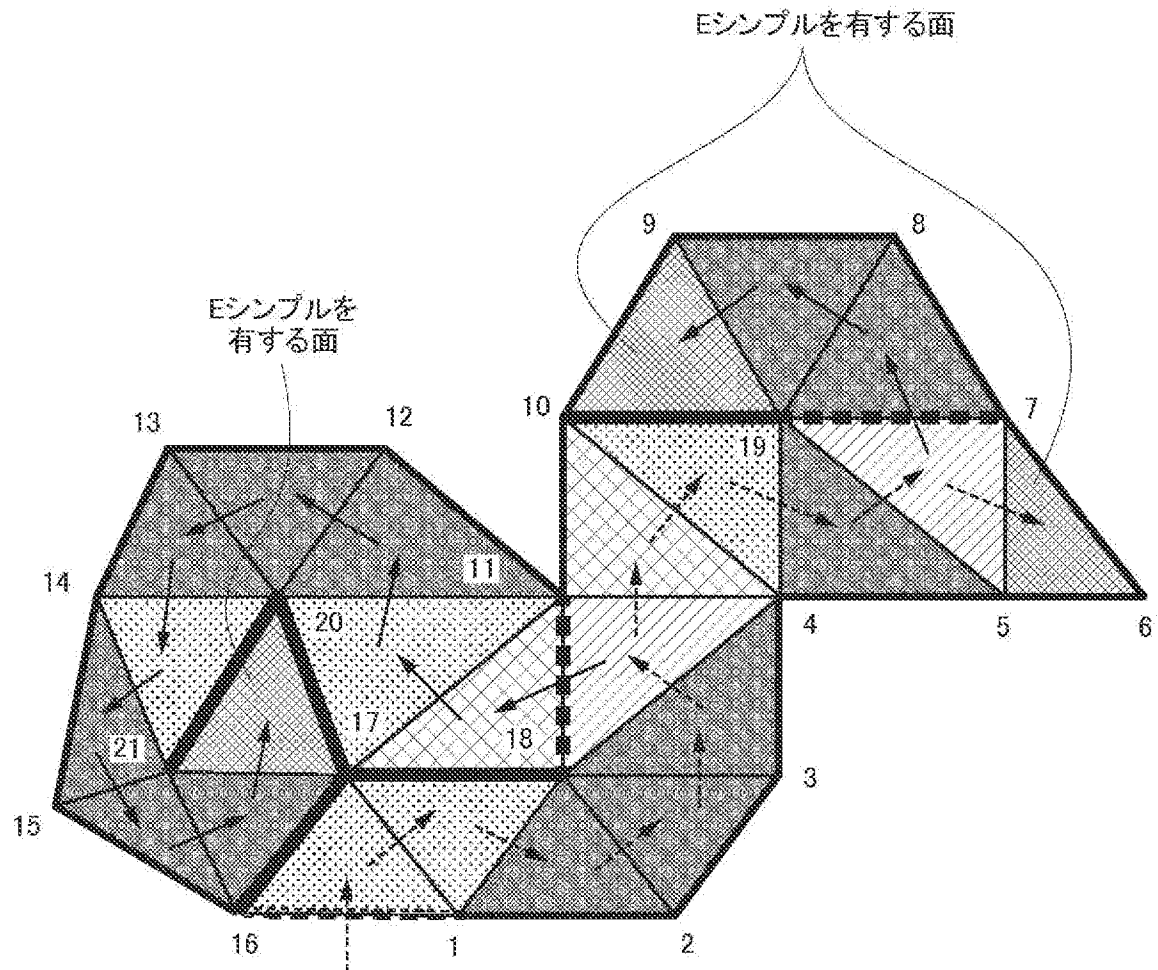
[図17]



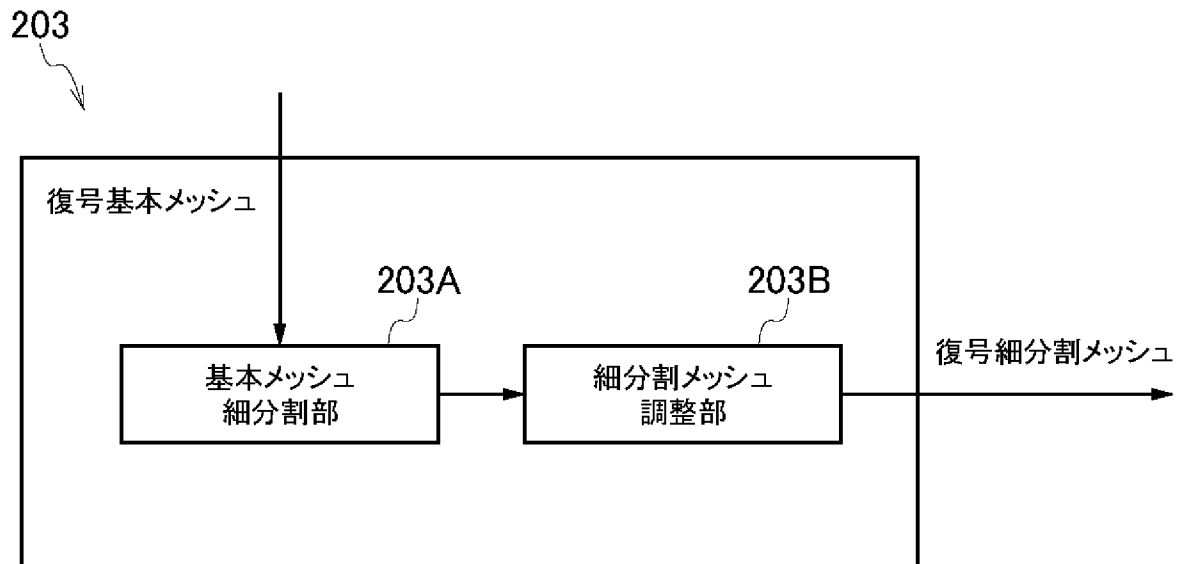
202E



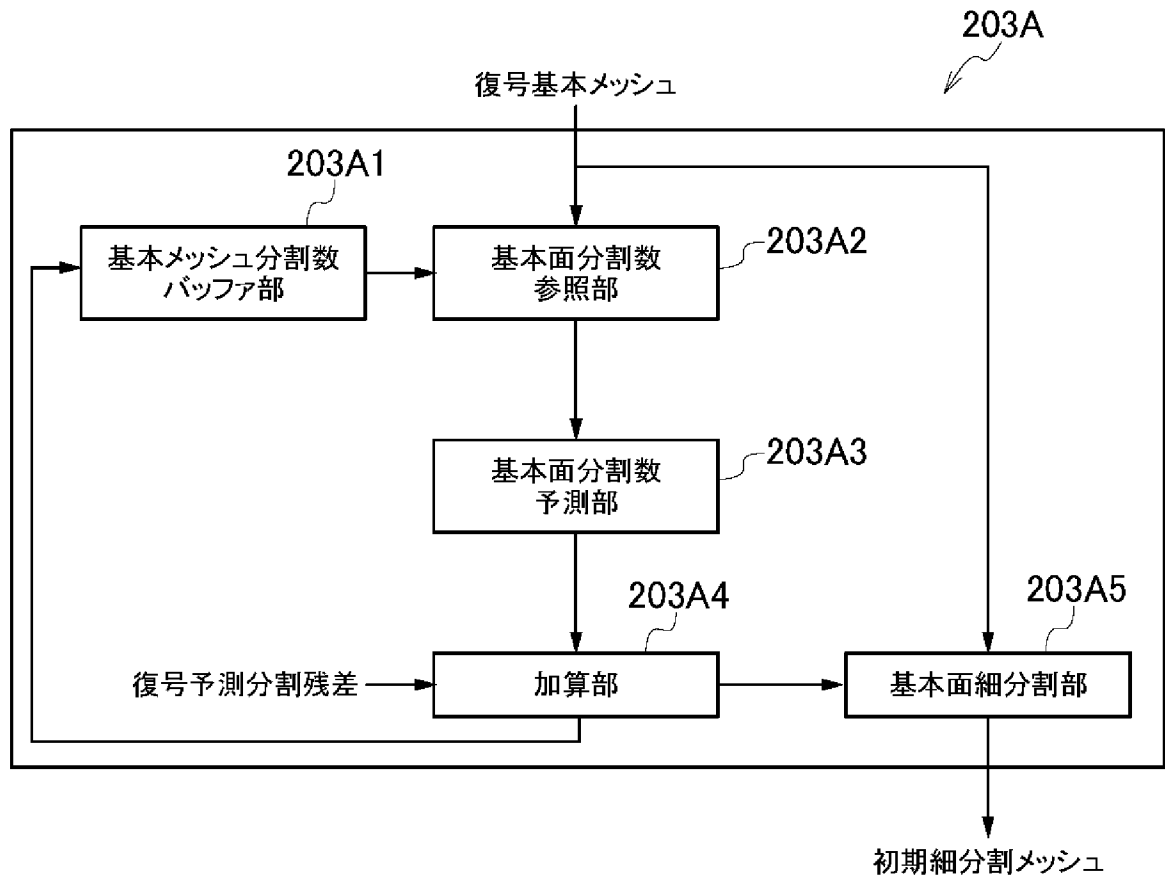
[図19]



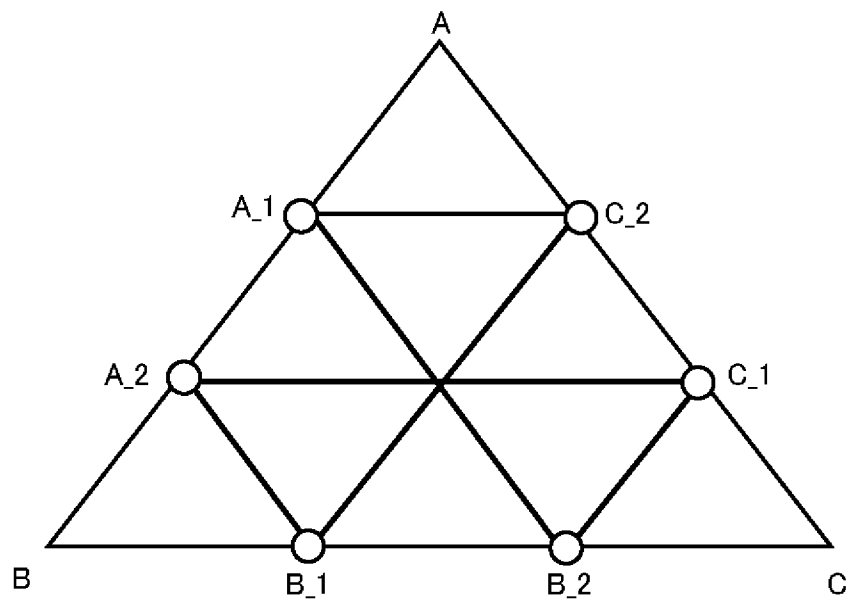
[図20]



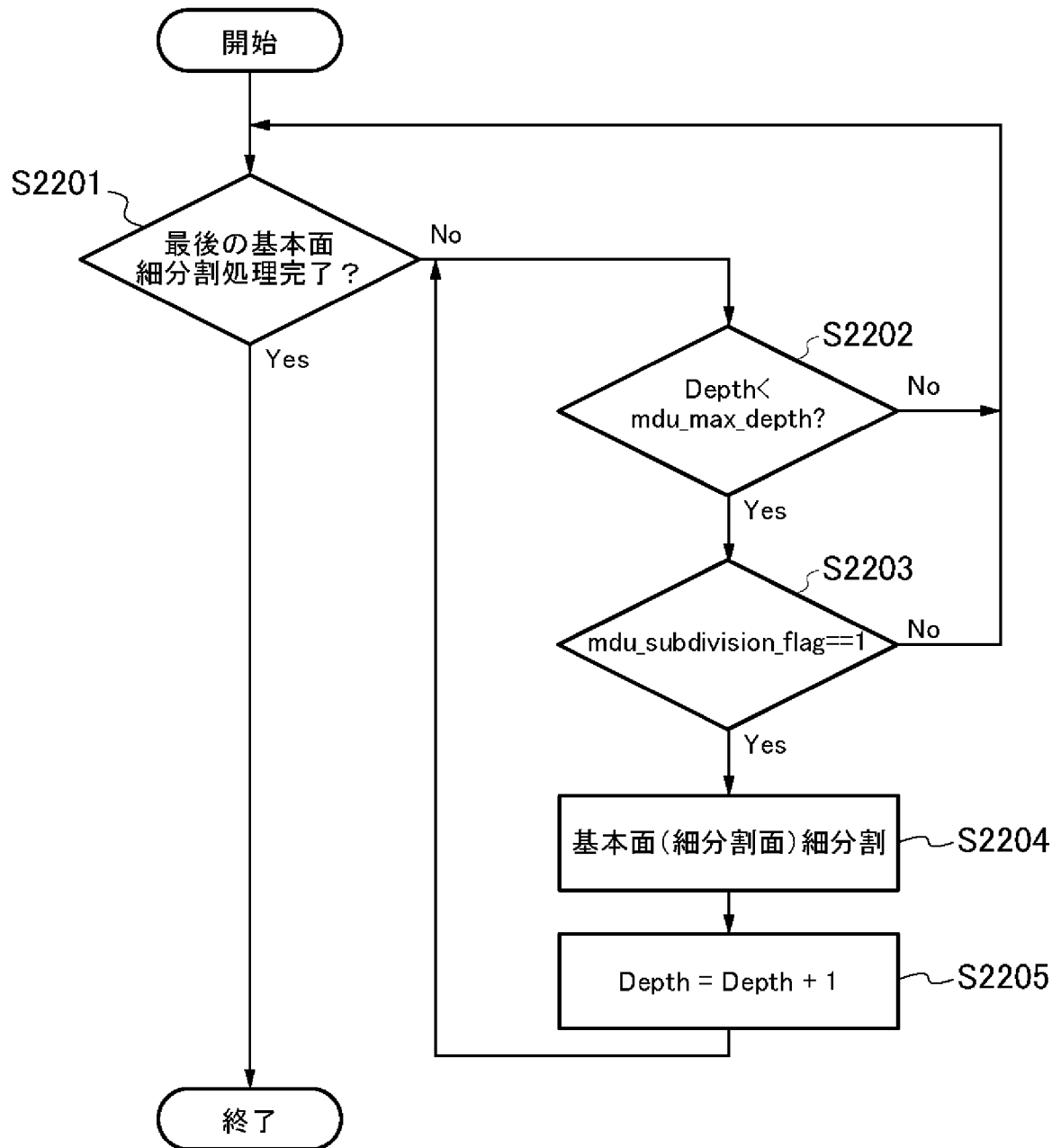
[図21]



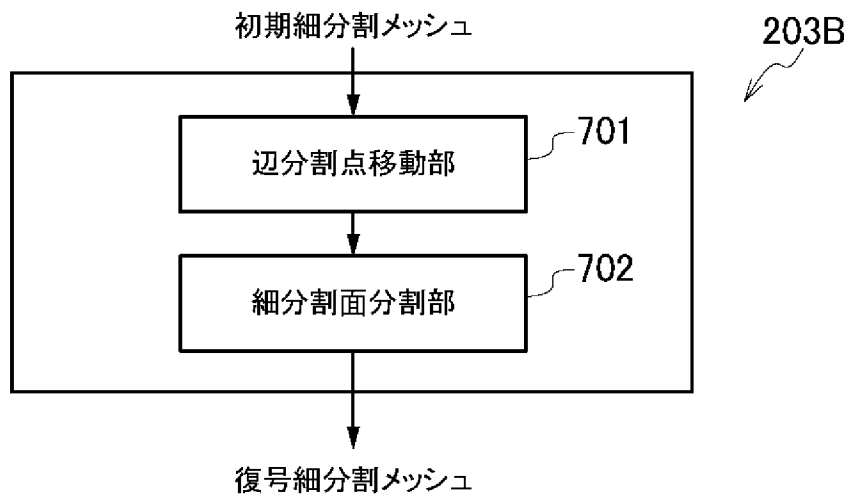
[図22]



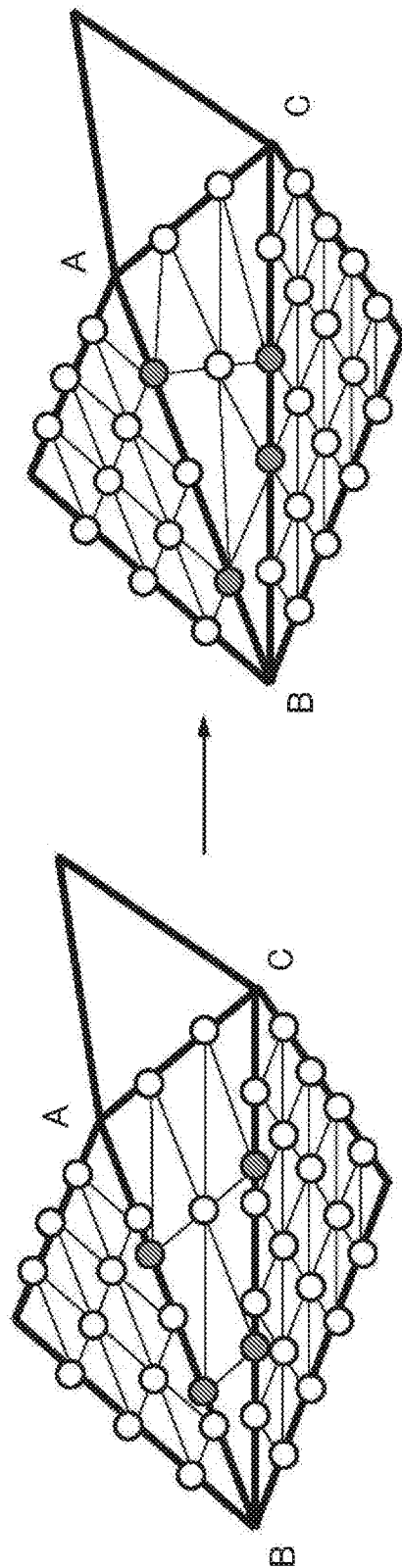
[図23]



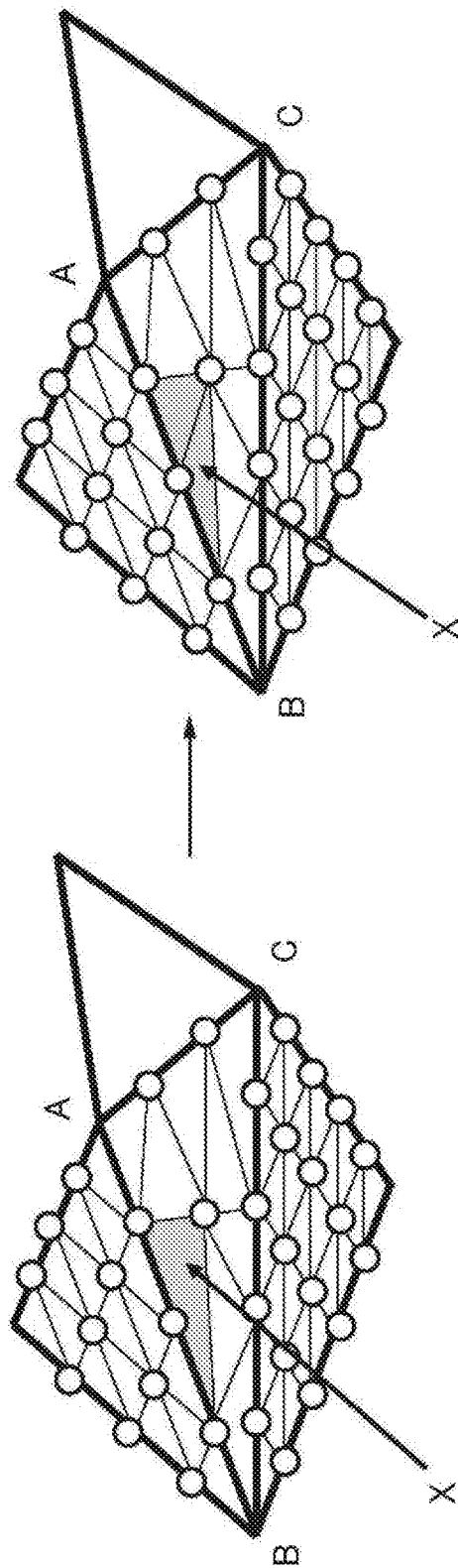
[図24]



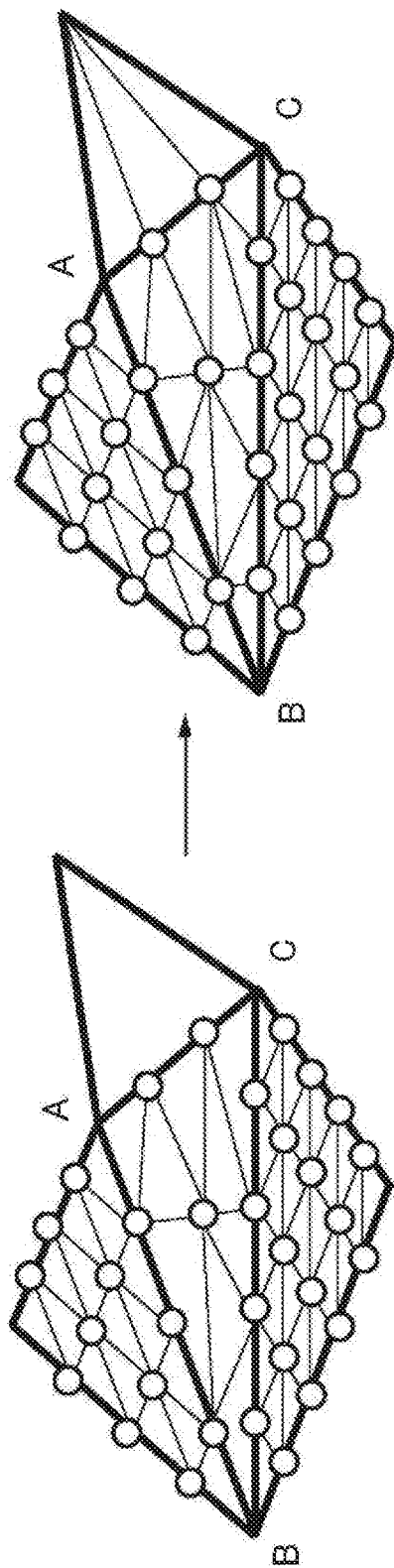
[図25]



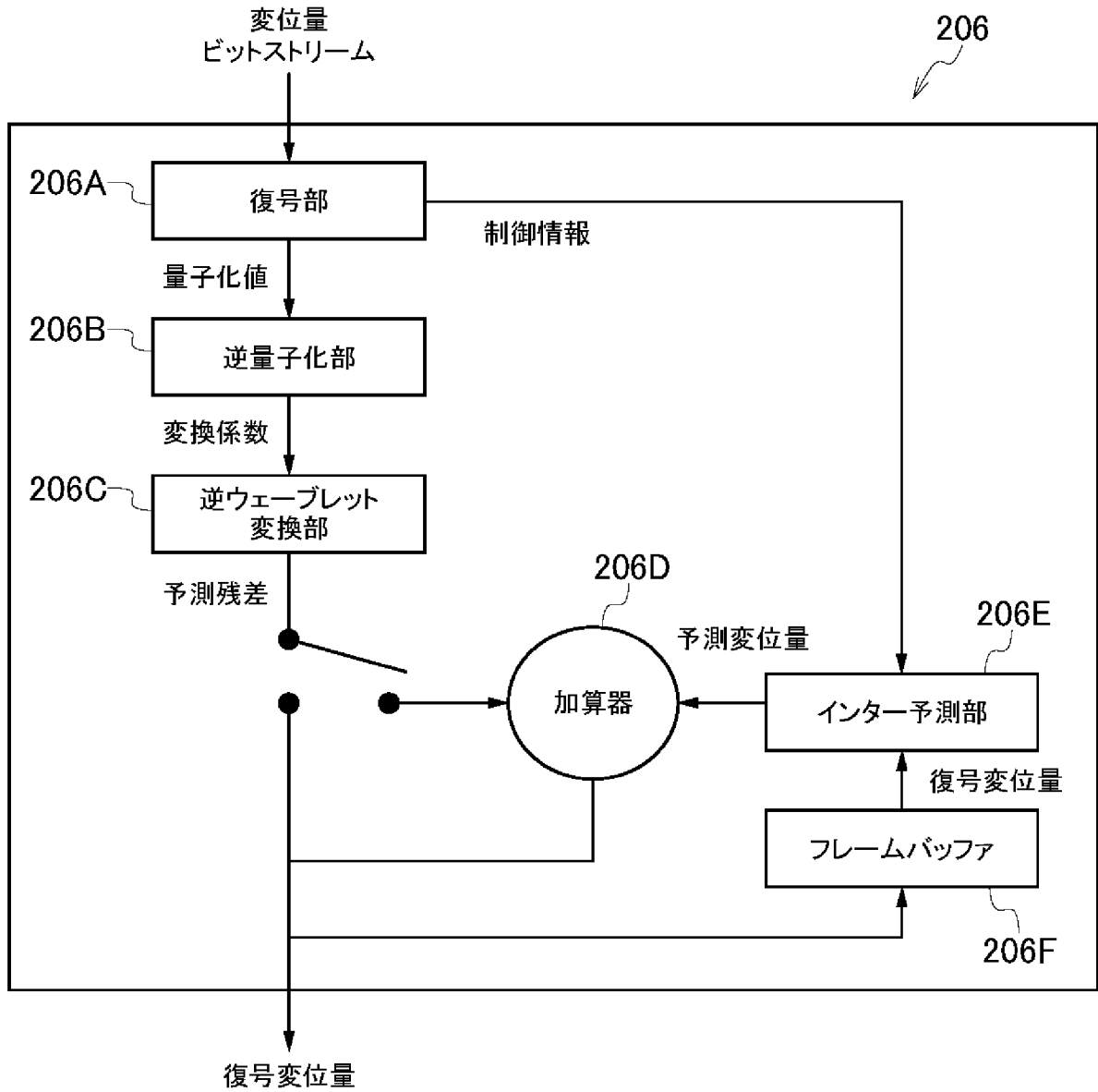
[図26]



[図27]



[図28]



[図29]

SPS	DPS	DPH	符号化された 変位量	DPH	符号化された 変位量	...
-----	-----	-----	---------------	-----	---------------	-----

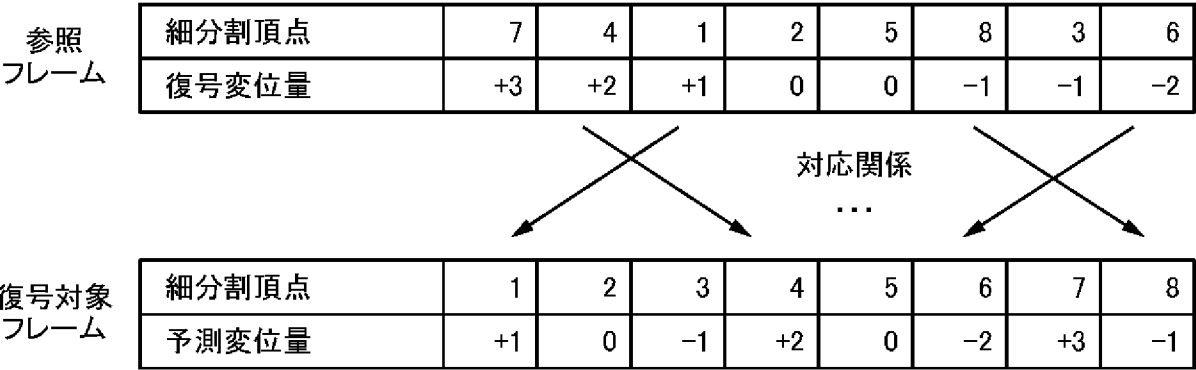
[図30]

displacement_parameter_set() {	Descriptor
dps_displacement_parameter_set_id	ue(v)
...	
interprediction_enabled_flag	u(1)
...	
}	

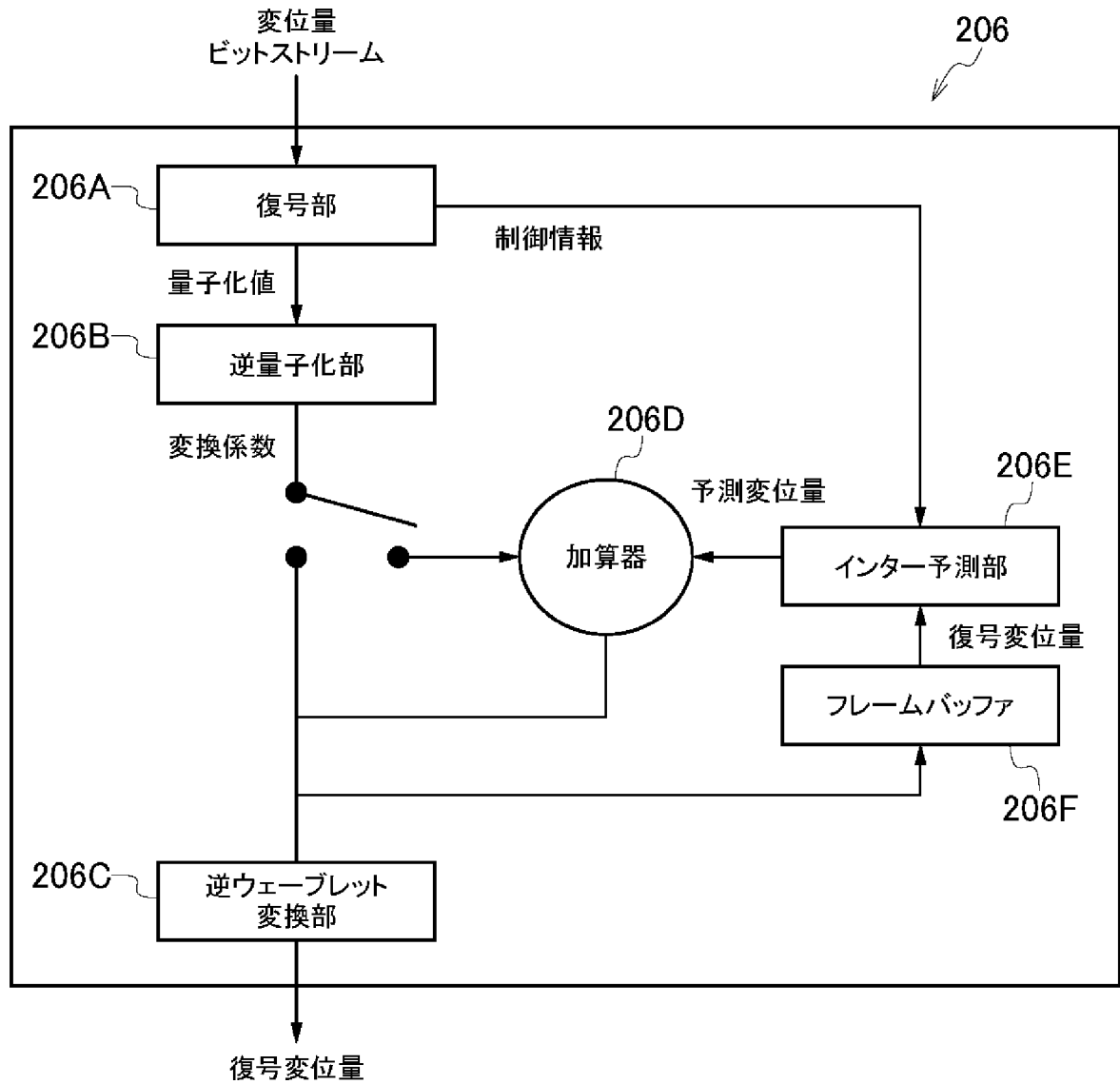
[図31]

displacement_patch_header() {	Descriptor
dph_displacement_parameter_set_id	ue(v)
...	
subdivision_method_id	u(v)
...	
patch_id	u(v)
...	
subdivided_vertex_ids?	ue(v)
...	
}	

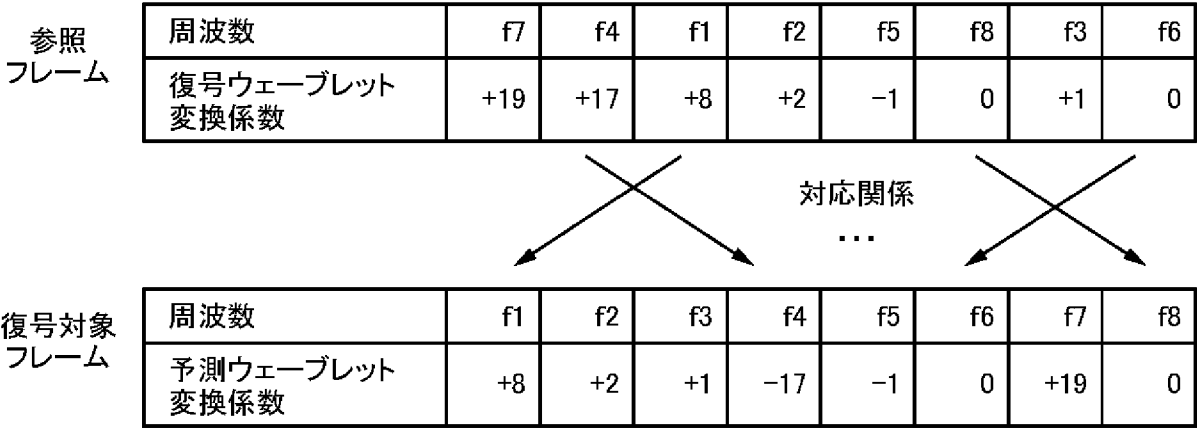
[図32]



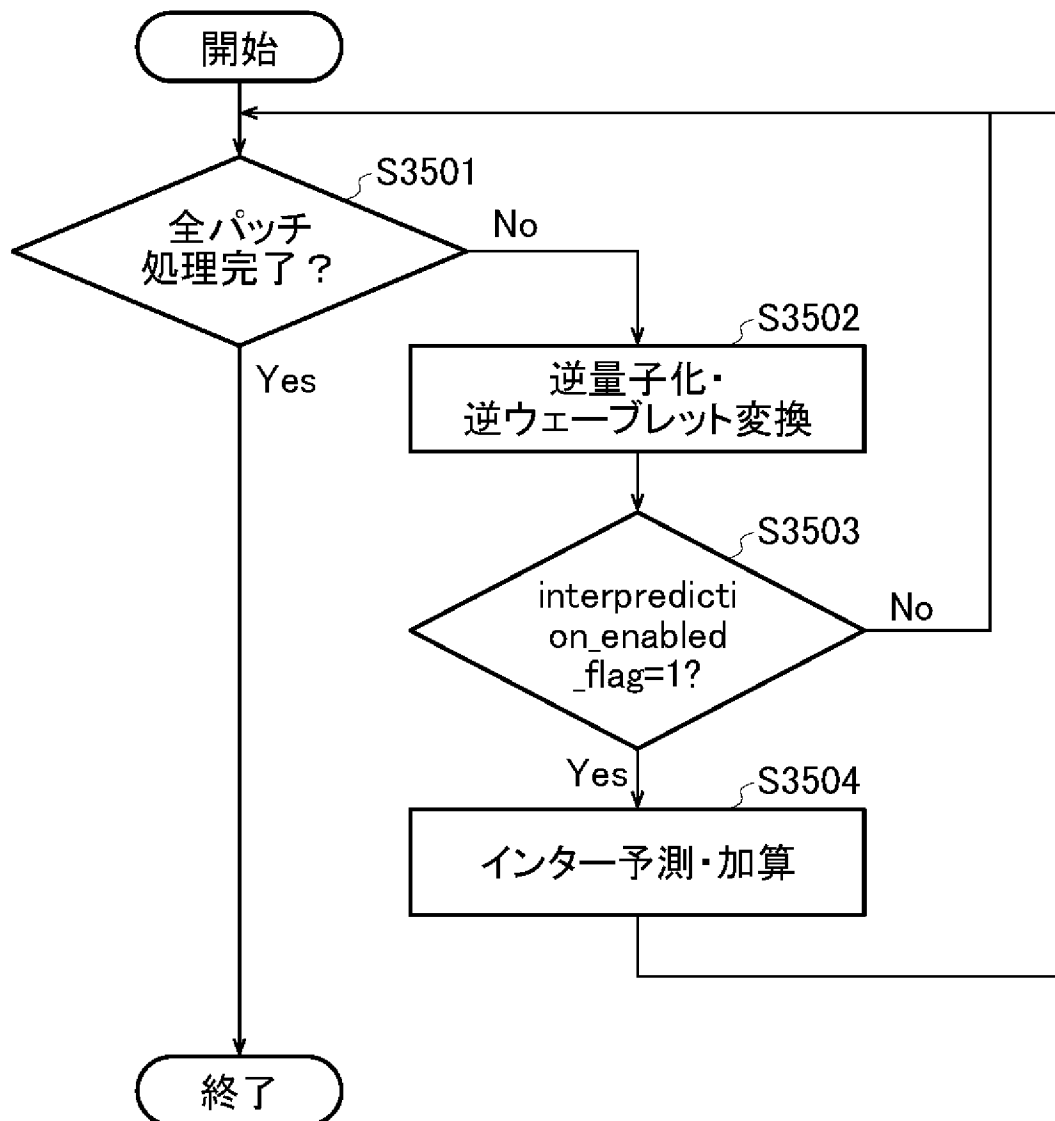
[図33]



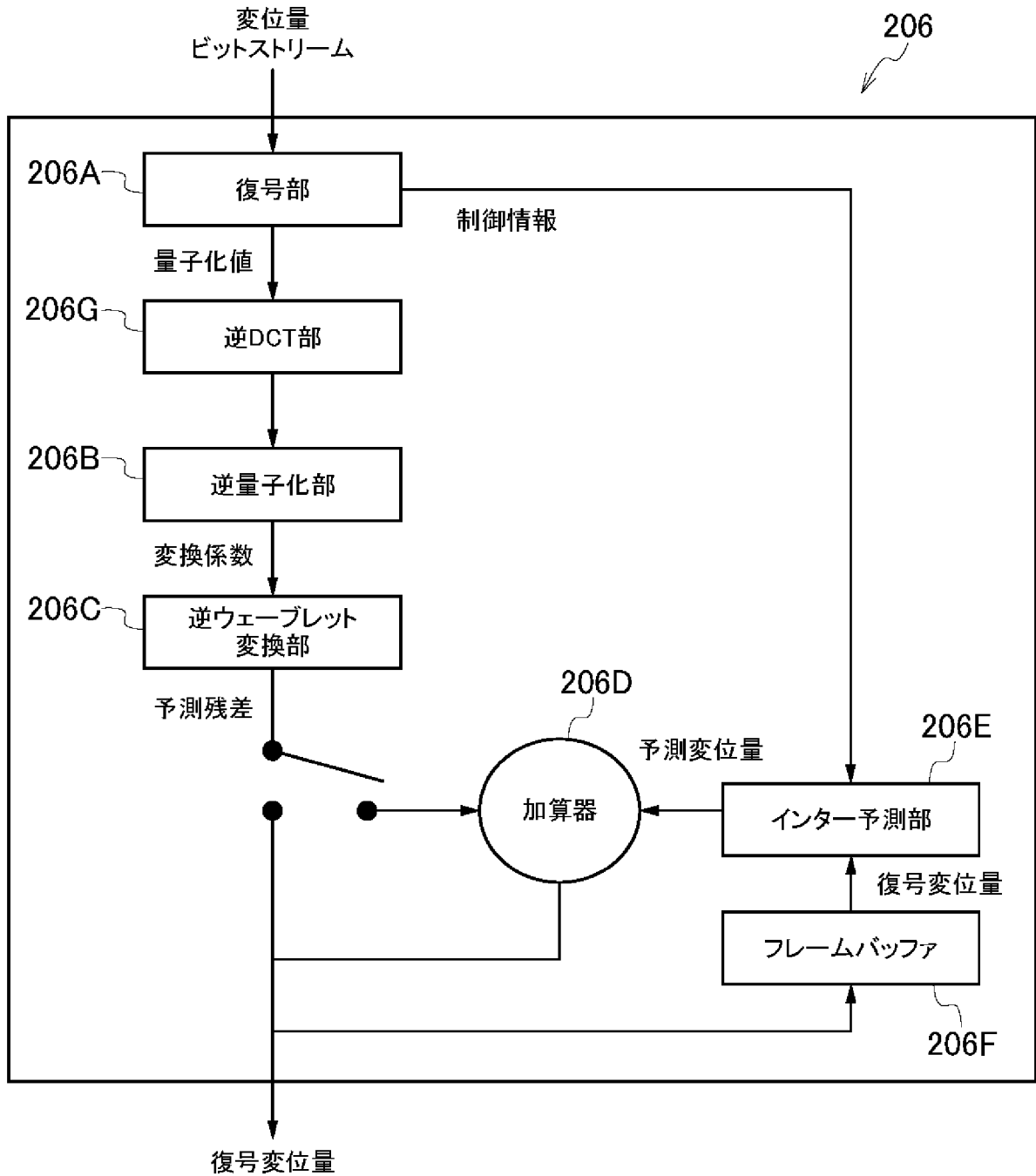
[図34]



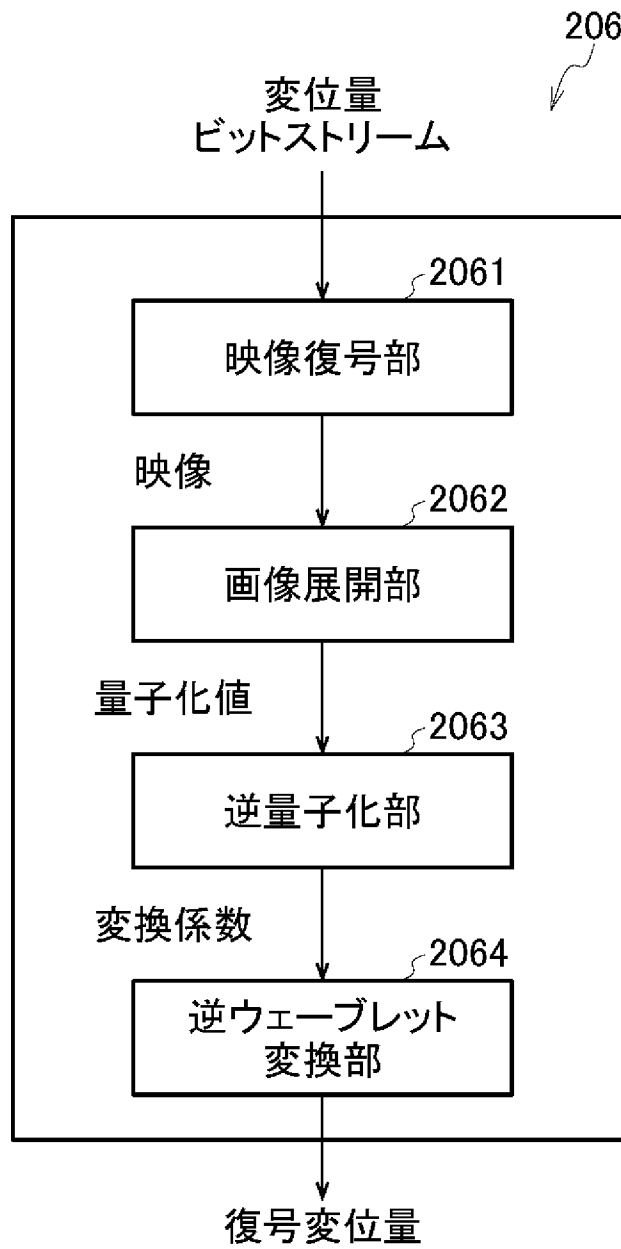
[図35]



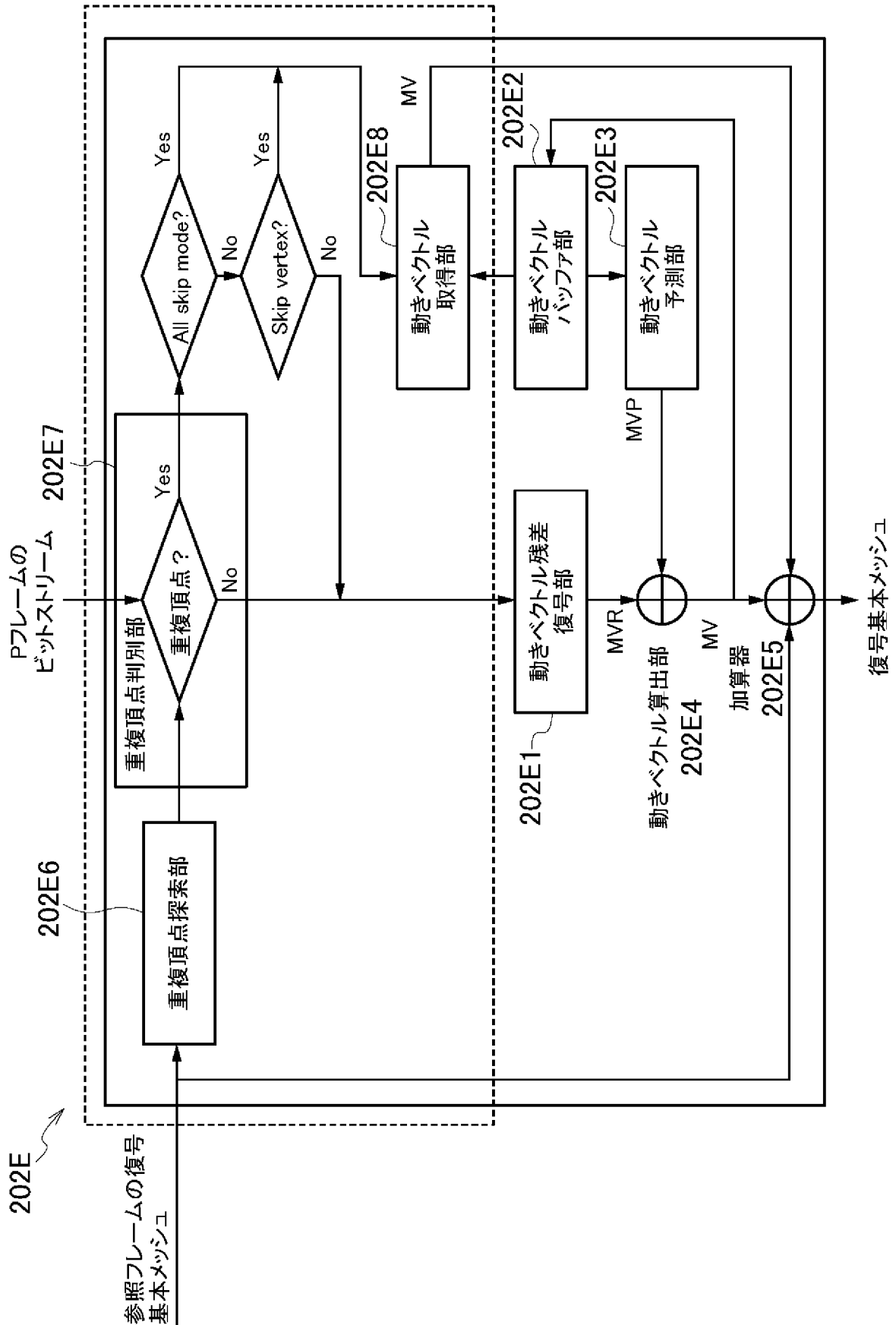
[図36]



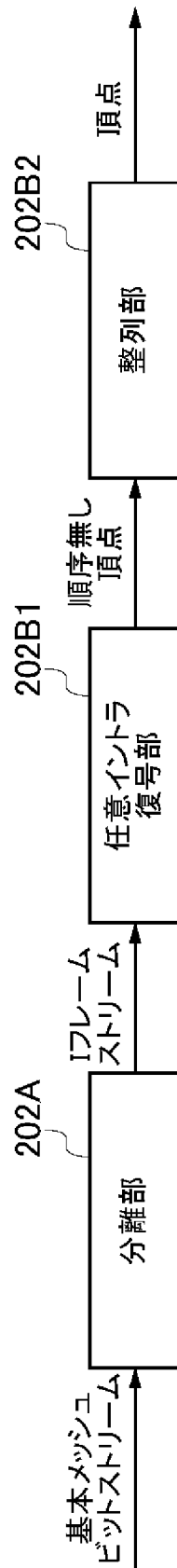
[図37]



[図38]



[図39]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/021269

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G06T 9/00**(2006.01)i

FI: G06T9/00 100

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)

G06T9/00 - 9/40

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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	WO 2018/053591 A1 (NEWSOUTH INNOVATIONS PTY LTD.) 29 March 2018 (2018-03-29) full text, all drawings	1-9
A	WO 2004/114669 A2 (FRANCE TELECOM S. A.) 29 December 2004 (2004-12-29) full text, all drawings	1-9
A	YANG, Jeong-Hyu, KIM, Chang-Su, and LEE, Sang-Uk. Compression of 3-D Triangle Mesh Sequences Based on Vertex-Wise Motion Vector Prediction. IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS FOR VIDEO TECHNOLOGY, December 2002, vol. 12, no. 12, pp. 1179 - 1184 full text, all drawings	1-9
A	WO 2010/089380 A1 (THOMSON LICENSING) 12 August 2010 (2010-08-12) full text, all drawings	1-9
A	US 8830235 B1 (ALCATEL LUCENT) 09 September 2014 (2014-09-09) full text, all drawings	1-9

☐ 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

31 July 2023

Date of mailing of the international search report

15 August 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/021269

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2018/053591	A1	29 March 2018	JP	2019-530386	A	
				US	2020/0021824	A1	
				EP	3516872	A1	
WO	2004/114669	A2	29 December 2004	JP	2006-527945	A	
				US	2007/0064099	A1	
				EP	1654882	A2	
				CA	2528709	A1	
				KR	10-2006-0015755	A	
				CN	1806443	A	
WO	2010/089380	A1	12 August 2010	JP	2012-517059	A	
				US	2011/0285708	A1	
				EP	2216750	A1	
				CN	102308318	A	
				KR	10-2011-0126110	A	
US	8830235	B1	09 September 2014	(Family: none)			

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06T 9/00(2006.01)i FI: G06T9/00 100		
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）） G06T9/00 - 9/40		
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 - 2023年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2023年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2023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	WO 2018/053591 A1 (NEWSOUTH INNOVATIONS PTY LIMITED) 29.03.2018 (2018 - 03 - 29) full text, all drawings	1-9
A	WO 2004/114669 A2 (FRANCE TELECOM S.A.) 29.12.2004 (2004 - 12 - 29) full text, all drawings	1-9
A	Jeong-Hyu Yang, Chang-Su Kim, and Sang-Uk Lee, Compression of 3-D Triangle Mesh Sequences Based on Vertex-Wise Motion Vector Prediction, IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS FOR VIDEO TECHNOLOGY, 2002.12, VOL. 12, NO. 12, pp.1179 - 1184 full text, all drawings	1-9
A	WO 2010/089380 A1 (THOMSON LICENSING) 12.08.2010 (2010 - 08 - 12) full text, all drawings	1-9
A	US 8830235 B1 (ALCATEL LUCENT) 09.09.2014 (2014 - 09 - 09) full text, all drawings	1-9
☐ 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、一般的な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抵触するものではなく、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 31.07.2023		国際調査報告の発送日 15.08.2023
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 岩井 健二 5V 9465 電話番号 03-3581-1101 内線 3541

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/021269

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2018/053591	A1	29.03.2018	JP	2019-530386	A	
				US	2020/0021824	A1	
				EP	3516872	A1	
WO	2004/114669	A2	29.12.2004	JP	2006-527945	A	
				US	2007/0064099	A1	
				EP	1654882	A2	
				CA	2528709	A1	
				KR	10-2006-0015755	A	
				CN	1806443	A	
WO	2010/089380	A1	12.08.2010	JP	2012-517059	A	
				US	2011/0285708	A1	
				EP	2216750	A1	
				CN	102308318	A	
				KR	10-2011-0126110	A	
US	8830235	B1	09.09.2014	(ファミリーなし)			