(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
2022年4月7日(07.04.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/071285 A1

(51) 国際特許分類:
G06T 17/00 (2006.01)　*G06T 9/40* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2021/035553

(22) 国際出願日：　2021年9月28日(28.09.2021)

(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 2020-164128　2020年9月29日(29.09.2020)　JP

(71) 出願人：ＫＤＤＩ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：海野 恭平(**UNNO Kyohei**)；〒3568502 埼玉県ふじみ野市大原二丁目１番１５号 株式会社ＫＤＤＩ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ＫＤＤＩ総合研究所内 Saitama (JP).

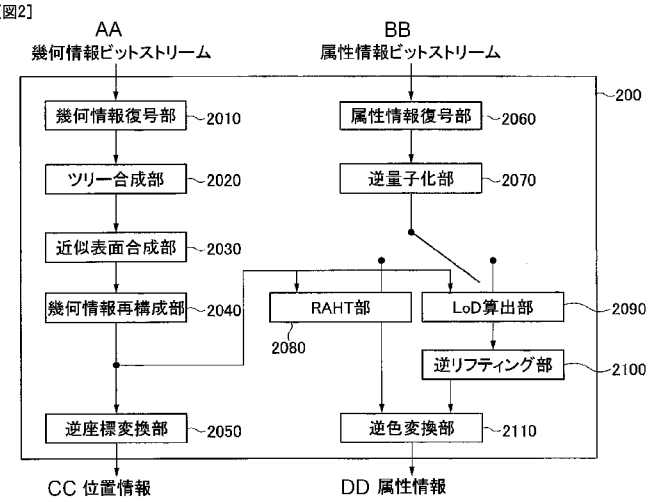
(74) 代理人：フェリシテ特許業務法人 (**FELICITE PATENT PROFESSIONAL CORPORATION**)；〒1040053 東京都中央区晴海三丁目１３番１号 ＤＥＵＸ ＴＯＵ ＲＳＥ４４１２ Tokyo (JP).

(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, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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,

(54) **Title:** POINT GROUP DECODING DEVICE, POINT GROUP DECODING METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称： 点群復号装置、点群復号方法及びプログラム

[図2]



2010 Geometric information decoding unit
2020 Tree synthesis unit
2030 Approximation surface synthesis unit
2040 Geometric information reconfiguration unit
2050 Inverse coordinate conversion unit
2060 Attribute information decoding unit
2070 Inverse quantization unit
2080 RAHT unit
2090 LoD calculation unit
2100 Inverse lifting unit
2110 Inverse color conversion unit
AA Geometric information bitstream
BB Attribute information bitstream
CC Position information
DD Attribute information

(57) **Abstract:** A point group decoding device 200 according to the present invention is provided with a geometric information decoding unit 2060 configured to decode syntax indicating the number of levels of a tree upon decoding an octree. The value of the syntax decoded by the geometric information decoding unit 2060 is no greater than a value obtained by adding a predetermined natural number to the maximum node size per slice or per data unit.

(57) 要約：本発明に係る点群復号装置２００は、Ｏｃｔｒｅｅを復号する際のツリーの階層数を示すシンタックスを復号するように構成されている幾何情報復号部２０６０を備え、幾何情報復号部２０６０によって復号されるシンタックスの値は、１スライス或いは１データユニットあたりの最大ノードサイズに所定の自然数を加えた値以下となる。

[続葉有]

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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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)）

明　細　書

発明の名称 ： 点群復号装置、点群復号方法及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、点群復号装置、点群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、ノード間の間隔を制御するシンタックスを指数ゴロム符号を用いて復号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：Ｇ-ＰＣＣ　Ｆｕｔｕｒｅ　Ｅｎｈａｎｃｅｍｅｎｔ、ＩＳＯ/ＩＥＣ/　ＪＴＣ１/ＳＣ２９/ＷＧ１１　Ｎ１９３２８

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、非特許文献１では、ノード間の間隔を制御するシンタックスが取り得る値の範囲が規定されていない。指数ゴロム符号は、理論的には、符号語のビット数を無限に増やしていくことで、無限に取り得る値を増やすことができる。よって、かかるシンタックスに係るビット数が無限に増えてしまう可能性があるという問題点があった。

[0005] 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、仕様において現実的に処理可能なノード間隔の値を明確に定義し、かかる仕様に対応した装置の実装を容易にし、かかる仕様に違反しているビットストリームの検出を容易にすることができる点群復号装置、点群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

[0006] 本発明の第１の特徴は、点群復号装置であって、ノード間の間隔を制御するシンタックスを復号するように構成されている復号部を備え、前記復号部によって復号される前記シンタックスの値は、０以上となることを要旨とす

る。

[0007] 本発明の第２の特徴は、点群復号装置であって、Ｏｃｔｒｅｅを復号する際のツリーの階層数を示すシンタックスを復号するように構成されている幾何情報復号部を備え、前記幾何情報復号部によって復号される前記シンタックスの値は、１スライス或いは１データユニットあたりの最大ノードサイズに所定の自然数を加えた値以下となることを要旨とする。

[0008] 本発明の第３の特徴は、点群復号装置であって、Ｔｒｉｓｏｕｐを適用するノードサイズを示すシンタックスを復号するように構成されている幾何情報復号部を備え、前記幾何情報復号部によって復号される前記シンタックスの値は、対応するスライス或いはデータユニットの最大ノードサイズ以下となることを要旨とする。

[0009] 本発明の第４の特徴は、点群復号装置であって、Ｔｒｉｓｏｕｐを適用するノードサイズを示すシンタックスを復号するように構成されている幾何情報復号部を備え、前記幾何情報復号部によって復号される前記シンタックスの値は、対応するスライス或いはデータユニットのルートノードサイズ以下となることを要旨とする。

[0010] 本発明の第５の特徴は、点群復号方法であって、ノード間の間隔を制御するシンタックスを復号する工程を有し、前記工程において復号される前記シンタックスの値は、０以上となることを要旨とする。

[0011] 本発明の第６の特徴は、点群復号装置で用いるプログラムであって、コンピュータに、ノード間の間隔を制御するシンタックスを復号する工程を実行させ、前記工程において復号される前記シンタックスの値は、０以上となることを要旨とする。

[0012] 本発明の第７の特徴は、点群復号方法であって、Ｏｃｔｒｅｅを復号する際のツリーの階層数を示すシンタックスを復号する工程を備え、前記工程において復号される前記シンタックスの値は、１スライス或いは１データユニットあたりの最大ノードサイズに所定の自然数を加えた値以下となることを要旨とする。

[0013] 本発明の第８の特徴は、コンピュータを、点群復号装置として機能させるプログラムであって、前記点群復号装置は、Ｏｃｔｒｅｅを復号する際のツリーの階層数を示すシンタックスを復号するように構成されている幾何情報復号部を備え、前記幾何情報復号部によって復号される前記シンタックスの値は、１スライス或いは１データユニットあたりの最大ノードサイズに所定の自然数を加えた値以下となることを要旨とする。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、仕様に対応した装置の実装を容易にし、かかる仕様に違反しているビットストリームの検出を容易にすること点群復号装置、点群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

[0015] [図1]一実施形態に係る点群処理システム１０の構成の一例を示す図である。

[図2]一実施形態に係る点群復号装置２００の機能ブロックの一例を示す図である。

[図3]一実施形態に係る点群復号装置２００の幾何情報復号部２０１０で受信する符号化データ（ビットストリーム）の構成の一例である。

[図4]一実施形態に係るＧＰＳ２０１１のシンタックス構成の一例である。

[図5]一実施形態に係るＧＳＨ２０１２Ａ及び２０１２Ｂのシンタックス構成の一例である

[図6]一実施形態に係る点群復号装置２００のツリー合成部２０２０の処理の一例を示すフローチャートである。

[図7]一実施形態に係る点群復号装置２００の属性情報復号部２０６０で受信する符号化データ（ビットストリーム）の構成の一例である。

[図8]一実施形態に係るＳＰＳ２００１のシンタックス構成の一例である。

[図9]一実施形態に係るＡＰＳ２０６１のシンタックス構成の一例である。

発明を実施するための形態

[0016] 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。

[0017]（第１実施形態）

以下、図１～図９を参照して、本発明の第１実施形態に係る点群処理システム１０について説明する。図１は、本実施形態に係る実施形態に係る点群処理システム１０を示す図である。

[0018] 図１に示すように、点群処理システム１０は、点群符号化装置１００及び点群復号装置２００を有する。

[0019] 点群符号化装置１００は、入力点群信号を符号化することによって符号化データ（ビットストリーム）を生成するように構成されている。点群復号装置２００は、ビットストリームを復号することによって出力点群信号を生成するように構成されている。

[0020] なお、入力点群信号及び出力点群信号は、点群内の各点の位置情報と属性情報とから構成される。属性情報は、例えば、各点の色情報や反射率である。

[0021] ここで、かかるビットストリームは、点群符号化装置１００から点群復号装置２００に対して伝送路を介して送信されてもよい。また、ビットストリームは、記憶媒体に格納された上で、点群符号化装置１００から点群復号装置２００に提供されてもよい。

[0022]（点群復号装置２００）

以下、図２を参照して、本実施形態に係る点群復号装置２００について説明する。図２は、本実施形態に係る点群復号装置２００の機能ブロックの一例について示す図である。

[0023] 図２に示すように、点群復号装置２００は、幾何情報復号部２０１０と、ツリー合成部２０２０と、近似表面合成部２０３０と、幾何情報再構成部２０４０と、逆座標変換部２０５０と、属性情報復号部２０６０と、逆量子化部２０７０と、ＲＡＨＴ部２０８０と、ＬｏＤ算出部２０９０と、逆リフテ

ィング部２１００と、逆色変換部２１１０とを有する。

[0024] 幾何情報復号部２０１０は、点群符号化装置１００から出力されるビットストリームのうち、幾何情報に関するビットストリーム（幾何情報ビットストリーム）を入力とし、シンタックスを復号するように構成されている。

[0025] 復号処理は、例えば、コンテキスト適応二値算術復号処理である。ここで、例えば、シンタックスは、位置情報の復号処理を制御するための制御データ（フラグやパラメータ）を含む。

[0026] ツリー合成部２０２０は、幾何情報復号部２０１０によって復号された制御データ及び後述するツリー内のどのノードに点群が存在するかを示すｏｃｃｕｐａｎｃｙ　ｃｏｄｅを入力として、復号対象空間内のどの領域に点が存在するかというツリー情報を生成するように構成されている。

[0027] 本処理は、復号対象空間を直方体で区切り、ｏｃｃｕｐａｎｃｙ　ｃｏｄｅを参照して各直方体内に点が存在するかを判断し、点が存在する直方体を複数の直方体に分割し、ｏｃｃｕｐａｎｃｙ　ｃｏｄｅを参照するという処理を再帰的に繰り返すことで、ツリー情報を生成することができる。

[0028] 本実施形態では、上述の直方体を常に立方体として８分木分割を再帰的に行う「Ｏｃｔｒｅｅ」と呼ばれる手法、及び、８分木分割に加え、４分木分割及び２分木分割を行う「ＱｔＢｔ」と呼ばれる手法を使用することができる。「ＱｔＢｔ」を使用するか否かは、制御データとして点群符号化装置１００側から伝送される。

[0029] 或いは、制御データによってＰｒｅｄｉｃｉｔｉｖｅ　ｃｏｄｉｎｇを使用するように指定された場合、ツリー合成部２０２０は、点群符号化装置１００において決定した任意のツリー構成に基づいて各点の座標を復号するように構成されている。

[0030] 近似表面合成部２０３０は、ツリー合成部２０２０によって生成されたツリー情報を用いて、近似表面情報を生成するように構成されている。

[0031] 近似表面情報は、例えば、物体の３次元点群データを復号する際等において、点群が物体表面に密に分布しているような場合に、個々の点群を復号す

るのではなく、点群の存在領域を小さな平面で近似して表現したものである。

[0032] 具体的には、近似表面合成部２０３０は、例えば、「Ｔｒｉｓｏｕｐ」と呼ばれる手法で、近似表面情報を生成することができる。「Ｔｒｉｓｏｕｐ」の具体的な処理としては、例えば、非特許文献１に記載の方法を用いることができる。また、Ｌｉｄａｒ等で取得した疎な点群を復号する場合は、本処理を省略することができる。

[0033] 幾何情報再構成部２０４０は、ツリー合成部２０２０によって生成されたツリー情報及び近似表面合成部２０３０によって生成された近似表面情報を元に、復号対象の点群データの各点の幾何情報（復号処理が仮定している座標系における位置情報）を再構成するように構成されている。

[0034] 逆座標変換部２０５０は、幾何情報再構成部２０４０によって再構成された幾何情報を入力として、復号処理が仮定している座標系から、出力点群信号の座標系に変換を行い、位置情報を出力するように構成されている。

[0035] 属性情報復号部２０６０は、点群符号化装置１００から出力されるビットストリームのうち、属性情報に関するビットストリーム（属性情報ビットストリーム）を入力とし、シンタックスを復号するように構成されている。

[0036] 復号処理は、例えば、コンテキスト適応二値算術復号処理である。ここで、例えば、シンタックスは、属性情報の復号処理を制御するための制御データ（フラグ及びパラメータ）を含む。

[0037] また、属性情報復号部２０６０は、復号したシンタックスから、量子化済み残差情報を復号するように構成されている。

[0038] 逆量子化部２０７０は、属性情報復号部２０６０によって復号された量子化済み残差情報と、属性情報復号部２０６０によって復号された制御データの一つである量子化パラメータとを元に、逆量子化処理を行い、逆量子化済み残差情報を生成するように構成されている。

[0039] 逆量子化済み残差情報は、復号対象の点群の特徴に応じて、ＲＡＨＴ部２０８０及びＬｏＤ算出部２０９０のいずれかに出力される。いずれに出力さ

れるかは、属性情報復号部２０６０によって復号される制御データによって指定される。

[0040] ＲＡＨＴ部２０８０は、逆量子化部２０７０によって生成された逆量子化済み残差情報及び幾何情報再構成部２０４０によって生成された幾何情報を入力とし、ＲＡＨＴ（Ｒｅｇｉｏｎ Ａｄａｐｔｉｖｅ Ｈｉｅｒａｒｃｈｉｃａｌ Ｔｒａｎｓｆｏｒｍ）と呼ばれるＨａａｒ変換（復号処理においては、逆Ｈａａｒ変換）の一種を用いて、各点の属性情報を復号するように構成されている。ＲＡＨＴの具体的な処理としては、例えば、非特許文献１に記載の方法を用いることができる。

[0041] ＬｏＤ算出部２０９０は、幾何情報再構成部２０４０によって生成された幾何情報を入力とし、ＬｏＤ（Ｌｅｖｅｌ ｏｆ Ｄｅｔａｉｌ）を生成するように構成されている。

[0042] ＬｏＤは、ある点の属性情報から、他のある点の属性情報を予測し、予測残差を符号化或いは復号するといった予測符号化を実現するための参照関係（参照する点及び参照される点）を定義するための情報である。

[0043] 言い換えると、ＬｏＤは、幾何情報に含まれる各点を複数のレベルに分類し、下位のレベルに属する点については上位のレベルに属する点の属性情報を用いて属性を符号化或いは復号するといった階層構造を定義した情報である。

[0044] ＬｏＤの具体的な決定方法としては、例えば、非特許文献１に記載の方法を用いてもよい。

[0045] 逆リフティング部２１００は、ＬｏＤ算出部２０９０によって生成されたＬｏＤ及び逆量子化部２０７０によって生成された逆量子化済み残差情報を用いて、ＬｏＤで規定した階層構造に基づいて各点の属性情報を復号するように構成されている。逆リフティングの具体的な処理としては、例えば、非特許文献１に記載の方法を用いることができる。

[0046] 逆色変換部２１１０は、復号対象の属性情報が色情報であり且つ点群符号化装置１００側で色変換が行われていた場合に、ＲＡＨＴ部２０８０又は逆

リフティング部２１００から出力される属性情報に逆色変換処理を行うように構成されている。かかる逆色変換処理の実行の有無については、属性情報復号部２０６０によって復号された制御データによって決定される。

[0047] 点群復号装置２００は、以上の処理により、点群内の各点の属性情報を復号して出力するように構成されている。

[0048]（幾何情報復号部２０１０）

以下、図３～図４を用いて幾何情報復号部２０１０で復号される制御データについて説明する。

[0049] 図３は、幾何情報復号部２０１０で受信する符号化データ（ビットストリーム）の構成の一例である。

[0050] 第１に、ビットストリームは、ＧＰＳ２０１１を含んでいてもよい。ＧＰＳ２０１１は、ジオメトリパラメータセットとも呼ばれ、幾何情報の復号に関する制御データの集合である。具体例については後述する。各ＧＰＳ２０１１は、複数のＧＰＳ２０１１が存在する場合に個々を識別するためのＧＰＳ　ｉｄ情報を少なくとも含む。

[0051] 第２に、ビットストリームは、ＧＳＨ２０１２Ａ/２０１２Ｂを含んでいてもよい。ＧＳＨ２０１２Ａ/２０１２Ｂは、ジオメトリスライスヘッダ或いはジオメトリデータユニットヘッダとも呼ばれ、後述するスライスに対応する制御データの集合である。以降では、スライスという呼称を用いて説明するが、スライスをデータユニットと読み替えることもできる。具体例については後述する。ＧＳＨ２０１２Ａ/２０１２Ｂは、各ＧＳＨ２０１２Ａ/２０１２Ｂに対応するＧＰＳ２０１１を指定するためのＧＰＳ　ｉｄ情報を少なくとも含む。

[0052] 第３に、ビットストリームは、ＧＳＨ２０１２Ａ/２０１２Ｂの次に、スライスデータ２０１３Ａ/２０１３Ｂを含んでいてもよい。スライスデータ２０１３Ａ/２０１３Ｂには、幾何情報を符号化したデータが含まれている。スライスデータ２０１３Ａ/２０１３Ｂの一例としては、後述するｏｃｃｕｐａｎｃｙ　ｃｏｄｅが挙げられる。

[0053] 以上のように、ビットストリームは、各スライスデータ２０１３Ａ/２０１３Ｂに、１つずつＧＳＨ２０１２Ａ/２０１２Ｂ及びＧＰＳ２０１１が対応する構成となる。

[0054] 上述のように、ＧＳＨ２０１２Ａ/２０１２Ｂにて、どのＧＰＳ２０１１を参照するかをＧＰＳ　ｉｄ情報で指定するため、複数のスライスデータ２０１３Ａ/２０１３Ｂに対して共通のＧＰＳ２０１１を用いることができる。

[0055] 言い換えると、ＧＰＳ２０１１は、スライスごとに必ずしも伝送する必要がない。例えば、図３のように、ＧＳＨ２０１２Ｂ及びスライスデータ２０１３Ｂの直前では、ＧＰＳ２０１１を符号化しないようなビットストリームの構成とすることもできる。

[0056] なお、図３の構成は、あくまで一例である。各スライスデータ２０１３Ａ/２０１３Ｂに、ＧＳＨ２０１２Ａ/２０１２Ｂ及びＧＰＳ２０１１が対応する構成となっていれば、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。例えば、図３に示すように、ビットストリームは、シーケンスパラメータセット（ＳＰＳ）２００１を含んでいてもよい。また、同様に、伝送に際して、図３と異なる構成に整形されてもよい。更に、後述する属性情報復号部２０６０で復号されるビットストリームと合成して単一のビットストリームとして伝送されてもよい。

[0057] 図４は、ＧＰＳ２０１１のシンタックス構成の一例である。

[0058] なお、以下で説明するシンタックス名は、あくまで一例である。以下で説明したシンタックスの機能が同様であれば、シンタックス名は異なっていても差し支えない。

[0059] ＧＰＳ２０１１は、各ＧＰＳ２０１１を識別するためのＧＰＳ　ｉｄ情報（ｇｐｓ＿ｇｅｏｍ＿ｐａｒａｍｅｔｅｒ＿ｓｅｔ＿ｉｄ）を含んでもよい。

[0060] なお、図４の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。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（１）は、１ビットのフラグであることを意味する。

[0061] ＧＰＳ２０１１は、ツリー合成部２０２０でＰｒｅｄｉｃｉｔｉｖｅ ｃｏｄｉｎｇを使用するかどうかを制御するためのフラグ（ｇｅｏｍ＿ｔｒｅｅ＿ｔｙｐｅ）を含んでもよい。

[0062] 例えば、ｇｅｏｍ＿ｔｒｅｅ＿ｔｙｐｅの値が「１」の場合は、Ｐｒｅｄｉｃｉｔｉｖｅ ｃｏｄｉｎｇを使用すると定義し、ｇｅｏｍ＿ｔｒｅｅ＿ｔｙｐｅの値が「０」の場合は、Ｐｒｅｄｉｃｉｔｉｖｅ ｃｏｄｉｎｇを使用せず，代わりに「Ｏｃｔｒｅｅ」（「ＱｔＢｔ」を使用する場合も含む）を使用するように定義されていてもよい。

[0063] ＧＰＳ２０１１は、近似表面合成部２０３０においてＴｒｉｓｏｕｐを用いるか否かを制御するフラグ（ｔｒｉｓｏｕｐ＿ｅｎａｂｌｅｄ＿ｆｌａｇ）を含んでもよい。

[0064] 例えば、ｔｒｉｓｏｕｐ＿ｅｎａｂｌｅｄ＿ｆｌａｇの値が「１」の場合は、Ｔｒｉｓｏｕｐを使用すると定義し、ｔｒｉｓｏｕｐ＿ｅｎａｂｌｅｄ＿ｆｌａｇの値が「０」の場合は、Ｔｒｉｓｏｕｐを使用しないように定義されていてもよい。

[0065] ＧＰＳ２０１１は、Ｔｒｉｓｏｕｐを使用しないとき、すなわち、ｔｒｉｓｏｕｐ＿ｅｎａｂｌｅｄ＿ｆｌａｇの値が「０」の場合、追加でＤｉｒｅｃｔ ｃｏｄｉｎｇ ｍｏｄｅを使用するか否かを制御するフラグ（ｉｎｆｅｒｒｅｄ＿ｄｉｒｅｃｔ＿ｃｏｄｉｎｇ＿ｍｏｄｅ＿ｅｎａｂｌｅｄ＿ｆｌａｇ）を含んでもよい。

[0066] 例えば、ｉｎｆｅｒｒｅｄ＿ｄｉｒｅｃｔ＿ｃｏｄｉｎｇ＿ｍｏｄｅ＿ｅｎａｂｌｅｄ＿＿ｆｌａｇの値が「１」の場合は、Ｄｉｒｅｃｔ ｃｏｄｉｎｇ ｍｏｄｅを使用すると定義し、ｉｎｆｅｒｒｅｄ＿ｄｉｒｅｃｔ＿ｃｏｄｉｎｇ＿ｍｏｄｅ＿ｅｎａｂｌｅｄ＿ｆｌａｇの値が「０」の場合は、Ｄｉｒｅｃｔ ｃｏｄｉｎｇ ｍｏｄｅを使用しないように定義されていてもよい。

[0067] ＧＰＳ２０１１は、ツリー合成部２０２０で「ＱｔＢｔ」を行うかどうかを制御するためのフラグ（ｇｅｏｍ＿ｔｒｅｅ＿ｃｏｄｅｄ＿ａｘｉｓ＿ｌｉｓｔ＿ｐｒｅｓｅｎｔ＿ｆｌａｇ）を含んでもよい。

[0068] 例えば、ｇｅｏｍ_ｔｒｅｅ_ｃｏｄｅｄ_ａｘｉｓ_ｌｉｓｔ_ｐｒｅｓｅｎｔ_ｆｌａｇの値が「１」の場合は、「ＱｔＢｔ」を行うと定義し、ｇｅｏｍ_ｔｒｅｅ_ｃｏｄｅｄ_ａｘｉｓ_ｌｉｓｔ_ｐｒｅｓｅｎｔ_ｆｌａｇの値が「０」の場合は、「Ｏｃｔｒｅｅ」のみを行うと定義してもよい。

[0069] 或いは、ｇｅｏｍ_ｔｒｅｅ_ｃｏｄｅｄ_ａｘｉｓ_ｌｉｓｔ_ｐｒｅｓｅｎｔ_ｆｌａｇの値が「１」の場合は、ノード形状として立方体以外の直方体も許容する（すなわち、「ＱｔＢｔ」も使用する）と定義し、ｇｅｏｍ_ｔｒｅｅ_ｃｏｄｅｄ_ａｘｉｓ_ｌｉｓｔ_ｐｒｅｓｅｎｔ_ｆｌａｇの値が「０」の場合は、ノード形状として立方体のみ許可する（すなわち「Ｏｃｔｒｅｅ」のみを行う）と定義してもよい。

[0070] 上述の定義以外でも、「ＱｔＢｔ」が使用可能か否かを制御するように定義されていればよい。

[0071] ＧＰＳ２０１１は、ツリー合成部２０２０でＰｌａｎａｒ　ｍｏｄｅを使用するかどうかを制御するフラグ（ｇｅｏｍｅｔｒｙ_ｐｌａｎａｒ_ｍｏｄｅ_ｆｌａｇ）を含んでもよい。

[0072] 例えば、ｇｅｏｍｅｔｒｙ_ｐｌａｎａｒ_ｍｏｄｅ_ｆｌａｇの値が「１」の場合は、Ｐｌａｎａｒ　ｍｏｄｅを使用すると定義し、ｇｅｏｍｅｔｒｙ_ｐｌａｎａｒ_ｍｏｄｅ_ｆｌａｇの値が「０」の場合は、Ｐｌａｎａｒ　ｍｏｄｅを使用しないように定義されていてもよい。

[0073] ｇｅｏｍｅｔｒｙ_ｐｌａｎａｒ_ｍｏｄｅ_ｆｌａｇが含まれていなかった場合、幾何情報復号部２０１０は、ｇｅｏｍｅｔｒｙ_ｐｌａｎａｒ_ｍｏｄｅ_ｆｌａｇの値を「０」とみなし、すなわち、Ｐｌａｎａｒ　ｍｏｄｅを使用しないとみなすように構成されていてもよい。

[0074] なお、ｔｒｉｓｏｕｐ_ｅｎａｂｌｅｄ_ｆｌａｇ、ｉｎｆｅｒｒｅｄ_ｄｉｒｅｃｔ_ｃｏｄｉｎｇ_ｍｏｄｅ_ｅｎａｂｌｅｄ_ｆｌａｇ、ｇｅｏｍｅｔｒｙ_ｐｌａｎａｒ_ｍｏｄｅ_ｆｌａｇ及びｇｅｏｍ_ｔｒｅｅ_ｃｏｄｅｄ_ａｘｉｓ_ｌｉｓｔ_ｐｒｅｓｅｎｔ_ｆｌａｇは、Ｐｒｅｄｉｃｉｔｉｖｅ ｃｏｄｉｎｇを使用しない場合のみ復号されるように定義されていてもよい

。

[0075] ＧＰＳ２０１１は、Ａｎｇｕｌａｒ　ｍｏｄｅを使用するか否かを制御するフラグ（ｇｅｏｍｅｔｒｙ_ａｎｇｕｌａｒ_ｍｏｄｅ_ｆｌａｇ）を含んでもよい。

[0076] 例えば、ｇｅｏｍｅｔｒｙ_ａｎｇｕｌａｒ_ｍｏｄｅ_ｆｌａｇの値が「１」の場合は、Ａｎｇｕｌａｒ　ｍｏｄｅを使用すると定義し、ｇｅｏｍｅｔｒｙ_ａｎｇｕｌａｒ_ｍｏｄｅ_ｆｌａｇの値が「０」の場合は、Ａｎｇｕｌａｒ　ｍｏｄｅを使用しないように定義されていてもよい。

[0077] ＧＰＳ２０１１は、Ａｎｇｕｌａｒ　ｍｏｄｅが使用する場合で且つＰｌａｎａｒ　ｍｏｄｅを使用する場合に、追加でｐｌａｎａｒ_ｂｕｆｆｅｒ_ｄｉｓａｂｌｅｄ_ｆｌａｇを含んでもよい。

[0078] ここで、ｐｌａｎａｒ_ｂｕｆｆｅｒ_ｄｉｓａｂｌｅｄ_ｆｌａｇの値が「０」の場合は、Ｐｌａｎａｒ　ｍｏｄｅに関連する情報を復号する際にバッファを用いた最近傍ノード探索を行うと定義されていてもよい。

[0079] 一方、ｐｌａｎａｒ_ｂｕｆｆｅｒ_ｄｉｓａｂｌｅｄ_ｆｌａｇの値が「１」の場合は、Ｐｌａｎａｒ　ｍｏｄｅに関連する情報を復号する際にバッファを用いた最近傍ノード探索を行わないと定義されていてもよい。

[0080] ｐｌａｎａｒ_ｂｕｆｆｅｒ_ｄｉｓａｂｌｅｄ_ｆｌａｇが含まれていなかった場合、幾何情報復号部２０１０は、ｐｌａｎａｒ_ｂｕｆｆｅｒ_ｄｉｓａｂｌｅｄ_ｆｌａｇの値を「１」とみなし、すなわち、Ｐｌａｎａｒ　ｍｏｄｅに関連する情報を復号する際にバッファを用いた最近傍ノード探索を行わないように構成されていてもよい。

[0081] ｐｌａｎａｒ_ｂｕｆｆｅｒ_ｄｉｓａｂｌｅｄ_ｆｌａｇの値が「０」の場合、すなわち、Ｐｌａｎａｒ　ｍｏｄｅに関連する情報を復号する際にバッファを用いた最近傍ノード探索を行う場合の具体的な動作については、例えば、非特許文献１に記載の動作と同じでもよい。

[0082] 以上のように、ビットストリームからＰｌａｎａｒ　ｍｏｄｅを使用するか否かを示すフラグを復号し、前記フラグがビットストリームに含まれない

場合、前記フラグの値をＰｌａｎａｒ　ｍｏｄｅを使用しない場合と同じ値とみなすように構成されていてもよい。

[0083] このような構成とすることで、Ｐｌａｎａｒ　ｍｏｄｅを使用するか否かを示すフラグが復号されない場合、例えばＰｒｅｄｉｃｉｔｉｖｅ　ｃｏｄｉｎｇを使用する場合（ｇｅｏｍ＿ｔｒｅｅ＿ｔｙｐｅの値が「１」の場合）にも、Ｐｌａｎａｒ　ｍｏｄｅを使用しないことを明示的に定義することができ、意図しない誤動作（Ｐｒｅｄｉｃｉｔｉｖｅ　ｃｏｄｉｎｇを使用する場合にもＰｌａｎａｒ　ｍｏｄｅに関する一部の処理が実行されてしまうこと）を防ぐことができる。

[0084] また、以上のように、Ｐｌａｎａｒ　ｍｏｄｅを使用するか否かを示すフラグが、Ｐｌａｎａｒ　ｍｏｄｅを使用することを示している場合、Ｐｌａｎａｒ　ｍｏｄｅに関連する情報を復号する際にバッファを用いた最近傍ノード探索を行うか否かを制御するフラグを復号するように構成されていてもよい。

[0085] このような構成とすることで、Ｐｌａｎａｒ　ｍｏｄｅを使用しない場合、すなわち、ｇｅｏｍ＿ｔｒｅｅ＿ｔｙｐｅの値が「１」の場合、及び、ｇｅｏｍ＿ｔｒｅｅ＿ｔｙｐｅの値が「０」かつｇｅｏｍｅｔｒｙ＿ｐｌａｎａｒ＿ｍｏｄｅ＿ｆｌａｇの値が「０」の場合の両方について、単一の条件でＰｌａｎａｒ　ｍｏｄｅに関連する情報を復号する際にバッファを用いた最近傍ノード探索を行うか否かを制御するフラグを復号しないようにすることができ、ＧＰＳのビット量及び復号に係る処理量を削減できる。

[0086] また、以上のように、前記Ｐｌａｎａｒ　ｍｏｄｅに関連する情報を復号する際にバッファを用いた最近傍ノード探索を行うか否かを制御するフラグを復号しなかった場合、前記フラグの値をＰｌａｎａｒ　ｍｏｄｅに関連する情報を復号する際にバッファを用いた最近傍ノード探索を行わない場合と同じ値とみなすように構成されていてもよい。

[0087] このような構成とすることで、Ｐｌａｎａｒ　ｍｏｄｅに関連する情報を復号する際にバッファを用いた最近傍ノード探索を行わないことを明示的に

定義することができ、意図しない誤動作を防ぐことができる。

[0088] ＧＰＳ２０１１は、位置情報の量子化（復号観点では逆量子化）を行うか否かを制御するフラグ（ｇｅｏｍ＿ｓｃａｌｉｎｇ＿ｅｎａｂｌｅｄ＿ｆｌａｇ）を含んでもよい。例えば、ｇｅｏｍ＿ｓｃａｌｉｎｇ＿ｅｎａｂｌｅｄ＿ｆｌａｇの値が「１」の場合は逆量子化を行い、ｇｅｏｍ＿ｓｃａｌｉｎｇ＿ｅｎａｂｌｅｄ＿ｆｌａｇの値が「０」の場合は逆量子化を行わないように定義されていてもよい。

[0089] ＧＰＳ２０１１は、逆量子化を行う場合、例えばｇｅｏｍ＿ｓｃａｌｉｎｇ＿ｅｎａｂｌｅｄ＿ｆｌａｇの値が「１」の場合、追加で逆量子化を行う際の量子化パラメータ（ＱＰ）のベース値を示すシンタックス（ｇｅｏｍ＿ｂａｓｅ＿ｑｐ）を含んでもよい。ＧＰＳ２０１１にｇｅｏｍ＿ｂａｓｅ＿ｑｐが含まれないとき、その値を「０」とみなすように定義されていてもよい。

[0090] ＧＰＳ２０１１は、逆量子化を行う場合、例えばｇｅｏｍ＿ｓｃａｌｉｎｇ＿ｅｎａｂｌｅｄ＿ｆｌａｇの値が「１」の場合、追加でｇｅｏｍ＿ｑｐ＿ｍｕｌｔｉｐｌｉｅｒ＿ｌｏｇ２を含んでもよい。当該シンタックスの値は、０～３の整数値をとるように規定されていてもよい。当該シンタックスの使用例については後述する。

[0091] ＧＰＳ２０１１は、逆量子化を行う場合、かつ、Ｐｒｅｄｉｃｔｉｖｅ ｃｏｄｉｎｇを使用する場合、すなわち、例えばｇｅｏｍ＿ｓｃａｌｉｎｇ＿ｅｎａｂｌｅｄ＿ｆｌａｇの値が「１」で、かつ、ｇｅｏｍ＿ｔｒｅｅ＿ｔｙｐｅの値が「１」の時、追加で量子化パラメータのオフセット値を伝送する間隔を規定するシンタックス（ｇｅｏｍ＿ｑｐ＿ｏｆｆｓｅｔ＿ｉｎｔｖｌ＿ｌｏｇ2）を含んでもよい。本シンタックスのとり得る値の範囲として、０以上であること、という制約を含んでもよい。また、本シンタックスのとり得る値の範囲として、プロファイルまたはレベルごとに定義された、１スライス（１データユニット）に含まれるノード数の最大値（例えば、非特許文献１の「Ｍａｘ ｐｏｉｎｔｓ ｉｎ ａ ｓｌｉｃｅ」）以下であること

、という制約を含んでもよい。また、ｇｅｏｍ＿ｑｐ＿ｏｆｆｓｅｔ＿ｉｎｔｖｌ＿ｌｏｇ2が実際の伝送間隔について２を底とする対数をとった後の値である場合、最大値は例えば「Ｍａｘ ｐｏｉｎｔｓ ｉｎ ａ ｓｌｉｃｅ」について２を底とする対数をとった値としてもよい。

[0092] また、ｇｅｏｍ＿ｑｐ＿ｏｆｆｓｅｔ＿ｉｎｔｖｌ＿ｌｏｇ2の値が、「０」以上かつ「Ｍａｘ ｐｏｉｎｔｓ ｉｎ ａ ｓｌｉｃｅ」について２を底とする対数をとった値以下となるように、当該シンタックスを復号した後に、以下のクリッピング処理を行ってもよい。

[0093] ｇｅｏｍ＿ｑｐ＿ｏｆｆｓｅｔ＿ｉｎｔｖｌ＿ｌｏｇ2 ＝ Min（Max（ｇｅｏｍ＿ｑｐ＿ｏｆｆｓｅｔ＿ｉｎｔｖｌ＿ｌｏｇ2, ０），ｌｏｇ２（Ｍａｘ ｐｏｉｎｔｓ ｉｎ ａ ｓｌｉｃｅ））

ここで、Ｍｉｎ（）は引数の中で最小値を返す関数、Ｍａｘ（）は引数の中で最大値を返す関数である。

[0094] ｇｅｏｍ＿ｑｐ＿ｏｆｆｓｅｔ＿ｉｎｔｖｌ＿ｌｏｇ２の値を用いた処理の一例を以下で説明する。

[0095] 第一に、以下のようにＰｔｎＱｐＩｎｔｅｒｖａｌを計算する。

ＰｔｎＱｐＩｎｔｅｒｖａｌ ＝ １ ＜＜ ｇｅｏｍ＿ｑｐ＿ｏｆｆｓｅｔ＿ｉｎｔｖｌ＿ｌｏｇ２

第二に、Ｐｒｅｄｉｃｔｉｖｅ ｃｏｄｉｎｇにおいて、点群データの各点の位置情報を順に復号する際に、ＰｔｎＱｐＩｎｔｅｒｖａｌ点おきに、位置情報の残差の逆量子化に用いる量子化パラメータのオフセット値を復号する。すなわち、ｎ番目に復号する点の、ｎをＰｔｎＱｐＩｎｔｅｒｖａｌで除算した剰余が０の時、前記量子化パラメータのオフセット値を復号する。

[0096] 第三に、前記量子化パラメータのオフセット値、ｇｅｏｍ＿ｂａｓｅ＿ｑｐ、後述するｇｅｏｍ＿ｓｌｉｃｅ＿ｑｐ＿ｏｆｆｓｅｔの３つの値全てを加算して量子化パラメータを算出し、逆量子化処理を行う。

[0097] なお、Ｐｒｅｄｉｃｔｉｖｅ ｃｏｄｉｎｇは、復号側で推定した位置情

報の予測値と、符号化側から伝送される位置情報の残差を加算することで、各点の位置情報を復号する手法である。詳細は非特許文献１に記載されているため割愛する。

[0098] 以上のように、幾何情報復号部２０１０は、量子化パラメータのオフセット値を伝送する間隔を規定するシンタックスについて、かかるシンタックスの値が必ず「０」以上となるように復号するように構成されていてもよい。

[0099] すなわち、幾何情報復号部２０１０によって復号される量子化パラメータのオフセット値を伝送する間隔を規定するシンタックスの値は、「０」以上となるように構成されている。

[0100] このような構成とすることで、ノード間の間隔が負であるという実現不可能なビットストリームが発生しないようにすることができる。

[0101] また、以上のように、仕様の制約として１スライス或いは１データユニットあたりの最大ノード数が規定されている場合、幾何情報復号部２０１０は、量子化パラメータのオフセット値を伝送する間隔を規定するシンタックスについて、かかるシンタックスの値が必ず１スライス或いは１データユニットあたりの最大ノード数以下となるように復号するように構成されていてもよい。

[0102] すなわち、幾何情報復号部２０１０によって復号される量子化パラメータのオフセット値を伝送する間隔を規定するシンタックスの値は、１スライス或いは１データユニットあたりの最大ノード数以下となるように構成されていてもよい。

[0103] このように、量子化パラメータのオフセット値を伝送する間隔を規定するシンタックスの値として取り得る値の最大値を定義することで、かかるシンタックスの復号に必要なビット数の最大値を定義することができ、ＧＰＳ全体のビット長の最大値を規定するための一助となる。

[0104] また、かかるシンタックスの最大値を１スライス或いは１データユニットあたりの最大ノード数以下となるように制約することで、ノード間の間隔が１スライス或いは１データユニットあたりの最大ノード数以上となるような

実効的に無意味なビットストリームとなることを防ぐことができる。

[0105] ＧＰＳ２０１１は、逆量子化を行う場合、Ｐｒｅｄｉｃｔｉｖｅ ｃｏｄｉｎｇを使用しない場合（Ｏｃｔｒｅｅを使用する場合）で且つＤｉｒｅｃｔ ｃｏｄｉｎｇ ｍｏｄｅを使用する場合、すなわち、例えば、ｇｅｏｍ_ｓｃａｌｉｎｇ_ｅｎａｂｌｅｄ_ｆｌａｇの値が「１」で、ｇｅｏｍ_ｔｒｅｅ_ｔｙｐｅの値が「０」で且つｉｎｆｅｒｒｅｄ_ｄｉｒｅｃｔ_ｃｏｄｉｎｇ_ｍｏｄｅ_ｅｎａｂｌｅｄ_ｆｌａｇの値が「１」の場合、追加でＤｉｒｅｃｔ ｃｏｄｉｎｇ ｍｏｄｅ時の量子化パラメータのオフセット値（ｇｅｏｍ_ｄｉｒｅｃｔ_ｃｏｄｉｎｇ_ｍｏｄｅ_ｑｐ_ｏｆｆｓｅｔ）を含んでもよい。

[0106] ＧＰＳ２０１１に、ｇｅｏｍ_ｄｉｒｅｃｔ_ｃｏｄｉｎｇ_ｍｏｄｅ_ｑｐ_ｏｆｆｓｅｔが含まれない場合、幾何情報復号部２０１０は、ｇｅｏｍ_ｄｉｒｅｃｔ_ｃｏｄｉｎｇ_ｍｏｄｅ_ｑｐ_ｏｆｆｓｅｔの値を「０」とみなすように構成されていてもよい。

[0107] 図５は、ＧＳＨ２０１２Ａ及び２０１２Ｂのシンタックス構成の一例である。以降、ＧＳＨ２０１２Ａ及び２０１２ＢをまとめてＧＳＨ２０１２と呼ぶ。

[0108] なお、以下で説明するシンタックス名は、あくまで一例である。以下で説明したシンタックスの機能が同様であれば、シンタックス名は異なっていても差し支えない。

[0109] ＧＳＨ２０１２は、かかるＧＳＨに対応するＧＰＳを識別するためのシンタックス（ｇｓｈ_ｇｅｏｍｅｔｒｙ_ｐａｒａｍｅｔｅｒ_ｓｅｔ_ｉｄ）を含んでもよい。

[0110] ＧＳＨ２０１２は、対応するＧＰＳにおいてＯｃｔｒｅｅを使用すると定義されていた場合、すなわち、例えば、ｇｅｏｍ_ｔｒｅｅ_ｔｙｐｅの値が「０」の場合、Ｏｃｔｒｅｅを復号する際のツリーの階層数を示すシンタックス（ｇｅｏｍ_ｔｒｅｅ_ｄｅｐｔｈ_ｍｉｎｕｓ1）を含んでもよい。

[0111] 例えば、ｇｅｏｍ_ｔｒｅｅ_ｄｅｐｔｈ_ｍｉｎｕｓ1の値は、実際の階層

数から「１」を引いた値としておき、幾何情報復号部２０１０は、ｇｅｏｍ_ｔｒｅｅ_ｄｅｐｔｈ_ｍｉｎｕｓ1の値に「１」を加えることで、最終的な階層数を復号するように構成されていてもよい。

[0112] また、Ｏｃｔｒｅｅを復号する際のツリーの階層数を示すシンタックスの取り得る値の範囲として、「０」以上であることという制約が規定されていてもよい。

[0113] ＧＰＳにおいて「ＱｔＢｔ」を用いないと定義されている場合、すなわち、ｇｅｏｍ_ｔｒｅｅ_ｃｏｄｅｄ_ａｘｉｓ_ｌｉｓｔ_ｐｒｅｓｅｎｔ_ｆｌａｇの値が「０」の場合、本シンタックスの取り得る値の範囲として、プロファイル又はレベルごとに定義されたノードサイズの最大値について２を底とする対数を取った値（例えば、非特許文献１の「ＭａｘＲｏｏｔＮｏｄｅＤｉｍＬｏｇ２」）を用いて、ＭａｘＲｏｏｔＮｏｄｅＤｉｍＬｏｇ２－１以下であることという制約が規定されていてもよい。

[0114] ＧＰＳにおいて「ＱｔＢｔ」を用いると定義されている場合、すなわち、ｇｅｏｍ_ｔｒｅｅ_ｃｏｄｅｄ_ａｘｉｓ_ｌｉｓｔ_ｐｒｅｓｅｎｔ_ｆｌａｇの値が「１」の場合、本シンタックスの取り得る値の範囲として、プロファイル又はレベルごとに定義されたノードサイズの最大値について２を底とする対数を取った値（例えば、非特許文献１の「ＭａｘＲｏｏｔＮｏｄｅＤｉｍＬｏｇ２」）を用いて、ＭａｘＲｏｏｔＮｏｄｅＤｉｍＬｏｇ２－１＋Ｎ（Ｎは、自然数）以下であることという制約が規定されていてもよい。例えば、Ｎの値は、「４」でもよい。或いは，最大値をＭａｘＲｏｏｔＮｏｄｅＤｉｍＬｏｇ２＋Ｎと規定してもよい。例えば、Ｎの値は「３」でもよい。

[0115] また、ｇｅｏｍ_ｔｒｅｅ_ｄｅｐｔｈ_ｍｉｎｕｓ１の値が、「０」以上且つ「ＭａｘＲｏｏｔＮｏｄｅＤｉｍＬｏｇ２－１＋Ｎ」以下となるように、当該シンタックスを復号した後に、幾何情報復号部２０１０は、以下のクリッピング処理を行ってもよい。

[0116] ｇｅｏｍ_ｔｒｅｅ_ｄｅｐｔｈ_ｍｉｎｕｓ１ ＝ Ｍｉｎ（Ｍａｘ（ｇｅ

ｏｍ＿ｔｒｅｅ＿ｄｅｐｔｈ＿ｍｉｎｕｓ１，０），ＭａｘＲｏｏｔＮｏｄｅＤｉｍＬｏｇ２－１＋Ｎ）

ここで、Ｍｉｎ（）は、引数の中で最小値を返す関数であり、Ｍａｘ（）は、引数の中で最大値を返す関数である。

[0117] 以上のように、仕様の制約として１スライス或いは１データユニットあたりの最大ノードサイズを規定されている場合、幾何情報復号部２０１０は、Ｏｃｔｒｅｅを復号する際のツリーの階層数を示すシンタックスの値が、必ず、上述の最大ノードサイズに所定の自然数を加えた値以下となるように復号するように構成されていてもよい。

[0118] すなわち、幾何情報復号部２０１０によって復号されるＯｃｔｒｅｅを復号する際のツリーの階層数を示すシンタックスの値は、上述の最大ノードサイズに所定の自然数を加えた値以下となるように構成されていてもよい。

[0119] このような構成とすることで、プロファイル又はレベルごとに定義されたノードサイズの最大値に応じて、必要最小限の範囲で、上述のシンタックスの値を定義することができ、かかるシンタックスに必要なビット数の最大値を必要最小限の値に抑えることができる。

[0120] また、以上のように、幾何情報復号部２０１０は、「ＱｔＢｔ」を適用するか否かを示すフラグを復号し、かかるフラグが「ＱｔＢｔ」を適用することを示す場合には、Ｏｃｔｒｅｅを復号する際のツリーの階層数を示すシンタックスの値が、必ず、上述の最大ノードサイズに所定の自然数を加えた値以下となるように復号し、かかるフラグが「ＱｔＢｔ」を適用しないことを示す場合には、Ｏｃｔｒｅｅを復号する際のツリーの階層数を示すシンタックスの値が、必ず、上述の最大ノードサイズ以下となるように復号するように構成されていてもよい。

[0121] すなわち、上述のフラグが「ＱｔＢｔ」を適用することを示す場合には、幾何情報復号部２０１０によって復号されるＯｃｔｒｅｅを復号する際のツリーの階層数を示すシンタックスの値は、上述の最大ノードサイズに所定の自然数を加えた値以下となり、かかるフラグが「ＱｔＢｔ」を適用しないこ

とを示す場合には、幾何情報復号部２０１０によって復号されるＯｃｔｒｅｅを復号する際のツリーの階層数を示すシンタックスの値は、上述の最大ノードサイズ以下となるように構成されていてもよい。

[0122] このような構成とすることで、「ＱｔＢｔ」を適用する場合には、Ｄｅｐｔｈごとにノードを分割する軸方向の選択に自由度を持たせつつ、全体のＤｅｐｔｈ数の最大値を押さえることができ、かかる仕様を反映した装置を実装する場合の最大処理量の見積もりが容易となる。

[0123] また、「ＱｔＢｔ」を適用しない場合には、ノード数の最大値とＤｅｐｔｈ数とを一致させることで、必要最小限の範囲で、かかるシンタックスの値を定義することができ、かかるシンタックスに必要なビット数の最大値を必要最小限の値に抑えることができる。

[0124] ＧＳＨ２０１２は、ＧＰＳにおいて位置情報の逆量子化を行うと定義されている場合、すなわち、例えば、ｇｅｏｍ_ｓｃａｌｉｎｇ_ｅｎａｂｌｅｄ_ｆｌａｇの値が「１」の場合、量子化パラメータのスライス単位でのオフセット値（ｇｅｏｍ_ｓｌｉｃｅ_ｑｐ_ｏｆｆｓｅｔ）を含んでもよい。

[0125] ＧＳＨ２０１２に、ｇｅｏｍ_ｓｌｉｃｅ_ｑｐ_ｏｆｆｓｅｔが含まれない場合、幾何情報復号部２０１０は、ｇｅｏｍ_ｓｌｉｃｅ_ｑｐ_ｏｆｆｓｅｔの値を「０」とみなすように構成されていてもよい。

[0126] ＧＳＨ２０１２は、ＧＰＳにおいて位置情報の逆量子化を行うと定義されている場合で且つＧＰＳにおいてＯｃｔｒｅｅを使用するように定義されている場合、すなわち、例えば、ｇｅｏｍ_ｓｃａｌｉｎｇ_ｅｎａｂｌｅｄ_ｆｌａｇの値が「１」で且つｇｅｏｍ_ｔｒｅｅ_ｔｙｐｅの値が「０」の場合、位置情報の量子化パラメータのオフセット値を用いるツリーの階層（ｄｅｐｔｈ）を定義するシンタックス（ｇｅｏｍ_ｏｃｔｒｅｅ_ｑｐ_ｏｆｆｓｅｔｓ_ｄｅｐｔｈ）を含んでもよい。

[0127] ＧＳＨ２０１２は、ＧＰＳにおいてＴｒｉｓｏｕｐを使用すると定義されている場合、すなわち、例えば、ｔｒｉｓｏｕｐ_ｅｎａｂｌｅｄ_ｆｌａｇの値が「１」の場合、Ｔｒｉｓｏｕｐを適用するノードサイズを示すシンタ

ックス（ｌｏｇ２＿ｔｒｉｓｏｕｐ＿ｎｏｄｅ＿ｓｉｚｅ）を含んでもよい。

[0128] かかるシンタックスは、Ｔｒｉｓｏｕｐを適用するノードサイズに対して、２を底とする対数をとった値と定義してもよい。

[0129] また、かかるシンタックスの取り得る値の範囲として、「０」以上であることという制約が規定されていてもよい。

[0130] かかるシンタックスの取り得る値の範囲として、プロファイル又はレベルごとに定義されたノードサイズの最大値について２を底とする対数を取った値（例えば、非特許文献１の「ＭａｘＲｏｏｔＮｏｄｅＤｉｍＬｏｇ２」）以下であることという制約が規定されていてもよい。

[0131] また、かかるシンタックスの取り得る値の範囲として、当該スライス（或いは、データユニット）のルートノードサイズついて２を底とする対数を取った値以下であることという制約が規定されていてもよい。ルートノードサイズについては、例えば、非特許文献１に記載のように、ｇｅｏｍ＿ｔｒｅｅ＿ｃｏｄｅｄ＿ａｘｉｓ＿ｆｌａｇを用いて算出できる。

[0132] また、ｌｏｇ２＿ｔｒｉｓｏｕｐ＿ｎｏｄｅ＿ｓｉｚｅの値が「０」以上且つルートノードサイズ以下となるように、かかるシンタックスを復号した後に、幾何情報復号部２０１０は、以下のクリッピング処理を行ってもよい。

[0133] ｌｏｇ２＿ｔｒｉｓｏｕｐ＿ｎｏｄｅ＿ｓｉｚｅ ＝ Ｍｉｎ（Ｍａｘ（ｌｏｇ２＿ｔｒｉｓｏｕｐ＿ｎｏｄｅ＿ｓｉｚｅ，０），ｌｏｇ２（ＲｏｏｔＮｏｄｅＳｉｚｅ））

ここで、Ｍｉｎ（）は、引数の中で最小値を返す関数であり、Ｍａｘ（）は、引数の中で最大値を返す関数である。また、ＲｏｏｔＮｏｄｅＳｉｚｅは、ルートノードサイズを表す変数である。

[0134] 以上のように、幾何情報復号部２０１０は、Ｔｒｉｓｏｕｐを適用するノードサイズを示すシンタックスの値が、必ず当該スライス或いは当該データユニットの最大ノードサイズ以下となるように復号するように構成されていてもよい。

[0135] すなわち、幾何情報復号部２０１０によって復号されるＴｒｉｓｏｕｐを

適用するノードサイズを示すシンタックスの値は、当該スライス或いは当該データユニットの最大ノードサイズ以下となるように構成されていてもよい。

[0136] このような構成とすることで、プロファイル又はレベルごとに定義されたノードサイズの最大値に応じて、必要最小限の範囲で、上述のシンタックスの値を定義することができ、かかるシンタックスに必要なビット数の最大値を必要最小限の値に抑えることができる。

[0137] 以上のように、幾何情報復号部２０１０は、Ｔｒｉｓｏｕｐを適用するノードサイズを示すシンタックスの値が、必ず当該スライス或いは当該データユニットのルートノードサイズ以下となるように復号するように構成されていてもよい。

[0138] すなわち、幾何情報復号部２０１０によって復号されるＴｒｉｓｏｕｐを適用するノードサイズを示すシンタックスの値は、当該スライス或いは当該データユニットのルートノードサイズ以下となるように構成されていてもよい。

[0139] このような構成とすることで、スライス或いはデータユニットごとにルートノードサイズに応じて、必要最小限の範囲で、上述のシンタックスの値を定義することができ、かかるシンタックスに必要なビット数の最大値を必要最小限の値に抑えることができる。

（ツリー合成部２０２０）

図６を用いて、ツリー合成部２０２０の処理の一例を説明する。図６は、ツリー合成部２０２０の処理の一例を示すフローチャートである。

[0140] 図６に示すように、ステップＳ６０１において、ツリー合成部２０２０は、「Ｏｃｔｒｅｅ」又は「ＱｔＢｔ」を適用する場合のツリー構造について、全てのＤｅｐｔｈの処理を完了したかどうかを確認する。

[0141] かかるスライスのＤｅｐｔｈの値は、例えば、ＧＳＨで伝送されるｇｅｏｍ＿ｔｒｅｅ＿ｄｅｐｔｈ＿ｍｉｎｕｓ１から復号した階層数である。ツリー合成部２０２０は、かかるスライスのＤｅｐｔｈ値と既に処理したＤｅｐｔｈ

の値とを比較することで、全てのＤｅｐｔｈについて処理が完了したかどうかを判定することができる。

[0142] ツリー合成部２０２０は、全てのＤｅｐｔｈの処理が完了した場合には、ステップＳ６０７の処理へ進み、処理を終了する。一方、ツリー合成部２０２０は、全てのＤｅｐｔｈの処理が完了していない場合は、ステップＳ６０２の処理へ進む。

[0143] ステップＳ６０２において、ツリー合成部２０２０は、当該Ｄｅｐｔｈ内の全てのノードについて処理が完了したかどうかを判定する。

[0144] 当該Ｄｅｐｔｈ内に含まれるノード数については、直前に処理したＤｅｐｔｈでのノード情報復号処理（ステップＳ６０６）の結果から算出することができる。また、最初に処理するＤｅｐｔｈに含まれるノード数は「１」である。

[0145] ツリー合成部２０２０は、当該Ｄｅｐｔｈに含まれる全ノードの処理が完了した場合には、ステップＳ６０１の処理へ戻る。一方、ツリー合成部２０２０は、全ノードの処理が完了していない場合には、ステップＳ６０３の処理へ進む。

[0146] ステップＳ６０３において、ツリー合成部２０２０は、後段のステップＳ６０５の処理で用いるｎｏｄｅＱｐＯｆｆｓｅｔを復号するか否かを判定する。

[0147] ツリー合成部２０２０は、予め定めた所定条件を全て満足する場合、Ｓ６０４の処理へ進み、ｎｏｄｅＱｐＯｆｆｓｅｔを復号する。一方、ツリー合成部２０２０は、予め定めた所定条件を１つでも満たさない場合は、ｎｏｄｅＱｐＯｆｆｓｅｔの復号を省略し、ステップＳ６０５の処理へ進む。

[0148] かかる所定条件は、当該ｄｅｐｔｈの値がＧｅｏｍＳｃａｌｉｎｇＤｅｐｔｈと等しいことという条件を含んでもよい。

[0149] ＧｅｏｍＳｃａｌｉｎｇＤｅｐｔｈの値は、例えば、ＧＰＳにおいて位置情報の逆量子化を行うと定義されているか否かに応じて設定されてもよい。

[0150] ｇｅｏｍ_ｓｃａｌｉｎｇ_ｅｎａｂｌｅｄ_ｆｌａｇの値が「１」の場合は

、ＧｅｏｍＳｃａｌｉｎｇＤｅｐｔｈの値をｇｅｏｍ_ｏｃｔｒｅｅ_ｑｐ_ｏｆｆｓｅｔｓ_ｄｅｐｔｈと同じ値とし、ｇｅｏｍ_ｓｃａｌｉｎｇ_ｅｎａｂｌｅｄ_ｆｌａｇの値が「０」の場合は、ＧｅｏｍＳｃａｌｉｎｇＤｅｐｔｈの値を「０」とするように定義されていてもよい。

[0151] また、所定条件には、ＧＰＳにおいて位置情報の逆量子化を行うと定義されていること、すなわち、例えば、ｇｅｏｍ_ｓｃａｌｉｎｇ_ｅｎａｂｌｅｄ_ｆｌａｇの値が「１」であることという条件を含んでもよい。

[0152] ステップＳ６０４において、ツリー合成部２０２０は、ｎｏｄｅＱｐＯｆｆｓｅｔを復号する。

[0153] ここで、第１に、ツリー合成部２０２０は、ｎｏｄｅＱｐＯｆｆｓｅｔの値が「０」であるか否かを示すシンタックス（ｇｅｏｍ_ｎｏｄｅ_ｑｐ_ｏｆｆｓｅｔ_ｅｑ０_ｆｌａｇ）を復号する。

[0154] 第２に、ツリー合成部２０２０は、ｇｅｏｍ_ｎｏｄｅ_ｑｐ_ｏｆｆｓｅｔ_ｅｑ０_ｆｌａｇの値が「０」の場合、追加でｎｏｄｅＱｐＯｆｆｓｅｔの符号（プラスかマイナスか）を示すシンタックス（ｇｅｏｍ_ｎｏｄｅ_ｑｐ_ｏｆｆｓｅｔ_ｓｉｇｎ_ｆｌａｇ）及びｎｏｄｅＱｐＯｆｆｓｅｔの絶対値を示すシンタックス（ｇｅｏｍ_ｎｏｄｅ_ｑｐ_ｏｆｆｓｅｔ_ａｂｓ_ｍｉｎｕｓ１）を復号する。

[0155] 第３に、ツリー合成部２０２０は、以上で復号したシンタックスを用いて、ｎｏｄｅＱｐＯｆｆｓｅｔの値を復号する。ツリー合成部２０２０は、ｇｅｏｍ_ｎｏｄｅ_ｑｐ_ｏｆｆｓｅｔ_ｅｑ０_ｆｌａｇの値が「１」の場合、ｎｏｄｅＱｐＯｆｆｓｅｔの値を「０」とする。ツリー合成部２０２０は、ｇｅｏｍ_ｎｏｄｅ_ｑｐ_ｏｆｆｓｅｔ_ｅｑ０_ｆｌａｇの値が「０」の場合、以下のように復号する。

ｎｏｄｅＱｐＯｆｆｓｅｔ ＝ （２×ｇｅｏｍ_ｎｏｄｅ_ｑｐ_ｏｆｆｓｅｔ_ｓｉｇｎ_ｆｌａｇ－１）×（ｇｅｏｍ_ｎｏｄｅ_ｑｐ_ｏｆｆｓｅｔ_ａｂｓ_ｍｉｎｕｓ１＋１）

なお、ステップＳ６０４の処理がスキップされた場合、すなわち、ｇｅｏ

ｍ_ｎｏｄｅ_ｑｐ_ｏｆｆｓｅｔ_ｅｑ０_ｆｌａｇが復号されなかった場合は、ツリー合成部２０２０は、ｇｅｏｍ_ｎｏｄｅ_ｑｐ_ｏｆｆｓｅｔ_ｅｑ０_ｆｌａｇの値を「１」であるとみなしてもよい。すなわち、ステップＳ６０４の処理がスキップされた場合、ツリー合成部２０２０は、ｎｏｄｅＱｐＯｆｆｓｅｔの値を「０」とみなしてもよい。

[0156] 以上のように、ツリー合成部２０２０は、ビットストリームから位置情報の逆量子化を行うか否かを示すフラグを復号し、かかるフラグが位置情報の逆量子化を行わないことを示す場合、ノード毎の量子化パラメータのオフセット値ｎｏｄｅＱｐＯｆｆｓｅｔの値を「０」とするように構成されていてもよい。

[0157] このような構成とすることで、逆量子化を行わない場合は、常にｎｏｄｅＱｐＯｆｆｓｅｔの値を「０」にすることができ、後述するＮｏｄｅＱｐの値が「０」、すなわち、逆量子化を行わない値になることを保証するのが容易となる。

[0158] また、以上のように、位置情報の逆量子化を行うか否かを示すフラグが位置情報の逆量子化を行わないことを示す場合、ツリー合成部２０２０は、上述のｎｏｄｅＱｐＯｆｆｓｅｔに関するシンタックスの復号処理を省略するように構成されていてもよい。

[0159] このような構成とすることで、位置情報の逆量子化を行わない場合に、不要な復号処理を省略し、処理量を削減することができる。

[0160] また、以上のように、ツリー合成部２０２０は、ｎｏｄｅＱｐＯｆｆｓｅｔに関するシンタックスの１つとして、ｎｏｄｅＱｐＯｆｆｓｅｔの値が「０」であるか否かを示すフラグを復号し、かかるフラグの復号が省略された場合、かかるフラグの値をｎｏｄｅＱｐＯｆｆｓｅｔの値が「０」であることを示す値とみなすように構成されていてもよい。

[0161] このような構成とすることで、ｎｏｄｅＱｐＯｆｆｓｅｔの値が「０」であるか否かを示すフラグの復号が省略されたとき、すなわち、逆量子化を行わない場合は、常にｎｏｄｅＱｐＯｆｆｓｅｔの値を「０」にすることがで

き、後述するＮｏｄｅＱｐの値が「０」、すなわち、逆量子化を行わない値になることを保証するのが容易となる。

[0162] 以上の手順でｎｏｄｅＱｐＯｆｆｓｅｔの値を復号した後、ツリー合成部２０２０は、ステップＳ６０５へ進む。

[0163] ステップＳ６０５において、ツリー合成部２０２０は、ＮｏｄｅＱｐの値を復号する。

[0164] 第１に、ツリー合成部２０２０は、現在のｄｅｐｔｈがＧｅｏｍＳｃａｌｉｎｇＤｅｐｔｈと等しい場合、以下の式でＮｏｄｅＱｐの値を算出してもよい。

ＮｏｄｅＱｐ ＝ （ｇｅｏｍ_ｂａｓｅ_ｑｐ＋ｇｅｏｍ_ｓｌｉｃｅ_ｑｐ_ｏｆｆｓｅｔ＋ｎｏｄｅＱｐＯｆｆｓｅｔ）＜＜ ｇｅｏｍ__ｑｐ__ｍｕｌｔｉｐｌｉｅｒ__ｌｏｇ２

ここで、ＧＰＳにおいて位置情報の逆量子化を行わないと定義されている場合、すなわち、ｇｅｏｍ_ｓｃａｌｉｎｇ_の値が「０」の場合は、ＮｏｄｅＱｐの値が「０」となるように定義されていてもよい。

[0165] ＧＰＳにおいて位置情報の逆量子化を行わないと定義されている場合、すなわち、ｇｅｏｍ_ｓｃａｌｉｎｇ_ｅｎａｂｌｅｄ_ｆｌａｇの値が「０」の場合は、ｇｅｏｍ_ｂａｓｅ_ｑｐ、ｇｅｏｍ_ｓｌｉｃｅ_ｑｐ_ｏｆｆｓｅｔ、ｎｏｄｅＱｐＯｆｆｓｅｔのそれぞれの値が「０」となるように定義されていてもよい。

[0166] ＮｏｄｅＱｐの値は、必ず０以上であることというコンフォーマンス制約をビットストリームに対して定義してもよい。

[0167] また、ツリー合成部２０２０は、ＮｏｄｅＱｐの値が必ず０以上になるように、ＮｏｄｅＱｐを以下の式で算出してもよい。

ＮｏｄｅＱｐ ＝ Ｍａｘ（ｇｅｏｍ_ｂａｓｅ_ｑｐ＋ｇｅｏｍ_ｓｌｉｃｅ_ｑｐ_ｏｆｆｓｅｔ＋ｎｏｄｅＱｐＯｆｆｓｅｔ，０）＜＜ ｇｅｏｍ__ｑｐ__ｍｕｌｔｉｐｌｉｅｒ__ｌｏｇ２

ここで、Ｍａｘ（）は、引数のうち、最も大きい値を返す関数である。

[0168] 第２に、ツリー合成部２０２０は、現在のｄｅｐｔｈがＧｅｏｍＳｃａｌｉｎｇＤｅｐｔｈより大きい場合、ＮｏｄｅＱｐの値について、当該ノードの親ノード、すなわち、ｄｅｐｔｈが当該ノードより１つ小さいときに使用したＮｏｄｅＱｐと同じ値と定義してもよい。

[0169] 第３に、ツリー合成部２０２０は、現在のｄｅｐｔｈがＧｅｏｍＳｃａｌｉｎｇＤｅｐｔｈより小さい場合、以下の式でＮｏｄｅＱｐの値を算出してもよい。

[0170] ｄｃｍＱｐ ＝ （ｇｅｏｍ＿ｂａｓｅ＿ｑｐ ＋ ｇｅｏｍ＿ｄｉｒｅｃｔ＿ｃｏｄｉｎｇ＿ｍｏｄｅ＿ｑｐ＿ｏｆｆｓｅｔ）＜＜ ｇｅｏｍ＿ｑｐ＿ｍｕｌｔｉｐｌｉｅｒ＿ｌｏｇ２

ＮｏｄｅＱｐ ＝ Ｍｉｎ（ｍｉｎＳｃａｌｉｎｇＮｏｄｅＤｉｍＬｏｇ２×８，ｄｃｍＱｐ）

ここで、Ｍｉｎ（）は、引数のうち、最も小さい値を返す関数である。また、ｍｉｎＳｃａｌｉｎｇＮｏｄｅＤｉｍＬｏｇ２は、当該ｄｅｐｔｈにおけるノードサイズを定義する３つの軸方向（例えば、ｘ軸、ｙ軸、ｚ軸）のうち、最もサイズが小さい軸方向のサイズに対して２を底とする対数を取った値である。

[0171] ここで、ＧＰＳにおいて位置情報の逆量子化を行わないと定義されている場合、すなわち、ｇｅｏｍ＿ｓｃａｌｉｎｇ＿ｅｎａｂｌｅｄ＿ｆｌａｇの値が「０」の場合は、ＮｏｄｅＱｐの値が「０」となるように定義されていてもよい。

[0172] ＧＰＳにおいて位置情報の逆量子化を行わないと定義されている場合、すなわち、ｇｅｏｍ＿ｓｃａｌｉｎｇ＿ｅｎａｂｌｅｄ＿ｆｌａｇの値が「０」の場合は、ｇｅｏｍ＿ｂａｓｅ＿ｑｐ、ｇｅｏｍ＿ｄｉｒｅｃｔ＿ｃｏｄｉｎｇ＿ｍｏｄｅ＿ｑｐ＿ｏｆｆｓｅｔのそれぞれの値が「０」となるように定義されていてもよい。

[0173] ＮｏｄｅＱｐの値は、必ず０以上であることというコンフォーマンス制約をビットストリームに対して定義してもよい。

[0174] すなわち、ツリー合成部２０２０は、ＮｏｄｅＱｐの値が「０」未満である場合、仕様に反したビットストリームであると判定してもよい。

[0175] また、ツリー合成部２０２０は、ＮｏｄｅＱｐの値が必ず「０」以上になるように、ＮｏｄｅＱｐを以下の式で算出してもよい。

[0176] ＮｏｄｅＱｐ ＝ Ｍａｘ（Ｍｉｎ（ｍｉｎＳｃａｌｉｎｇＮｏｄｅＤｉｍＬｏｇ２×８，ｄｃｍＱｐ），０）

以上のようにして求めたＮｏｄｅＱｐは、位置情報の逆量子化処理に用いられる。逆量子化処理は、例えば、以下のように実行することができる。なお、ＧＰＳにおいて位置情報の逆量子化を行わないと定義されている場合、すなわち、ｇｅｏｍ＿ｓｃａｌｉｎｇ＿ｅｎａｂｌｅｄ＿ｆｌａｇの値が「０」の場合は、以下のような逆量子化処理を行わないように構成されていてもよい。

[0177] 第１に、ツリー合成部２０２０は、逆量子化前のノードの座標値ｖａｌ（ｘ成分、ｙ成分、ｚ成分のいずれか）を、以下のようにｈｉｇｈＰａｒｔとｌｏｗＰａｒｔに分離する。

[0178] ｈｉｇｈＰａｒｔ ＝ ｖａｌ ＞＞ （ＳｃａｌｉｎｇＮｏｄｅＳｉｚｅＬｏｇ２［ｃｌｄｘ］－ｓｃａｌｉｎｇＥｘｐａｎｓｉｏｎＬｏｇ２）

ｌｏｗＰａｒｔ ＝ ｖａｌ ＆ （（１ ＜＜ （ＳｃａｌｉｎｇＮｏｄｅＳｉｚｅＬｏｇ２［ｃｌｄｘ］－ｓｃａｌｉｎｇＥｘｐａｎｓｉｏｎＬｏｇ２））－１）

ここで、ＳｃａｌｉｎｇＮｏｄｅＳｉｚｅＬｏｇ２［ｃｌｄｘ］は、ｃｌｄｘの値に対応する軸方向（ｘ方向、ｙ方向、ｚ方向のいずれか）の量子化前のノードサイズについて２を底とする対数を取った値である。また、ｓｃａｌｉｎｇＥｘｐａｎｓｉｏｎＬｏｇ２は、ＮｏｄｅＱｐを８で整数除算した値である。すなわち、ｓｃａｌｉｎｇＥｘｐａｎｓｉｏｎＬｏｇ２は、ＮｏｄｅＱｐを４で除算した後、得られた商の小数点以下を切り捨てて整数にした値である。

[0179] 第２に、ツリー合成部２０２０は、スケールファクターｓＦを以下の式で

算出する。

[0180] ｓＦ ＝ ８＋（ｑＰ ＆ ７） ＜＜ ｑＰ/８

ここで、ｑＰの値は、ＮｏｄｅＱｐと同じ値である。また、＆は、ビットごとの論理積を算出する演算子である。すなわち、ｑＰ＆３は、ｑＰの値を２進数で表現した場合の下位２桁を抽出する処理に等しい。

[0181] なお、上記のように、ｑＰの値と論理積を取る場合や、ｑＰから算出した値に応じてビットシフトを行うように定義されている場合、ｑＰの値、すなわち、ＮｏｄｅＱｐの値は、「０」以上の整数であることが期待される。

[0182] 第３に、ツリー合成部２０２０は、以下の式で逆量子化後の座標値ｐｏｓを算出する。

[0183] ｈｉｇｈＰａｒｔＳ ＝ ｈｉｇｈＰａｒｔ ＜＜ ＳｃａｌｉｎｇＮｏｄｅＳｉｚｅＬｏｇ２［ｃｌｄｘ］

ｌｏｗＰａｒｔＳ ＝ （ｌｏｗＰａｒｔ × ｓＦ ＋ ４） ＞＞ ３

ｐｏｓ ＝ ｈｉｇｈＰａｒｔＳ ｜ Ｍｉｎ（ｌｏｗＰａｒｔＳ, （１ ＜＜ ＳｃａｌｉｎｇＮｏｄｅＳｉｚｅＬｏｇ２「ｃｌｄｘ」）－１）

ここで、｜は、ビット単位での論理和をとる演算子である。

[0184] 以上の逆量子化処理では、ｑＰの値、すなわち、ＮｏｄｅＱｐの値が「０」の場合、入力値ｖａｌ及び出力値ｐｏｓが同じ値となる。なお、ＧＰＳにおいて位置情報の逆量子化を行わないよう規定されている場合、すなわち、例えば、ｇｅｏｍ＿ｓｃａｌｉｎｇ＿ｅｎａｂｌｅｄ＿ｆｌａｇの値が「０」の場合、以上の逆量子化処理をスキップしてもよい。また、上記のように、ＧＰＳにおいて位置情報の逆量子化を行わないよう規定されている場合、すなわち、例えば、ｇｅｏｍ＿ｓｃａｌｉｎｇ＿ｅｎａｂｌｅｄ＿ｆｌａｇの値が「０」の場合、ＮｏｄｅＱｐの値が必ず「０」となるように規定されていてもよい。

[0185] 以上のように、ツリー合成部２０２０は、ノード毎の量子化パラメータＮｏｄｅＱｐの値が、必ず所定値以上又は所定値より大きくなるように復号するように構成されていてもよい。

[0186] 例えば、後段の処理がＮｏｄｅＱｐの値が所定値以上又は所定値より大きくなることを前提としている場合、このような構成とすることで復号処理全体の整合性を保つことができる。

[0187] また、以上のように、ツリー合成部２０２０は、ＮｏｄｅＱｐの値を算出した後、所定値以上又は所定値より大きくなるようにクリッピング処理を行うように構成されていてもよい。

[0188] このような構成とすることで、ｇｅｏｍ_ｂａｓｅ_ｑｐ等のパラメータ値の値によらず、必ずＮｏｄｅＱｐの値を所定値以上又は所定値より大きくなるように保証することができる。

[0189] また、ツリー合成部２０２０は、以上のように、ＮｏｄｅＱｐの値が、所定値未満又は所定値以下の場合に、仕様に違反していると判定するように構成されていてもよい。

[0190] このような構成とすることで、クリッピング等の追加処理を用いなくても、仕様に準拠したビットストリームであれば、ＮｏｄｅＱｐの値が所定値以又は所定値より大きくなるように保証することができる。

[0191] また、以上のように、上述の所定値は「０」であるように構成されていてもよい。

[0192] 例えば、後段の処理がＮｏｄｅＱｐの値が「０」以上であることを前提としている場合、このような構成とすることで復号処理全体の整合性を保つことができる。

[0193] 更に、ＮｏｄｅＱｐの値が「０」の場合は、逆量子化処理を行わない場合と同様の処理結果と同じとなるように構成されている場合、ＮｏｄｅＱｐの値の範囲に「０」を含むことで、ＮｏｄｅＱｐの値だけで逆量子化処理の実行要否を判定することができる。

[0194] 以上のようにＮｏｄｅＱｐを算出した後、ツリー合成部２０２０は、ステップＳ６０６へ進む。

[0195] ステップＳ６０６において、ツリー合成部２０２０は、「Ｏｃｔｒｅｅ」を用いる場合は、ノードを８分割で子ノードに分割し、「ＱｔＢｔ」を用い

る場合は、かかるノードを８分割、４分割又は２分割のいずれかで子ノードに分割し、Ｏｃｃｕｐａｎｃｙ　ｃｏｄｅ等の情報に基づいて、各子ノードに点群データが含まれるかどうかを示すＯｃｃｕｐａｎｃｙ　ｍａｐを復号する。

[0196] 例えば、Ｏｃｃｕｐａｎｃｙ　ｍａｐの値が「１」の場合は、対応する子ノード内に点群データが存在すると定義できる。また、例えば、Ｏｃｃｕｐａｎｃｙ　ｍａｐの値が「０」の場合は、対応する子ノード内に点群データが存在しないか或いは当該子ノード自体が存在しないと定義できる。

[0197] よって、ツリー合成部２０２０は、同一のＤｅｐｔｈ内でＯｃｃｕｐａｎｃｙ　ｍａｐの値が「１」となっている子ノードの数をカウントすることで、次に処理するＤｅｐｔｈ内のノード数を知ることができる。

[0198] ツリー合成部２０２０は、１つのノードについてＯｃｃｕｐａｎｃｙ　ｍａｐの生成が完了したら、ステップＳ６０２の処理へ戻る。

[0199]（属性情報復号部２０６０）

以下、図７～図９を用いて、属性情報復号部２０６０で復号される制御データについて説明する。

[0200] 図７は、幾何情報復号部２０６０で受信する符号化データ（ビットストリーム）の構成の一例である。

[0201] 第１に、ビットストリームは、ＡＰＳ２０６１を含んでいてもよい。ＡＰＳ２０６１は、アトリビュートパラメータセットとも呼ばれ、属性情報の復号に関する制御データの集合である。具体例については後述する。各ＡＰＳ２０６１は、複数のＡＰＳ２０６１が存在する場合に個々を識別するためのＡＰＳ　ｉｄ情報を少なくとも含む。

[0202] 第２に、ビットストリームは、ＡＳＨ２０６２Ａ/２０６２Ｂを含んでいてもよい。ＡＳＨ２０６２Ａ/２０６２Ｂは、アトリビュートスライスヘッダとも呼ばれ、後述するスライスに対応する制御データの集合である。具体例については後述する。ＡＳＨ２０６２Ａ/２０６２Ｂは、各ＡＳＨ２０６２Ａ/２０６２Ｂに対応するＡＰＳ２０６１を指定するためのＡＰＳ　ｉｄ情報を

少なくとも含む。

[0203] 第３に、ビットストリームは、ＡＳＨ２０６２Ａ/２０６２Ｂの次に、スライスデータ２０６３Ａ/２０６３Ｂを含んでいてもよい。スライスデータ２０６３Ａ/２０６３Ｂには、属性情報を符号化したデータが含まれている。

[0204] 以上のように、ビットストリームは、各スライスデータ２０６３Ａ/２０６３Ｂに、１つずつＡＳＨ２０６２Ａ/２０６２Ｂ及びＡＰＳ２０６１が対応する構成となる。

[0205] 上述のように、ＡＳＨ２０６２Ａ/２０６２Ｂにて、どのＡＰＳ２０６１を参照するかをＡＰＳ　ｉｄ情報で指定するため、複数のスライスデータ２０６３Ａ/２０６３Ｂに対して共通のＡＰＳ２０６１を用いることができる。

[0206] 言い換えると、ＡＰＳ２０６１は、スライスごとに必ずしも伝送する必要がない。例えば、図７に示すように、ＡＳＨ２０６２Ｂ及びスライスデータ２０６３Ｂの直前では、ＡＰＳ２０６１を符号化しないようなビットストリームの構成とすることもできる。

[0207] なお、図７に示す構成は、あくまで一例である。各スライスデータ２０６３Ａ/２０６３Ｂに、ＡＳＨ２０６２Ａ/２０６２Ｂ及びＡＰＳ２０６１が対応する構成となっていれば、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。例えば、図７に示すように、ビットストリームは、シーケンスパラメータセット（ＳＰＳ）を含んでいてもよい。

[0208] また、同様に、伝送に際して、図７と異なる構成に整形されてもよい。更に、幾何情報復号部２０１０で復号されるビットストリームと合成して単一のビットストリームとして伝送されてもよい。例えば、スライスデータ２０１３Ａ及び２０６３Ａ、スライスデータ２０１３Ｂ及び２０６３Ｂを、それぞれ単一のスライスデータとして扱い、各スライスの直前にＧＳＨ２０１２Ａ及びＡＳＨ２０６２Ａ、ＧＳＨ２０１２Ｂ及びＡＳＨ２０６２Ｂを、それぞれ配置する構成となっていてもよい。また、その際、各ＧＳＨ及びＡＳＨに先立って、ＧＰＳ２０１１及びＡＰＳ２０６１が配置されていてもよい。

[0209] 図８は、ＳＰＳ２００１のシンタックス構成の一例である。

[0210] ＳＰＳ２００１は、レベルを定義するシンタックス（ｌｅｖｅｌ＿ｉｄｃ）を含んでもよい。

[0211] ＳＰＳ２００１は、複数のＳＰＳを識別するためのインデックス（ｓｐｓ＿ｓｅｑ＿ｐａｒａｍｅｔｅｒ＿ｓｅｔ＿ｉｄ）を含んでもよい。

[0212] ＳＰＳ２００１は、当該ビットストリーム内に含まれる属性情報の数を示すシンタックス（ｓｐｓ＿ｎｕｍ＿ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｓｅｔｓ）を含んでもよい。

[0213] ＳＰＳ２００１は、当該ビットストリームに含まれるｓｐｓ＿ｎｕｍ＿ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｓｅｔｓ個の属性情報それぞれの次元数を示すシンタックス（ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｄｉｍｅｎｓｉｏｎ＿ｍｉｎｕｓ１［ｉ］）を含んでもよい。次元数が「１」の場合は、当該属性情報は、例えば、反射率や輝度信号である場合に該当する。また、次元数が「３」の場合は、当該属性情報は、例えば、輝度信号、色差信号（Ｃｂ信号、Ｃｒ信号）で構成される次元データである場合に該当する。

[0214] ここで、ｓｐｓ＿ｎｕｍ＿ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｓｅｔｓ個の属性情報の全ての次元数が「１」であったとき、当該ビットストリームには色差データが含まれないことが分かる。そこで、ｓｐｓ＿ｎｕｍ＿ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｓｅｔｓ個の属性情報の全ての次元数が「１」であったとき、ａｔｔｒ＿ｓｅｃｏｎｄａｒｙ＿ｄｉｍ＿ｐｒｅｓｅｎｔ＿ｆｌａｇの値を「０」と定義してもよい。

[0215] また、少なくとも１つの属性情報について次元数が「２」以上である場合、ａｔｔｒ＿ｓｅｃｏｎｄａｒｙ＿ｄｉｍ＿ｐｒｅｓｅｎｔ＿ｆｌａｇの値を「１」と定義してもよい。

[0216] なお、以上では、属性情報の次元数を参照して当該ビットストリームに色差データが含まれるか否かを示すフラグであるａｔｔｒ＿ｓｅｃｏｎｄａｒｙ＿ｄｉｍ＿ｐｒｅｓｅｎｔ＿ｆｌａｇの値を設定する場合の例について説明したが、色差データ有無の判定方法は他の方法でも差し支えない。

[0217] 例えば、属性情報の種類を示すシンタックスを復号し，例えば、それらが全て「反射係数」であることを示している場合に、当該ビットストリームに

色差データを含まないと判定し、ａｔｔｒ＿ｓｅｃｏｎｄａｒｙ＿ｄｉｍ＿ｐｒｅｓｅｎｔ＿ｆｌａｇの値を「０」と定義してもよい。

[0218] また、ａｔｔｒ＿ｓｅｃｏｎｄａｒｙ＿ｄｉｍ＿ｐｒｅｓｅｎｔ＿ｆｌａｇの値をビットストリームに含み、ビットストリームからフラグの値を復号することで、当該ビットストリームに色差データが含まれるか否かを判定してもよい。すなわち、ビットストリームから復号したａｔｔｒ＿ｓｅｃｏｎｄａｒｙ＿ｄｉｍ＿ｐｒｅｓｅｎｔ＿ｆｌａｇの値が「０」の場合、当該ビットストリームに色差データが含まれないと判定してもよい。

[0219] 図９は、ＡＰＳ２０６１のシンタックス構成の一例である。

[0220] ＡＰＳ２０６１は、各ＡＰＳ２０６１を識別するためのＡＰＳ　ｉｄ情報（ａｐｓ＿ａｔｔｒ＿ｐａｒａｍｅｔｅｒ＿ｓｅｔ＿ｉｄ）を含んでもよい。

[0221] ＡＰＳ２０６１は、属性情報の復号方法を示す情報（ａｔｔｒ＿ｃｏｄｉｎｇ＿ｔｙｐｅ）を含んでもよい。例えば、ａｔｔｒ＿ｃｏｄｉｎｇ＿ｔｙｐｅの値が「０」の時は、逆リフティング部２１００において可変の重み付きリフティング予測を行い、ａｔｔｒ＿ｃｏｄｉｎｇ＿ｔｙｐｅの値が「１」の時は、ＲＡＨＴ部２０８０にてＲＡＨＴを行い、ａｔｔｒ＿ｃｏｄｉｎｇ＿ｔｙｐｅの値が「２」の時は、逆リフティング部２１００において固定の重みでのリフティング予測を行うというように規定されていてもよい。

[0222] ＡＰＳ２０６１は、ａｔｔｒ＿ｓｅｃｏｎｄａｒｙ＿ｄｉｍ＿ｐｒｅｓｅｎｔ＿ｆｌａｇの値が「１」の場合、色差信号の量子化パラメータのオフセット値（ａｐｓ＿ａｔｔｒ＿ｃｈｒｏｍａ＿ｑｐ＿ｏｆｆｓｅｔ）を含んでもよい。

[0223] ＡＰＳ２０６１に、ａｐｓ＿ａｔｔｒ＿ｃｈｒｏｍａ＿ｑｐ＿ｏｆｆｓｅｔが含まれない場合、属性情報復号部２０６０は、ａｐｓ＿ａｔｔｒ＿ｃｈｒｏｍａ＿ｑｐ＿ｏｆｆｓｅｔの値を「０」とみなすように定義されていてもよい。

[0224] ＡＰＳ２０６１は、ａｔｔｒ＿ｓｅｃｏｎｄａｒｙ＿ｄｉｍ＿ｐｒｅｓｅｎｔ＿ｆｌａｇの値が「１」の場合で且つａｔｔｒ＿ｃｏｄｉｎｇ＿ｔｙｐｅの値が「２」の場合、色差信号間での残差の予測を行うか否かを制御するフラグ（ｌｉｆｔｉｎｇ＿ｌａｓｔ＿ｃｏｍｐｏｎｅｎｔ＿ｐｒｅｄｉｃｔｉｏｎ＿ｅｎ

ａｂｌｅｄ＿ｆｌａｇ）を含んでもよい。

[0225] ｌｉｆｔｉｎｇ＿ｌａｓｔ＿ｃｏｍｐｏｎｅｎｔ＿ｐｒｅｄｉｃｔｉｏｎ＿ｅｎａｂｌｅｄ＿ｆｌａｇの値が「１」の場合は、色差信号間での残差予測を行い、ｌｉｆｔｉｎｇ＿ｌａｓｔ＿ｃｏｍｐｏｎｅｎｔ＿ｐｒｅｄｉｃｔｉｏｎ＿ｅｎａｂｌｅｄ＿ｆｌａｇの値が「０」の場合は、色差信号間での残差予測を行わないように定義されていてもよい。

[0226] ＡＰＳ２０６１に、ｌｉｆｔｉｎｇ＿ｌａｓｔ＿ｃｏｍｐｏｎｅｎｔ＿ｐｒｅｄｉｃｔｉｏｎ＿ｅｎａｂｌｅｄ＿ｆｌａｇが含まれないとき、属性情報復号部２０６０は、ｌｉｆｔｉｎｇ＿ｌａｓｔ＿ｃｏｍｐｏｎｅｎｔ＿ｐｒｅｄｉｃｔｉｏｎ＿ｅｎａｂｌｅｄ＿ｆｌａｇの値を「０」とみなすように定義されていてもよい。

[0227] ＡＰＳ２０６１は、ａｔｔｒ＿ｓｅｃｏｎｄａｒｙ＿ｄｉｍ＿ｐｒｅｓｅｎｔ＿ｆｌａｇの値が「１」の場合で且つａｔｔｒ＿ｃｏｄｉｎｇ＿ｔｙｐｅの値が「１」の場合、輝度信号間及び色差信号間で予測を行うか否かを制御するフラグ（ｉｎｔｅｒ＿ｃｏｍｐｏｎｅｎｔ＿ｐｒｅｄｉｃｔｉｏｎ＿ｅｎａｂｌｅｄ＿ｆｌａｇ）を含んでもよい。

[0228] ｉｎｔｅｒ＿ｃｏｍｐｏｎｅｎｔ＿ｐｒｅｄｉｃｔｉｏｎ＿ｅｎａｂｌｅｄ＿ｆｌａｇの値が「１」の場合は、輝度信号と色差信号との間での予測を行い、ｉｎｔｅｒ＿ｃｏｍｐｏｎｅｎｔ＿ｐｒｅｄｉｃｔｉｏｎ＿ｅｎａｂｌｅｄ＿ｆｌａｇの値が「０」の場合は、輝度信号と色差信号との間での予測を行わないように定義されていてもよい。

[0229] ＡＰＳ２０６１に、ｉｎｔｅｒ＿ｃｏｍｐｏｎｅｎｔ＿ｐｒｅｄｉｃｔｉｏｎ＿ｅｎａｂｌｅｄ＿ｆｌａｇが含まれないとき、属性情報復号部２０６０は、ｉｎｔｅｒ＿ｃｏｍｐｏｎｅｎｔ＿ｐｒｅｄｉｃｔｉｏｎ＿ｅｎａｂｌｅｄ＿ｆｌａｇの値を「０」とみなすように定義されていてもよい。

[0230] 以上のように、属性情報復号部２０６０は、当該ビットストリームに色差信号が含まれるか否かを判定し、色差信号が含まれていないと判定した場合、色差信号に関するシンタックスの復号を省略するように構成されていても

よい。

[0231] このような構成とすることで、不要なシンタックスの復号処理を省略し、処理量を削減することができる。

[0232] 以上のように、属性情報復号部２０６０は、当該ビットストリームに含まれる属性情報の次元数を復号し、全ての属性情報の次元数が「１」であった場合、当該ビットストリームに色差信号が含まれていないと判定するように構成されていてもよい。

[0233] このような構成とすることで、当該ビットストリームに反射係数のみ（１次元）や輝度信号のみ（１次元）を含む場合に、色差信号に関する処理を省略することができる。

[0234] 以上のように、属性情報復号部２０６０は、色差信号の量子化パラメータのオフセット値が復号されなかった場合、当該シンタックスの値を「０」とみなすように構成されていてもよい。

[0235] このような構成とすることで、色差信号が存在しない場合に意図せず不要なオフセット値が設定されることを防ぐことができる。

[0236] 以上のように、属性情報復号部２０６０は、色差信号間での残差の予測を行うか否かを制御するフラグが復号されなかった場合、当該フラグの値を色差信号間での残差の予測を行わない場合の値と同じ値とみなすように構成されていてもよい。

[0237] このような構成とすることで、色差信号が存在しない場合に、不要に色差信号間での残差の予測が実行されることを防ぐことができる。

[0238] 以上のように、属性情報復号部２０６０は、輝度信号間と色差信号間で予測を行うか否かを制御するフラグが復号されなかった場合、当該フラグの値を輝度信号間と色差信号との間で予測を行わない場合の値と同じ値とみなすように構成されていてもよい。

[0239] このような構成とすることで、色差信号が存在しない場合に、不要に輝度信号間と色差信号間での予測が実行されることを防ぐことができる。

[0240] ＡＰＳ２０６１は、スケーラブルリフティングを適用するかどうかを示す

フラグ（ｌｉｆｔｉｎｇ_ｓｃａｌａｂｉｌｉｔｙ_ｅｎａｂｌｅｄ_ｆｌａｇ）を含んでもよい。

[0241] ｌｉｆｔｉｎｇ_ｓｃａｌａｂｉｌｉｔｙ_ｅｎａｂｌｅｄ_ｆｌａｇの値が「０」の場合は、スケーラブルリフティングを適用しないと規定し、ｌｉｆｔｉｎｇ_ｓｃａｌａｂｉｌｉｔｙ_ｅｎａｂｌｅｄ_ｆｌａｇの値が「１」の場合は、スケーラブルリフティングを適用すると規定されていてもよい。

[0242] ＡＰＳ２０６１は、ＬｏＤ算出部２０９０で算出するＬｏＤのレベル数を指定するシンタックス（ｌｉｆｔｉｎｇ_ｎｕｍ_ｄｅｔａｉｌ_ｌｅｖｅｌｓ_ｍｉｎｕｓ１）を含んでもよい。

[0243] ＬｏＤの値は、１以上の整数値である必要があるため、例えば、当該シンタックスは、「０」以上の整数値としておき、当該シンタックスの値に「１」を加えた値を、ＬｏＤのレベル数としてもよい。

[0244] ＡＰＳ２０６１は、ＬｏＤのレベル数が「１」より大きい場合、すなわち、ｌｉｆｔｉｎｇ_ｎｕｍ_ｄｅｔａｉｌ_ｌｅｖｅｌｓ_ｍｉｎｕｓ１の値が「０」より大きい場合、各ＬｏＤに属する点を等間隔にサンプリングするか否かを示すフラグ（ｌｉｆｔｉｎｇ_ｌｏｄ_ｒｅｇｕｌａｒ_ｓａｍｐｌｉｎｇ_ｅｎａｂｌｅｄ_ｆｌａｇ）を含んでもよい。

[0245] 例えば、ｌｉｆｔｉｎｇ_ｌｏｄ_ｒｅｇｕｌａｒ_ｓａｍｐｌｉｎｇ_ｅｎａｂｌｅｄ_ｆｌａｇの値が「１」の場合は、等間隔にサンプリングを行い、ｌｉｆｔｉｎｇ_ｌｏｄ_ｒｅｇｕｌａｒ_ｓａｍｐｌｉｎｇ_ｅｎａｂｌｅｄ_ｆｌａｇの値が「０」の場合は、等間隔にサンプリングを行わないように定義されていてもよい。

[0246] ＡＰＳ２０６１は、等間隔にサンプリングを行う場合、すなわち、ｌｉｆｔｉｎｇ_ｌｏｄ_ｒｅｇｕｌａｒ_ｓａｍｐｌｉｎｇ_ｅｎａｂｌｅｄ_ｆｌａｇの値が「１」の場合、各ＬｏＤのレベルごとにサンプル間隔を指定するシンタックス（ｌｉｆｔｉｎｇ_ｓａｍｐｌｉｎｇ_ｐｅｒｉｏｄ_ｍｉｎｕｓ２［ｉｄｘ］）を含んでもよい。

[0247] サンプル間隔を２以上の整数とし、ｌｉｆｔｉｎｇ_ｓａｍｐｌｉｎｇ_ｐ

ｅｒｉｏｄ_ｍｉｎｕｓ２［ｉｄｘ］の値は、実際のサンプル間隔から２を引いた数と定義してもよい。ここで、本シンタックスのとり得る値の範囲として、０以上であることという制約が規定されていてもよい。

[0248] また、かかるシンタックスの取り得る値の範囲として、プロファイル又はレベルごとに定義された１スライス（１データユニット）に含まれるノード数の最大値（例えば、非特許文献１の「Ｍａｘ ｐｏｉｎｔｓ ｉｎ ａ ｓｌｉｃｅ」）以下であることという制約が規定されていてもよい。

[0249] 上述のように、ｌｉｆｔｉｎｇ_ｓａｍｐｌｉｎｇ_ｐｅｒｉｏｄ_ｍｉｎｕｓ２［ｉｄｘ］の値は、実際のサンプル間隔から２を引いた数と定義する場合、「Ｍａｘ ｐｏｉｎｔｓ ｉｎ ａ ｓｌｉｃｅ」から２を引いた値以下であることという制約が規定されていてもよい。

[0250] また、属性情報復号部２０６０は、ｌｉｆｔｉｎｇ_ｓａｍｐｌｉｎｇ_ｐｅｒｉｏｄ_ｍｉｎｕｓ２［ｉｄｘ］の値が「０」以上で且つ「Ｍａｘ ｐｏｉｎｔｓ ｉｎ ａ ｓｌｉｃｅ－２」以下となるように、かかるシンタックスを復号した後に、以下のクリッピング処理を行ってもよい。

[0251] ｇｅｏｍ_ｑｐ_ｏｆｆｓｅｔ_ｉｎｔｖｌ_ｌｏｇ２ ＝ Ｍｉｎ（Ｍａｘ（ｌｉｆｔｉｎｇ_ｓａｍｐｌｉｎｇ_ｐｅｒｉｏｄ_ｍｉｎｕｓ２［ｉｄｘ］，０），Ｍａｘ ｐｏｉｎｔｓ ｉｎ ａ ｓｌｉｃｅ－２）

ここで、Ｍｉｎ（）は、引数の中で最小値を返す関数であり、Ｍａｘ（）は、引数の中で最大値を返す関数である。

[0252] 以上のように、属性情報復号部２０６０は、各ＬｏＤのレベルごとにサンプル間隔を指定するシンタックスについて、当該シンタックスの値が必ず「０」以上となるように復号するように構成されていてもよい。

[0253] すなわち、属性情報復号部２０６０によって復号される各ＬｏＤのレベルごとにサンプル間隔を指定するシンタックスの値は、「０」以上となるように構成されていてもよい。

[0254] このような構成とすることで、ノード間の間隔が負であるという実現不可能なビットストリームが発生しないようにすることができる。

[0255] また、以上のように仕様の制約として１スライス或いは１データユニットあたりの最大ノード数が規定されている場合、属性情報復号部２０６０は、各ＬｏＤのレベルごとにサンプル間隔を指定するシンタックスについて、当該シンタックスの値が必ず１スライス或いは１データユニットあたりの最大ノード数以下となるように復号するように構成されていてもよい。

[0256] すなわち、属性情報復号部２０６０によって復号される各ＬｏＤのレベルごとにサンプル間隔を指定するシンタックスの値は、１スライス或いは１データユニットあたりの最大ノード数以下となるように構成されていてもよい。

[0257] このように、各ＬｏＤのレベルごとにサンプル間隔を指定するシンタックスの値として取り得る値の最大値を定義することで、かかるシンタックスの復号に必要なビット数の最大値を定義することができ、ＧＰＳ全体のビット長の最大値を規定するための一助となる。

[0258] また、各ＬｏＤのレベルごとにサンプル間隔を指定するシンタックスの値として取り得る値の最大値を１スライス或いは１データユニットあたりの最大ノード数以下となるように制約することで、ノード間の間隔が１スライス或いは１データユニットあたりの最大ノード数以上となるような実効的に無意味なビットストリームとなることを防ぐことができる。

[0259] また、上述の点群符号化装置１００及び点群復号装置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てもよい。

[0260] なお、上記の各実施形態では、本発明を点群符号化装置１００及び点群復号装置２００への適用を例にして説明したが、本発明は、かかる例のみに限定されるものではなく、点群符号化装置１００及び点群復号装置２００の各機能を備えた点群符号化/復号システムにも同様に適用できる。

符号の説明

[0261] １０…点群処理システム

１００…点群符号化装置

２００…点群復号装置

２０１０…幾何情報復号部

２０２０…ツリー合成部

２０３０…近似表面合成部

２０４０…幾何情報再構成部

２０５０…逆座標変換部

２０６０…属性情報復号部

２０７０…逆量子化部

２０８０…ＲＡＨＴ部

２０９０…ＬｏＤ算出部

２１００…逆リフティング部

２１１０…逆色変換部

請求の範囲

[請求項1] 点群復号装置であって、

Ｏｃｔｒｅｅを復号する際のツリーの階層数を示すシンタックスを復号するように構成されている幾何情報復号部を備え、

前記幾何情報復号部によって復号される前記シンタックスの値は、１スライス或いは１データユニットあたりの最大ノードサイズに所定の自然数を加えた値以下となることを特徴とする点群復号装置。

[請求項2] 前記幾何情報復号部は、ＱｔＢｔを適用するか否かを示すフラグを復号するように構成されており、

前記フラグが前記ＱｔＢｔを適用することを示す場合、前記幾何情報復号部によって復号される前記シンタックスの値は、前記最大ノードサイズに所定の自然数を加えた値以下となり、

前記フラグが前記ＱｔＢｔを適用しないことを示す場合、前記幾何情報復号部によって復号される前記シンタックスの値は、前記最大ノードサイズ以下となることを特徴とする請求項１に記載の点群復号装置。

[請求項3] 前記所定の自然数は「４」であることを特徴とする請求項１に記載の点群復号装置。

[請求項4] 点群復号方法であって、

Ｏｃｔｒｅｅを復号する際のツリーの階層数を示すシンタックスを復号する工程を備え、

前記工程において復号される前記シンタックスの値は、１スライス或いは１データユニットあたりの最大ノードサイズに所定の自然数を加えた値以下となることを特徴とする点群復号方法。

[請求項5] コンピュータを、点群復号装置として機能させるプログラムであって、

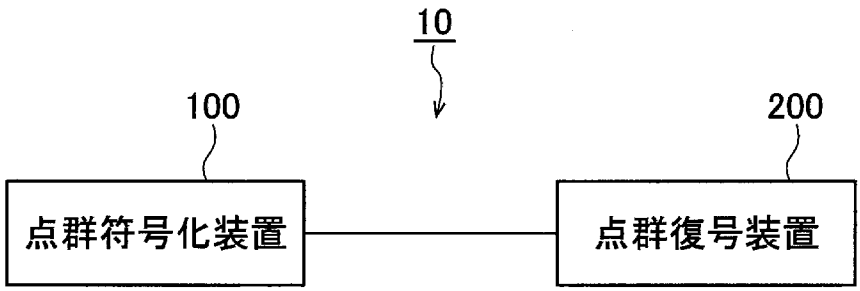
前記点群復号装置は、

Ｏｃｔｒｅｅを復号する際のツリーの階層数を示すシンタックスを

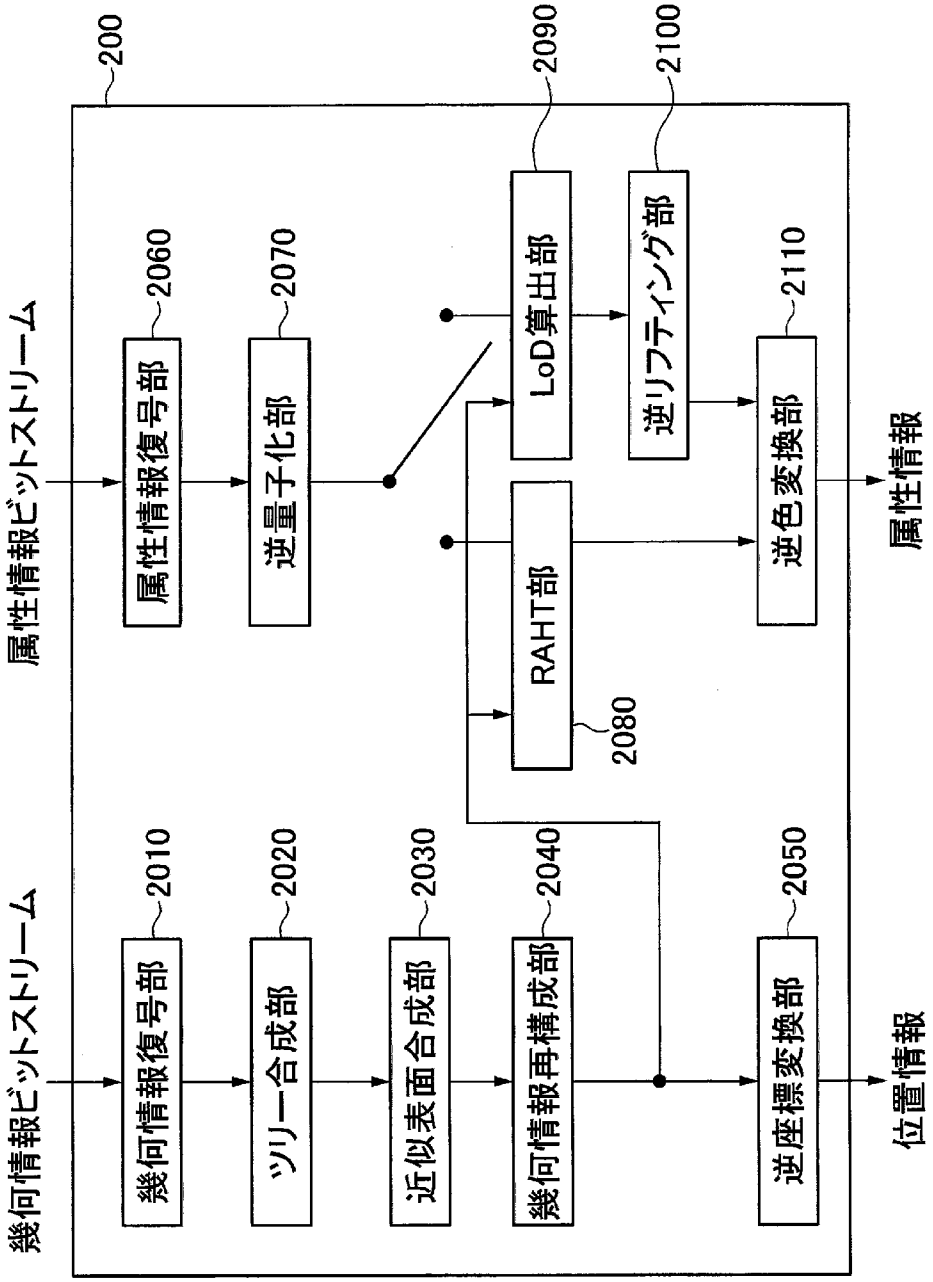
復号するように構成されている幾何情報復号部を備え、

前記幾何情報復号部によって復号される前記シンタックスの値は、１スライス或いは１データユニットあたりの最大ノードサイズに所定の自然数を加えた値以下となることを特徴とするプログラム。

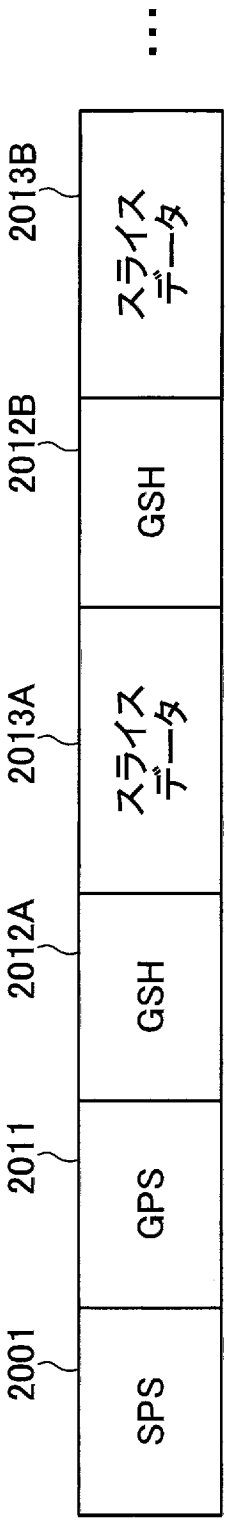
[図1]



[図2]


200
幾何情報ビットストリーム
属性情報ビットストリーム
幾何情報復号部
2010
ツリー合成部
2020
近似表面合成部
2030
幾何情報再構成部
2040
RAHT部
2080
逆座標変換部
2050
属性情報復号部
2060
逆量子化部
2070
LoD算出部
2090
逆リフティング部
2100
逆色変換部
2110
位置情報
属性情報

[図3]


2001
SPS
2011
GPS
2012A
GSH
2013A
スライスデータ
2012B
GSH
2013B
スライスデータ
...

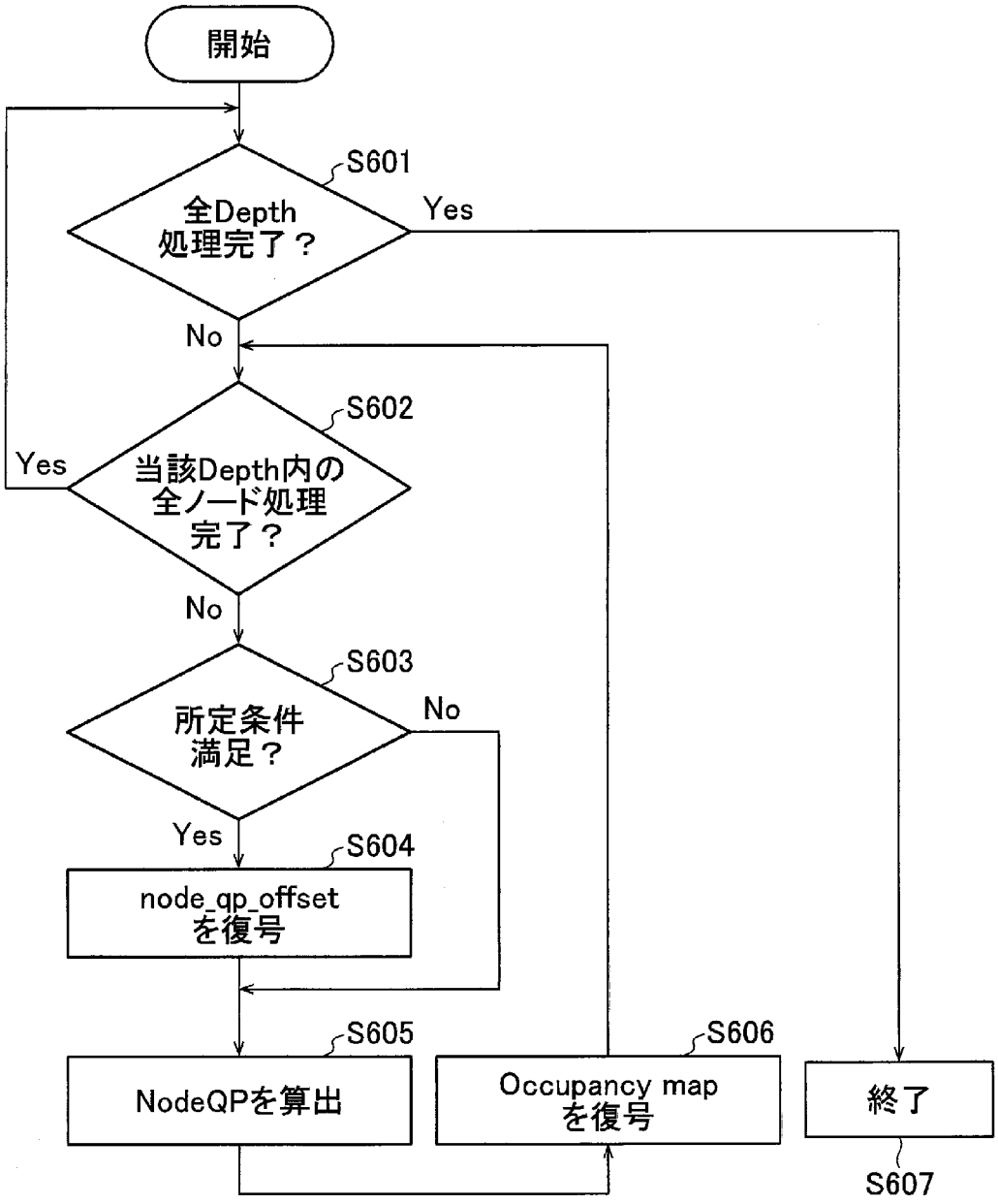
[図4]

geometry_parameter_set( ) {	Descriptor
gps_geom_parameter_set_id	ue(v)
...	
geom_tree_type	u(1)
if(geom_tree_type == 0){	
trisoup_enabled_flag	u(1)
if(!trisoup_enabled_flag)	
inferred_direct_coding_mode_enabled_flag	u(1)
geom_tree_coded_axis_list_present_flag	u(1)
geometry_planar_mode_flag	u(1)
}	
geometry_angular_mode_flag	u(1)
if(geometry_angular_mode_flag){	
if(geometry_planar_mode_flag)	
planar_buffer_disabled_flag	u(1)
}	
geom_scaling_enabled_flag	u(1)
if(geom_scaling_enabled_flag) {	
geom_base_qp	ue(v)
geom_qp_multiplier_log2	u(2)
if(geom_tree_type = = 1)	
geom_qp_offset_intvl_log2	ue(v)
else if(inferred_direct_coding_mode_enabled_flag)	
geom_direct_coding_mode_qp_offset	se(v)
}	
...	
}	

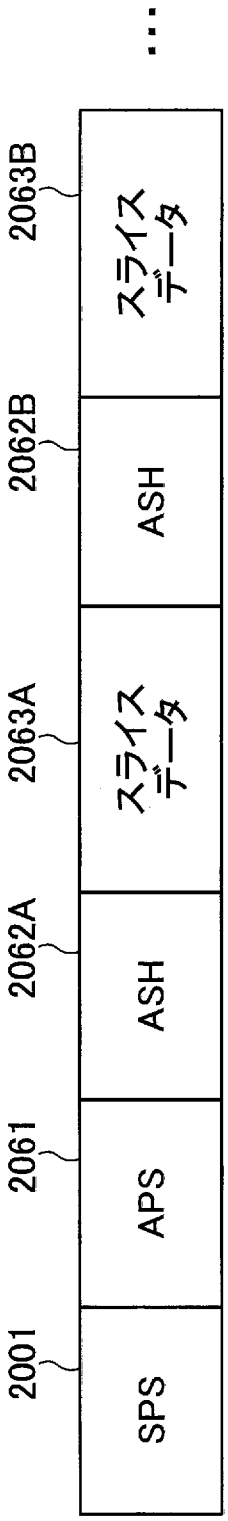
[図5]

geometry_data_unit_header( ) {	Descriptor
gsh_geometry_parameter_set_id	ue(v)
if(geom_tree_type = = 0) {	
geom_tree_depth_minus1	ue(v)
}	
if(geom_scaling_enabled_flag) {	
geom_slice_qp_offset	se(v)
if(geom_tree_type = = 0)	
geom_octree_qp_offsets_depth	ue(v)
}	
if(trisoup_enabled_flag) {	
log2_trisoup_node_size	ue(v)
}	
...	
}	

[図6]


開始
S601
全Depth
処理完了？
Yes
No
S602
当該Depth内の
全ノード処理
完了？
Yes
No
S603
所定条件
満足？
No
Yes
S604
node_qp_offset
を復号
S605
NodeQPを算出
S606
Occupancy map
を復号
終了
S607

[図7]


2001
SPS
2061
APS
2062A
ASH
2063A
スライス データ
2062B
ASH
2063B
スライス データ
...

[図8]

seq_parameter_set( ) {	Descriptor
level_idc	u(8)
sps_seq_parameter_set_id	ue(v)
sps_num_attribute_sets	ue(v)
for(i = 0; i < sps_num_attribute_sets; i++)	
attribute_dimension_minus1[i]	ue(v)
...	
}	

[図9]

attribute_parameter_set( ) {	Descriptor
aps_attr_parameter_set_id	ue(v)
aps_seq_parameter_set_id	ue(v)
attr_coding_type	ue(v)
if (attr_secondary_dim_present_flag)	
aps_attr_chroma_qp_offset	se(v)
if (attr_secondary_dim_present_flag && attr_coding_type = = 2)	
lifting_last_component_prediction_enabled_flag	u(1)
lifting_scalability_enabled_flag	u(1)
if (!lifting_scalability_enabled_flag){	
lifting_num_detail_levels_minus1	ue(v)
if (lifting_num_detail_levels_minus1 > 0) {	
lifting_lod_regular_sampling_enabled_flag	u(1)
for(idx = 0; idx <= num_detail_levels_minus1; idx++) {	
if (lifting_lod_regular_sampling_enabled_flag)	
lifting_sampling_period_minus2[idx]	ue(v)
}	
}	
}	
if(attr_secondary_dim_present_flag && attr_coding_type = = 1)	
inter_component_prediction_enabled_flag	u(1)
...	
}	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/035553

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 17/00(2006.01)i; ***G06T 9/40***(2006.01)i
FI: G06T9/40; G06T17/00 500

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)

G06T17/00; G06T9/40

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 1971-2021
Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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.
X	WO 2020/184443 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY CORP. OF AMERICA) 17 September 2020 (2020-09-17) paragraphs [0697]-[0896], fig. 91-105	1, 4, 5
A	entire text, all drawings	2, 3

☐ 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	Date of mailing of the international search report
09 December 2021	**21 December 2021**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/035553

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2020/184443 A1	17 September 2020	CN 113519011 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/035553

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G06T 17/00(2006.01)i; G06T 9/40(2006.01)i
FI: G06T9/40; G06T17/00 500

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））

G06T17/00; G06T9/40

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	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１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
X	WO 2020/184443 A1 (パナソニック　インテレクチュアル　プロパティ　コーポレーション　オブ　アメリカ) 17.09.2020 (2020-09-17) 段落[0697]-[0896], 図91-105	1,4,5
A	全文, 全図	2,3

☐ 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	国際調査報告の発送日
09.12.2021	21.12.2021

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）
岡本　俊威 5H 9178
電話番号 03-3581-1101 内線 3531

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/JP2021/035553

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2020/184443 A1	17.09.2020	CN 113519011 A	