

(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
2020年10月15日(15.10.2020)



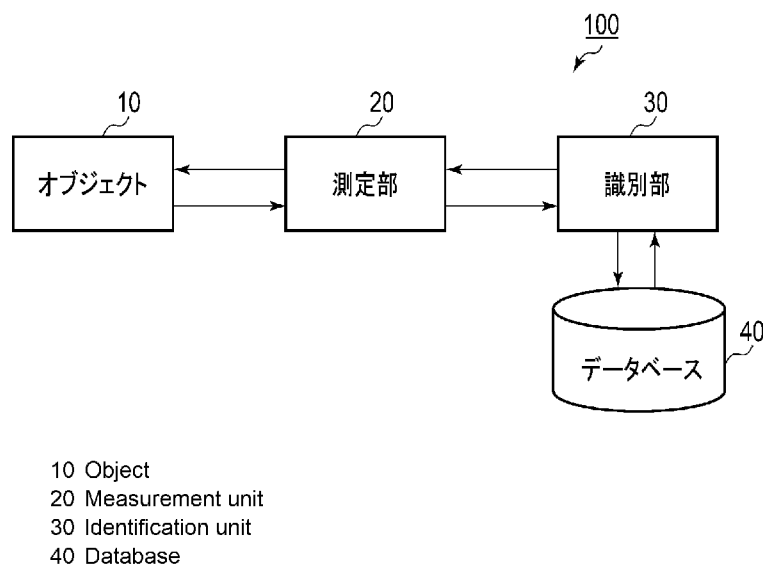
(10) 国際公開番号

WO 2020/209337 A1

- (51) 国際特許分類:
G01V 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/015984
- (22) 国際出願日: 2020年4月9日(09.04.2020)
- (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 2019-076445 2019年4月12日(12.04.2019) JP
- (71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 久保 勇貴(KUBO, Yuki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 蔵田 昌俊, 外(KURATA, Masatoshi et al.); 〒1050014 東京都港区芝三丁目2番1号 セレスティン芝三井ビルディング11階 鈴榮特許総合事務所内 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, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) **Title:** IDENTIFICATION DEVICE, IDENTIFICATION METHOD, IDENTIFICATION PROCESSING PROGRAM, GENERATION DEVICE, GENERATION METHOD, AND GENERATION PROCESSING PROGRAM

(54) 発明の名称: 識別装置、識別方法、識別処理プログラム、生成装置、生成方法、および生成処理プログラム



(57) **Abstract:** This identification device according to an embodiment includes: a vibration generation unit which generates a first vibration, which is to be applied to a solid object to be identified that has an integrated structure, by means of a vibration generator; an acquisition unit which acquires, from a vibration detector, a detection signal corresponding to a second vibration propagated inside the solid object from the first vibration applied to the solid object; a feature amount generation unit which generates, on the basis of the acquire detection signal, a feature amount indicating the frequency characteristics of the second vibration; and an identification unit which identifies the solid object to be identified on the basis of feature amounts stored in a storage device in which the feature amounts, which are based on vibrations propagated

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,
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)）

inside identified solid objects and indicate frequency characteristics, are stored , and the feature amount generated by the feature amount generation unit.

(57) 要約：一実施形態に係る識別装置は、一体化された構造を有する、識別対象の立体物に与えられる第1の振動を振動発生器により発生させる振動発生部と、前記立体物に与えられた前記第1の振動のうちで前記立体物の内部を伝搬した第2の振動に対応する検出信号を振動検出器から取得する取得部と、前記取得された前記検出信号をもとに、前記第2の振動の周波数特性を示す特徴量を生成する特徴量生成部と、識別済みの立体物の内部を伝搬した振動に基づく、周波数特性を示す特徴量が記憶される記憶装置に記憶される前記特徴量、および前記特徴量生成部により生成された特徴量に基づいて、前記識別対象の立体物を識別する識別部と、を有する。

明 細 書

発明の名称：

識別装置、識別方法、識別処理プログラム、生成装置、生成方法、および生成処理プログラム

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、識別装置、識別方法、識別処理プログラム、生成装置、生成方法、および生成処理プログラムに関する。

背景技術

[0002] 3D（3次元（three dimensions））プリンタ（printer）により3Dプリント（print）された立体物であるオブジェクト（object）を識別するために、3Dプリントされたオブジェクトに情報を埋め込む手法がある。

[0003] 第1の手法として、3Dプリントされたオブジェクトの内部に空洞が設けられた状態で、光の反射特性の違いを利用して、空洞が存在する部位と存在しない部位とを区別し、空洞の有無から情報を復元する手法がある（例えば、非特許文献1を参照）。

[0004] また、第2の手法として、オブジェクト内部に設けられた空洞内の音の響き方が利用された情報埋め込みおよび識別手法も存在する（例えば、非特許文献2を参照）。

先行技術文献

非特許文献

[0005] 非特許文献1：Dingzeyu Li, Avinash S. Nair, Shree K. Nayar, Changxi Zheng. AirCode: Unobtrusive Physical Tags for Digital Fabrication. In Proceedings of the Annual ACM Symposium on User Interface Software & Technology (UIST '17). ACM.

非特許文献2：Dingzeyu Li, David I. W. Levin, Wojciech Matusik, and Changxi Zheng. 2016. Acoustic Voxels: Computational Optimization of Modular Acoustic Filters. ACM Trans. Graph. 35, 4, Article 88 (July 2016)

), 12 pages.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] しかしながら、上記第1の手法では、内部に設けられる空洞以外の部位を密な構造にする必要があるが、3Dプリント時に低い充填率が設定されて印刷されたオブジェクトには適用できない。
- [0007] また、この手法では、光の反射特性の違いが利用されるため、光を透過する半透明な材料が用いられてオブジェクトが3Dプリントされる必要があり、光を透過しない不透明な素材、又は光を反射する金属素材が用いられて3Dプリントされたオブジェクトには適用できない等、適用可能な印刷素材が制約される。
- [0008] また、上記第2の手法は、対象物体の任意箇所には設けられる空洞入口から音を入力し、この空洞を通過した音の出力を空洞出口において読み取る必要がある。このため、オブジェクトに少なくとも2か所の開口部が設けられる必要があり、適用できる物体構造が制約される。
- [0009] この発明は、上記事情に着目してなされたもので、その目的とするところは、立体物を適切に識別することができるようにした識別装置、識別方法、識別処理プログラム、生成装置、生成方法、および生成処理プログラムを提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0010] 上記目的を達成するために、この発明の一実施形態に係る識別装置の一つの様子は、一体化された構造を有する、識別対象の立体物に与えられる第1の振動を振動発生器により発生させる振動発生部と、前記立体物に与えられた前記第1の振動のうちで前記立体物の内部を伝搬した第2の振動に対応する検出信号を振動検出器から取得する取得部と、前記取得された前記検出信号をもとに、前記第2の振動の周波数特性を示す特徴量を生成する特徴量生成部と、識別済みの立体物の内部を伝搬した振動に基づく、周波数特性を示す特徴量が記憶される記憶装置に記憶される前記特徴量、および前記特徴量

生成部により生成された特徴量に基づいて、前記識別対象の立体物を識別する識別部と、を備える。

[0011] 本発明の一実施形態に係る識別方法の一つの態様は、識別装置により行なわれる識別方法であって、一体化された構造を有する、識別対象の立体物に与えられる第１の振動を振動発生器により発生させることと、前記立体物に与えられた前記第１の振動のうちで前記立体物の内部を伝搬した第２の振動に対応する検出信号を振動検出器から取得することと、前記取得された前記検出信号をもとに、前記第２の振動の周波数特性を示す特徴量を生成することと、識別済みの立体物の内部を伝搬した振動に基づく、周波数特性を示す特徴量が記憶される記憶装置に記憶される前記特徴量、および前記生成された特徴量に基づいて、前記識別対象の立体物を識別することと、を備える。

[0012] 上記目的を達成するために、この発明の一実施形態に係る生成装置の一つの態様は、識別対象の立体物へ与えられる第１の振動を発生する振動発生器の形状、および前記立体物に与えられた前記第１の振動のうちで前記立体物の内部を伝搬した第２の振動を検出する振動検出器の形状に基づいて、前記第２の振動の伝搬に適切な接触面を有する、識別対象の立体物のモデルを生成する生成部を備える。

[0013] 本発明の一実施形態に係る生成方法の一つの態様は、生成装置により行なわれる生成方法であって、識別対象の立体物へ与えられる第１の振動を発生する振動発生器の形状、および前記立体物に与えられた前記第１の振動のうちで前記立体物の内部を伝搬した第２の振動を検出する振動検出器の形状に基づいて、前記第２の振動の伝搬に適切な接触面を有する、識別対象の立体物のモデルを生成すること、を備える。

発明の効果

[0014] 本発明の各態様によれば、立体物を適切に識別することが可能になる。

図面の簡単な説明

[0015] [図１]図１は、本発明の一実施形態に係るオブジェクト識別装置の適用例を示す図である。

[図2]図2は、本発明の一実施形態に係るオブジェクト識別装置の測定部及び識別部の機能構成例を示すブロック図（block diagram）である。

[図3]図3は、識別対象のオブジェクトの一例を示す図である。

[図4]図4は、識別対象のオブジェクトの一例を示す図である。

[図5]図5は、本発明の第1の実施形態に係る識別装置による識別に係る手順の一例を示すフローチャート（flowchart）である。

[図6]図6は、本発明の第2の実施形態に係る識別装置による識別に係る手順の一例を示すフローチャートである。

[図7]図7は、本発明の第3の実施形態に係る識別装置による識別に係る手順の一例を示すフローチャートである。

[図8]図8は、本発明の第4の実施形態に係る識別装置による識別に係る手順の一例を示すフローチャートである。

[図9]図9は、計測装置の外観の一例を示す図である。

[図10]図10は、振動発生器の外観の一例を示す図である。

[図11]図11は、本発明の第6の実施形態に係るオブジェクトモデル（model）生成装置の機能構成の一例を示す図である。

[図12]図12は、本発明の第6の実施形態に係るオブジェクトモデル生成装置によるオブジェクトモデル生成に係る手順の一例を示すフローチャートである。

[図13]図13は、本発明の一実施形態に係るオブジェクト識別装置のハードウェア（hardware）構成の一例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、図面を参照しながら、この発明に係わる一実施形態を説明する。

本発明の一実施形態に係る識別装置は、オブジェクト内部を伝搬する振動が解析されて得られる音響スペクトル（spectrum）を解析し、この音響スペクトルの違いに基づいてオブジェクトを識別する。この識別装置は、形状、素材、および境界条件等によって変化する共振特性を音響スペクトルにより解析し、このスペクトルの違いに基づいてオブジェクトを識別する。

[0017] 本発明の一実施形態では、振動が伝搬する媒体であれば、充填率は問わずに識別対象のオブジェクトとして適用され得る。また、本発明の一実施形態では、音波の減衰率が低い素材であれば識別対象のオブジェクトとして適用され得、このオブジェクトに開口部が設けられる必要もない。

[0018] また、本発明の一実施形態では、識別対象のオブジェクトが、ある1つの対象Aであるか否かだけでなく、任意に選択可能な、識別対象である全てのオブジェクトのデータを用いて、分類モデルであるオブジェクト識別モデルを生成する。このため、この違いに応じて、識別対象のオブジェクトが、どのオブジェクトかを区別すること、例えば対象A、対象B、および対象Cをそれぞれ区別することが可能である。

[0019] すなわち、識別装置は、オブジェクト識別モデルを用いることで、真贋判定だけでなくオブジェクトの識別も同時に行なうことができる。

また、識別装置は、音響スペクトルと各オブジェクトに固有のオブジェクトID (identification) とが結び付けられることによって、音響スペクトルからオブジェクトを識別できる。

また、複数の計測部分が用意されること、又は計測部分の形状とオブジェクトの形状とが工夫されることにより、識別装置による識別精度が向上され得る。

[0020] 図1は、本発明の一実施形態に係るオブジェクト識別装置の適用例を示す図である。

本発明の一実施形態に係るオブジェクト識別装置100は、中央処理ユニット (Central Processing Unit: CPU)、プログラムメモリ (program memory)、および演算用メモリなどが備えられたコンピュータ (computer) として構成され得る。この実施形態が実施されるために必要な機能として、図1に示されるように、オブジェクト10を識別するための構成として、オブジェクト識別装置100は、測定部20、識別部30、およびデータベース (database) 40を有する。測定部20は共振特性取得部である。

[0021] 図2は、本発明の一実施形態に係るオブジェクト識別装置の測定部及び識

別部の機能構成例を示すブロック図である。

図2に示されるように、測定部20は、音響信号生成部21、音響信号発生部22、音響信号受信部23、音響信号増幅部24、および音響信号抽出部25を有する。

[0022] また、図2に示されるように、識別部30は、特徴量生成部31、識別判定部32、判定結果評価部33、および判定結果表示部34を有する。また、識別部30は、付随情報引用部35、および解析モデル生成部36を有することができる。これら、付随情報引用部35および解析モデル生成部36の機能については後述する。

[0023] オブジェクト識別装置100内の各部は、プログラムメモリに格納されたプログラムを上記CPUに実行させることにより実現され得る。なお、オブジェクト識別装置100は、ハードウェアで構成され得るが、後述するフローチャートに示された手順を備えるプログラムが、媒体もしくは通信回線を介して周知のコンピュータにインストール（install）された上で、このコンピュータとデータベース40との組み合わせ、又はデータベース40を有するコンピュータなどによっても実現され得る。

[0024] 図3、4は、識別対象のオブジェクトの一例を示す図である。

図3に示された例では、7つのオブジェクト（図3中のa、b、c、d、e、fおよびg）がそれぞれ示されており、全体として、オブジェクト内部における一体化された構造を有する。

[0025] 本発明の一実施形態では、音響信号発生部22に接続される振動発生器、および音響信号受信部23に接続される振動検出器を、対象とするオブジェクトにそれぞれ接触させた際の当該オブジェクトの2点間に、オブジェクト内部における一体化した構造を有しているオブジェクトであれば、先行技術と異なり、オブジェクトの内部構造の充填率に関係なく識別対象のオブジェクトとして適用できる。また、本発明の一実施形態では、半透明素材および金属素材も識別対象のオブジェクトとして適用できる。

上記の振動発生器および振動検出器は、互いに接触しない圧電素子、例え

ば piezo 素子 (piezoelectric element) により実現され得る。また、この圧電素子は、振動発生器用の素子および振動検出器用の素子として用いられ得る。

[0026] 測定部 20 は、超音波帯域の任意の周波数特性を有する音響信号を生成し、圧電素子から当該超音波帯域の振動を識別対象のオブジェクトに与えた上で、このオブジェクトを通過した振動を取得する。

識別部 30 は、測定部 20 において取得した振動信号のデータに基づいて、識別対象のオブジェクトを識別し、この識別結果を提示する。

[0027] 次に、測定部 20 の各部について説明する。

音響信号生成部 21 は、音響信号発生部 22 において発生させる振動の元となる音響信号を生成する。

音響信号発生部 22 は、音響信号生成部 21 において生成された音響信号と同一の周波数特性を有する振動を、識別対象のオブジェクトに接触する振動発生器により発生させ、この振動を識別対象のオブジェクトに与える。

[0028] 音響信号受信部 23 は、音響信号発生部 22 により発生した振動が識別対象のオブジェクトに対して与えられることによる、当該オブジェクトの振動を、識別対象のオブジェクトに接触する振動検出器により検出させて、この振動により示される信号を受信する。音響信号発生部 22 および音響信号受信部 23 は、オーディオインターフェース (audio interface) により実現され得る。

[0029] 音響信号増幅部 24 は、音響信号受信部 23 において受信された振動から信号を得て、この信号を増幅する。

音響信号抽出部 25 は、音響信号増幅部 24 により増幅された信号を時間軸の一定区間ごとに抽出する。

[0030] 次に、識別部 30 の各部について説明する。

特徴量生成部 31 は、測定部 20 の音響信号抽出部 25 により抽出された信号の波形に基づき、識別対象のオブジェクトを識別するための特徴量を生成する。

識別判定部 32 は、特徴量生成部 31 により生成された特徴量をもとに、識別対象のオブジェクトを判定するための数値を求める。

[0031] 判定結果評価部 33 は、識別判定部 32 により求められた数値をもとに、識別対象のオブジェクトを識別する。

判定結果表示部 34 は、判定結果評価部 33 による、オブジェクトの識別結果を表示装置などに表示する。

[0032] (第 1 の実施形態)

次に、本発明の第 1 の実施形態について説明する。第 1 の実施形態では、一体化した構造を有するオブジェクトに対して、測定部 20 から振動として与えられた音響信号が取得（計測）され、この取得された振動の音響周波数特性を表す特徴量に基づいて、識別対象のオブジェクトが識別される。

[0033] 測定部 20 および識別部 30 による具体的な処理を以下に示す。図 5 は、本発明の第 1 の実施形態に係る識別装置による識別に係る手順の一例を示すフローチャートである。

(S 11) 測定部 20 の音響信号生成部 21 は、任意に設定されたパラメータ (parameters) に基づく音響信号を生成する。

一例として、音響信号は、20[kHz]から40[kHz]までの周波数帯域で掃引される超音波であるとする。ただし、掃引されるか否か、および他の周波数帯域の利用の有無等の、音響信号の設定は特に限られない。

[0034] (S 12) 次に、音響信号発生部 22 に接続される振動発生器と、音響信号受信部 23 に接続される振動検出器を例えば機構などにより識別対象のオブジェクトに接触させる。例えば、振動発生器、振動検出器は、両面テープ等により、識別対象のオブジェクトの外縁部に貼り付けられ得る。振動発生器は、測定部 20 の音響信号発生部 22 と分離されてもよいし、音響信号発生部 22 と一体であってもよい。同様に、振動検出器は、測定部 20 の音響信号受信部 23 と分離されてもよいし、音響信号受信部 23 と一体であってもよい。

[0035] 識別対象のオブジェクトと接触しつつ、かつ、振動をオブジェクトに伝搬

できる機構、又は当該機構を用いて振動検出器を識別対象のオブジェクトと接触させつつ、かつ、振動をオブジェクトに伝搬できる方法を実現できるのであれば、振動発生器および振動検出器の形態及び素材は特に限られない。

[0036] 予め設定されたパラメータに基づいて音響信号生成部 21 で生成された音響信号により、音響信号発生部 22 は、識別対象のオブジェクトに与えられる振動を振動発生器に発生させる。これにより、識別対象のオブジェクト内に振動が与えられる。

[0037] このときの振動は、データベース 40 に登録されている登録オブジェクトに関する登録データに含まれる特徴量が識別部 30 により生成される際に用いられた振動に含まれる周波数を含む振動であれば、他の周波数を混在して含む振動でも良い。加えて、振動発生器は上記の圧電素子により構成され得るが、振動を発生させるものであれば形態は特に限られない。

[0038] (S13) 振動検出器は、識別対象のオブジェクトに与えられて当該オブジェクトの内部を伝搬してきた振動を検出する。音響信号受信部 23 は、この検出された振動で示される信号を取得する。

[0039] 振動発生器から与えられる振動が振動検出器まで伝搬される際に、測定対象のオブジェクトの内部構造は振動の伝搬路として機能する。この伝搬路に応じて与えられた振動の周波数特性はオブジェクトにより変化する。

[0040] (S14) 音響信号増幅部 24 は、音響信号受信部 23 により取得された振動を振動信号に変換し、この信号を増幅する。

S14 の処理は、識別対象のオブジェクトを通過した振動は減衰するので、信号のレベル (level) を処理が可能であるレベルまで増幅される必要があるため、実行される。

[0041] (S15) 音響信号抽出部 25 は、音響信号増幅部 24 により増幅された振動信号を取得し、この取得した信号を時間軸の一定区間ごとに抽出する。

例えば、音響信号抽出部 25 は、サンプル (sample) 数が 8192 ($= 2^{13}$) である信号を取得するごとに振動信号を抽出する。ただし、このサンプル数

は特に限られない。

[0042] (S 1 6) 識別部 3 0 の特徴量生成部 3 1 は、音響信号抽出部 2 5 により抽出された振動信号に対する高速フーリエ変換 (Fast Fourier Transform (FFT)) を行なうことで、音響周波数特性等が表される特徴量を生成する。

[0043] (S 1 7) 識別対象のオブジェクトを識別するために、識別判定部 3 2 は、データベース 4 0 に予め登録される、予め識別されたオブジェクトに関する登録データで示される特徴量と、特徴量生成部 3 1 により生成された特徴量であるテストデータ (test data) との差である参考値を求める。

[0044] 登録データとは、データベース 4 0 に予め登録された、登録オブジェクトに関する予め計測された特徴量と、この特徴量に付与される一意の識別子 (以下オブジェクト ID) とが関連付けられたデータである。

参考値は、例えば、最小二乗誤差、またはユークリッド (euclidian) 距離等であり、テストデータと登録データとの間の特徴量の類似度が高いほど値が小さい任意の指標であるとする。

[0045] (S 1 8) 判定結果評価部 3 3 は、識別判定部 3 2 により求められた参考値のうち、最も小さい参考値を特定する。判定結果評価部 3 3 は、登録データにおける、この特定した参考値と同じ特徴量と、この特徴量に関連付けられる、登録オブジェクトのオブジェクト ID とを、識別対象のオブジェクトの識別結果として出力する。

[0046] 第 1 の実施形態では、S 1 1 ~ S 1 8 の処理が複数回繰り返され、判定結果評価部 3 3 は、出力された回数が最も多いオブジェクト ID を、識別対象のオブジェクトの識別結果としても良い。

[0047] 別の例として、第 1 の実施形態では、S 1 1 ~ S 1 7 の処理を複数回繰り返され、判定結果評価部 3 3 は、S 1 7 でそれぞれ出力された参考値のうち最も小さい参考値を特定し、登録データにおける、この特定した参考値と同じ特徴量と、この特徴量に関連付けられる、登録オブジェクトのオブジェクト ID とを、識別対象のオブジェクトの識別結果として出力しても良い。

(S 1 9) 判定結果表示部 3 4 は、判定結果評価部 3 3 により出力され

た識別結果を表示する。

[0048] (第2の実施形態)

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。以降の各実施形態について、第1の実施形態と重複する説明は省略することがある。第2の実施形態では、識別結果に関連する情報である付加情報が表示される。付加情報の例としては、識別対象の名称、製造者、材質、価格、製造日時、および製造場所等の商品の情報、その商品の使い方等が挙げられる。

[0049] まず、第1の実施形態で説明したS11～S19の処理がなされる。

第2の実施形態では、上記の登録データで示される、識別対象オブジェクトに対するオブジェクトIDと、音響周波数特性等が表される特徴量とともに、オブジェクトの関連情報がさらに関連付けられたデータがデータベース40に予め登録されても良い。

[0050] 図6は、本発明の第2の実施形態に係る識別装置による識別に係る手順の一例を示すフローチャートである。

(S21) 識別部30の付随情報引用部35は、判定結果表示部34により表示された識別結果に関連した関連情報がある場合、この関連情報をデータベース40等から取得して判定結果表示部34に出力する。この関連情報は、判定結果表示部34において識別結果とともに表示される。

[0051] (第3の実施形態)

次に、本発明の第3の実施形態について説明する。

第3の実施形態では、第1の実施形態で説明した識別部30の処理において機械学習が用いられたときの第1の例を述べる。

[0052] 図7は、本発明の第3の実施形態に係る識別装置による識別に係る手順の一例を示すフローチャートである。

まず、第1の実施形態で説明した、測定部20によるS11～S15の処理がなされる。

(S31) そして、識別部30の特徴量生成部31は、識別対象のオブジェクトの音響周波数特性等が表される特徴量と、この特徴量に対して付与

されたオブジェクトIDとを組とする教師データを生成する。

[0053] 教師データは、データベース40から抽出された、上記の予め作成された登録データに基づいて生成されても良い。また、教師データが生成されるのではなく、外部から与えられた測定済みのデータが教師データとして採用されても良い。つまり、特徴量生成部31による教師データの生成は必須ではない。

[0054] (S32) 識別部30の解析モデル生成部36は、上記生成された特徴量を入力する。解析モデル生成部36は、この入力に対して、ラベル(label)としてのオブジェクトIDと、当該入力に対する差である参考値とをそれぞれ出力する解析モデルを生成および学習する。

[0055] 解析モデルおよびその学習には一般的に公知な機械学習手法(ライブラリ(library))が用いられる。解析モデル生成部36は、モデル生成用のアルゴリズム(algorithm)、例えばサポートベクタマシン(SVM: Support Vector Machine)またはニューラルネットワーク(neural network)などが、教師データに対してパラメータのチューニング(tuning)等が実施されることにより最適な出力が得られるよう、解析モデルを学習する。

[0056] (S33) このように得られた解析モデルは、解析モデル自体または解析モデルのパラメータとして、識別判定部32によりモデル用のデータベースに登録される。

(S34) 識別判定部32は、特徴量生成部31により生成された特徴量と解析モデルとに基づいて、参考値を出力する。

[0057] S34の第1の例として、例えば解析モデル生成部36において、SVMが解析モデル生成用のアルゴリズムである場合、識別判定部32は、特徴量の入力に対して解析モデルが有する各ラベルに対する類似度等を示すスコア(score)を得る。

識別判定部32は、この得られたスコアを変換して参考値を得て、これを出力する。また、例えば、類似度が正規化されて0から1の間で表現される場合、識別判定部32は、参考値を「1 - (類似度)」として出力できる。

[0058] S 3 4 の第 2 の例として、例えば解析モデル生成部 3 6 において、Random Forest が解析モデル生成用のアルゴリズムである場合、識別判定部 3 2 は、S 3 1 で生成された教師データからランダムにデータを抽出し、このデータに基づいて複数の決定木を生成する。

[0059] 識別判定部 3 2 は、生成された各決定木に係る各ラベルに対する判定結果の数を出力する。

この判定結果の数が高いほど、望ましい数であるため、識別判定部 3 2 は、「(判定回数) - (判定結果の数)」を参考値として出力する。

[0060] また、モデル生成用のアルゴリズムは、ディープニューラルネットワーク (deep neural network) 等の他のアルゴリズムが用いられても良い。この場合、参考値は、「1 - 正規化した類似度」でも良いし、類似度の逆数などによって元の類似度が変換して得られた値でもよい。

[0061] つまり、第 3 の実施形態では、データベース 4 0 には、新たな識別対象のオブジェクトについて新たに生成された特徴量が入力され、識別済みの少なくとも 1 つのオブジェクトの特徴量と新たな識別対象のオブジェクトの特徴量との差分に基づく値が、当該オブジェクトに一意に付与されるオブジェクト ID と関連付けられて出力されるモデルが記憶される。

[0062] また、第 3 の実施形態では、識別判定部 3 2 は、新たな識別対象のオブジェクトについて新たに生成された特徴量をモデルに入力し、このモデルから出力された値のうち、新たな識別対象のオブジェクトの特徴量との関連性 (類似度または参考値に基づく) が最も高いことを示す値に関連付けられて出力されたオブジェクト ID を、新たな識別対象のオブジェクトのオブジェクト ID として判定する。この判定により、識別判定部 3 2 は、新たな識別対象のオブジェクトを識別する。

[0063] (第 4 の実施形態)

次に、本発明の第 4 の実施形態について説明する。

この第 4 の実施形態では、第 1 の実施形態で説明した識別部 3 0 による処理において機械学習が用いられた第 2 の例を述べる。

[0064] 図8は、本発明の第4の実施形態に係る識別装置による識別に係る手順の一例を示すフローチャートである。

まず、第1の実施形態で説明した、測定部20によるS11～S15の処理がなされる。

次に、第3の実施形態で説明した、識別部30によるS31～S33の処理がなされる。

[0065] (S41) 学習によって得た解析モデルを利用して、識別部30の識別判定部32は、テストデータを解析モデルに入力することで、参考値の一覧を取得する。

(S42) 判定結果評価部33は、S41で取得した参考値の一覧を用いて、この参考値の一覧のうち最も小さい参考値を特定する。判定結果評価部33は、登録データにおける、この特定した参考値と同じ特徴量と、この特徴量に関連付けられるオブジェクトIDとを、識別対象のオブジェクトの識別結果として出力する。

この出力後は、第1の実施形態で説明したS19として、判定結果表示部34は、判定結果評価部33により出力された識別結果を表示する。

[0066] 第4の実施形態では、判定結果評価部33は、参考値に、識別結果の出力に係る判定に係る閾値を設け、閾値より参考値が小さい場合のみに、参考値と同じ特徴量と、この特徴量に関連付けられるオブジェクトIDとを、識別対象のオブジェクトの識別結果として判定して、この結果を出力してもよい。

[0067] (第5の実施形態)

次に、本発明の第5の実施形態について説明する。この第5の実施形態では、計測装置（計測機構）の配置の制限、および複数個所の設置について説明する。計測装置は、振動発生器および振動検出器でなる。

[0068] 第1の実施形態では、振動発生器および振動検出器は、識別対象のオブジェクトの任意の外縁部に貼り付けられる。

これに対し、第5の実施形態では、振動発生器と振動検出器とが互いに接

触しないよう配置され、振動発生器および振動検出器の両方がオブジェクトの底面に接触するように固定される土台型の計測装置が設けられる。

[0069] 識別対象のオブジェクトと接触しつつ、かつ、オブジェクトの内部に振動を伝搬できる機構、又は当該機構が用いられることで、振動検出器を識別対象のオブジェクトと接触させつつ、かつ、振動をオブジェクトに伝搬できる方法が実現できれば、計測装置の形態及び素材は問わない。

[0070] このように計測装置が固定化されることで、識別対象オブジェクトに対する振動に基づく特徴量の誤差が計測ごとに変動することを防ぐことが可能となる。

さらに、複数の振動発生器および複数の振動検出器の各々に対して、一意な識別がそれぞれ付与され、上記の、音響周波数特性等を表す特徴量に加えて、計測に用いられた振動発生器および振動検出器の識別子とともに、登録データの付加情報としてデータベース40に登録されて、オブジェクトの識別に利用されても良い。

[0071] 例えば、データベース40には、先の識別処理により識別済みのオブジェクトの特徴量が、先の識別に係る振動を発生した振動発生器に一意に付与される識別子、および先の識別に係る振動を検出した振動検出器に一意に付与される識別子が関連付けられて記憶される。

識別部30の特徴量生成部31は、新たな識別対象のオブジェクトについて検出された新たな振動に基づいて、周波数特性を示す新たな特徴量を生成する。

[0072] そして、識別部30の識別判定部32は、新たな識別対象のオブジェクトに与えられる新たな振動を発生した振動発生器に付与される識別子と、振動発生器により新たな識別対象のオブジェクトに与えられて当該オブジェクトの内部を伝搬した新たな振動を検出した振動検出器に付与される識別子とにそれぞれ関連付けられる、識別済みのオブジェクトの特徴量をデータベース40から抽出する。

そして、識別判定部32は、特徴量生成部31により新たに生成された特

微量、および抽出した特徴量に基づいて、新たな識別対象のオブジェクトを識別する。

[0073] データベース40において、1つの識別済みオブジェクトの特徴量に対して、複数の組の振動発生器と複数の組の振動検出器とが対応する場合は、これらの組のうち、複数または全ての組がデータベース40に登録されても良い。

[0074] また、振動発生器および振動検出器の組に付与される識別子と、各々の組に属する振動発生器および振動検出器に係る振動に基づいてそれぞれ生成された特徴量とに基づいて、識別判定部32は、生成された特徴量毎に上記参考値を算出し、この算出された参考値毎に、新たな識別対象のオブジェクトの識別に係る判定を行なっても良いし、上記生成された各特徴量から算出された参考値の重み付き和などによって統合された参考値を算出し、この算出された参考値に基づいて、新たな識別対象のオブジェクトを識別してもよい。

[0075] 図9は、計測装置の外観の一例を示す図である。

この際の振動発生器および振動検出器の形態の例として、図9に示されるような圧電素子がアレイ(array)状に並んだプレート(plate)が挙げられる。計測装置の外観の形状は、図9に示されるような平面であってもよいし、凹凸を有する形状であってもよい。

このプレートでは、圧電素子同士は接触しないとする。この際、振動発生器および振動検出器は任意に選択され得る。例えば、データベース40には、振動発生器におけるオブジェクトとの接触面を示す情報、振動検出器におけるオブジェクトとの接触面を示す情報、および識別対象のオブジェクトの表面を示す判定用情報が予め記憶される。

[0076] そして、識別判定部32は、データベース40に記憶される判定用情報に基づいて、複数の振動発生器のうち、オブジェクトとの接触面が識別対象のオブジェクトの表面に適合する振動発生器を、音響信号発生部22による信号発生に用いられる振動発生器として選択することができる。

また、識別判定部 32 は、データベース 40 に記憶される判定用情報に基づいて、複数の振動検出器のうち、オブジェクトとの接触面が識別対象のオブジェクトの表面に適合する振動検出器を、音響信号受信部 23 による信号受信に用いられる振動検出器として選択することができる。

[0077] 上記選択において、判定用情報は、相対的な位置関係にある振動発生器および振動検出器に係る情報を含む情報であるとする。識別判定部 32 は、データベース 40 に記憶される判定用情報に基づいて、相対的な位置関係にある振動発生器および振動検出器の一方を上記のように選択した後に、上記相対的な位置関係にある振動発生器および振動検出器の他方をさらに選択してもよい。

また、オブジェクトとの接触面が識別対象のオブジェクトの表面に適合する複数の振動発生器の候補がある場合には、識別判定部 32 は、これらの候補の各々について、振動発生器におけるオブジェクトとの接触面とオブジェクトとの表面との差を示す参考値を求め、求めた参考値のうち最も小さい参考値に係る候補、つまりオブジェクトとの接触面が識別対象のオブジェクトの表面に最も類似する候補を選択してもよい。オブジェクトとの接触面が識別対象のオブジェクトの表面に適合する複数の振動検出器の候補がある場合も同様である。

[0078] また、振動発生器および振動検出器の少なくとも一方の数を複数として、かつデータベース 40 に記憶される登録データで示されるオブジェクトの底面に、少なくとも一組の振動発生器および振動検出器がそれぞれ接触するように配置がなされてもよい。

このように振動発生器と振動検出器の組の中から任意の一組が用いられることで、多様な底面の形状を有する登録データで示される識別済みオブジェクトに対応することが可能となる。

[0079] 図 10 は、振動発生器の外観の一例を示す図である。

また、振動発生器における、識別対象のオブジェクトとの接触面である部位に、図 10 に示されるような、シリコン (silicon) 等の、音響伝搬可能な

柔軟素材等が用いられた形態が適用されてもよい。このような形態とすることで、オブジェクトの底面の接触面が球面等の多様な底面の形状を有していても、この底面に合わせて振動発生器の上記の柔軟素材が変形するため、オブジェクト内部に振動を効率よく伝達可能となる。

[0080] また、第5の実施形態では、この第5の実施形態で説明した、振動発生器および振動検出器の形状、または配置される数によらず、上記の第3、4の実施形態で説明したように、識別部30に解析モデルによる解析が適用され得る。つまり、第3または第4の実施形態と第5の実施形態とが組み合わされてもよい。

[0081] (第6の実施形態)

次に、本発明の第6の実施形態について説明する。この第6の実施形態では、3Dプリンタに入力するための、オブジェクトのモデルの生成について説明する。

ここでは、識別対象のオブジェクトまたは登録データにおける識別済みのオブジェクトのモデルとして、3Dプリンタに入力されるモデルの生成処理の例を示す。

[0082] 図11は、本発明の第6の実施形態に係るオブジェクトモデル生成装置の機能構成の一例を示す図である。

図11に示すように、本発明の第6の実施形態に係るオブジェクトモデル生成装置は、計測部選択部61および最適化部62を有する。

計測部選択部61は、振動発生器と振動検出器の、取り得る組合せを選択する。

最適化部62は、オブジェクトのモデルのデータと第5の実施形態で説明した測定装置の形状データとから、3Dプリンタに入力されるモデルの底面形状を示す底面形状モデルを生成する。この底面の形状は、振動発生器の接触面、または振動検出器の接触面にあわせて凹凸がかみ合う形状であれば、特に限られない。

[0083] 第6の実施形態では、第5の実施形態で説明した測定装置の形状に応じて

、オブジェクトの３Ｄプリンタ入力用のモデルの、識別可能な底面が形成される。

図１２は、本発明の第６の実施形態に係るオブジェクトモデル生成装置を用いたオブジェクトモデル生成に係る手順の一例を示すフローチャートである。

（Ｓ６１） 計測部選択部６１は、計測装置の振動発生器および振動検出器の、取り得る全ての組合せを選択する。

[0084] （Ｓ６２） ３Ｄプリンタに入力されるモデルで示されるオブジェクトと、オブジェクトの底面形状モデルとの接合がスムーズ（smooth）になる、つまり連続的に変化するように、最適化部６２は、データベース４０に予め登録された底面形状モデル（土台計測部形状データ）と、オブジェクトおよび底面形状モデルの接合の向きの中から、予め定められた条件を満たす、最適な底面形状モデルおよび上記の接合向きとをそれぞれ選択し、選択した結果を出力する。

[0085] この予め定められた条件とは、例えば３Ｄプリンタによるオブジェクトの射出時の材料の量、価格、射出時間、オブジェクトの強度などのうち、いずれか１つ以上の条件とする。

[0086] 上記の、接合の向きは、オブジェクトの底面が有する平面上における、オブジェクトの基準位置と底面形状モデルの基準位置との間が成す角度、例えば時計回りであるとする。

さらに、オブジェクトが、水平面上でない箇所へ設置され得るよう、接合の向きは、重心などを考慮して、必要に応じてオブジェクトおよび底面形状モデルが成す傾斜の角度でも良い。

このようにすることで、オブジェクトの射出条件が最適化されつつ、識別可能なオブジェクトが実現され得る。

さらに、オブジェクトの通常使用時、および計測装置による計測時においても、オブジェクトが安定して設置できるため、オブジェクトの破損等を防ぐことが可能となる。

[0087] (S 6 3) オブジェクト生成装置は、最適化部 6 2 による出力を元に、オブジェクト全体のモデルを生成する。このモデルが 3 D プリンタに渡されることで、3 D オブジェクトが射出、生成される。

[0088] ここで、底面形状モデルは、さらに振動発生器および振動検出器の、例えば図 9 に示された形状に応じた凹形状であるモデルであっても良い。

このような形状とすることで、計測装置による計測時の位置合わせが簡易となり、さらにオブジェクトの通常使用時および計測装置による計測時においても、オブジェクトが安定して設置され得る。

[0089] 次に、本発明の一実施形態より生じる効果について説明する。

本発明の一実施形態では、低い充填率が設定されて 3 D プリンタにより出力されたオブジェクトに対しても適応可能である。すなわち、オブジェクトの充填率に依存せずに適応可能である。

[0090] また、本発明の一実施形態では、識別対象であるオブジェクトの内部を音響伝搬路とする。このため、この内部に一体化された構造を有するものであれば、半透明素材、または金属等の音波伝搬可能な素材で形成されたオブジェクトに適応でき、オブジェクトに開口部が設けられる必要がなくなる。これにより、オブジェクトに構造の制約が課されずに識別が可能である。

また、音響周波数が示され特徴量とオブジェクト I D とが関連付けることによって、特徴量からオブジェクトの識別を可能とする。

[0091] 図 1 3 は、本発明の一実施形態に係るオブジェクト識別装置のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

図 2 2 に示された例では、上記の実施形態に係るオブジェクト識別装置 1 0 0 は、例えばサーバコンピュータ (server computer) またはパーソナルコンピュータ (personal computer) により構成され、C P U 等のハードウェアプロセッサ (hardware processor) 1 1 1 A を有する。そして、このハードウェアプロセッサ 1 1 1 A に対し、プログラムメモリ 1 1 1 B、データメモリ (data memory) 1 1 2、入出力インタフェース (interface) 1 1 3 及び通信インタフェース 1 1 4 が、バス (bus) 1 2 0 を介して接続される。

[0092] 通信インタフェース 114 は、例えば 1 つ以上の無線の通信インタフェースユニット (unit) を含んでおり、通信ネットワーク NW との間で情報の送受信を可能にする。無線インタフェースとしては、例えば無線 LAN などの小電力無線データ通信規格が採用されたインタフェースが使用される。

入出力インタフェース 113 には、管理者用の入力デバイス (device) 200 および出力デバイス 300 が接続されてもよい。

[0093] プログラムメモリ 111B は、非一時的な有形の記憶媒体として、例えば、HDD (Hard Disk Drive) または SSD (Solid State Drive) 等の随時書込みおよび読出しが可能な不揮発性メモリ (non-volatile memory) と、ROM (Read Only Memory) 等の不揮発性メモリとが組み合わせて使用されたもので、一実施形態に係る各種制御処理を実行する為に必要なプログラムが格納されている。

[0094] データメモリ 112 は、有形の記憶媒体として、例えば、上記の不揮発性メモリと、RAM (Random Access Memory) 等の揮発性メモリ (volatile memory) とが組み合わせて使用されたもので、各種処理が行なわれる過程で取得および作成された各種データが記憶される為に用いられる。

[0095] 本発明の一実施形態に係るオブジェクト識別装置 100 は、ソフトウェア (software) による処理機能部として、図 2 に示される測定部 20 内の各部および識別部 30 内の各部を有するデータ処理装置として構成され得る。

[0096] データベース 40 は、図 13 に示されたデータメモリ 112 が用いられることで構成され得る。ただし、データメモリ 112 における記憶の領域はオブジェクト識別装置 100 に必須の構成ではなく、例えば、USB (Universal Serial Bus) メモリなどの外付け記憶媒体、又はクラウド (cloud) に配置されたデータベースサーバ (database server) 等の記憶装置に設けられた領域であってもよい。

[0097] 上記のオブジェクト識別装置 100 の各部における処理機能部は、いずれも、プログラムメモリ 111B に格納されたプログラムを上記ハードウェアプロセッサ 111A により読み出させて実行させることにより実現され得る。

。なお、これらの処理機能部の一部または全部は、特定用途向け集積回路（ASIC（Application Specific Integrated Circuit））またはFPGA（Field-Programmable Gate Array）などの集積回路を含む、他の多様な形式によって実現されてもよい。

[0098] 本発明の一実施形態に係る識別装置の第1の態様は、一体化された構造を有する、識別対象の立体物に与えられる第1の振動を振動発生器により発生させる振動発生部と、前記立体物に与えられた前記第1の振動のうちで前記立体物の内部を伝搬した第2の振動に対応する検出信号を振動検出器から取得する取得部と、前記取得された前記検出信号をもとに、前記第2の振動の周波数特性を示す特徴量を生成する特徴量生成部と、識別済みの立体物の内部を伝搬した振動に基づく、周波数特性を示す特徴量が記憶される記憶装置に記憶される前記特徴量、および前記特徴量生成部により生成された特徴量に基づいて、前記識別対象の立体物を識別する識別部と、を備える。

[0099] この発明の識別装置の第2の態様は、第1の態様において、識別に係る前記第1の振動を発生した前記振動発生器に一意に付与される識別子、および識別に係る前記第2の振動を検出した前記振動検出器に一意に付与される識別子が前記識別部により識別済みの立体物の特徴量に関連付けられて前記記憶装置に記憶され、前記特徴量生成部は、識別対象の立体物について前記取得部により取得された検出信号に基づいて、周波数特性を示す特徴量を生成し、前記識別部は、前記識別対象の立体物に与えられる前記第1の振動を発生した振動発生器に付与される識別子と、前記第2の振動を検出した振動検出器に付与される識別子とにそれぞれ関連付けられる、前記識別済みの立体物の特徴量を前記記憶装置に記憶される特徴量から抽出し、前記特徴量生成部により生成された特徴量、および前記抽出した特徴量に基づいて、前記識別対象の立体物を識別する。

[0100] この発明の識別装置の第3の態様は、第1又は第2の態様において、前記振動発生器における立体物との接触面を示す情報、前記振動検出器における立体物との接触面を示す情報、および識別対象の立体物の表面を示す情報が

前記記憶装置に記憶され、前記識別部は、前記記憶装置に記憶される情報に基づいて、複数の前記振動発生器のうち、立体物との接触面が前記識別対象の立体物の表面に適合する前記振動発生器を、前記振動の発生に用いられる振動発生器として選択し、前記記憶装置に記憶される情報に基づいて、複数の前記振動検出器のうち、立体物との接触面が前記識別対象の立体物の表面に適合する前記振動検出器を、前記取得に用いられる振動検出器として選択する。

[0101] この発明の識別装置の第4の態様は、第1又は第2の態様において、前記識別対象の立体物について前記特徴量生成部により生成された特徴量を入力し、かつ識別済みの少なくとも1つの立体物の特徴量と前記識別対象の立体物の特徴量との差分に基づく値を当該立体物に一意に付与される識別子と関連付けて出力するモデルが前記記憶装置に記憶され、前記モデルは、前記特徴量生成部により生成された特徴量に基づいて学習され、前記識別部は、前記識別対象の立体物について前記特徴量生成部により生成された特徴量を前記モデルに入力し、前記モデルから出力された値のうち、前記識別対象の立体物の特徴量との関連性が最も高いことを示す値に関連付けられて出力された識別子を、前記識別対象の立体物の識別子として判定することで、前記識別対象の立体物を識別する。

[0102] この発明の識別装置の第5の態様は、第4の態様において、前記識別対象の立体物に与えられる振動を発生した振動発生器に付与される識別子と、前記振動発生器により前記識別対象の立体物に与えられて当該立体物の内部を伝搬した振動を検出した振動検出器に付与される識別子とが前記モデルにさらに入力され、前記入力された識別子が付与される、識別済みの少なくとも1つの立体物の特徴量と前記識別対象の立体物の特徴量との差分に基づく値が前記識別子と関連付けられて前記モデルから出力される。

[0103] この発明の識別装置の第6の態様は、第4の態様において、前記モデルは、前記識別対象の立体物について生成された特徴量、および前記識別対象の立体物に一意に付与された識別子が関連付けられた教師データに基づいて学

習される。

[0104] 本発明の一実施形態に係る識別方法の第1の態様は、識別装置により行なわれる識別方法であって、一体化された構造を有する、識別対象の立体物に与えられる第1の振動を振動発生器により発生させることと、前記立体物に与えられた前記第1の振動のうちで前記立体物の内部を伝搬した第2の振動に対応する検出信号を振動検出器から取得することと、前記取得された前記検出信号をもとに、前記第2の振動の周波数特性を示す特徴量を生成することと、識別済みの立体物の内部を伝搬した振動に基づく、周波数特性を示す特徴量が記憶される記憶装置に記憶される前記特徴量、および前記生成された特徴量に基づいて、前記識別対象の立体物を識別することと、を備える。

[0105] この発明の一実施形態に係る識別方法の第2の態様は、第1の態様において、前記識別対象の立体物について前記生成された特徴量を入力し、識別済みの少なくとも1つの立体物の特徴量と前記識別対象の立体物の特徴量との差分に基づく値を当該立体物に一意に付与される識別子と関連付けて出力するモデルが前記記憶装置に記憶され、前記モデルは、前記生成された特徴量に基づいて学習され、前記識別することは、前記識別対象の立体物について前記生成された特徴量を前記モデルに入力することと、前記モデルから出力された値のうち、前記識別対象の立体物の特徴量との類似度が最も高いことを示す値に関連付けて出力された識別子を、前記識別対象の立体物の識別子として判定することで、前記識別対象の立体物を識別することと、を含む。

[0106] この発明の一実施形態に係る識別方法の第3の態様は、第2の態様において、前記特徴量を生成することは、前記識別対象の立体物について生成された特徴量、および前記識別対象の立体物に一意に付与された識別子が関連付けられた教師データを生成することを含み、前記モデルは、前記生成された教師データに基づいて学習される。

[0107] 本発明の一実施形態に係る識別処理プログラムの一つの態様は、第1乃至第6の態様のいずれか1つにおける識別装置の前記各部としてプロセッサを機能させる。

- [0108] 本発明の一実施形態に係る生成装置の一つの態様は、識別対象の立体物へ与えられる第1の振動を発生する振動発生器の形状、および前記立体物に与えられた前記第1の振動のうちで前記立体物の内部を伝搬した第2の振動を検出する振動検出器の形状に基づいて、前記第2の振動の伝搬に適切な接触面を有する、識別対象の立体物のモデルを生成する生成部を備える。
- [0109] 本発明の一実施形態に係る生成方法の一つの態様は、生成装置により行なわれる生成方法であって、識別対象の立体物へ与えられる第1の振動を発生する振動発生器の形状、および前記立体物に与えられた前記第1の振動のうちで前記立体物の内部を伝搬した第2の振動を検出する振動検出器の形状に基づいて、前記第2の振動の伝搬に適切な接触面を有する、識別対象の立体物のモデルを生成すること、を備える。
- [0110] 本発明の一実施形態に係る生成処理プログラムの一つの態様は、上記態様における生成装置の生成部としてプロセッサを機能させる。
- [0111] 本発明の一実施形態に係る識別装置の第1の態様によれば、一体化された構造を有する、識別対象の立体物に与えられる第1の振動を振動発生器により発生させ、第1の振動のうちで立体物の内部を伝搬した第2の振動に対応する検出信号を振動検出器から取得し、取得された検出信号をもとに、第2の振動の周波数特性を示す特徴量を生成し、特徴量、および識別済みの立体物の内部を伝搬した振動に基づく、周波数特性を示す特徴量に基づいて、識別対象の立体物を識別する。これにより、振動が伝搬する立体物であれば識別対象の立体物として適用することができる。
- [0112] この発明の一実施形態に係る識別装置の第2の態様によれば、識別に係る第1の振動を発生した振動発生器の識別子、および識別に係る第2の振動を検出した振動検出器の識別子が識別済みの立体物の特徴量に関連付けられて記憶装置に記憶され、識別対象の立体物について取得された検出信号に基づいて、周波数特性を示す特徴量を生成し、識別対象の立体物に与えられる第1の振動を発生した振動発生器の識別子と、第2の振動を検出した振動検出器の識別子とにそれぞれ関連付けられる、識別済みの立体物の特徴量を記憶

装置に記憶される特徴量から抽出し、生成された特徴量、および抽出した特徴量に基づいて、識別対象の立体物を識別する。これにより、振動発生器および振動検出器の個体に応じた、立体物を精度良く識別することができる。

[0113] この発明の一実施形態に係る識別装置の第3の態様によれば、記憶装置に記憶される、振動発生器における立体物との接触面を示す情報、振動検出器における立体物との接触面を示す情報、および識別対象の立体物の表面を示す情報に基づいて、複数の振動発生器のうち、立体物との接触面が識別対象の立体物の表面に適合する振動発生器を、振動の発生に用いられる振動発生器として選択し、複数の振動検出器のうち、立体物との接触面が識別対象の立体物の表面に適合する振動検出器を、検出信号の取得に用いられる振動検出器として選択する。これにより、識別対象の立体物の表面に適した振動発生器、振動検出器を用いて、立体物の精度良い識別を行なうことができる。

[0114] この発明の一実施形態に係る識別装置の第4の態様によれば、識別対象の立体物について生成された特徴量を入力し、かつ識別済みの少なくとも1つの立体物の特徴量と新たな識別対象の立体物の特徴量との差分に基づく値を識別子と関連付けて出力するモデルが記憶装置に記憶され、モデルは、生成された特徴量に基づいて学習され、生成された特徴量をモデルに入力し、モデルから出力された値のうち、識別対象の立体物の特徴量との関係性が最も高いことを示す値に基づいて識別対象の立体物を識別する。これにより、識別済みの立体物を用いて、立体物の適切な識別を行なうことができる。

[0115] この発明の一実施形態に係る識別装置の第5の態様によれば、第4の態様において、振動を発生した振動発生器に付与される識別子と、当該立体物の内部を伝搬した第2の振動を検出した振動検出器に付与される識別子をとがモデルにさらに入力され、入力した識別子が付与される、識別済みの少なくとも1つの立体物の特徴量と識別対象の立体物の特徴量との差分に基づく値が識別子と関連付けられてモデルから出力される。これにより、振動発生器および振動検出器の個体に応じた、立体物の精度良い識別を行なうことができる。

[0116] この発明の一実施形態に係る識別装置の第6の態様によれば、第4の態様において、モデルは、新たな識別対象の立体物について生成された特徴量、および識別対象の立体物に付与された識別子が関連付けられた教師データに基づいて学習される。これにより、立体物の、より精度良い識別を行なうことができる。

[0117] 本発明の一実施形態に係る生成装置の態様によれば、振動発生器および振動検出器の形状に基づいて、振動の伝搬に適切な接触面を有する、識別対象の立体物のモデルを生成する。これにより、識別対象の立体物を適切に表すことができ、精度良い識別を実現できる。

[0118] すなわち、本発明の各態様によれば、立体物を適切に識別することが可能になる。

[0119] また、各実施形態に記載された手法は、計算機（コンピュータ）に実行させることができるプログラム（ソフトウェア手段）として、例えば磁気ディスク（フロッピー（登録商標）ディスク（Floppy disk）、ハードディスク等）、光ディスク（optical disc）（CD-ROM、DVD、MO等）、半導体メモリ（ROM、RAM、フラッシュメモリ（Flash memory）等）等の記録媒体に格納し、また通信媒体により伝送して頒布することもできる。なお、媒体側に格納されるプログラムには、計算機に実行させるソフトウェア手段（実行プログラムのみならずテーブル（table）、データ構造も含む）を計算機内に構成させる設定プログラムをも含む。本装置を実現する計算機は、記録媒体に記録されたプログラムを読み込み、また場合により設定プログラムによりソフトウェア手段を構築し、このソフトウェア手段によって動作が制御されることにより上述した処理を実行する。なお、本明細書でいう記録媒体は、頒布用に限らず、計算機内部あるいはネットワークを介して接続される機器に設けられた磁気ディスク、半導体メモリ等の記憶媒体を含むものである。

[0120] なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で種々に変形することが可能である。また、各実

施形態は適宜組み合わせて実施してもよく、その場合組み合わせた効果が得られる。更に、上記実施形態には種々の発明が含まれており、開示される複数の構成要件から選択された組み合わせにより種々の発明が抽出され得る。例えば、実施形態に示される全構成要件からいくつかの構成要件が削除されても、課題が解決でき、効果が得られる場合には、この構成要件が削除された構成が発明として抽出され得る。

符号の説明

- [0121] 1 0…オブジェクト
- 2 0…測定部
- 2 1…音響信号生成部
- 2 2…音響信号発生部
- 2 3…音響信号受信部
- 2 4…音響信号増幅部
- 2 5…音響信号抽出部
- 3 0…識別部
- 3 1…特徴量生成部
- 3 2…識別判定部
- 3 3…判定結果評価部
- 3 4…判定結果表示部
- 3 5…付随情報引用部
- 3 6…解析モデル生成部
- 4 0…データベース
- 6 1…計測部選択部
- 6 2…最適化部
- 1 0 0…オブジェクト識別装置

請求の範囲

- [請求項1] 一体化された構造を有する、識別対象の立体物に与えられる第1の振動を振動発生器により発生させる振動発生部と、
- 前記立体物に与えられた前記第1の振動のうちで前記立体物の内部を伝搬した第2の振動に対応する検出信号を振動検出器から取得する取得部と、
- 前記取得された前記検出信号をもとに、前記第2の振動の周波数特性を示す特徴量を生成する特徴量生成部と、
- 識別済みの立体物の内部を伝搬した振動に基づく、周波数特性を示す特徴量が記憶される記憶装置に記憶される前記特徴量、および前記特徴量生成部により生成された特徴量およびに基づいて、前記識別対象の立体物を識別する識別部と、
- を備える識別装置。
- [請求項2] 識別に係る前記第1の振動を発生した前記振動発生器に一意に付与される識別子、および識別に係る前記第2の振動を検出した前記振動検出器に一意に付与される識別子が前記識別部により識別済みの立体物の特徴量に関連付けられて前記記憶装置に記憶され、
- 前記特徴量生成部は、
- 識別対象の立体物について前記取得部により取得された検出信号に基づいて、周波数特性を示す特徴量を生成し、
- 前記識別部は、
- 前記識別対象の立体物に与えられる前記第1の振動を発生した振動発生器に付与される識別子と、前記第2の振動を検出した振動検出器に付与される識別子とにそれぞれ関連付けられる、前記識別済みの立体物の特徴量を前記記憶装置に記憶される特徴量から抽出し、
- 前記特徴量生成部により生成された特徴量、および前記抽出した特徴量に基づいて、前記識別対象の立体物を識別する、
- 請求項1に記載の識別装置。

[請求項3] 前記振動発生器における立体物との接触面を示す情報、前記振動検出器における立体物との接触面を示す情報、および識別対象の立体物の表面を示す情報が前記記憶装置に記憶され、

前記識別部は、

前記記憶装置に記憶される情報に基づいて、複数の前記振動発生器のうち、立体物との接触面が前記識別対象の立体物の表面に適合する前記振動発生器を、前記振動の発生に用いられる振動発生器として選択し、

前記記憶装置に記憶される情報に基づいて、複数の前記振動検出器のうち、立体物との接触面が前記識別対象の立体物の表面に適合する前記振動検出器を、前記取得に用いられる振動検出器として選択する、

請求項 1 又は請求項 2 に記載の識別装置。

[請求項4] 前記識別対象の立体物について前記特徴量生成部により生成された特徴量を入力し、かつ識別済みの少なくとも 1 つの立体物の特徴量と前記識別対象の立体物の特徴量との差分に基づく値を当該立体物に一意に付与される識別子と関連付けて出力するモデルが前記記憶装置に記憶され、

前記モデルは、前記特徴量生成部により生成された特徴量に基づいて学習され、

前記識別部は、

前記識別対象の立体物について前記特徴量生成部により生成された特徴量を前記モデルに入力し、

前記モデルから出力された値のうち、前記識別対象の立体物の特徴量との関連性が最も高いことを示す値に関連付けられて出力された識別子を、前記識別対象の立体物の識別子として判定することで、前記識別対象の立体物を識別する、

請求項 1 又は請求項 2 に記載の識別装置。

[請求項5] 前記識別対象の立体物に与えられる振動を発生した振動発生器に付与される識別子と、前記振動発生器により前記識別対象の立体物に与えられて当該立体物の内部を伝搬した振動を検出した振動検出器に付与される識別子とが前記モデルにさらに入力され、

前記入力された識別子が付与される、識別済みの少なくとも1つの立体物の特徴量と前記識別対象の立体物の特徴量との差分に基づく値が前記識別子と関連付けられて前記モデルから出力される、

請求項4に記載の識別装置。

[請求項6] 前記モデルは、

前記識別対象の立体物について生成された特徴量、および前記識別対象の立体物に一意に付与された識別子が関連付けられた教師データに基づいて学習される、

請求項4に記載の識別装置。

[請求項7] 識別装置により行なわれる識別方法であって、

一体化された構造を有する、識別対象の立体物に与えられる第1の振動を振動発生器により発生させることと、

前記立体物に与えられた前記第1の振動のうちで前記立体物の内部を伝搬した第2の振動に対応する検出信号を振動検出器から取得することと、

前記取得された前記検出信号をもとに、前記第2の振動の周波数特性を示す特徴量を生成することと、

識別済みの立体物の内部を伝搬した振動に基づく、周波数特性を示す特徴量が記憶される記憶装置に記憶される前記特徴量、および前記生成された特徴量に基づいて、前記識別対象の立体物を識別することと、

を備える識別方法。

[請求項8] 前記識別対象の立体物について前記生成された特徴量を入力し、識別済みの少なくとも1つの立体物の特徴量と前記識別対象の立体物の

特徴量との差分に基づく値を当該立体物に一意に付与される識別子と関連付けて出力するモデルが前記記憶装置に記憶され、

前記モデルは、前記生成された特徴量に基づいて学習され、

前記識別することは、

前記識別対象の立体物について前記生成された特徴量を前記モデルに入力することと、

前記モデルから出力された値のうち、前記識別対象の立体物の特徴量との類似度が最も高いことを示す値に関連付けて出力された識別子を、前記識別対象の立体物の識別子として判定することで、前記識別対象の立体物を識別することと、を含む、

請求項 7 に記載の識別方法。

[請求項9] 前記特徴量を生成することは、

前記識別対象の立体物について生成された特徴量、および前記識別対象の立体物に一意に付与された識別子が関連付けられた教師データを生成することを含み、

前記モデルは、前記生成された教師データに基づいて学習される、
請求項 8 に記載の識別方法。

[請求項10] 請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の識別装置の前記各部としてプロセッサを機能させる識別処理プログラム。

[請求項11] 識別対象の立体物へ与えられる第 1 の振動を発生する振動発生器の形状、および前記立体物に与えられた前記第 1 の振動のうちで前記立体物の内部を伝搬した第 2 の振動を検出する振動検出器の形状に基づいて、前記第 2 の振動の伝搬に適切な接触面を有する、識別対象の立体物のモデルを生成する生成部を備える、

生成装置。

[請求項12] 生成装置により行なわれる生成方法であって、

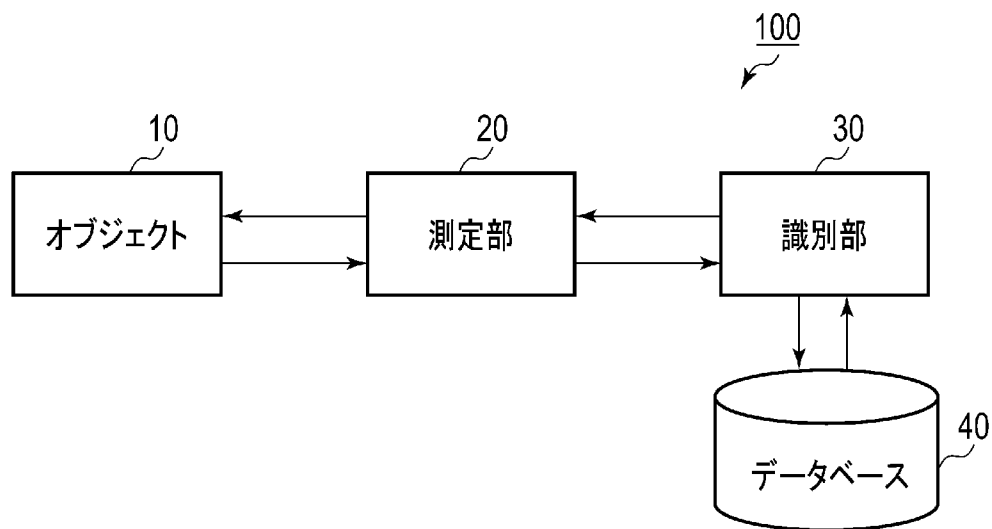
識別対象の立体物へ与えられる第 1 の振動を発生する振動発生器の形状、および前記立体物に与えられた前記第 1 の振動のうちで前記立

体物の内部を伝搬した第２の振動を検出する振動検出器の形状に基づいて、前記第２の振動の伝搬に適切な接触面を有する、識別対象の立体物のモデルを生成すること、

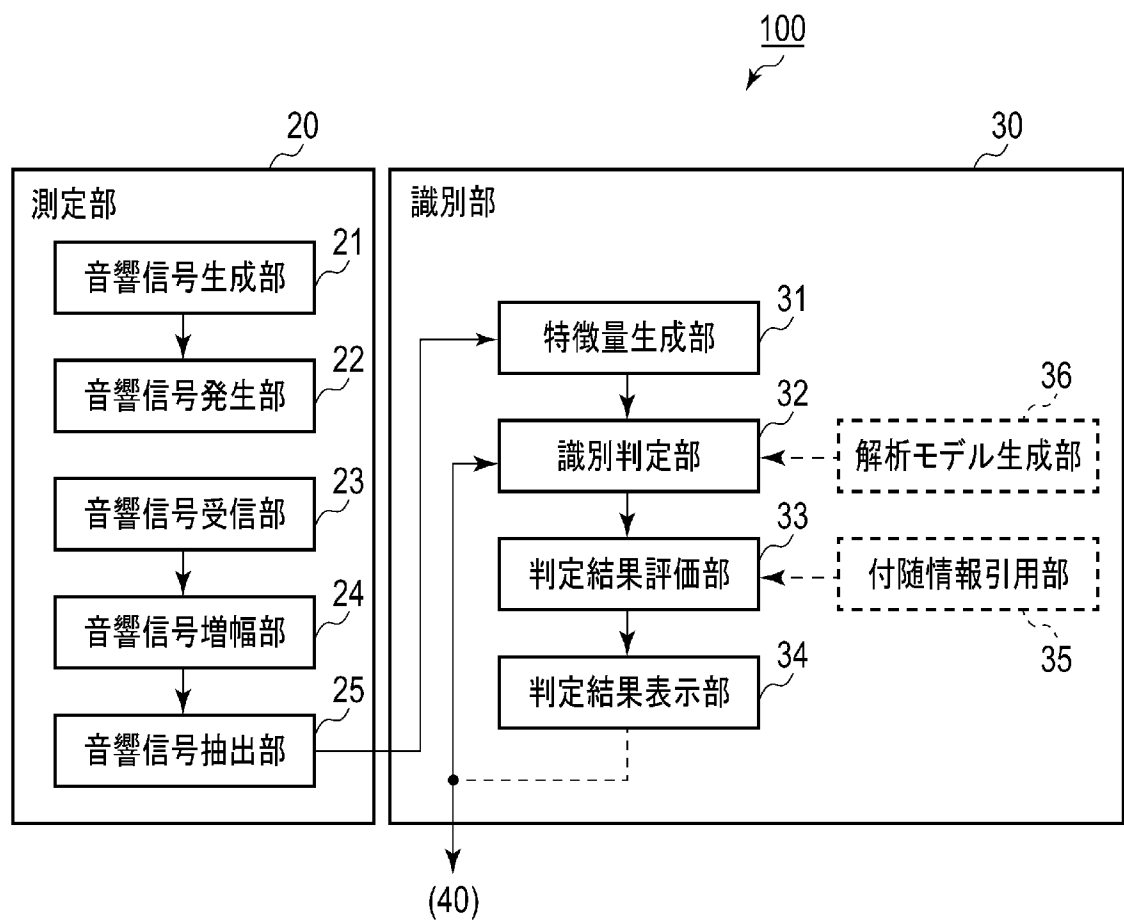
を備える生成方法。

[請求項13] 請求項１１に記載の生成装置の前記生成部としてプロセッサを機能させる生成処理プログラム。

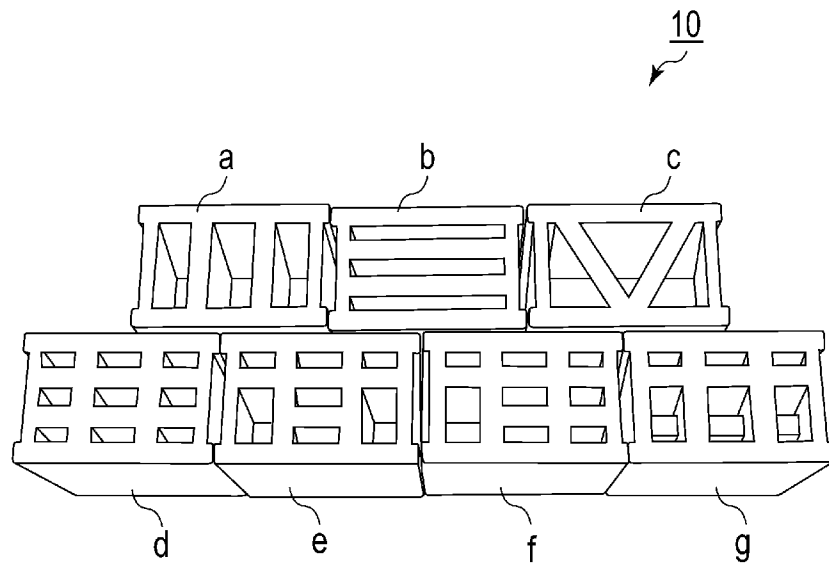
[図1]



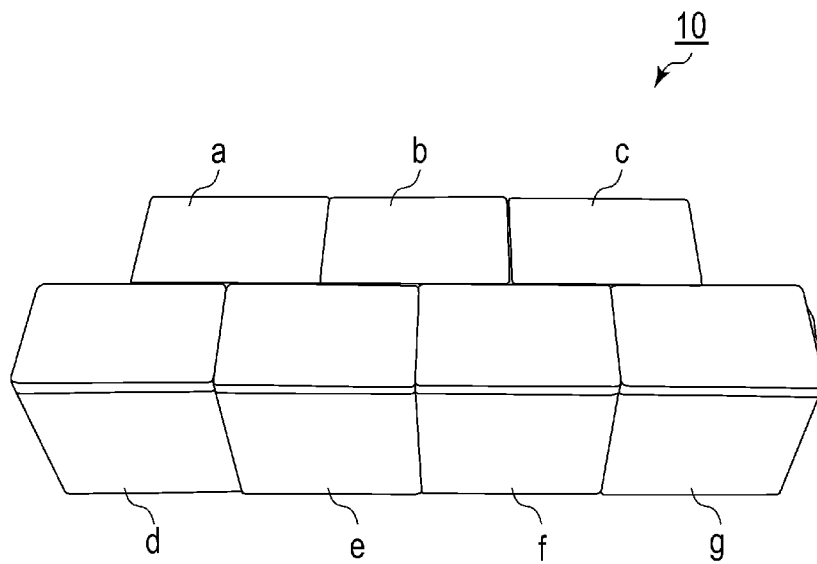
[図2]



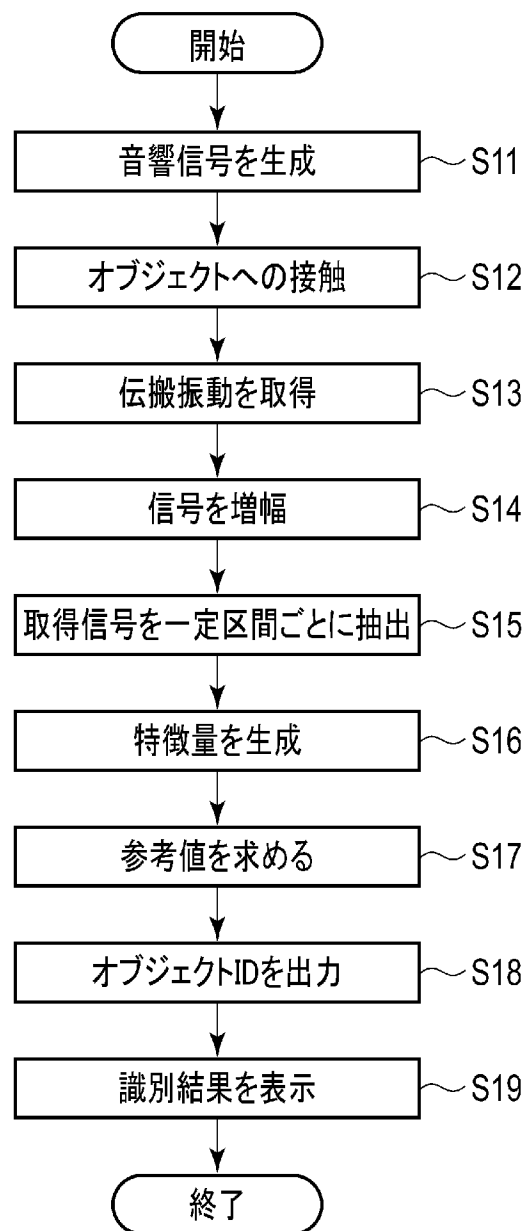
[図3]



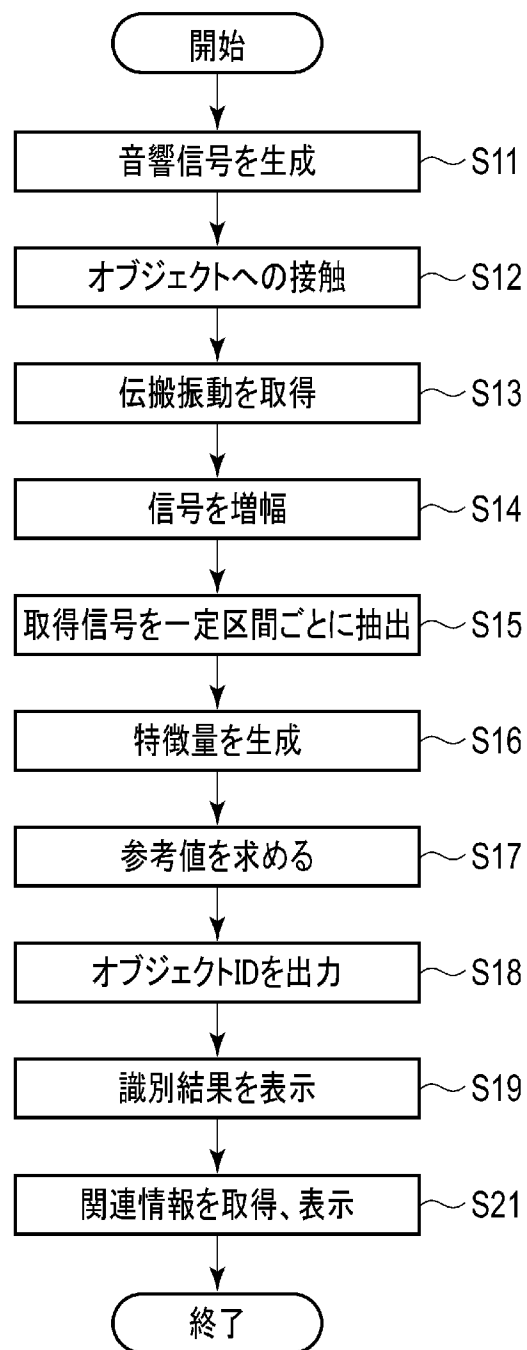
[図4]



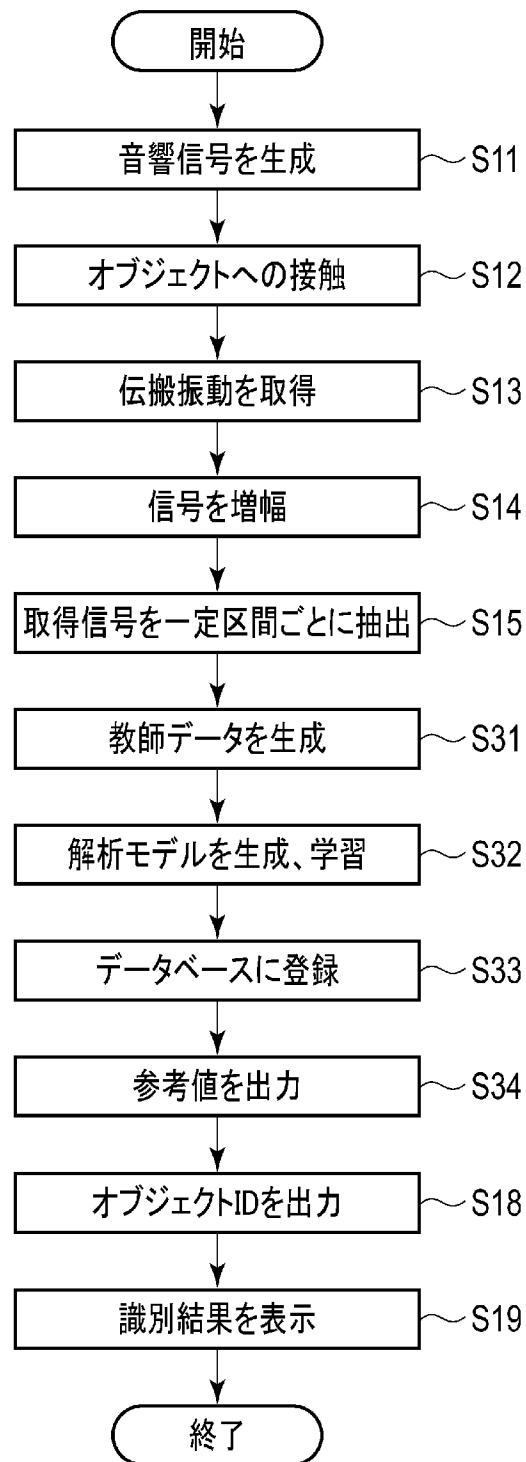
[図5]



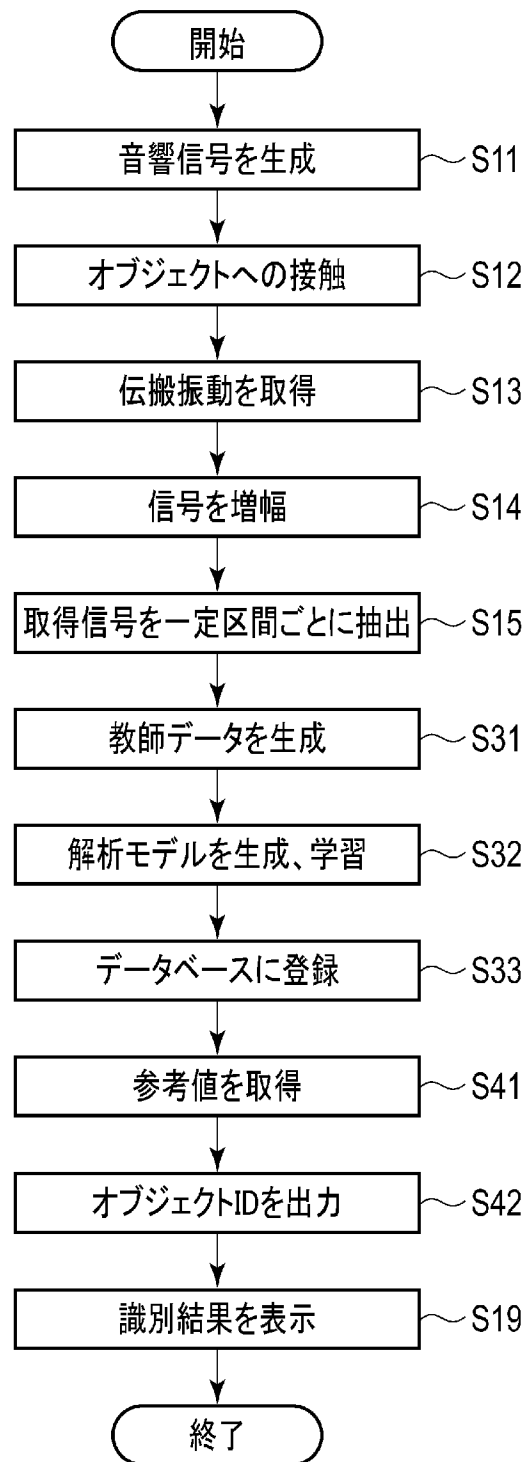
[図6]



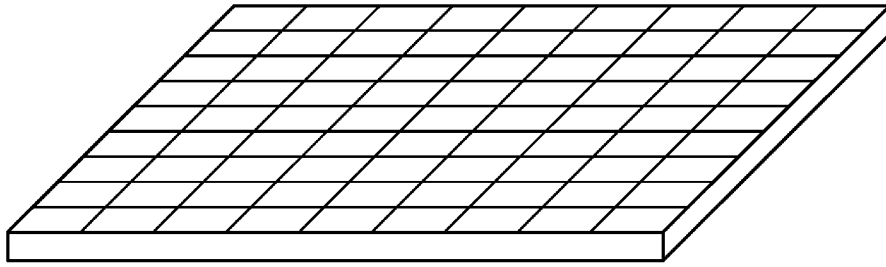
[図7]



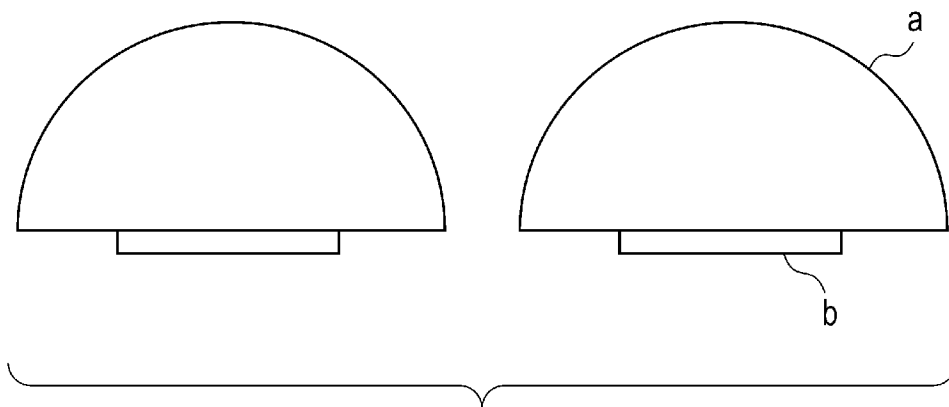
[図8]



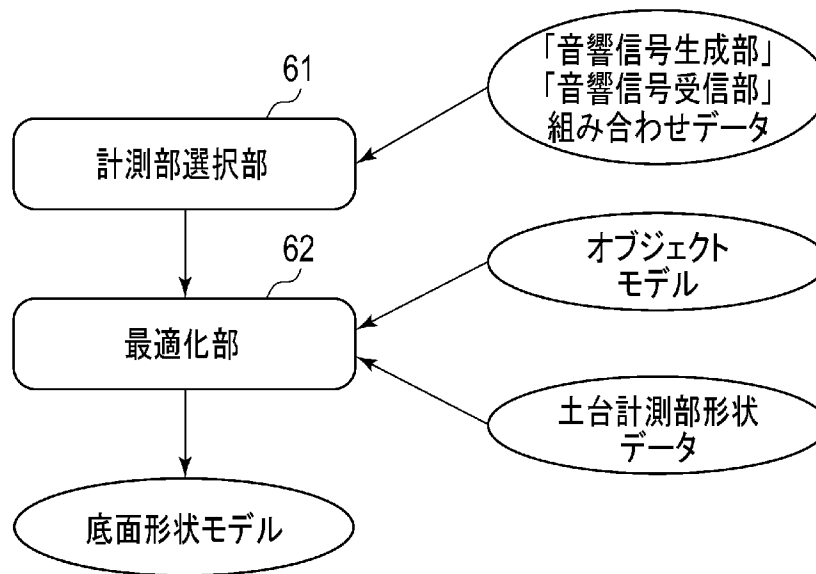
[図9]



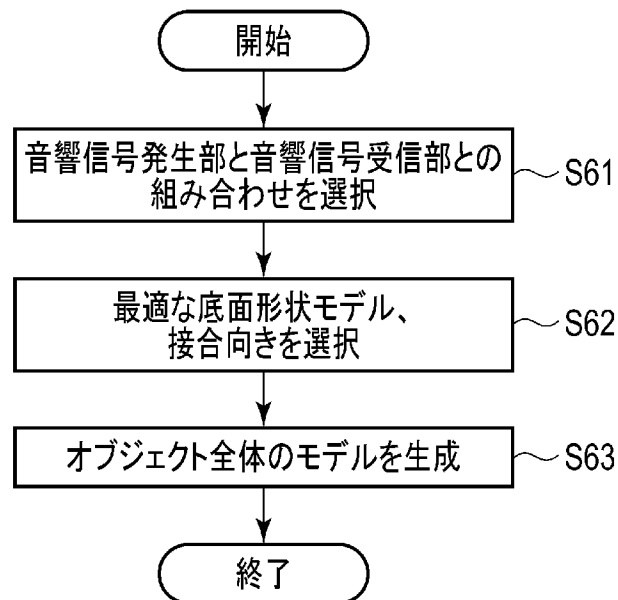
[図10]



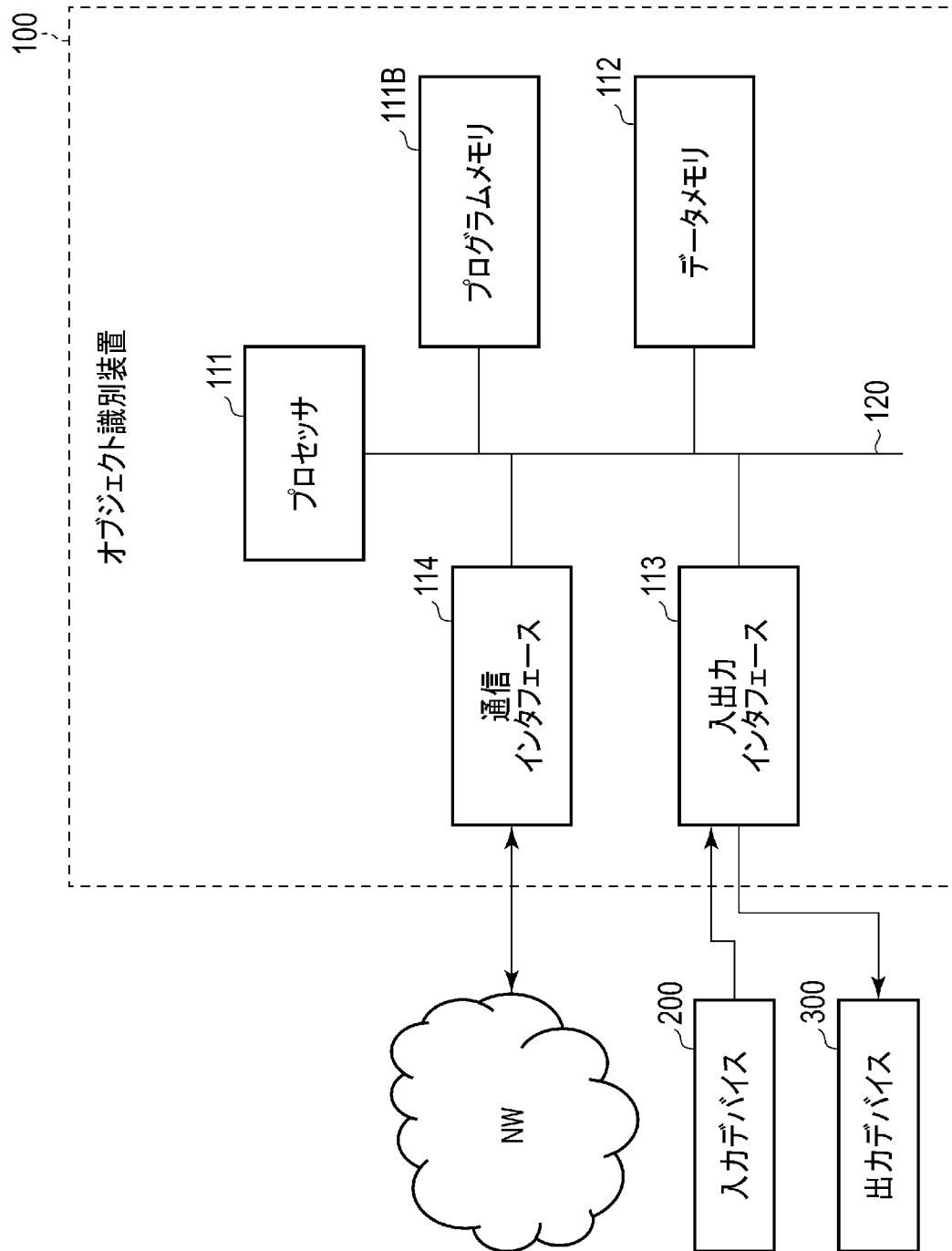
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/015984

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01V 1/00 (2000.01) i

FI: G01V1/00 A

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)

G01V1/00

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 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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	JP 2008-151538 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS, LTD.)	1, 7, 10
Y	03.07.2008 (2008-07-03) paragraphs [0020]-[0059]	1-2, 4-10
A		3, 11-13
Y	JP 2007-537527 A (KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.) 20.12.2007 (2007-12-20) paragraphs [0037]-[0057]	1-2, 4-10
X	Acoustic Voxels: Computational Optimization of Modular Acoustic Filters, ACM Transactions on Graphics, 2016, vol. 35, Issue 4, ISBN:978-1-4503-4279-7/16/07, DOI:10.1145/2897824.2925960 in particular, page 10, right column, lines 32-43, fig. 16	11-13
A	JP 9-80033 A (TAKENAKA CORPORATION) 28.03.1997 (1997-03-28)	1-13
A	US 5242512 A (ALLOYING SURFACES, INC.) 07.09.1993 (1993-09-07)	1-13
A	CN 103995051 A (UNIV WUHAN TECH) 20.08.2014 (2014-08-20)	1-13



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

02 July 2020 (02.07.2020)

Date of mailing of the international search report

14 July 2020 (14.07.2020)

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office

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/JP2020/015984

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2008-151538 A	03 Jul. 2008	US 2008/0144927 A1 paragraphs [0032]- [0076] EP 1933135 A2 CN 101206196 A	
JP 2007-537527 A	20 Dec. 2007	US 2008/0159529 A1 paragraphs [0047]- [0072] WO 2005/106783 A1 KR 10-2007-0012529 A CN 1961327 A	
JP 9-80033 A	28 Mar. 1997	(Family: none)	
US 5242512 A	07 Sep. 1993	WO 1993/018376 A1	
CN 103995051 A	20 Aug. 2014	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01V 1/00(2006.01)i FI: G01V1/00 A														
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）） G01V1/00 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2020年													
日本国実用新案登録公報	1996-2020年													
日本国登録実用新案公報	1994-2020年													
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	JP 2008-151538 A（松下電工株式会社）03.07.2008（2008-07-03） [0020]-[0059]	1, 7, 10												
Y		1-2, 4-10												
A		3, 11-13												
Y	JP 2007-537527 A（コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ） 20.12.2007（2007-12-20） [0037]-[0057]	1-2, 4-10												
X	Acoustic Voxels: Computational Optimization of Modular Acoustic Filters, ACM Transactions on Graphics, 2016, Volume35, Issue4, ISBN:978-1-4503-4279-7/16/07, DOI:10.1145/2897824.2925960 特に第10頁右欄第32-43行, 図16	11-13												
A	JP 9-80033 A（株式会社竹中工務店）28.03.1997（1997-03-28）	1-13												
A	US 5242512 A（ALLOYING SURFACES, INC.）07.09.1993（1993-09-07）	1-13												
A	CN 103995051 A（UNIV WUHAN TECH）20.08.2014（2014-08-20）	1-13												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 02.07.2020	国際調査報告の発送日 14.07.2020													
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） 岡村 典子 2J 5557 電話番号 03-3581-1101 内線 3252													

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/JP2020/015984

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2008-151538	A	03.07.2008	US	2008/0144927	A1	
					[0032]-[0076]		
				EP	1933135	A2	
				CN	101206196	A	
JP	2007-537527	A	20.12.2007	US	2008/0159529	A1	
					[0047]-[0072]		
				WO	2005/106783	A1	
				KR	10-2007-0012529	A	
				CN	1961327	A	
JP	9-80033	A	28.03.1997	(ファミリーなし)			
US	5242512	A	07.09.1993	WO	1993/018376	A1	
CN	103995051	A	20.08.2014	(ファミリーなし)			