

(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
2021年5月27日(27.05.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/100177 A1

- (51) 国際特許分類:
G01J 1/00 (2006.01) G01B 11/24 (2006.01)
G01J 1/42 (2006.01)
- (21) 国際出願番号 : PCT/JP2019/045648
- (22) 国際出願日 : 2019年11月21日(21.11.2019)
- (25) 国際出願の言語 : 日本語
- (26) 国際公開の言語 : 日本語
- (71) 出願人: 株式会社ソニー・インタラクティブエンタテインメント (SONY INTERACTIVE ENTERTAINMENT INC.) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 石田 隆行 (ISHIDA Takayuki); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号株

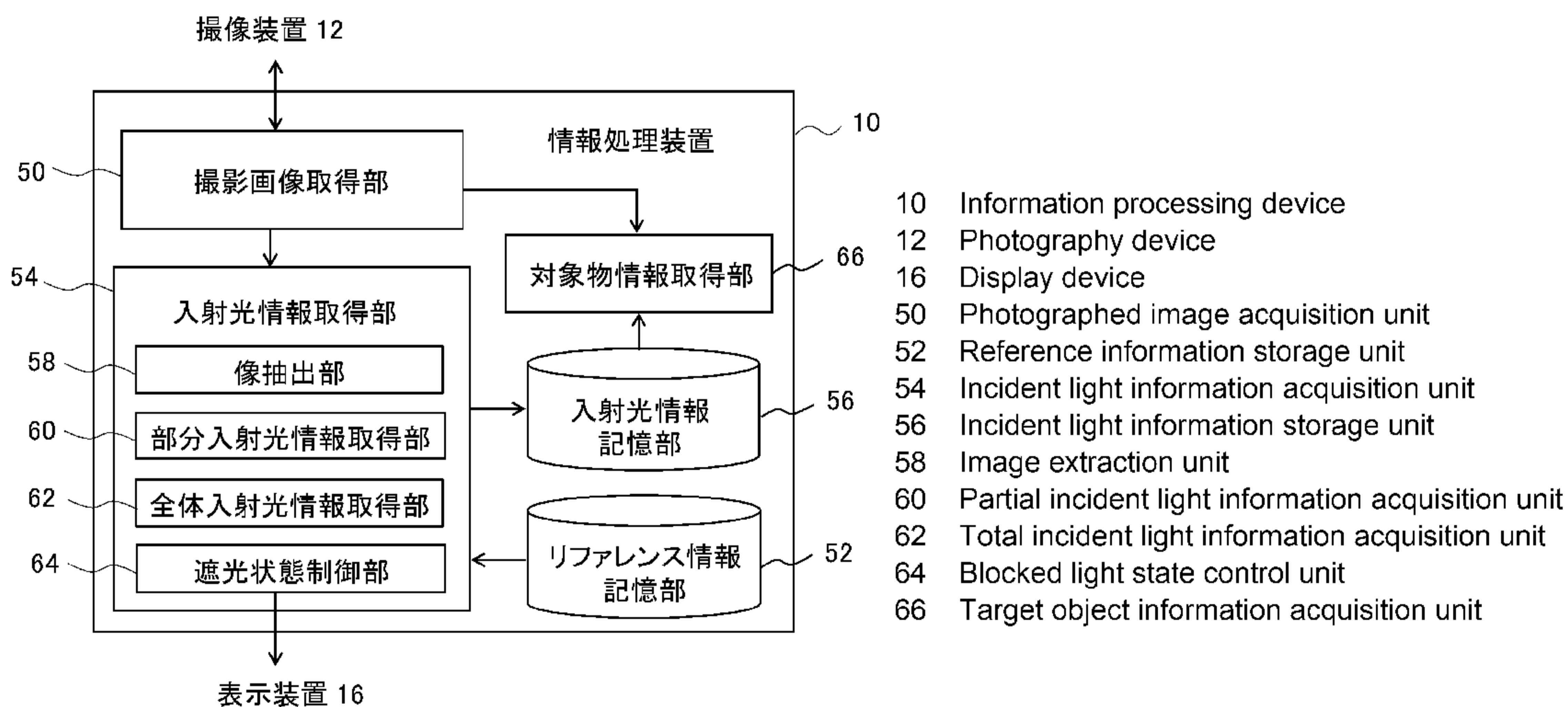
式会社ソニー・インタラクティブエンタテインメント内 Tokyo (JP). 和田 信也(WADA Shinya); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号株式会社ソニー・インタラクティブエンタテインメント内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 森下 賢樹 (MORISHITA Sakaki); 〒1500021 東京都渋谷区恵比寿西2-11-12 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, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: INCIDENT LIGHT INFORMATION ACQUISITION METHOD, INCIDENT LIGHT INFORMATION ACQUISITION SYSTEM, AND INFORMATION PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称 : 入射光情報取得方法、入射光情報取得システム、および情報処理装置



(57) Abstract: An information processing device 10 that has a photographed image acquisition unit 50 that acquires image data for a reference object that has been photographed while a portion of incident light is being blocked. On the basis of images of the reference object, an incident light information acquisition unit 54 uses a prescribed model formula to acquire partial incident light brightness distributions for different blocked light states and, by performing an operation on the partial incident light brightness distributions, acquires a total incident light brightness distribution. A target object information acquisition unit 66 uses the total incident light brightness distribution to acquire the shape or material of a target object.

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,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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))

(57) 要約: 情報処理装置 10 において撮影画像取得部 50 は、入射光の一部が遮蔽された状態で撮影された、リファレンス用物体の画像データを取得する。入射光情報取得部 54 は、リファレンス用物体の像に基づき、各遮光状態における部分的な入射光の輝度分布を、所定のモデル式により取得し、それらを演算することで、入射光全体の輝度分布を取得する。対象物情報取得部 66 は、入射光全体の輝度分布を利用して、対象物の形状や材質を取得する。

明 細 書

発明の名称：

入射光情報取得方法、入射光情報取得システム、および情報処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、撮影画像を利用して対象物の情報を取得するのに用いる入射光情報の取得方法、それを実行する入射光情報取得システム、および情報処理装置に関する。

背景技術

[0002] ユーザの頭部など体の一部をビデオカメラで撮影し、目、口、手などの所定の領域を抽出して別の画像で置換した表示画像を利用するゲームが知られている（例えば、特許文献1参照）。また、ビデオカメラで撮影された口や手の動きをアプリケーションの操作指示として受け取るユーザインタフェースシステムも知られている。このように、実世界を撮影し、実物体の存在や動きを反映させた仮想世界を表示させたり、何らかの情報処理に利用したりする技術は、小型の携帯端末からレジャー施設まで、規模によらず幅広い分野で利用されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：欧州特許出願公開第0999518号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 撮影画像に基づき実物体の形状や材質を取得し、その3Dモデルを仮想世界へ取り込んだり情報処理を実施したりする技術においては、撮影環境に起因して処理の精度が不安定になりやすいという課題がある。例えば周囲の照明や自然光の具合によって撮影画像上の像が変化すると、画像解析の結果に多大な影響を与え得る。実物体の情報を高精度に取得するには、照明環境を厳密に制御したスタジオなどに撮影場所を限定したり、光の強度を全方位に

渡り測定したうえでの撮影が要求されたりして、汎用性、容易性の点で問題となる。

[0005] 本発明はこうした課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、撮影画像を用いた対象物の情報取得を容易に高精度化できる技術を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明のある態様は入射光情報取得方法に関する。この入射光情報取得方法は、入射光の一部を遮蔽した状態で、形状および材質が既知のリファレンス用物体を撮影した画像を取得するステップと、入射光の遮蔽方向が異なる複数の撮影画像における、リファレンス用物体の像に基づき、一部が遮蔽された部分的な入射光の輝度分布を所定のモデル式により取得するステップと、部分的な入射光の輝度分布同士を演算することにより、入射光全体の輝度分布を取得するステップと、を含むことを特徴とする。

[0007] 本発明の別の態様は入射光情報取得システムに関する。この入射光情報取得システムは、形状および材質が既知のリファレンス用物体と、入射光の一部を遮蔽した状態のリファレンス用物体を撮影する撮像装置と、撮影画像を用いて入射光の輝度分布を取得する情報処理装置と、を含み、情報処理装置は、入射光の遮蔽方向が異なる複数の撮影画像における、リファレンス用物体の像に基づき、一部が遮蔽された部分的な入射光の輝度分布を所定のモデル式により取得する部分入射光情報取得部と、部分的な入射光の輝度分布同士を演算することにより、入射光全体の輝度分布を取得する全体入射光情報取得部と、を備えたことを特徴とする。

[0008] 本発明のさらに別の態様は情報処理装置に関する。この情報処理装置は、入射光の一部を遮蔽した状態で、形状および材質が既知のリファレンス用物体を撮影した画像を取得する撮影画像取得部と、入射光の遮蔽方向が異なる複数の撮影画像における、リファレンス用物体の像に基づき、一部が遮蔽された部分的な入射光の輝度分布を所定のモデル式により取得する部分入射光情報取得部と、部分的な入射光の輝度分布同士を演算することにより、入射

光全体の輝度分布を取得する全体入射光情報取得部と、を備えたことを特徴とする。

[0009] なお、以上の構成要素の任意の組合せ、本発明の表現を方法、装置などの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

発明の効果

[0010] 本発明によると、撮影画像を用いた対象物の情報取得を容易に高精度化できる。

図面の簡単な説明

- [0011] [図1]本実施の形態を適用できる情報処理システムの構成例を示す図である。
[図2]本実施の形態において入射光の輝度分布を取得する原理を説明するための図である。
[図3]本実施の形態において入射光の輝度分布を取得する原理を別の観点から説明するための図である。
[図4]本実施の形態の入射光情報取得システムの構成例を示す図である。
[図5]本実施の形態における情報処理装置の内部回路構成を示す図である。
[図6]本実施の形態における情報処理装置の機能ブロックの構成を示す図である。
[図7]本実施の形態における、立方体形状の遮光用物体の入光部について説明するための図である。
[図8]本実施の形態で利用できる遮光用物体の別の例を示す図である。
[図9]本実施の形態において遮光用物体を人手として入射光輝度分布を取得する態様を説明するための図である。
[図10]本実施の形態における遮光状態制御部が、入射光を遮蔽すべき方向をユーザに通知する際の表示画面の例を示す図である。
[図11]本実施の形態において、情報処理装置が入射光の輝度分布を取得する処理手順を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0012] 図1は、本実施の形態を適用できる情報処理システムの構成例を示してい

る。この情報処理システムは、被写体 8 を所定のフレームレートで撮影する撮像装置 112、その撮影画像のデータを取得し所定の情報処理を行う情報処理装置 110、および情報処理の結果を出力する表示装置 116 を含む。情報処理システムにはさらに、情報処理装置 110 に対する操作をユーザから受け付ける入力装置が含まれていてもよい。情報処理装置 110 はさらに、インターネットなどのネットワークに接続することでサーバなど外部の装置と通信可能としてもよい。

[0013] 情報処理装置 110 と撮像装置 112 および表示装置 116 とは、有線ケーブルで接続されてよく、また無線 LAN (Local Area Network) などにより無線接続されてもよい。また情報処理装置 110、撮像装置 112、表示装置 116 のいずれか 2 つ以上を組み合わせるとして一体的な装置としてもよい。例えばそれらを装備したカメラや携帯端末などで情報処理システムを実現してもよい。あるいは表示装置 116 を、ユーザが頭部に装着することで眼前に画像を表示させるヘッドマウントディスプレイとし、当該ヘッドマウントディスプレイに、ユーザの視線に対応する画像を撮影するように撮像装置 112 を設けてもよい。いずれにしる情報処理装置 110、撮像装置 112、表示装置 116 の外観形状は図示するものに限らない。

[0014] このようなシステムにおいて情報処理装置 110 は少なくとも、撮像装置 112 が撮影した画像のデータを取得し、それを解析することにより 3 次元形状や材質などの被写体情報を取得する。そして情報処理装置 110 は、取得した被写体情報に基づいて情報処理を実施する。例えば情報処理装置 110 は、当該被写体情報に基づき被写体を認識したり、被写体の動きを追跡したりする。あるいは情報処理装置 110 は、被写体が表れる仮想世界を描画して表示装置 116 に出力する。

[0015] 図示する例では、被写体 8 のうち球体を模したオブジェクト 118 を仮想世界に描画している。ここで描画する画像の内容や目的は特に限定されない。例えば実物体を模したオブジェクトが登場する映画など鑑賞用の画像を生成してもよいし、ユーザが実物体を動かし、それを模したオブジェクトが表

示上で連動することにより敵オブジェクトと戦うようなゲームを実現してもよい。このような態様においては、実物体の形状や材質を正確に取得しておくことにより、あたかも実物体が画面内に入り込んだかのような、よりリアルな表現が可能になる。

[0016] ただし情報処理装置110は、実物体を画像世界に融合させるのに限らず、実物体の動きに応じて情報処理を実施したり、実物体を別の仮想オブジェクトに置換した画像を表示させたりしてもよい。この場合も、実物体の形状や材質を正確に取得しておくことにより、その動きを追跡したり、他の物と区別したりすることを精度よく行える。なお被写体8は、人の顔や手など生体であってもよい。この場合、情報処理装置110は、例えば撮像装置112の視野に入った人の顔や手の動きを認識したり、人を忠実に再現したコンピュータグラフィックスのオブジェクトを、表示装置116に表示させたりすることができる。

[0017] 図1で示したようなシステムにおいて、撮影画像から被写体の形状や材質を取得するための様々な手法が提案されている。そのうちのの一つとして、コンピュータグラフィックス描画において一般的に利用されるレンダリング方程式の逆問題を解くインバースレンダリングが広く知られている。一般的なコンピュータグラフィックスでは、ワールド座標系において、反射特性が設定されたオブジェクトを配置し、光源とカメラ座標系を設定することにより、オブジェクト表面からの光の輝度分布を計算する。このとき、次のレンダリング方程式によって、オブジェクト表面上の位置 x_o において方向 ω_o へ放射される光の輝度 $L_o(x_o, \omega_o)$ を求める。

[0018] [数1]

$$L_o(x_o, \omega_o) = \int_A \int_{2\pi} S(x_i, \omega_i; x_o, \omega_o) L_i(x_i, \omega_i) (\vec{n}, \vec{\omega}_i) d\omega_i dA(x_i) \quad (\text{式1})$$

[0019] ここで関数Sは双方向散乱面反射率分布関数（BSRDF：Bidirectional Scattering-Surface Reflectance Distribution Function）であり、位置

x_i に方向 ω_i から輝度 L_i で入射した光が、物体表面下での光の散乱を含め位置 x_o で方向 ω_o へ出射する割合を表す。またベクトル n はオブジェクト表面の法線、 A は表面下での散乱光が影響する範囲を示す。すなわち関数 S はオブジェクトの材質に依存し、ベクトル n はオブジェクトの形状に依存する。

[0020] したがって描画対象のオブジェクトの材質および形状の設定に基づき関数 S とベクトル n を決定し、入射光の輝度分布 $L_i(x_i, \omega_i)$ を与えることにより、オブジェクト表面の各位置 x_o における出射光の輝度分布 $L_o(\omega_o)$ が得られる。そして当該出射光のうち、視点に応じたビュースクリーンへ入射する光の輝度を計算すれば、オブジェクトの材質や周囲の光による影響を反映させたオブジェクトを描画できる。インバースレンダリングはこの関係を利用して、撮影画像が表す被写体の像の輝度値を左辺に与えることにより、右辺に含まれるいずれかのパラメータを求めるものである。

[0021] 一般的には、被写体を多方向から撮影し、式1の方程式を複数立てることにより、それらを同時に満たすようにパラメータを推定していく。ここで既知のパラメータを増やすほど、未知のパラメータの推定精度を向上させることができる。例えば被写体の形状と材質を精度よく得るため、入射光の輝度分布 $L_i(x_i, \omega_i)$ を既知としておくことが考えられる。しかしながら一般的な環境では、窓や照明の配置、数、それぞれからの光の輝度などが様々であり、それらを全て特定するのは困難である。

[0022] 初期処理として、撮像装置112を壁や天井に向けて撮影することで、それらの情報を特定することが考えられるが、これには多大な労力を要する。すなわち複数の撮影画像から個々に得られる情報を、統一された座標系で表すため、撮像装置112の正確な位置合わせが必要となる。また、全方位を撮影する、もしくは間隔を設けて撮影した結果を補間する、といった作業が必要となる。一方、形状および材質が既知の物体を撮影し、インバースレンダリングにより入射光の輝度分布 $L_i(x_i, \omega_i)$ を取得することも考えられる。

[0023] しかしながら輝度分布 $L_i(x_i, \omega_i)$ 自体の自由度があまりに高く、多

数の撮影が必要なうえ、それぞれについて立てた方程式を全て満たすような解が得られない不良設定問題となる可能性が高い。そこで本実施の形態では、入射光の一部を遮蔽した状態で、形状および材質が既知のリファレンス用物体を撮影し、インバースレンダリングにより部分的な入射光の輝度分布を取得する。当該輝度分布は、少なくとも方向 ω_i が限定されるため、少ない方程式で解が得られやすい。この処理を、遮蔽方向を異ならせて繰り返し、その情報を統合することにより、遮蔽のない状態での被写空間への入射光の輝度分布を取得する。

[0024] 図2は、本実施の形態において入射光の輝度分布を取得する原理を説明するための図である。同図は、球面状の遮光用物体82の内部空間に、球体のリファレンス用物体80が存在する状態を断面で示している。リファレンス用物体80への入射光を、放射状の線で模式的に示している。遮光用物体82は光を透過させない素材や色を有する面で構成され、当該面の一部に、位置が可変の入光部84を備える。ここで「入光部」とは光の入り口であり、面が開口している場合のほか、部分的に透明として光を透過させるようにした場合も含まれる。

[0025] 遮光用物体82に入光部84を設けることにより、本来の入射光のうちの一部がリファレンス用物体80に入射する。原理的には式1において、入光部84に対応する立体角に対する入射光のみを考慮すれば、その状態で観測される、リファレンス用物体80の像の輝度が得られる。すなわち下記の等式が成り立つ。

[0026] [数2]

$$L_o(N) = \int_A \int_{2\pi} S \cdot L_i(N) \cdot (\vec{n}, \vec{\omega}_i) d\omega_i dA \quad (\text{式2})$$

[0027] ここで $N = 1, 2, 3, \dots$ は添え字であり、入光部84の位置を識別する自然数である。また式1における関数 S 、および輝度分布 L_o 、 L_i を与える変数を省略している。例えば(a)の状態を $N = 1$ とすると、そのとき

のリファレンス用物体 80 への入射光の輝度分布 $L_i(1)$ は、リファレンス用物体 80 からの出射光の輝度分布 $L_o(1)$ との間、式 2 の関係を有する。入光部 84 の位置を異ならせた (b) の状態を、 $N=2$ とすると、リファレンス用物体 80 への入射光の輝度分布 $L_i(2)$ は、リファレンス用物体 80 からの出射光の輝度分布 $L_o(2)$ との間、式 2 の関係を有する。

[0028] (c) の状態も同様に、リファレンス用物体 80 に対する入射光の輝度分布 $L_i(3)$ と出射光の輝度分布 $L_o(3)$ は式 2 を満たす。入光部 84 の方向が異なる各状態 (以後、遮光状態とも呼ぶ) における、リファレンス用物体 80 からの出射光の輝度分布 $L_o(N)$ は、撮像装置の姿勢と、撮影画像における像の輝度から取得できる。その値を式 2 の左辺に代入することにより、各遮光状態における、リファレンス用物体 80 への入射光の輝度分布 $L_i(N)$ が求められる。

[0029] 実際には次式のように、入射光の輝度分布 $L_i(N)$ を仮定して算出した出射光の輝度分布 $L_o(N)_{sim}$ と、実際に観測された出射光の輝度分布 $L_o(N)_{obs}$ との差が最小になるように入射光 $L_i(N)$ を調整して最終解を得る。

[0030] [数3]

$$L_i(N) = \operatorname{argmin}_{L_i} (\operatorname{Err}(L_o(N)_{obs} - L_o(N)_{sim})) \quad (\text{式3})$$

[0031] ここで「argmin」は括弧内の数値を最小とするための調整処理を示し、「Err」は括弧内の分布の差を示す。この計算により、各遮光状態においてリファレンス用物体 80 へ入射する光の輝度分布が得られることになる。原理的には入光部 84 を、重なりのないように全方位に向けて配置し、それぞれの状態での入射光の輝度分布を得れば、遮光用物体 82 がない状態での本来の入射光の分布が次のように得られる。

[0032] [数4]

$$L_i(\mathbf{x}_i, \omega_i) = \sum_N L_i(N) \quad (\text{式4})$$

[0033] 図3は、本実施の形態において入射光の輝度分布を取得する原理を別の観点から説明するための図である。図の表し方は図2と同様である。図の上部に示すように、図の上側を 0° とし時計回りに角度 θ を定義したとき、(a)の状態において、遮光用物体82の入光部84の範囲は $-90^\circ \leq \theta < 90^\circ$ であるのに対し、(b)の状態では入光部84の範囲が $0^\circ \leq \theta < 90^\circ$ である。ただし実際には立体角となる。

[0034] この場合も上述と同様に、それぞれの状態についてリファレンス用物体80からの出射光の輝度分布 $L(1)$ 、 $L(2)$ を観測すると、入光部84が広い前者の方が全体的な輝度値が高くなる。すなわちそれらの差分 $L(1) - L(2)$ は、後者において遮蔽されていた、 $-90^\circ \leq \theta < 0^\circ$ からの入射光による寄与ということになる。そこで当該差分を観測値として式3に導入すれば、 $-90^\circ \leq \theta < 0^\circ$ に入光部84を設けた状態を撮影することなく、 $-90^\circ \leq \theta < 0^\circ$ の範囲の入射光の輝度分布を取得できる。

[0035] $0^\circ \leq \theta < 90^\circ$ の範囲の入射光の輝度分布については、図2で説明したのと同様に $L(2)$ から求められる。本実施の形態ではこのように、入射光の一部を遮蔽した状態でリファレンス用物体80を撮影して得られる、部分的な入射光の輝度分布同士を、遮光状態に合わせて演算することにより、被写空間への入射光の輝度分布を取得することを基本とする。なお入射光の輝度分布と出射光の輝度分布の関係を表すモデル式は式1に限らず様々なものが提案されており、本実施の形態ではそのいずれを採用してもよい。

[0036] 本実施の形態の場合、遮光用物体82に設ける入光部84の縁部分（例えば図3における縁部分85）における回折現象や、遮光用物体の外表面および内面における多重反射をモデル式に含めることにより、入射光の輝度分布の精度をより高めることができる。なお光吸収性の高い素材や色で遮光用物体82を形成することにより、多重反射の影響を抑えてもよい。また図2、3では、リファレンス用物体80を球体、遮光用物体82を球面としていたが、それぞれの形状は限定されない。なお遮光用物体82には、リファレンス用物体80を観測（撮影）するための開口をさらに設けるか、遮光用物体8

2の内面に撮像センサを設けるものとする。

[0037] 図4は、本実施の形態の入射光情報取得システムの構成例を示している。入射光情報取得システムは、リファレンス用物体80と遮光用物体86を撮影する撮像装置12、撮影画像を用いて入射光の輝度分布の情報を取得する情報処理装置10、必要な遮光状態をユーザに通知するための表示装置16を含む。撮像装置12および表示装置16はそれぞれ、図1で示した撮像装置112および表示装置116と同じであってもよい。情報処理装置10は図1で示した情報処理装置110の一部であってもよい。

[0038] 撮像装置12は、CCD (Charge Coupled Device) イメージセンサやCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサなどを備えた一般的なカメラである。あるいは撮像装置12は、レンズの前面または撮像素子内に偏光子を備えた偏光カメラであってもよい。この場合、複数方向の偏光画像を撮影することにより、偏光方向ごとに出射光の輝度分布が得られる。それぞれに対し方程式を立てると、偏光方向ごとに入射光の輝度分布が得られるため、それらを加算することで、非偏光の入射光の輝度分布が得られる。このように偏光成分を分離しそれぞれについて解を求めることにより、最終的に取得する入射光の輝度分布の精度を高められる。

[0039] 図示する例では、図2、3と同様、リファレンス用物体80を球体とする一方、遮光用物体86は撮像装置12側の面が遮蔽されない立方体の面としている。またこの例では、運用時に形状や材質を取得する対象物がテーブルに置かれることを想定し、リファレンス用物体80と遮光用物体86も同じテーブル88の上に置いている。これによりテーブル88からの反射光を入射光として、その輝度分布を同様に取得できる。なおテーブル88からの反射光をモデル式に含めるため、テーブルの材質や色などの情報はリファレンス情報記憶部52にあらかじめ格納しておく。

[0040] 当該情報が未知の場合、入射光情報取得部54は、その場でそれらの情報を取得してもよい。例えば遮光用物体86の内壁などに、等方性、あるいはそれに近い特性の光源を設けておき、情報処理装置10がその点灯/消灯を

切り替えるよう制御する。内壁の複数箇所に光源を設け、点灯位置を切り替えてもよい。入射光情報取得部54は、リファレンス用物体80のない状態での遮光用物体86の撮影画像に基づき、テーブル88からの出射光の輝度分布を取得する。この場合、入射光の輝度分布が既知となるため、対象物の情報を得るのと同様の計算で、テーブル88の反射特性を得ることができる。

[0041] なお遮光用物体86とリファレンス用物体80を載置する面はテーブルに限らず、床や棚などでも同様に反射特性を求められる。いずれにしろ入射光の輝度分布を取得する段階においても、運用時に形状や材質を求める対象物と可能な限り同じ環境にリファレンス用物体80を置くことで、対象物への入射光情報を精度よく推定し、ひいては対象物の情報の取得精度を向上させることができる。また、底面など運用時に必要でない面への入射光の輝度分布を取得対象外とすることで、処理を簡略化できる。

[0042] 図示する状態においてユーザは、遮光用物体86の1つまたは複数の面を取り外したり元に戻したりして入光部の位置ひいては方向を変化させたいうで、撮像装置12により撮影する。そのため遮光用物体86の各面は、人手により取り外し可能な構造とする。各遮光状態において複数の方向から撮影画像を得ることにより、出射光の輝度分布を広い範囲で取得でき、結果として入射光の輝度分布の取得精度が上がる。撮像装置12をビデオカメラとすることにより方向を変化させて動画を撮影し、得られたフレームから情報処理装置10が解析対象を選択してもよい。

[0043] また情報処理装置10と遮光用物体86を電氣的に接続し、必要な位置に入光部が設けられるように情報処理装置10が遮光用物体86を制御してもよい。例えば情報処理装置10は、遮光用物体86の各面に設けたシャッターを開閉させる。あるいは遮光用物体86の各面を液晶パネルで形成し、情報処理装置10が電圧印加によって配向を変化させることにより、遮光用物体86の面を黒色と透明で切り替えてもよい。黒と透明の2階調に限らず、光透過性を3階調以上としてもよい。遮光用物体86の光透過性を面内で徐

々に変化させることにより、入射光の輝度をグラデーション状としてもよい。

[0044] この場合、本来の入射光の輝度に、面内分布を有する既知の透過率を乗算した値が、リファレンス用物体 80 への入射光の輝度になる。透過率を様々な設定したうえでリファレンス用物体 80 からの出射光を取得することで、撮像装置 12 の姿勢を変化させずに撮影した画像を用いて、多数の方程式を立てることができる。また情報処理装置 10 は、撮像装置 12 の撮影タイミングや姿勢を制御してもよい。この場合、情報処理装置 10 は、必要な位置に入光部が設けられたのに合わせて撮影したり、各遮光状態に対し所定の複数の姿勢で撮影したりするよう撮像装置 12 を制御してよい。

[0045] 遮光用物体 86 は、内部に空間を有する複数の平面または曲面で構成されればよく、これまで述べた球面や立方体の面のほか、直方体の面、多面体、円筒の面などのいずれでもよい。また入光部の形状も限定されず、矩形、円形、多角形、スリット形状などのいずれでもよい。あるいは後述するように、遮光用物体 86 は、ユーザの手、ユーザが動かす板などの物体、近傍を通過する人や動物など、入射光の一部を遮る物であればよい。この場合、それらの物に遮られない全ての範囲（方向）から光が入射可能となるが、本実施の形態では当該範囲も広義の「入光部」とする。

[0046] 図 5 は、情報処理装置 10 の内部回路構成を示している。情報処理装置 10 は、CPU (Central Processing Unit) 23、GPU (Graphics Processing Unit) 24、メインメモリ 26 を含む。これらの各部分は、バス 30 を介して相互に接続されている。バス 30 にはさらに入出力インターフェース 28 が接続されている。入出力インターフェース 28 には、USB や IEEE 1394 などの周辺機器インターフェースや、有線又は無線 LAN のネットワークインターフェースからなる通信部 32、ハードディスクドライブや不揮発性メモリなどの記憶部 34、必要に応じて表示装置 16 へデータを出力する出力部 36、撮像装置 12 や図示しない入力装置からデータを入力する入力部 38、磁気ディスク、光ディスクまたは半導体メモリなどのリムーバブル

ル記録媒体を駆動する記録媒体駆動部40が接続される。

[0047] CPU23は、記憶部34に記憶されているオペレーティングシステムを実行することにより情報処理装置10の全体を制御する。CPU23はまた、リムーバブル記録媒体から読み出されてメインメモリ26にロードされた、あるいは通信部32を介してダウンロードされた各種プログラムを実行する。GPU24は、ジオメトリエンジンの機能とレンダリングプロセッサの機能とを有し、CPU23からの描画命令に従って描画処理を行い、図示しないフレームバッファに表示画像のデータを格納する。そしてフレームバッファに格納された表示画像をビデオ信号に変換して出力部36に出力する。メインメモリ26はRAM (Random Access Memory) により構成され、処理に必要なプログラムやデータを記憶する。

[0048] 図6は、本実施の形態の情報処理装置10の機能ブロックの構成を示している。情報処理装置10は、撮像装置12から撮影画像のデータを取得する撮影画像取得部50、リファレンス用物体80の形状および材質に係る情報を格納するリファレンス情報記憶部52、入射光の輝度分布に係る情報を取得する入射光情報取得部54、取得した輝度分布の情報を格納する入射光情報記憶部56、および輝度分布の情報を利用して対象物の情報を取得する対象物情報取得部66を含む。

[0049] なお図示する機能ブロックは、リファレンス用実物体の撮影画像を用いて入射光の輝度分布を取得する機能と、その結果と対象物の撮影画像を用いて当該対象物の情報を取得する機能を含んでいる。入射光の輝度分布を取得することを目的とする場合、対象物情報取得部66を省略できる。対象物の情報も取得する場合、対象物情報取得部66は、図1で示したように被写体に対象物を含めることによって機能する。これに引き続き、対象物を用いてゲームなどを実施する場合、対象物の情報を用いて情報処理を行ったり、その結果を表す画像を描画したりする機能を適宜設けてよい。

[0050] また図示する各機能ブロックは、ハードウェア的には、図5で示したCPU23、GPU24、メインメモリ26などで実現でき、ソフトウェア的に

はハードディスクや記録媒体からメインメモリ26にロードされたコンピュータプログラムなどで実現される。したがって、これらの機能ブロックがハードウェアのみ、ソフトウェアのみ、またはそれらの組合せによっていろいろな形で実現できることは当業者には理解されるところであり、いずれかに限定されるものではない。

[0051] 撮影画像取得部50は、撮像装置12から撮影画像のデータを取得する。この撮影画像は上述のとおり、入射光の一部を遮蔽した状態でリファレンス用物体80を撮影した画像であり、撮影画像取得部50は、入射光の遮蔽方向が異なる複数の撮影画像のデータを取得する。リファレンス情報記憶部52には、リファレンス用物体80の形状および材質の情報をあらかじめ格納しておく。リファレンス用物体80の候補を複数種類、準備する場合は、それらの識別情報と、形状および材質の情報を対応づけて格納しておき、実際に用いるリファレンス用物体80をユーザが指定できるようにしてもよい。

[0052] 入射光情報取得部54は、像抽出部58、部分入射光情報取得部60、全体入射光情報取得部62、および遮光状態制御部64を含む。像抽出部58は、リファレンス情報記憶部52から取得したリファレンス用物体80の形状や色などの特徴に基づき、撮影画像からリファレンス用物体80の像を、パターンマッチングなどにより抽出する。像抽出部58は、抽出した像の形状や、テーブル88など周囲の物の像の形状などに基づき、リファレンス用物体80に対する撮像面の姿勢も取得する。当該情報は、撮像装置12が内蔵するモーションセンサの計測値に基づき取得してもよい。

[0053] 像抽出部58はさらに、遮光用物体86の像から、入光部の位置、ひいては遮光状態を取得する。当該情報は、ユーザが入力装置を介して入力してもよい。あるいは上述のとおり遮光状態制御部64が制御してもよい。部分入射光情報取得部60は、抽出した像の輝度分布に基づき、実空間でのリファレンス用物体80からの出射光の輝度分布を取得する。そして式3により、撮影された遮光状態での部分的な入射光の輝度分布を推定する。この際、部分入射光情報取得部60は、リファレンス情報記憶部52から取得したリフ

ァレンス用物体 80 の形状および材質の情報を適用する。

[0054] 全体入射光情報取得部 62 は、式 4 のように、部分的な入射光の輝度分布同士を演算することにより、遮光用物体 86 のない状態での入射光全体の輝度分布を取得する。ただし入光部の設け方によって、入射光全体の輝度分布を取得する数式は様々となる。すなわち図 3 に示したように、出射光の輝度分布を演算してから入射光の輝度分布を取得する場合もある。また後述するように、異なる遮光状態において入光部の範囲に重複がある場合、輝度分布は単なる合計でなく、重複分を減算したり除算したりする必要がある。

[0055] 遮光状態制御部 64 は、部分的な入射光の輝度分布の取得状況に応じて、撮影が必要な位置に入光部が設けられるように制御する。例えば遮光用物体 86 のある面からの入射光の分布が得られていないことが判明したら、その面を外すように画像および音声の少なくともいずれかでユーザに通知する。また輝度の変化が所定値以上大きい領域が判明したら、当該領域の開口範囲をより狭くするようにユーザに通知する。これにより、細かい単位で部分的な入射光の輝度分布を取得し、全体的な入射光の輝度分布の精度を向上させることができる。

[0056] あるいは上述のとおり、遮光状態制御部 64 が遮光用物体 86 を電氣的に制御してもよい。遮光用物体 86 を液晶パネルとする場合、上述のように光透過性を変化させるほか、所定の微細幅のストライプ状に透過部分が形成されるように制御することにより、遮光用物体 86 の少なくとも一部の面を偏光子に変化させてもよい。この場合、撮像装置 12 を偏光カメラとしたときと同様の効果を得られる。なお遮光状態制御部 64 は、遮光用物体 86 の一部の面を偏光子に取り替える作業を実施するよう、ユーザに通知してもよい。さらに遮光状態制御部 64 は、部分的な入射光の輝度分布の取得状況に応じて、必要な方向を遮蔽するようにユーザに通知してもよい。

[0057] 入射光情報取得部 54 は、複数のリファレンス用物体 80 に対し同様の処理を実施してもよい。遮光用物体 86 の内面における二次反射を考慮しない場合、入射光の輝度分布は基本的に、リファレンス用物体 80 の材質によら

ないが、当該二次反射などに起因して、材質や形状に依存した誤差が含まれ得る。そこで形状や材質の異なるリファレンス用物体 80 を用いて入射光の輝度分布を取得し、それを平均化するなどして最終的な輝度分布とすることで誤差を最小限にできる。

[0058] 入射光情報取得部 54 は、取得した入射光全体の輝度分布の情報を、入射光情報記憶部 56 に格納する。対象物情報取得部 66 は、格納された入射光の輝度分布と、対象物を撮影した画像に基づき、当該対象物の形状および材質のうち必要な情報を取得する。この場合、撮影画像取得部は撮像装置 12 から、対象物を撮影した画像のデータを取得し対象物情報取得部 66 に供給する。当該撮影画像を用いて、対象物の形状や材質を求める手法は特に限定されないが、例えば式 1 を用いてインバースレンダリングを行うことが考えられる。

[0059] なおリファレンス用物体 80 および遮光用物体 86 を対象物の近傍に配置し、それらを同時に撮影することにより、対象物情報取得部 66 が機能している期間に、入射光情報取得部 54 が並行して入射光の輝度分布を取得することもできる。例えば対象物情報取得部 66 は、当該期間に撮影されたリファレンス用物体の像に基づいて、初期に取得した入射光の輝度分布の変化を検出し、必要に応じて、入射光の輝度分布を修正したり取得し直したりしてもよい。

[0060] 図 7 は、立方体形状の遮光用物体 86 の入光部について説明するための図である。遮光用物体 86 は図の手前側の面を撮影用に常時開口させるとする。遮光用物体 86 のその他の面 A、B、C、D は遮光可能な面である。まず当該 4 面全てに板を配した状態を状態 (1) とすると、部分入射光情報取得部 60 により、手前からの入射光の輝度分布 $L_i(1)$ が得られる。面 A の板を除いたり透明にしたりして当該方向を入光部とした状態を状態 (2) とすると、手前および上面からの入射光の輝度分布 $L_i(2)$ が得られる。

[0061] 同様に、面 B の方向を入光部とした状態を状態 (3)、面 C の方向を入光部とした状態を状態 (4)、面 D の方向を入光部とした状態を状態 (5) と

すると、部分入射光情報取得部60により、それぞれの状態における入射光の輝度分布 $L_i(3)$ 、 $L_i(4)$ 、 $L_i(5)$ が得られる。上記のとおり全ての遮光状態で撮影用の開口部が設けられているため、輝度分布 $L_i(2)$ 、 $L_i(3)$ 、 $L_i(4)$ 、 $L_i(5)$ には全て $L_i(1)$ が含まれる。そこで全体入射光情報取得部62は、入射光全体の輝度分布 L_i を、次のように決定する。

$$L_i = L_i(2) + L_i(3) + L_i(4) + L_i(5) - 3L_i(1)$$

[0062] この例は立方体の面を1つずつ入光部としたが、2つ以上の面を同時に入光部としてもよい。例えば面A、Bの方向を入光部とした状態を状態(6)、面B、Cの方向を入光部とした状態を状態(7)、面C、Dの方向を入光部とした状態を状態(8)、面D、Aの方向を入光部とした状態を状態(9)とし、それぞれの状態において得られた入射光の輝度分布を $L_i(6)$ 、 $L_i(7)$ 、 $L_i(8)$ 、 $L_i(9)$ とすると、入射光全体の輝度分布 L_i は次のように算出できる。

$$L_i = \{L_i(6) + L_i(7) + L_i(8) + L_i(9)\} / 2 - L_i(1)$$

[0063] 図8は本実施の形態で利用できる遮光用物体の別の例を示している。遮光用物体90は球体の面に撮影用の開口部92と入光部94を備えた構成を有する。この遮光用物体90は、内壁がリファレンス用物体を兼ねている。すなわち撮像装置12は、開口部92から遮光用物体90の内壁の少なくとも一部を撮影する。撮像装置12を開口部92の箇所にはめ込み、開口を塞ぐようにしてもよい。いずれにしろ撮像装置12は入光部94からの入射光による物体からの出射光を観測する点で、これまでの説明と同様となる。

[0064] ここで遮光用物体90を回転させると、入光部94の向きが変化するため、板を外したり透明にしたりして入光部を設けるのと同様に、様々な方向からの部分的な入射光の輝度を得ることができる。ユーザが遮光用物体90を転がす場合、例えば遮光用物体90にロータリーエンコーダなどの回転角センサを設け、部分入射光情報取得部60がその計測値を無線通信などにより取得することにより、入光部94の方向を取得してもよい。または部分入射

光情報取得部60は、撮影画像の枠の回転角に基づき入光部94の方向を取得してもよい。

[0065] あるいは遮光用物体90自体に動力を設け、遮光状態制御部64が遮光用物体90を回転させてもよい。なお入光部94は1つでも複数でもよい。上述のとおり、図7で示したような遮光用物体86とリファレンス用物体80の組、あるいは図8で示したようなリファレンス用物体を兼ねた遮光用物体86を、ゲームなどの運用時に対象物の近傍に置いておくことにより、入射光の輝度分布の変化を監視してもよい。

[0066] 例えば徐々に照度が高くなる照明や窓からの光の変化、周囲にある物の移動などに起因して、入射光が経時変化する可能性がある場合、初期処理として取得した入射光の輝度分布を随時修正することにより、対象物の形状や材質の取得精度を維持できる。この場合、入射光情報取得部54は、基本的にはこれまで説明したのと同様の手順により、リファレンス用物体80の像に基づき定期的に入射光の輝度分布を取得し、前のタイミングで取得した輝度分布との差を求める。

[0067] この際、用いる撮影画像は、対象物の形状や材質を取得するために撮影された画像でもよい。この場合、初期処理で得られる撮影画像より、撮像装置12の姿勢や遮光状態のバリエーションが限られる可能性がある。入射光情報取得部54は、その限られた条件下で得られた結果を比較し、差が誤差の範囲内と判定したら元の入射光情報をそのまま維持する。差に有意性があっても所定の基準より小さければ、限られた条件下で得られた結果のみを反映させるように輝度分布を更新する。差が所定の基準以上であれば、入射光情報取得部54は、初期処理と同様の条件で再度、入射光全体の輝度分布を取得する。

[0068] 最終的に入射光の輝度分布を取得し直すことを前提とすれば、入射光情報取得部54は、厳密に入射光の輝度分布を取得し続ける代わりに、リファレンス用物体80からの出射光の変化に基づき間接的に入射光の輝度分布の変化を検出するのもよい。あるいは図8で示したようなリファレンス用物体

を兼ねた遮光用物体 86 を、遮光状態制御部 64 の制御のもと、転がし続けたり、空中を飛行させたりして、運用中も常に入射光の輝度分布を取得し続けてもよい。あるいは運用中に人や動物がリファレンス用物体 80 の近傍を通過した際、それを遮光用物体と見なしてもよい。

[0069] すなわち図 3 において説明したように、人や動物により入射光が遮蔽される前後における、リファレンス用物体 80 からの出射光の差は、遮蔽された方向の入射光の寄与を示している。そこで部分入射光情報取得部 60 は、遮蔽前後の出射光の差から、式 2、3 を用いて、遮蔽された方向の入射光の輝度分布 L_i を取得する。この部分的な入射光の輝度分布と、入射光情報記憶部 56 に格納されている入射光全体の輝度分布のうち当該部分との差に基づき、上述のとおり部分的な修正あるいは全体的な修正を実施する。

[0070] 図 9 は、遮光用物体を人手として入射光輝度分布を取得する態様を説明するための図である。この例では、リファレンス用物体 96 を片方の手 98a で把持したうえ、入射光をもう一方の手 98b により遮蔽する。この場合も、遮蔽前後のリファレンス用物体 96 からの出射光の変化により、手 98b の方向からの入射光の輝度分布を得ることができる。したがって情報処理装置 10 は、リファレンス用物体 96 に対する手 98a の方向を様々に変化させて撮影した画像を取得すれば、これまで述べたのと同様に、入射光全体の輝度分布を取得できる。

[0071] この際、部分入射光情報取得部 60 は、遮光する手 98b の位置や姿勢を、撮影画像からパターンマッチングなどにより取得する。遮光に供する物は人手に限らず、板などでもよい。この例で人がリファレンス用物体 96 を把持することにより、対象物をコントローラとして用いる場合と同様の環境を作り出せる。また運用時に人の顔の造作や肌の状態を得るための前処理として入射光の輝度分布を取得する場合に、リファレンス用物体 96 を顔の高さに掲げるなど、対象物に想定される高さや位置に自由に合わせることができる。

[0072] なお図 7、8 で示したような遮光用物体とリファレンス用物体を人が把持

するようにしても同様の効果が得られる。また上述のとおり人の顔を対象物とする場合、肩や胸などからの反射も入射光となり得るため、好適には上半身に近い形状のリファレンス用物体を準備することにより、運用時の状態により近づけることができる。

[0073] 図10は遮光状態制御部64が、入射光を遮蔽すべき方向をユーザに通知する際の表示画面の例を示している。この例で遮光状態誘導画面100は、現在の状態を示す画像に、どの方向を遮蔽すべきかを示す矢印102を重畳表示させた構成を有する。ここで現在の状態を示す画像は、図9で示したような状態を撮像装置12が撮影した画像、あるいはそれをユーザから見た状態に再構成した画像などである。

[0074] 上述のとおり部分入射光情報取得部60は、解析対象の撮影画像における、入射光を遮蔽している手や物の像などに基づき、入射光の遮蔽方向を取得する。遮光状態制御部64は当該情報と、各遮光状態で得られている入射光の輝度分布、あるいはそれらを演算した全体的な入射光の輝度分布の途中経過を参照し、新たに撮影が必要な遮蔽方向をユーザに通知する。例えば遮光状態制御部64は、輝度分布が得られていない方向、分布が不連続など誤差が大きいと判定される方向、輝度分布の変化が大きく、分布の取得単位を細分化する必要があると判定される方向などを特定する。

[0075] 対象物情報取得部66が対象物の形状や材質を取得中であれば、当該対象物のうち情報をより詳細に取得する必要がある部分への入射光の方向を取得してもよい。そして遮光状態制御部64は、取得した方向の入射光の輝度分布が得られるように、遮蔽すべき方向を導出し、遮光する手を当該方向に移動させるための矢印102を表示画像に描画する。追加で情報が必要な入射光の方向と、遮蔽すべき方向との関係は、それまで得られている部分的な入射光の輝度分布によって様々となる。

[0076] なお図示する例は人手による遮光を想定しているが、遮光用物体のうち入光部を設けるべき方向を矢印などにより示してもよい。ユーザがそれに従い遮光したり入光部を設けたりしたことが撮影画像により判定されたら、部分

入射光情報取得部60は、その状態で撮影された画像を用いて、部分的な入射光の輝度分布を取得する。そして全体入射光情報取得部62は、追加で取得された部分的な入射光の輝度分布を演算に組み入れることにより、入射光全体の輝度分布を精度よく求める。

[0077] 次に、これまで述べた構成によって実現できる情報処理装置10の動作について説明する。図11は、情報処理装置10が入射光の輝度分布を取得する処理手順を示すフローチャートである。なお同図では、取得した入射光の輝度分布を利用して対象物の情報を取得する処理も含めて示している。このフローチャートは、ユーザが入射光の一部を遮蔽した状態のリファレンス用物体を準備し、撮像装置12がそれを撮影している状態で開始される。

[0078] 撮影画像取得部50は、準備された遮光状態での撮影画像のデータを撮像装置12から取得する(S10)。すると入射光情報取得部54は、撮影画像におけるリファレンス用物体の像に基づき、当該遮光状態での部分的な入射光の輝度分布を取得する(S12)。入射光情報取得部54はこの際、遮光されている方向あるいは入光部の方向を撮影画像などから取得しておく。そして入射光情報取得部54は、部分的な入射光の輝度分布を演算することにより、得られている情報の範囲で入射光全体の輝度分布を算出する(S14)。ただし初回はS14の処理を省略する。

[0079] 必要な方向の部分的な輝度分布が全て得られていなければ(S16のN)、入射光情報取得部54は、不足している情報を得るために必要な遮光状態、すなわち遮蔽の方向または入光部の方向を、表示装置16を介してユーザに通知する(S18)。ただし情報処理装置10が電氣的に遮光物体を制御することで、必要な遮光状態を作り出してもよい。そして撮影画像取得部50は、新たな遮光状態での撮影画像のデータを取得し、入射光情報取得部54がその状態での輝度分布を取得することで、得られている情報の範囲で入射光全体の輝度分布を算出する(S10~S14)。

[0080] S10からS18の処理を繰り返し、必要な方向の部分的な輝度分布が全て得られたら(S16のY)、入射光情報取得部54はその時点で取得され

ている、入射光全体の輝度分布の情報を、対象物情報取得部66に格納する(S20)。そして対象物情報取得部66は、当該輝度分布の情報をを用いて対象物の形状や材質の取得を開始する(S22)。なお厳密にはS22の処理には、撮影画像取得部50が、対象物を撮影した画像を撮像装置12から取得する処理が含まれる。

[0081] この段階でも入射光情報取得部54は、撮影画像中のリファレンス用物体の像に基づき入射光の輝度分布の変化を監視する(S24のN、S26)。対象物の情報を取得している期間に輝度分布に基準以上の変化が生じたら(S24のN、S26のY)、入射光情報取得部54は、S10からS18の処理を再び実施することにより、入射光全体の輝度分布を取得し直す(S20)。なお上述のように、S10からS18の処理を行う代わりに、S26の監視により得られた部分的な入射光の輝度分布を反映させる小規模な修正としてもよい。

[0082] 輝度分布に基準以上の変化が生じなければ、対象物の情報取得を継続する(S26のN、S22)。このように、必要に応じて入射光の輝度分布を修正しながら対象物の情報を取得していき、情報の取得が完了したら、全ての処理を終了させる(S24のY)。

[0083] 以上述べた本実施の形態によれば、撮影画像を用いて対象物の形状や材質を取得する際に必要な、入射光の輝度分布を、同じ場でリファレンス用立体物を撮影した画像を用いて取得する。この際、入射光の一部を遮蔽した状態で撮影することにより、輝度分布の自由度が限定的となり、反射モデルを表す方程式を用いた際の解を導出しやすくなる。そのようにして得られた部分的な入射光の輝度分布同士を演算することにより、入射光全体の輝度分布を容易かつ正確に導出できる。

[0084] 入射光の一部を遮蔽するため、位置が可変の入光部を有する遮光物体を導入したり、必要な遮光方向をユーザに通知したりすることにより、一般的なユーザでも必要な遮光状態を容易に作り出すことができる。また形状や材質を取得する対象物と同じ状況で、手軽にリファレンス用物体を撮影できるた

め、対象物の情報を精度よく取得でき、ひいてはそれを用いた情報処理の精度も容易に向上させることができる。

[0085] 以上、本発明を実施の形態をもとに説明した。上記実施の形態は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組合せにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

符号の説明

[0086] 10 情報処理装置、 12 撮像装置、 16 表示装置、 23 CPU、 24 GPU、 26 メインメモリ、 50 撮影画像取得部、 52 リファレンス情報記憶部、 54 入射光情報取得部、 56 入射光情報記憶部、 58 像抽出部、 60 部分入射光情報取得部、 62 全体入射光情報取得部、 64 遮光状態制御部、 66 対象物情報取得部。

産業上の利用可能性

[0087] 以上のように本発明は、画像処理装置、ゲーム装置、携帯端末、パーソナルコンピュータなど各種情報処理装置と、それを含むシステムなどに利用可能である。

請求の範囲

- [請求項1] 入射光の一部を遮蔽した状態で、形状および材質が既知のリファレンス用物体を撮影した画像を取得するステップと、
入射光の遮蔽方向が異なる複数の撮影画像における、前記リファレンス用物体の像に基づき、一部が遮蔽された部分的な入射光の輝度分布を所定のモデル式により取得するステップと、
前記部分的な入射光の輝度分布同士を演算することにより、入射光全体の輝度分布を取得するステップと、
を含むことを特徴とする入射光情報取得方法。
- [請求項2] 前記画像を取得するステップは、位置が可変の入光部を有する遮光用物体の内部空間にある前記リファレンス用物体の撮影画像を取得することを特徴とする請求項1に記載の入射光情報取得方法。
- [請求項3] 前記部分的な入射光の輝度分布の取得状況に応じて、撮影が必要な位置に前記入光部が設けられるように前記遮光用物体を制御するステップをさらに含むことを特徴とする請求項2に記載の入射光情報取得方法。
- [請求項4] 前記制御するステップは、前記遮光用物体を構成する液晶パネルの光透過性を、印加電圧の制御によって部分的に変化させることにより、前記入光部の位置を変化させることを特徴とする請求項3に記載の入射光情報取得方法。
- [請求項5] 前記制御するステップは、前記遮光用物体を構成する液晶パネルを、所定幅のストライプ状に光の透過部分が形成されるように制御することにより、前記遮光用物体の少なくとも一部の面を偏光子に変化させることを特徴とする請求項3に記載の入射光情報取得方法。
- [請求項6] 前記画像を取得するステップは、位置が可変の入光部を有する遮光用物体の内壁を、前記リファレンス用物体として撮影した画像を取得することを特徴とする請求項1に記載の入射光情報取得方法。
- [請求項7] 前記画像を取得するステップは、前記遮光用物体の回転により、前

記入光部の方向が異なる状態で撮影された複数の画像を取得することを特徴とする請求項6に記載の入射光情報取得方法。

[請求項8] 前記撮影画像における、入射光を遮蔽している物体の像に基づき、入射光の前記遮蔽方向を取得するステップと、

前記部分的な入射光の輝度分布の取得状況に応じて、撮影が必要な遮蔽方向をユーザに通知するステップをさらに含むことを特徴とする請求項1または2に記載の入射光情報取得方法。

[請求項9] 前記入射光の輝度分布に基づき、撮影画像に写る対象物の形状および材質の少なくともいずれかを取得する期間において撮影された、前記リファレンス用物体の像に基づいて、前記入射光の輝度分布の変化を検出するステップと、

前記輝度分布の変化に応じて前記入射光の輝度分布の情報を修正するステップと、

をさらに含むことを特徴とする請求項1から8のいずれかに記載の入射光情報取得方法。

[請求項10] 前記画像を取得するステップは、複数方向の偏光画像を取得し、

前記輝度分布を取得するステップは、偏光方向ごとに前記部分的な入射光の輝度分布を取得したうえ、それらを加算して前記部分的な入射光の輝度分布を取得することを特徴とする請求項1から9のいずれかに記載の入射光情報取得方法。

[請求項11] 前記遮光用物体の内壁に設けた光源を点灯させ、前記リファレンス用物体がない状態での撮影画像における、前記遮光用物体が載置される面の像に基づき、当該面の反射特性を取得し、前記モデル式に反映させるステップをさらに含むことを特徴とする請求項2から5のいずれかに記載の入射光情報取得方法。

[請求項12] 前記部分的な入射光の輝度分布を取得するステップは、複数の遮蔽方向での前記リファレンス用物体の像に基づき得られた、前記リファレンス用物体からの出射光の輝度分布同士を演算することにより、撮

影されていない遮蔽方向における前記リファレンス用物体からの出射光の輝度分布を算出し、それに基づき部分的な入射光の輝度分布を取得することを特徴とする請求項1から11のいずれかに記載の入射光情報取得方法。

[請求項13]

形状および材質が既知のリファレンス用物体と、
入射光の一部を遮蔽した状態の前記リファレンス用物体を撮影する撮像装置と、
撮影画像を用いて入射光の輝度分布を取得する情報処理装置と、
を含み、
前記情報処理装置は、
入射光の遮蔽方向が異なる複数の撮影画像における、前記リファレンス用物体の像に基づき、一部が遮蔽された部分的な入射光の輝度分布を所定のモデル式により取得する部分入射光情報取得部と、
前記部分的な入射光の輝度分布同士を演算することにより、入射光全体の輝度分布を取得する全体入射光情報取得部と、
を備えたことを特徴とする入射光情報取得システム。

[請求項14]

入射光の一部を遮蔽した状態で、形状および材質が既知のリファレンス用物体を撮影した画像を取得する撮影画像取得部と、
入射光の遮蔽方向が異なる複数の撮影画像における、前記リファレンス用物体の像に基づき、一部が遮蔽された部分的な入射光の輝度分布を所定のモデル式により取得する部分入射光情報取得部と、
前記部分的な入射光の輝度分布同士を演算することにより、入射光全体の輝度分布を取得する全体入射光情報取得部と、
を備えたことを特徴とする情報処理装置。

[請求項15]

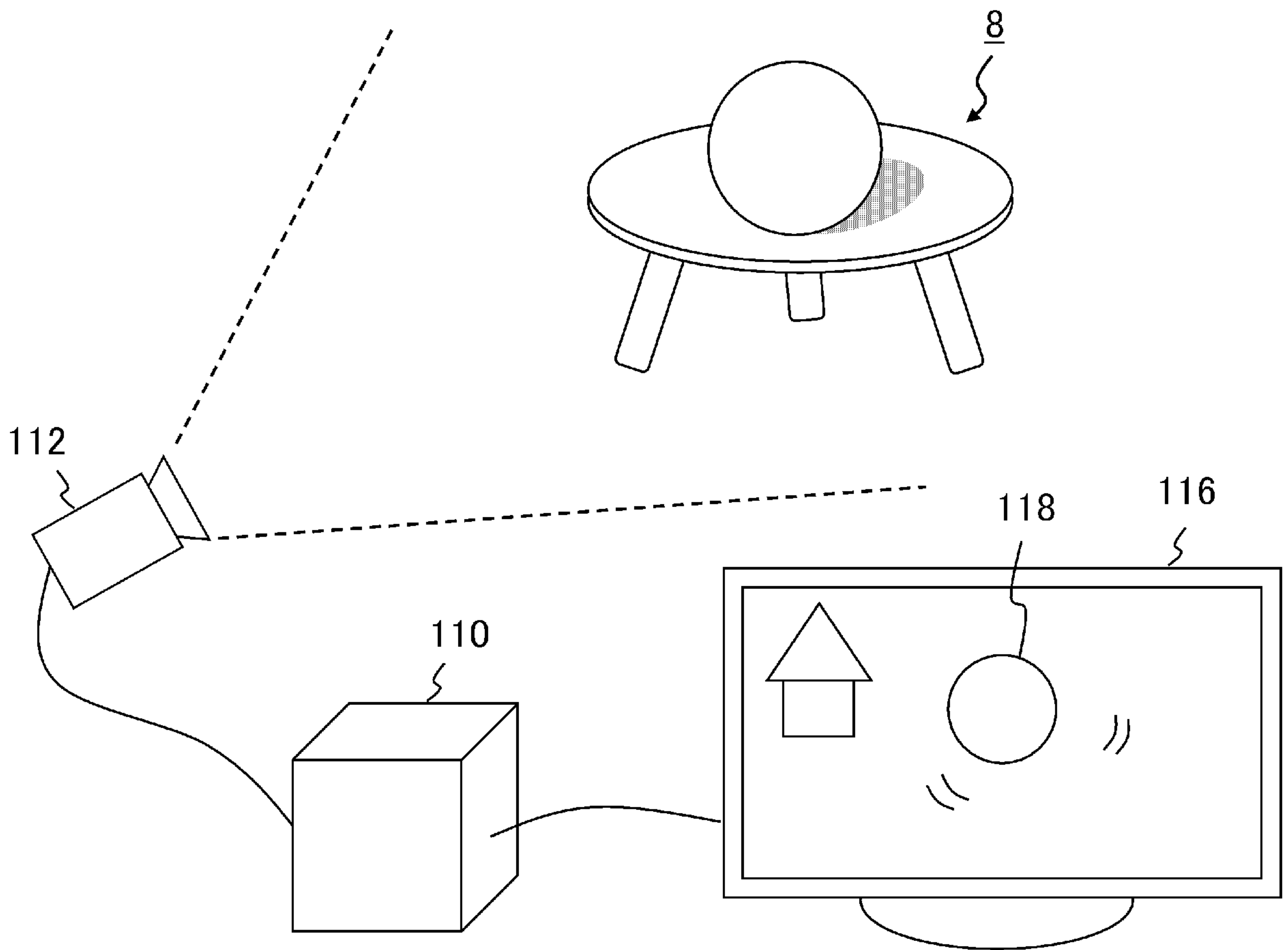
入射光の一部を遮蔽した状態で、形状および材質が既知のリファレンス用物体を撮影した画像を取得する機能と、
入射光の遮蔽方向が異なる複数の撮影画像における、前記リファレンス用物体の像に基づき、一部が遮蔽された部分的な入射光の輝度分

布を所定のモデル式により取得する機能と、

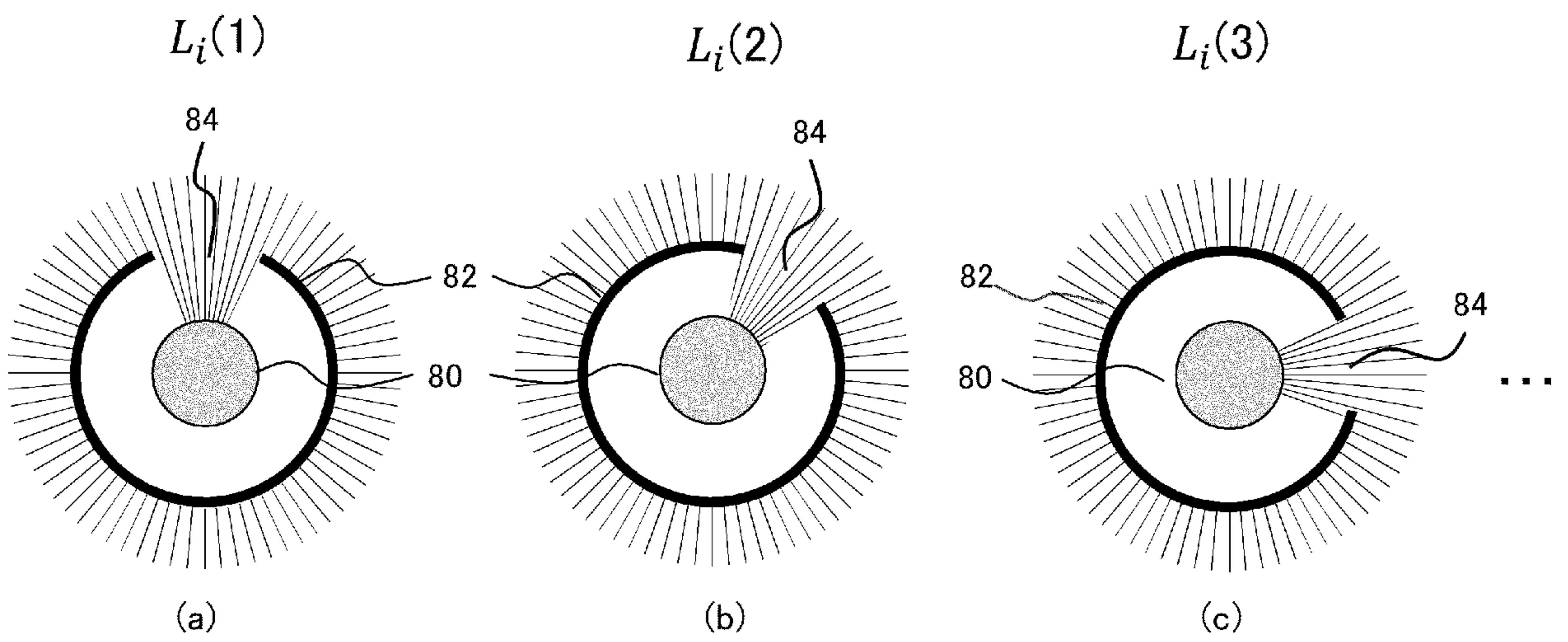
前記部分的な入射光の輝度分布同士を演算することにより、入射光全体の輝度分布を取得する機能と、

をコンピュータに実現させることを特徴とするコンピュータプログラム。

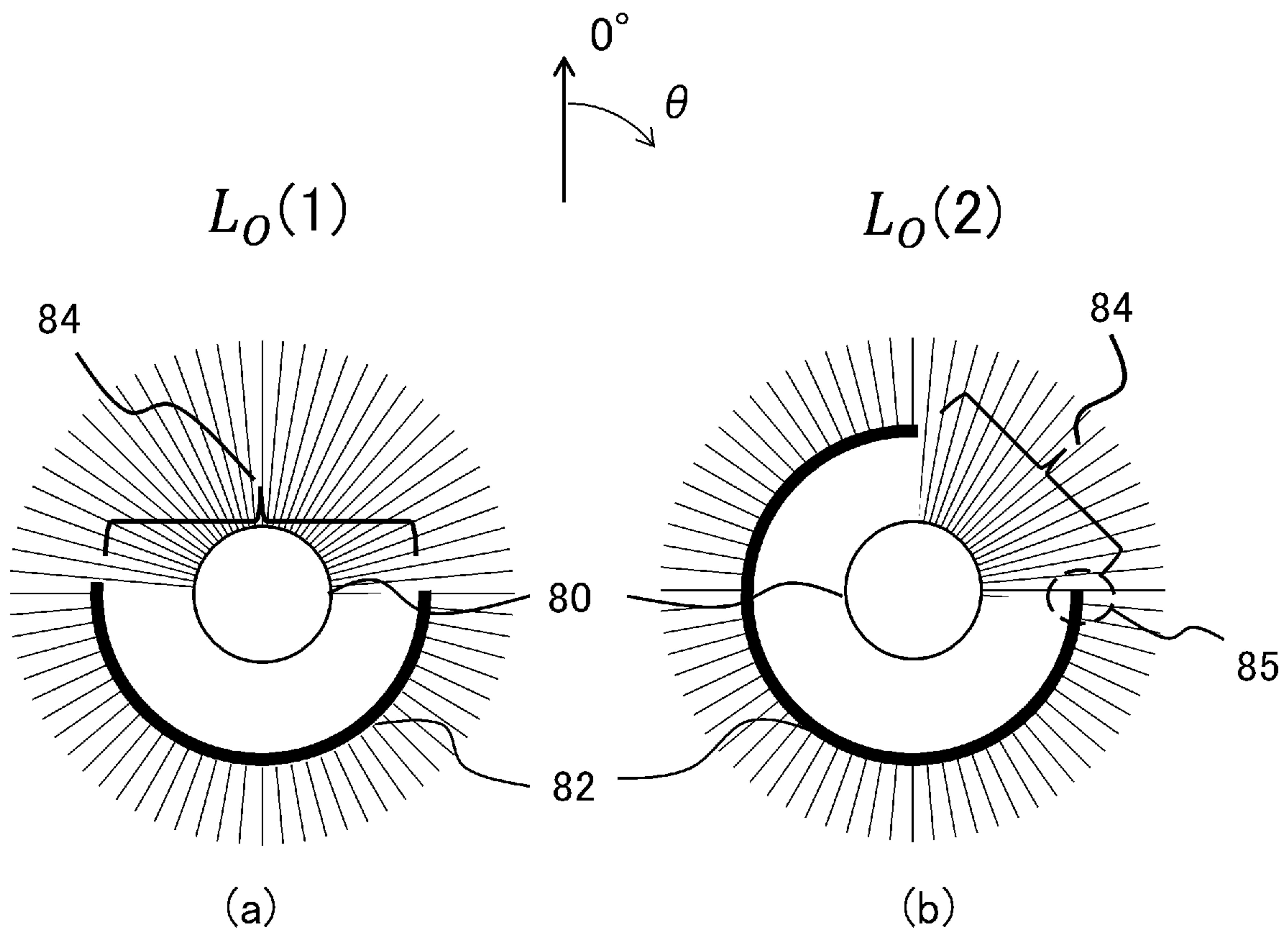
[図1]



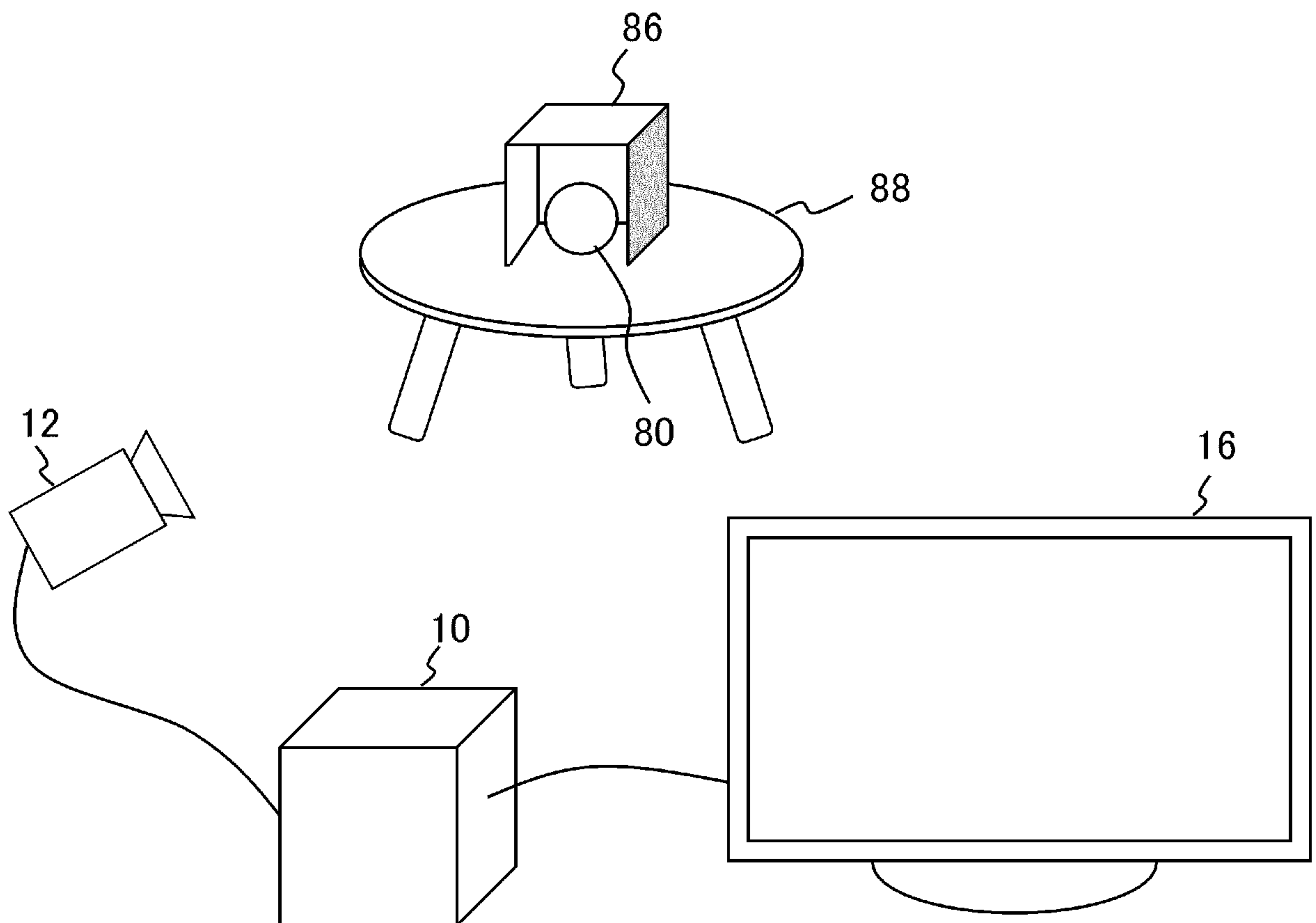
[図2]



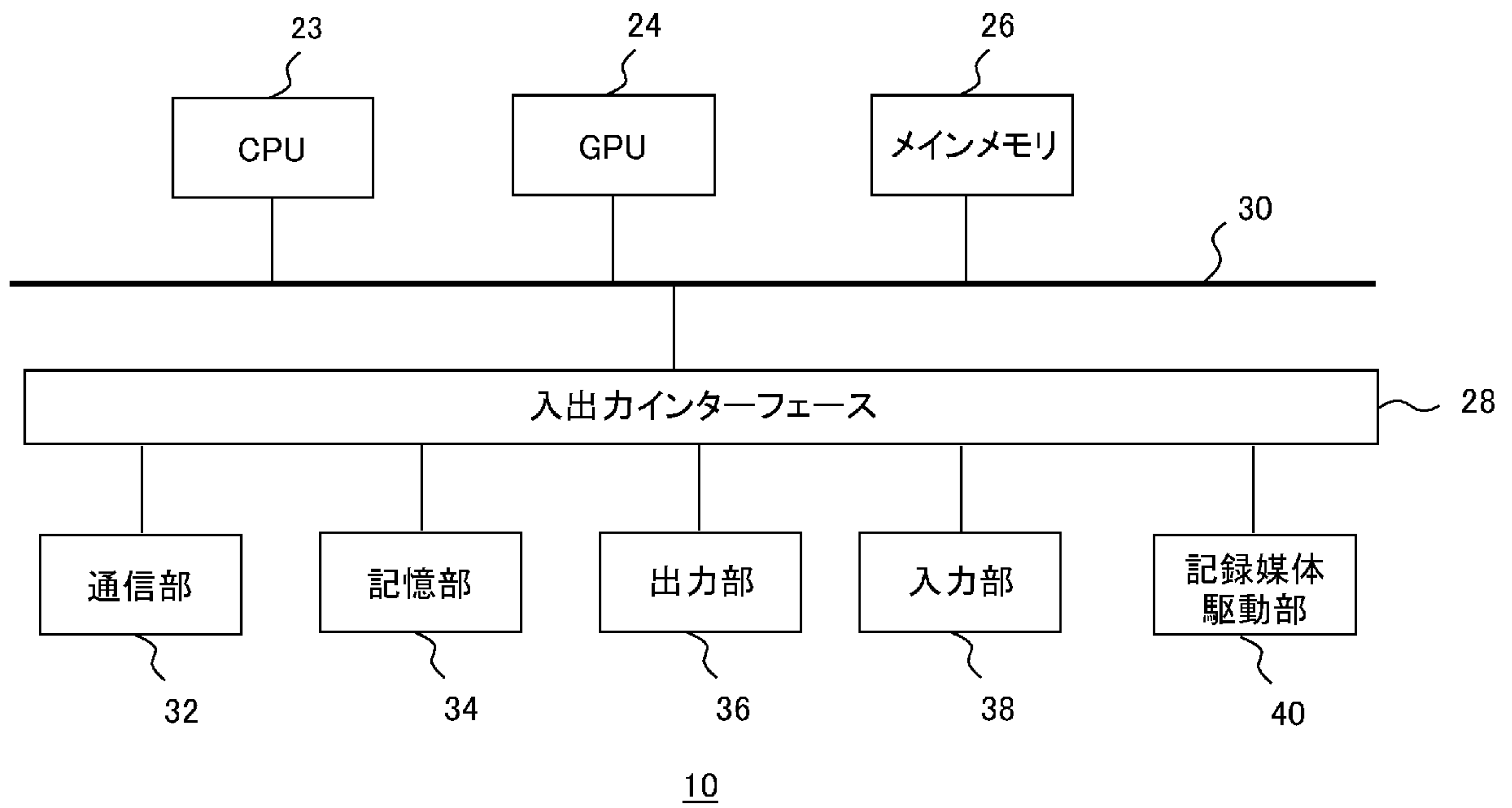
[図3]



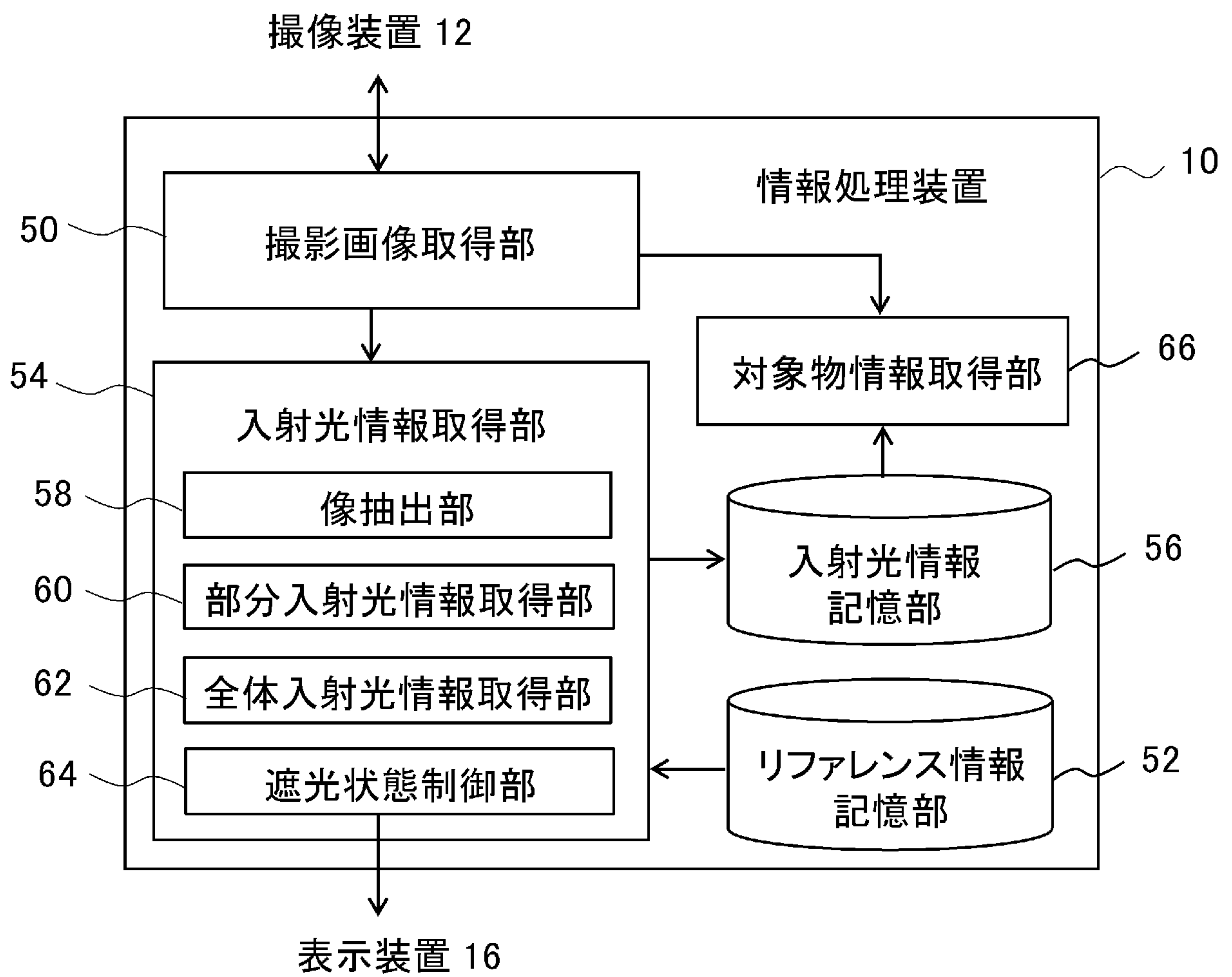
[図4]



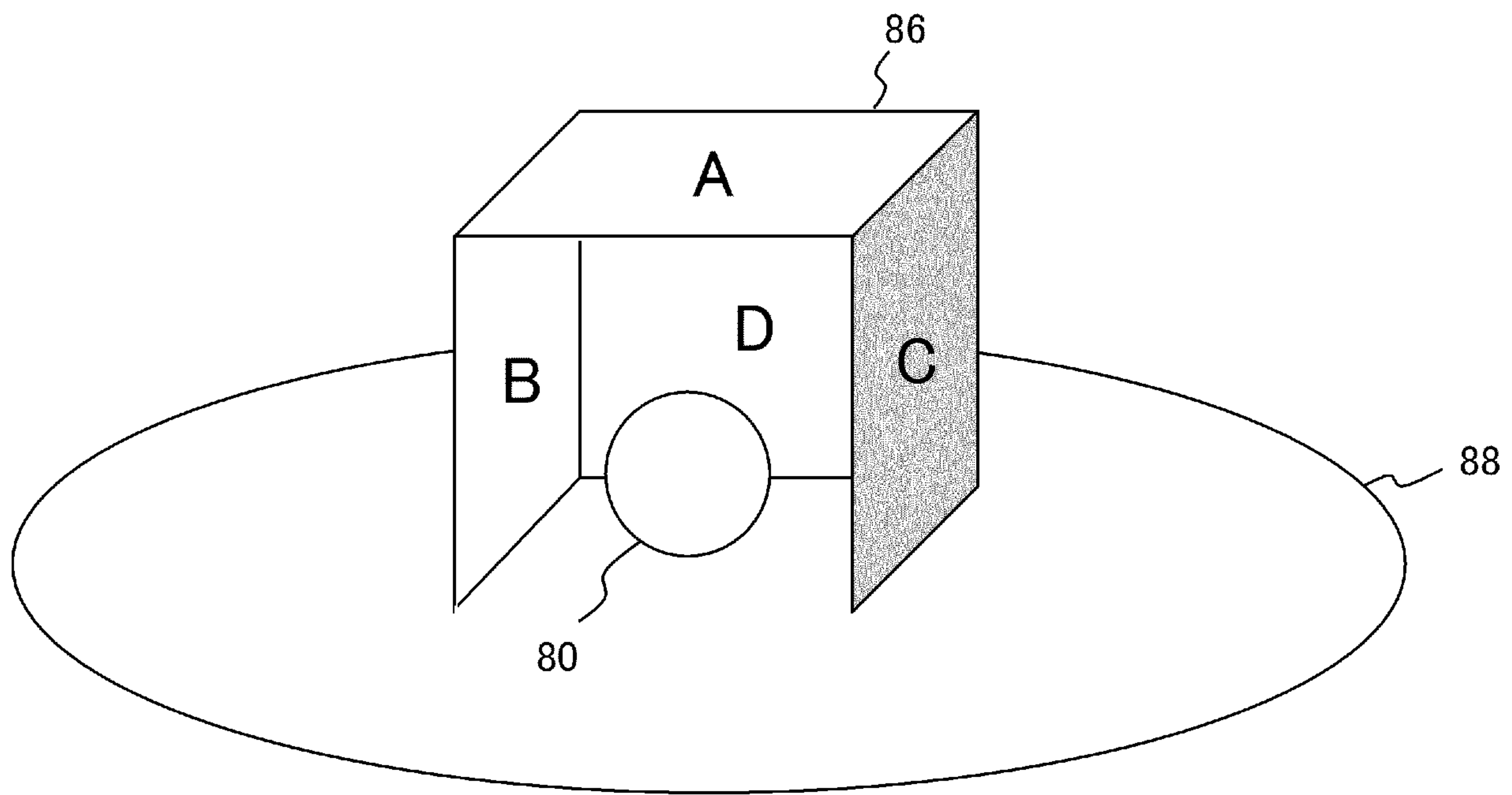
[図5]



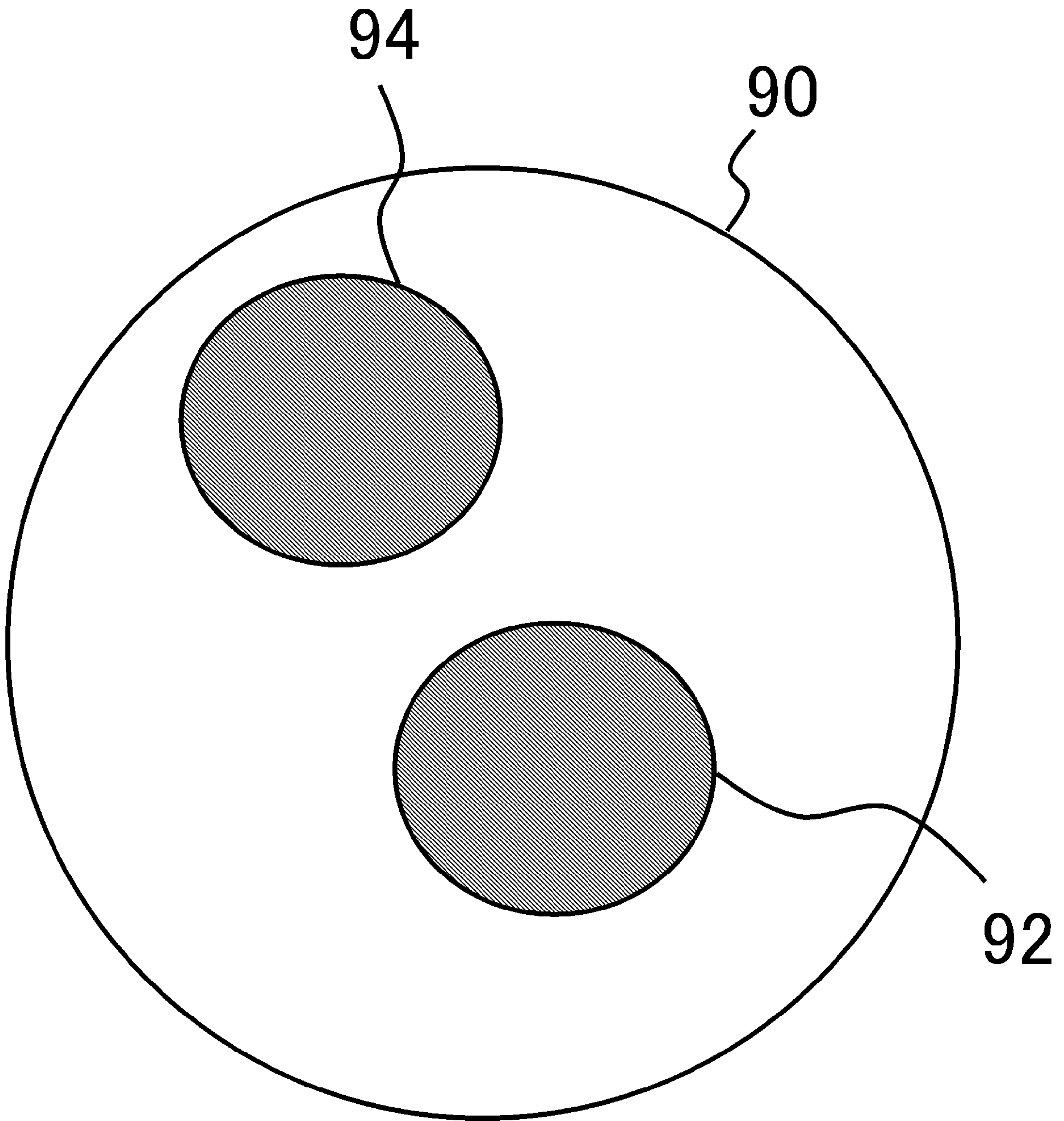
[図6]



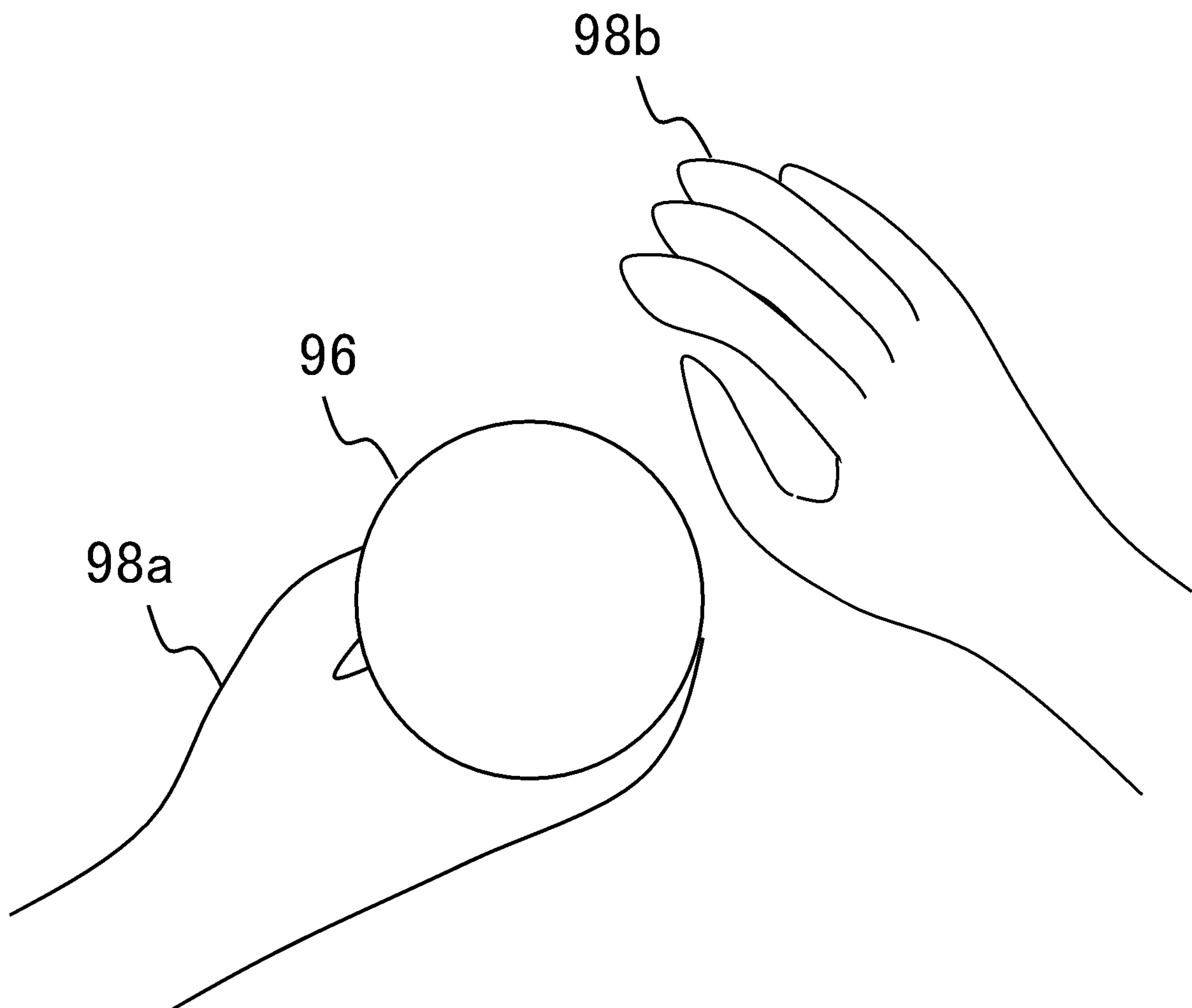
[図7]



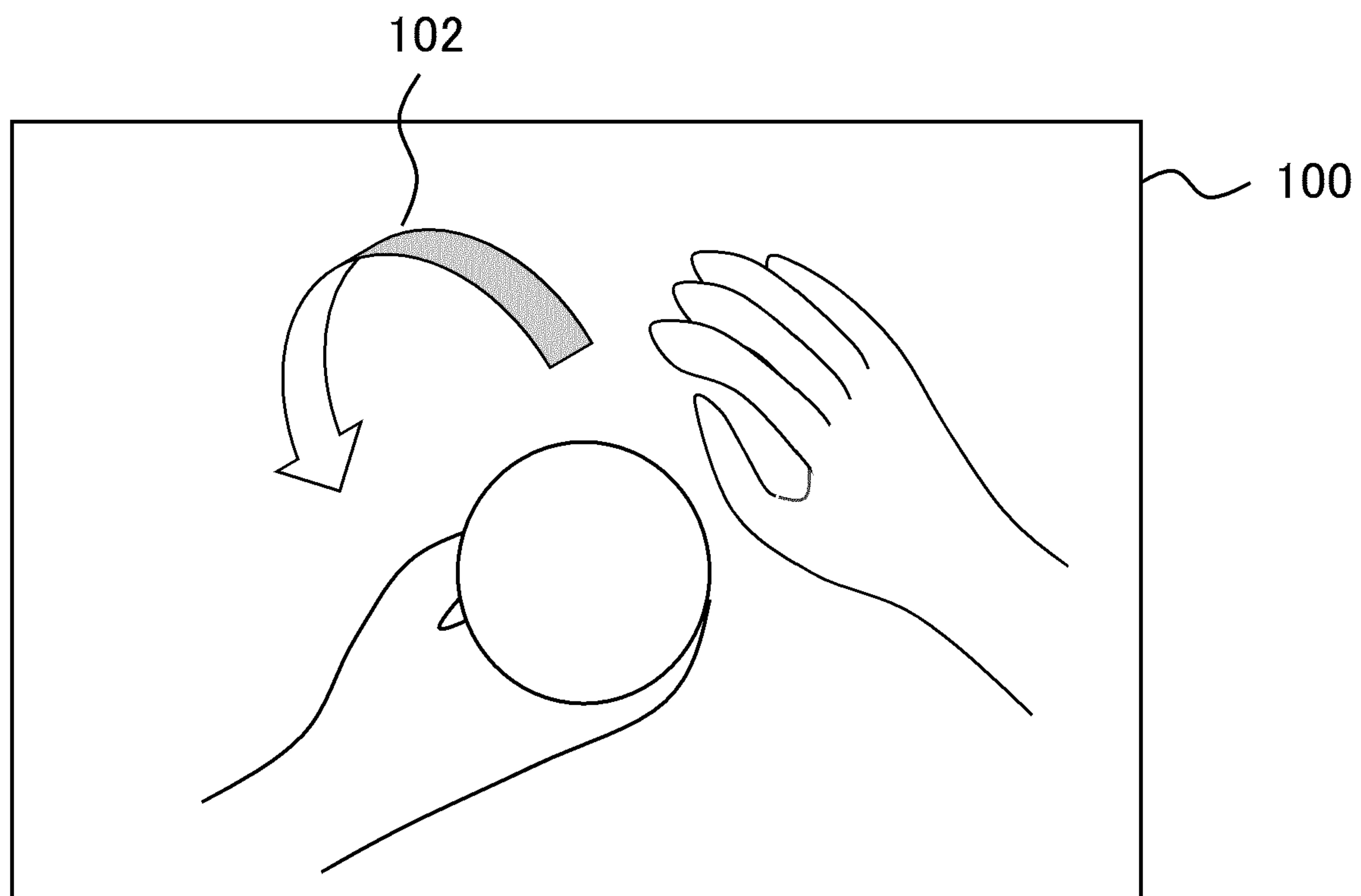
[図8]



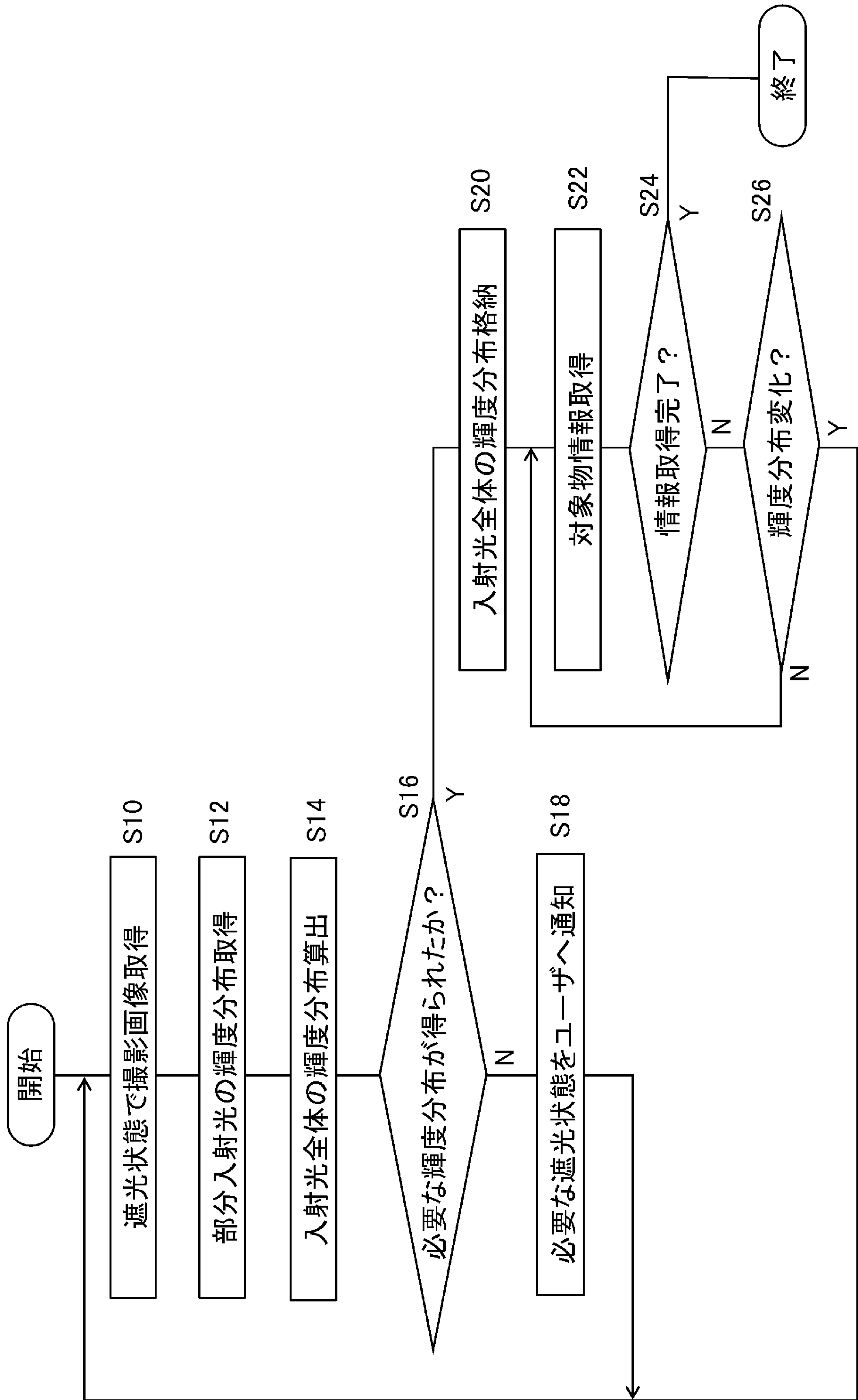
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/045648

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G01J1/00(2006.01) i, G01J1/42(2006.01) i, G01B11/24(2006.01) i
 FI: G01J1/42 K, G01J1/00 H, G01B11/24 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)

Int. Cl. G01J1/00-1/60, G06T15/00-15/87

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)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-18173 A (CANON INC.) 25 January 2007	1-15
A	JP 2013-515307 A (THOMSON LICENSING) 02 May 2013	1-15
A	US 2011/0063295 A1 (KUO et al.) 17 March 2011	1-15
A	US 2010/0134516 A1 (COOPER) 03 June 2010	1-15

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	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“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
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	“&” document member of the same patent family
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 04.02.2020	Date of mailing of the international search report 18.02.2020
---	--

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/JP2019/045648
--

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2007-18173 A	25.01.2007	(Family: none)	
JP 2013-515307 A	02.05.2013	US 2012/0256923 A1 WO 2011/080142 A1 CN 102667865 A KR 10-2012-0102089 A	
US 2011/0063295 A1	17.03.2011	(Family: none)	
US 2010/0134516 A1	03.06.2010	GB 2465791 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01J 1/00(2006.01)i; G01J 1/42(2006.01)i; G01B 11/24(2006.01)i FI: G01J1/42 K; G01J1/00 H; G01B11/24 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）） G01J1/00-1/60; G06T15/00-15/87 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 - 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		
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） JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2007-18173 A (キヤノン株式会社) 25.01.2007 (2007 - 01 - 25)	1-15
A	JP 2013-515307 A (トムソン ライセンシング) 02.05.2013 (2013 - 05 - 02)	1-15
A	US 2011/0063295 A1 (KUO et al.) 17.03.2011 (2011 - 03 - 17)	1-15
A	US 2010/0134516 A1 (COOPER) 03.06.2010 (2010 - 06 - 03)	1-15
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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 04.02.2020	国際調査報告の発送日 18.02.2020	
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） 蔵田 真彦 2W 3602 電話番号 03-3581-1101 内線 3258	

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/JP2019/045648

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2007-18173	A	25.01.2007	(ファミリーなし)			
JP	2013-515307	A	02.05.2013	US	2012/0256923	A1	
				WO	2011/080142	A1	
				CN	102667865	A	
				KR	10-2012-0102089	A	
US	2011/0063295	A1	17.03.2011	(ファミリーなし)			
US	2010/0134516	A1	03.06.2010	GB	2465791	A	