

(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  
2017年10月5日(05.10.2017)



(10) 国際公開番号  
WO 2017/169946 A1

- (51) 国際特許分類:  
G06T 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/011096
- (22) 国際出願日: 2017年3月21日(21.03.2017)
- (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 2016-068541 2016年3月30日(30.03.2016) JP
- (71) 出願人: 日本電気株式会社(NEC CORPORATION)  
[JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号  
Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 金子 瑛士(KANEKO Eiji); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式会社内  
Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 下坂 直樹(SHIMOSAKA Naoki); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式会社内 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, JP, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

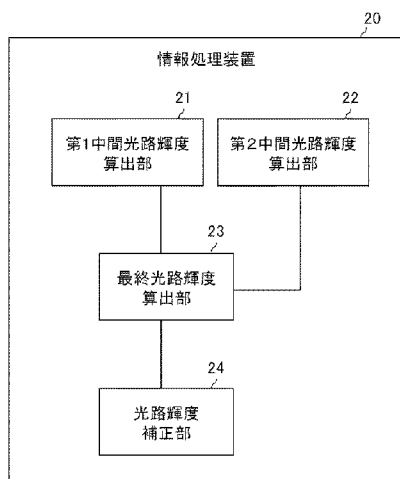
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロアジア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, 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:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: INFORMATION PROCESSING DEVICE, INFORMATION PROCESSING SYSTEM, INFORMATION PROCESSING METHOD AND PROGRAM STORAGE MEDIUM

(54) 発明の名称: 情報処理装置、情報処理システム、情報処理方法およびプログラム記憶媒体



(57) Abstract: An information processing device 20 comprises a structure that increases the accuracy of an optical path luminance correction. A first interim optical path luminance calculation unit 21 of the information processing device 20 extracts a luminance value which satisfies a preset criterion, from among luminance values which are observed values of electromagnetic waves associated with pixels constituting an observation image, for each wavelength band supplied from an image supply device 31, and calculates a first interim optical path luminance on the basis of the luminance value. A second interim optical path luminance calculation unit 22 calculates a second interim optical path luminance that includes information expressing the atmospheric state. A final optical path luminance calculation unit 23, for each wavelength band, uses a weighting coefficient which expresses a degree of reliability in respect to an assumption of a dark pixel, which is a pixel assumed to not be affected by electromagnetic waves reflected by an object, from among the observation image pixels, and calculates a final optical path luminance by weighting and combining the first interim optical path luminance and the second interim optical path luminance. An optical path luminance correction unit 24 reduces the final optical path luminance from all pixels of the observation image, for each wavelength band.

(57) 要約:

[続葉有]

- 20 Information processing device
- 21 First interim optical path luminance calculation unit
- 22 Second interim optical path luminance calculation unit
- 23 Final optical path luminance calculation unit
- 24 Optical path luminance correction unit

WO 2017/169946 A1



情報処理装置 20 は光路輝度補正の精度を高める構成を備える。情報処理装置 20 の第 1 中間光路輝度算出部 21 は、画像供給装置 31 から供給される波長帯域毎の観測画像を構成する各画素に関連付けられている電磁波の観測値である輝度値のうち、予め設定された基準を満たす輝度値を取り出し、当該輝度値に基づいた第 1 中間光路輝度を算出する。第 2 中間光路輝度算出部 22 は、大気の状態を表す情報を含む第 2 中間光路輝度を算出する。最終光路輝度算出部 23 は、波長帯域毎に、観測画像の画素のうち、物体により反射された電磁波の影響を受けていないと仮定される画素である暗画素の仮定に対する信頼度を表す重み係数を用いて、第 1 中間光路輝度および第 2 中間光路輝度を重み付けして足し合わせることにより最終光路輝度を算出する。光路輝度補正部 24 は、波長帯域毎に、観測画像の全画素から最終光路輝度を減算する。

## 明 細 書

発明の名称：

情報処理装置、情報処理システム、情報処理方法およびプログラム記憶媒体

### 技術分野

[0001] 本発明は、観測画像に含まれる情報を補正する技術に関する。

### 背景技術

[0002] 人工衛星や航空機などの高所から観測装置によって地表を観測する技術は、リモートセンシングと呼ばれる。リモートセンシングでは、地表の所定の範囲の領域から放射される光などの電磁波の強さが観測されることが多い。リモートセンシングによって得られる観測結果は、画像に関連付けられた画素値として表されることが多い。つまり、画素値は、画像において、観測された領域の地表における位置に対応する画素に関連付けられるデータである。例えば、観測装置がイメージセンサである場合、観測結果は画像として得られる。その画像に含まれる画素値は、イメージセンサの受光素子に入射した光（観測光）の強さに応じた値である。

[0003] なお、画素値が、観測された光の明るさを表す値である場合、画素値に代えて、その観測光の明るさを表す値を輝度値とも記載する。また、観測は、特定の範囲の波長帯域に含まれる波長の光が選択的に透過するフィルタを使用して行われることが多い。透過光の波長帯域が異なる複数のフィルタを使用することにより、複数の波長帯域毎の観測光の強さが観測結果として得られる。

[0004] さらに、物体は、その表面の材質や状態によって、波長毎に異なる強度の光を反射することが知られている。物体における波長毎の光の反射率は、表面反射率と呼ばれる。当該物体の表面反射率は、リモートセンシングによって得られる画像の各画素に関連付けられる輝度値に基づいて算出することが可能である。この物体の表面反射率の情報に基づき、物体の状態や材質を取

得するアプリケーション（応用技術）が期待されている。このようなアプリケーションが適用される分野として、営農支援や資源探査がある。

[0005] 営農支援や資源探査では、画像の各画素に関連付けられている波長帯域毎の輝度値（換言すれば、物体の表面反射率）を用いて、その農作物の生育具合の取得や鉱物の判別を行うことが期待される。的確な営農支援や資源探査を実現するためには、農作物や鉱石などの地表物の正確な情報を得る必要がある。

[0006] なお、特許文献1には、スペクトルセンサにより計測された放射輝度を補正することにより、大気の影響を除く技術が開示されている。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0007] 特許文献1：特開2015-32205号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0008] リモートセンシングによって画像として得られる観測値（輝度値）は、観測対象による表面反射だけでなく、太陽光の明るさ、大気による光の吸収、そして大気による光の散乱に影響される。このことにより、観測値（輝度値）は、観測対象物体が持つ表面反射率に加えて、太陽光の明るさや大気の透過率に依存する成分と、大気で散乱されセンサに入射する光の成分を含む式（1）によって表される。

$$L(\lambda) = \alpha(\lambda) \times R(\lambda) + \beta(\lambda) \quad \dots\dots\dots (1)$$

[0009] 式（1）におけるL（λ）は波長λにおける観測光の輝度値を表す。R（λ）は波長λにおける地表物の表面反射率を表す。α（λ）は波長λにおける太陽光の明るさと大気透過率に関連する成分（係数成分）を表す。β（λ）は、太陽光が大気で散乱され、地表物を經由せずにセンサに到達した波長λにおける光（散乱光）の輝度に関連する成分（加算成分）を表す。なお、太陽光が大気で散乱され、地表物を經由せずにセンサに到達した光（散乱光

)の輝度を光路輝度とも記載する。

[0010] 式(1)によって表される観測光の輝度値 $L(\lambda)$ と地表物の表面反射率 $R(\lambda)$ との関係は、任意の波長帯域で観測された観測値に対して成り立つ。式(1)に表される係数成分 $\alpha(\lambda)$ および加算成分 $\beta(\lambda)$ は、いわゆる環境雑音である。図10は、高所撮影による観測画像における、観測光の輝度値 $L(\lambda)$ と、地表物の表面反射率 $R(\lambda)$ および環境雑音との関係をイメージで表す図である。

[0011] ところで、環境雑音(つまり、太陽光の明るさ、大気の透過率、大気による散乱光の明るさ(光路輝度))は、日周運動による太陽高度の変化や大気の揺らぎ等の環境変化によって変動する。このため、地表物の正確な情報を得るためには、観測時における環境雑音を推定し、環境変化に依存する環境雑音の成分を補正する必要がある。つまり、加算成分 $\beta(\lambda)$ を推定し、この推定した加算成分 $\beta(\lambda)$ を式(1)から差し引くことによって、式(2)に表される補正された光路輝度 $L'(\lambda)$ が得られる。

$$L'(\lambda) = \alpha(\lambda) \times R(\lambda) \quad \dots\dots\dots (2)$$

[0012] しかしながら、光路は複雑であるため、正確な光路輝度を得ることが難しいという問題がある。

[0013] 本発明は上記課題を解決するために成されたものである。すなわち、本発明の主な目的は、光路輝度の補正精度を高め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

[0014] 上記目的を達成するために、本発明の情報処理装置は、

大気を通った互いに異なる複数の波長帯域の電磁波を観測することにより得られる前記波長帯域毎の観測画像を構成する各画素に関連付けられている前記電磁波の観測値である輝度値のうち、予め設定された基準を満たす輝度値を取り出し、当該輝度値に基づいた第1中間光路輝度を算出する第1中間光路輝度算出部と、

前記大気の状態を表す情報を含む第2中間光路輝度を算出する第2中間光

路輝度算出部と、

前記波長帯域毎に、前記観測画像の画素のうち、物体により反射された電磁波の影響を受けていないと仮定される画素である暗画素の仮定に対する信頼度を表す重み係数を用いて、前記第1中間光路輝度および前記第2中間光路輝度を重み付けして足し合わせることで最終光路輝度を算出する最終光路輝度算出部と、

前記波長帯域毎に、前記観測画像の全画素から前記最終光路輝度を減算する光路輝度補正部と、

を備える。

[0015] また、本発明の情報処理システムは、

本発明の情報処理装置と、

大気を通った互いに異なる複数の波長帯域の電磁波を観測することにより得られる前記波長帯域毎の観測画像を前記情報処理装置に供給する画像供給装置と

を備える。

[0016] さらに、本発明の情報処理方法は、

大気を通った互いに異なる複数の波長帯域の電磁波を観測することにより得られる前記波長帯域毎の観測画像を構成する各画素に関連付けられている前記電磁波の観測値である輝度値のうち、予め設定された基準を満たす輝度値を取り出し、当該輝度値に基づいた第1中間光路輝度を算出し、

前記大気の状態を表す情報を含む第2中間光路輝度を算出し、

前記波長帯域毎に、前記観測画像の画素のうち、物体により反射された電磁波の影響を受けていないと仮定される画素である暗画素の仮定に対する信頼度を表す重み係数を用いて、前記第1中間光路輝度および前記第2中間光路輝度を重み付けして足し合わせることで最終光路輝度を算出し、

前記波長帯域毎に、前記観測画像の全画素から前記最終光路輝度を減算する。

[0017] さらにまた、本発明のプログラム記憶媒体は、

大気を通った互いに異なる複数の波長帯域の電磁波を観測することにより得られる前記波長帯域毎の観測画像を構成する各画素に関連付けられている前記電磁波の観測値である輝度値のうち、予め設定された基準を満たす輝度値を取り出し、当該輝度値に基づいた第1中間光路輝度を算出する処理と、

前記大気の状態を表す情報を含む第2中間光路輝度を算出する処理と、

前記波長帯域毎に、前記観測画像の画素のうち、物体により反射された電磁波の影響を受けていないと仮定される画素である暗画素の仮定に対する信頼度を表す重み係数を用いて、前記第1中間光路輝度および前記第2中間光路輝度を重み付けして足し合わせることで最終光路輝度を算出する処理と、

前記波長帯域毎に、前記観測画像の全画素から前記最終光路輝度を減算する処理と

をコンピュータに実行させるコンピュータプログラムを記憶する。

[0018] なお、本発明の前記主な目的は、本発明の情報処理装置に対応する本発明の情報処理方法によっても達成される。また、本発明の前記主な目的は、本発明の情報処理装置、本発明の情報処理方法に対応する本発明のコンピュータプログラムおよびそれを格納する記憶媒体によっても達成される。

### 発明の効果

[0019] 本発明によれば、光路輝度の補正精度を高めることができる。

### 図面の簡単な説明

[0020] [図1]本発明に係る第1実施形態の情報処理装置および情報処理システムの構成を簡略化して表すブロック図である。

[図2]第1実施形態の情報処理装置の動作例を表すフローチャートである。

[図3]情報処理装置を実現するハードウェアの一構成例を説明する図である。

[図4]提案の情報処理装置および情報処理システムの構成を説明するブロック図である。

[図5]本発明に係る第2実施形態の情報処理装置および情報処理システムの構成を簡略化して表すブロック図である。

[図6]本発明に係る第3実施形態の情報処理装置および情報処理システムの構成を簡略化して表すブロック図である。

[図7]本発明に係る第4実施形態の情報処理装置および情報処理システムの構成を簡略化して表すブロック図である。

[図8]本発明に係るその他の実施形態の情報処理装置の構成を簡略化して表すブロック図である。

[図9]図8の情報処理装置を用いる情報処理システムの一例を説明する図である。

[図10]観測光の輝度値と、地表物の表面反射率および環境雑音との関係をイメージで表す図である。

### 発明を実施するための形態

[0021] ここで、まず、本発明者が提案している情報処理装置の一構成例を説明する。

[0022] 本発明者による提案の情報処理装置は、光路輝度の情報を含む観測画像に基づき光路輝度を算出し、この算出された光路輝度を補正する機能を備えている。すなわち、提案の情報処理装置は、波長帯域 $\gamma$ における観測画像について、当該観測画像を構成する全ての画素にそれぞれ関連付けられている輝度値のうちの最も値が小さい最小輝度値を中間光路輝度 $\beta^w(\gamma)$ と検知する。そして、提案の情報処理装置は、中間光路輝度 $\beta^w(\gamma)$ を用いて大気状態を表す大気状態パラメタの真値 $X_e$ を算出する。さらに、提案の情報処理装置は、大気状態パラメタ $X$ を考慮した光路輝度 $\beta^m(\gamma, X)$ を算出する数式におけるパラメタ $X$ に、算出した大気状態パラメタの真値 $X_e$ を代入することによって、最終的な光路輝度 $\beta^m(\gamma, X_e)$ を算出する。

[0023] 以降の説明において、大気状態パラメタ $X$ を考慮して波長帯域 $\gamma$ の光路輝度を算出する数式を光路輝度モデルと称し、 $\beta^m(\gamma, X)$ と表す。

[0024] 図4は、上述した提案の情報処理装置の一構成例を表すブロック図である。図4における情報処理装置5は、画像読み込み部51と、暗画素推定部52と、光路輝度推定部53と、光路輝度補正部54とを備える。画像読み込



み部5 1は画像供給装置6から観測画像を読み込む機能を備えている。暗画素特定部5 2は、波長帯域毎に、読み込んだ観測画像から最小輝度値を検知する機能を備えている。ここで、波長帯域 $\gamma$ における最小輝度値を中間光路輝度の算出値 $\beta^w(\gamma)$ とする。

[0025] 光路輝度推定部5 3は、暗画素推定部5 2により算出された中間光路輝度 $\beta^w(\gamma)$ と、大気状態パラメタ $X$ の値の変化に応じて値が変化する光路輝度モデル $\beta^m(\gamma, X)$ とを用いて、大気状態パラメタの真値 $X_e$ を算出する機能を備えている。つまり、光路輝度推定部5 3は、大気状態パラメタ $X$ の値を変化させながら、各大気状態パラメタ $X$ の値における光路輝度モデル $\beta^m(\gamma, X)$ および中間光路輝度 $\beta^w(\gamma)$ に基づいてコストを算出する。ここでのコストとは、光路輝度モデル $\beta^m(\gamma, X)$ と中間光路輝度 $\beta^w(\gamma)$ の乖離度を表す値である。

[0026] そして、光路輝度推定部5 3は、コストが最も小さくなる場合の大気状態パラメタ $X$ の値を大気状態パラメタの真値 $X_e$ とする。また、光路輝度推定部5 3は、光路輝度モデル $\beta^m(\gamma, X)$ の大気状態パラメタ $X$ に算出値(真値) $X_e$ を代入して得られる値 $\beta^m(\gamma, X_e)$ を最終光路輝度 $\beta_e(\gamma)$ とする。

[0027] 光路輝度補正部5 4は、光路輝度推定部5 3により算出された最終光路輝度 $\beta_e(\gamma)$ を、観測画像の全ての画素における輝度値 $L(\gamma)$ から減算することにより、光路輝度を補正し、補正後の情報を出力装置7に出力する。

[0028] 情報処理装置5は、上記のような構成を備えることにより、観測画像に含まれている情報の光路輝度を補正し、補正後の情報を出力できる。しかしながら、光路輝度モデル $\beta^m(\gamma, X)$ が内包する誤差の影響により、どのようなパラメタ $X$ の値を選んでも光路輝度モデル $\beta^m(\gamma, X)$ と真の光路輝度との差が許容値を超えて大きくなる場合がある。この場合には、最終光路輝度 $\beta_e(\gamma)$ が真の光路輝度と高精度に一致せず、情報処理装置5は、光路輝度を高精度に補正できないという問題が発生する。

[0029] そこで、本発明者は、光路輝度を算出する光路輝度モデルが誤差を内包す

る場合にも、光路輝度を高精度に補正すべく本発明を考え出した。

[0030] 以下に、本発明に係る実施形態を図面を参照しつつ説明する。

[0031] <第1実施形態>

図1は、本発明に係る第1実施形態の情報処理装置およびそれを備えた情報処理システムの構成を簡略化して表すブロック図である。第1実施形態における情報処理システム100は、大別して、情報処理装置1と、画像供給装置4と、出力装置3とを備えている。情報処理装置1は、画像供給装置4および出力装置3と通信可能に接続されている。

[0032] 画像供給装置4は、例えば、互いに異なる複数の波長帯域について、観測対象にて反射した電磁波の強さを観測し、観測した結果を観測画像として出力する撮影装置である。あるいは、画像供給装置4は、そのような撮影装置によって観測された結果である観測画像を記憶するハードディスクなどの記憶装置やサーバ装置等であってもよい。

[0033] なお、以降の説明において、 $N$  ( $N$ は2以上の整数)は、画像供給装置4が観測対象を観測する電磁波の波長帯域の数である。

[0034] 画像供給装置4は、波長帯域に関連付けられた $N$ 個の観測画像を、情報処理装置1に供給する機能を備える。画像供給装置4は、 $N$ 個の観測画像だけでなく、各観測画像に関連付けられた波長帯域を表す中心波長もしくは波長帯域の上限値および下限値をも情報処理装置1に供給してもよい。

[0035] 例えば、観測対象が地表である場合には、画像供給装置4は、飛行機や人工衛星に搭載され、互いに異なる複数の波長帯域において、上空から、地表において反射した反射光を観測光の一部として観測する。具体例を挙げると、画像供給装置4は、カメラであり、互いに異なる $N$ 個の波長帯域のいずれかの光を選択的に透過する帯域通過フィルタを通った $N$ 個の波長帯域の各観測光を撮影する。そして、画像供給装置4は、 $N$ 個の撮影画像（観測結果）をそれぞれ観測画像として出力する。なお、画像供給装置4は、上空から地表を観測するのではなく、地表あるいは地表の近くから遠方の地表を観測してもよい。また、 $N$ 個の各波長帯域の幅は、均一でなくてもよい。

- [0036] 画像供給装置4から出力されるN個の観測画像は、互いに異なるN個の波長帯域のいずれかについて観測した観測対象の明るさ分布を表す画像である。それぞれの観測画像において、観測画像を構成する各画素の輝度値は、当該画素に対応する方向から届いた観測光の強さを表す。なお、第1実施形態では、N個の観測画像は、例えば、同一の観測対象を観測することによって得られた画像であるが、異なる観測対象を観測して得られた画像であってもよい。ただ、この場合には、光路輝度の値が各画像の全観測領域について同一あるいはほぼ同一の場合である。異なる観測対象を観測して得られたN個の観測画像を利用する場合には、例えばシステム管理者がN個の画像を選択する。
- [0037] 出力装置3は、例えば、ディスプレイ装置である。また、出力装置3は、例えば、観測画像から撮影物体の材質や状態を示す情報を抽出する物体同定装置であってもよい。
- [0038] 情報処理装置1は、記憶部11と、第1中間光路輝度算出部12と、第2中間光路輝度算出部13と、光路輝度補正部14と、最終光路輝度算出部15とを備える。
- [0039] 記憶部11は、磁気ディスクあるいは半導体メモリ等の記憶デバイスである。記憶部11は、画像供給装置4から供給されたN個の観測画像を、当該画像が観測された波長帯域の情報に関連付けて記憶する。観測画像に関連付けられる波長帯域の情報は、例えば、当該波長帯域を示す中心波長あるいは波長帯域の上限値および下限値の組み合わせでもよいし、各波長帯域に付与された識別子であってもよい。
- [0040] 第1中間光路輝度算出部12と第2中間光路輝度算出部13と光路輝度補正部14と最終光路輝度算出部15は、電子回路の場合もあれば、コンピュータプログラムとそのコンピュータプログラムに従って動作するプロセッサによって実現される場合もある。
- [0041] 第1中間光路輝度算出部12は、記憶部11に記憶されたN個の波長帯域のそれぞれに関連付けられた観測画像を構成する全画素の中から、輝度値が

基準を満たす画素の輝度値を第1中間光路輝度として検知する機能を備える。例えば、第1中間光路輝度算出部12は、基準を満たす輝度値として、全画素の輝度値の中から最小の輝度値を検知する。また、第1中間光路輝度算出部12は、全画素の輝度値を小さい順に並べたときに、全画素数に所定の割合を掛け合わせた乗算値である順位の輝度値を、基準を満たす輝度値として検知してもよい。

[0042] 以降の説明において、第1中間光路輝度算出部12が検知する輝度値に対応する画素を暗画素と称する。暗画素は、観測される地表の暗い領域について表面反射率が零とみなせると仮定される画素である。また、N個の波長帯域における*i* (*i*は1乃至Nのいずれかの整数)番目の波長帯域を $\gamma_i$ と表す。さらに、N個の波長帯域 $\gamma_i$ において検知された暗画素の輝度値を第1中間光路輝度 $\beta^D(\gamma_i)$ と表す。

[0043] 第2中間光路輝度算出部13は、第1中間光路輝度算出部12によって算出された第1中間光路輝度 $\beta^D(\gamma_i)$ を用いて、第2中間光路輝度 $\beta^E(\gamma_i)$ を算出する機能を備える。

[0044] 以降の説明において、第2中間光路輝度算出部13が第2中間光路輝度 $\beta^E(\gamma_i)$ を算出する過程で用いる光路輝度モデル $\beta^M(\gamma_i, X)$ に用いられるXは、大気の状態を表すQ個の大気状態パラメタ $X_j$  (*j*は1乃至Qのいずれかの整数)の集合を表す。大気状態パラメタ $X_j$ は、大気に含まれる粒子(分子、エアロゾル、砂および煤等を含む粒子)に関する情報を表す。つまり、大気状態パラメタ $X_j$ は、例えば、オングストローム指数、大気混濁度、大気透過率、大気分子の光学的厚さ、エアロゾルの光学的厚さ、視程、もしくはこれらを用いて算出される値である。

[0045] 光路輝度モデル $\beta^M(\gamma_i, X)$ の具体例を、式(3)～式(5)に表す。式(3)～式(5)では、N個の波長帯域 $\gamma_i$ における太陽光による放射照度を $I(\gamma_i)$ と表す。

$$\beta^M(\gamma_i, X_1, X_2) = X_1 \times I(\gamma_i) \times \gamma_i^{-X_2} \quad \dots\dots\dots (3)$$

[0046]

$$\beta^M(\gamma_i, X_1, X_2, X_3) = X_1 \times I(\gamma_i) \times (1 - e^{-X_2 \times \gamma^{-X_3}}) \dots\dots\dots (4)$$

[0047]

$$\beta^M(\gamma_i, X_1, X_2, X_3, X_4) = X_1 \times I(\gamma_i) \times (1 - e^{-(X_2 \times \gamma^{-X_3} + X_4 \times \tau(\lambda))}) \dots\dots\dots (5)$$

[0048] 例えば、第2中間光路輝度算出部13は、N個の波長帯域 $\gamma_i$ における太陽光による標準的な放射照度を放射照度 $I(\gamma_i)$ として用いる。また、第2中間光路輝度算出部13は、観測環境を表す情報を外部の装置から取得し、下記の参考文献1に記載されている放射照度を表す物理モデルを用いて放射照度 $I(\gamma_i)$ を算出してもよい。観測環境を表す情報とは、例えば、観測時の太陽高度、観測年月日、観測時刻、観測対象領域の緯度および経度、観測対象領域の地形、観測時の水蒸気量およびエアロゾル量等を含む情報である。

[参考文献1] : R. E. Bird and C. Riordan, "Simple Solar Spectral Model for Direct and Diffuse Irradiance on Horizontal and Tilted Planes at the Earth's Surface for Cloudless Atmospheres", Journal of Climatology and Applied Meteorology, Vol. 25, pp. 87-97

[0049] 第2中間光路輝度算出部13は、上述したような物理モデルを使用することにより、場所と時刻とから算出される太陽天頂角、および、大気の状態を表すパラメタを用いて直射日光と大気散乱光をシミュレーションにより算出する。これにより、第2中間光路輝度算出部13は、例えば、晴天時の太陽光の分光放射照度を波長毎に算出できる。この物理モデルを用いる場合には、まず、シミュレーション結果に及ぼす影響の少ないパラメタの値が設定される。そして、第2中間光路輝度算出部13は、設定されたパラメタの値と、観測環境を表す情報とのうち、太陽天頂角および大気の状態を表す値を用いて、晴天時における太陽光の単位波長あたりの放射照度である分光放射照度を算出する。そして、第2中間光路輝度算出部13は、晴天時における太陽光の分光放射照度を、波長帯域 $\gamma_i$ における複数の波長について足し合わせる。これにより、第2中間光路輝度算出部13は、N個の波長帯域 $\gamma_i$ 毎に放射照度 $I(\gamma_i)$ を算出する。

[0050] 第2中間光路輝度算出部13は、第1中間光路輝度算出部12によって算出された第1中間光路輝度 $\beta^D(\gamma_i)$ を用いて、例えば次のようにして第2中間光路輝度 $\beta^E(\gamma_i)$ を算出する。すなわち、第2中間光路輝度算出部13は、まず、第1中間光路輝度 $\beta^D(\gamma_i)$ を用いて、光路輝度モデル $\beta^M(\gamma_i, X)$ の大気状態パラメタの真値 $X_e$ を算出する。具体的には、例えば、第2中間光路輝度算出部13は、大気状態パラメタ $X$ の値を変えながら、各 $X$ の値における光路輝度モデル $\beta^M(\gamma_i, X)$ と第1中間光路輝度 $\beta^D(\gamma_i)$ を用いてコスト $C$ を算出する。コスト $C$ は、第1中間光路輝度 $\beta^D(\gamma_i)$ と、観測時における実際の光路輝度との乖離度を表す値である。式(6)は、コスト $C$ を算出する数式の一例である。

$$C(X_1, \dots, X_Q) = \sum_{i=1}^N (\beta^D(\gamma_i) - \beta^M(\gamma_i, X_1, \dots, X_M))^2 \dots\dots\dots (6)$$

[0051] 第2中間光路輝度算出部13は、コスト $C$ が最も小さくなる時の大気状態パラメタ $X$ の値を大気状態パラメタの真値 $X_e$ として算出する。

[0052] 大気状態パラメタの真値 $X_e$ を算出した後に、第2中間光路輝度算出部13は、光路輝度モデル $\beta^M(\gamma_i, X)$ における大気状態パラメタ $X$ に算出値(真値) $X_e$ を代入することによって、第2中間光路輝度 $\beta^E(\gamma_i)$ を算出する。

[0053] 最終光路輝度算出部15は、第1中間光路輝度算出部12によって算出された第1中間光路輝度 $\beta^D(\gamma_i)$ と、第2中間光路輝度算出部13によって算出された第2中間光路輝度 $\beta^E(\gamma_i)$ を用いて、最終光路輝度 $\beta^P(\gamma_i)$ を算出する機能を備えている。

[0054] 最終光路輝度算出部15は、式(7)に表される数式を用いて、第1中間光路輝度 $\beta^D(\gamma_i)$ と第2中間光路輝度 $\beta^E(\gamma_i)$ とを重み付けして足し合わせ、その結果を最終光路輝度 $\beta^P(\gamma_i)$ として算出する。式(7)において、 $a(\gamma_i)$ は、暗画素の仮定に対する信頼度を波長帯域 $\gamma_i$ 毎に表す重み係数である。以降の説明において $a(\gamma_i)$ を暗画素仮定信頼係数とも称す。

$$\beta^P(\gamma_i) = \alpha(\gamma_i) \times \beta^D(\gamma_i) + (1 - \alpha(\gamma_i)) \times \beta^E(\gamma_i) \dots\dots\dots (7)$$

[0055] 例えば、暗画素仮定信頼係数  $a(\gamma_i)$  には、0乃至1の任意の値が設定される。例えば、画像供給装置4から、8個の波長帯域を観測して得られた観測画像が情報処理装置1に供給されるとする。この場合における波長帯域  $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \gamma_5, \gamma_6, \gamma_7, \gamma_8$  の各中心波長が、425nm, 480nm, 545nm, 605nm, 725nm, 832.5nm, 950nm であるとする。この場合、例えば、各暗画素仮定信頼係数  $a(\gamma_1), a(\gamma_2), a(\gamma_3), a(\gamma_4), a(\gamma_5), a(\gamma_6), a(\gamma_7), a(\gamma_8)$  には、1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1 が設定される。最終光路輝度算出部15は、そのように設定された重み係数と、第1中間光路輝度  $\beta^D(\gamma_i)$  と、第2中間光路輝度  $\beta^E(\gamma_i)$  と、式(7)とを利用して、最終光路輝度  $\beta^P(\gamma_i)$  を算出する。

[0056] 光路輝度補正部14は、記憶部11が記憶した観測画像、および、最終光路輝度算出部15が算出した最終光路輝度  $\beta^P(\gamma_i)$  を用いて、波長帯域毎に、観測画像の全画素にそれぞれ関連付けられている輝度値から最終光路輝度を減算する機能を備えている。光路輝度補正部14は、その減算により補正された画像を光路輝度補正画像とし、出力装置3に出力する。すなわち、減算された観測画像は、記憶部11が記憶する観測画像から、最終光路輝度算出部15によって算出された光路輝度の成分が除かれた画像（光路輝度補正画像）である。

[0057] なお、第1実施形態では、第2中間光路輝度と最終光路輝度と光路輝度モデルは、観測画像と関連付けられているN個の波長帯域  $\gamma_i$  が考慮されているが、任意の個数の、任意の範囲の波長帯域における光路輝度や光路輝度モデルであってもよい。この場合、予め設定された個数の設定された範囲の波長帯域における光路輝度もしくは光路輝度モデルを用いて、観測画像と関連付けられているN個の波長帯域  $\gamma_i$  毎の光路輝度が算出される。

[0058] 次に、図2のフローチャートを参照して、第1実施形態における情報処理システム100の情報処理装置1の動作について説明する。

[0059] まず、記憶部11が、画像供給装置4から供給されたN個の観測画像を当

該観測画像が観測された波長帯域の情報に関連付けて記憶する（ステップS101）。

[0060] 第1中間光路輝度算出部12は、波長帯域毎に関連付けられた観測画像について、全画素の中から暗画素（輝度値が基準を満たす画素）の輝度値を第1中間光路輝度として検知する（ステップS102）。

[0061] 第2中間光路輝度算出部13は、光路輝度モデルにおける大気状態パラメタの値 $X$ を変化させながら当該光路輝度モデルに基づいた光路輝度を算出し、算出した各光路輝度と第1中間光路輝度との乖離度を表すコスト $C$ を算出する（ステップS103）。

[0062] 第2中間光路輝度算出部13は、コスト $C$ が最小となる時の大気状態パラメタを大気状態パラメタの真値 $X_e$ とする（ステップS104）。

[0063] そして、第2中間光路輝度算出部13は、光路輝度モデルの大気状態パラメタ $X$ に大気状態パラメタの真値 $X_e$ を代入することにより第2中間光路輝度を算出する（ステップS105）。

[0064] 最終光路輝度算出部15は、第1中間光路輝度算出部12による第1中間光路輝度と、第2中間光路輝度算出部13による第2中間光路輝度とを、暗画素仮定の信頼度に応じた重み係数を用いて重み付けして足し合わせる。これにより、最終光路輝度算出部15は、最終光路輝度を算出する（ステップS106）。

[0065] 光路輝度補正部14は、記憶部11が記憶した観測画像の全画素から最終光路輝度を減算することにより光路輝度補正画像を生成する。光路輝度補正部14は、その光路輝度補正画像を出力装置3に出力する（ステップS107）。

[0066] 第1実施形態における情報処理装置1および情報処理システム100は、光路輝度算出に用いられる光路輝度モデルが誤差を内包する場合にも、光路輝度を高精度に算出することができる。その理由は、最終光路輝度算出部15は、第1中間光路輝度算出部12による第1中間光路輝度と、第2中間光路輝度算出部13による第2中間光路輝度とを、暗画素仮定の信頼度を表す



重み係数を用いて重み付けして足し合わせる。これによって、最終光路輝度算出部 15 が最終光路輝度を算出するからである。

[0067] すなわち、図 4 に表される発明者提案の情報処理装置 5 は、前述したように、各観測画像の最小輝度値を中間光路輝度としている。そして、情報処理装置 5 は、その中間光路輝度と光路輝度モデルを用いて大気状態パラメタの真値を算出し、算出した真値を光路輝度モデルに代入することにより最終光路輝度を算出している。しかしながら、その光路輝度算出に用いられる光路輝度モデルが誤差を内包する場合には、どのような大気状態パラメタの値を代入しても光路輝度モデルが光路輝度を高精度に算出できない。この場合には、最終光路輝度は光路輝度と高精度に一致しないため、情報処理装置 5 は、光路輝度を高精度に算出できない。

[0068] これに対して、第 1 実施形態における情報処理装置 1 および情報処理システム 100 は、暗画素仮定の信頼度が高い波長帯域においては、暗画素仮定に基づき算出された第 1 中間光路輝度に近い値を最終光路輝度に設定できる。その結果、光路輝度算出に用いられる光路輝度モデルが誤差を内包する場合にも、光路輝度モデルの内包する誤差の影響を緩和し、光路輝度を高精度に算出することができる。

[0069] なお、第 1 実施形態の情報処理装置 1 を構成する各機能部は、専用のハードウェア（電子回路）によって実現することができる。また、少なくとも、第 1 中間光路輝度算出部 12 と第 2 中間光路輝度算出部 13 と光路輝度補正部 14 と最終光路輝度算出部 15 は、ソフトウェアプログラムの機能（処理）単位（ソフトウェアモジュール）と捉えることもできる。ただし、これら機能部は、説明の便宜上の構成であり、実装に際しては、様々な構成が想定され得る。第 1 実施形態の情報処理装置 1 を実現するハードウェア環境の一例を図 3 を参照して説明する。

[0070] 図 3 は、第 1 実施形態の情報処理装置 1 を実行可能な情報処理装置（コンピュータ）の構成を例示的に表す図である。図 3 における情報処理装置 1 は、構成要素として下記を備えている。

- ・ CPU (Central Processing Unit) 901
- ・ ROM (Read Only Memory) 902
- ・ RAM (Random Access Memory) 903
- ・ ハードディスク (記憶装置) 904
- ・ 外部装置との通信インタフェース 905
- ・ CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory) 等の記録媒体 907 に格納されたデータを読み書き可能なリーダライタ 908
- ・ 入出力インタフェース 909

情報処理装置 1 は、これらの構成がバス (通信線) 906 を介して接続されたコンピュータにより実現可能である。

[0071] 情報処理装置 1 の CPU 901 が、前述した各機能部 12～15 を実現するコンピュータプログラムを実行することにより、各機能部 12～15 が実現される。なお、そのコンピュータプログラムは読み書き可能な揮発性のメモリ (RAM 903) 又はハードディスク 904 等の不揮発性の記憶デバイスに格納される。

[0072] また、情報処理装置 1 へのコンピュータプログラムの供給手法は、例えば、CD-ROM 等の各種記録媒体 907 を介して当該装置内にインストールする手法や、インターネット等の通信回線を介して外部よりダウンロードする手法等がある。また、コンピュータプログラムや当該コンピュータプログラムを構成するコードは、格納された記録媒体 907 によって構成されると捉えることもできる。

[0073] <第 2 実施形態>

以下に、本発明に係る第 2 実施形態を説明する。なお、第 2 実施形態の説明において、第 1 実施形態の情報処理装置および情報処理システムを構成する構成部分と同一名称部分には同一符号を付し、その共通部分の重複説明は省略する。

[0074] 図 5 は、第 2 実施形態に係る情報処理装置および情報処理システムの構成を簡略化して表すブロック図である。

- [0075] 第2実施形態では、画像供給装置4は、第1実施形態で説明した機能に加えて、観測したときの観測環境を表す情報（観測環境情報）を情報処理装置1に提供する機能を備えている。観測環境情報は、例えば、観測時の太陽高度、観測年月日、観測時刻、観測対象領域の緯度および経度、観測対象領域の地形、観測対象領域における水蒸気量およびエアロゾル量等を含む。
- [0076] 記憶部11は、画像供給装置4から供給された観測環境情報をも観測画像に関連付けて記憶する。
- [0077] 第2実施形態の情報処理装置1における最終光路輝度算出部15以外の構成は、第1実施形態の情報処理装置1と同様である。
- [0078] 最終光路輝度算出部15は、第1中間光路輝度算出部12による第1中間光路輝度 $\beta^D(\gamma_i)$ と、第2中間光路輝度算出部13による第2の中間光路輝度 $\beta^E(\gamma_i)$ とを用いる。さらに、最終光路輝度算出部15は、記憶部11に記憶されている観測画像と観測環境情報とのうちの少なくとも一方をも用いる。最終光路輝度算出部15は、それら情報に基づいて最終光路輝度 $\beta^P(\gamma_i)$ を算出する。例えば、最終光路輝度算出部15は、式(7)に表される数式を用いて、第1中間光路輝度 $\beta^D(\gamma_i)$ と第2中間光路輝度 $\beta^E(\gamma_i)$ を重み付けして足し合わせ、その結果を最終光路輝度 $\beta^P(\gamma_i)$ として算出する。式(7)において、第1実施形態でも述べたように、 $a(\gamma_i)$ は、暗画素仮定に対する信頼の度合を観測波長帯域 $\gamma_i$ 毎に表す重み係数である。
- [0079] 具体的には、最終光路輝度算出部15は、記憶部11に記憶されている観測環境情報と観測画像のうちの少なくとも一方を用いて暗画素仮定信頼係数を算出する。例えば、最終光路輝度算出部15は、波長帯域 $\gamma_i$ 毎に関連付けられた観測画像の各画素に対応する地表領域が、一つもしくは複数の特定地表物を含むか否かを判定する。そして、最終光路輝度算出部15は、特定地表物が含まれる画素の数を算出し、算出した画素数、もしくは、画像の全画素数からその算出した画素数を差し引いた数に基づいて暗画素仮定信頼係数 $a(\gamma_i)$ を設定（算出）する。特定地表物は、例えば、水、人工物、植生、

土壌、雪である。

[0080] より具体的には、最終光路輝度算出部15は、N個の波長帯域に関連付けられた各観測画像におけるj番目の画素から得られる輝度値 $L_j(\gamma_1)$ 、 $\dots$ 、 $L_j(\gamma_N)$ のうち、赤に相当する波長帯域に関連付けられた輝度値 $L_j(\gamma_R)$ と、近赤外に相当する波長帯域に関連付けられた輝度値 $L_j(\gamma_{NIR})$ とを選択する。そして、最終光路輝度算出部15は、それら選択した輝度値 $L_j(\gamma_R)$ 、 $L_j(\gamma_{NIR})$ と、式(8)に示す数式とを用いて、正規化差分植生指数 $I_j$ を算出する。

$$I_j = \frac{L_j(\gamma_{NIR}) - L_j(\gamma_R)}{L_j(\gamma_{NIR}) + L_j(\gamma_R)} \dots\dots\dots (8)$$

[0081] さらに、最終光路輝度算出部15は、正規化差分植生指標 $I_j$ の値が閾値よりも大きい場合にj番目の画素を植生領域と判定する。最終光路輝度算出部15は、そのような処理を、観測画像を構成する全ての画素に対し実行することによって、植生を含む地表領域の画素数を算出し、当該算出した画素数に基づいて暗画素仮定信頼係数を設定(算出)する。

[0082] なお、最終光路輝度算出部15は、正規化差分植生指標の代わりに、下記の参考文献2に記載されている植生指標(例えば、SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index)、RVI (Rate Vegetation Index)、NRVI (Normalized Ratio Vegetation Index)、TVI (Transformed Vegetation Index)、CTVI (Corrected Transformed Vegetation Index)、TTVI (Tham's Transformed Vegetation Index)、EVI (Enhanced Vegetation Index)など)を用いてもよい。また、最終光路輝度算出部15は、正規化差分植生指標の代わりに、参考文献3に記載されている水指数(例えば、NDWI (Normalized Difference Water Index))や土壌指数(例えば、NDSI (Normalized Difference Soil Index))やNHFD (Non-Homogeneous Feature Difference)等を用いてもよい。

[参考文献2] : Nikolaos G. Silleos, Thomas K. Alexandridis, Ioan

nis Z. Gitas and Konstantinos Perakis, “Vegetation Indices : Advances Made in Biomass Estimation and Vegetation Monitoring in the Last 30 Years” , Geocarto International, Volume 21, Issue 4, 2006

[参考文献3] : A. F. Wolf, “Using WorldView-2 Vis-NIR Multispectral Imagery to Support Land Mapping and Feature Extraction Using Normalized Difference Index Ratios” , May 8, 2012

[0083] 例えば、最終光路輝度算出部15は、初期値として、全観測波長帯域に関連付けられる暗画素仮定信頼係数  $a(\gamma_i)$  ( $i=1, \dots, N$ ) を1に設定する。そして、最終光路輝度算出部15は、画像の全画素数から植生領域の画素数を差し引いた数が予め設定された値よりも小さい場合には、近赤外に相当する波長帯域  $\gamma_{NIR}$  の暗画素仮定信頼係数  $a(\gamma_{NIR})$  を0に設定する。また、水指数に基づいて水領域の画素が検知される場合であって、かつ、画像の全画素数から水領域の画素の数を差し引いた数が予め設定された値よりも小さい場合がある。この場合には、最終光路輝度算出部15は、近紫外に相当する波長帯域  $\gamma_{NUV}$  の暗画素仮定信頼係数  $a(\gamma_{NUV})$  を0に設定する。さらに、最終光路輝度算出部15は、人工物領域の画素が検知される場合であって、かつ、人工物領域の画素の数が予め設定された値よりも大きい場合には、全観測波長帯域に関連付けられる暗画素仮定信頼係数を1に設定する。

[0084] なお、最終光路輝度算出部15は、記憶部11に記憶されている観測対象の緯度・経度・観測日時の情報を用いて、観測画像の画素のうち陰の領域が含まれる画素の数を算出する。そして、最終光路輝度算出部15は、この算出した画素数を用いて、全観測波長帯域に関連付けられる暗画素仮定信頼係数を設定してもよい。例えば、緯度・経度・観測日時と陰量を対応付けたルックアップテーブルが予め与えられている。最終光路輝度算出部15は、記憶部11に記憶されている観測対象の緯度・経度・観測日時およびルックアップテーブルに基づいて、陰の領域が含まれる画素の数を算出する。そして、最終光路輝度算出部15は、その算出した画素の数に基づいて暗画素仮定

信頼係数を設定する。また、最終光路輝度算出部 15 は、記憶部 11 に記憶されている観測環境情報および観測画像の両方を用いて、暗画素仮定信頼係数を設定してもよい。例えば、最終光路輝度算出部 15 は、観測画像を用いて特定地表物が含まれる画素の数を算出し、また、観測環境情報を用いて陰の領域が含まれる画素の数を算出する。そして、最終光路輝度算出部 15 は、特定地表物が含まれる画素の数および陰の領域が含まれる画素の数の両方を用いて、暗画素仮定信頼係数を設定する。

[0085] 最終光路輝度算出部 15 は、上記のように設定された暗画素仮定信頼係数と、第 1 中間光路輝度  $\beta^D(\gamma_i)$  と、第 2 中間光路輝度  $\beta^E(\gamma_i)$  と、式 (7) とを利用して、最終光路輝度  $\beta^P(\gamma_i)$  を算出する。

[0086] この第 2 実施形態の情報処理装置 1 および情報処理システム 100 は、暗画素仮定信頼係数を用いて最終光路輝度を算出することにより、光路輝度モデルが誤差を内包する場合にも光路輝度モデルの内包する誤差の影響を緩和し、光路輝度を高精度に算出できる。

[0087] <第 3 実施形態>

以下に、本発明に係る第 3 実施形態を説明する。なお、第 3 実施形態の説明において、第 1 と第 2 実施形態の情報処理装置および情報処理システムを構成する構成部分と同一名称部分には同一符号を付し、その共通部分の重複説明は省略する。

[0088] 図 6 は第 3 実施形態に係る情報処理装置および情報処理システムの構成を簡略化して表すブロック図である。

[0089] この第 3 実施形態においても、第 2 実施形態と同様に、画像供給装置 4 は、情報処理装置 1 に向けて観測環境情報を提供し、記憶部 11 は、その観測環境情報を観測画像に関連付けて記憶する。

[0090] 第 3 実施形態の情報処理装置 1 における第 2 中間光路輝度算出部 13 以外の構成は、第 1 実施形態の情報処理装置 1 と同様である。

[0091] 第 3 実施形態では、第 2 中間光路輝度算出部 13 は、観測環境情報を記憶部 11 から取得し、第 1 中間光路輝度に代えて、取得した観測環境情報を用

いて第2中間光路輝度をシミュレーションにより算出する。例えば、第2中間光路輝度算出部13は、参考文献4に記載されているシミュレータを利用する。

[参考文献4] : Daniel Schlapfer, Dr. sc. Nat., ReSe. “MOD0 User Manual Ver.5”, 2011

[0092] 第3実施形態の情報処理装置1および情報処理システム100は、観測環境情報を考慮して第2中間光路輝度を算出することにより、光路輝度を高精度に算出できる。

[0093] <第4実施形態>

以下に、本発明に係る第4実施形態を説明する。なお、第4実施形態の説明において、第1や第2の実施形態の情報処理装置および情報処理システムを構成する構成部分と同一名称部分には同一符号を付し、その共通部分の重複説明は省略する。

[0094] 図7は第4実施形態に係る情報処理装置および情報処理システムの構成を簡略化して表すブロック図である。

[0095] 第4実施形態の情報処理装置1における第2中間光路輝度算出部13と最終光路輝度算出部15以外の構成は、第1あるいは第2の実施形態の情報処理装置1と同様である。

[0096] 第4実施形態では、第2中間光路輝度算出部13は、観測環境情報を記憶部11から取得し、第1中間光路輝度に代えて、取得した観測環境情報を用いて第2中間光路輝度を算出する。また、最終光路輝度算出部15は、記憶部11から取得した観測環境情報をも考慮して、最終光路輝度を算出する。

[0097] この第4実施形態の情報処理装置1および情報処理システム100は、観測環境情報を考慮して最終光路輝度を算出するので、光路輝度をより高精度に算出できる。

[0098] <その他の実施形態>

なお、本発明は第1～第4の実施形態に限定されず、様々な実施の形態を採り得る。例えば、本発明に係る情報処理装置のその他の形態として、図8

に表されるような構成をも採り得る。図8に表される情報処理装置20は、図9に表されるような画像供給装置31と接続し、情報処理システム30を構成する。画像供給装置31は、大気を通った互いに異なる複数の波長帯域の電磁波を観測することにより得られる波長帯域毎の観測画像を情報処理装置20に供給する機能を備えている。

[0099] 図8に表される情報処理装置20は、第1中間光路輝度算出部21と、第2中間光路輝度算出部22と、最終光路輝度算出部23と、光路輝度補正部24とを備えている。

[0100] 第1中間光路輝度算出部21は、画像供給装置31から供給される波長帯域毎の観測画像を構成する各画素に関連付けられている電磁波の観測値である輝度値のうち、予め設定された基準を満たす輝度値を取り出す機能を備えている。さらに、第1中間光路輝度算出部21は、その輝度値に基づいた第1中間光路輝度を算出する機能を備えている。

[0101] 第2中間光路輝度算出部22は、大気の状態を表す情報を含む第2中間光路輝度を算出する機能を備えている。

[0102] 最終光路輝度算出部23は、波長帯域毎に、観測画像の画素のうち、物体により反射された電磁波の影響を受けていないと仮定される画素である暗画素の仮定に対する信頼度を表す重み係数を用いて、第1中間光路輝度および第2中間光路輝度を重み付けして足し合わせることで最終光路輝度を算出する機能を備えている。

[0103] 光路輝度補正部24は、波長帯域毎に、観測画像の全画素から最終光路輝度を減算する機能を備えている。

[0104] この情報処理装置20およびそれを備えた情報処理システム30は、上記のように、第1中間光路輝度と第2中間光路輝度に、暗画素の仮定に対する信頼度を表す重み係数を用いて重み付けする。そして、情報処理装置20および情報処理システム30は、その重み付けされた第1中間光路輝度と第2中間光路輝度を利用して算出された最終光路輝度に基づいて、光路輝度を補正する。このため、情報処理装置20および情報処理システム30は、暗画



素の仮定に対する信頼度が低い第1や第2の中間光路輝度が光路輝度の補正に関与する度合いを低くすることができる。これにより、情報処理装置20および情報処理システム30は、光路輝度補正の精度を高めることができる。

[0105] 以上、上述した実施形態を模範的な例として本発明を説明した。しかしながら、本発明は、上述した実施形態には限定されない。即ち、本発明は、本発明のスコープ内において、当業者が理解し得る様々な態様を適用することができる。

[0106] この出願は、2016年3月30日に提出された日本出願特願2016-068541を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

#### 符号の説明

- [0107]
- 1 情報処理装置
  - 3 出力装置
  - 4 画像供給装置
  - 12 第1中間光路輝度算出部
  - 13 第2中間光路輝度算出部
  - 14 光路輝度補正部
  - 15 最終光路輝度算出部

## 請求の範囲

- [請求項1] 大気を通った互いに異なる複数の波長帯域の電磁波を観測することにより得られる前記波長帯域毎の観測画像を構成する各画素に関連付けられている前記電磁波の観測値である輝度値のうち、予め設定された基準を満たす輝度値を取り出し、当該輝度値に基づいた第1中間光路輝度を算出する第1中間光路輝度算出手段と、
- 前記大気の状態を表す情報を含む第2中間光路輝度を算出する第2中間光路輝度算出手段と、
- 前記波長帯域毎に、前記観測画像の画素のうち、物体により反射された電磁波の影響を受けていないと仮定される画素である暗画素の仮定に対する信頼度を表す重み係数を用いて、前記第1中間光路輝度および前記第2中間光路輝度を重み付けして足し合わせることで最終光路輝度を算出する最終光路輝度算出手段と、
- 前記波長帯域毎に、前記観測画像の全画素から前記最終光路輝度を減算する光路輝度補正手段と、
- を備える情報処理装置。
- [請求項2] 前記第2中間光路輝度算出手段は、前記大気の状態を表す情報を利用して算出される光路輝度と前記第1中間光路輝度との乖離度を表すコストが最小となる場合の光路輝度を第2中間光路輝度として算出する請求項1に記載の情報処理装置。
- [請求項3] 前記第2中間光路輝度算出手段は、前記観測画像が得られた場合の観測環境を利用したシミュレーションにより得られる前記電磁波の伝達状況に基づいて前記第2中間光路輝度を算出する請求項1に記載の情報処理装置。
- [請求項4] 前記最終光路輝度算出手段は、前記観測画像と、前記観測画像が得られた場合の観測環境とのうちの少なくとも一方に基づいて前記暗画素の仮定に対する信頼度を算出し、算出した信頼度を重み係数として前記最終光路輝度を算出する請求項1又は請求項2又は請求項3に記

載の情報処理装置。

[請求項5]

前記観測画像は地表の画像であり、

前記最終光路輝度算出手段は、前記観測画像の各画素に対応する地表領域が予め設定された特定の地表物を含む領域であるか否かを判断し、前記特定の地表物を含む領域であると判断された画素の数を利用して前記重み係数を算出し、当該算出した重み係数に基づいて前記最終光路輝度を算出する請求項4に記載の情報処理装置。

[請求項6]

請求項1乃至請求項5の何れか一つに記載の情報処理装置と、

大気を通った互いに異なる複数の波長帯域の電磁波を観測することにより得られる前記波長帯域毎の観測画像を前記情報処理装置に供給する画像供給装置と

を備える情報処理システム。

[請求項7]

大気を通った互いに異なる複数の波長帯域の電磁波を観測することにより得られる前記波長帯域毎の観測画像を構成する各画素に関連付けられている前記電磁波の観測値である輝度値のうち、予め設定された基準を満たす輝度値を取り出し、当該輝度値に基づいた第1中間光路輝度を算出し、

前記大気の状態を表す情報を含む第2中間光路輝度を算出し、

前記波長帯域毎に、前記観測画像の画素のうち、物体により反射された電磁波の影響を受けていないと仮定される画素である暗画素の仮定に対する信頼度を表す重み係数を用いて、前記第1中間光路輝度および前記第2中間光路輝度を重み付けして足し合わせることにより最終光路輝度を算出し、

前記波長帯域毎に、前記観測画像の全画素から前記最終光路輝度を減算する

情報処理方法。

[請求項8]

大気を通った互いに異なる複数の波長帯域の電磁波を観測することにより得られる前記波長帯域毎の観測画像を構成する各画素に関連付

けられている前記電磁波の観測値である輝度値のうち、予め設定された基準を満たす輝度値を取り出し、当該輝度値に基づいた第1中間光路輝度を算出する処理と、

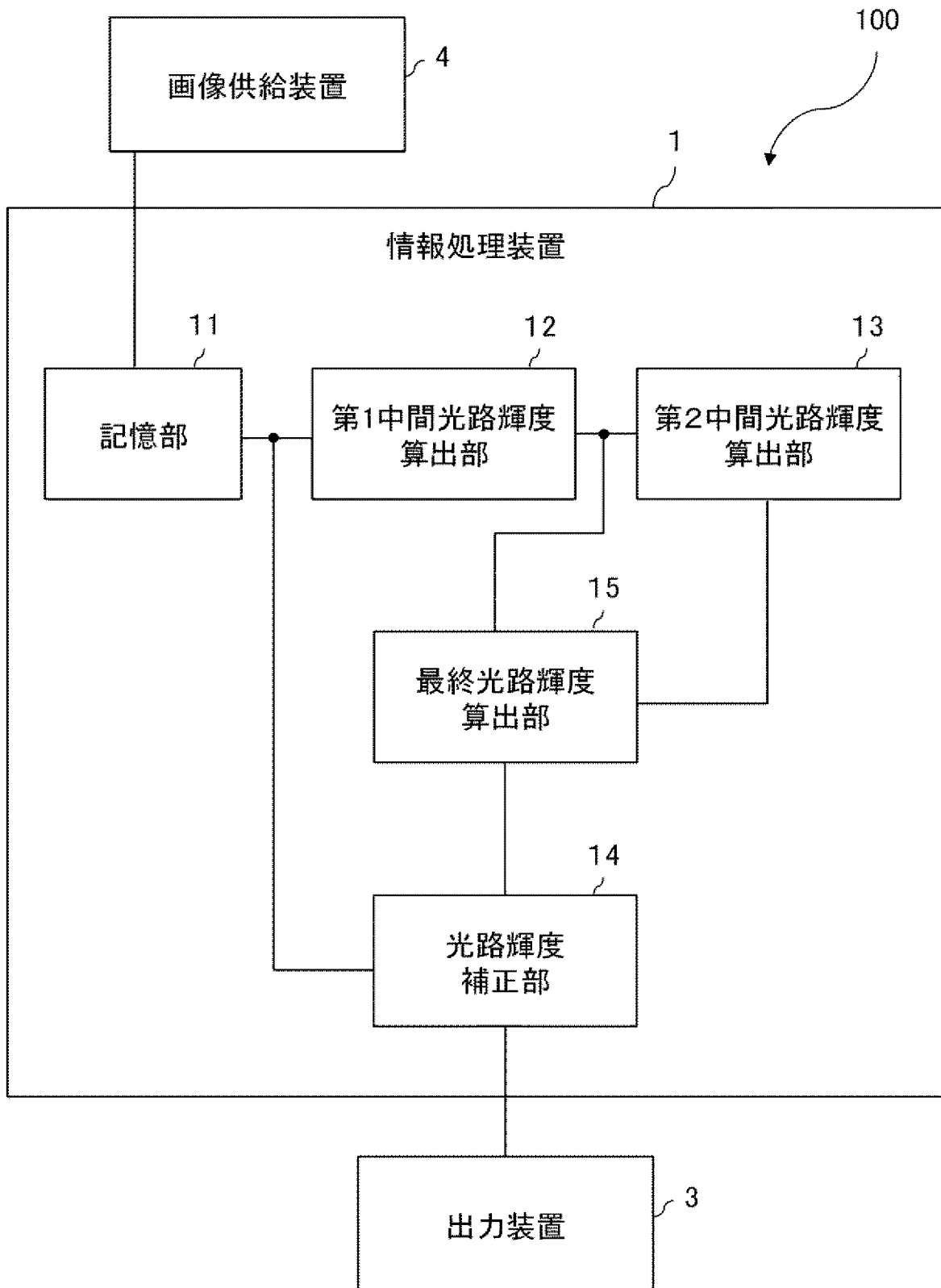
前記大気の状態を表す情報を含む第2中間光路輝度を算出する処理と、

前記波長帯域毎に、前記観測画像の画素のうち、物体により反射された電磁波の影響を受けていないと仮定される画素である暗画素の仮定に対する信頼度を表す重み係数を用いて、前記第1中間光路輝度および前記第2中間光路輝度を重み付けして足し合わせることにより最終光路輝度を算出する処理と、

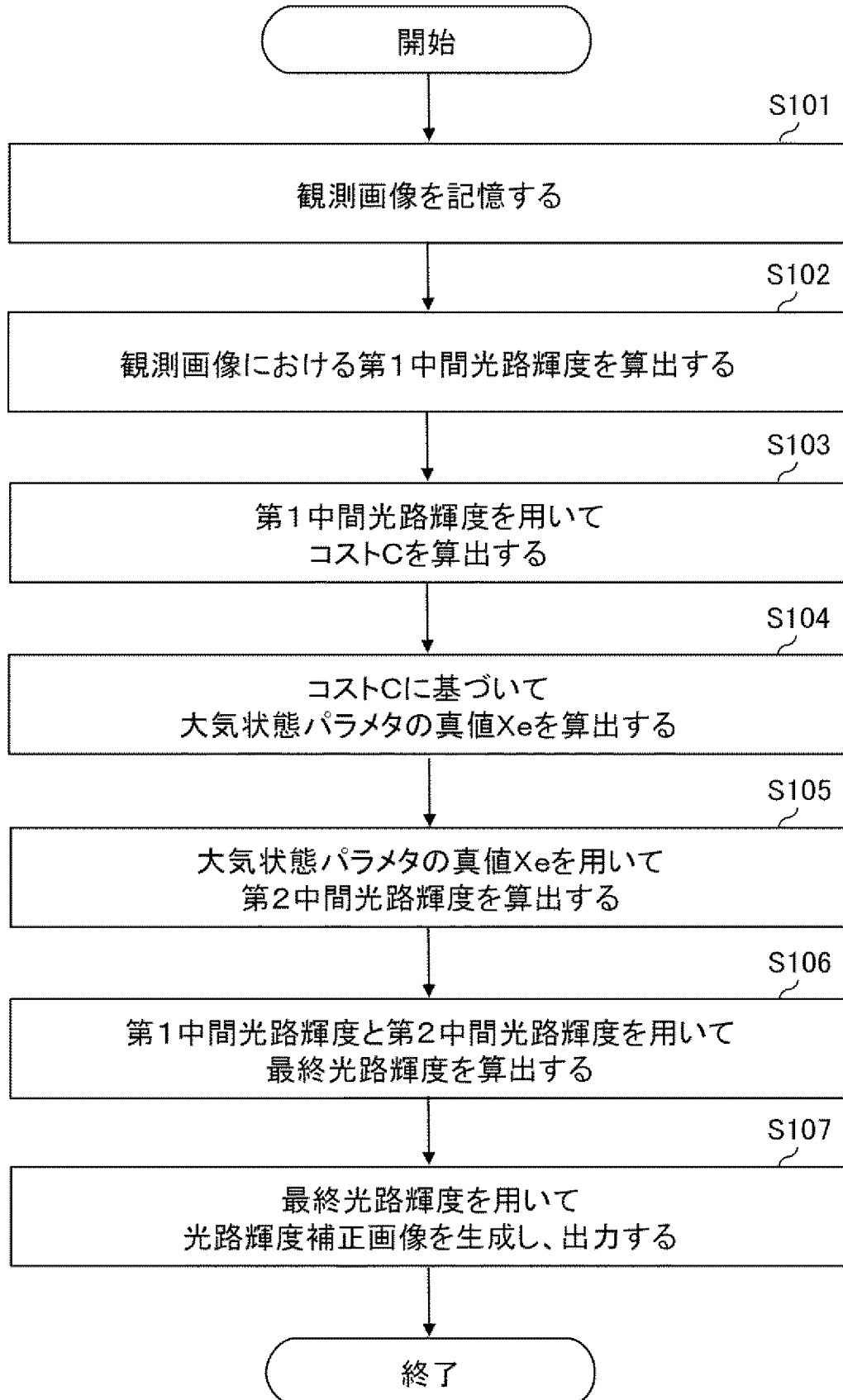
前記波長帯域毎に、前記観測画像の全画素から前記最終光路輝度を減算する処理と

をコンピュータに実行させる処理手順が示されているコンピュータプログラムを記憶するプログラム記憶媒体。

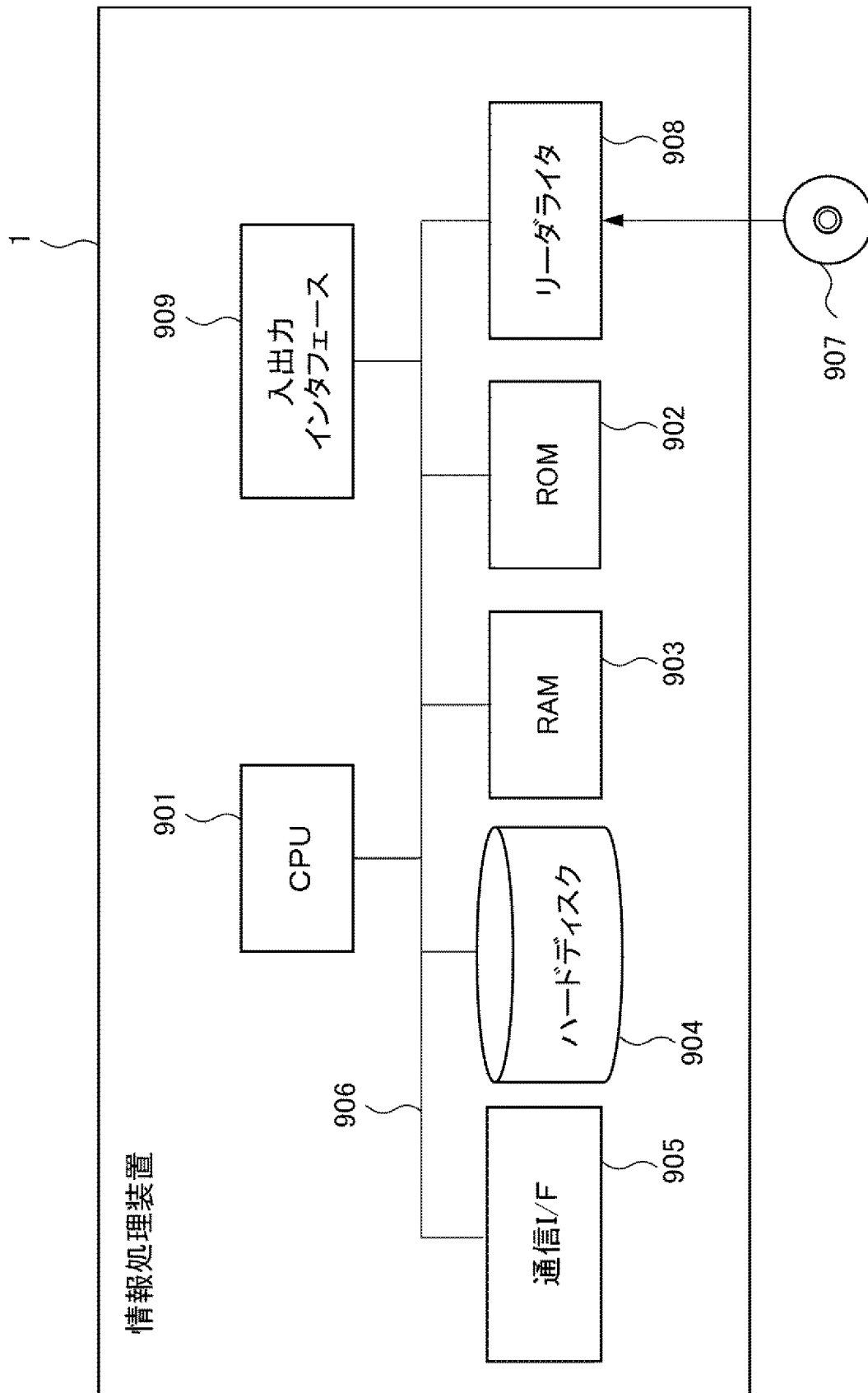
[図1]



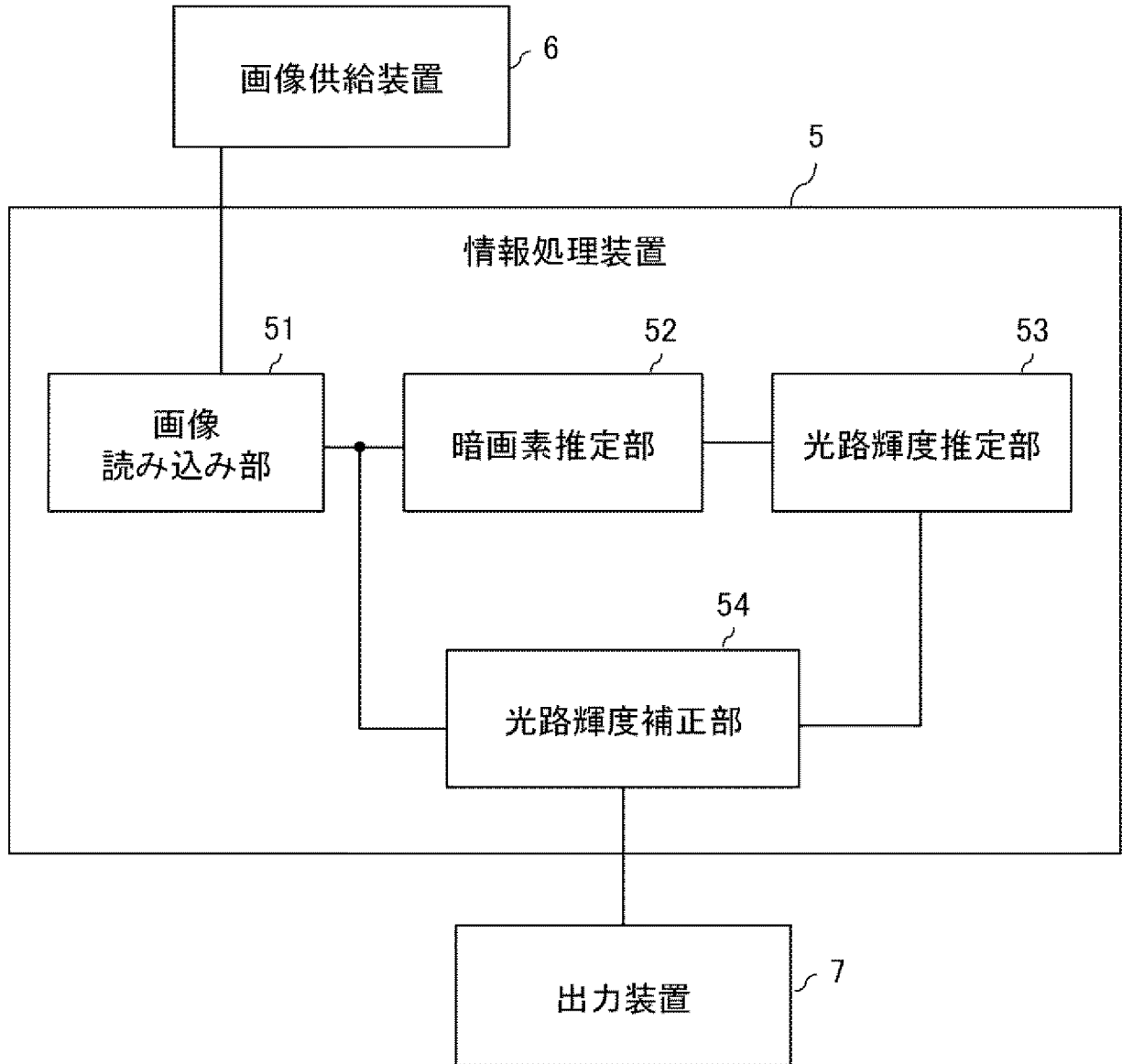
[図2]



[図3]

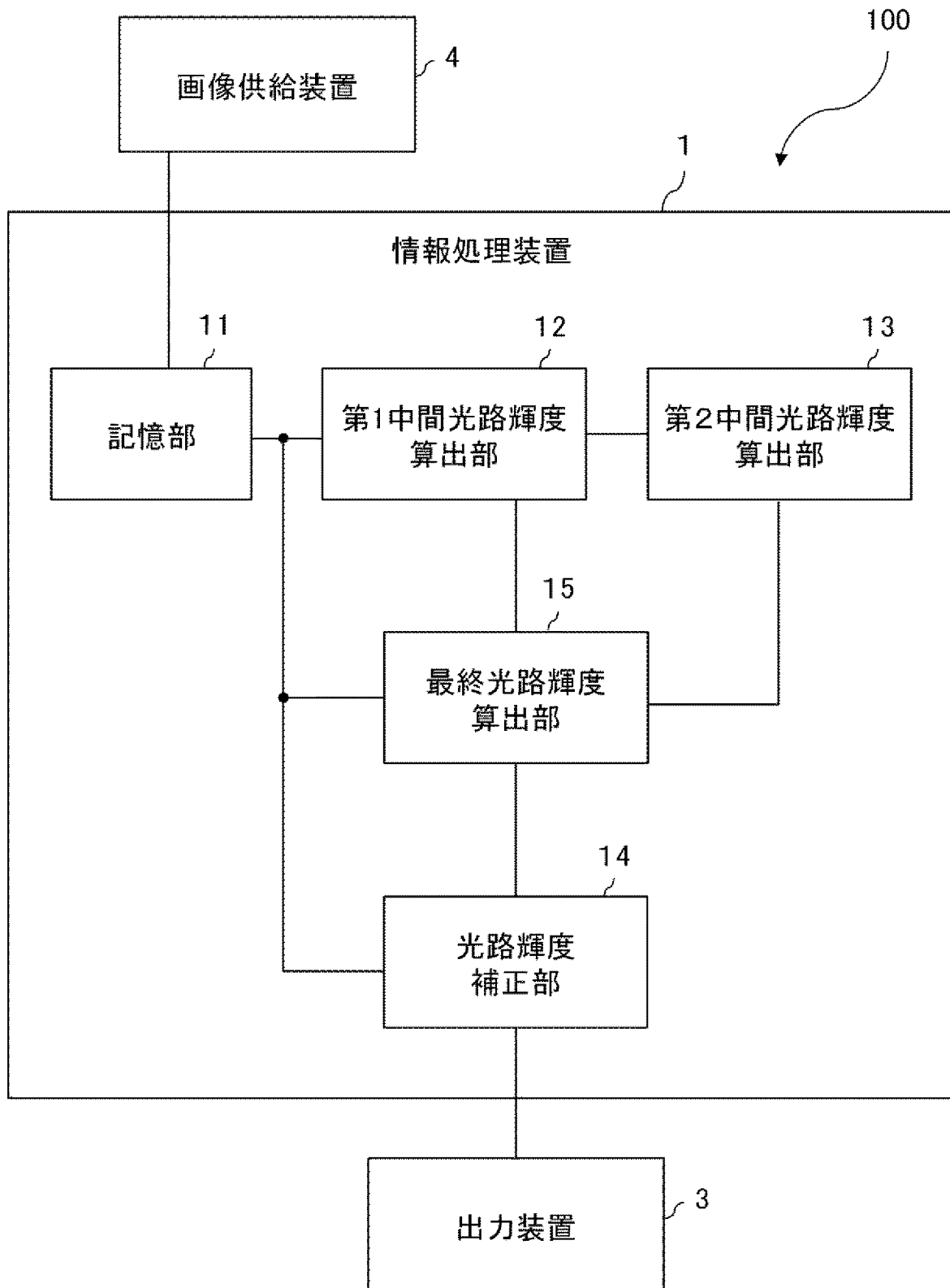


[図4]

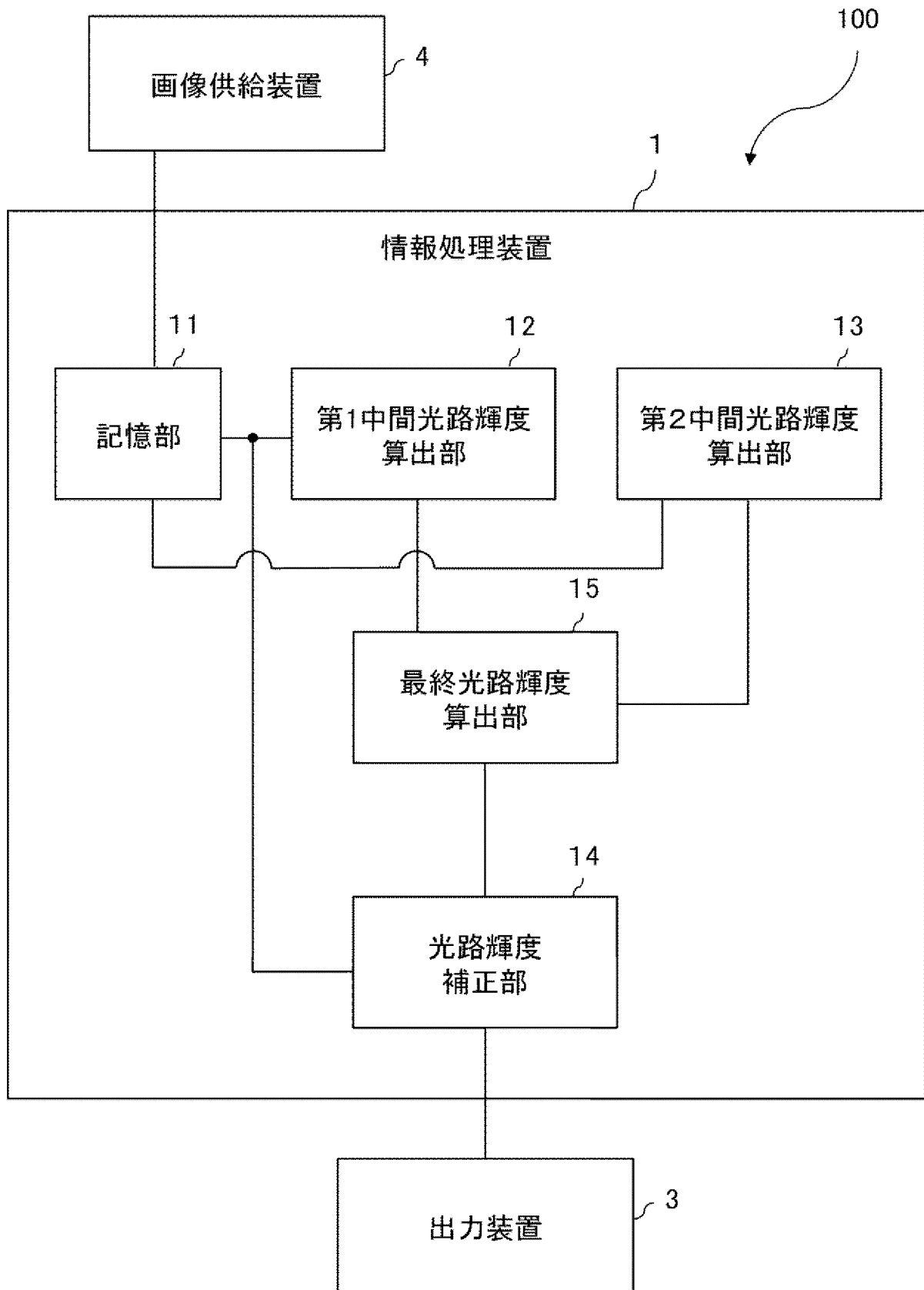




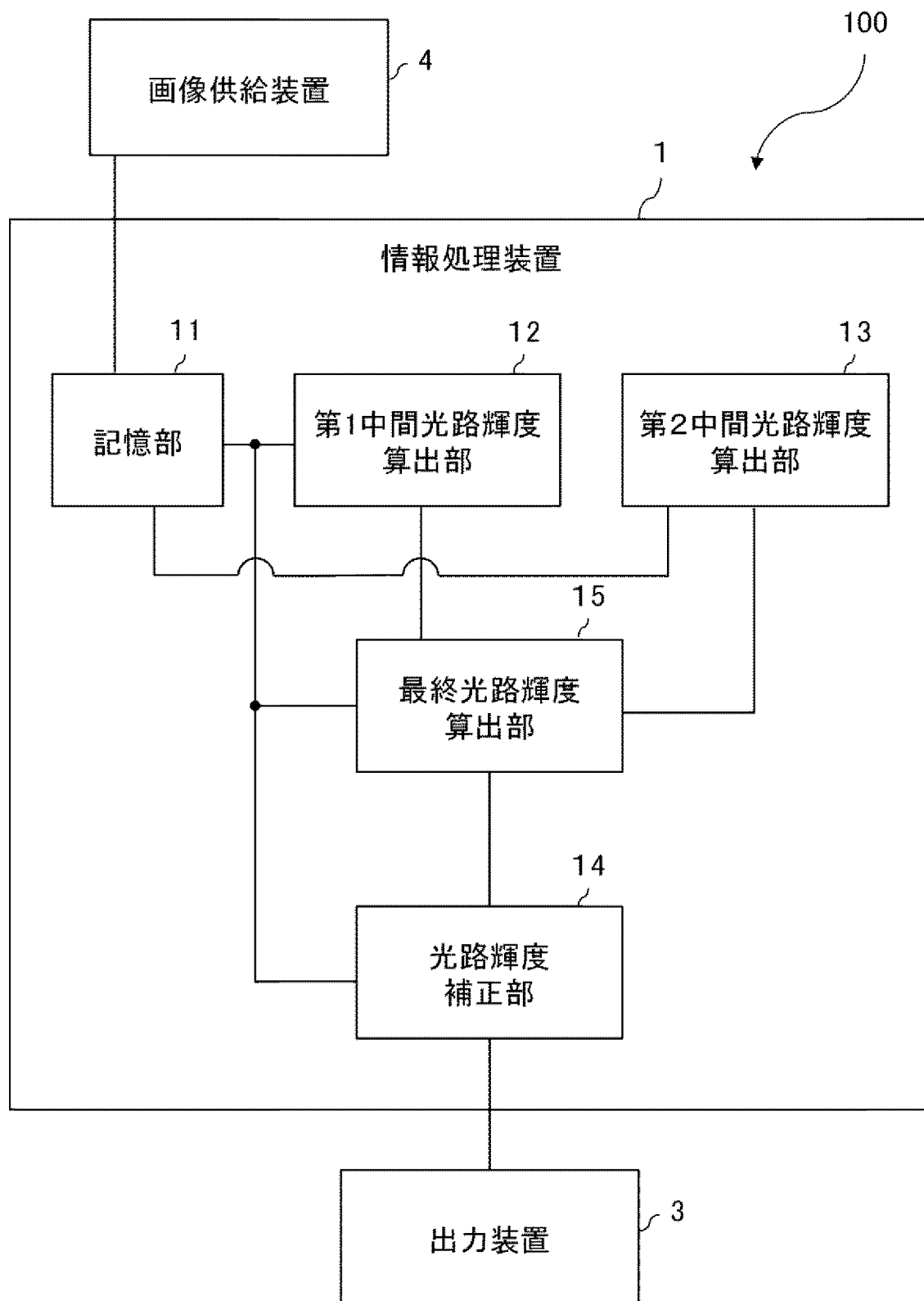
[図5]



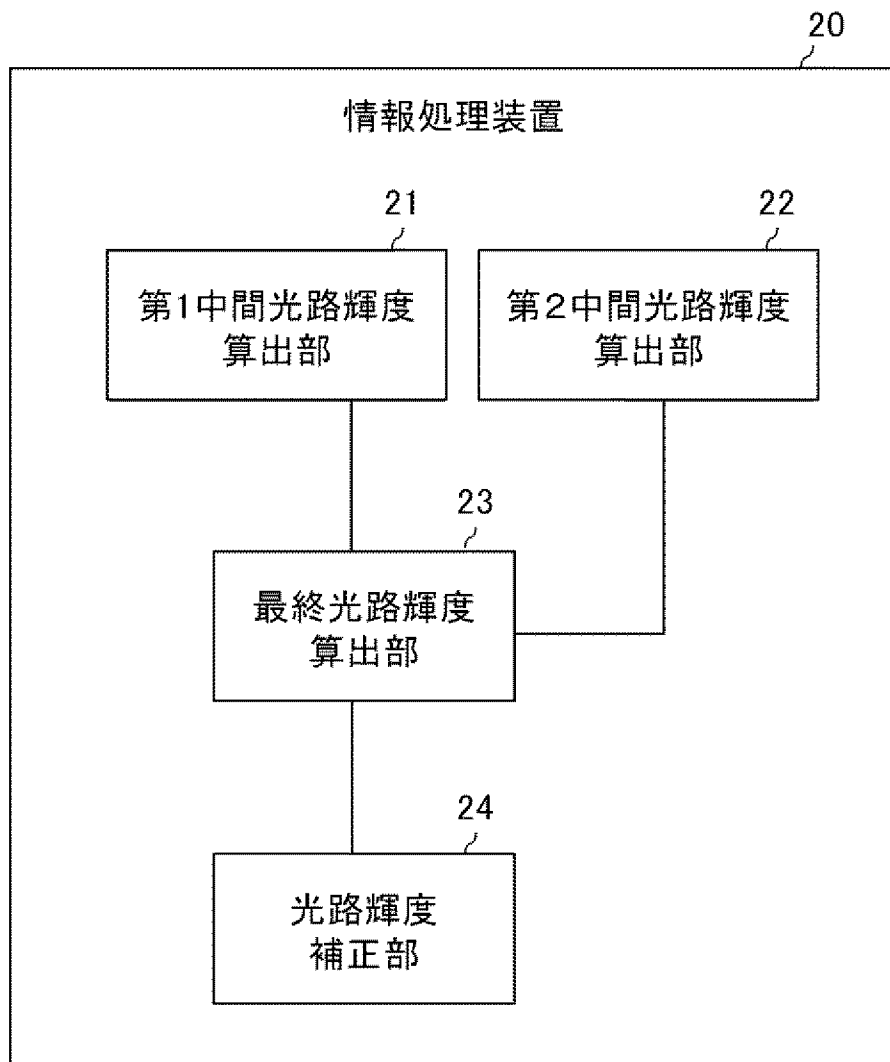
[図6]



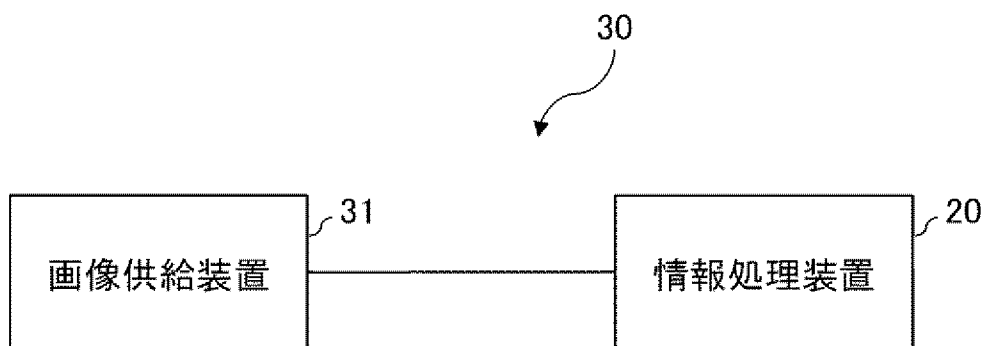
[図7]



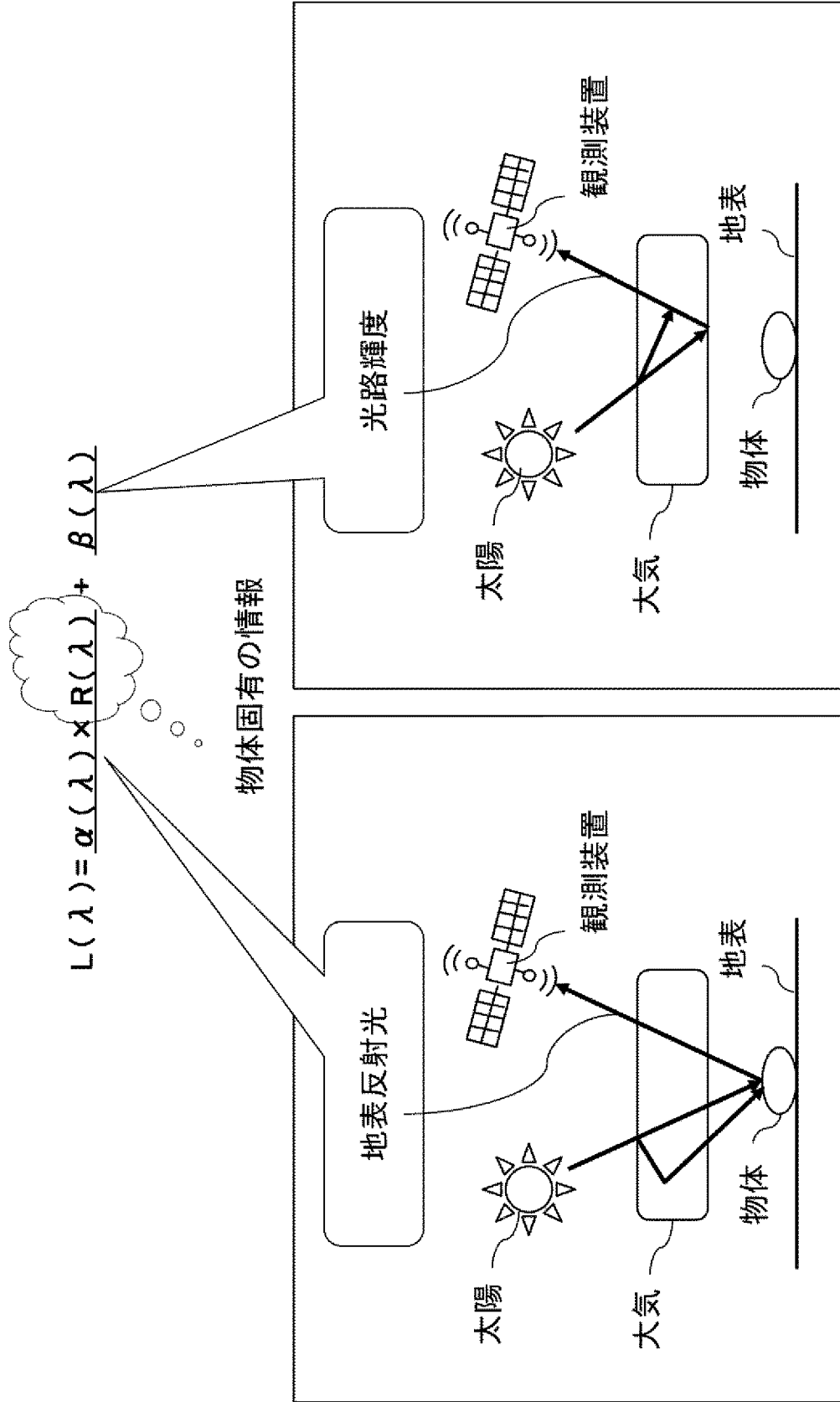
[図8]



[図9]



[図10]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2017/011096

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
G06T1/00(2006.01) i

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

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
G06T1/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
P, A	WO 2016/098353 A1 (NEC Corp.), 23 June 2016 (23.06.2016), paragraphs [0002] to [0080] (Family: none)	1-8
A	US 2010/0008595 A1 (Ronald A. Riley et al.), 14 January 2010 (14.01.2010), paragraphs [0036] to [0051] & WO 2010/005926 A2 & EP 2310984 A2	1-8

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 16 May 2017 (16.05.17)	Date of mailing of the international search report 30 May 2017 (30.05.17)
---	--

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

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G06T1/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G06T1/00

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

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
P, A	WO 2016/098353 A1 (日本電気株式会社) 2016.06.23, 段落 [0002] - [0080] (ファミリーなし)	1-8
A	US 2010/0008595 A1 (Ronald A. Riley et al.) 2010.01.14, Paragraphs [0036]-[0051] & WO 2010/005926 A2 & EP 2310984 A2	1-8

☐ 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	の日の後に公表された文献
「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	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 16.05.2017	国際調査報告の発送日 30.05.2017
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 佐藤 実	5H	3247
	電話番号 03-3581-1101 内線 3531		