

(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
2016年12月1日(01.12.2016)

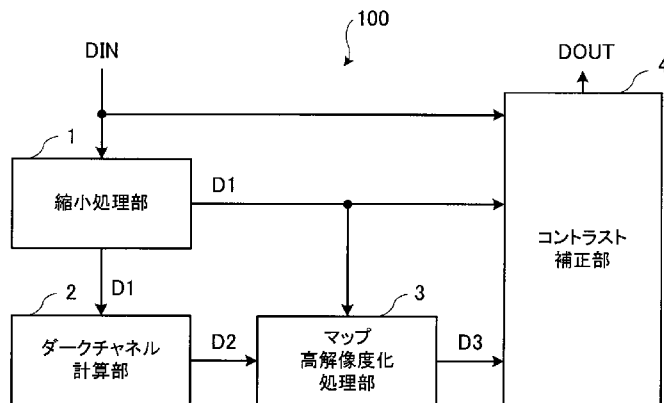


(10) 国際公開番号
WO 2016/189901 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 5/00 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/054359
 - (22) 国際出願日: 2016年2月16日(16.02.2016)
 - (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 2015-104848 2015年5月22日(22.05.2015) JP
 - (71) 出願人: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
 - (72) 発明者: 栗原 康平(KURIHARA Kohei); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 的場 成浩(MATOBA Narihiro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
 - (74) 代理人: 前田 実, 外(MAEDA Minoru et al.); 〒1510053 東京都渋谷区代々木2丁目1番2号 甲田ビル4階 特許業務法人 前田・山形特許事務所 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, 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, KN, KP, KR, 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:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: IMAGE PROCESSING DEVICE, IMAGE PROCESSING METHOD, PROGRAM, RECORDING MEDIUM RECORDING SAME, VIDEO CAPTURE DEVICE, AND VIDEO RECORDING/REPRODUCTION DEVICE

(54) 発明の名称: 画像処理装置、画像処理方法、プログラム、これを記録した記録媒体、映像撮影装置、及び映像記録再生装置



- 1 Reduction processing unit
- 2 Dark channel calculation unit
- 3 Map resolution enhancement processing unit
- 4 Contrast correction unit

(57) Abstract: Provided is an image processing device (100) provided with: a reduction processing unit (1) for generating reduced-image data (D1) from input image data (DIN); a dark channel calculation unit (2) for performing a calculation to determine a dark channel value (D2) in a local area for the entire area of the reduced image after changing the position of the local area, and outputting a plurality of dark channel values (D2); a map resolution enhancement processing unit (3) for performing a process to enhance the resolution of a first dark channel map comprising the plurality of first dark channel values (D2), thereby generating a second dark channel map that comprises a plurality of second dark channel values (D3); and a contrast correction unit (4) for generating corrected image data (DOUT) on the basis of the second dark channel map and the reduced-image data (D1).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/189901 A1

画像処理装置（100）は、入力画像データ（DIN）から縮小画像データ（D1）を生成する縮小処理部（1）と、局所領域においてダークチャンネル値（D2）を求める計算を、局所領域の位置を変えて縮小画像の全域について行い、複数のダークチャンネル値を複数の第1のダークチャンネル値（D2）として出力するダークチャンネル計算部（2）と、複数の第1のダークチャンネル値（D2）からなる第1のダークチャンネルマップを高解像度化する処理を行うことによって、複数の第2のダークチャンネル値（D3）からなる第2のダークチャンネルマップを生成するマップ高解像度化処理部（3）と、第2のダークチャンネルマップと縮小画像データ（D1）とを基に、補正画像データ（DOU）を生成するコントラスト補正部（4）とを備える。

明 細 書

発明の名称：

画像処理装置、画像処理方法、プログラム、これを記録した記録媒体、映像撮影装置、及び映像記録再生装置

技術分野

[0001] 本発明は、カメラ撮影によって生成された画像データに基づく入力画像（撮像画像）から、霞を除去する処理を行うことにより、霞の無い霞補正画像（霞フリー画像）の画像データ（補正画像データ）を生成する画像処理装置及び画像処理方法に関するものである。また、本発明は、前記画像処理装置又は画像処理方法が適用されたプログラム、これを記録する記録媒体、映像撮影装置、及び映像記録再生装置に関する。

背景技術

[0002] カメラ撮影によって得られた撮像画像の鮮明さを低下させる要因として、霞、霧、霏、雪、煙、スモッグ、及び粉塵を含むエアロゾルなどがある。本出願では、これらを総称して「霞（H a z e）」という。霞が存在する環境において被写体をカメラ撮影して得られた撮像画像（霞画像）では、霞の濃度が増すほどコントラストが低下して、被写体の判別性及び視認性が低下する。このような霞による画質低下を改善するため、霞画像から霞を除去して霞フリー画像の画像データ（補正画像データ）を生成する霞補正技術が提案されている。

[0003] このような霞補正技術では、撮像画像における透過度（t r a n s m i s s i o n）を推定し、推定された透過度に応じてコントラストを補正する方法が効果的である。例えば、非特許文献1は、コントラストを補正する方法として、ダークチャネルプライア（D a r k C h a n n e l P r i o r）に基づく方法を提案している。ダークチャネルプライアは、霞が存在しない屋外自然画像から得られた統計則である。ダークチャネルプライアは、空以外の屋外自然画像の局所領域の複数の色チャネル（赤チャネル、緑チャネ

ル、及び青チャネル、すなわち、Rチャネル、Gチャネル、及びBチャネル)における光強度を色チャネルごとに調べた場合、複数の色チャネルの内少なくとも1つの色チャネルの局所領域における光強度の最小値は、非常に小さい値(一般には、0に近い値)であるという法則である。また、複数の色チャネル(すなわち、Rチャネル、Gチャネル、及びBチャネル)の局所領域内における光強度の最小値(すなわち、Rチャネルの最小値、Gチャネルの最小値、及びBチャネルの最小値)のうちの、最も小さい値をダークチャネル(Dark Channel)又はダークチャネル値と言う。ダークチャネルプライアによれば、カメラ撮影によって生成された画像データから局所領域ごとのダークチャネル値を計算することで、撮像画像における画素ごと複数の透過度からなるマップ(透過度マップ)を推定することができる。そして、推定された透過度マップを用いて、撮像画像(例えば、霞画像)データから霞フリー画像の画像データとしての補正画像データを生成するための画像処理を行うことができる。

[0004] 非特許文献1に示されるように、撮像画像(例えば、霞画像)の生成モデルは、次式(1)で表される。

$$I(X) = J(X) \cdot t(X) + A \cdot (1 - t(X)) \quad \text{式(1)}$$

式(1)において、Xは画素位置であり、2次元の直交座標系における座標(x, y)で表現可能である。また、I(X)は撮像画像(例えば、霞画像)における画素位置Xの光強度である。J(X)は霞補正画像(霞フリー画像)の画素位置Xにおける光強度であり、t(X)は画素位置Xにおける透過度であり、 $0 < t(X) < 1$ である。また、Aは大気光パラメータであり、一定値(係数)である。

[0005] 式(1)からJ(X)を求めるためには、透過度t(X)及び大気光パラメータAを推定する必要がある。J(X)における、ある局所領域のダークチャネル値 $J_{\text{dark}}(X)$ は、次式(2)で表される。

[数1]

$$J_{\text{dark}}(X) = \min_{C \in \{R, G, B\}} (\min_{Y \in \Omega(X)} (J_C(Y))) \quad \text{式(2)}$$

式(2)において、 $\Omega(X)$ は、撮像画像内の画素位置 X を含む(例えば、画素位置 X を中心とする)局所領域である。 $J_C(Y)$ は、Rチャンネル、Gチャンネル、及びBチャンネルの霞補正画像の、局所領域 $\Omega(X)$ 内の画素位置 Y における光強度である。すなわち、 $J_R(Y)$ は、Rチャンネルの霞補正画像の局所領域 $\Omega(X)$ 内の画素位置 Y における光強度であり、 $J_G(Y)$ は、Gチャンネルの霞補正画像の局所領域 $\Omega(X)$ 内の画素位置 Y における光強度であり、 $J_B(Y)$ は、Bチャンネルの局所領域 $\Omega(X)$ 内の画素位置 Y における光強度である。 $\min(J_C(Y))$ は、局所領域 $\Omega(X)$ 内における $J_C(Y)$ の最小値である。 $\min(\min(J_C(Y)))$ は、Rチャンネルの $\min(J_R(Y))$ 、Gチャンネルの $\min(J_G(Y))$ 、及びBチャンネルの $\min(J_B(Y))$ の内の、最小値である。

[0006] ダークチャンネルプライアから、霞が存在しない画像である霞補正画像の局所領域 $\Omega(X)$ におけるダークチャンネル値 $J_{\text{dark}}(X)$ は、非常に低い値(0に近い値)であることが知られている。しかし、霞画像におけるダークチャンネル値 $J_{\text{dark}}(X)$ は、霞の濃度が高くなるほど大きい値である。したがって、複数のダークチャンネル値 $J_{\text{dark}}(X)$ からなるダークチャンネルマップを基に、撮像画像における複数の透過度 $t(X)$ からなる透過度マップを推定することができる。

[0007] 式(1)を変形すると、次式(3)が得られる。

[数2]

$$\frac{I_C(X)}{A_C} = \frac{J_C(X)}{A_C} \cdot t(X) + 1 - t(X) \quad \text{式(3)}$$

ここで、 $I_C(X)$ は、撮像画像におけるRチャンネル、Gチャンネル、及びBチャンネルの画素位置 X の光強度である。 $J_C(X)$ は、霞補正画像におけるRチャンネル、Gチャンネル、及びBチャンネルの画素位置 X の光強度である。 A_C は、Rチャンネル、Gチャンネル、及びBチャンネルの大気光パラメータ(各色チャンネルごとの一定値)である。

[0008] 式(3)から、次式(4)が得られる。

[数3]

$$\min_{C \in \{R,G,B\}} \left(\min_{Y \in \Omega(X)} \left(\frac{I_c(Y)}{A_c} \right) \right) = \min_{C \in \{R,G,B\}} \left(\min_{Y \in \Omega(X)} \left(\frac{J_c(Y)}{A_c} \right) \right) \cdot t(X) + 1 - t(X) \quad \text{式 (4)}$$

[0009] 式 (4) において、いずれかの色チャネルにおける $\min (J_c (Y))$ は 0 に近い値であるので、式 (4) の右辺第 1 項における

[数4]

$$\min_{C \in \{R,G,B\}} \left(\min_{Y \in \Omega(X)} \left(\frac{J_c(Y)}{A_c} \right) \right)$$

は、値 0 で近似することができる。このため、式 (4) は、次式 (5) のように表すことができる。

[数5]

$$\min_{C \in \{R,G,B\}} \left(\min_{Y \in \Omega(X)} \left(\frac{I_c(Y)}{A_c} \right) \right) = 1 - t(X) \quad \text{式 (5)}$$

[0010] 式 (5) から、 $(I_c (X) / A_c)$ を入力として、式 (5) の左辺の値、すなわち、ダークチャネル値 $J_{\text{dark}} (X)$ を求めることで、透過度 $t (X)$ を推定することができる。 $(I_c (X) / A_c)$ を入力として得られた透過度である補正透過度 $t' (X)$ のマップ (すなわち、補正透過度マップ) を基に、撮像画像データの光強度 $I (X)$ の補正を行うことができる。式 (1) の透過度 $t (X)$ を補正透過度 $t' (X)$ に置き換えることによって、次式 (6) が得られる。

[数6]

$$J(X) = \frac{I(X) - A}{t'(X)} + A \quad \text{式 (6)}$$

[0011] 式 (6) の右辺第 1 項の分母の最小値を、最低透過度を示す正の定数 t_0 とする場合には、式 (6) は次式 (7) で表される。

[数7]

$$J(X) = \frac{I(X) - A}{\max(t'(X), t_0)} + A \quad \text{式 (7)}$$

ここで、 $\max(t'(X), t_0)$ は、 $t'(X)$ 及び t_0 の内の大きい値である。

[0012] 図1(a)から(c)は、非特許文献1の霞補正技術を説明するための図である。図1(a)は、非特許文献1のFig. 9から引用された図に解説を付したものの、図1(c)は、図1(a)を基に画像処理を行ったものである。式(7)から、図1(a)に示されるような霞画像(撮像画像)から、図1(b)に示されるような透過度マップを推定し、図1(c)に示されるような補正画像を得ることができる。図1(b)において、色の濃い領域(暗い領域)ほど透過度が低い(0に近い)ことを示す。しかし、ダークチャンネル値 $J_{\text{dark}}(X)$ の計算時に設定される局所領域のサイズに応じて、ブロック効果が生じる。このブロック効果の影響は、図1(b)に示される透過度マップに現われ、図1(c)に示される霞フリー画像において、ハロー(halo)と称される境界線付近の白縁を生じさせる。

[0013] 非特許文献1が提案する技術では、ダークチャンネル値を、撮像画像である霞画像に最適化するために、マッチングモデルに基づく高解像度化(ここではエッジが、より入力画像と一致することを高解像度化と定義する)処理を行っている。

[0014] また、非特許文献2が提案する技術では、ダークチャンネル値を高解像度化するため、霞画像をガイド画像としてダークチャンネル値にエッジ保存平滑化処理を行うガイドドフィルタ(Guided Filter)を提案している。

[0015] また、特許文献1が提案する技術では、通常の局所領域のサイズの大きい(疎な)ダークチャンネル値を変化領域と不変領域に分割し、変化領域と不変領域に応じてダークチャンネルを求める際の局所領域のサイズを小さくした(密な)ダークチャンネルを生成して、疎なダークチャンネルと合成することで高解像度な透過度マップを推定している。

先行技術文献

非特許文献

[0016] 非特許文献1: Kaiping He, Jian Sun, 及びXiaoou Tang著、 “Single Image Haze Removal Using Dark Channel Prior”、 2009年、 IEEE 第1956-1963頁

非特許文献2: Kaiping He, Jian Sun, 及びXiaoou Tang著、 “Guided Image Filtering”、 ECCV 2010

特許文献

[0017] 特許文献1: 特開2013-156983号公報 (第11-12頁)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0018] しかしながら、非特許文献1におけるダークチャンネル値の推定法では、霞画像の各色チャンネルの各画素に対して局所領域を設定し、設定された局所領域の各々の最小値を求める必要がある。また、局所領域のサイズは、ノイズ耐性を考慮し一定サイズ以上にする必要がある。このため、非特許文献1におけるダークチャンネル値の推定法では演算量が大きくなるという問題がある。

[0019] また、非特許文献2におけるガイドドフィルタは、画素ごとにウィンドウを設定し、フィルタ処理の対象画像とガイド画像についてウィンドウごとに線形モデルを解く演算が必要であるため、演算量が多くなるという問題がある。

[0020] また、特許文献1は、ダークチャンネルを変化領域と不変領域に分割する処理を行うために、複数のフレームの画像データを保持することができるフレームメモリが必要であり、大容量のフレームメモリが必要になるという問題がある。

[0021] 本発明は、上記従来技術の課題を解決するためになされたものであり、その目的は、少ない演算量で且つ大容量のフレームメモリを必要とせず、入力画像から高品質な霞フリー画像を得ることができる画像処理装置及び画像処

理方法を提供することにある。また、本発明の目的は、前記画像処理装置又は画像処理方法が適用されたプログラム、これを記録する記録媒体、映像撮影装置、及び映像記録再生装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0022] 本発明の一態様による画像処理装置は、入力画像データに縮小処理を施すことによって、縮小画像データを生成する縮小処理部と、前記縮小画像データに基づく縮小画像における注目画素を含む局所領域においてダークチャンネル値を求める計算を、前記局所領域の位置を変えて前記縮小画像の全域について行い、前記計算によって得られた複数のダークチャンネル値を複数の第1のダークチャンネル値として出力するダークチャンネル計算部と、前記複数の第1のダークチャンネル値からなる第1のダークチャンネルマップを、前記縮小画像をガイド画像として高解像度化する処理を行うことによって、複数の第2のダークチャンネル値からなる第2のダークチャンネルマップを生成するマップ高解像度化処理部と、前記第2のダークチャンネルマップと前記縮小画像データとを基に、前記入力画像データのコントラストを補正する処理を行うことによって、補正画像データを生成するコントラスト補正部と、を備えることを特徴とする。

[0023] また、本発明の他の態様による画像処理装置は、入力画像データに縮小処理を施すことによって、縮小画像データを生成する縮小処理部と、前記縮小画像データに基づく縮小画像における注目画素を含む局所領域においてダークチャンネル値を求める計算を、前記局所領域の位置を変えて前記縮小画像の全域について行い、前記計算によって得られた複数のダークチャンネル値を複数の第1のダークチャンネル値として出力するダークチャンネル計算部と、前記複数の第1のダークチャンネル値からなる第1のダークチャンネルマップを基に、前記入力画像データのコントラストを補正する処理を行うことによって、補正画像データを生成するコントラスト補正部と、を備えることを特徴とする。

[0024] 本発明の一態様による画像処理方法は、入力画像データに縮小処理を施す

ことによって、縮小画像データを生成する縮小ステップと、前記縮小画像データに基づく縮小画像における注目画素を含む局所領域においてダークチャンネル値を求める計算を、前記局所領域の位置を変えて前記縮小画像の全域について行い、前記計算によって得られた複数のダークチャンネル値を複数の第1のダークチャンネル値として出力する計算ステップと、前記複数の第1のダークチャンネル値からなる第1のダークチャンネルマップを、前記縮小画像をガイド画像として高解像度化する処理を行うことによって、複数の第2のダークチャンネル値からなる第2のダークチャンネルマップを生成するマップ高解像度化ステップと、前記第2のダークチャンネルマップと前記縮小画像データとを基に、前記入力画像データのコントラストを補正する処理を行うことによって、補正画像データを生成する補正ステップと、を備えることを特徴とする。

[0025] また、本発明の他の態様による画像処理方法は、入力画像データに縮小処理を施すことによって、縮小画像データを生成する縮小ステップと、前記縮小画像データに基づく縮小画像における注目画素を含む局所領域においてダークチャンネル値を求める計算を、前記局所領域の位置を変えて前記縮小画像の全域について行い、前記計算によって得られた複数のダークチャンネル値を複数の第1のダークチャンネル値として出力する計算ステップと、前記複数の第1のダークチャンネル値からなる第1のダークチャンネルマップを基に、前記入力画像データのコントラストを補正する処理を行うことによって、補正画像データを生成する補正ステップと、を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0026] 本発明によれば、カメラ撮影によって生成された画像データに基づく撮像画像から、霞を除去する処理を行うことにより、霞の無い霞フリー画像の画像データとしての補正画像データを生成することができる。

[0027] また、本発明によれば、演算量の大きいダークチャンネル値の計算を、撮像画像データそのものに対して行うのではなく、縮小画像データに対して行うので、演算量を削減することができる。このため、本発明は、霞によって視

認性の低下した画像から霞を除去する処理をリアルタイムに行う装置に好適である。

[0028] また、本発明によれば、複数のフレームの画像データを比較する処理を行わず、また、縮小画像データに対してダークチャンネル値の計算を行うので、フレームメモリに要求される記憶容量を小さくすることができる。

図面の簡単な説明

[0029] [図1] (a) から (c) は、ダークチャンネルプライアによる霞補正技術を示す図である。

[図2]本発明の実施の形態1に係る画像処理装置の構成を概略的に示すブロック図である。

[図3] (a) は、撮像画像データからダークチャンネル値を計算する方法（比較例）を概念的に示す図であり、(b) は、縮小画像データから第1のダークチャンネル値を計算する方法（実施の形態1）を概念的に示す図である。

[図4] (a) は、比較例のガイドドフィルタの処理を概念的に示す図であり、(b) は、実施の形態1に係る画像処理装置のマップ高解像度化処理部が行う処理を概念的に示す図である。

[図5]本発明の実施の形態2に係る画像処理装置の構成を概略的に示すブロック図である。

[図6]本発明の実施の形態3に係る画像処理装置の構成を概略的に示すブロック図である。

[図7]本発明の実施の形態4に係る画像処理装置のコントラスト補正部の構成を概略的に示すブロック図である。

[図8] (a) 及び (b) は、図7の大気光推定部が行う処理を概念的に示す図である。

[図9]本発明の実施の形態5に係る画像処理装置の構成を概略的に示すブロック図である。

[図10]図9のコントラスト補正部の構成を概略的に示すブロック図である。

[図11]本発明の実施の形態6に係る画像処理装置の構成を概略的に示すブロ

ック図である。

[図12]図11のコントラスト補正部の構成を概略的に示すブロック図である。

[図13]本発明の実施の形態7に係る画像処理方法を示すフローチャートである。

[図14]本発明の実施の形態8に係る画像処理方法を示すフローチャートである。

[図15]本発明の実施の形態9に係る画像処理方法を示すフローチャートである。

[図16]本発明の実施の形態10に係る画像処理方法におけるコントラスト補正ステップを示すフローチャートである。

[図17]本発明の実施の形態11に係る画像処理方法を示すフローチャートである。

[図18]実施の形態11に係る画像処理方法におけるコントラスト補正ステップを示すフローチャートである。

[図19]本発明の実施の形態12に係る画像処理方法におけるコントラスト補正ステップを示すフローチャートである。

[図20]本発明の実施の形態13に係る画像処理装置を示すハードウェア構成図である。

[図21]本発明の実施の形態1から6及び13に係る画像処理装置が画像処理部として適用された映像撮影装置の構成を概略的に示すブロック図である。

[図22]本発明の実施の形態1から6及び13に係る画像処理装置が画像処理部として適用された映像記録再生装置の構成を概略的に示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0030] 《1》実施の形態1.

図2は、本発明の実施の形態1に係る画像処理装置100の構成を概略的に示すブロック図である。実施の形態1に係る画像処理装置100は、例え

ば、カメラ撮影によって生成された入力画像データD I Nに基づく入力画像（撮像画像）である霞画像から、霞を除去する処理を行うことにより、霞の無い画像（霞フリー画像）の画像データとしての補正画像データD O U Tを生成する。また、画像処理装置100は、後述する実施の形態7（図13）に係る画像処理方法を実施することができる装置である。

[0031] 図2に示されるように、実施の形態1に係る画像処理装置100は、入力画像データD I Nに縮小処理を施すことによって、縮小画像データD 1を生成する縮小処理部1と、縮小画像データD 1に基づく縮小画像における注目画素を含む局所領域（後述の図3（b）に示される、 $k \times k$ 画素の領域）においてダークチャネル値を求める計算を、注目画素の位置を変えて（すなわち、局所領域の位置を変えて）縮小画像の全域について行い、前記計算によって得られた複数のダークチャネル値を複数の第1のダークチャネル値（縮小ダークチャネル値）D 2として出力するダークチャネル計算部2とを備える。また、画像処理装置100は、複数の第1のダークチャネル値D 2からなる第1のダークチャネルマップを、縮小画像データD 1に基づく縮小画像をガイド画像として高解像度化する処理を行うことによって、複数の第2のダークチャネル値D 3からなる第2のダークチャネルマップを生成するマップ高解像度化処理部（ダークチャネルマップ処理部）3を備える。さらに、画像処理装置100は、第2のダークチャネルマップと縮小画像データD 1とを基に、入力画像データD I Nのコントラストを補正する処理を行うことによって、補正画像データD O U Tを生成するコントラスト補正部4を備える。画像処理装置100は、演算量及びフレームメモリを多く必要とするダークチャネル計算及びダークチャネルの高解像度化処理の処理負荷を低減するため、入力画像データ及びダークチャネルマップのサイズを縮小することで、コントラスト補正効果を維持しつつも、演算量と必要なフレームメモリの記憶容量の削減を実現することができる。

[0032] 次に、画像処理装置100の機能をより詳細に説明する。縮小処理部1は、入力画像データD I Nに基づく画像（入力画像）のサイズを、 $1/N$ 倍（

Nは1より大きい値)の縮小率で縮小するために、入力画像データD1Nに縮小処理を施す。この縮小処理によって、入力画像データD1Nから縮小画像データD1が生成される。縮小処理部1による縮小処理は、例えば、入力画像データD1Nに基づく画像における画素の間引き処理である。また、縮小処理部1による縮小処理は、入力画像データD1Nに基づく画像における複数の画素を平均化して縮小処理後の画素を生成する処理(例えば、バイリニア法による処理及びバイキュービック法による処理など)であってもよい。ただし、縮小処理部1による縮小処理の方法は、上記例に限定されない。

[0033] ダークチャンネル計算部2は、縮小画像データD1に基づく縮小画像における注目画素を含む局所領域において第1のダークチャンネル値D2を求める計算を、縮小画像内で局所領域の位置を変えて、縮小画像の全域について行う。ダークチャンネル計算部2は、第1のダークチャンネル値D2を求める計算によって得られた複数の第1のダークチャンネル値D2を出力する。局所領域は、縮小画像データD1に基づく縮小画像の、ある1点である注目画素を含む $k \times k$ 画素(k 行 k 列の画素であり、 k は2以上の整数である。)の領域を注目画素の局所領域とする。ただし、局所領域の行数と列数は互いに異なる数であってもよい。また、注目画素は、局所領域の中心画素であってもよい。

[0034] より具体的に説明すると、ダークチャンネル計算部2は、R、G、Bの各色チャンネルについて、局所領域において最小の画素値(最小画素値)を求める。次に、ダークチャンネル計算部2は、同じ局所領域において、Rチャンネルの最小画素値、Gチャンネルの最小画素値、及びBチャンネルの最小画素値の内の最も小さい値の画素値(全色チャンネルの内の最小画素値)である第1のダークチャンネル値D2を求める。ダークチャンネル計算部2は、局所領域を移動させて、縮小画像の全域についての複数の第1のダークチャンネル値D2を求める。ダークチャンネル計算部2の処理内容は、上記式(2)に示される処理と同じである。ただし、第1のダークチャンネル値D2は、式(2)の左辺である $J_{\text{dark}}(X)$ であり、局所領域は、全色チャンネルの内の最小画素値は、式

(2) の右辺である。

[0035] 図3 (a) は、比較例のダークチャネル値の計算方法を概念的に示す図であり、図3 (b) は、実施の形態1に係る画像処理装置100のダークチャネル計算部2による第1のダークチャネル値D2の計算方法を概念的に示す図である。非特許文献1及び2に記載されている方法(比較例)では、図3 (a) 上段に示されるように、縮小処理を受けていない入力画像データD1Nにおける $L \times L$ 画素(L は2以上の整数)の局所領域におけるダークチャネル値を計算する処理を、局所領域を移動させて繰り返すことによって、図3 (a) 下段に示されるように、複数のダークチャネル値からなるダークチャネルマップを生成する。これに対し、実施の形態1に係る画像処理装置100のダークチャネル計算部2は、図3 (b) 上段に示されるように、縮小処理部1で生成された縮小画像データD1に基づく縮小画像における注目画素を含む $k \times k$ 画素の局所領域において第1のダークチャネル値D2を求める計算を、局所領域の位置を変えて縮小画像の全域について行い、図3 (b) 下段に示されるように、第1のダークチャネル値D2を求める計算によって得られた複数の第1のダークチャネル値D2からなる第1のダークチャネルマップとして出力する。

[0036] 実施の形態1においては、図3 (b) 上段に示される縮小画像データD1に基づく縮小画像における局所領域(例えば、 $k \times k$ 画素)のサイズ(行数及び列数)を設定する際に、図3 (a) 上段に示される入力画像データD1Nに基づく画像における局所領域(例えば、 $L \times L$ 画素)のサイズを考慮する。例えば、図3 (b) における1画面に対する局所領域の比率(視野角の比率)が、図3 (a) における1画面に対する局所領域の比率(視野角の比率)に概ね等しくなるように、縮小画像データD1に基づく縮小画像における局所領域(例えば、 $k \times k$ 画素)のサイズ(行数及び列数)を設定する。このため、図3 (b) に示される $k \times k$ 画素の局所領域のサイズは、図3 (a) に示される $L \times L$ 画素の局所領域のサイズより小さい。このように、実施の形態1においては、図3 (b) に示されるように、第1のダークチャネ

ル値 D_2 の計算に用いる局所領域のサイズが、図 3 (a) に示される比較例の場合に比べて小さいので、縮小画像データ D_1 に基づく縮小画像の 1 つの注目画素当たりのダークチャネル値の計算のための演算量を削減することができる。

[0037] 図 3 (a) に示される比較例における局所領域のサイズ $L \times L$ 画素として、入力画像データ D_1 を $1/N$ 倍に縮小した縮小画像データ D_1 に基づく縮小画像の局所領域のサイズを $k \times k$ ($k = L/N$) と設定した場合 (図 3 (b) の場合)、ダークチャネル計算部 2 に要求される演算量は、画像サイズの縮小率 (長さの縮小率) の 2 乗、すなわち、 $(1/N)^2$ 倍と、1 つの注目画素当たりの局所領域のサイズの縮小率の 2 乗、すなわち、 $(1/N)^2$ 倍とを、乗算することによって得られる。したがって、実施の形態 1 の場合には、比較例に比べて、最大で $(1/N)^4$ 倍に演算量を低下させることが可能である。また、実施の形態 1 においては、第 1 のダークチャネル値 D_2 の計算に要求されるフレームメモリの記憶容量を、比較例において要求される記憶容量の、 $(1/N)^2$ 倍に削減することが可能である。

[0038] ただし、局所領域のサイズの縮小率は、必ずしも、縮小処理部 1 における画像の縮小率 $1/N$ と同じである必要はない。例えば、局所領域の縮小率を、画像の縮小率である $1/N$ よりも大きい値としてもよい。すなわち、局所領域の縮小率を $1/N$ よりも大きくして、局所領域の視野角を広げることで、ダークチャネル計算のノイズに対するロバスト (robust) 性を向上させることが可能である。特に、局所領域の縮小率を $1/N$ より大きな値に設定した場合には、局所領域のサイズが大きくなり、ダークチャネル値の推定精度、その結果、霞濃度の推定精度を高めることができる。

[0039] マップ高解像度化処理部 3 は、複数の第 1 のダークチャネル値 D_2 からなる第 1 のダークチャネルマップを、縮小画像データ D_1 に基づく縮小画像をガイド画像として高解像度化する処理を行うことによって、複数の第 2 のダークチャネル値 D_3 からなる第 2 のダークチャネルマップを生成する。マップ高解像度化処理部 3 によって行われる高解像度化処理は、例えば、ジョイ

ントバイラテラルフィルタ (Joint Bilateral Filter) による処理及びガイドフィルタによる処理などである。ただし、マップ高解像度化処理部3によって行われる高解像度化処理は、これらに限定されない。

[0040] ジョイントバイラテラルフィルタ及びガイドフィルタは、補正対象画像 p (霞画像とノイズとからなる入力画像) から補正画像 (補正後画像) q を求める際に、補正対象画像 p とは、別の画像をガイド画像 H_h として用いるフィルタリングを行う。ジョイントバイラテラルフィルタは、ノイズの含まれていない画像 H から平滑化の重み係数を決定するため、バイラテラルフィルタ (Bilateral Filter) よりも高精度にエッジを保存しつつ、ノイズを除去することが可能である。

[0041] マップ高解像度化処理部3でガイドフィルタを使用した場合の処理例を以下に説明する。ガイドフィルタの特徴は、ガイド画像 H_h と補正画像 q の線形関係を仮定することにより演算量を大幅に削減することである。ここで、小文字の h は、画素位置を示す。

[0042] 補正対象画像 (霞画像 q_h とノイズ n_h とからなる入力画像) p_h からノイズ成分 n_h を除去することによって、霞画像 (補正画像) q_h を得ることができる。これは、次式 (8) で表すことができる。

$$q_h = p_h - n_h \quad \text{式 (8)}$$

また、補正画像 q_h は、ガイド画像 H_h の一次関数とし、次式 (9) のように表すことができる。

$$q_h = a \times H_h + b \quad \text{式 (9)}$$

[0043] 次式 (10) における行列 a , b を求めることによって、補正画像 q_h を得ることができる。

[数8]

$$\min_{(a,b)} \sum_{(x,y)} (a * H(x,y) + b - p(x,y))^2 + \epsilon * a^2 \quad \text{式 (10)}$$

ここで、 ϵ は、正則化定数であり、 $H(x, y)$ は H_h であり、 $p(x, y)$

)は p_n である。また、式(10)は、公知の式である。

[0044] 座標 (x, y) のある注目画素における補正画像の画素値を求めるためには、注目画素を含む(注目画素の周辺の) $s \times s$ 画素(s は2以上の整数)を局所領域として設定し、補正対象画像 $p(x, y)$ とガイド画像 $H(x, y)$ のそれぞれの局所領域から、行列 a, b の値を求める必要がある。すなわち、補正対象画像 $p(x, y)$ の注目画素1画素に対して、 $s \times s$ 画素のサイズの演算が必要となる。

[0045] 図4(a)は、比較例としての非特許文献2に示されるガイドドフィルタの処理を概念的に示す図であり、図4(b)は、実施の形態1に係る画像処理装置のマップ高解像度化処理部3が行う処理を概念的に示す図である。図4(a)では、注目画素の近傍 $s \times s$ 画素(s は2以上の整数)を局所領域として、式(7)に基づき第2のダークチャネル値 D_3 の注目画素の画素値を算出する。これに対して、図4(b)である実施の形態1では、第1のダークチャネル値 D_2 にて局所領域のサイズ(行数及び列数)を設定する際に、図4(a)に示される入力画像データ D_{IN} に基づく画像における局所領域(例えば、 $s \times s$ 画素)のサイズを考慮する。例えば、図4(b)における1画面に対する局所領域の比率(視野角の比率)が、図4(a)における1画面に対する局所領域の比率(視野角の比率)に概ね等しくなるように、縮小画像データ D_1 に基づく縮小画像における局所領域(例えば、 $t \times t$ 画素)のサイズ(行数及び列数)を設定する。このため、図4(b)に示される $t \times t$ 画素の局所領域のサイズは、図4(a)に示される $s \times s$ 画素の局所領域のサイズより小さい。このように、実施の形態1においては、図4(b)に示されるように、第1のダークチャネル値 D_2 の計算に用いる局所領域のサイズが、図4(a)に示される比較例の場合に比べて小さいので、縮小画像データ D_1 に基づく縮小画像の1つの注目画素当たりの第1のダークチャネル値 D_2 の計算のための演算量及び第2のダークチャネル値 D_3 の計算のための演算量(1画素当たりの演算量)を削減することができる。

[0046] 仮に、図4(a)の比較例においてダークチャネルマップのある注目画素

の局所領域のサイズを $s \times s$ 画素とし、図4 (b) の実施の形態1において入力画像データ D_{IN} に対して $1/N$ 倍のスケールの第1のダークチャネル値 D_2 のある注目画素の局所領域のサイズを $t \times t$ 画素 ($t = s/N$) と設定した場合を検討する。この場合には、マップ高解像度化処理部3に要求される演算量は、画像の縮小率である $1/N$ の2乗である $(1/N)^2$ 倍と、注目画素1画素あたりの局所領域の縮小率である $1/N$ の2乗である $(1/N)^2$ 倍とを、合わせた縮小率であり、最大 $(1/N)^4$ 倍に削減することが可能となる。また、画像処理装置100が備えるべきフレームメモリの記憶容量も $(1/N)^2$ 倍に削減することが可能となる。

[0047] 次に、コントラスト補正部4は、複数の第2のダークチャネル値 D_3 からなる第2のダークチャネルマップと縮小画像データ D_1 とを基に、入力画像データ D_{IN} のコントラストを補正する処理を行うことによって、補正画像データ D_{OUT} を生成する。

[0048] 図4 (b) に示されるように、コントラスト補正部4において第2のダークチャネル値 D_3 からなる第2のダークチャネルマップは高解像度であるが、そのスケールは、入力画像データ D_{IN} と比較して長さが $1/N$ 倍に縮小された状態である。そのため、コントラスト補正部4内で第2のダークチャネル値 D_3 からなる第2のダークチャネルマップを拡大（例えば、バイリニア法により拡大）するなどの処理を行うことが望ましい。

[0049] 以上に説明したように、実施の形態1に係る画像処理装置100によれば、入力画像データ D_{IN} に基づく画像から、霞を除去する処理を行うことにより、霞の無い霞フリー画像の画像データとしての補正画像データ D_{OUT} を生成することができる。

[0050] また、実施の形態1に係る画像処理装置100によれば、演算量の大きいダークチャネル値の計算を、入力画像データ D_{IN} そのものに対して行うのではなく、縮小画像データ D_1 に対して行うので、第1のダークチャネル値 D_2 の計算のための演算量を削減することができる。このように演算量が削減されているので、実施の形態1に係る画像処理装置100は、霞によって

視認性の低下した画像から霞を除去する処理をリアルタイムに行う装置に好適である。なお、実施の形態1においては、縮小処理により演算が追加されているが、追加された演算による演算量の増加は、第1のダークチャンネル値D2の計算における演算量の削減に比べて、非常に小さい。また、実施の形態1においては、削減する演算量を優先して演算量の削減効果の高い間引き縮小を選択するか、又は、画像内の含有ノイズに対する耐性を優先して耐性の高いバイリニア法による縮小処理を行うかを選択するように構成することができる。

[0051] また、実施の形態1に係る画像処理装置100によれば、縮小処理を画像全体で行なうのではなく、画像全体を分割した局所領域ごとに縮小処理を逐次的に行なうことで、縮小処理部の後段のダークチャンネル計算部、マップ高解像度化処理部、コントラスト補正部も局所領域ごとの処理又は画素ごとの処理が可能であることから、処理全体で必要なメモリを削減することができる。

[0052] 《2》実施の形態2.

図5は、本発明の実施の形態2に係る画像処理装置100bの構成を概略的に示すブロック図である。図5において、図2（実施の形態1）に示される構成要素と同一又は対応する構成要素には、図2における符号と同じ符号を付す。実施の形態2に係る画像処理装置100bは、縮小率生成部5をさらに備える点、及び、縮小処理部1が縮小率生成部5によって生成された縮小率 $1/N$ を用いて縮小処理を行う点が、実施の形態1に係る画像処理装置100と相違する。また、画像処理装置100bは、後述する実施の形態8に係る画像処理方法を実施することができる装置である。

[0053] 縮小率生成部5は、入力画像データD1Nの解析を行い、この解析によって得られた特徴量を基に、縮小処理部1で行う縮小処理の縮小率 $1/N$ を決定し、決定された縮小率 $1/N$ を示す縮小率制御信号D5を縮小処理部1に出力する。入力画像データD1Nの特徴量は、例えば、入力画像データD1Nにハイパスフィルター処理を施すことによって得られる、入力画像データ

D I Nの高周波成分の量（例えば、高周波成分の量の平均値）である。実施の形態2において、縮小率生成部5は、例えば、入力画像データD I Nの特徴量が少ないほど、縮小率制御信号D 5の分母Nを大きく設定する。これは、特徴量が小さいほど、画像の高周波成分が少ないため、縮小率の分母Nを大きくしても適切なダークチャネルマップを生成することができ、また、演算量の削減効果が大きいからである。また、特徴量が大きいときに縮小率の分母Nを大きくすると、精度の高い適切なダークチャネルマップを生成することができなくなるからである。

[0054] 以上に説明したように、実施の形態2に係る画像処理装置100bによれば、入力画像データD I Nに基づく画像から、霞を除去する処理を行うことにより、霞フリー画像の画像データとしての補正画像データD O U Tを生成することができる。

[0055] また、実施の形態2に係る画像処理装置100bによれば、縮小処理部1は、入力画像データD I Nの特徴量に応じて設定された適切な縮小率 $1/N$ で縮小処理を行うことができる。このため、実施の形態2に係る画像処理装置100bによれば、ダークチャネル計算部2及びマップ高解像度化処理部3における演算量の削減を適切に行うことができ、また、ダークチャネル計算及びマップ高解像度化処理に用いられるフレームメモリの記憶容量を適切に削減することができる。

[0056] なお、上記以外の点については、実施の形態2は、実施の形態1と同じである。

[0057] 《3》実施の形態3.

図6は、本発明の実施の形態3に係る画像処理装置100cの構成を概略的に示すブロック図である。図6において、図5（実施の形態2）に示される構成要素と同一又は対応する構成要素には、図5における符号と同じ符号を付す。実施の形態3に係る画像処理装置100cは、縮小率生成部5cの出力が縮小処理部1だけでなくダークチャネル計算部2にも与えられている点、及び、ダークチャネル計算部2の計算処理が、実施の形態2に係る画像

処理装置100bと相違する。また、画像処理装置100cは、後述する実施の形態9に係る画像処理方法を実施することができる装置である。

[0058] 縮小率生成部5cは、入力画像データDINの解析を行い、この解析によって得られた特徴量を基に、縮小処理部1で行う縮小処理の縮小率 $1/N$ を決定し、決定された縮小率 $1/N$ を示す縮小率制御信号D5を縮小処理部1とダークチャネル計算部2とに出力する。入力画像データDINの特徴量は、例えば、入力画像データDINにハイパスフィルター処理を施すことによって得られる、入力画像データDINの高周波成分の量（例えば、平均値）である。縮小処理部1は、縮小率生成部5cによって生成された縮小率 $1/N$ を用いて縮小処理を行う。実施の形態3において、縮小率生成部5cは、例えば、入力画像データDINの特徴量が少ないほど、縮小率制御信号D5の分母Nを大きく設定する。また、ダークチャネル計算部2は、縮小率生成部5cによって生成された縮小率 $1/N$ を基に、第1のダークチャネル値D2を求める計算における局所領域のサイズを決定する。例えば、縮小率が1である場合の局所領域のサイズが $L \times L$ 画素であるとする、入力画像データDINを $1/N$ 倍に縮小した縮小画像データD1に基づく縮小画像の局所領域のサイズは $k \times k$ 画素（ $k = L/N$ ）と設定する。これは、特徴量が少ないほど、画像の高周波成分が少ないため、縮小率の分母を大きくしても適切なダークチャネル値を算出することができ、また、演算量の削減効果が大きいからである。

[0059] 以上に説明したように、実施の形態3に係る画像処理装置100cによれば、入力画像データDINに基づく画像から、霞を除去する処理を行うことにより、霞フリー画像の画像データとしての補正画像データDOUTを生成することができる。

[0060] また、実施の形態3に係る画像処理装置100cによれば、縮小処理部1は、入力画像データDINの特徴量に応じて設定された適切な縮小率 $1/N$ で縮小処理を行うことができる。このため、実施の形態3に係る画像処理装置100cによれば、ダークチャネル計算部2及びマップ高解像度化処理部

3における演算量の削減を適切に行うことができ、また、ダークチャンネル計算及びマップ高解像度化処理に用いられるフレームメモリの記憶容量を適切に削減することができる。

[0061] なお、上記以外の点については、実施の形態3は、実施の形態2と同じである。

[0062] 《4》実施の形態4.

図7は、本発明の実施の形態4に係る画像処理装置におけるコントラスト補正部4の構成の一例を示す図である。実施の形態4に係る画像処理装置におけるコントラスト補正部4は、実施の形態1から3のいずれかのコントラスト補正部として適用可能である。また、実施の形態4に係る画像処理装置は、後述する実施の形態10に係る画像処理方法を実施することができる装置である。なお、実施の形態4の説明に際しては、図2をも参照する。

[0063] 図7に示されるように、コントラスト補正部4は、縮小処理部1から出力された縮小画像データD1とマップ高解像度化処理部3で生成された第2のダークチャンネル値D3とを基に、縮小画像データD1における大気光成分D41を推定する大気光推定部41と、大気光成分D41と第2のダークチャンネル値D3とを基に、縮小画像データD1に基づく縮小画像における透過度マップD42を生成する透過度推定部42とを有する。また、コントラスト補正部4は、透過度マップD42を拡大する処理を行うことによって、拡大透過度マップD43を生成する透過度マップ拡大部43と、拡大透過度マップD43と大気光成分D41とを基に、入力画像データDINに霞補正処理を施すことによって、補正画像データDOU Tを生成する霞除去部44とを有する。

[0064] 大気光推定部41は、縮小画像データD1と第2のダークチャンネル値D3とを基に、入力画像データDINにおける大気光成分D41を推定する。大気光成分D41は、縮小画像データD1において最も霞が濃い領域から推定可能である。ダークチャンネル値は、霞の濃度が高いほど増加するため、大気光成分D41は、第2のダークチャンネル値（高解像度ダークチャンネル値）D

3が最も高い値を有する領域における縮小画像データD1の各色チャンネルの値によって定義することができる。

[0065] 図8(a)及び(b)は、図7の大気光推定部41が行う処理を概念的に示す図である。図8(a)は、非特許文献1のFig. 5から引用された図に解説を付したものの、図8(b)は、図8(a)を基に画像処理を行ったものである。まず、図8(b)に示されるように、第2のダークチャンネル値D3からなる第2のダークチャンネルマップから、ダークチャンネル値が最大となる画素を任意の数だけ抽出し、抽出された画素を含む領域をダークチャンネル値の最大領域と設定する。次に、図8(a)に示されるように、縮小画像データD1からダークチャンネル値の最大領域に対応する領域の画素値を抽出し、R、G、Bの色チャンネルごとに平均値を算出することによって、R、G、Bの各色チャンネルの大気光成分D41を生成する。

[0066] 透過度推定部42は、大気光成分D41と第2のダークチャンネル値D3とを用いて透過度マップD42を推定する。

[0067] 式(5)において、大気光成分D41の各色チャンネルの成分 A_C が同様の値(略同じ値)を示す場合には、R、G、Bの各色チャンネルの大気光成分 A_R 、 A_G 、 A_B は、 $A_R \doteq A_G \doteq A_B$ であるから、式(5)の左辺を、次式(11)のように表すことができる。

[数9]

$$\min_{C \in \{R, G, B\}} \left(\min_{Y \in \Omega(X)} \left(\frac{I_C(Y)}{A_C} \right) \right) \doteq \frac{\min_{C \in \{R, G, B\}} \left(\min_{Y \in \Omega(X)} (I_C(Y)) \right)}{A_C} \quad \text{式(11)}$$

[0068] したがって、式(5)は、次式(12)のように表すことができる。

[数10]

$$\frac{\min_{C \in \{R, G, B\}} \left(\min_{Y \in \Omega(X)} (I_C(Y)) \right)}{A_C} = 1 - t(X) \quad \text{式(12)}$$

[0069] 式(12)は、第2のダークチャンネル値D3と大気光成分D41とから、複数の透過度 $t(X)$ からなる透過度マップD42を推定可能であることを示している。

- [0070] なお、実施の形態4においては、透過度推定部42における計算を省略するために、大気光成分D41の各色チャンネルの成分が同様の値を示すと仮定した場合を説明したが、透過度推定部42は、R、G、Bの各色チャンネルについて I_c/A_c を計算して、R、G、Bの各色チャンネルについてのダークチャンネル値を求め、求められたダークチャンネル値を基に、透過度マップを生成してもよい。このような構成は、後述の実施の形態5及び6で説明する。
- [0071] 透過度マップ拡大部43は、透過度マップD42を縮小処理部1の縮小率 $1/N$ に応じて拡大（例えば、拡大率Nで拡大）し、拡大透過度マップD43を出力する。拡大処理は、例えば、バイリニア法による処理及びバイキュービック法による処理である。
- [0072] 霞除去部44は、拡大透過度マップD43を用いて入力画像データDINに対して霞を除去する補正処理（霞除去処理）を行うことによって、補正画像データDOUTを生成する。
- [0073] 式（7）において入力画像データDINを $I(X)$ 、大気光成分D41をA、拡大透過度マップD43を $t'(X)$ とすることで、補正画像データDOUTである $J(X)$ を求めることができる。
- [0074] 以上に説明したように、実施の形態4に係る画像処理装置によれば、入力画像データDINに基づく画像から、霞を除去する処理を行うことにより、霞フリー画像の画像データとしての補正画像データDOUTを生成することができる。
- [0075] また、実施の形態4に係る画像処理装置によれば、ダークチャンネル計算部2及びマップ高解像度化処理部3における演算量の削減を適切に行うことができ、また、ダークチャンネル計算及びマップ高解像度化処理に用いられるフレームメモリの記憶容量を適切に削減することができる。
- [0076] また、実施の形態4に係る画像処理装置によれば、大気光成分D41のR、G、Bの各色チャンネルの成分が同じ値を有すると仮定することで、R、G、Bの各色チャンネルについてのダークチャンネル値の計算を省略することができる、演算量を削減することができる。

[0077] なお、上記以外の点については、実施の形態4は、実施の形態1と同じである。

[0078] 《5》実施の形態5.

図9は、本発明の実施の形態5に係る画像処理装置100dの構成を概略的に示すブロック図である。図9において、図2（実施の形態1）に示される構成要素と同一又は対応する構成要素には、図2における符号と同じ符号を付す。実施の形態5に係る画像処理装置100dは、マップ高解像度化処理部3を有していない点、及び、コントラスト補正部4dの構成及び機能の点において、実施の形態1に係る画像処理装置100と異なる。また、実施の形態5に係る画像処理装置100dは、後述する実施の形態11に係る画像処理方法を実施することができる装置である。なお、実施の形態5に係る画像処理装置100dは、実施の形態2における縮小率生成部5又は実施の形態3における縮小率生成部5cを備えてもよい。

[0079] 図9に示されるように、実施の形態5に係る画像処理装置100dは、入力画像データDINに縮小処理を施すことによって、縮小画像データD1を生成する縮小処理部1と、縮小画像データD1に基づく縮小画像における注目画素を含む局所領域においてダークチャネル値D2を求める計算を、局所領域の位置を変えて縮小画像の全域について行い、前記計算によって得られた複数のダークチャネル値を複数の第1のダークチャネル値D2からなる第1のダークチャネルマップとして出力するダークチャネル計算部2とを備える。また、画像処理装置100dは、第1のダークチャネルマップと縮小画像データD1とを基に、入力画像データDINのコントラストを補正する処理を行うことによって、補正画像データDOU Tを生成するコントラスト補正部4dを備える。

[0080] 図10は、図9のコントラスト補正部4dの構成を概略的に示すブロック図である。図10に示されるように、コントラスト補正部4dは、第1のダークチャネルマップと縮小画像データD1とを基に、縮小画像データD1における大気光成分D41dを推定する大気光推定部41dと、大気光成分D

4 1 d と縮小画像データ D 1 とを基に、縮小画像データ D 1 に基づく縮小画像における第 1 の透過度マップ D 4 2 d を生成する透過度推定部 4 2 d とを備える。また、コントラスト補正部 4 d は、縮小画像データ D 1 に基づく縮小画像をガイド画像として第 1 の透過度マップ D 4 2 d を高解像度化する処理を行うことによって、第 1 の透過度マップ D 4 2 d よりも解像度の高い第 2 の透過度マップ（高解像度透過度マップ） D 4 5 d を生成するマップ高解像度化処理部（透過度マップ処理部） 4 5 d と、第 2 の透過度マップ D 4 5 d を拡大する処理を行うことによって、第 3 の透過度マップ（拡大透過度マップ） D 4 3 d を生成する透過度マップ拡大部 4 3 d とを備える。さらに、コントラスト補正部 4 d は、第 3 の透過度マップ D 4 3 d と大気光成分 D 4 1 d とを基に、入力画像の画素値を補正する霞除去処理を入力画像データ D I N に施すことによって、補正画像データ D O U T を生成する霞除去部 4 4 d を備える。

[0081] 上記実施の形態 1 から 4 においては、第 1 のダークチャネルマップに対して高解像度化処理を行うが、実施の形態 5 においては、コントラスト補正部 4 d のマップ高解像度化処理部 4 5 d が第 1 の透過度マップ D 4 2 d に対して高解像度化処理を行う。

[0082] 実施の形態 5 において透過度推定部 4 2 d は、縮小画像データ D 1 と大気光成分 D 4 1 d とを基に、第 1 の透過度マップ D 4 2 d を推定する。具体的には、式 (5) における $I_c(Y)$ (Y は局所領域内における画素位置) に縮小画像データ D 1 の画素値を代入し、 A_c に大気光成分 D 4 1 d の画素値を代入して、式 (5) の左辺の値であるダークチャネル値を推定する。推定されたダークチャネル値は、式 (5) の右辺である $1 - t(X)$ (X は画素位置) に等しいので、透過度 $t(X)$ を算出することができる。

[0083] マップ高解像度化処理部 4 5 d は、縮小画像データ D 1 に基づく縮小画像をガイド画像として第 1 の透過度マップ D 4 2 d を高解像度化した第 2 の透過度マップ D 4 5 d を生成する。高解像度化処理は、実施の形態 1 で説明したジョイントバイラテラルフィルタによる処理及びガイドドフィルタによ

る処理などである。ただし、マップ高解像度化処理部45dによって行われる高解像度化処理は、これらに限定されない。

[0084] 透過度マップ拡大部43dは、縮小処理部1の縮小率 $1/N$ に応じて第2の透過度マップD45dを拡大（例えば、拡大率Nで拡大）することによって、第3の透過度マップD43dを生成する。拡大処理は、例えば、バイリニア法による処理及びバイキュービック法による処理などである。

[0085] 以上に説明したように、実施の形態5に係る画像処理装置100dによれば、入力画像データDINに基づく画像から、霞を除去する処理を行うことにより、霞フリー画像の画像データとしての補正画像データDOUTを生成することができる。

[0086] また、実施の形態5に係る画像処理装置100dによれば、ダークチャンネル計算部2及びコントラスト補正部4dにおける演算量の削減を適切に行うことができ、また、ダークチャンネル計算及びマップ高解像度化処理に用いられるフレームメモリの記憶容量を適切に削減することができる。

[0087] また、実施の形態5に係る画像処理装置100dのコントラスト補正部4dは、R、G、Bの各色チャンネルについて大気光成分D41dを求めているので、大気光が有色であり、補正画像データDOUTのホワイトバランスを調整したい場合に、効果的な処理を行うことができる。よって、画像処理装置100dによれば、例えば、スモッグなどの影響により画像全体が黄色みがかっている場合に、黄色が抑制された補正画像データDOUTを生成することができる。

[0088] なお、上記以外の点については、実施の形態5は、実施の形態1と同じである。

[0089] 《6》実施の形態6.

図11は、本発明の実施の形態6に係る画像処理装置100eの構成を概略的に示すブロック図である。図11において、図9（実施の形態5）に示される構成要素と同一又は対応する構成要素には、図9における符号と同じ符号を付す。実施の形態6に係る画像処理装置100eは、縮小処理部1か

らコントラスト補正部4 eに縮小画像データD 1が与えられない点、及び、コントラスト補正部4 eの構成及び機能の点において、図9に示される画像処理装置100 dと相違する。また、実施の形態6に係る画像処理装置100 eは、後述する実施の形態12に係る画像処理方法を実施することができる装置である。なお、実施の形態6に係る画像処理装置100 eは、実施の形態2における縮小率生成部5又は実施の形態3における縮小率生成部5 cを備えてもよい。

[0090] 図11に示されるように、実施の形態6に係る画像処理装置100 eは、入力画像データD I Nに縮小処理を施すことによって、縮小画像データD 1を生成する縮小処理部1と、縮小画像データD 1に基づく縮小画像における注目画素を含む局所領域においてダークチャネル値D 2を求める計算を、局所領域の位置を変えて縮小画像の全域について行い、前記計算によって得られた複数のダークチャネル値を複数の第1のダークチャネル値D 2からなる第1のダークチャネルマップとして出力するダークチャネル計算部2とを備える。また、画像処理装置100 eは、第1のダークチャネルマップを基に、入力画像データD I Nのコントラストを補正する処理を行うことによって、補正画像データD O U Tを生成するコントラスト補正部4 eを備える。

[0091] 図12は、図11のコントラスト補正部4 eの構成を概略的に示すブロック図である。図12に示されるように、コントラスト補正部4 eは、入力画像データD I Nと第1のダークチャネルマップとを基に、入力画像データD I Nの大気光成分D 4 1 eを推定する大気光推定部4 1 eと、大気光成分D 4 1 eと入力画像データD I Nとを基に、入力画像データD I Nに基づく第1の透過度マップD 4 2 eを生成する透過度推定部4 2 dとを備える。また、コントラスト補正部4 eは、入力画像データD I Nに基づく画像をガイド画像として第1の透過度マップD 4 2 eを高解像度化する処理を行うことによって、第1の透過度マップD 4 2 eよりも解像度の高い第2の透過度マップ（高解像度透過度マップ）D 4 5 eを生成するマップ高解像度化処理部（透過度マップ処理部）4 5 eとを備える。さらに、コントラスト補正部4 e

は、第2の透過度マップD45eと大気光成分D41eとを基に、入力画像の画素値を補正する霞除去処理を入力画像データDINに施すことによって、補正画像データDOU Tを生成する霞除去部44eを備える。

[0092] 上記実施の形態1から4においては、第1のダークチャネルマップに対して高解像度化処理を行うが、実施の形態6においては、コントラスト補正部4eのマップ高解像度化処理部45eが第1の透過度マップD42eに対して高解像度化処理を行う。

[0093] 実施の形態6において透過度推定部42eは、入力画像データDINと大気光成分D41eとを基に、第1の透過度マップD42eを推定する。具体的には、式(5)における $I_c(Y)$ に縮小画像データD1の画素値を代入し、 A_c に大気光成分D41eの画素値を代入して、式(5)の左辺の値であるダークチャネル値を推定する。推定されたダークチャネル値は、式(5)の右辺である $1-t(X)$ に等しいので、透過度 $t(X)$ を算出することができる。

[0094] マップ高解像度化処理部45eは、入力画像データDINに基づく画像をガイド画像として第1の透過度マップD42eを高解像度化した第2の透過度マップ(高解像度透過度マップ)D45eを生成する。高解像度化処理は、実施の形態1で説明したジョイントバイラテラルフィルタによる処理及びガイドドフィルタによる処理などである。ただし、マップ高解像度化処理部45eによって行われる高解像度化処理は、これらに限定されない。

[0095] 以上に説明したように、実施の形態6に係る画像処理装置100eによれば、入力画像データDINに基づく画像から、霞を除去する処理を行うことにより、霞フリー画像の画像データとしての補正画像データDOU Tを生成することができる。

[0096] また、実施の形態6に係る画像処理装置100eによれば、ダークチャネル計算部2及びコントラスト補正部4eにおける演算量の削減を適切に行うことができ、また、ダークチャネル計算及びマップ高解像度化処理に用いられるフレームメモリの記憶容量を適切に削減することができる。

[0097] また、実施の形態6に係る画像処理装置100eのコントラスト補正部4eは、R、G、Bの各色チャネルについて大気光成分D41eを求めているので、大気光が有色であり、補正画像データDOUTのホワイトバランスを調整したい場合に、効果的な処理を行うことができる。よって、画像処理装置100eによれば、例えば、スモッグなどの影響により画像全体が黄色みがかっている場合に、黄色が抑制された補正画像データDOUTを生成することができる。また、実施の形態6に係る画像処理装置100eは、ホワイトバランスを調整しながら高解像度な第2の透過度マップD45eを取得しつつ、ダークチャネル計算の演算量を削減したい場合に有効である。

[0098] なお、上記以外の点において、実施の形態6は、実施の形態5と同じである。

[0099] 《7》実施の形態7.

図13は、本発明の実施の形態7に係る画像処理方法を示すフローチャートである。実施の形態7に係る画像処理方法は、処理装置（例えば、処理回路、又は、メモリとこのメモリに記憶されているプログラムを実行するプロセッサ）によって実行される。実施の形態7に係る画像処理方法は、実施の形態1に係る画像処理装置100によって実行可能である。

[0100] 図13に示されるように、実施の形態7に係る画像処理方法においては、まず、処理装置は、入力画像データDINに基づく入力画像を縮小する処理（入力画像データDINの縮小処理）を実施し、縮小画像についての縮小画像データD1を生成する（縮小ステップS11）。このステップS11の処理は、実施の形態1（図2）における縮小処理部1の処理に相当する。

[0101] 次に、処理装置は、縮小画像データD1に基づく縮小画像における注目画素を含む局所領域においてダークチャネル値を求める計算を、前記局所領域の位置を変えて縮小画像データD1に基づく縮小画像の全域について行い、この計算によって得られた複数のダークチャネル値である複数の第1のダークチャネル値D2を生成する（計算ステップS12）。複数の第1のダークチャネル値D2は、第1のダークチャネルマップを構成する。このステップ

S 1 2 の処理は、実施の形態 1（図 2）におけるダークチャンネル計算部 2 の処理に相当する。

[0102] 次に、処理装置は、第 1 のダークチャンネルマップを、縮小画像データ D 1 に基づく縮小画像をガイド画像として高解像度化する処理を行うことによって、複数の第 2 のダークチャンネル値 D 3 からなる第 2 のダークチャンネルマップ（高解像度ダークチャンネルマップ）を生成する（マップ高解像度化ステップ S 1 3）。このステップ S 1 3 の処理は、実施の形態 1（図 2）におけるマップ高解像度化処理部 3 の処理に相当する。

[0103] 次に、処理装置は、第 2 のダークチャンネルマップと縮小画像データ D 1 とを基に、入力画像データ D I N のコントラストを補正する処理を行うことによって、補正画像データ D O U T を生成する（補正ステップ S 1 4）。このステップ S 1 4 の処理は、実施の形態 1（図 2）におけるコントラスト補正部 4 の処理に相当する。

[0104] 以上に説明したように、実施の形態 7 に係る画像処理方法によれば、入力画像データ D I N に基づく画像から、霞を除去する処理を行うことにより、霞フリー画像の画像データとしての補正画像データ D O U T を生成することができる。

[0105] また、実施の形態 7 に係る画像処理方法によれば、演算量の大きいダークチャンネル値の計算を、入力画像データ D I N そのものに対して行うのではなく、縮小画像データ D 1 に対して行うので、第 1 のダークチャンネル値 D 2 の計算のための演算量を削減することができる。また、実施の形態 7 に係る画像処理方法によれば、ダークチャンネル計算及びマップ高解像度化処理に用いられるフレームメモリの記憶容量を適切に削減することができる。

[0106] 《 8 》 実施の形態 8.

図 1 4 は、実施の形態 8 に係る画像処理方法を示すフローチャートである。図 1 4 に示される画像処理方法は、処理装置（例えば、処理回路、又は、メモリとこのメモリに記憶されているプログラムを実行するプロセッサ）によって実行される。実施の形態 8 に係る画像処理方法は、実施の形態 2 に係

る画像処理装置100bによって実行可能である。

[0107] 図14に示される画像処理方法においては、まず、処理装置は、入力画像データDINの特徴量に基づいて縮小率 $1/N$ を生成する(ステップS20)。このステップの処理は、実施の形態2(図5)における縮小率生成部5の処理に相当する。

[0108] 次に、処理装置は、入力画像データDINに基づく入力画像を縮小率 $1/N$ を用いて縮小する処理(入力画像データDINの縮小処理)を実施し、縮小画像についての縮小画像データD1を生成する(縮小ステップS21)。このステップS21の処理は、実施の形態2(図5)における縮小処理部1の処理に相当する。

[0109] 次に、処理装置は、縮小画像データD1に基づく縮小画像における注目画素を含む局所領域においてダークチャネル値を求める計算を、前記局所領域の位置を変えて前記縮小画像の全域について行い、この計算によって得られた複数のダークチャネル値である複数の第1のダークチャネル値D2を生成する(計算ステップS22)。複数の第1のダークチャネル値D2は、第1のダークチャネルマップを構成する。このステップS22の処理は、実施の形態2(図5)におけるダークチャネル計算部2の処理に相当する。

[0110] 次に、処理装置は、第1のダークチャネルマップを、縮小画像をガイド画像として高解像度化する処理を行うことによって、複数の第2のダークチャネル値D3からなる第2のダークチャネルマップ(高解像度ダークチャネルマップ)を生成する(マップ高解像度化ステップS23)。このステップS23の処理は、実施の形態2(図5)におけるマップ高解像度化処理部3の処理に相当する。

[0111] 次に、処理装置は、第2のダークチャネルマップと縮小画像データD1とを基に、入力画像データDINのコントラストを補正する処理を行うことによって、補正画像データDOU Tを生成する(補正ステップS24)。このステップS24の処理は、実施の形態2(図5)におけるコントラスト補正部4の処理に相当する。

[0112] 以上に説明したように、実施の形態8に係る画像処理方法によれば、入力画像データD I Nに基づく画像から、霞を除去する処理を行うことにより、霞フリー画像の画像データとしての補正画像データD O U Tを生成することができる。

[0113] また、実施の形態8に係る画像処理方法によれば、入力画像データD I Nの特徴量に応じて設定された適切な縮小率 $1/N$ で縮小処理を行うことができる。このため、実施の形態8に係る画像処理方法によれば、演算量の削減を適切に行うことができ、また、ダークチャネル計算及びマップ高解像度化処理に用いられるフレームメモリの記憶容量を適切に削減することができる。

[0114] 《9》実施の形態9.

図15は、実施の形態9に係る画像処理方法を示すフローチャートである。図15に示される画像処理方法は、処理装置（例えば、処理回路、又は、メモリとこのメモリに記憶されているプログラムを実行するプロセッサ）によって実行される。実施の形態9に係る画像処理方法は、実施の形態3に係る画像処理装置100cによって実行可能である。図15に示されるステップS30の処理は、図14に示されるステップS20の処理と同じである。このステップS30の処理は、実施の形態3における縮小率生成部5cの処理に相当する。図15に示されるステップS31の処理は、図14に示されるステップS21の処理と同じである。このステップS31の処理は、実施の形態3（図6）における縮小処理部1の処理に相当する。

[0115] 次に、処理装置は、縮小率 $1/N$ を基に、第1のダークチャネル値D2を求める計算における局所領域のサイズを決定する。例えば、縮小処理を行わない場合の局所領域のサイズが $L \times L$ 画素であるとする、入力画像データD I Nを $1/N$ 倍にした（縮小した）縮小画像データD1に基づく縮小画像の局所領域のサイズは $k \times k$ 画素（ $k = L/N$ ）と設定する。処理装置は、この局所領域においてダークチャネル値を求める計算を、局所領域の位置を変えて前記縮小画像の全域について行い、この計算によって得られた複数の

ダークチャンネル値である複数の第1のダークチャンネル値D2を生成する（計算ステップS32）。複数の第1のダークチャンネル値D2は、第1のダークチャンネルマップを構成する。このステップS32の処理は、実施の形態3（図6）におけるダークチャンネル計算部2の処理に相当する。

[0116] 図15に示されるステップS33の処理は、図14に示されるステップS23の処理と同じである。このステップS33の処理は、実施の形態3（図6）におけるマップ高解像度化処理部3の処理に相当する。

[0117] 図15に示されるステップS34の処理は、図14に示されるステップS24の処理と同じである。このステップS34の処理は、実施の形態3（図6）におけるコントラスト補正部4の処理に相当する。

[0118] 以上に説明したように、実施の形態9に係る画像処理方法によれば、入力画像データDINに基づく画像から、霞を除去する処理を行うことにより、霞フリー画像の画像データとしての補正画像データDOU Tを生成することができる。

[0119] また、実施の形態9に係る画像処理方法によれば、入力画像データDINの特徴量に応じて設定された適切な縮小率 $1/N$ で縮小処理を行うことができる。このため、実施の形態9に係る画像処理方法によれば、ダークチャンネル計算（ステップS31）及び高解像度化処理（ステップS32）における演算量の削減を適切に行うことができ、また、ダークチャンネル計算及びマップ高解像度化処理に用いられるフレームメモリの記憶容量を適切に削減することができる。

[0120] 《10》実施の形態10.

図16は、実施の形態10に係る画像処理方法におけるコントラスト補正ステップを示すフローチャートである。図16に示される処理は、図13におけるステップS14、図14におけるステップS24、及び図15におけるステップS34に適用可能である。図16に示される画像処理方法は、処理装置（例えば、処理回路、又は、メモリとこのメモリに記憶されているプログラムを実行するプロセッサ）によって実行される。実施の形態10に係

る画像処理方法におけるコントラスト補正ステップは、実施の形態4に係る画像処理装置のコントラスト補正部4によって実行可能である。

[0121] 図16に示されるステップS14においては、まず、処理装置は、複数の第2のダークチャンネル値D3からなる第2のダークチャンネルマップと縮小画像データD1とを基に、縮小画像データD1に基づく縮小画像における大気光成分D41を推定する（ステップS141）。このステップの処理は、実施の形態4（図7）における大気光推定部41の処理に相当する。

[0122] 次に、処理装置は、複数の第2のダークチャンネル値D3からなる第2のダークチャンネルマップと大気光成分D41とを基に、第1の透過度を推定し、複数の第1の透過度からなる第1の透過度マップD42を生成する（ステップS142）。このステップの処理は、実施の形態4（図7）における透過度推定部42の処理に相当する。

[0123] 次に、処理装置は、第1の透過度マップを、縮小処理で縮小した縮小率に応じて（例えば、縮小率の逆数を拡大率として用いて）拡大して、第2の透過度マップ（拡大透過度マップ）を生成する（ステップS143）。このステップの処理は、実施の形態4（図7）における透過度マップ拡大部43の処理に相当する。

[0124] 次に、処理装置は、拡大透過度マップD43と大気光成分D41とを基に、入力画像データDINに基づく画像の画素値を補正して霞を除去する処理（霞除去処理）を行って、入力画像のコントラストを補正することによって、補正画像データDOU Tを生成する（ステップS144）。このステップの処理は、実施の形態4（図7）における霞除去部44の処理に相当する。

[0125] 以上に説明したように、実施の形態10に係る画像処理方法によれば、入力画像データDINに基づく画像から、霞を除去する処理を行うことにより、霞フリー画像の画像データとしての補正画像データDOU Tを生成することができる。

[0126] また、実施の形態10に係る画像処理方法によれば、演算量の削減を適切に行うことができ、また、縮小処理及びダークチャンネル計算に用いられるフ

レームメモリの記憶容量を適切に削減することができる。

[0127] 《11》実施の形態11.

図17は、実施の形態11に係る画像処理方法を示すフローチャートである。図17に示される画像処理方法は、実施の形態5（図9）に係る画像処理装置100dによって実施可能である。図17に示される画像処理方法は、処理装置（例えば、処理回路、又は、メモリとこのメモリに記憶されているプログラムを実行するプロセッサ）によって実行される。実施の形態11に係る画像処理方法は、実施の形態5に係る画像処理装置100dによって実行可能である。

[0128] 図17に示される画像処理方法においては、まず、処理装置は、入力画像データDINに基づく入力画像に縮小処理を施し、縮小画像についての縮小画像データD1を生成する（ステップS51）。このステップS51の処理は、実施の形態5（図9）における縮小処理部1の処理に相当する。

[0129] 次に、処理装置は、縮小画像データD1について局所領域ごとに第1のダークチャンネル値D2を計算し、複数の第1のダークチャンネル値D2からなる第1のダークチャンネルマップを生成する（ステップS52）。このステップS52の処理は、実施の形態5（図9）におけるダークチャンネル計算部2の処理に相当する。

[0130] 次に、処理装置は、第1のダークチャンネルマップと縮小画像データD1を基に、入力画像データDINのコントラストを補正する処理を行うことによって、補正画像データDOU Tを生成する（ステップS54）。このステップS54の処理は、実施の形態5（図9）におけるコントラスト補正部4dの処理に相当する。

[0131] 図18は、実施の形態11に係る画像処理方法におけるコントラスト補正ステップS54を示すフローチャートである。図18に示される処理は、図10におけるコントラスト補正部4dの処理に相当する。

[0132] 図18に示されるステップS54においては、まず、処理装置は、複数の第1のダークチャンネル値D2からなる第1のダークチャンネルマップと縮小画

像データD1とを基に、大気光成分D41dを推定する（ステップS541）。このステップS541の処理は、実施の形態5（図10）における大気光推定部41dの処理に相当する。

[0133] 次に、処理装置は、縮小画像データD1と大気光成分D41dとを基に、縮小画像における第1の透過度マップD42dを生成する（ステップS542）。このステップS542の処理は、実施の形態5（図10）における透過度推定部42dの処理に相当する。

[0134] 次に、処理装置は、縮小画像データD1に基づく縮小画像をガイド画像として、第1の透過度マップD42dを高解像度化する処理を行うことによって、第1の透過度マップよりも解像度の高い第2の透過度マップD45dを生成する（ステップS542a）。このステップS542aの処理は、実施の形態5（図10）におけるマップ高解像度化処理部45dの処理に相当する。

[0135] 次に、処理装置は、第2の透過度マップD45dを拡大する処理を行うことによって、第3の透過度マップD43dを生成する（ステップS543）。このときの拡大率は、縮小処理で縮小した縮小率に応じて（例えば、縮小率の逆数を拡大率として用いて）設定することができる。このステップS543の処理は、実施の形態5（図10）における透過度マップ拡大部43dの処理に相当する。

[0136] 次に、処理装置は、第3の透過度マップD43dと大気光成分D41dとを基に、入力画像の画素値を補正する霞除去処理を入力画像データDINに施すことによって、補正画像データDOUを生成する（ステップS544）。このステップS544の処理は、実施の形態5（図10）における霞除去部44dの処理に相当する。

[0137] 以上に説明したように、実施の形態11に係る画像処理方法によれば、入力画像データDINに基づく画像から、霞を除去する処理を行うことにより、霞フリー画像の画像データとしての補正画像データDOUを生成することができる。

[0138] また、実施の形態 1 1 に係る画像処理方法によれば、演算量の削減を適切に行うことができ、また、ダークチャンネル計算及びマップ高解像度化処理に用いられるフレームメモリの記憶容量を適切に削減することができる。

[0139] 《1 2》実施の形態 1 2.

実施の形態 1 1 において説明した図 1 7 の画像処理方法は、実施の形態 6 (図 1 1) に係る画像処理装置 1 0 0 e によって実施可能な処理内容であってもよい。実施の形態 1 2 における画像処理方法においては、先ず、処理装置は、入力画像データ D I N に基づく入力画像に縮小処理を施し、縮小画像についての縮小画像データ D 1 を生成する (ステップ S 5 1)。このステップ S 5 1 の処理は、実施の形態 6 (図 1 1) における縮小処理部 1 の処理に相当する。

[0140] 次に、処理装置は、縮小画像データ D 1 について局所領域ごとに第 1 のダークチャンネル値 D 2 を計算し、複数の第 1 のダークチャンネル値 D 2 からなる第 1 のダークチャンネルマップを生成する (ステップ S 5 2)。このステップ S 5 2 の処理は、実施の形態 6 (図 1 1) におけるダークチャンネル計算部 2 の処理に相当する。

[0141] 次に、処理装置は、第 1 のダークチャンネルマップを基に、入力画像データ D I N のコントラストを補正する処理を行うことによって、補正画像データ D O U T を生成する (ステップ S 5 4)。このステップ S 5 4 の処理は、実施の形態 6 (図 1 1) におけるコントラスト補正部 4 e の処理に相当する。

[0142] 図 1 9 は、実施の形態 1 2 に係る画像処理方法におけるコントラスト補正ステップ S 5 4 を示すフローチャートである。図 1 9 に示される処理は、図 1 2 におけるコントラスト補正部 4 e の処理に相当する。

[0143] 図 1 9 に示されるステップ S 5 4 においては、先ず、処理装置は、複数の第 1 のダークチャンネル値 D 2 からなる第 1 のダークチャンネルマップと入力画像データ D I N とを基に、大気光成分 D 4 1 を推定する (ステップ S 6 4 1)。このステップ S 6 4 1 の処理は、実施の形態 6 (図 1 2) における大気光推定部 4 1 e の処理に相当する。

[0144] 次に、処理装置は、入力画像データD I Nと大気光成分D 4 1 eとを基に、縮小画像における第1の透過度マップD 4 2 eを生成する（ステップS 6 4 2）。このステップS 6 4 2の処理は、実施の形態6（図12）における透過度推定部4 2 eの処理に相当する。

[0145] 次に、処理装置は、入力画像データD I Nをガイド画像として、第1の透過度マップD 4 2 eを高解像度化する処理を行うことによって、第1の透過度マップD 4 2 eよりも解像度の高い第2の透過度マップ（高解像度透過度マップ）D 4 5 eを生成する（ステップS 6 4 2 a）。このステップS 6 4 2 aの処理は、実施の形態6におけるマップ高解像度化処理部4 5 eの処理に相当する。

[0146] 次に、処理装置は、第2の透過度マップD 4 5 eと大気光成分D 4 1 eとを基に、入力画像の画素値を補正する霞除去処理を入力画像データD I Nに施すことによって、補正画像データD O U Tを生成する（ステップS 6 4 4）。このステップS 6 4 4の処理は、実施の形態6（図12）における霞除去部4 4 eの処理に相当する。

[0147] 以上に説明したように、実施の形態12に係る画像処理方法によれば、入力画像データD I Nに基づく画像から、霞を除去する処理を行うことにより、霞フリー画像の画像データとしての補正画像データD O U Tを生成することができる。

[0148] また、実施の形態12に係る画像処理方法によれば、演算量の削減を適切に行うことができ、また、ダークチャネル計算及びマップ高解像度化処理に用いられるフレームメモリの記憶容量を適切に削減することができる。

[0149] 《13》実施の形態13.

図20は、本発明の実施の形態13に係る画像処理装置を示すハードウェア構成図である。実施の形態13に係る画像処理装置は、実施の形態1から6に係る画像処理装置を実現することができる。実施の形態13に係る画像処理装置（処理装置90）は、図20に示されるように、集積回路などの処理回路から構成され得る。また、処理装置90は、メモリ91と、メモリ9

1に格納されているプログラムを実行することができるCPU (Central Processing Unit) 92とから構成され得る。また、処理装置90は、半導体メモリなどから構成されるフレームメモリ93を備えてもよい。CPU92は、中央処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、プロセッサ、又はDSP (Digital Signal Processor) とも称される。メモリ91は、例えば、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリ、EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)、EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) などの、不揮発性又は揮発性の半導体メモリ、或いは、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク、DVD (Digital Versatile Disc) などである。

[0150] 実施の形態1 (図2) に係る画像処理装置100における縮小処理部1、ダークチャネル計算部2、マップ高解像度化処理部3、及びコントラスト補正部4の機能は、処理装置90によって実現され得る。これら各部1、2、3、及び4の機能は、処理装置90、すなわち、ソフトウェア、ファームウェア、又はソフトウェアとファームウェアとの組み合わせにより実現され得る。ソフトウェア及びファームウェアは、プログラムとして記述され、メモリ91に格納される。CPU92は、メモリ91に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、実施の形態1 (図2) に係る画像処理装置100における各構成の機能を実現する。この場合には、処理装置90は、図13におけるステップS11からS14の処理を実行する。

[0151] 同様に、実施の形態2 (図5) に係る画像処理装置100bの縮小処理部1、ダークチャネル計算部2、マップ高解像度化処理部3、コントラスト補正部4、及び縮小率生成部5の機能は、処理装置90によって実現され得る。これら各部1、2、3、4、及び5の機能は、処理装置90、すなわち、

ソフトウェア、ファームウェア、又はソフトウェアとファームウェアとの組み合わせにより実現され得る。CPU 92は、メモリ91に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、実施の形態2（図5）に係る画像処理装置100bにおける各構成の機能を実現する。この場合には、処理装置90は、図14のステップS20からS24の処理を実行する。

[0152] 同様に、実施の形態3（図6）に係る画像処理装置100cの縮小処理部1、ダークチャネル計算部2、マップ高解像度化処理部3、コントラスト補正部4、及び縮小率生成部5cの機能は、処理装置90によって実現され得る。これら各部1、2、3、4、及び5cの機能は、処理装置90、すなわち、ソフトウェア、ファームウェア、又はソフトウェアとファームウェアとの組み合わせにより実現され得る。CPU 92は、メモリ91に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、実施の形態3（図6）に係る画像処理装置100cにおける各構成の機能を実現する。この場合には、処理装置90は、図15のステップS30からS34の処理を実行する。

[0153] 同様に、実施の形態4（図7）に係る画像処理装置のコントラスト補正部4の大気光推定部41、透過度推定部42、及び透過度マップ拡大部43の機能は、処理装置90によって実現され得る。これら各部41、42、及び43の機能は、処理装置90、すなわち、ソフトウェア、ファームウェア、又はソフトウェアとファームウェアとの組み合わせにより実現され得る。CPU 92は、メモリ91に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、実施の形態4に係る画像処理装置のコントラスト補正部4における各構成の機能を実現する。この場合には、処理装置90は、図16のステップS141からS144の処理を実行する。

[0154] 同様に、実施の形態5（図9及び図10）に係る画像処理装置100dの縮小処理部1、ダークチャネル計算部2、及びコントラスト補正部4dの機能は、処理装置90によって実現され得る。これら各部1、2、及び4dの構成の機能は、処理装置90、すなわち、ソフトウェア、ファームウェア、又はソフトウェアとファームウェアとの組み合わせにより実現され得る。C

PU92は、メモリ91に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、実施の形態5に係る画像処理装置100dにおける各構成の機能を実現する。この場合には、処理装置90は、図17のステップS51、S52、及びS54の処理を実行する。また、ステップS54では、図18のステップS541、S542、S542a、S543、及びS544の処理が実行される。

[0155] 同様に、実施の形態6（図11及び図12）に係る画像処理装置100eの縮小処理部1、ダークチャネル計算部2、及びコントラスト補正部4eの機能は、処理装置90によって実現され得る。これら各部1、2、及び4eの機能は、処理装置90、すなわち、ソフトウェア、ファームウェア、又はソフトウェアとファームウェアとの組み合わせにより実現され得る。CPU92は、メモリ91に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、実施の形態6に係る画像処理装置100eにおける各構成の機能を実現する。この場合には、処理装置90は、図17のステップS51、S52、及びS54の処理を実行する。また、ステップS54では、図19のステップS641、S642、S642a、及びS644の処理が実行される。

[0156] 《14》変形例.

上記実施の形態1から13に係る画像処理装置及び画像処理方法は、例えば、ビデオカメラのような映像撮影装置に適用可能である。図21は、本発明の実施の形態1から6及び実施の形態13のいずれかに係る画像処理装置が画像処理部72として適用された映像撮影装置の構成を概略的に示すブロック図である。実施の形態1から6及び実施の形態13に係る画像処理装置が適用された映像撮影装置は、カメラ撮影によって入力画像データDINを生成する撮像部71と、実施の形態1から6及び実施の形態13のいずれかの画像処理装置と同じ構成及び機能を有する画像処理部72とを備える。また、実施の形態7から12に係る画像処理方法が適用された映像撮影装置は、入力画像データDINを生成する撮像部71と、実施の形態7から12のいずれかの画像処理方法を実行する画像処理部72とを備える。このような

映像撮影装置は、霞画像を撮影した場合であっても、霞フリー画像を表示可能にする補正画像データDOUTをリアルタイムに出力することができる。

[0157] また、上記実施の形態1から13に係る画像処理装置及び画像処理方法は、映像記録再生装置（例えば、ハードディスクレコーダ及び光ディスクレコーダなど）に適用可能である。図22は、本発明の実施の形態1から6及び実施の形態13のいずれかに係る画像処理装置が画像処理部82として適用された映像記録再生装置の構成を概略的に示すブロック図である。実施の形態1から6及び実施の形態13に係る画像処理装置が適用された映像記録再生装置は、画像データを情報記録媒体83に記録し、情報記録媒体83に記録されている画像データを画像処理装置としての画像処理部82に入力される入力画像データDINとして出力する記録再生部81と、この記録再生部81から出力された入力画像データDINに画像処理を施して補正画像データDOUTを生成する画像処理部82とを備える。この画像処理部82は、実施の形態1から6及び実施の形態13のいずれかの画像処理装置と同じ構成及び機能を有する。或いは、画像処理部82は、実施の形態7から12のいずれかの画像処理方法を実行可能に構成される。このような映像記録再生装置は、霞画像が情報記録媒体83に記録されている場合であっても、再生時に霞フリー画像を表示可能にする補正画像データDOUTを出力することができる。

[0158] また、上記実施の形態1から13に係る画像処理装置及び画像処理方法は、画像データに基づく画像をディスプレイ画面に表示する画像表示装置（例えば、テレビ及びパソコンなど）に適用可能である。実施の形態1から6及び実施の形態13に係る画像処理装置が適用された画像表示装置は、入力画像データDINから補正画像データDOUTを生成する画像処理部と、この画像処理部から出力された補正画像データDOUTに基づく画像を画面に表示する表示部とを備える。この画像処理部は、実施の形態1から6及び実施の形態13のいずれかの画像処理装置と同じ構成及び機能を有する。或いは、画像処理部は、実施の形態7から12に係る画像処理方法を実行可能に構

成される。このような画像表示装置は、霞画像が入力画像データDINとして入力された場合であっても、霞フリー画像をリアルタイムに表示することができる。

[0159] さらに、本発明は、上記実施の形態1から13に係る画像処理装置及び画像処理方法における処理をコンピュータに実行させるためのプログラム、及び、このプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体を含む。

符号の説明

[0160] 100, 100b, 100c, 100d, 100e 画像処理装置、 1 縮小処理部、 2 ダークチャネル計算部、 3 マップ高解像度化処理部（ダークチャネルマップ処理部）、 4, 4d, 4e コントラスト補正部、 5, 5c 縮小率生成部、 41, 41d, 41e 大気光推定部、 42, 42d, 42e 透過度推定部、 43, 43d 透過度マップ拡大部、 44, 44d, 44e 霞除去部、 45, 45d, 45e マップ高解像度化処理部（透過度マップ処理部）、 71 撮像部、 72, 82 画像処理部、 81 記録再生部、 83 情報記録媒体、 90 処理装置、 91 メモリ、 92 CPU、 93 フレームメモリ。

請求の範囲

[請求項1] 入力画像データに縮小処理を施すことによって、縮小画像データを生成する縮小処理部と、

前記縮小画像データに基づく縮小画像における注目画素を含む局所領域においてダークチャンネル値を求める計算を、前記局所領域の位置を変えて前記縮小画像の全域について行い、前記計算によって得られた複数のダークチャンネル値を複数の第1のダークチャンネル値として出力するダークチャンネル計算部と、

前記複数の第1のダークチャンネル値からなる第1のダークチャンネルマップを、前記縮小画像をガイド画像として高解像度化する処理を行うことによって、複数の第2のダークチャンネル値からなる第2のダークチャンネルマップを生成するマップ高解像度化処理部と、

前記第2のダークチャンネルマップと前記縮小画像データとを基に、前記入力画像データのコントラストを補正する処理を行うことによって、補正画像データを生成するコントラスト補正部と、

を備えることを特徴とする画像処理装置。

[請求項2] 前記コントラスト補正部は、

前記第2のダークチャンネルマップと前記縮小画像データとを基に、前記縮小画像データにおける大気光成分を推定する大気光推定部と、

前記第2のダークチャンネルマップと前記大気光成分とを基に、前記縮小画像における第1の透過度マップを生成する透過度推定部と、

前記第1の透過度マップを拡大する処理を行うことによって、第2の透過度マップを生成する透過度マップ拡大部と、

前記第2の透過度マップと前記大気光成分とを基に、前記入力画像データに基づく入力画像の画素値を補正する霞除去処理を前記入力画像データに施すことによって、前記補正画像データを生成する霞除去部と、

を有することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

[請求項3] 入力画像データに縮小処理を施すことによって、縮小画像データを生成する縮小処理部と、

前記縮小画像データに基づく縮小画像における注目画素を含む局所領域においてダークチャネル値を求める計算を、前記局所領域の位置を変えて前記縮小画像の全域について行い、前記計算によって得られた複数のダークチャネル値を複数の第1のダークチャネル値として出力するダークチャネル計算部と、

前記複数の第1のダークチャネル値からなる第1のダークチャネルマップを基に、前記入力画像データのコントラストを補正する処理を行うことによって、補正画像データを生成するコントラスト補正部と、

を備えることを特徴とする画像処理装置。

[請求項4] 前記コントラスト補正部は、

前記第1のダークチャネルマップと前記入力画像データとを基に、前記入力画像データにおける大気光成分を推定する大気光推定部と、

前記入力画像データと前記大気光成分とを基に、前記入力画像データに基づく入力画像における第1の透過度マップを生成する透過度推定部と、

前記入力画像データに基づく入力画像をガイド画像として前記第1の透過度マップを高解像度化する処理を行うことによって、前記第1の透過度マップよりも解像度の高い第2の透過度マップを生成するマップ高解像度化処理部と、

前記第2の透過度マップと前記大気光成分とを基に、前記入力画像データに基づく入力画像の画素値を補正する霞除去処理を前記入力画像データに施すことによって、前記補正画像データを生成する霞除去部と、

を有することを特徴とする請求項3に記載の画像処理装置。

[請求項5] 前記コントラスト補正部は、

前記第1のダークチャネルマップと前記縮小画像データとを基に、前記縮小画像データにおける大気光成分を推定する大気光推定部と、

前記縮小画像データと前記大気光成分とを基に、前記縮小画像における第1の透過度マップを生成する透過度推定部と、

前記縮小画像をガイド画像として前記第1の透過度マップを高解像度化する処理を行うことによって、前記第1の透過度マップよりも解像度の高い第2の透過度マップを生成するマップ高解像度化処理部と、

前記第2の透過度マップを拡大する処理を行うことによって、第3の透過度マップを生成する透過度マップ拡大部と、

前記第3の透過度マップと前記大気光成分とを基に、前記入力画像データに基づく入力画像の画素値を補正する霞除去処理を前記入力画像データに施すことによって、前記補正画像データを生成する霞除去部と、

を有することを特徴とする請求項3に記載の画像処理装置。

[請求項6] 前記縮小処理は、前記入力画像データに基づく入力画像における画素の間引き処理であることを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載の画像処理装置。

[請求項7] 前記縮小処理は、前記入力画像データに基づく入力画像における複数の画素の画素値を平均化することによって、新たな画素を生成する処理であることを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載の画像処理装置。

[請求項8] 前記入力画像データから得られる特徴量が小さいほど前記縮小画像のサイズが大きくなるように、前記縮小処理において使用される縮小率を生成する縮小率生成部をさらに備えることを特徴とする請求項1から7のいずれか1項に記載の画像処理装置。

[請求項9] 前記ダークチャネル計算部は、前記縮小率生成部によって生成された前記縮小率を基に、前記第1のダークチャネル値を求める計算にお

ける前記局所領域のサイズを決定することを特徴とする請求項8に記載の画像処理装置。

[請求項10] 入力画像データに縮小処理を施すことによって、縮小画像データを生成する縮小ステップと、

前記縮小画像データに基づく縮小画像における注目画素を含む局所領域においてダークチャネル値を求める計算を、前記局所領域の位置を変えて前記縮小画像の全域について行い、前記計算によって得られた複数のダークチャネル値を複数の第1のダークチャネル値として出力する計算ステップと、

前記複数の第1のダークチャネル値からなる第1のダークチャネルマップを、前記縮小画像をガイド画像として高解像度化する処理を行うことによって、複数の第2のダークチャネル値からなる第2のダークチャネルマップを生成するマップ高解像度化ステップと、

前記第2のダークチャネルマップと前記縮小画像データとを基に、前記入力画像データのコントラストを補正する処理を行うことによって、補正画像データを生成する補正ステップと、

を備えることを特徴とする画像処理方法。

[請求項11] 前記補正ステップは、

前記第2のダークチャネルマップと前記縮小画像データとを基に、前記縮小画像における大気光成分を推定する大気光推定ステップと、

前記第2のダークチャネルマップと前記大気光成分とを基に、前記縮小画像における第1の透過度マップを生成する透過度推定ステップと、

前記第1の透過度マップを拡大する処理を行うことによって、第2の透過度マップを生成する透過度マップ拡大ステップと、

前記第2の透過度マップと前記大気光成分とを基に、前記入力画像データに基づく入力画像の画素値を補正する霞除去処理を前記入力画像データに施すことによって、前記補正画像データを生成する霞除去

ステップと、

を有することを特徴とする請求項10に記載の画像処理方法。

[請求項12]

入力画像データに縮小処理を施すことによって、縮小画像データを生成する縮小ステップと、

前記縮小画像データに基づく縮小画像における注目画素を含む局所領域においてダークチャネル値を求める計算を、前記局所領域の位置を変えて前記縮小画像の全域について行い、前記計算によって得られた複数のダークチャネル値を複数の第1のダークチャネル値として出力する計算ステップと、

前記複数の第1のダークチャネル値からなる第1のダークチャネルマップを基に、前記入力画像データのコントラストを補正する処理を行うことによって、補正画像データを生成する補正ステップと、

を備えることを特徴とする画像処理方法。

[請求項13]

前記補正ステップは、

前記第1のダークチャネルマップと前記入力画像データとを基に、前記入力画像データにおける大気光成分を推定する大気光推定ステップと、

前記入力画像データと前記大気光成分とを基に、前記入力画像データに基づく入力画像における第1の透過度マップを生成する透過度推定ステップと、

前記入力画像データに基づく入力画像をガイド画像として前記第1の透過度マップを高解像度化する処理を行うことによって、前記第1の透過度マップよりも解像度の高い第2の透過度マップを生成するマップ高解像度化ステップと、

前記第2の透過度マップと前記大気光成分とを基に、前記入力画像データに基づく入力画像の画素値を補正する霞除去処理を前記入力画像データに施すことによって、前記補正画像データを生成する霞除去ステップと、

を有することを特徴とする請求項 1 2 に記載の画像処理方法。

[請求項14]

前記補正ステップは、

前記第 1 のダークチャネルマップと前記縮小画像データとを基に、前記縮小画像データにおける大気光成分を推定する大気光推定ステップと、

前記縮小画像データと前記大気光成分とを基に、前記縮小画像における第 1 の透過度マップを生成する透過度推定ステップと、

前記縮小画像をガイド画像として前記第 1 の透過度マップを高解像度化する処理を行うことによって、前記第 1 の透過度マップよりも解像度の高い第 2 の透過度マップを生成するマップ高解像度化ステップと、

前記第 2 の透過度マップを拡大する処理を行うことによって、第 3 の透過度マップを生成するマップ拡大ステップと、

前記第 3 の透過度マップと前記大気光成分とを基に、前記入力画像データに基づく入力画像の画素値を補正する霞除去処理を前記入力画像データに施すことによって、前記補正画像データを生成する霞除去ステップと、

を備えることを特徴とする請求項 1 2 に記載の画像処理方法。

[請求項15]

コンピュータに、

入力画像データに縮小処理を施すことによって、縮小画像データを生成する縮小処理と、

前記縮小画像データに基づく縮小画像における注目画素を含む局所領域においてダークチャネル値を求める計算を、前記局所領域の位置を変えて前記縮小画像の全域について行い、前記計算によって得られた複数のダークチャネル値を複数の第 1 のダークチャネル値として出力する計算処理と、

前記複数の第 1 のダークチャネル値からなる第 1 のダークチャネルマップを、前記縮小画像をガイド画像として高解像度化する処理を行

うことによって、複数の第2のダークチャネル値からなる第2のダークチャネルマップを生成するマップ高解像度化処理と、

前記第2のダークチャネルマップと前記縮小画像データとを基に、前記入力画像データのコントラストを補正する処理を行うことによって、補正画像データを生成する補正処理と、

を実行させるためのプログラム。

[請求項16]

コンピュータに、

入力画像データに縮小処理を施すことによって、縮小画像データを生成する縮小処理と、

前記縮小画像データに基づく縮小画像における注目画素を含む局所領域においてダークチャネル値を求める計算を、前記局所領域の位置を変えて前記縮小画像の全域について行い、前記計算によって得られた複数のダークチャネル値を複数の第1のダークチャネル値として出力する計算処理と、

前記複数の第1のダークチャネル値からなる第1のダークチャネルマップを基に、前記入力画像データのコントラストを補正する処理を行うことによって、補正画像データを生成する補正処理と、

を実行させるためのプログラム。

[請求項17]

コンピュータに、

入力画像データに縮小処理を施すことによって、縮小画像データを生成する縮小処理と、

前記縮小画像データに基づく縮小画像における注目画素を含む局所領域においてダークチャネル値を求める計算を、前記局所領域の位置を変えて前記縮小画像の全域について行い、前記計算によって得られた複数のダークチャネル値を複数の第1のダークチャネル値として出力する計算処理と、

前記複数の第1のダークチャネル値からなる第1のダークチャネルマップを、前記縮小画像をガイド画像として高解像度化する処理を行

うことによって、複数の第2のダークチャンネル値からなる第2のダークチャンネルマップを生成するマップ高解像度化処理と、

前記第2のダークチャンネルマップと前記縮小画像データとを基に、前記入力画像データのコントラストを補正する処理を行うことによって、補正画像データを生成する補正処理と、

を実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項18]

コンピュータに、

入力画像データに縮小処理を施すことによって、縮小画像データを生成する縮小処理と、

前記縮小画像データに基づく縮小画像における注目画素を含む局所領域においてダークチャンネル値を求める計算を、前記局所領域の位置を変えて前記縮小画像の全域について行い、前記計算によって得られた複数のダークチャンネル値を複数の第1のダークチャンネル値として出力する計算処理と、

前記複数の第1のダークチャンネル値からなる第1のダークチャンネルマップを基に、前記入力画像データのコントラストを補正する処理を行うことによって、補正画像データを生成する補正処理と、

を実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項19]

請求項1から9のいずれか1項に記載の画像処理装置である画像処理部と、

前記画像処理部に入力される入力画像データを生成する撮像部と、
を備えることを特徴とする映像撮影装置。

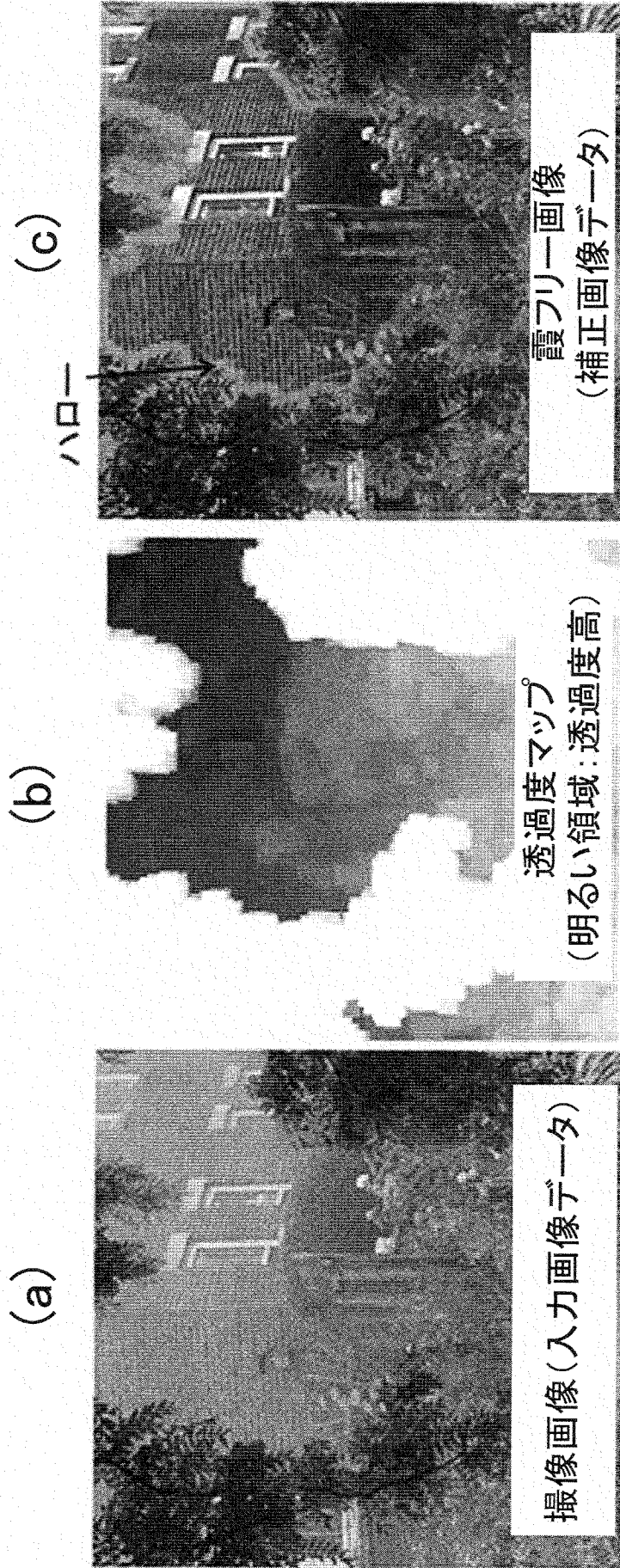
[請求項20]

請求項1から9のいずれか1項に記載の画像処理装置である画像処理部と、

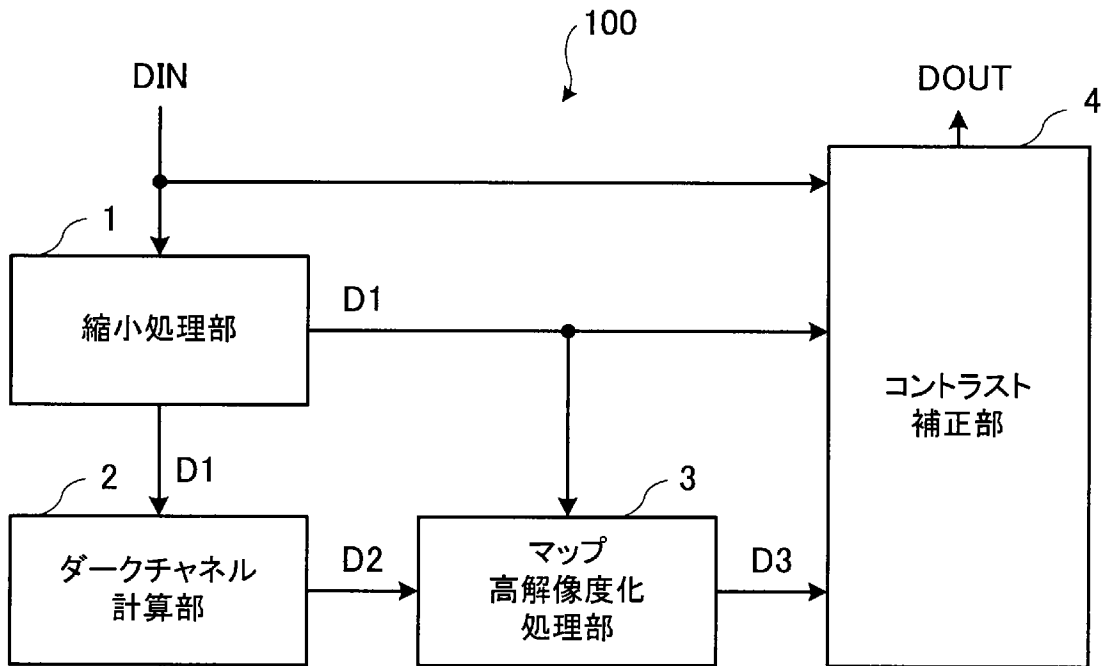
情報記録媒体に記録されている画像データを前記画像処理部に入力される入力画像データとして出力する記録再生部と、

を備えることを特徴とする映像記録再生装置。

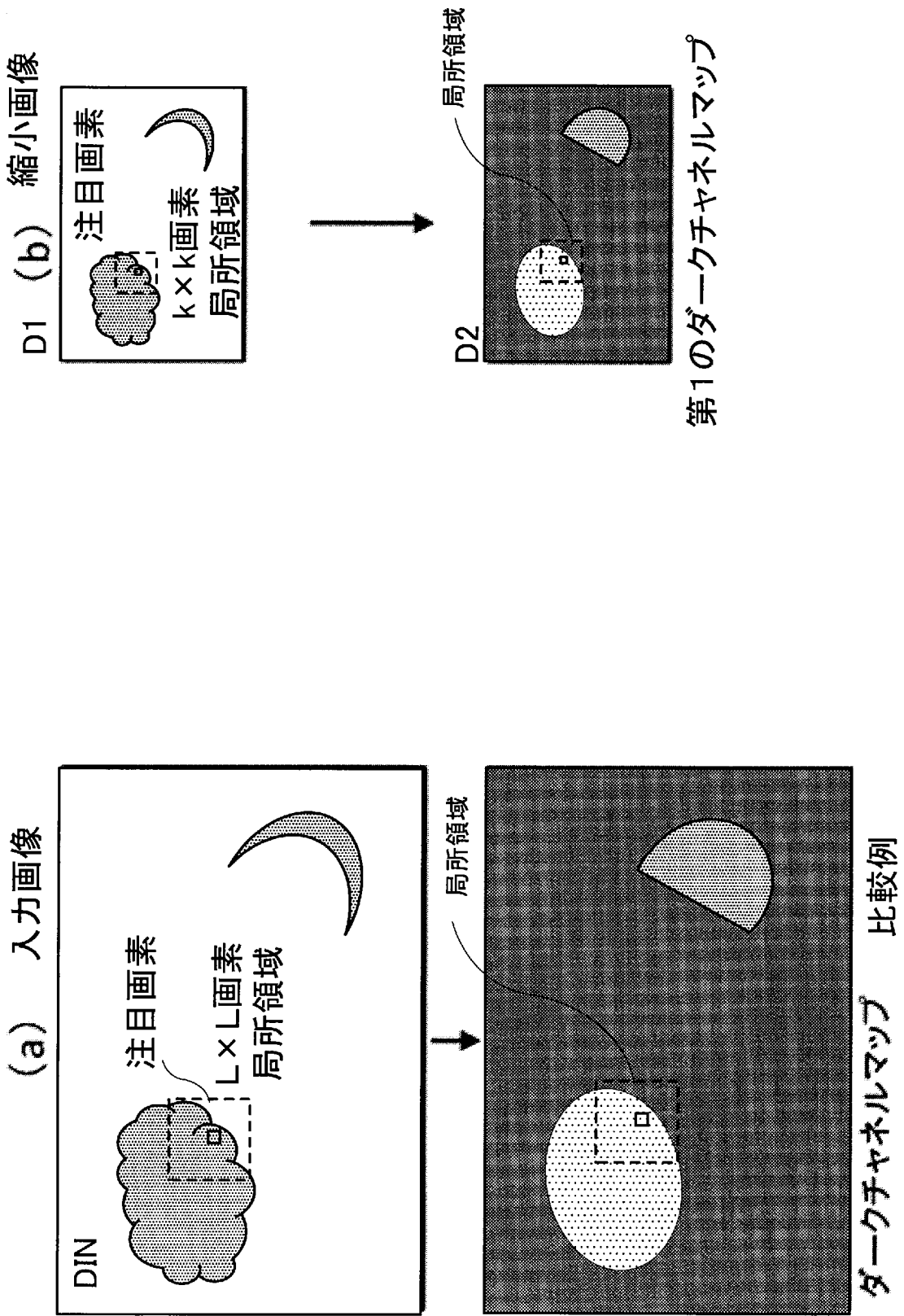
[図1]



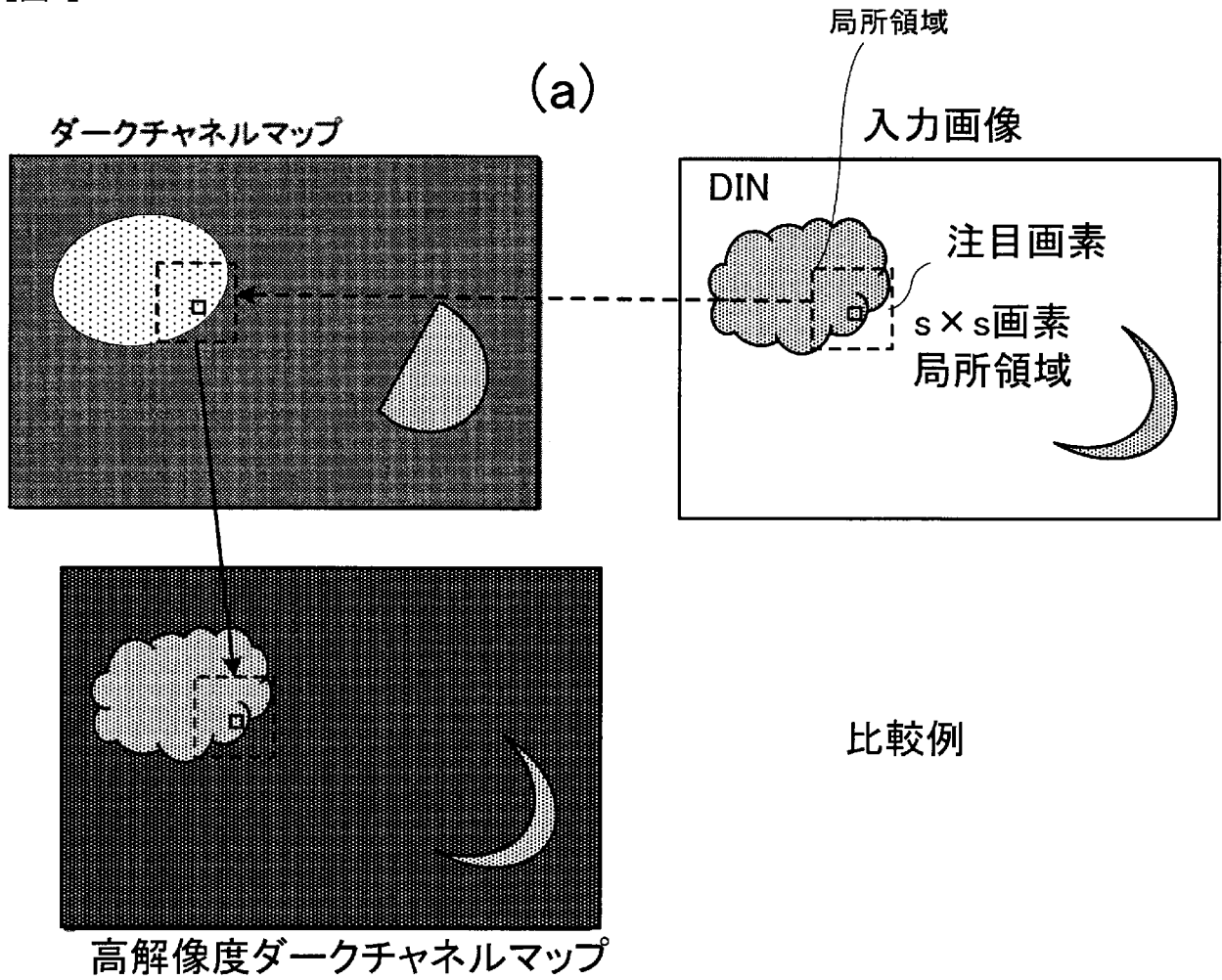
[図2]



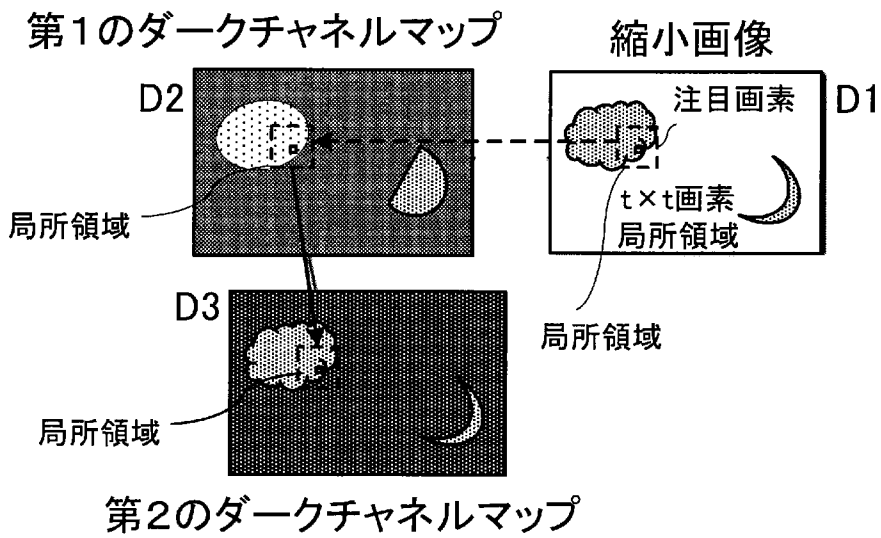
[図3]



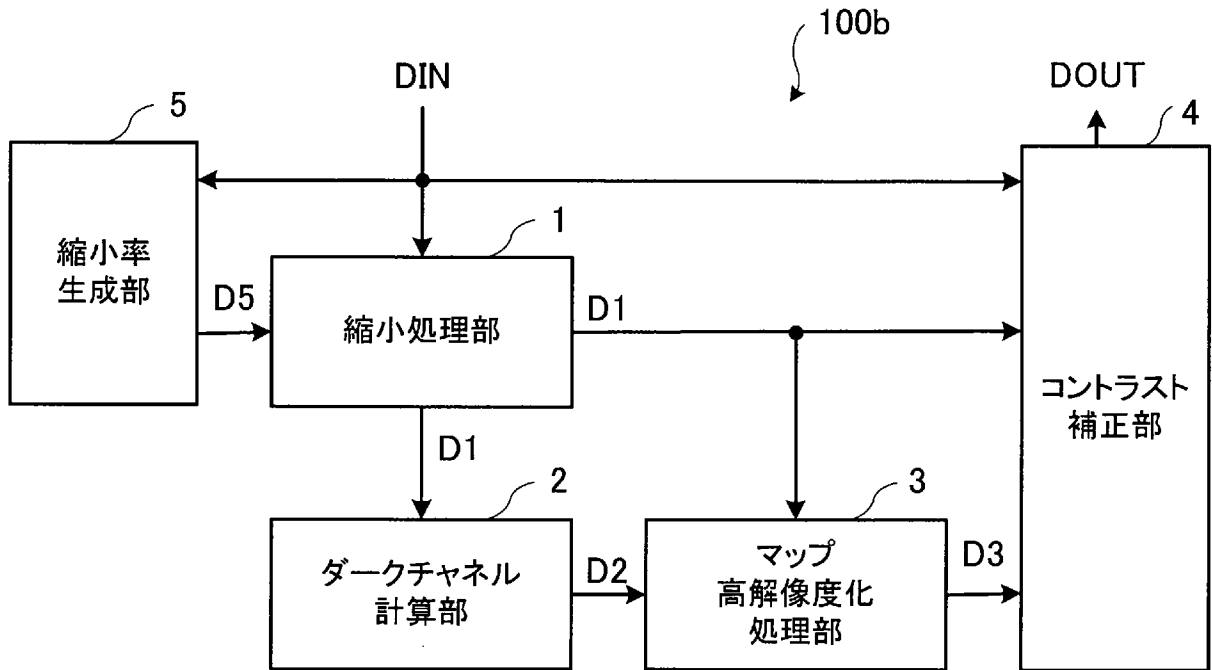
[図4]



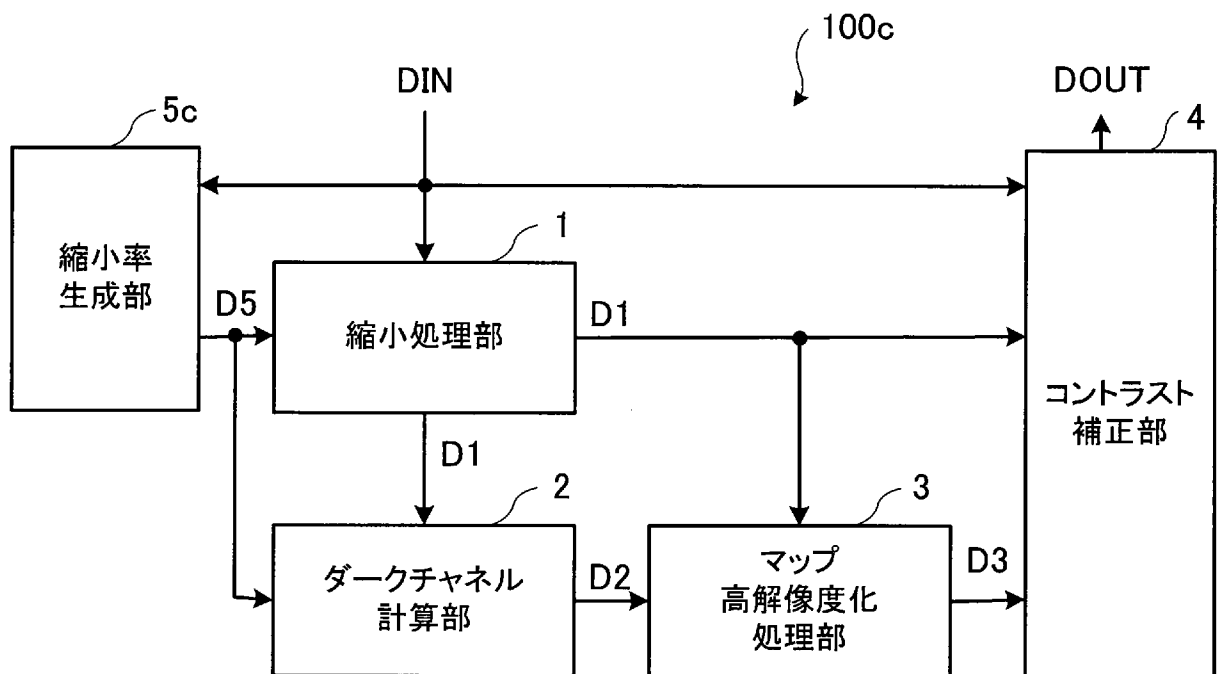
(b)



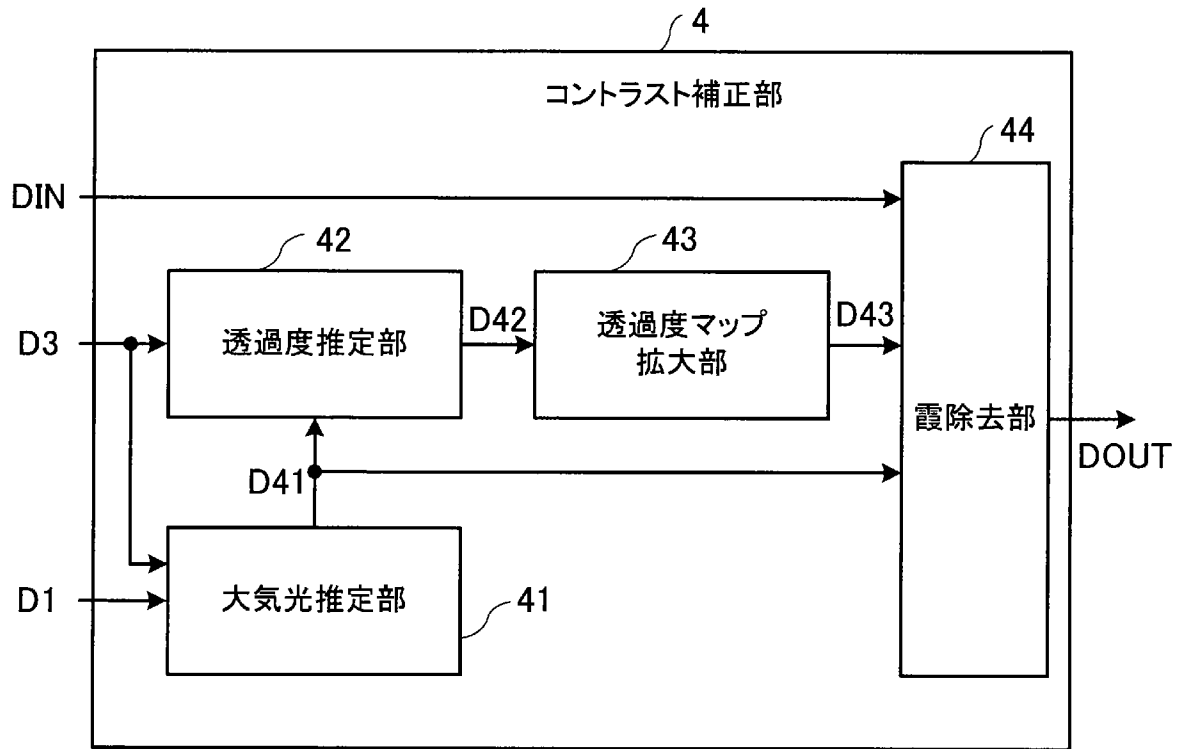
[図5]



[図6]

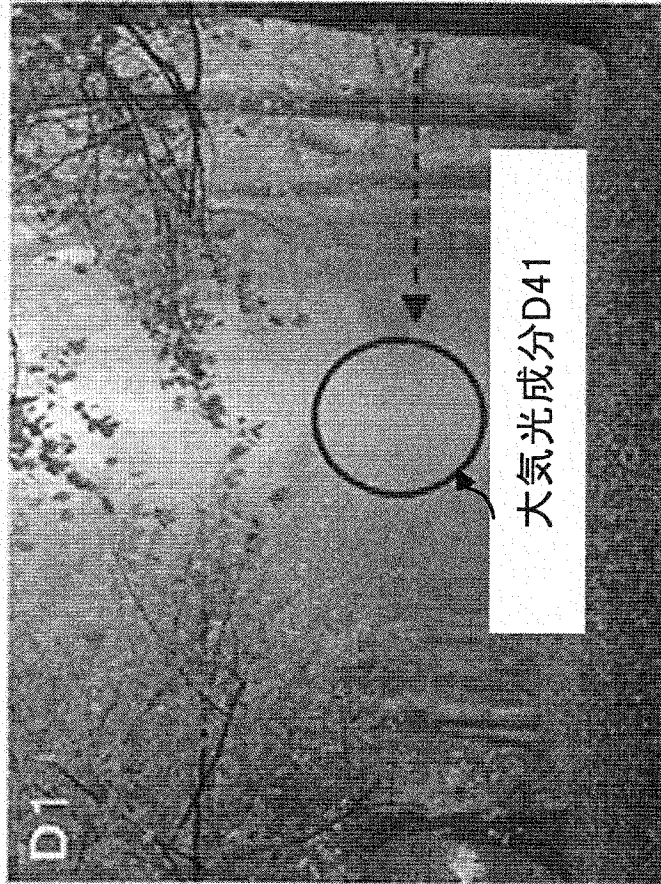


[図7]



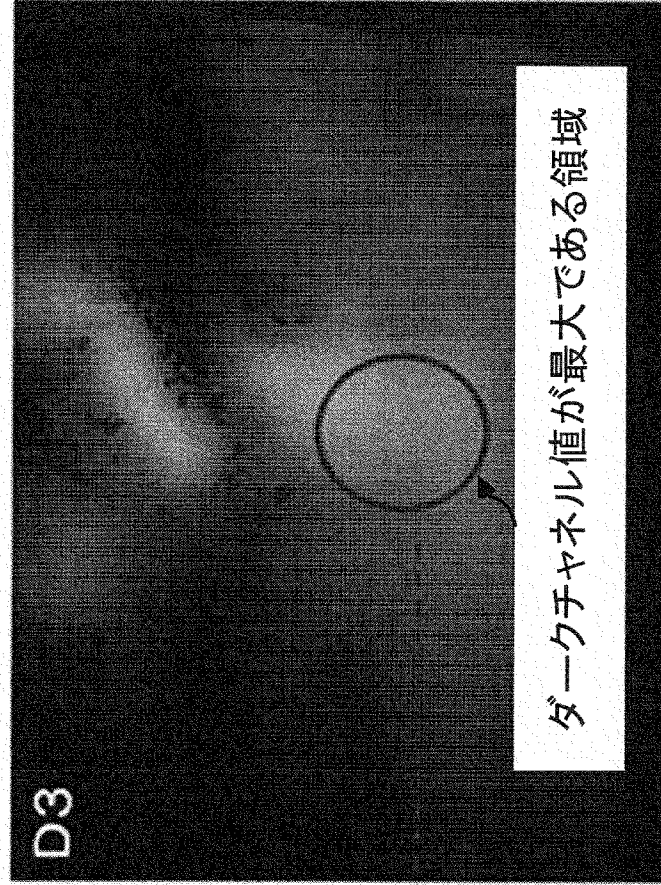
[図8]

(a)



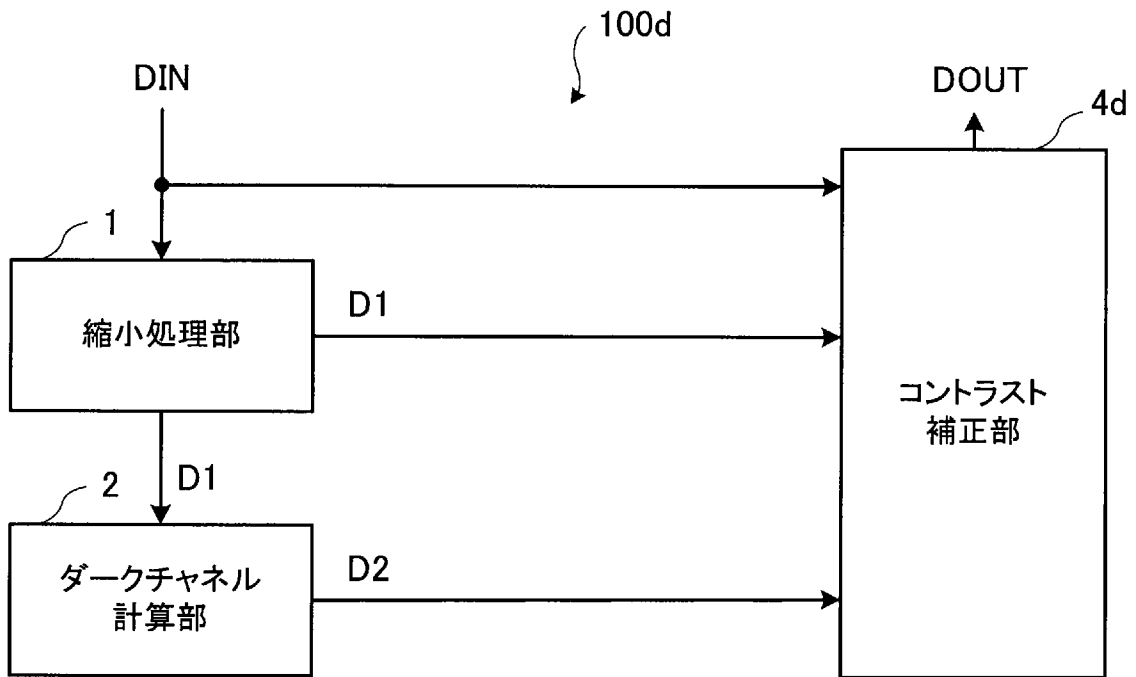
縮小画像

(b)

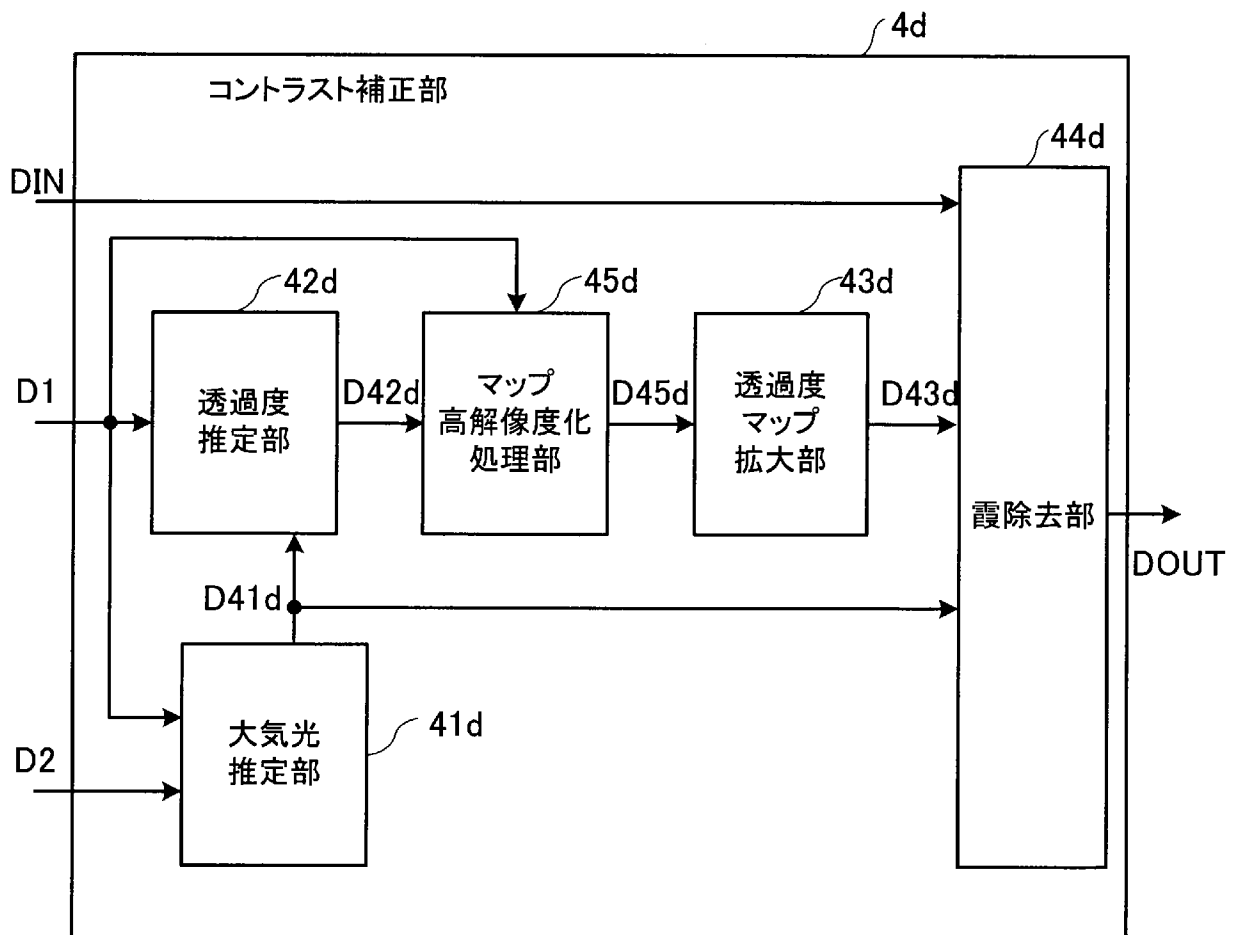


高解像度ダークチャンネルマップ

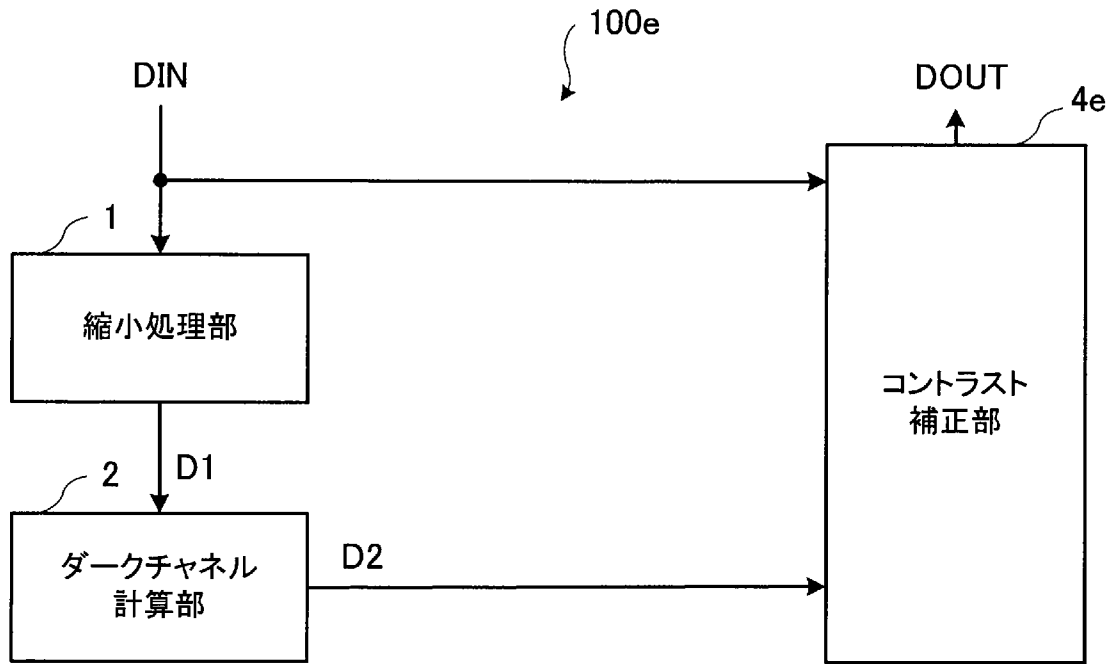
[図9]



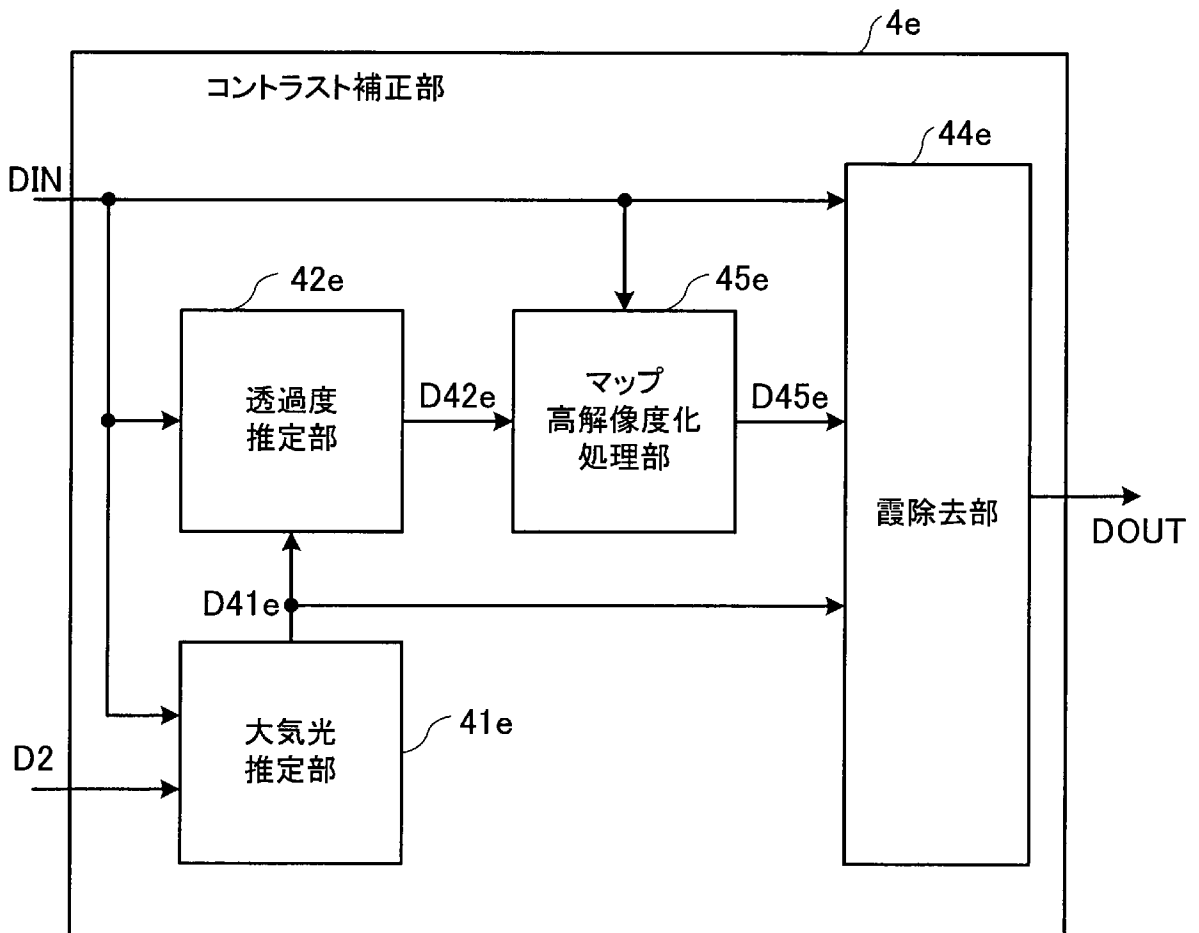
[図10]



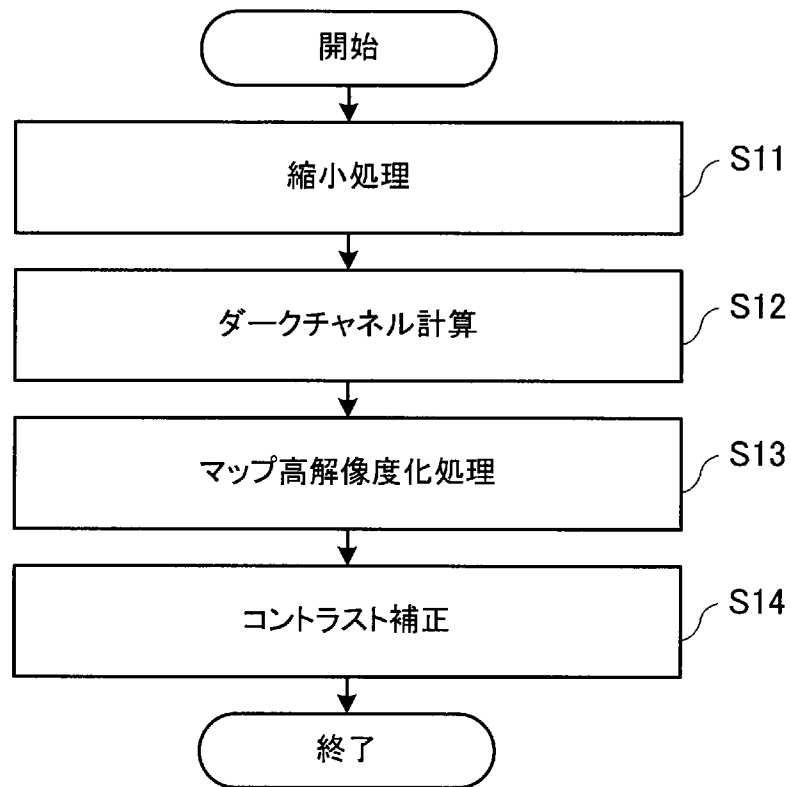
[図11]



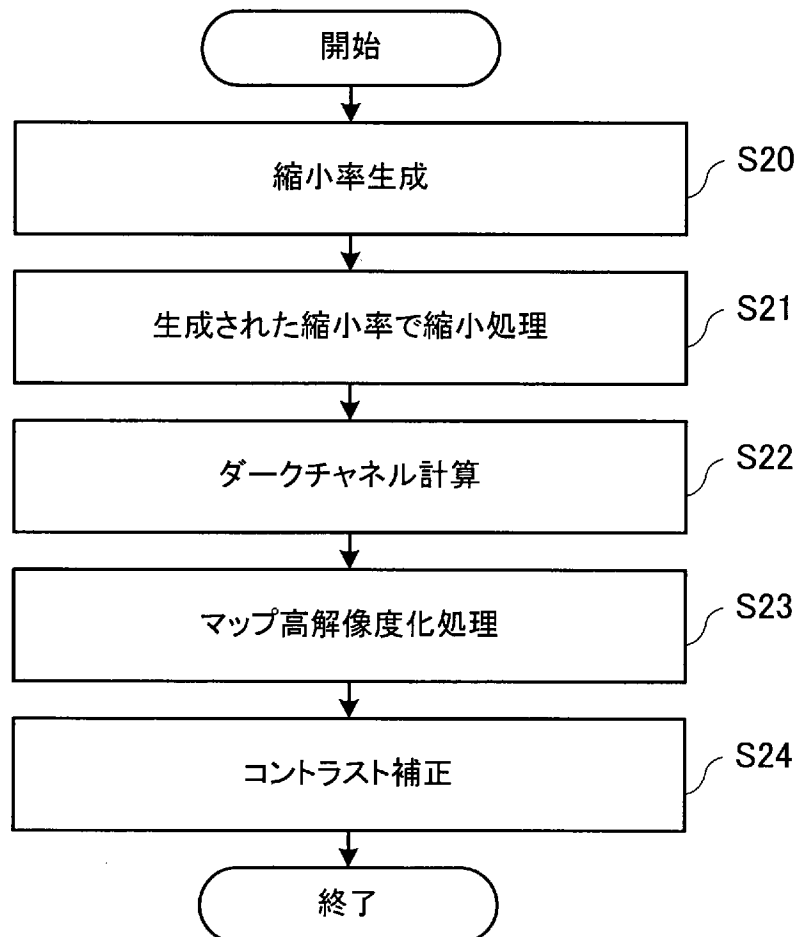
[図12]



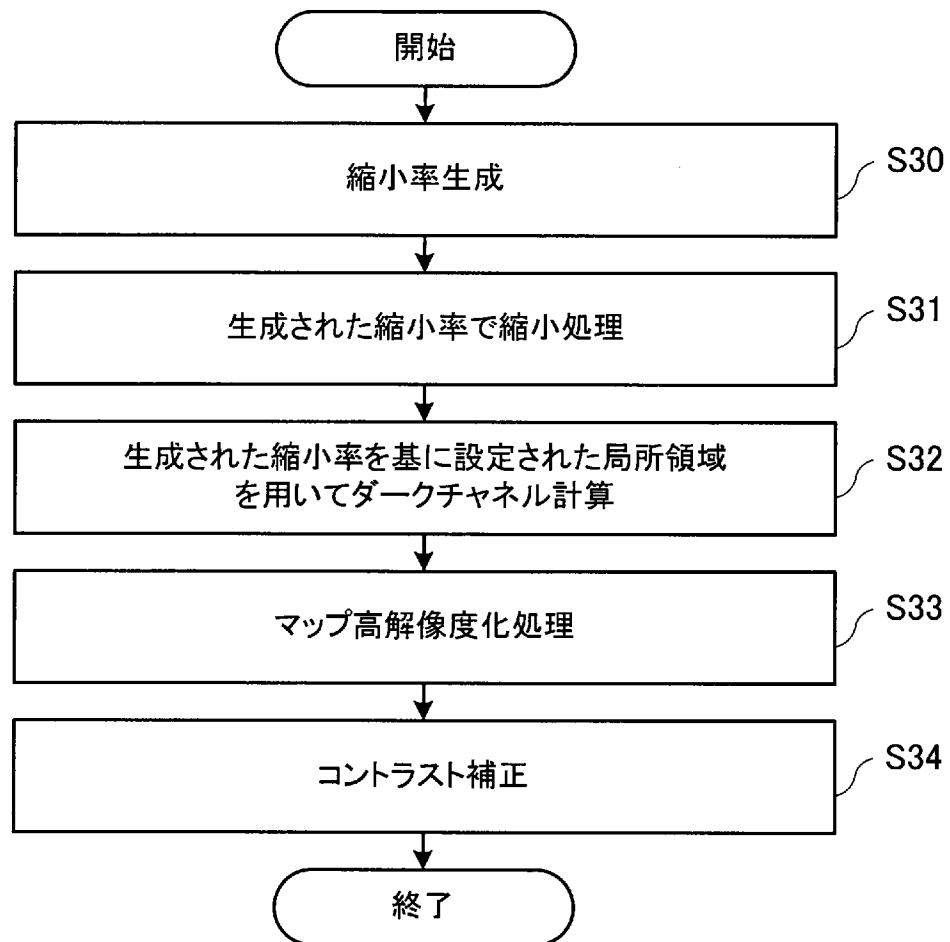
[図13]



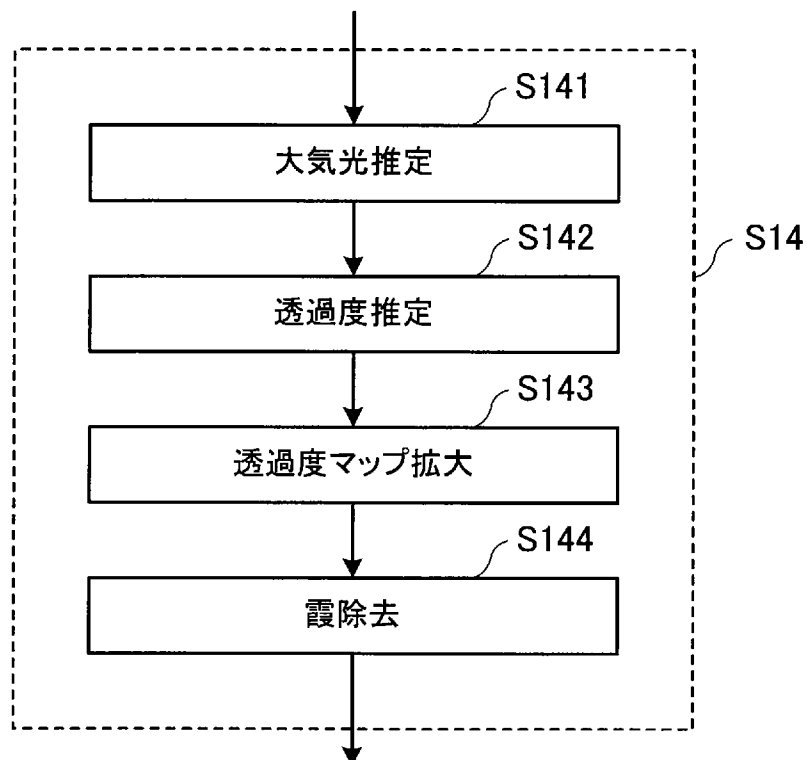
[図14]



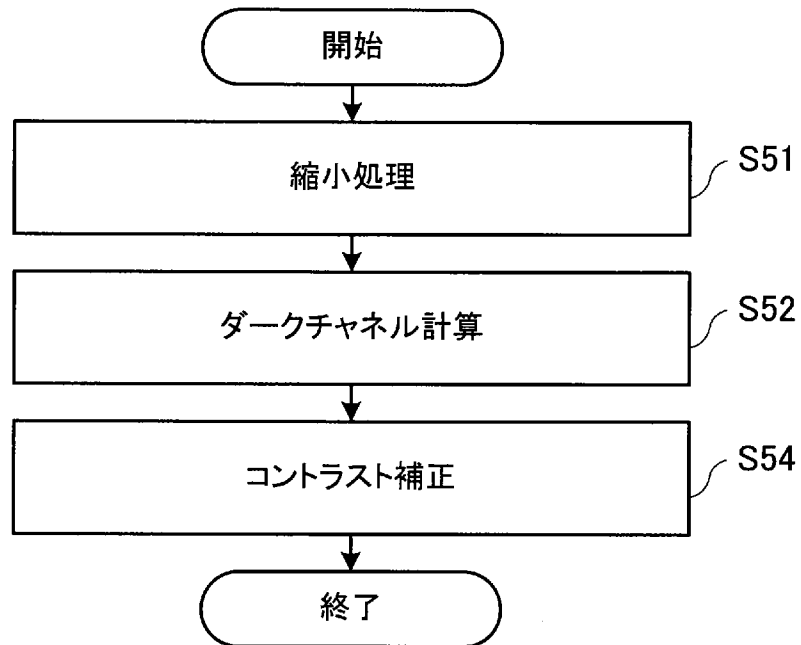
[図15]



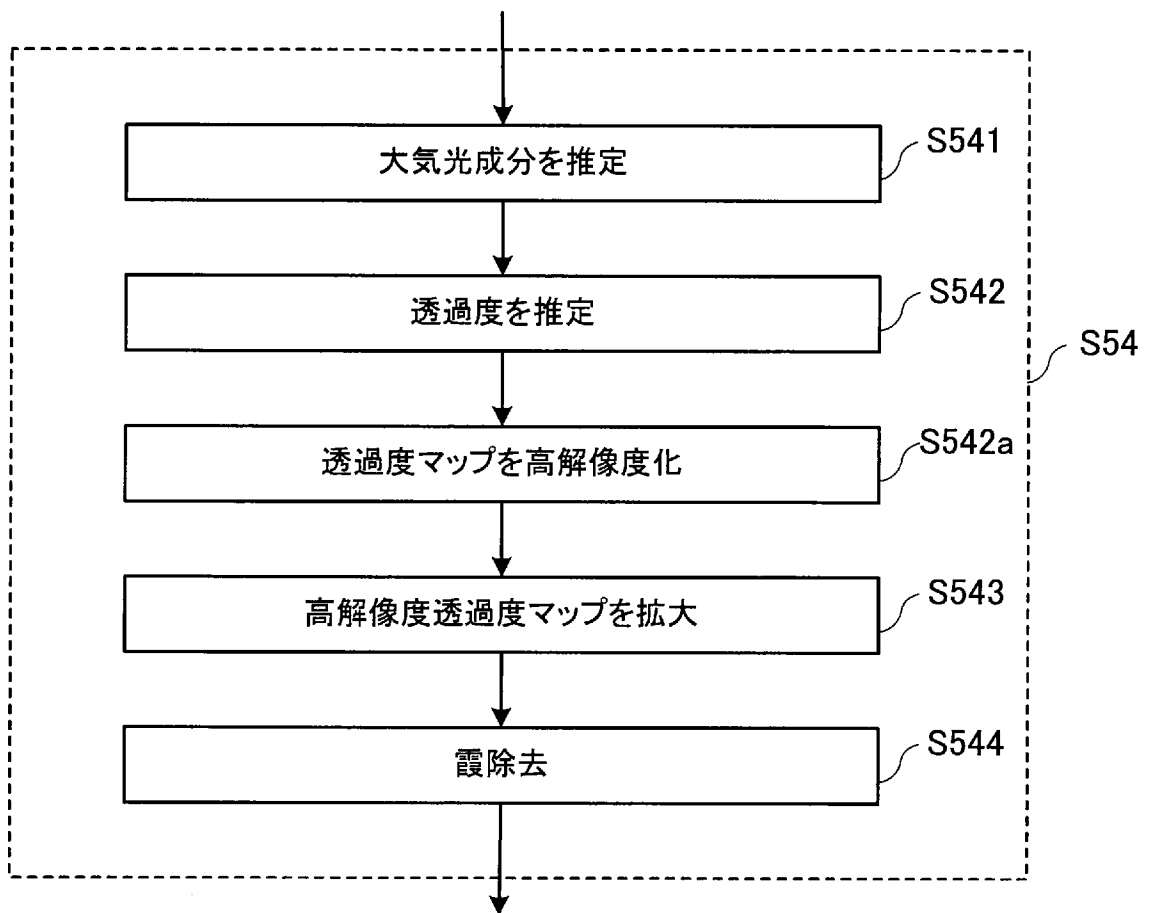
[図16]



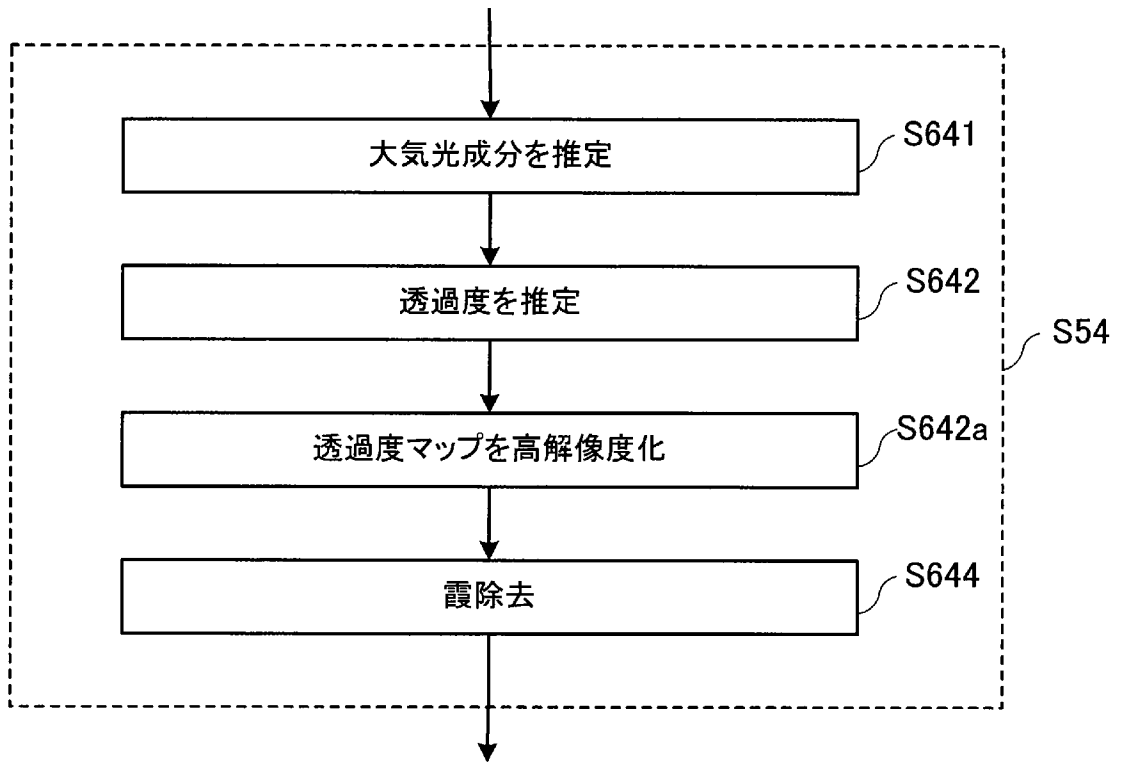
[図17]



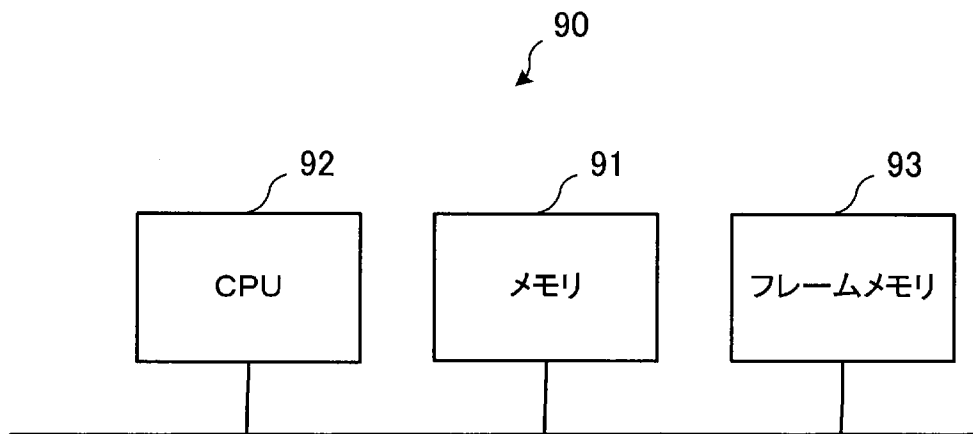
[図18]



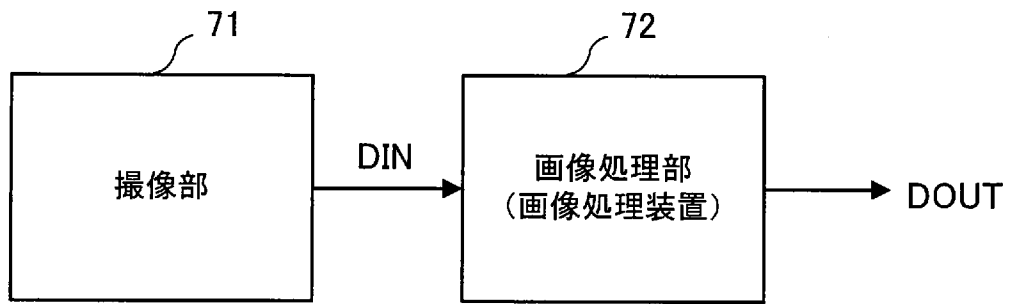
[図19]



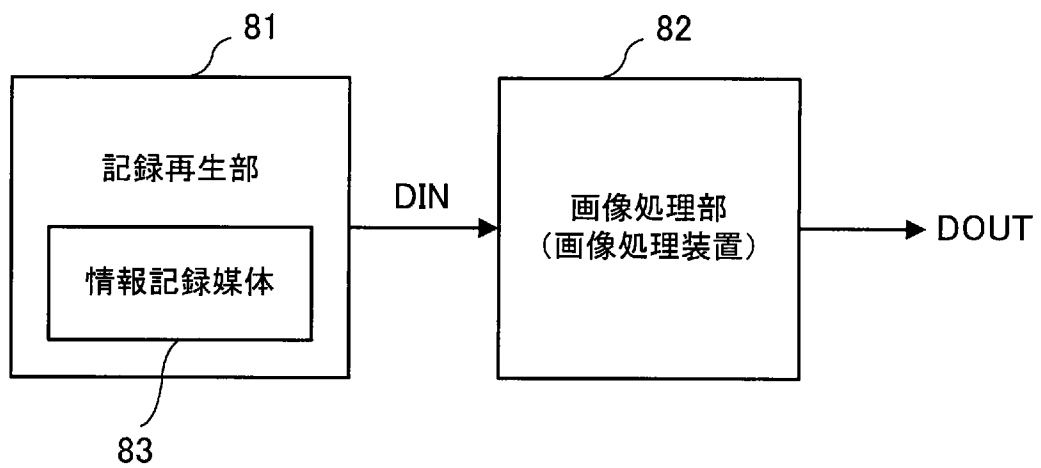
[図20]



[図21]



[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/054359

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G06T5/00(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)
G06T5/00

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
JSTPlus (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	TAN Zhiming et al., "Fast Single-Image Defogging", FUJITSU, 10 September 2013 (10.09.2013), vol.64, no.5, pages 523 to 528, particularly, '●Gazo Kiri Jokyo Medel' to '●Dark Channel Shori'	3, 6, 7, 12, 16, 18-20 1, 2, 4, 5, 8-11, 13-15, 17
Y A	JP 2013-247471 A (Toshiba Corp.), 09 December 2013 (09.12.2013), paragraphs [0025] to [0028]; fig. 2 & EP 2667351 A1 paragraphs [0026] to [0029]; fig. 2	3, 6, 7, 12, 16, 18-20 1, 2, 4, 5, 8-11, 13-15, 17
Y A	JP 2013-179549 A (Nikon Corp.), 09 September 2013 (09.09.2013), paragraphs [0039], [0046]; fig. 4 to 5 (Family: none)	3, 6, 7, 12, 16, 18-20 1, 2, 4, 5, 8-11, 13-15, 17

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 01 April 2016 (01.04.16)	Date of mailing of the international search report 12 April 2016 (12.04.16)
---	--

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

International application No.

PCT/JP2016/054359

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2011/0188775 A1 (Jian Sun et al.), 04 August 2011 (04.08.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-20
A	US 2014/0140619 A1 (Sudipta Mukhopadhyay et al.), 22 May 2014 (22.05.2014), entire text; all drawings & WO 2013/018101 A1 & EP 2740100 A1 & KR 10-2014-0042816 A	1-20
A	Shota FURUKAWA et al., "A Proposal of Dehazing Method Employing Min-Max Bilateral Filter", IEICE Technical Report, 05 December 2013 (05.12.2013), vol.113, no.343, pages 127 to 130	1-20
P,A	JP 2015-201731 A (Olympus Corp.), 12 November 2015 (12.11.2015), paragraph [0104] & WO 2015/156041 A1	1-20
P,A	JP 2015-192338 A (Nikon Corp.), 02 November 2015 (02.11.2015), entire text; all drawings (Family: none)	1-20

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G06T5/00(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. G06T5/00

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 (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
Y	TAN Zhiming, 外3名, “霧”や“もや”などをクリアにする高速 画像処理技術”, FUJITSU, 2013.09.10, Vol.64, No.5, pp.523-528, 特に、「●画像霧除去モデル」-「●ダークチャネル処 理」	3, 6, 7, 12, 16, 18-20
A		1, 2, 4, 5, 8-11, 13-15, 17

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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
 「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

01.04.2016

国際調査報告の発送日

12.04.2016

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）

佐田 宏史

電話番号 03-3581-1101 内線 3531

5H

4189

C (続き) . 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
Y A	JP 2013-247471 A (株式会社東芝) 2013. 12. 09, 段落 [0025] - [0028]、図2 & EP 2667351 A1, 段落 [0026] - [0029], 図2	3, 6, 7, 12, 16, 18-20 1, 2, 4, 5, 8-11, 13-15, 17
Y A	JP 2013-179549 A (株式会社ニコン) 2013. 09. 09, 段落 [0039] [0046]、図4-5 (ファミリーなし)	3, 6, 7, 12, 16, 18-20 1, 2, 4, 5, 8-11, 13-15, 17
A	US 2011/0188775 A1 (Jian Sun et al.) 2011. 08. 04, 全文、全図 (フ ァミリーなし)	1-20
A	US 2014/0140619 A1 (Sudipta Mukhopadhyay et al.) 2014. 05. 22, 全 文、全図 & WO 2013/018101 A1 & EP 2740100 A1 & KR 10-2014-0042816 A	1-20
A	古川 翔大、外4名, “M i n - M a xバイラテラルフィルタを用 いたヘイズ除去の一提案”, 電子情報通信学会技術研究報告, 2013. 12. 05, Vol. 113, No. 343, pp. 127-130	1-20
P, A	JP 2015-201731 A (オリンパス株式会社) 2015. 11. 12, 段落 [01 04] & WO 2015/156041 A1	1-20
P, A	JP 2015-192338 A (株式会社ニコン) 2015. 11. 02, 全文、全図 (フ ァミリーなし)	1-20