

(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
2014 年 10 月 2 日(02.10.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/156669 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 3/00 (2006.01) H04N 1/387 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/056618
- (22) 国際出願日: 2014 年 3 月 13 日(13.03.2014)
- (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 2013-072932 2013 年 3 月 29 日(29.03.2013) JP
- (71) 出願人: コニカミノルタ株式会社(KONICA MINOLTA, INC.) [JP/JP]; 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 2 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 浅野 基広(ASANO, Motohiro); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 2 号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所(FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大阪市

北区中之島二丁目 2 番 7 号 中之島セントラルタワー Osaka (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, LT, 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, 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

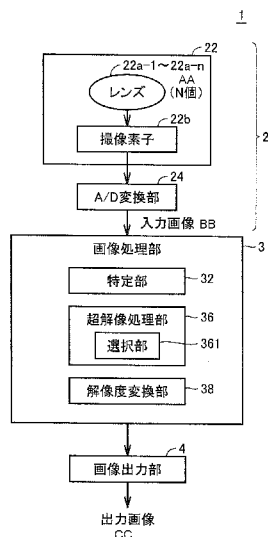
[続葉有]

(54) Title: IMAGE PROCESSING DEVICE AND IMAGE PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: 画像処理装置および画像処理方法

【図1】

FIG.1



- 3... IMAGE PROCESSING UNIT
4... IMAGE OUTPUT UNIT
22a-1~22a-n... LENS
22b... IMAGING ELEMENT
24... A/D PROCESSING UNIT
32... SPECIFICATION UNIT
36... SUPER-RESOLUTION PROCESSING UNIT
38... RESOLUTION CONVERSION UNIT
361... SELECTION UNIT
AA... (N UNITS)
BB... INPUT IMAGE
CC... OUTPUT IMAGE

(57) Abstract: This image processing device (1) is provided with: a super-resolution processing unit (36) that has a plurality of color channels and is for executing a super-resolution process with respect to one input image from among an input image group having a partial region in common for each input image; a resolution conversion unit (38) for executing a resolution conversion process with respect to a post-super-resolution-process input image; and a specification unit (32) for specifying the combination of the scaling factor of the super-resolution process and the scaling factor for the resolution conversion process for each color channel. The specification unit specifies the abovementioned combination in a manner so that the scaling factor of the super-resolution process for at least one color channel differs from the scaling factor for the super-resolution process for another color channel.

(57) 要約: 画像処理装置 (1) は、複数の色チャンネルを有し、かつ、入力画像それぞれが共通する部分領域を有する入力画像群のうちの 1 つの入力画像について超解像処理を実行するための超解像処理部 (36) と、超解像処理後の入力画像について解像度変換処理を実行するための解像度変換部 (38) と、色チャンネルごとに、超解像処理の倍率と解像度変換処理の倍率との組み合わせを特定するための特定部 (32) とを備える。特定部は、少なくとも 1 つの色チャンネルの超解像処理の倍率が他の色チャンネルの超解像処理の倍率とは異なるものとなるように上記の組み合わせを特定する。

WO 2014/156669 A1



(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))

明 細 書

発明の名称： 画像処理装置および画像処理方法

技術分野

[0001] この発明は画像処理装置および画像処理方法に関し、特に、解像度を向上させる処理を行なう画像処理装置および画像処理方法に関する。

背景技術

[0002] 共通する部分領域を有し、低解像度である多視点の入力画像群や連続した入力画像群から1枚の高解像度画像を生成する画像処理技術がある。このような処理は、超解像処理とも呼ばれる。このような超解像処理は演算量が多く、処理速度が遅い。

[0003] これに対して、特開2010-278898号公報（以下、特許文献1）は、予め固定された倍率での超解像処理と、任意に倍率が設定可能な解像度変換処理とを組み合わせることで、演算量を低減させ、電力消費を低減させて解像度を可変とする技術を開示している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2010-278898号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献1の技術を用いた場合であっても、超解像処理が予め固定された一律の倍率で行なわれることから、超解像処理に必要な処理時間を短縮することができない。そのため、演算量の低減、すなわち処理速度の高速化には限度がある、という問題があった。

[0006] 本発明はこのような問題に鑑みてなされたものであって、高解像度画像を生成する処理を高速化することのできる画像処理装置および画像処理方法を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0007] 上記目的を達成するために、本発明のある局面に従うと、画像処理装置は、複数の色チャンネルを有し、かつ、入力画像それぞれが共通する部分領域を有する入力画像群から、入力画像よりも高い周波数情報を持つ高解像度画像を作成して出力する画像処理装置であって、入力画像について超解像処理を実行するための第1の処理手段と、超解像処理後の入力画像について解像度変換処理を実行するための第2の処理手段と、色チャンネルごとに、超解像処理の倍率と解像度変換処理の倍率との組み合わせを特定するための特定手段とを備える。特定手段は、少なくとも1つの色チャンネルの超解像処理の倍率が他の色チャンネルの超解像処理の倍率とは異なるものとなるように上記の組み合わせを特定する。

[0008] 好ましくは、特定手段は、入力画像群のうちの超解像処理に用いる、色チャンネルごとの画素数に応じて超解像処理の倍率を特定し、色チャンネルごとに特定された超解像処理の倍率に基づいて解像度変換処理の倍率を特定する。

[0009] より好ましくは、特定手段は、超解像処理の倍率の最も高い第1の色チャンネルについての解像度変換処理の倍率を1とし、第1の色チャンネル以外の色チャンネルのそれぞれについて、当該色チャンネルの解像度変換処理後の画素数が、第1の色チャンネルの超解像処理後の画素数と同じになるように、第1の色チャンネル以外の色チャンネルの解像度変換処理の倍率を特定する。

[0010] 好ましくは、入力画像群は、入力画像ごとに単色の色チャンネルを有する。

より好ましくは、画像処理装置は、入力画像の色チャンネルごとに、入力画像のうちの超解像処理に用いる入力画像を選択するための選択手段をさらに備える。

[0011] 好ましくは、入力画像群は、入力画像それぞれが、画素ごとに異なる色チャンネルを有し、第1の処理手段は、入力画像のうちの、超解像処理の対象とする色チャンネルに対応した画素を用いる。

[0012] 好ましくは、入力画像群は、互いに光軸が異なる複数レンズを含んだレンズアレイで得られる画像群である。

[0013] 好ましくは、入力画像群は、撮像装置によって、それぞれ視点を異ならせて異なるタイミングに撮影されたものである。

[0014] 本発明の他の局面に従うと、画像処理方法は、複数の色チャンネルを有し、かつ、入力画像それぞれが共通する部分領域を有する入力画像群から、入力画像よりも高い周波数情報を持つ高解像度画像を出力画像として生成する方法であって、色チャンネルごとに、超解像処理の倍率と解像度変換処理の倍率との組み合わせを特定するステップと、入力画像について、特定された倍率で超解像処理を実行するステップと、超解像処理後の入力画像について、特定された倍率で解像度変換処理を実行するステップとを備える。組み合わせを特定するステップでは、少なくとも1つの色チャンネルの超解像処理の倍率が他の色チャンネルの超解像処理の倍率とは異なるものとなるように上記の組み合わせを特定する。

[0015] 本発明のさらに他の局面に従うと、画像処理プログラムは、コンピュータに、複数の色チャンネルを有し、かつ、入力画像それぞれが共通する部分領域を有する入力画像群から入力画像よりも高い周波数情報を持つ高解像度画像を出力画像として生成する処理を実行させるプログラムであって、色チャンネルごとに、超解像処理の倍率と解像度変換処理の倍率との組み合わせを特定するステップと、入力画像について、特定された倍率で超解像処理を実行するステップと、超解像処理後の入力画像について、特定された倍率で解像度変換処理を実行するステップとをコンピュータに実行させる。組み合わせを特定するステップでは、少なくとも1つの色チャンネルの超解像処理の倍率が他の色チャンネルの超解像処理の倍率とは異なるものとなるように上記の組み合わせを特定する。

発明の効果

[0016] この発明によると、共通する部分領域を有し、低解像度である多視点の入力画像群や連続した入力画像群から1枚の高解像度画像を生成する処理を、

高速化することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]実施の形態にかかる画像処理装置の構成の基本的構成を示すブロック図である。

[図2]画像処理装置を具現化したデジタルカメラの構成を示すブロック図である。

[図3]画像処理装置を具現化したパーソナルコンピュータ（P C）の構成を示すブロック図である。

[図4A]カメラの構成の概略を表わした図である。

[図4B]撮像素子上に入力される光学像の具体例を示す図である。

[図5]従来の超解像処理を行なう画像処理装置での、画像処理の流れを表わした図である。

[図6]実施の形態にかかる画像処理装置での画像処理の流れを表わした図である。

[図7]超解像処理の流れを表わした図である。

[図8]図 7 のステップ# 3 3での処理の詳細を表わした図である。

[図9]図 8 のステップ# 4 1 で用いられる劣化情報を説明するための図である。

[図10]劣化情報の具体例を表わした図である。

[図11]緑色チャンネルの画像処理の結果を表わした図である。

[図12]赤色チャンネルについて、従来の超解像処理を施した場合の出力結果（A）と、実施の形態にかかる画像処理を施した場合の出力結果（B）との比較を表わした図である。

[図13A]図 1 2 （A）の出力画像の一部を拡大した図である。

[図13B]図 1 2 （B）の出力画像の一部を拡大した図である。

[図14]青色チャンネルについて、従来の超解像処理を施した場合の出力結果（A）と、実施の形態にかかる画像処理を施した場合の出力結果（B）との比較を表わした図である。

[図15]超解像処理の他の例を表わした図である。

[図16]緑色チャンネルについての第1の変形例にかかる画像処理の結果を表わした図である。

[図17]赤色チャンネルについての、従来の超解像処理を施した場合の出力結果（A）と、第1の変形例にかかる画像処理を施した場合の出力結果（B）との比較を表わした図である。

[図18]青色チャンネルについての、従来の超解像処理を施した場合の出力結果（A）と、第1の変形例にかかる画像処理を施した場合の出力結果（B）との比較を表わした図である。

[図19A]第2の変形例での撮像素子上に入力される光学像の具体例を示す図である。

[図19B]第2の変形例での色フィルターの具体例Bを示す図である。

[図20A]第2の変形例での、緑色チャンネルの超解像処理の概要を表わした図である。

[図20B]第2の変形例での、緑色チャンネルの超解像処理の概要を表わした図である。

[図21]第2の変形例での超解像処理の流れを表わした図である。

[図22]第3の変形例での撮像素子上に入力される光学像の具体例を示す図である。

[図23]第3の変形例にかかる画像処理の流れを表わした図である。

[図24]図23のステップ#20での選択処理の流れの一例を表わした図である。

[図25]図23のステップ#20での選択処理の一例に用いられる平均化フィルターの具体例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下に、図面を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明する。以下の説明では、同一の部品および構成要素には同一の符号を付してある。それらの名称および機能も同じである。したがって、これらの説明は繰り返さな

い。

[0019] なお、以下の例では、入力画像群として、視点の異なる複数のレンズを有するアレイカメラによって同時に撮影された複数の撮影画像を用いるものとしているが、入力画像群はこのような撮影画像に限定されるものではない。一つの高解像度画像を得るために、それぞれの画像に共通する部分領域があれば適応可能で、他の例として、視点をずらして撮影された、撮影タイミングの異なる複数の撮影画像が用いられてもよい。

[0020] <システム構成>

図1は、本実施の形態にかかる画像処理装置1の構成の基本的構成を示すブロック図である。

[0021] 図1を参照して、画像処理装置1は、撮像部2と、画像処理部3と、画像出力部4とを含む。図1に示す画像処理装置1においては、撮像部2が被写体を撮像することで画像（以下、「入力画像」とも称する）を取得し、画像処理部3がこの取得された入力画像に対して後述するような画像処理を行なうことで、入力画像よりも高周波数成分を有する高解像度の出力画像（以下、「高解像度画像」とも称する）を生成する。そして、画像出力部4は、この高解像度画像を表示デバイスなどへ出力する。

[0022] 撮像部2は、対象物（被写体）を撮像して入力画像を生成する。より具体的には、撮像部2は、カメラ22と、カメラ22と接続されたA/D（Analog to Digital）変換部24とを含む。A/D変換部24は、カメラ22により撮像された被写体を示す入力画像を出力する。

[0023] カメラ22は、被写体を撮像するための光学系であって、アレイカメラである。すなわち、カメラ22は、格子状に配置された視点の異なるN個のレンズ22a-1～22a-n（これらを代表させて、レンズ22aとも称する）と、レンズ22aにより形成された光学像を電気信号に変換するデバイスである撮像素子（イメージセンサー）22bとを含む。

[0024] A/D変換部24は、撮像素子22bから出力される被写体を示す映像信号（アナログ電気信号）をデジタル信号に変換して出力する。撮像部2はさ

らに、カメラ各部分を制御するための制御処理回路などを含み得る。

[0025] 画像処理部 3 は、撮像部 2 によって取得された入力画像に対して、本実施の形態に従う画像処理方法を実施することで高解像度画像を生成する。より具体的には、画像処理部 3 は、後述するように、色チャンネルごとに超解像処理の倍率と解像度変換処理の倍率との組み合わせを特定するための特定部 3 2 と、入力画像を特定された倍率となるよう超解像処理を実行するための第 1 の処理部である超解像処理部 3 6 と、超解像処理後の入力画像について特定された倍率となるよう解像度変換処理を実行するための第 2 の処理部である解像度変換部 3 8 とを含む。超解像処理部 3 6 は、さらに、入力画像の色チャンネルごとに、入力画像のうちの超解像処理に用いる入力画像を選択するための選択部 3 6 1 を含んでもよい。

[0026] 超解像処理部 3 6 は、入力画像（または選択された入力画像）に対して後述する超解像処理を行なう。超解像処理とは、入力画像が持つナイキスト周波数を超える周波数情報を生成する処理である。また、解像度変換部 3 8 は、超解像処理後の入力画像に対して解像度変換処理を行なう。

[0027] 画像出力部 4 は、画像処理部 3 によって生成される高解像度画像を表示デバイスなどへ出力する。

[0028] 図 1 に示す画像処理装置 1 は、各部を独立の装置で具現化したシステムとして構成することもできるが、汎用的には、以下に説明するデジタルカメラやパーソナルコンピューターなどとして具現化される場合が多い。そこで、本実施の形態に従う画像処理装置 1 の具現化例として、デジタルカメラでの具現化例と P C（パーソナルコンピューター）での具現化例とについて説明する。

[0029] 図 2 は、図 1 に示す画像処理装置 1 を具現化したデジタルカメラ 1 0 0 の構成を示すブロック図である。図 2 において、図 1 に示す画像処理装置 1 を構成するそれぞれのブロックに対応するコンポーネントには、図 1 と同一の参照符号を付している。

[0030] 図 2 を参照して、デジタルカメラ 1 0 0 は、C P U（Central Processing

Unit) 102と、デジタル処理回路104と、画像表示部108と、カードインターフェイス(I/F)110と、記憶部112と、カメラ部114とを含む。

[0031] CPU102は、予め格納されたプログラムなどを実行することで、デジタルカメラ100の全体を制御する。デジタル処理回路104は、本実施の形態に従う画像処理を含む各種のデジタル処理を実行する。デジタル処理回路104は、典型的には、DSP (Digital Signal Processor)、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、LSI (Large Scale Integration)、FPGA (Field-Programmable Gate Array) などによって構成される。このデジタル処理回路104は、図1に示す画像処理部3が提供する機能を実現するための画像処理回路106を含む。

[0032] 画像表示部108は、カメラ部114により提供される入力画像、デジタル処理回路104 (画像処理回路106) によって生成される出力画像、デジタルカメラ100に係る各種設定情報、および、制御用GUI (Graphical User Interface) 画面などを表示する。

[0033] カードI/F110は、画像処理回路106によって生成された画像データを記憶部112へ書き込み、あるいは、記憶部112から画像データなどを読み出すためのインターフェイスである。記憶部112は、画像処理回路106によって生成された画像データや各種情報 (デジタルカメラ100の制御パラメーターや動作モードなどの設定値) を格納する記憶デバイスである。この記憶部112は、フラッシュメモリ、光学ディスク、磁気ディスクなどからなり、データを不揮発的に記憶する。

[0034] カメラ部114は、被写体を撮像することで入力画像を生成する。

図2に示すデジタルカメラ100は、本実施の形態に従う画像処理装置1の全体を単体の装置として実装したものである。すなわち、ユーザーは、デジタルカメラ100を用いて被写体を撮像することで、画像表示部108において高解像度の画像を視認することができる。

[0035] 図3は、図1に示す画像処理装置1を具現化したPC200の構成を示す

ブロック図である。図3に示すPC200は、本実施の形態に従う画像処理装置1の一部を単体の装置として実装したものである。図3に示すPC200では、入力画像を取得するための撮像部2が搭載されておらず、任意の撮像部2によって取得された入力画像が外部から入力される構成となっている。このような構成であっても、本発明の実施の形態に従う画像処理装置1に含まれ得る。なお、図3においても、図1に示す画像処理装置1を構成するそれぞれのブロックに対応するコンポーネントには、図1と同一の参照符号を付している。

[0036] 図3を参照して、PC200は、PC本体202と、モニター206と、マウス208と、キーボード210と、外部記憶装置212とを含む。

[0037] PC本体202は、典型的には、汎用的なアーキテクチャーに従う汎用コンピュータであり、基本的な構成要素として、CPU、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory) などを含む。PC本体202は、図1に示す画像処理部3が提供する機能を実現するための画像処理プログラム204が実行可能になっている。このような画像処理プログラム204は、CD-ROM (Compact Disk-Read Only Memory) などの記憶媒体に格納されて流通し、あるいは、ネットワークを介してサーバー装置から配信される。そして、画像処理プログラム204は、PC本体202のハードディスクなどの記憶領域内に格納される。

[0038] このような画像処理プログラム204は、PC本体202で実行されるオペレーティングシステム(OS)の一部として提供されるプログラムモジュールのうち必要なモジュールを、所定のタイミングおよび順序で呼出して処理を実現するように構成されてもよい。この場合、画像処理プログラム204自体には、OSが提供するモジュールは含まれず、OSと協働して画像処理が実現される。また、画像処理プログラム204は、単体のプログラムではなく、何らかのプログラムの一部に組み込まれて提供されてもよい。このような場合にも、画像処理プログラム204自体には、当該何らかのプログラムにおいて共通に利用されるようなモジュールは含まれず、当該何らかのプ

プログラムと協働して画像処理が実現される。このような一部のモジュールを含まない画像処理プログラム204であっても、本実施の形態に従う画像処理装置1の趣旨を逸脱するものではない。

[0039] もちろん、画像処理プログラム204によって提供される機能の一部または全部を専用のハードウェアによって実現してもよい。

[0040] モニター206は、オペレーティングシステム（OS）が提供するGUI画面、画像処理プログラム204によって生成される画像などを表示する。

[0041] マウス208およびキーボード210は、それぞれユーザー操作を受け付け、その受け付けたユーザー操作の内容をPC本体202へ出力する。

[0042] 外部記憶装置212は、何らかの方法で取得された入力画像を格納しており、この入力画像をPC本体202へ出力する。外部記憶装置212としては、フラッシュメモリ、光学ディスク、磁気ディスクなどのデータを不揮発的に記憶するデバイスが用いられる。

[0043] 図4Aは、カメラ22の構成の概略を表わした図である。図4Bは、撮像素子（イメージセンサー）22b上に入力される光学像の具体例を示す図である。図4Aを参照して、一例として、カメラ22はアレイカメラであり、格子状に配置された16個のレンズ22a-1～22a-16を含む。レンズ22a-1～22a-16の間隔（基線長）は、縦方向および横方向ともに均一であるものとする。図4Bを参照して、各レンズ22aにより形成された光学像は、それぞれ単色の色フィルターを通して撮像素子（イメージセンサー）22b上に入力される。そのため、1つのレンズ22aからの光学像は単色の色チャンネルの画像となる。つまり、1つの入力画像は単色の色チャンネルを有する。

[0044] 撮像部2に配された色フィルターは、複数色から構成される。1つのレンズ22aが1色（RGBのいずれか）に該当し、レンズ22aごとに異なる色となるよう、撮像部2には色フィルターがベイヤー配列などに従って配列されている。たとえば、図4Bに表わされたように、R（赤）、G（緑）、およびB（青）の3色の色フィルターがベイヤー配列で配されているものと

する。図4 Bにおいて「R」が付された画像はRフィルターを介して入力された赤色チャンネルの画像であることを表わし、「B」が付された画像はBフィルターを介して入力された青色チャンネルの画像であることを表わし、「G」が付された画像はGフィルターを介して入力された緑色チャンネルの画像であることを表わしている。

[0045] このように、撮像部2によって取得された入力画像群は、複数の色チャンネルを有する多視点の、共通する部分領域を有した入力画像群であり、入力画像ごとに単色の色チャンネルを有する。なお、図4 Bに表わされたように、入力画像群において、色チャンネルごとの入力画像の数が同じでない場合がある。図4 Bの例では、緑色チャンネルの入力画像が8枚であるのに対して、赤および青色チャンネルの入力画像はそれぞれ4枚である。

[0046] なお、色チャンネルは、上記のようなR、G、B（赤、青、および緑）に限定されない。たとえば、R、G、Bの補色フィルターを用いた場合に入力されるC、M、Y（シアン、マゼンタ、およびイエロー）などの他の色であってもよい。

[0047] <動作概要>

（課題の説明）

図5は、従来の超解像処理を行なう画像処理装置での、画像処理の流れを表わした図である。図5に表わされたように、従来の画像処理装置では、入力画像それぞれを予め固定された倍率（図5の例では9倍）の画素数となるよう超解像処理が行なわれている。従来の超解像処理では、入力画像群（初期画像）の色チャンネルごとの総画素数が同じ画素数であることが前提とされている。図4 Aおよび図4 Bに表わされたような、レンズ2 2 aごとに異なる色となるよう色フィルターが配列されている場合、「色チャンネルごとの総画素数」は、（入力画像1枚あたりの画素数）×（対象色チャンネルの入力枚数）で得られる。図5の例の場合、超解像処理によって各色チャンネルの入力画像とともに9倍の画素数に拡大されるため、入力画像それぞれの画素数が0.75M（たとえば1000×750画素）で同じ枚数入力された

とすると、色チャンネルごとの高解像度の出力画像の画素数は6.75M（たとえば3000×2250画素）になる。

[0048] 入力画像の総画素数は超解像処理の入力情報となる。そのため、各入力画像を上記総画素数分まで拡大すると適切な画質を保った高解像度画像となるが、それ以上の画素数にまで拡大すると、処理速度が低下する割には画質の向上が見られない。後に例示するように、発明者は実際に入力画像の総画素数よりも多い画素数まで入力画像を拡大する超解像処理を行なって、出力画像において入力画像における階調性が失われてしまい画質がかえって低下するということを発見している。

[0049] ここで上記のように、入力画像群によっては、色チャンネルごとに入力画像の枚数が異なる、つまり、色チャンネルごとの総画素数が異なる場合がある。この入力画像すべてを図5の従来の超解像処理に用いるときに、総画素数（入力枚数）の多い緑色チャンネルの入力画像の総画素数に基づいて超解像処理の倍率を固定すると、総画素数（入力枚数）の少ない色チャンネルである赤および青色チャンネルそれぞれの入力画像は拡大されすぎてしまうことになる。

[0050] （動作概要）

そこで、本実施の形態にかかる画像処理装置1では、色チャンネルごとに超解像処理の倍率を特定するものとする。すなわち、画像処理装置1では、色チャンネルごとの入力画像の総画素数によっては、色チャンネルに応じて異なる倍率で超解像処理を行なうものとする。さらに、画像処理装置1は、超解像処理後の入力画像について超解像処理の倍率に応じた倍率の解像度変換処理を行なって、各色チャンネルの出力画像の画素数を同じとする。すなわち、本実施の形態にかかる画像処理装置1では、超解像処理の倍率と解像度変換処理の倍率との組み合わせを色チャンネルごとに特定し、その倍率でそれぞれの処理が実行される。

[0051] ＜動作フロー＞

（全体動作）

図6は、本実施の形態にかかる画像処理装置1での画像処理の流れを表わした図である。図6を参照して、画像処理装置1では、入力画像群に対して、各色チャンネルの入力画像の数（各色チャンネルでの総画素数）に応じて、超解像処理の倍率と解像度変換処理の倍率との組み合わせを色チャンネルごとに特定される（ステップ#21）。そして、各色チャンネルの入力画像に対してそれぞれの倍率で超解像処理が実行され（ステップ#22）、さらに、超解像処理後の入力画像に対してそれぞれの倍率で解像度変換処理が実行される（ステップ#23）。

[0052] 図4Bに表わされた入力画像群が入力された場合、つまり、低解像度（たとえば 1000×750 画素）の緑色チャンネルの入力画像が8枚、ならびに赤および青色チャンネルの入力画像がそれぞれ4枚ずつ入力された場合、上記ステップ#21では、一例として、緑色チャンネルについては超解像処理の画素数の倍率が9倍（縦横3倍ずつ）、解像度変換処理の画素数の倍率が1倍（縦横1倍ずつ、つまり解像度変換処理なし）、ならびに赤および青色チャンネルについては超解像処理の画素数の倍率が4倍（縦横2倍ずつ）、解像度変換処理の画素数の倍率が2.25倍（縦横1.5倍ずつ）と特定される。

[0053] 緑色チャンネルの超解像処理の倍率は、1枚あたり0.75Mの画素数（たとえば 1000×750 画素）の入力画像が8枚入力されているため、8倍に最も近い整数の二乗倍とするために縦横3倍である9倍として算出されるが、出力画像の画素数を入力画素の総画素数とまったく同じとするために縦横 $2\sqrt{2}$ 倍である8倍としてもよい。この場合、超解像処理後の画素数が入力画像の総画素数に達しているため、解像度変換の倍率は1倍、つまり超解像処理の倍率が最高倍率と特定された緑色チャンネルについては解像度変換を行なわないと特定される。

[0054] 同様にして、赤および青色チャンネルの超解像処理の倍率は、それぞれ4枚入力されているため縦横2倍の4倍と特定される。さらに、解像度変換処理の倍率は、出力画像の画素数を、超解像処理の倍率が最高倍率である緑色

チャンネルの画素数に合わせるように算出される。すなわち、この例の場合、赤および青色チャンネルの超解像処理後の入力画像の画素数である3Mの画素数を、緑色チャンネルの超解像処理後の画素数である6.75Mの画素数（たとえば3000×2250画素）まで拡大するよう解像度変換処理の倍率が算出される。

[0055] なお、発明者は、様々な倍率で超解像処理を行なった結果、超解像処理の倍率は、出力画像（高解像度画像）の画素数が入力画像の総画素数から±30%の範囲にあるようにすることが、画質面および処理速度面から効果的であることを発見している。

[0056] 画像処理装置1が図2に示されたようにデジタルカメラ100に実装されている場合、入力画像群の各チャンネルの枚数（総画素数）はカメラ部114の特性に応じて固定されている。そのため、色チャンネルごとの超解像処理の倍率と解像度変換処理の倍率との組み合わせが予め規定されていてもよい。または、カメラ部114が取り換え可能であったり、色フィルターの配列を変更可能であったりする場合であって、予め変更可能な特定が把握される場合、画像処理装置1には予め色チャンネルごとの超解像処理の倍率と解像度変換処理の倍率との組み合わせがいくつか登録され、カメラ部114の特性に応じて選択されてもよい。または、画像処理装置1が図3に示されたようにPC200で具現化される場合には様々な入力画像群が処理対象となるため、入力画像群の色チャンネルごとの総画素数および各色チャンネルの総画素数の比率に応じて超解像処理の倍率と解像度変換処理の倍率との組み合わせを算出するための換算式を予め記憶しておき、それを用いて算出することで特定するようにしてもよい。

[0057] 上記ステップ#21で上記のように緑色チャンネルと赤および青色チャンネルとの超解像処理の倍率と解像度変換処理の倍率との組み合わせが特定されると、緑色チャンネルの入力画像に対しては縦横3倍の9倍に拡大する超解像処理が施される（ステップ#22-1）。また、赤および青色チャンネルそれぞれの入力画像に対しては、縦横2倍の4倍に拡大する超解像処理が

施される（ステップ# 2 2 - 1）。

[0058] さらに、超解像処理後の緑色チャンネルの入力画像に対しては、画素数を縦横 1 倍とする解像度変換処理が施される（ステップ# 2 3 - 1）。なお、「1 倍の解像度変換処理の実行」は解像度を変化させないことと同義であり、解像度処理が行なわれないことを含む。また、超解像処理後の赤および青色チャンネルの入力画像に対しては、画素数を縦横 1.5 倍の 2.25 倍とする解像度変換処理が施される（ステップ# 2 3 - 2）。

[0059] （超解像処理）

図 7 は、超解像処理の流れを表わした図であり、特に、ステップ# 2 2 - 1 の緑色チャンネルの入力画像に対する超解像画像の具体例を表わしている。図 7 では、具体例として、論文「Fast and Robust Multiframe Super Resolution」（IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING, VOL. 13, NO. 10, OCTOBER 2004 page. 1327-1344）に記載された処理を行なう場合の超解像処理の流れが示されている。

[0060] 図 7 を参照して、ステップ# 3 1 で、緑色チャンネルの入力画像 8 枚のうちの 1 枚に対してバイリニア法等の補間処理を施して入力画像の解像度を超解像処理後の解像度である高解像度に変換することで、初期画像としての出力候補画像が生成される。

[0061] ステップ# 3 2 で、ノイズにロバストに収束させるための拘束項である BTV (Bilateral Total Variation) 量が算出される。

[0062] ステップ# 3 3 で、上記生成された出力候補画像と緑色チャンネルの 8 枚分の入力画像とが比較されて、残差が算出される。図 8 は、ステップ# 3 3 での処理の詳細を表わした図である。すなわち、図 8 を参照して、ステップ# 3 3 では、上記生成された出力候補画像が、各入力画像とその劣化情報（超解像後の画像と入力画像との間の関係を示す情報）とに基づいて入力画像サイズに変換（低解像度化）されて（# 4 1）、8 枚分の入力画像との差異

が算出され、記録される（＃４２）。そして、その差異が、超解像処理後のサイズに戻され（＃４３）、残差とされる。

[0063] ステップ＃３４で、上記ステップ＃３１で生成された出力候補画像から算出された残差とＢＴＶ量とが減ぜられて次の出力候補画像が生成される。

[0064] 上記ステップ＃３１～＃３４の処理が、出力候補画像が収束するまで繰り返され、収束した出力候補画像が緑色チャンネルの超解像処理後の出力画像として出力される。

[0065] 繰り返しは、おおよそ十分に収束する回数（たとえば２００回）などの、予め規定された回数であってもよいし、一連の処理の都度、収束判定がなされ、その結果に応じて繰り返されてもよい。

[0066] 図７の超解像処理は色チャンネルごとに行なわれるものであり、上記の例では、赤および青色チャンネルの場合には、各４枚に対してそれぞれ行なわれる。赤および青色チャンネルの場合には、上記ステップ＃３１では３Ｍの画素数（たとえば２０００×１５００画素）の出力候補画像が生成されるため、上記ステップ＃３１～＃３４の収束演算では、３Ｍの画素数の画像が取り扱われることになる。

[0067] 図９は、上記ステップ＃４１で用いられる劣化情報を説明するための図である。

劣化情報とは、超解像処理後の高解像度画像に対する入力画像それぞれの関係を表わす情報を指し、たとえば行列形式で表わされる。劣化情報には、入力画像それぞれのサブピクセルレベルでのずれ量（平行移動した残りの少数画素分）、ダウンサンプリング量、およびぼけ量などが含まれる。

[0068] 図９を参照して、劣化情報は、入力画像および超解像処理後の高解像度画像それぞれを１次元のベクトル表現した場合に、その変換を示す行列で規定される。

[0069] 図１０は、劣化情報の具体例を表わした図である。

図１０を参照して、劣化情報として、画素のずれ量が１／３画素、およびダウンサンプリング量が縦方向および横方向それぞれに１／３が規定されて

いるものとする。入力画像の内の1画素に対応した1か所と、超解像処理後の高解像度画像の9か所の9画素とが対応しているときに、劣化情報には、9か所に $1/9$ の係数が記載されている。そのため、画素のずれ量が $1/3$ 画素である場合、高解像度画像の9画素それぞれに対してはそのずれ量の $1/9$ 分、寄与することになる。

[0070] なお、図10は、説明を簡易にするためにぼけ量を0としているが、ぼけ量が0でない場合には、ぼけ量を表わすパラメーターとしてPSF (Point Spread Function) が用いられてもよい。

[0071] <実施の形態の効果>

図11～図14は、本実施の形態にかかる画像処理装置1を用いて図4(B)に示された入力画像群について上記の画像処理を実際に行なった結果の出力画像と、従来の画像処理を実際に行なった結果の出力画像との比較を表わした図である。なお、これら図で表わされた画像処理では、レンズ特性によるぼけ量を表わすパラメーターとしてのPSFを用いてぼけ回復も行なわれている。以降の例でも同様である。

[0072] 図11は、緑色チャンネルの画像処理の結果を表わしている。緑色チャンネルの入力画像は総画素数が最高数であるために超解像度処理の倍率が最高倍率となっている。そのため、本実施の形態にかかる画像処理でも従来の画像処理でも、同様に、緑色チャンネルの入力画像のうちの1枚に対して縦横3倍の9倍の超解像処理が施され、同一の出力画像が得られる。

[0073] これに対して、総画素数が緑色チャンネルよりも少ない赤および青色チャンネルのそれぞれについては、図12～図14のような結果が得られる。すなわち、図12および図14は、それぞれ、赤色チャンネルおよび青色チャンネルの入力画像のうちの1枚について、従来の画像処理である縦横3倍の9倍とする超解像処理を施した場合の出力結果(A)と、本実施の形態にかかる画像処理である、縦横2倍の4倍とする超解像処理を施した後に解像度変換を行なって元の入力画像に対して縦横3倍の9倍とする処理を施した場合の出力結果(B)との比較を表わしている。

[0074] 図12(A)および図12(B)、図14(A)および図14(B)を比較すると、の本実施の形態にかかる画像処理を行なった結果の出力画像(図12(B)、図14(B))の方が、従来の画像処理を行なった結果の出力画像(図12(A)、図14(A))よりもシャープであることがわかる。

[0075] 図13Aおよび図13Bは、それぞれ、図12(A)および図12(B)の出力画像の一部を拡大した図である。図13Aおよび図13Bの比較に表れているように、拘束項としてBTV量を用いる場合には、入力画像の総画素数が1枚の入力画像の画素数の4倍にも関わらず縦横3倍の9倍の超解像処理を行なった場合(図13A)には、バイラテラルフィルターの副作用である過飽和が進み、塗り絵のように階調変化が失われていることがわかる。

[0076] したがって、この出力結果にも表れているように、入力画像群が複数の色チャンネルを有し、かつ、入力画像それぞれが共通する部分領域を有しており、さらに、色チャンネル間の総画素数が同一でない場合に、本実施の形態にかかる画像処理によって、特に総画素数が少ない側の色チャンネルについての出力画像の画質を従来の画像処理よりも格段に向上させることができることがわかった。

[0077] また、超解像処理において倍率を低くする方が超解像処理後の画素数を少なくすることができるため(3倍とせずに2倍とすることで超解像処理後の画素数は半分以下となる)、総画素数が少ない側の色チャンネルについては超解像処理に要する処理時間もおおよそ超解像処理後の画素数に比例して短縮できる。そのため、入力画像群が複数の色チャンネルを有し、かつ、入力画像それぞれが共通する部分領域を有しており、さらに、色チャンネル間の総画素数が同一でない場合に、高解像度画像を得るための処理として本実施の形態にかかる画像処理を用いることで従来の画像処理よりも格段に高速化することができる。

[0078] [変形例1]

なお、上記ステップ#22での超解像処理は、図7に表わされた処理に限定されるものではなく、複数枚の入力画像から1枚の画像を生成する再構成

型超解像処理であれば他の処理が採用されてもよい。図15は、超解像処理の他の例を表わした図である。すなわち、図15を参照して、上記ステップ#32で算出される拘束項はBTV量に替えて、たとえば、4近傍ラプラシアンなどの他のものが用いられてもよい（ステップ#32'）。

[0079] 図16～図18は、第1の変形例にかかる画像処理装置1を用いて図4（B）に示された入力画像群について上記の画像処理を実際に行なった結果の出力画像と、従来の画像処理を実際に行なった結果の出力画像との比較を表わした図であり、それぞれ、緑色チャンネル、赤色チャンネル、および青色チャンネルについての比較を表わしている。

[0080] 図16を参照して、この例でも、緑色チャンネルについては第1の変形例にかかる画像処理でも従来の画像処理でも同一の出力画像が得られる。また、図17および図18を参照して、赤色チャンネルおよび青色チャンネルについては、この例では、図12および図14に表わされたほどの顕著な画質の差異は見られない。従って、拘束項として4近傍ラプラシアンなどのBTV量以外のものを用いた第1の変形例にかかる画像処理では、BTV量を用いた上記の画像処理ほど、従来の画像処理から顕著な画質の向上は得られないことがわかった。

[0081] しかしながら、第1の変形例にかかる画像処理でも、総画素数が少ない側の色チャンネルについては上記のように超解像処理後の画素数が少ないために超解像処理に要する処理時間を短縮することができる。そのため、第1の変形例にかかる画像処理を用いることでも従来の画像処理よりも格段に高速化することができる。

[0082] [変形例2]

複数の色チャンネルを有する入力画像群を取得するための構成は、図4Bに表わされたように、1つのレンズ22aからの光学像が単色の色フィルタを通過する例に限定されない。図19Aは、第2の変形例での、撮像素子（イメージセンサー）22b上に入力される光学像の具体例を示す図である。すなわち、図19Aを参照して、他の例として、1つのレンズ22aから

の光学像が1画素単位で異なる色フィルターを通して撮像素子（イメージセンサー）22b上に入力されてもよい。この場合、1つの入力画像は画素ごとに異なる色チャンネルを有することになる。一例として、図19Bに表わされたように、R（赤）、G（緑）、およびB（青）の3色の色フィルターが画素ごとにベイヤー配列で配される例が挙げられる。図19Bに表わされたように色フィルターが配列されている場合、「色チャンネルごとの総画素数」は、（入力画像1枚あたりの対象色チャンネルの画素数）×（入力枚数）で得られる。この場合、図1に表わされた超解像処理部36の選択部361は、各入力画像から、超解像処理に用いる色チャンネルごとの画素を選択する。

[0083] 図20Aおよび図20Bは、第2の変形例での、緑色チャンネルの超解像処理の概要を表わした図である。また、図21は、第2の変形例での超解像処理の流れを表わした図であり、特に、緑色チャンネルの入力画像に対する超解像画像の具体例を表わしている。概ね、図7の超解像処理の流れと同様であるが、入力画像の形態が異なる故に一部異なっている。そこで、異なった点について説明する。

[0084] すなわち、図21を参照して、第2の変形例では、初期画像を生成する際に、入力画像に対してデモザイク処理を行なって超解像処理に用いる画素を選択した後に、バイリニアなどで初期画像を作る（ステップ#31'）。デモザイク処理は、たとえば緑色チャンネルの超解像処理を行なう場合には、入力画像のうちの緑色チャンネルの画素はそのままの画素値とし、赤色チャンネルおよび青色チャンネルの画素位置の画素値を、近傍の画素からバイリニア補間した値とする。一例として、赤色チャンネルおよび青色チャンネルの画素値を、その画素の周囲4画素（上下左右の画素）の平均値に置き換える処理を行なう。

[0085] 次に、第2の変形例では、残差算出には図20Aおよび図20Bのように各入力画像の色チャンネルに対応した画素のみ用いる。すなわち、図20Aおよび図20Bを参照して、緑色チャンネルの超解像処理の場合には、各入

力画像の緑色チャンネルの画素のみ用い、赤色チャンネルおよび青色チャンネルの画素は算出に用いない。1枚目の入力画像においては図20Aにおいてハッチングで表わされた緑色チャンネルの画素、2枚の入力画像においては図20Bにおいて（たとえば太枠の左右などの）図20Aのハッチング領域に対応した領域に該当する緑色チャンネルの画素のみが用いられる。他の色チャンネルの超解像処理の場合も同様である。

[0086] なお、第2の変形例の場合も、第1の変形例で説明されたように超解像処理は複数枚の入力画像から1枚の画像を生成する再構成型超解像処理であれば他の処理が採用されてもよい。すなわち、第1の変形例で説明されたように、拘束項はBTV量に替えて、たとえば、4近傍ラプラシアンなどの他のものが用いられてもよい。

[0087] [変形例3]

以上の例では、入力画像において色チャンネルごとの総画素数（入力枚数、画素数）である情報量が異なるものとしている。他の例として、すべての色チャンネルの情報量が同じ場合であっても、超解像処理に用いる情報量が異なる場合が挙げられる。その結果、各色チャンネルの総画素数が同じ場合であっても、たとえば、緑色チャンネルを、赤および青色チャンネルよりも高倍率となるよう超解像処理を行なうことが挙げられる。この例は、赤（R）、青（B）、および緑（G）は輝度成分におおよそ $0.3R + 0.6G + 0.1B$ （3：6：1）の比率で寄与することに因るものである。すなわち、ヒトの眼は輝度成分の方が色度成分よりも敏感であるため、赤および青色チャンネルよりも緑色チャンネルが画質上は重要な情報となる。そのため、入力画像の各色チャンネルの総画素数が同じ比率であったとしても、赤および青色チャンネルの画素数を緑色チャンネルの画素数の半分程度、超解像処理に用いても、超解像処理後の画質を大きく損なうことがない。

[0088] また、他の例として、R、G、Bの補色フィルターであるC、M、Y、Kフィルターを用いた4色の入力画像が得られる場合、青色の反対色の黄色（Y）は輝度に他の色ほど寄与しないため、他の色（C、M、K）それぞれの

総画素数の半分程度、超解像処理に用いることが挙げられる。

[0089] 図 2 2 は、第 3 の変形例での撮像素子（イメージセンサー）2 2 b 上に入力される光学像の具体例を示す図である。一例として、図 2 2 に示されたように、1 2 個のレンズ 2 2 a を有するアレイカメラで、各色チャンネルとも同じ枚数の画像が入力されたものとする。この場合も、「色チャンネルごとの総画素数」は、（入力画像 1 枚あたりの対象色チャンネルの画素数）×（入力枚数）で得られる。

[0090] 図 2 3 は、第 3 の変形例にかかる画像処理装置 1 での画像処理の流れを表わした図である。図 2 3 を参照して、第 3 の変形例では、図 2 2 に表わされたように各色チャンネルとも同じ枚数（4 枚）入力されているが、赤および青色チャンネルについては、入力画像のうちの超解像処理に用いる入力画像を選択する処理が行なわれる（ステップ # 2 0）。その後、処理対象の入力画像の色チャンネルごとに超解像処理の倍率および解像度変換処理の倍率の組み合わせが特定され（ステップ # 2 1）、それぞれの処理が行なわれる（ステップ # 2 2, # 2 3）。

[0091] なお、上記ステップ # 2 0 では、好ましくは画質のよい入力画像が判定され、その判定結果に沿って用いる入力画像が選択される。撮影時には、一部の画像にフレアやゴーストと呼ばれる輪状や玉状のにじみなどが写る場合があるため、そのような不具合のある画像を除くことで、超解像処理後の画像の画質を向上させることができる。

[0092] 図 2 4 および図 2 5 は、上記ステップ # 2 0 での選択処理の流れの一例を表わした図である。すなわち、図 2 4 を参照して、フレアやゴーストが発生した場合には高周波成分がにじみによって減少するため、たとえば入力画像ごとに図 2 5 に表わされたような平均化フィルターを用いてスムージング処理を行ない（ステップ # 5 1）、処理前後の画像の差分を算出する（ステップ # 5 2）ことで高周波成分を抽出して、その数値の高い入力画像を超解像処理に用いるようにすればよい。これにより、フレアやゴーストの発生していない画像を超解像処理に用いることができる。なお、この画質判定には画

像を周波数に変換するなど別手法が用いられてもよい。

[0093] このように、画像処理装置 1 では各色チャンネルの総画素が異なっているも、それぞれの処理に応じた倍率の組み合わせを特定して画像処理を行なうことが可能であるため、各色チャンネルの総画素数が同じである場合に超解像処理に用いる画像を選択することで、超解像処理後の画質を落とすことなく処理速度を向上させることができる。

[0094] 今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0095] 1 画像処理装置、2 撮像部、3 画像処理部、4 画像出力部、22 カメラ、22a レンズ、22b 撮像素子、24 変換部、32 特定部、36 超解像処理部、38 解像度変換部、100 デジタルカメラ、102 CPU、104 デジタル処理回路、106 画像処理回路、108 画像表示部、110 カード I/F、112 記憶部、114 カメラ部、200 PC、202 PC 本体、204 画像処理プログラム、206 モニター、208 マウス、210 キーボード、212 外部記憶装置、361 選択部。

請求の範囲

- [請求項1] 複数の色チャンネルを有し、かつ、入力画像それぞれが共通する部分領域を有する入力画像群から、前記入力画像よりも高い周波数情報を持つ高解像度画像を作成して出力する画像処理装置であって、
- 前記入力画像について超解像処理を実行するための第1の処理手段と、
- 前記超解像処理後の前記入力画像について解像度変換処理を実行するための第2の処理手段と、
- 前記色チャンネルごとに、前記超解像処理の倍率と前記解像度変換処理の倍率との組み合わせを特定するための特定手段とを備え、
- 前記特定手段は、少なくとも1つの前記色チャンネルの前記超解像処理の倍率が他の前記色チャンネルの前記超解像処理の倍率とは異なるものとなるように前記組み合わせを特定する、画像処理装置。
- [請求項2] 前記特定手段は、前記入力画像群のうちの前記超解像処理に用いる、前記色チャンネルごとの画素数に応じて前記超解像処理の倍率を特定し、前記色チャンネルごとに特定された前記超解像処理の倍率に基づいて前記解像度変換処理の倍率を特定する、請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項3] 前記特定手段は、前記超解像処理の倍率の最も高い第1の色チャンネルについての前記解像度変換処理の倍率を1とし、前記第1の色チャンネル以外の色チャンネルのそれぞれについて、当該色チャンネルの前記解像度変換処理後の画素数が、前記第1の色チャンネルの前記超解像処理後の画素数と同じになるように、前記第1の色チャンネル以外の色チャンネルの前記解像度変換処理の倍率を特定する、請求項2に記載の画像処理装置。
- [請求項4] 前記入力画像群は、前記入力画像ごとに単色の色チャンネルを有する、請求項1～3のいずれかに記載の画像処理装置。
- [請求項5] 前記入力画像の色チャンネルごとに、前記入力画像のうちの前記超

解像処理に用いる入力画像を選択するための選択手段をさらに備える、請求項4に記載の画像処理装置。

[請求項6] 前記入力画像群は、前記入力画像それぞれが、画素ごとに異なる色チャンネル有し、

前記第1の処理手段は、前記入力画像のうちの、前記超解像処理の対象とする色チャンネルに対応した画素を用いる、請求項1～3のいずれかに記載の画像処理装置。

[請求項7] 前記入力画像群は、互いに光軸が異なる複数レンズを含んだレンズアレイで得られる画像群である、請求項1～6のいずれかに記載の画像処理装置。

[請求項8] 前記入力画像群は、撮像装置によって、それぞれ視点を異ならせて異なるタイミングに撮影されたものである、請求項1～6のいずれかに記載の画像処理装置。

[請求項9] 複数の色チャンネルを有し、かつ、入力画像それぞれが共通する部分領域を有する入力画像群から、前記入力画像よりも高い周波数情報を持つ高解像度画像を出力画像として生成する方法であって、

前記色チャンネルごとに、超解像処理の倍率と解像度変換処理の倍率との組み合わせを特定するステップと、

前記入力画像について、特定された前記倍率で前記超解像処理を実行するステップと、

前記超解像処理後の前記入力画像について、特定された前記倍率で前記解像度変換処理を実行するステップとを備え、

前記組み合わせを特定するステップでは、少なくとも1つの前記色チャンネルの前記超解像処理の倍率が他の前記色チャンネルの前記超解像処理の倍率とは異なるものとなるように前記組み合わせを特定する、画像処理方法。

[請求項10] コンピューターに、複数の色チャンネルを有し、かつ、入力画像それぞれが共通する部分領域を有する入力画像群から前記入力画像より

も高い周波数情報を持つ高解像度画像を出力画像として生成する処理を実行させるプログラムであって、

前記色チャンネルごとに、超解像処理の倍率と解像度変換処理の倍率との組み合わせを特定するステップと、

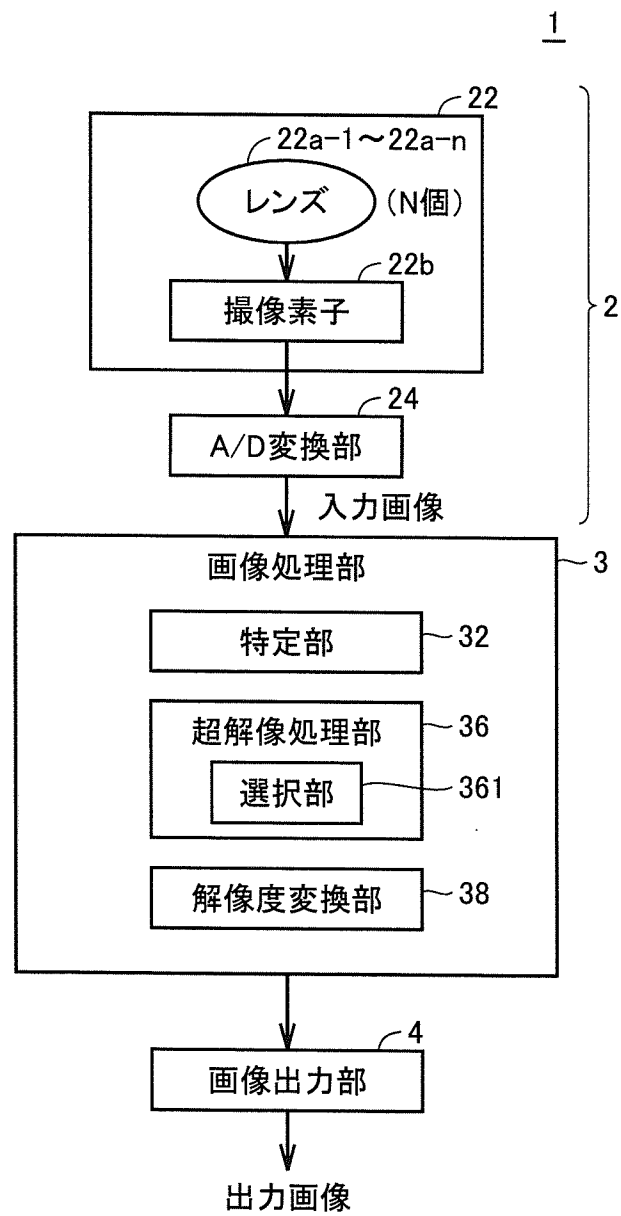
前記入力画像について、特定された前記倍率で前記超解像処理を実行するステップと、

前記超解像処理後の前記入力画像について、特定された前記倍率で前記解像度変換処理を実行するステップとを前記コンピューターに実行させ、

前記組み合わせを特定するステップでは、少なくとも1つの前記色チャンネルの前記超解像処理の倍率が他の前記色チャンネルの前記超解像処理の倍率とは異なるものとなるように前記組み合わせを特定する、画像処理プログラム。

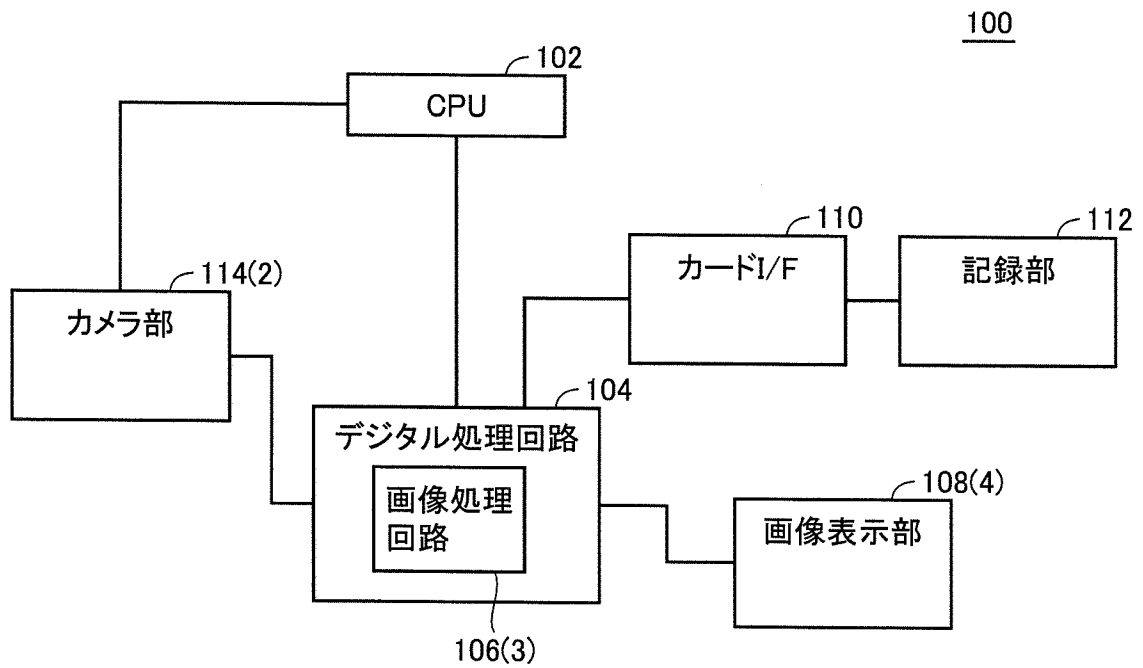
[図1]

FIG.1



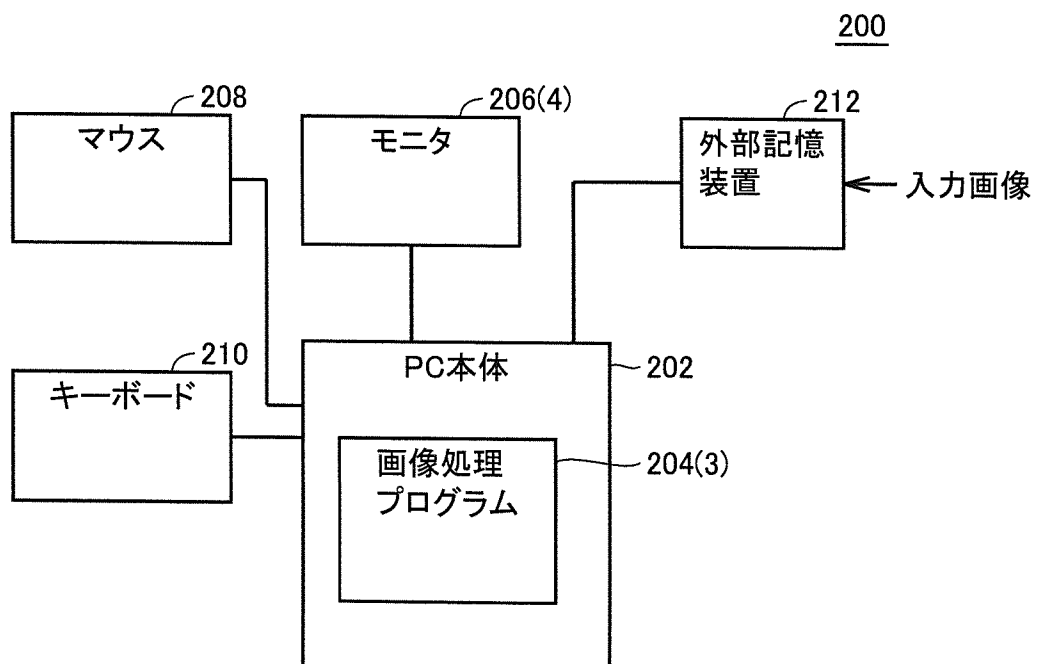
[図2]

FIG.2



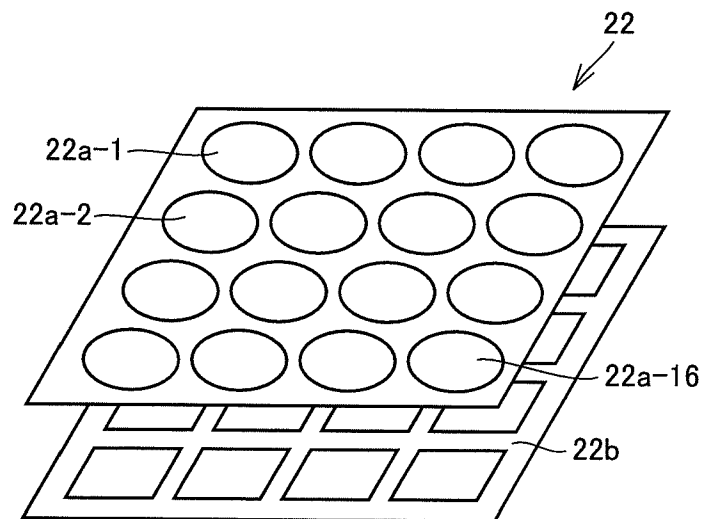
[図3]

FIG.3



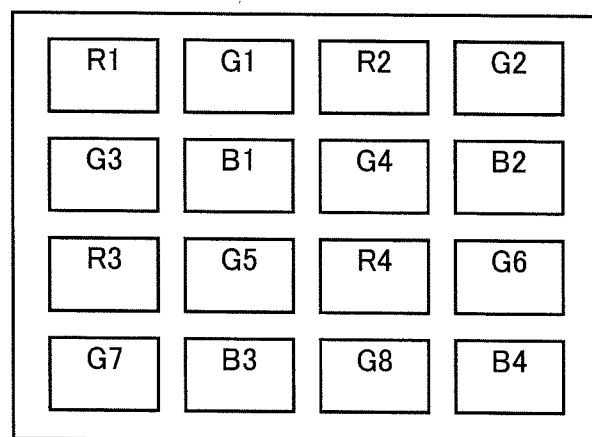
[図4A]

FIG.4A



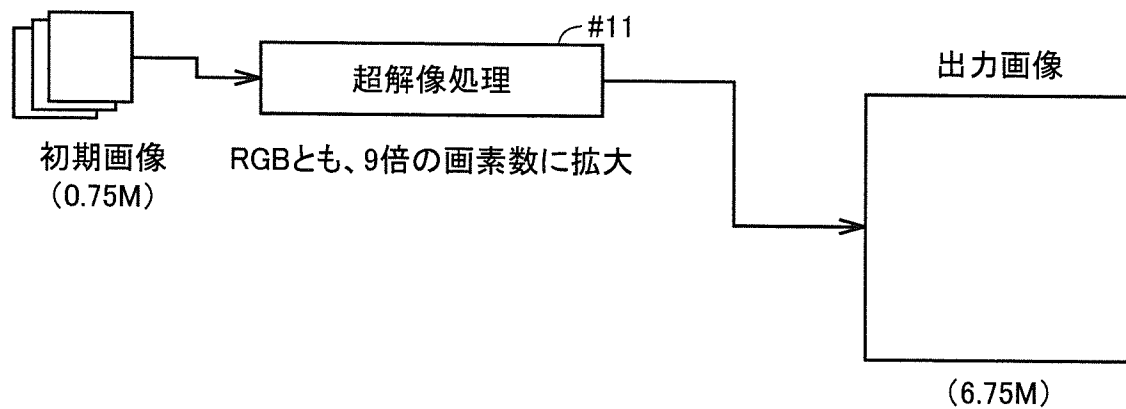
[図4B]

FIG.4B



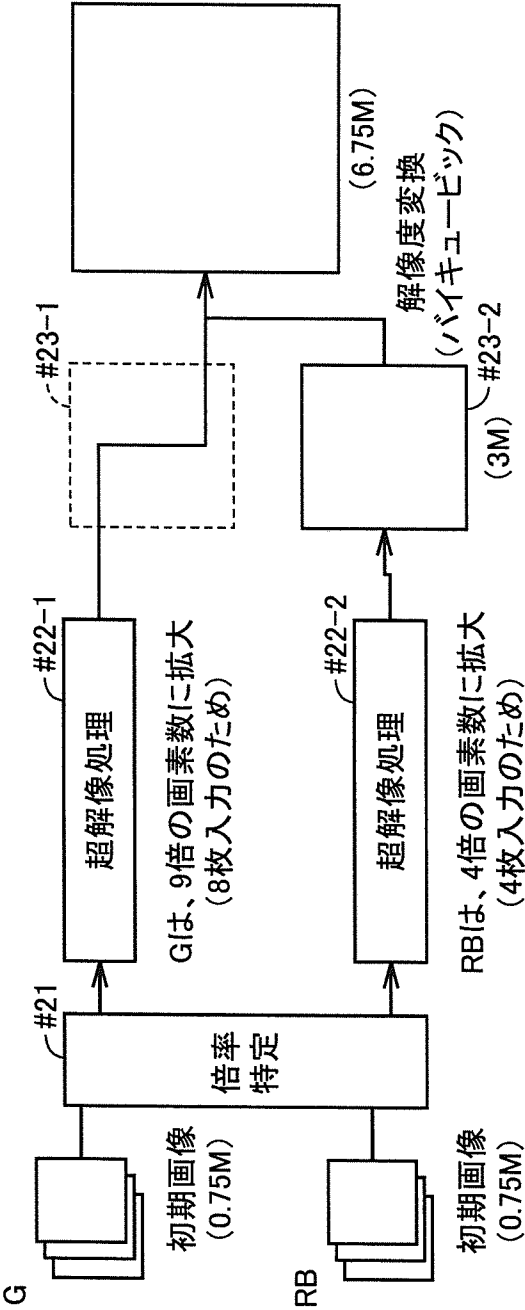
[図5]

FIG.5



[図6]

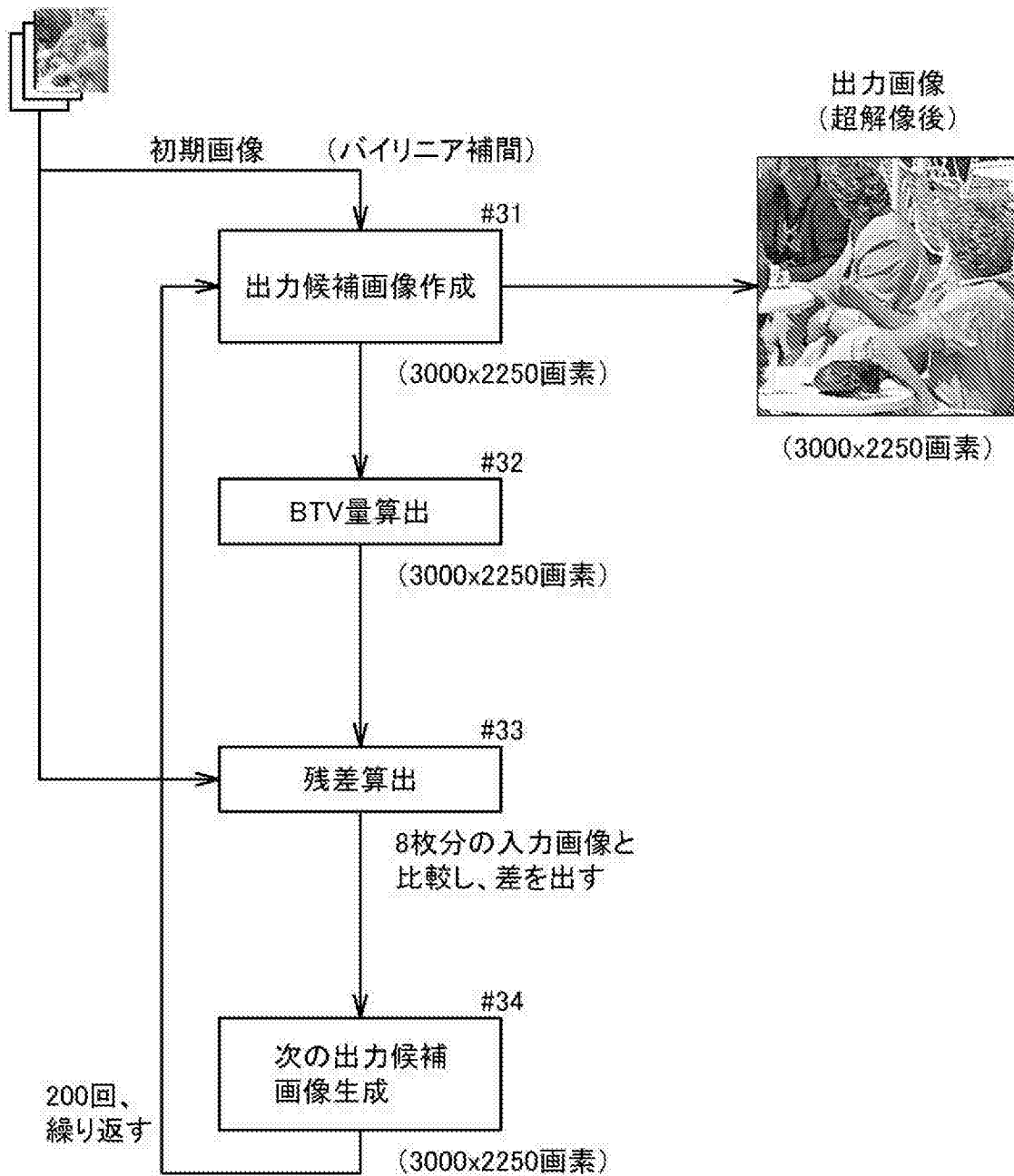
FIG.6



[図7]

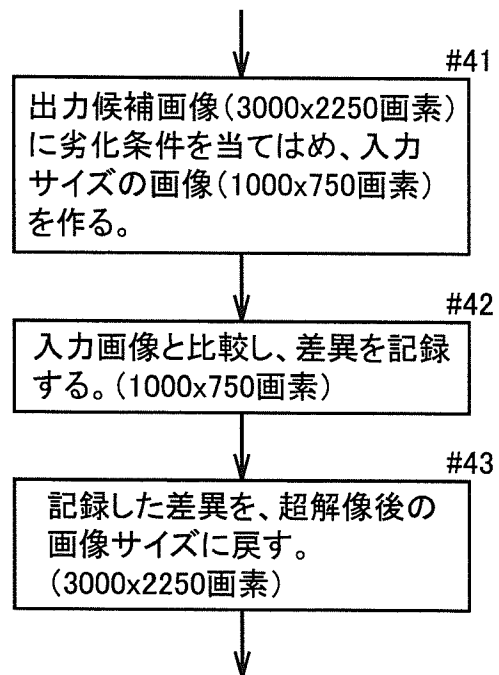
FIG. 7

G入力画像8枚 (1000x750画素)
(+劣化情報)

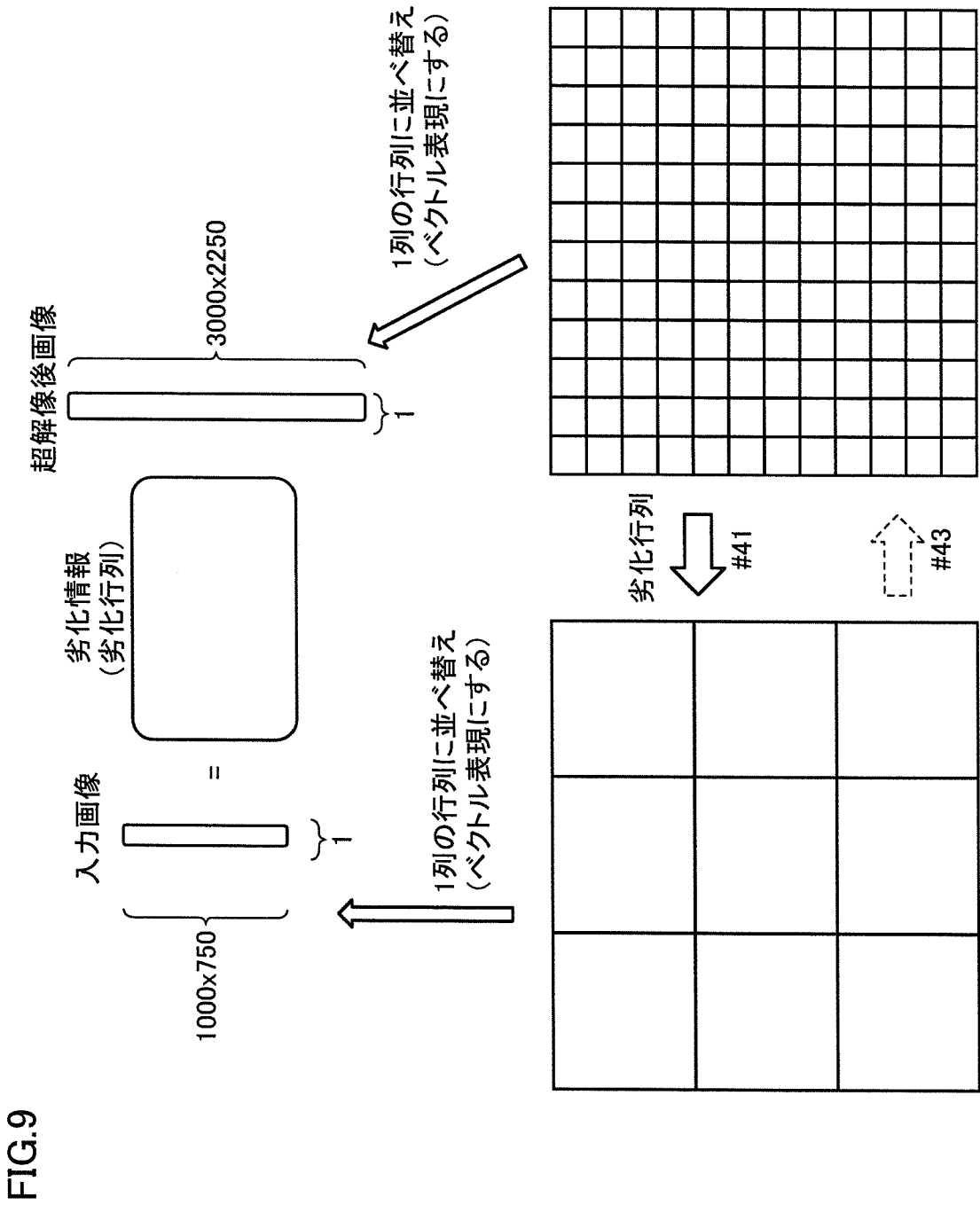


[図8]

FIG.8

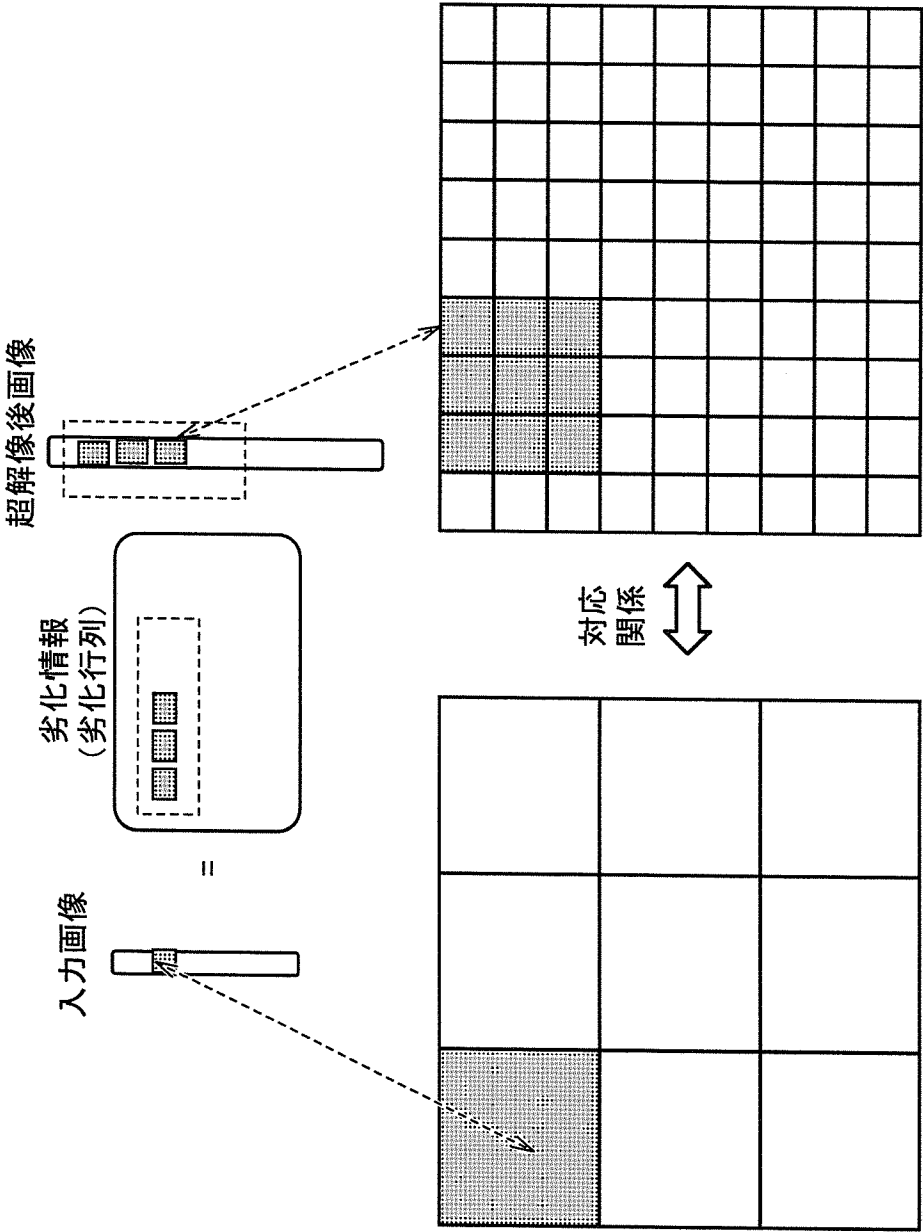


[図9]



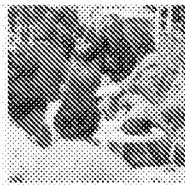
[図10]

FIG.10

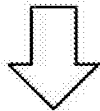


[図11]

FIG.11



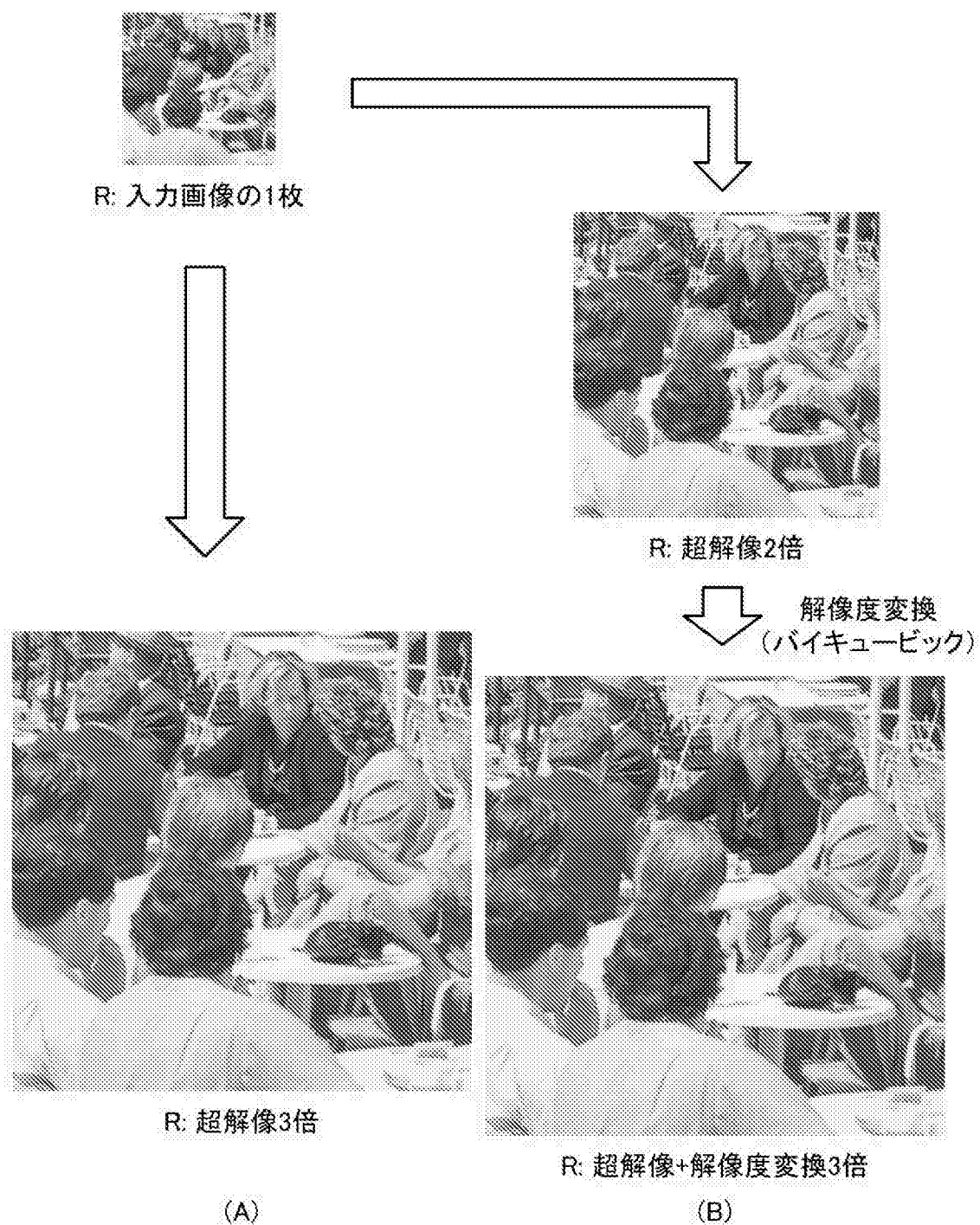
G: 入力画像の1枚



G: 超解像3倍

[図12]

FIG.12



[図13A]

FIG.13A



R: 超解像3倍

[図13B]

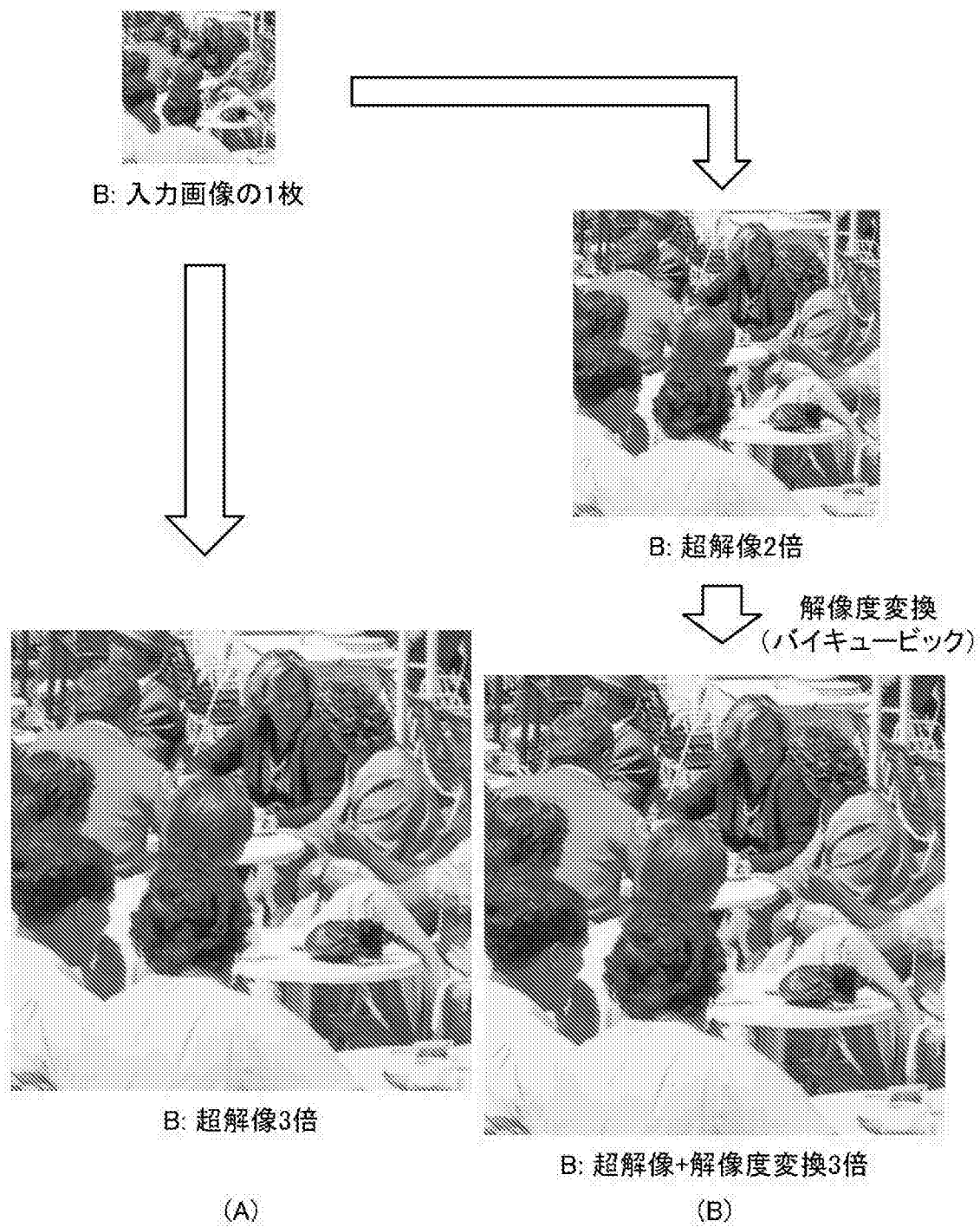
FIG.13B



R: 超解像+解像度変換3倍

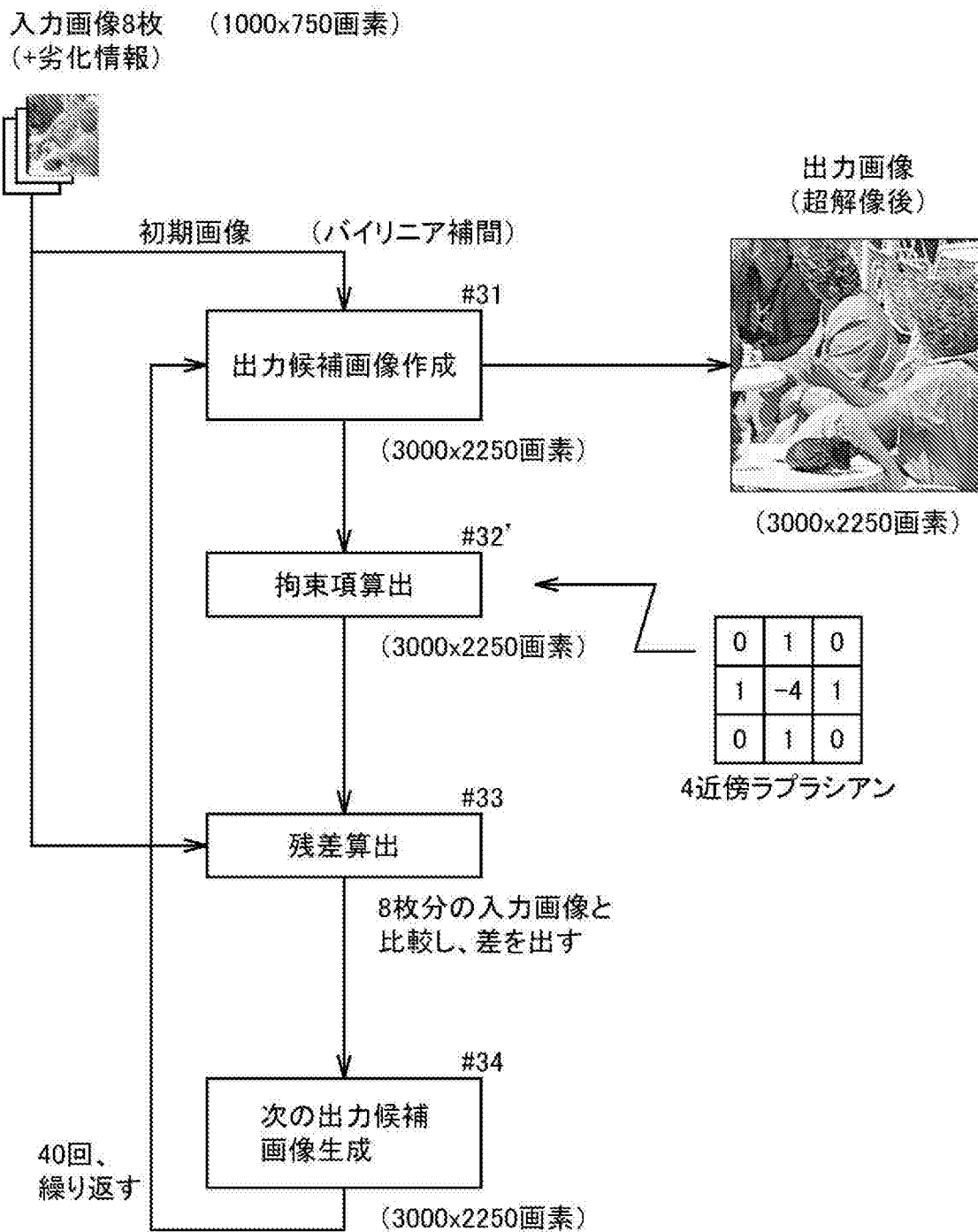
[図14]

FIG.14



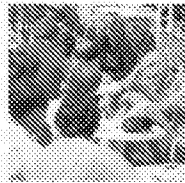
[図15]

FIG.15

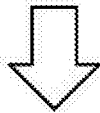


[図16]

FIG.16



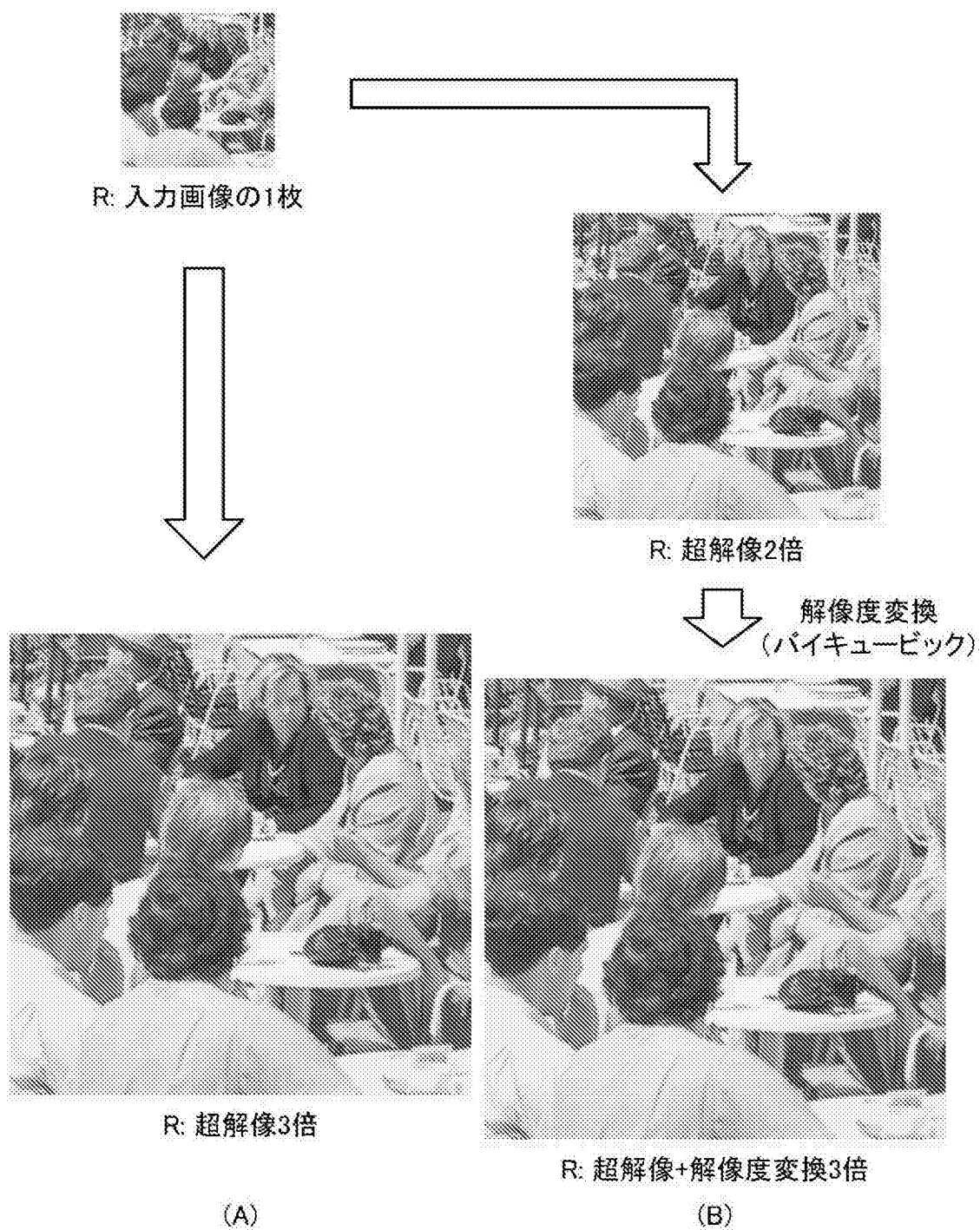
G: 入力画像の1枚



G: 超解像3倍

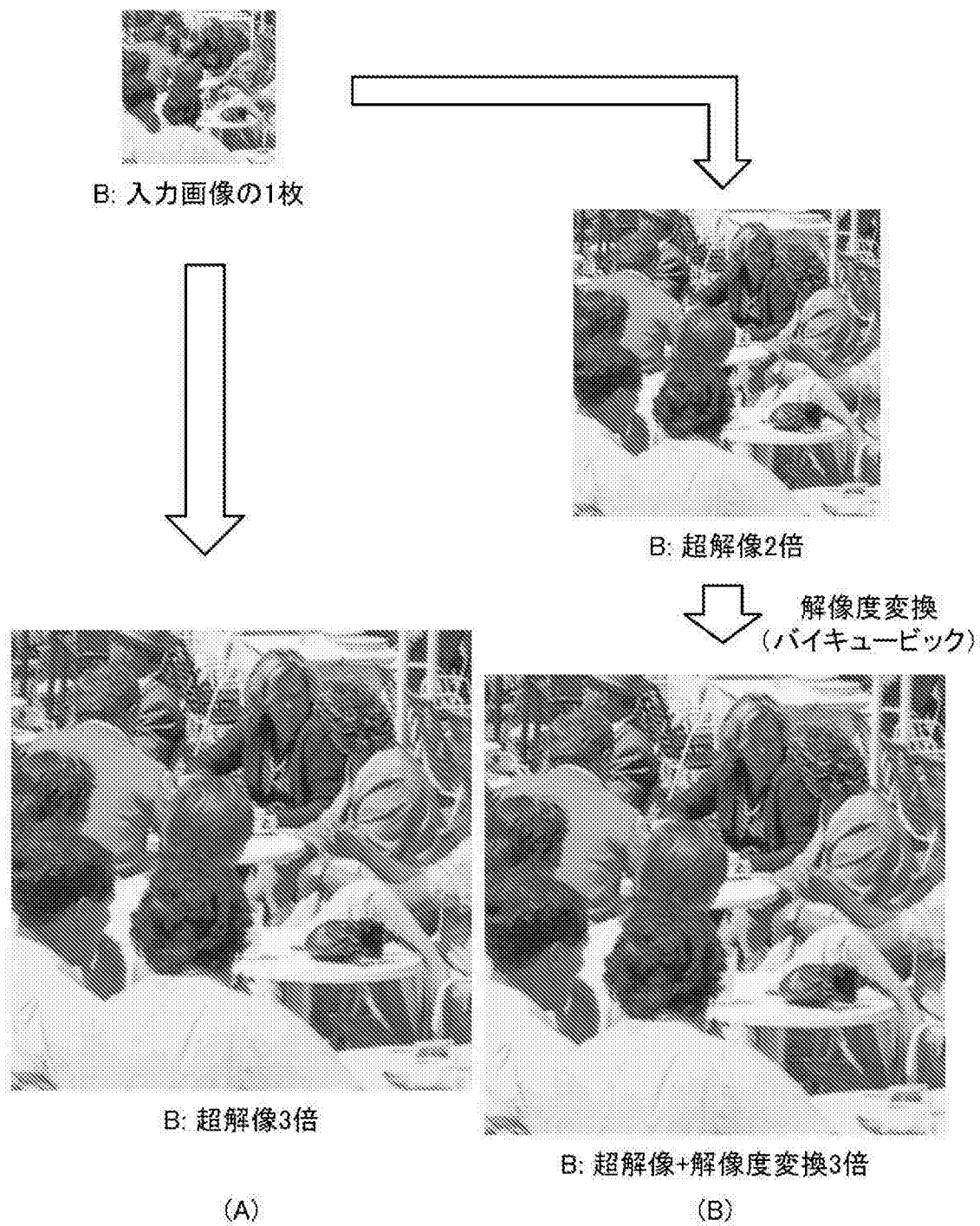
[図17]

FIG.17



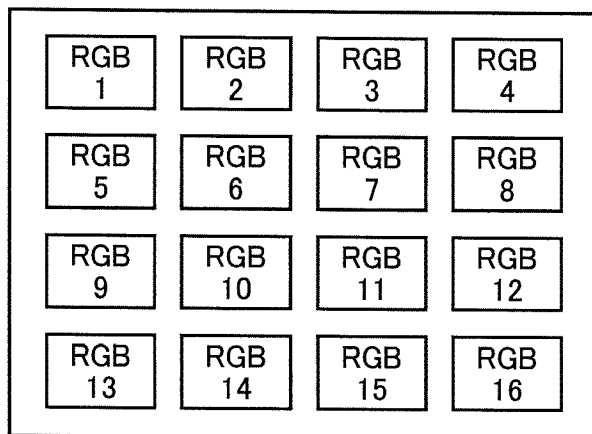
[図18]

FIG.18



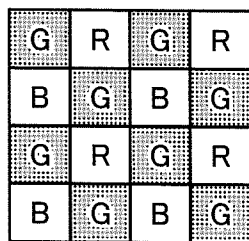
[図19A]

FIG.19A



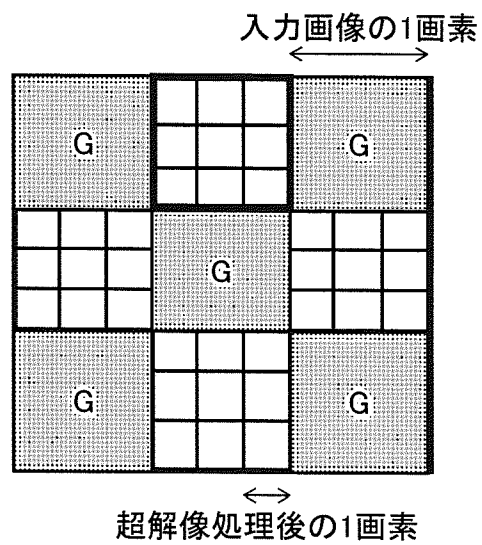
[図19B]

FIG.19B



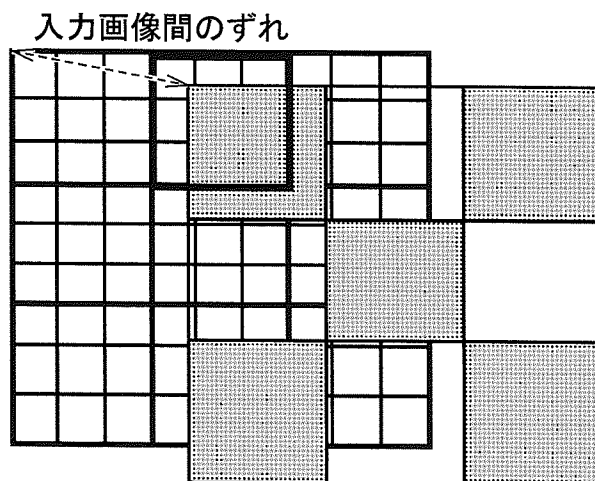
[図20A]

FIG.20A

RGB1

[図20B]

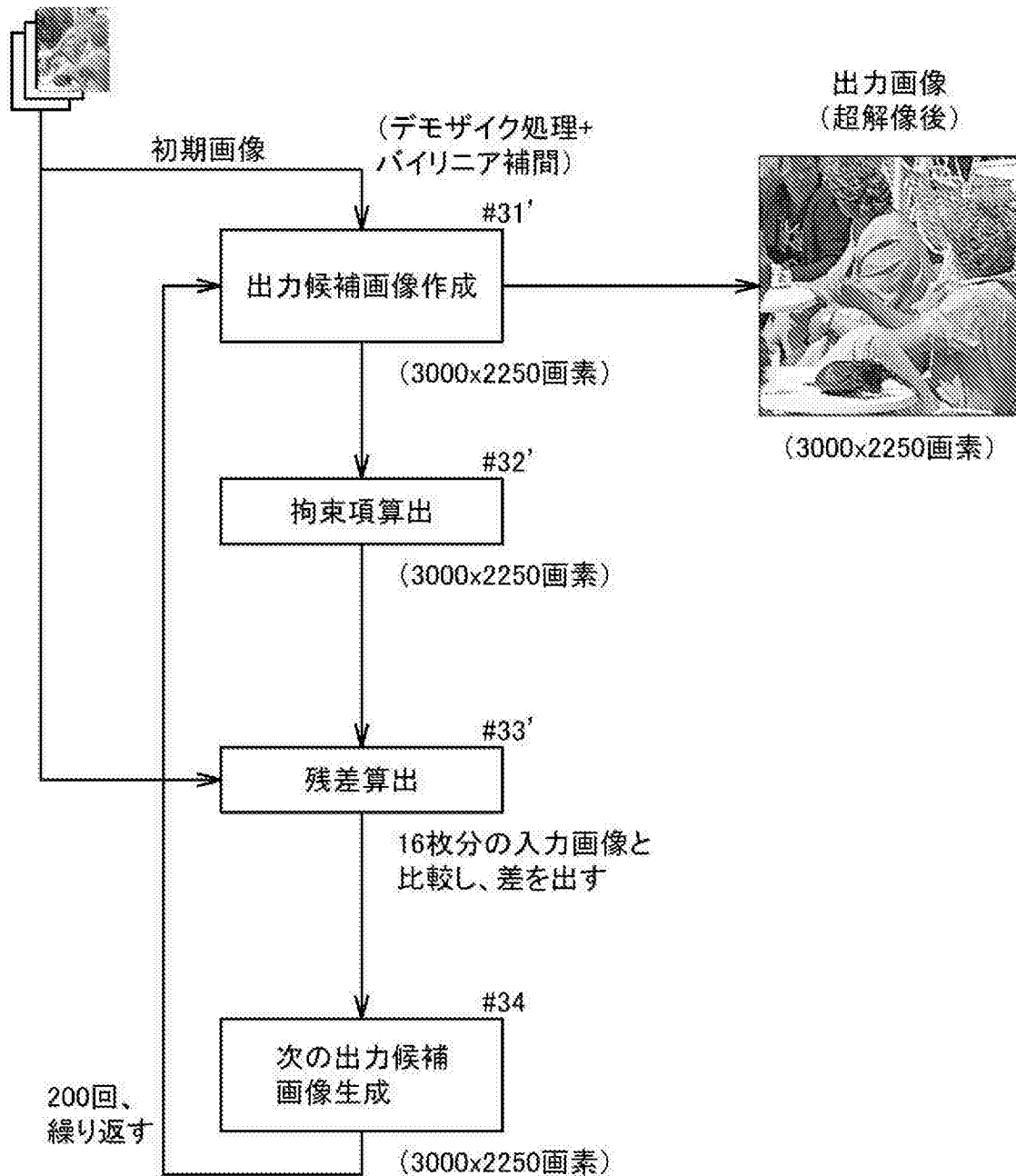
FIG.20B

RGB2

[図21]

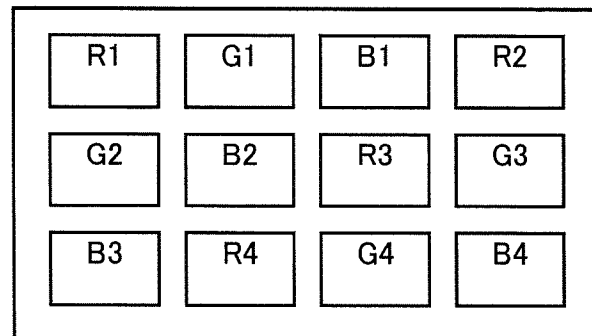
FIG.21

入力画像16枚 (1000x750画素)
(+劣化情報)



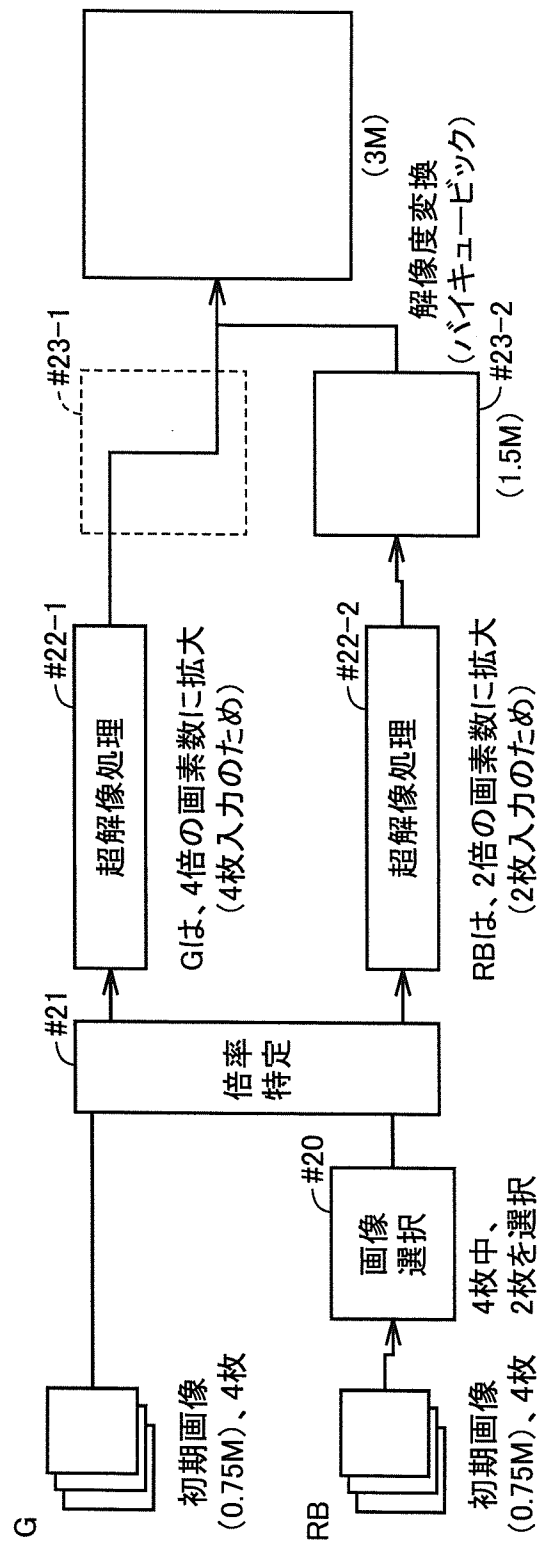
[図22]

FIG.22



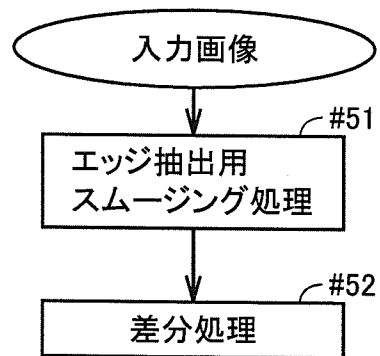
[図23]

FIG.23



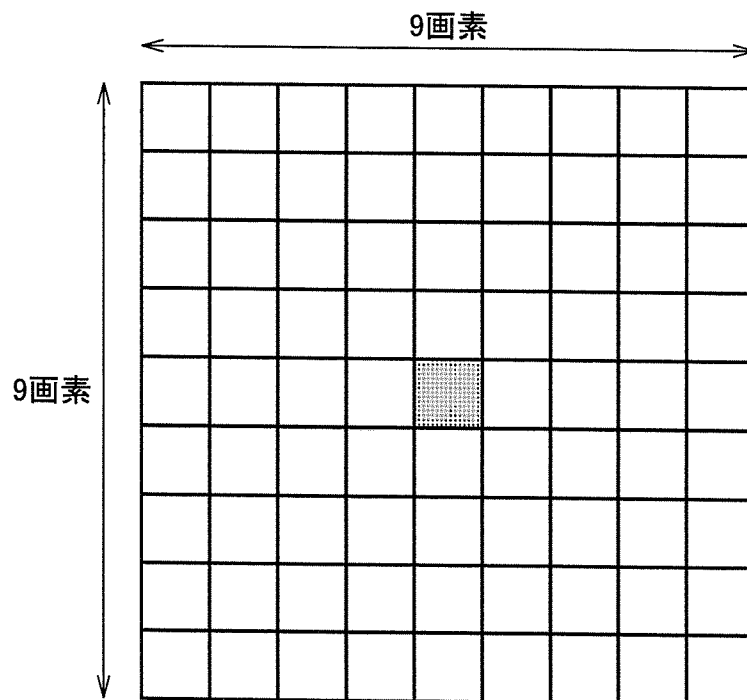
[図24]

FIG.24



[図25]

FIG.25



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/056618

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T3/00(2006.01)i, H04N1/387(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)

G06T3/00, H04N1/387

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
A	JP 2002-112007 A (Minolta Co., Ltd.), 12 April 2002 (12.04.2002), claim 19; paragraphs [0008] to [0009], [0031] to [0032], [0256] to [0268], [0271]; fig. 43, 44 (Family: none)	1-10
A	JP 2010-278898 A (Renesas Electronics Corp.), 09 December 2010 (09.12.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 2011-165045 A (Tokyo Institute of Technology), 25 August 2011 (25.08.2011), claim 1; paragraph [0002] & US 2013/0084027 A1 & WO 2011/099647 A1	5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
30 April, 2014 (30.04.14)

Date of mailing of the international search report
13 May, 2014 (13.05.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06T3/00(2006.01)i, H04N1/387(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（I P C））

Int.Cl. G06T3/00, H04N1/387

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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
A	JP 2002-112007 A（ミノルタ株式会社）2002.04.12, 請求項19, 段落0008-0009, 0031-0032, 0256-0268, 0271, 図43, 44（ファミリーなし）	1-10
A	JP 2010-278898 A（ルネサスエレクトロニクス株式会社）2010.12.09, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-10
A	JP 2011-165045 A（国立大学法人東京工業大学）2011.08.25, 請求項1, 段落0002 & US 2013/0084027 A1 & WO 2011/099647 A1	5

☐ 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

3 0 . 0 4 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 3 . 0 5 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

新井 則和

5 H

8 9 3 7

電話番号 03-3581-1101 内線 3531