

(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3月10日(10.03.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/035568 A1

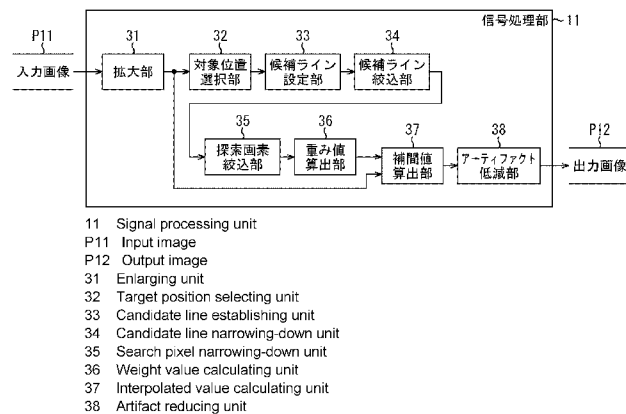
- (51) 国際特許分類:
G06T 3/40 (2006.01) *H04N 5/232* (2006.01)
H04N 1/387 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/073465
- (22) 国際出願日: 2015年8月21日(21.08.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-179554 2014年9月3日(03.09.2014) JP
- (71) 出願人: ソニー株式会社 (SONY CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 栗田 哲平 (KURITA Teppei); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 山田 英史 (YAMADA Hideshi); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 磯 大輔 (ISO Daisuke); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 西川 孝, 外 (NISHIKAWA Takashi et al.); 〒1600023 東京都新宿区西新宿7丁目5番25号 西新宿木村屋ビルディング9階 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, 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

[続葉有]

(54) Title: SIGNAL PROCESSING DEVICE AND SIGNAL PROCESSING METHOD, SOLID-STATE IMAGING ELEMENT, IMAGING DEVICE, ELECTRONIC INSTRUMENT, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 信号処理装置および信号処理方法、固体撮像素子、撮像装置、電子機器、並びにプログラム

[図1]



(57) Abstract: This technology relates to a signal processing device and signal processing method, a solid-state imaging element, an imaging device, an electronic instrument, and a program which make it possible to generate interpolated pixels in such a way that the occurrence of jaggedness can be suppressed, without blurring the image, using a small amount of computation. Two candidate lines are established in a horizontal direction and two candidate lines are established in a vertical direction, in such a way as to be in symmetrical positional relationships about a target pixel. The candidate lines are narrowed down to either those in the horizontal direction or those in the vertical direction, in accordance with a pattern to which the target pixel belongs. Further, search pixels on the candidate lines are narrowed down in accordance with the pattern. Block matching, using a block to which the target pixel belongs, is used to calculate a weight value on the basis of the degree of similarity between the block to be processed, and blocks which are equidistant from said block, and which have the same phase. Pixel values of interpolated pixels are generated by weighted addition using the pixel values on the candidate lines, and the weight values. This technology is applicable to imaging devices.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/035568 A1



ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, 添付公開書類:

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).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

本技術は、少ない計算量で画像をぼかすことなくジャギーの発生を抑制できるように補間画素を生成することができるようにする信号処理装置および信号処理方法、固体撮像素子、撮像装置、電子機器、並びにプログラムに関する。対象画素を中心として対称の位置関係となるように水平方向に 2 本、および垂直方向に 2 本の候補ラインを設定する。対象画素が属する模様に応じて、水平方向および垂直方向のいずれか 2 本に候補ラインを絞り込む。さらに、模様に応じて、候補ライン上の探索画素を絞り込む。対象画素の属するブロックによりブロックマッチングにより処理対象となるブロックと、そのブロックから等距離であって、同位相となるブロックとの類似度に基づいて、重み値を算出する。候補ライン上の画素値と、重み値との重み付き加算により補間画素の画素値を生成する。本技術は、撮像装置に適用することができる。

明 細 書

発明の名称：

信号処理装置および信号処理方法、固体撮像素子、撮像装置、電子機器、並びにプログラム

技術分野

[0001] 本技術は、信号処理装置および信号処理方法、固体撮像素子、撮像装置、電子機器、並びにプログラムに関し、特に、少ない計算量で画像をぼかすことなくジャギーの発生を抑制できるようにした信号処理装置および信号処理方法、固体撮像素子、撮像装置、電子機器、並びにプログラムに関する。

背景技術

- [0002] 画素値の補間方法として周辺画素から空き画素に値を埋める技術がある。例えば、バイリニア補間やバイキュービック補間などが代表例であるが、これは補間結果にジャギー（滑らかでないガタガタのエッジ）を生じやすい。
- [0003] また、通過周波数帯を低くしたローパスフィルタを用いて補間するという方法もあるが、こちらはジャギーを出さない代わりに結果画像がぼけやすい。
- [0004] そこで、ブロックマッチングを利用する方法として、対象位置に対して点対称な位置同士の類似度をブロックマッチングによって算出し、対象画素と同じ模様に属しているかを判定して、平均値で補間値を求め、1方向への画像拡大を可能にする技術が提案されている（特許文献1参照）。
- [0005] また、同じように対象位置に点対称の位置にある画素値を加算することでジャギーを低減する技術が提案されている（特許文献2参照）。この手法ではジャギーを原理的に低減するジャギー逆相を探索し、多くの角度に対応し、補間画像上の対象画素の上下±1ラインの画素値を利用している。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特許4 3 4 3 2 5 5号公報

特許文献2：特開2012-234507号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] しかしながら、特許文献1の技術では、対象位置にある模様と参照画素が属する模様の相関が低い場合には適切にジャギーを低減することができず、急峻な角度に対するジャギーを低減させることはできないことがあった。
- [0008] また、特許文献2の技術では、ジャギーを原理的に低減するジャギー逆相を探索し、多くの角度に対応をしているが、補間画像上の対象画素の上下±1ラインから値を持ってくるため画像がボケやすい。
- [0009] 本技術は、このような状況に鑑みてなされたものであり、少ない計算量で画像をぼかすことなくジャギーの発生を抑制できるようにするものである。

課題を解決するための手段

- [0010] 本技術の一側面の信号処理装置は、画素値を補間する対象位置の画素である対象画素として入力画像上の画素位置を選択する対象位置選択部と、前記対象画素の近傍であって、既知の画素値を有する、少なくとも2画素を含む、少なくとも1ライン以上の同一方向のラインの集合からなるラインの組を、候補ラインとして少なくとも2組設定する候補ライン設定部と、前記対象画素の属する模様に基づいて、前記候補ラインを絞り込む候補ライン絞り込部と、前記候補ライン絞り込部により絞り込まれた前記候補ライン上の各画素に基づいた補間により、前記対象画素の画素値を補間値として算出する補間値算出部とを含む。
- [0011] 前記候補ラインは、前記対象画素を中心として対称な位置関係の2本を1組とし、直交する2組の前記候補ラインからなるものとすることができる。
- [0012] 前記直交する2組の前記候補ラインは、水平方向の候補ライン、および垂直方向の候補ラインとすることができる。
- [0013] 前記候補ラインは、前記対象画素を中心として対称な位置関係の2本を1組とし、45度ずつ異なる4組の前記候補ラインからなるものとすることができる。

- [0014] 前記候補ラインには、前記対象画素を通る前記候補ラインを含ませるようにすることができる。
- [0015] 前記候補ライン上の画素を順次探索し、前記対象画素の属する模様と、前記候補ライン上の探索対象となる画素である探索画素とが同一の模様に属すると期待される度合に応じた重み値を算出する重み値算出部をさらに含ませるようにすることができ、前記補間値算出部には、前記候補ライン絞込部により絞り込まれた前記候補ライン上の各画素の画素値と、前記重み値とを用いた重み付け加算により補間させ、前記対象画素の画素値を補間値として算出させるようにすることができる。
- [0016] 前記対象画素が属する模様に基づいて、前記候補ライン中の探索画素を絞り込む探索画素絞込部をさらに含ませるようにすることができる。
- [0017] 前記画素の属する模様は、画像中のエッジとすることができる。
- [0018] 前記補間値に対して、高周波成分を低減する画像処理フィルタによってアーティファクトを低減するアーティファクト低減部をさらに含ませるようにすることができる。
- [0019] 前記補間値算出部における補間手法とは異なる補間手法で補間値を算出する、少なくとも1種類の他の補間値算出部と、前記対象画素の属する模様を分類し、分類結果に基づいて、前記他の補間値算出部により算出された補間値を出力するか否かを判定し、判定結果に応じて、前記他の補間値算出部により算出された補間値を出力する模様分類部とをさらに含ませるようにことができ、前記模様分類部により、前記分類結果に基づいて、前記他の補間値算出部により算出された補間値を出力しないと判定されたとき、前記補間値算出部には、前記補間値を算出し、算出した補間値を出力させるようにすることができる。
- [0020] 前記対象画素の属する模様を分類する模様分類部と、前記補間値算出部における補間手法とは異なる、少なくとも1種類の他の補間値算出部と、前記模様分類部により分類された模様の種類に基づいて、複数の補間値から出力する補間値を選択する補間値選択部をさらに含ませるようにすることができる。

る。

[0021] 本技術の一側面の信号処理方法は、画素値を補間する対象位置の画素である対象画素として入力画像上の画素位置を選択し、前記対象画素の近傍であって、既知の画素値を有する、少なくとも2画素を含む、少なくとも1ライン以上の同一方向のラインの集合からなるラインの組を、候補ラインとして少なくとも2組設定し、前記対象画素の属する模様に基づいて、前記候補ラインを絞り込み、絞り込まれた前記候補ライン上の各画素に基づいた補間により、前記対象画素の画素値を補間値として算出するステップを含む。

[0022] 本技術の一側面のプログラムは、画素値を補間する対象位置の画素である対象画素として入力画像上の画素位置を選択する対象位置選択部と、前記対象画素の近傍であって、既知の画素値を有する、少なくとも2画素を含む、少なくとも1ライン以上の同一方向のラインの集合からなるラインの組を、候補ラインとして少なくとも2組設定する候補ライン設定部と、前記対象画素の属する模様に基づいて、前記候補ラインを絞り込む候補ライン絞り込み部と、前記候補ライン絞り込み部により絞り込まれた前記候補ライン上の各画素に基づいた補間により、前記対象画素の画素値を補間値として算出する補間値算出部としてコンピュータを機能させる。

[0023] 本技術の一側面の固体撮像素子は、画素値を補間する対象位置の画素である対象画素として入力画像上の画素位置を選択する対象位置選択部と、前記対象画素の近傍であって、既知の画素値を有する、少なくとも2画素を含む、少なくとも1ライン以上の同一方向のラインの集合からなるラインの組を、候補ラインとして少なくとも2組設定する候補ライン設定部と、前記対象画素の属する模様に基づいて、前記候補ラインを絞り込む候補ライン絞り込み部と、前記候補ライン絞り込み部により絞り込まれた前記候補ライン上の各画素に基づいた補間により、前記対象画素の画素値を補間値として算出する補間値算出部とを含む。

[0024] 本技術の一側面の撮像装置は、画素値を補間する対象位置の画素である対象画素として入力画像上の画素位置を選択する対象位置選択部と、前記対象

画素の近傍であって、既知の画素値を有する、少なくとも2画素を含む、少なくとも1ライン以上の同一方向のラインの集合からなるラインの組を、候補ラインとして少なくとも2組設定する候補ライン設定部と、前記対象画素の属する模様に基づいて、前記候補ラインを絞り込む候補ライン絞り込部と、前記候補ライン絞り込部により絞り込まれた前記候補ライン上の各画素に基づいた補間により、前記対象画素の画素値を補間値として算出する補間値算出部とを含む。

[0025] 本技術の一側面の電子機器は、画素値を補間する対象位置の画素である対象画素として入力画像上の画素位置を選択する対象位置選択部と、前記対象画素の近傍であって、既知の画素値を有する、少なくとも2画素を含む、少なくとも1ライン以上の同一方向のラインの集合からなるラインの組を、候補ラインとして少なくとも2組設定する候補ライン設定部と、前記対象画素の属する模様に基づいて、前記候補ラインを絞り込む候補ライン絞り込部と、前記候補ライン絞り込部により絞り込まれた前記候補ライン上の各画素に基づいた補間により、前記対象画素の画素値を補間値として算出する補間値算出部とを含む。

[0026] 本技術の一側面においては、画素値を補間する対象位置の画素である対象画素として入力画像上の画素位置が選択され、前記対象画素の近傍であって、既知の画素値を有する、少なくとも2画素を含む、少なくとも1ライン以上の同一方向のラインの集合からなるラインの組が、候補ラインとして少なくとも2組設定され、前記対象画素の属する模様に基づいて、前記候補ラインが絞り込まれ、絞り込まれた前記候補ライン上の各画素に基づいた補間により、前記対象画素の画素値が補間値として算出される。

[0027] 本技術の一側面の信号処理装置、固体撮像素子、撮像装置、および電子機器は、それぞれ独立した装置であっても良いし、信号処理装置、固体撮像素子、撮像装置、および電子機器のそれぞれとして機能するブロックであっても良い。

発明の効果

[0028] 本技術の一側面によれば、少ない計算量で画像をぼかすことなくジャギーの発生を抑制することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]本技術を適用した信号処理装置の一実施の形態の構成例を説明する図である。

[図2]入力画像を水平方向および垂直方向に2倍に拡大した画像の例を示す図である。

[図3]バイリニア補間により補間画素を生成した水平方向および垂直方向に2倍に拡大した画像の例を示す図である。

[図4]理想的な方式で補間画素を生成した水平方向および垂直方向に2倍に拡大した画像の例を示す図である。

[図5]バイリニア補間により補間画素を生成した画像における周期性を説明する図である。

[図6]本技術を適用した補間画素の生成方法の概要を説明する図である。

[図7]候補ラインの設定例を説明する図である。

[図8]探索画素の絞り込みを説明する図である。

[図9]図1の信号処理部による信号処理を説明するフローチャートである。

[図10]演算における画素配列の定義を説明する図である。

[図11]演算における画素配列の定義を説明する図である。

[図12]演算における画素配列の定義を説明する図である。

[図13]処理対象となる画素を含むブロックと、距離が同一であって、逆位相の2のブロックとの類似度に基づいた重み値の演算方法を説明する図である。

[図14]重み値に基づいた補間画素の演算方法を説明する図である。

[図15]アーティファクト低減処理におけるFIRフィルタの例を説明する図である。

[図16]第1の変形例を説明する図である。

[図17]第2の変形例を説明する図である。

[図18]第3の変形例における信号処理部の構成例を説明する図である。

[図19]図18の信号処理部における模様分類部で使用するフィルタの構成例を説明する図である。

[図20]図19の信号処理部による信号処理を説明するフローチャートである。

[図21]第4の変形例における信号処理部の構成例を説明する図である。

[図22]電子機器への適用について説明する図である。

[図23]汎用のパーソナルコンピュータの構成例を説明する図である。

発明を実施するための最良の形態

[0030] <本技術を適用した信号処理部の一実施の形態の構成例>

図1は、本技術を適用した信号処理部の一実施の形態の構成例を示している。

[0031] 図1の信号処理部11は、入力画像に対して既知の画素に基づいて、未知の画素を補間生成することで、アップサンプリングやデモザイクを実現するものである。信号処理部11は、例えば、固体撮像素子や、撮像装置、または、スマートフォンなどに代表される電子機器などに内蔵されて、撮像された画像、または入力された画像に含まれる未知の画素を、既知の画素を利用して補間生成する。尚、以降においては、信号処理部11が、入力画像を拡大して、アップサンプリングする例について説明をするものとするが、入力画像そのものに未知の画素が含まれており、それを既知の画素に基づいて補間生成する、いわゆるデモザイク処理に利用するようにしてもよいものである。

[0032] より具体的には、信号処理部11は、拡大部31、対象位置選択部32、候補ライン設定部33、候補ライン絞込部34、探索画素絞込部35、重み値算出部36、補間値算出部37、およびアーティファクト低減部38を備えている。

[0033] 拡大部31は、入力画像P11に含まれる既知の画素を、所定の倍率に応じて配置し直し、未知の画素を含む拡大画像を生成して対象位置選択部32

に出力する。例えば、水平方向および垂直方向に2倍に拡大する場合、拡大部31は、例えば、入力画像P11の各画素を既知の画素として、図2で示されるように、水平方向、および垂直方向に1画素おきに未知の画素を挟み込むように配置し直す。これにより、水平方向、および垂直方向に1画素おきに、既知の画素と、未知の画素とが交互に配置された、水平方向、および垂直方向に2倍に拡大された拡大画像が生成される。尚、図2においては、方形状のマス目が画素を示しており、0乃至1の規格化された画素値を示す値が入力されたマス目が既知の画素を示し、無記入のマス目が未知の画素を示している。

[0034] 対象位置選択部32は、拡大された画像に含まれる画素のうち、未処理の未知の画素のいずれかを対象位置の画素として選択し、選択結果である対象位置の画素の情報を、対象画素として候補ライン設定部33に供給する。

[0035] 候補ライン設定部33は、対象画素の画素値を設定するにあたって、対象画素が属する模様の方角を仮定する必要があるため、属する模様の方角を決定するにあたって、必要な候補ラインを設定する。より具体的には、候補ライン設定部33は、対象画素が属する模様の例として、例えば、対象画素が属するエッジであるものとするれば、そのエッジの方角を決定するための、水平方向に近い候補ライン群と垂直方向に近い候補ライン群とを設定し、候補ライン絞込部34に出力する。

[0036] 例えば、図2で示されるような既知の画素と、未知の画素とからなる画像において、未知の各画素をバイリニア補間すると、図3で示されるような画像が生成される。尚、図2，図3で示される画像のうち、丸印で示される位置のマス目が処理対象となる対象画素であり、対象画素を含めた点線で示される位置にエッジEが存在するものとする。また、各画素値は、RGB画素からなる画像である場合、YUV画素へと変換したときのY画素の画素値、すなわち、いわゆる輝度値Yを画素値として表現している。

[0037] 図3の場合、処理対象画素を左端部とした水平方向の5画素は、いずれも画素値が0.5で表現されており、同じ画素値として表現される。これによ

り、図3で示される画像におけるエッジE上の画素は、画素値の変化が不自然なものとなり、結果として、ジャギーが発生しているような画像となる。

[0038] 一方、図4は、図2の未知の画素が、既知の画素により理想的に補間されたときに生成される画像を示している。図4の画像においては、エッジE上に配置される画素の画素値にはグラデーションが形成されている。このような場合、補間生成される画素の画素値には、滑らかに画素値が変化するグラデーション状の範囲が周期的に存在する。

[0039] 本技術においては、既知の画素の画素値と、エッジE上に配置される画素の画素値の周期性を利用して、未知の画素の画素値を補間する。

[0040] すなわち、図4の画像の場合、処理対象画素を左端部の画素として、水平方向に5画素単位で設定される範囲Z1における各画素を左から読み出すと、0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9とされた、滑らかに画素値が変化するグラデーションが形成されていることが示されている。さらに、この5画素単位の範囲Z1に対応する範囲Z2, Z3が、エッジEに沿って、周期的に繰り返されて配置されていることが示されている。このように、同一の周期で画素値が変化する範囲が繰り返し周期的に配列されるということは、同一の模様が周期的に描かれていることを示している。

[0041] 一方、バイリニア方式で生成された画像の場合、例えば、図5で示されるように、対象画素を左端部の画素とした、図4に対応する5画素の範囲Z2, Z1, Z3は、画素値が均一となる範囲と、グラデーション状に滑らかに変化する範囲とが交互に配置されていることが示されている。

[0042] そこで、本技術においては、図6で示されるように、対象画素を含む範囲Z1に対して逆位相であって、双方が同位相となる範囲Z2, Z3を、対象画素を含むラインに対して1ラインだけ上下のラインにおいて探索し、探索した範囲Z2, Z3の対象画素と対応する位置の画素の画素値に重み付け加算により補間し、対象画素の画素値を求めるようにしている。

[0043] 候補ライン設定部33は、対象画素を中心とした対称であって、既知の画素を含む、水平方向および垂直方向の2本の線を候補ラインとして設定する

。例えば、水平方向および垂直方向の2本の線を候補ラインは、図7で示される水平方向のラインH1、H2および垂直方向のラインV1、V2である。つまり、候補ラインとは、図6の場合、範囲Z1と逆位相の範囲Z2、Z3を探索すべき、範囲Z1の存在するラインの上下のラインH1、H2であり、候補ライン設定部33は、これを水平方向のみならず垂直方向にもラインV1、V2として設定する。

[0044] 候補ライン絞込部34は、設定された候補ラインのうち、処理に必要な候補ラインを絞り込んで選択する。図2乃至図5の場合、例えば、対象画素の属する模様であるエッジEの属するラインは、水平方向に近いことから、ラインH1、H2が絞り込まれる。

[0045] 検索画素絞込部35は、上述した周期性の有無を画素単位で検索するにあたって、いずれかの既知の画素値の画素に囲まれた範囲の画素は、周辺を取り囲む画素の画素値として判断されるので、検索対象とする必要がない。そこで、検索が必要な画素のみを絞り込む。例えば、図8で示されるように、範囲Z21、Z22における既知の画素は検索するまでもなく、範囲Z21の画素は、画素値が1.0であり、範囲Z22の画素は、画素値が0.0の画素であるので、検索対象から外してもよい。そこで、図10の場合、検索画素絞込部35は、候補ラインH1、H2上の既知の画素であって、範囲Z21、Z22以外の範囲の画素に検索対象となる画素を絞り込む。

[0046] 重み値算出部36は、候補ライン上の画素であって、検索対象となっている画素について、処理対象の画素、すなわち対象画素であると期待される値を重み値として算出する。尚、重み値の算出方法については詳細を後述する。

[0047] 補間値算出部37は、重み値算出部36により算出された重み値と、それぞれの画素値とを用いた重み付け加算により、処理対象となった画素の画素値を補間生成する。

[0048] アーティファクト低減部38は、補間生成された画素値をフィルタ処理することにより、補間画素からなる画像に生じるアーティファクトを低減させ

、出力画像 P 1 2 として出力する。

[0049] このような処理により、信号処理部 1 1 は、既知の画素より未知の画素の画素値を補間生成し、アップサンプリングやデモザイクを実現する。

[0050] <第 1 の信号処理>

次に、図 9 のフローチャートを参照して、図 1 の信号処理部 1 1 による信号処理について、詳細を説明する。

[0051] ステップ S 1 1 において、拡大部 3 1 は、入力画像 P 1 1 を所望とする倍率の画像に拡大する。このとき、拡大された画像には、入力画像に含まれる既知の画素と、拡大に伴って補間生成されるべき、未知の画素とが含まれた画像となる。すなわち、例えば、水平方向および垂直方向に 2 倍の画像の場合、図 2 で示されるような画像が生成されることになる。

[0052] 尚、以降においては、画素値は、例えば、入力画像の画素値が RGB（赤色、緑色、青色）の 3 色から構成される場合、以下の式（1）により、RGB の画素信号を YUV 信号に変換し、個々に求められる輝度値 Y に基づいた値を例にとって説明するものとする。しかしながら、RGB のそれぞれの画像を処理するようにしてもよいし、その他の画素値を使用するようにしても良い。

[0053] [数 1]

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.14713 & -0.28886 & 0.436 \\ 0.615 & -0.51499 & -0.10001 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad \cdots (1)$$

[0054] 尚、式（1）により求められた YUV 信号については、以下の式（2）により RGB 信号に変換することが可能である。

[0055] [数 2]

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1.13983 \\ 1 & -0.39465 & -0.5806 \\ 1 & 2.03211 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} \quad \cdots (2)$$

[0056] ステップ S 1 2 において、対象位置選択部 3 2 は、拡大後の画素値を求める処理対象となる画素を選択する。具体的には、対象位置選択部 3 2 は、例

例えば、ラスタスキャン等によって画像左上の画素から順次、未知の画素のうち、未処理の画素を対象画素として選択する。尚、以降ここで、対象位置選択部32により処理対象画素として選択された対象位置（対象画素）の画素、および、その画素値は画素 $L(x, y)$ 、および画素値 $L(x, y)$ と表すものとする。

[0057] ステップS13において、候補ライン設定部33は、対象画素に基づいて、例えば、図7で示されるように水平方向の候補ライン $H1$ 、 $H2$ 、および垂直方向の候補ライン $V1$ 、 $V2$ を設定し、候補ライン絞込部34に出力する。

[0058] より詳細には、候補ライン設定部33は、候補ライン $H1$ 、 $H2$ 、および $V1$ 、 $V2$ を、それぞれ平行かつ、対象画素に対して対称に設定する。これにより、後段の重み値算出部36における、候補ライン上の探索画素と対象画素とが同じ模様上にあると期待される度合いをより正確に算出することが可能になる。

[0059] また、候補ライン設定部33は、例えば、図7で示されるように水平方向の候補ライン $H1$ 、 $H2$ 、および垂直方向の候補ライン $V1$ 、 $V2$ を、既知の画素を2画素以上含むものに制限する。これにより、後段の補間値算出部37において、ボケにくい補間値を算出することが可能になる。

[0060] 従って、対象画素が画素 $L(x, y)$ である場合、候補ライン $H1$ 、 $H2$ は、例えば、 $Y = y + 1$ および $Y = y - 1$ であり、候補ライン $V1$ 、 $V2$ は、例えば、 $X = x + 1$ および $X = x - 1$ とされる。

[0061] ステップS14において、候補ライン絞込部34は、対象画素が含まれる模様の方向を判定し、前述の候補ライン設定部33で設定された候補ライン $H1$ 、 $H2$ 、および $V1$ 、 $V2$ のうちの、候補ライン $H1$ 、 $H2$ 、または候補ライン $V1$ 、 $V2$ のいずれかに絞り込む。

[0062] 例えば、図7で示されるような対象画素Aと、エッジEが存在する場合、対象画素Aの補間値として理想的な既知の画素の画素値は水平方向の候補ライン $H1$ 、 $H2$ 上であって、かつ、エッジE上の画素の画素値であり、垂直

方向の候補ラインV1, V2の画素から所望の画素値を得ることは難しい。
候補ライン絞込部34は、このように事前に判明している対象画素Aが属する模様から、走査する候補ラインを絞り込む。

[0063] より詳細には、候補ライン絞込部34は、例えば、補間値算出部37における、重み値算出部36において重み値を算出する際に使用する閾値に用いる値を利用することができる。具体的には、例えば、以下の式(3), 式(4)で定義される値 w_{thh} , w_{thv} を算出し、比較する。

[0064] [数3]

$$w_{thh} = \exp \left(- \frac{\left(L_{ch0} - \left(\frac{Lmc_{h0} + Lpc_{h0}}{2} \right) \right)^2 + \left(L_{ch1} - \left(\frac{Lmc_{h1} + Lpc_{h1}}{2} \right) \right)^2 + \left(L_{ch2} - \left(\frac{Lmc_{h2} + Lpc_{h2}}{2} \right) \right)^2}{3 \times 2 \sigma_{rp}^2} \right. \\ \left. - \frac{(L(x, y-3) - L(x, y-1))^2 + (L(x, y-1) - L(x, y+1))^2 + (L(x, y+1) - L(x, y+3))^2}{3 \times 2 \sigma_{ip}^2} \right) \quad \dots (3)$$

[0065]

[数4]

$$w_{th_v} = \exp \left(- \frac{\left(Lc_{v0} - \left(\frac{Lmc_{v0} + Lpc_{v0}}{2} \right) \right)^2 + \left(Lc_{v1} - \left(\frac{Lmc_{v1} + Lpc_{v1}}{2} \right) \right)^2 + \left(Lc_{v2} - \left(\frac{Lmc_{v2} + Lpc_{v2}}{2} \right) \right)^2}{3 \times 2 \sigma_{rp}^2} \right. \\ \left. - \frac{(L(x-3, y) - L(x-1, y))^2 + (L(x-1, y) - L(x+1, y))^2 + (L(x+1, y) - L(x+3, y))^2}{3 \times 2 \sigma_{ip}^2} \right) \quad \dots (4)$$

[0066] ここで、式（３），式（４）中の変数は、以下の式（５）により定義される。

[0067]

[数5]

$$Lc_{h0} = \frac{L(x, y-4) + 2L(x, y-2) + L(x, y)}{4}$$

$$Lc_{h1} = \frac{L(x, y-2) + 2L(x, y) + L(x, y+2)}{4}$$

$$Lc_{h2} = \frac{L(x, y) + 2L(x, y+2) + L(x, y+4)}{4}$$

$$Lmc_{h0} = \frac{L(x, y-5) + 2L(x, y-3) + L(x, y-1)}{4}$$

$$Lmc_{h1} = \frac{L(x, y-3) + 2L(x, y-1) + L(x, y+1)}{4}$$

$$Lmc_{h2} = \frac{L(x, y-1) + 2L(x, y+1) + L(x, y+3)}{4}$$

$$Lpc_{h0} = \frac{L(x, y-3) + 2L(x, y-1) + L(x, y+1)}{4}$$

$$Lpc_{h1} = \frac{L(x, y-1) + 2L(x, y+1) + L(x, y+3)}{4}$$

$$Lpc_{h2} = \frac{L(x, y+1) + 2L(x, y+3) + L(x, y+5)}{4}$$

$$Lc_{v0} = \frac{L(x-4, y) + 2L(x-2, y) + L(x, y)}{4}$$

$$Lc_{v1} = \frac{L(x-2, y) + 2L(x, y) + L(x+2, y)}{4}$$

$$Lc_{v2} = \frac{L(x, y) + 2L(x+2, y) + L(x+4, y)}{4}$$

$$Lmc_{v0} = \frac{L(x-5, y) + 2L(x-3, y) + L(x-1, y)}{4}$$

$$Lmc_{v1} = \frac{L(x-3, y) + 2L(x-1, y) + L(x+1, y)}{4}$$

$$Lmc_{v2} = \frac{L(x-1, y) + 2L(x+1, y) + L(x+3, y)}{4}$$

$$Lpc_{v0} = \frac{L(x-3, y) + 2L(x-1, y) + L(x+1, y)}{4}$$

$$Lpc_{v1} = \frac{L(x-1, y) + 2L(x+1, y) + L(x+3, y)}{4}$$

$$Lpc_{v2} = \frac{L(x+1, y) + 2L(x+3, y) + L(x+5, y)}{4}$$

... (5)

[0068] また、 $L(X, Y)$ で示される値は、図 10 で示される各画素の画素値である。

[0069] ここで、式 (3)、式 (4) における、 σ_{rp}^2 、 σ_{ip}^2 はいずれもパラメータであり、重み値算出部 36 における処理を説明する際に後述する。また、上記の値 w_{thh} 、 w_{thv} は、対象画素の近傍の画素からなるブロックと、対象画素を含むブロックとの類似度を表している。後段の重み値算出部 36 では、重み値を求める際に、近傍のブロックよりも類似していない画素を加算しないようにするための閾値として利用する。

[0070] 候補ライン絞込部 34 は、上記の値 w_{thh} 、 w_{thv} を比較し、値 w_{thh} が値 w_{thv} よりも大きければ、対象画素が垂直方向の模様属していると判断し、候補ラインを垂直方向の候補ライン $V1$ 、 $V2$ に絞り込む。また、候補ライン絞込部 34 は、値 w_{thv} が値 w_{thh} よりも大きければ、対象画素が水平方向の模様属していると判断し、候補ラインを水平方向の候補ライン $H1$ 、 $H2$ に絞り込む。

[0071] 上記で算出した値 w_{thh} 、 w_{thv} は後段の重み値算出部 36 の閾値としても利用する。図 10 で示されるように、式 (3)、式 (4) で用いられる画素のうち、画素値が未知の画素には、上下左右に隣接する、画素値が入っている画素に基づいて補間された補間値が利用される。

[0072] 例えば、上下方向に隣接する、画素値が既知の画素が存在する場合、上下方向に隣接する画素の、既知の画素値を用いて平滑化した値が補間値とされる。また、左右方向に隣接する、画素値が既知の画素が存在する場合、左右方向に隣接する、既知の画素値を用いて平滑化した値が補間値とされる。さらに、斜め方向に隣接する、画素値が既知の画素が存在する場合、上下左右方向に隣接する、既知の画素値を用いて平滑化した値が補間値とされる。

[0073] これは後段の探索画素絞込部 35、および、重み値算出部 36 における演算においても同様である。

[0074] ステップ S15 において、探索画素絞込部 35 は、対象画素の模様に従い、候補ライン上を走査する画素を絞り込み、走査対象となる画素の情報を重み値算出部 36 に出力する。

[0075] より詳細には、例えば、図8で示される対象画素AとエッジEが存在する場合、対象画素Aの画素値を補間生成する際に利用可能な理想的な画素は、図中の一点鎖線の丸印で示された走査ライン（候補ライン）H1，H2上であって、かつ、エッジE上の画素である。逆に、走査ラインH1，H2における点線で囲まれた範囲Z21，Z22の画素から所望の画素値を得ることはできない。すなわち、走査ラインH1，H2における点線で囲まれた範囲Z21の画素は、画素値が1.0の画素に囲まれており、画素値が1.0であることが明らかである。また、範囲Z22の画素は、画素値が0.0の画素に囲まれており、画素値が0.0であることが明らかである。このことから、これらの画素を用いても、対象画素Aの画素値を求める際に利用することは難しい。

[0076] このように事前に対象画素Aが属する模様が判明していれば、上記の範囲Z21，Z22に含まれる画素は走査しなくても良い事がわかる。模様の判定方法はいずれの方法でも良いが、例えば、以下の式（6）を利用することにより、対象画素Aを含む模様が属するエッジが右下がりか左下がりを大まかに判定することができる。

[0077] [数6]

$$ga = \sum_{i=0}^2 (|Lmc_{hi} - Lmc_{vi}| + |Lpc_{hi} - Lpc_{vi}|)$$

$$gd = \sum_{i=0}^2 (|Lmc_{hi} - Lpc_{vi}| + |Lpc_{hi} - Lmc_{vi}|) \quad \dots (6)$$

[0078] ここで、対象画素Aは、L(x, y)の画素であり、その他のL(X, Y)は、図11で示されるものである。また、値gaは、右下がりの程度を示すものであり、値gdは、右上がりの程度を示すものである。

[0079] すなわち、値gaが値gdよりも大きい(ga>gd)場合、模様が右下がりであるものとみなされ、逆に、値gdが値gaよりも大きい(ga<gd)場合、模様が右上りであるものとみなされる。探索画素絞込部35は、この値gd, gaの大小関係に基づいて、走査画素を絞り込む。より具体的には、例えば、候補ライン

H 1 上の走査画素については、走査の中心位置からの相対距離を示す変数 t が $-10 \leq t \leq 10$ であった場合、探索画素絞込部 3 5 は、右下がりのとき、変数 t を $-10 \leq t \leq 0$ に絞り込み、逆に、右上りのとき、変数 t を $0 \leq t \leq 10$ に絞り込む。

[0080] ステップ S 1 6 において、重み値算出部 3 6 は、候補ライン上の各画素位置について、対象位置と同じ模様上にあると期待される度合、すなわち、候補ライン上の各画素位置の模様と対象位置の模様との類似度を重み値として算出する。より具体的には、重み値算出部 3 6 は、例えば、SSD (Sum of Squared Difference) や SAD (Sum of Absolute Difference) などを用いて重み値を算出する。

[0081] また、重み値算出部 3 6 は、例えば、上述した特許文献 2 (特開 2 0 1 2 - 2 3 4 5 0 7 号公報) の中で用いられている手法に基づいて、対象画素と探索画素 (逆位相) の類似度、および対象画素に対して対称な位置に存在する探索画素同士 (同位相) のブロックの類似度から、下記のようにして重み値 $w(t)$ を算出するようにしてもよい。例えば、候補ライン絞込部 3 3 で水平方向への走査に絞り込まれた場合、重み値算出部 3 6 は、以下の式 (7) で示されるように、候補ライン H 1, H 2 に直交する 1 画素おきに既知の画素値が含まれる 1 画素 $\times$ 5 画素のブロックマッチングにより重み値 $w(t)$ を算出する。

[0082] [数 7]

$$\begin{aligned}
 & w(t) \\
 &= \exp \left(- \frac{(L_{c_{h0}} - L_m(t)_{h0})^2 + (L_{c_{h1}} - L_m(t)_{h1})^2 + (L_{c_{h2}} - L_m(t)_{h2})^2}{3 \times 2 \sigma_{rp}^2} \right. \\
 &\quad - \frac{(L_{c_{h0}} - L_p(t)_{h0})^2 + (L_{c_{h1}} - L_p(t)_{h1})^2 + (L_{c_{h2}} - L_p(t)_{h2})^2}{3 \times 2 \sigma_{rp}^2} \\
 &\quad \left. - \frac{(L(x+t, y-3) - L(x-t, y-1))^2 + (L(x+t, y-1) - L(x-t, y+1))^2 + (L(x+t, y+1) - L(x-t, y+3))^2}{3 \times 2 \sigma_{ip}^2} \right) \\
 &\quad - w_{th_{h_i}} \quad \dots (7)
 \end{aligned}$$

[0083] ここで、式（７）中の $L(X, Y)$ は、図１２で示される各画素の画素値を示しており、 t は、走査の中心位置からの相対距離を示す変数である。

[0084] また、式（７）中の変数は、以下の式（８）により定義される。

[0085] [数8]

$$\begin{aligned}
 L_m(t)_{h0} &= \frac{L(x+t, y-5) + 2L(x+t, y-3) + L(x+t, y-1)}{4} \\
 L_m(t)_{h1} &= \frac{L(x+t, y-3) + 2L(x+t, y-1) + L(x+t, y+1)}{4} \\
 L_m(t)_{h2} &= \frac{L(x+t, y-1) + 2L(x+t, y+1) + L(x+t, y+3)}{4} \\
 L_p(t)_{h0} &= \frac{L(x-t, y-3) + 2L(x-t, y-1) + L(x-t, y+1)}{4} \\
 L_p(t)_{h1} &= \frac{L(x-t, y-1) + 2L(x-t, y+1) + L(x-t, y+3)}{4} \\
 L_p(t)_{h2} &= \frac{L(x-t, y+1) + 2L(x-t, y+3) + L(x-t, y+5)}{4} \\
 L_m(t)_{v0} &= \frac{L(x-5, y+t) + 2L(x-3, y+t) + L(x-1, y+t)}{4} \\
 L_m(t)_{v1} &= \frac{L(x-3, y+t) + 2L(x-1, y+t) + L(x+1, y+t)}{4} \\
 L_m(t)_{v2} &= \frac{L(x-1, y+t) + 2L(x+1, y+t) + L(x+3, y+t)}{4} \\
 L_p(t)_{v0} &= \frac{L(x-3, y-t) + 2L(x-1, y-t) + L(x+1, y-t)}{4} \\
 L_p(t)_{v1} &= \frac{L(x-1, y-t) + 2L(x+1, y-t) + L(x+3, y-t)}{4} \\
 L_p(t)_{v2} &= \frac{L(x+1, y-t) + 2L(x+3, y-t) + L(x+5, y-t)}{4} \\
 &\dots (8)
 \end{aligned}$$

[0086] また、垂直方向の走査に絞り込まれた場合、重み値の算出は、以下の式（９）により、候補ライン $V1$ 、 $V2$ に直交する１画素おきに既知の画素値が含まれる１画素×５画素のブロックマッチングにより重み値 $w(t)$ が算出される。

[0087]

[数9]

 $w(t)$

$$\begin{aligned}
&= \exp \left(- \frac{(Lc_{v0} - Lm(t)_{v0})^2 + (Lc_{v1} - Lm(t)_{v1})^2 + (Lc_{v2} - Lm(t)_{v2})^2}{3 \times 2 \sigma_{rp}^2} \right. \\
&\quad \left. - \frac{(Lc_{v0} - Lp(t)_{v0})^2 + (Lc_{v1} - Lp(t)_{v1})^2 + (Lc_{v2} - Lp(t)_{v2})^2}{3 \times 2 \sigma_{rp}^2} \right. \\
&\quad \left. - \frac{(L(x-3, y+t) - L(x-1, y-t))^2 + (L(x-1, y+t) - L(x+1, y-t))^2 + (L(x+1, y+t) - L(x+3, y-t))^2}{3 \times 2 \sigma_{ip}^2} \right) \\
&\quad - W_{th_v} \qquad \qquad \qquad \dots (9)
\end{aligned}$$

[0088] 式(7)または式(9)で算出された重み値 $w(t)$ が負の値を取った場合、重み値算出部36は、重み値 $w(t)=0$ とする。値 σ_{rp}^2 、 σ_{ip}^2 はいずれもパラメータであり、逆位相判定と同位相判定の厳しさを決める。すなわち、重み値 $w(t)$ が大きいブロックの画素ほど加算されやすくなり、小さいほど加算され難くなる。

[0089] 上式のように重み値 $w(t)$ を算出する際に、閾値(値 w_{thh} 、 w_{thv})を減算することで、近傍の画素よりも類似していないブロックの画素値は重みが0になり、加算されないようにすることができる。

[0090] ここで、対象位置の画素(対象画素)を含むブロックと逆位相になる探索画素のブロック、および対象位置の画素に対して対称で、かつ同位相となる探索画素同士のブロックについて説明する。上述したように、エッジE画存在する場合、エッジEに沿って、同一の模様となるブロックが周期的に存在する。従って、画素配列が図5と同一の図13で示されるように、対象画素を含む、1画素×5画素のブロックB11を考える場合、ブロックB11から等距離にあって、ブロックB11に対して逆位相となり、かつ、相互に同位相の、1画素×5画素のブロックB12、B13が、存在するはずである。すなわち、ブロックB11に属する対象画素の画素値は、対応するブロッ

ク B 1 2, B 1 3 の画素の画素値に対して同一の画素値とならず、周期性を考えると逆位相となる。重み値算出部 3 6 は、このような関係となる、候補ライン上の各画素に対して、対象画素であることを示す期待値に対応する重み値を付ける。

[0091] 尚、走査の間隔は、1 画素ずつではなく 3 画素置きなどにしてもよい。その場合、精度を落とした分だけ計算量を減少させることが可能となる。

[0092] ステップ S 1 7 において、補間値算出部 3 7 は、重み値算出部 3 6 によって得られた重み値と候補ライン中の参照ブロックの中心画素値との重み付け加算を求め、重み値の総和で除算することで補間画素値を算出し、アーティファクト低減部 3 8 に出力する。図 1 4 で示されるように、対象画素を含むブロックに対して、参照ブロックの中心画素値は対称な位置に 2 つあるので、その平均値 $l(t)$ を加算する画素値とする。

[0093] 具体的には、水平方向に走査する場合、補間値算出部 3 7 は、以下の式 (10) で表される平均値 $l(t)$ を参照画素平均値とする。

[0094] [数10]

$$l(t) = \frac{L(x+t, y-1) + L(x-t, y+1)}{2} \quad \dots (10)$$

[0095] また、垂直方向に走査する場合、補間値算出部 3 7 は、以下の式 (11) で表される平均値 $l(t)$ を参照画素平均値とする。

[0096] [数11]

$$l(t) = \frac{L(x-1, y+t) + L(x+1, y-t)}{2} \quad \dots (11)$$

[0097] 結果として、補間値算出部 3 7 は、重み算出部で求めた重みと、参照画素平均値の重み付き加算により、以下の式 (12) で示される演算により、対象画素の補間画素値 L_{new} を算出する。

[0098] [数12]

$$L_{new} = \frac{\sum l(t) w(t)}{\sum w(t)} \quad \dots (12)$$

[0099] ステップS 1 8において、拡大部3 1は、対象画素として処理されていない未処理の画素が存在するか否かを判定し、存在する場合、処理は、ステップS 1 1に戻り、以降の処理が繰り返される。そして、ステップS 1 8において、未処理の画素が存在しないとみなされた場合、処理は、ステップS 1 9に進む。

[0100] ステップS 1 9において、アーティファクト低減部3 8は、補間値算出部3 7より供給されてきた補間画素値が求められた画像に対して、アーティファクトの低減処理を施して、出力画像として出力する。

[0101] より詳細には、アーティファクト低減部3 8は、補間生成された画素値により画像全体を更新し、更新後の対象画素に対して、周辺画素を使用した重み付け加算により高周波のアーティファクトを低減する。周辺画素を使用した重み付け加算により高周波のアーティファクトを低減する処理は、具体的には、例えば、フィルタ処理である。

[0102] ここでの処理に使用されるフィルタは、特に限定されるものではないが、ナイキスト周波数 $f_s/2$ 付近の高周波を落とすものが望ましい。画像の水平方向および垂直方向のそれぞれを2倍拡大する場合、該当帯域は本来存在せず、アーティファクトとして分類できるからである。

[0103] このフィルタとしては、例えば、低域をできるだけ保持しつつ高周波を低減する、図1 5で示されるような2次元FIR (Finite Impulse Response) フィルタを使用する。この2次元FIRフィルタは、 $[-1 \ 4 \ 10 \ 4 \ -1]$ という1次元FIRフィルタを合成することで作成できる。また、図1 5で示される近傍5画素×5画素での重み $w(x, y)$ と画素値 $L(x, y)$ との重み付け加算は、処理画素位置が (x, y) であるとき、下記の式(1 3)で示される。

[0104] [数13]

$$L(x, y)_{\text{new}} = \sum_{i=0}^4 \sum_{j=0}^4 L(x-2+i, y-2+j)w(i, j) \quad \dots (13)$$

[0105] 以上のように、画素を補間生成するにあたって、水平方向および垂直方向のいずれの方向に属する画素であるのか否かを判定することにより処理対象

となる候補ラインを絞り込んで処理を進めるようにした。このため、補間生成に適切な既知の画素を選択して画素値を補間生成することができるので、計算量を低減しつつ適切な画素値を補間生成することが可能となる。

[0106] また、探索する画素を絞り込んでから処理を進めるようにした。このため、補間生成に適切な既知の画素を選択して画素値を補間生成することができるので、計算量を低減しつつ適切な画素値を補間生成することが可能となる。

[0107] さらに、対象画素を含む対象ブロックを用いたブロックマッチングにより、対象画素から等距離であって、相互に同位相であって、対象画素に対して逆位相となるとなるブロックの類似度に応じた重み値を設定して、既知の画素値と、その重み値とを利用して積和（重み付け加算）により画素値を補間生成するようにしたので、画像の周期性を利用することで適切に画素値を補間生成することが可能となる。

[0108] また、補間生成された画素と周辺画素との関係からアーティファクトを低減する処理を施すようにしたので、アーティファクトの低減がなされた、より自然な画素値を補間生成することが可能となる。

[0109] <第1の変形例>

以上においては、候補ラインの組を水平方向および垂直方向についてそれぞれ2本ずつ設定し、候補ライン絞込部33で1組に絞り込む例について説明してきた。しかしながら、方向やラインの数を制限する必要はない。すなわち、図16で示されるように、斜め45度や135度など斜め方向などに候補ラインSL1、SL2およびSL11、SL12を設けたり、さらには、任意の方向に設定するようにしても良い。

[0110] 例えば、水平方向および垂直方向の斜め2方向の合計4組のラインの組を候補ラインとして、候補絞り込みで垂直方向のみだけ除外して3組のラインの組に絞っても良い。その場合、重み値算出のための走査は候補ラインの方向と直交方向に1画素×5画素などの細長いブロックを用いてブロックマッチングをするのが良い。

[0111] また、上記のように候補ラインを絞り込んだ後に候補ラインの組が複数ある場合、各候補ラインでの重み値と補間値の結果を保存しておき、全ての候補ラインの走査が終わった後に、最も大きい重み値だったラインの補間値を採用するようにしてもよい。このように候補ラインを増やすと、計算量が増えるが、性能を向上させることが可能となる。

[0112] <第2の変形例>

さらに、以上においては、候補ラインの組を自身の画素値は含まないラインで設定していたが、図17で示されるように、対象画素を含む候補ライン H_c 、 V_c 等を設定するようにしても良い。この場合、対象画素に対称なラインは自身のラインとなるので、ラインは組とならず1つとなりラインの両端から同ライン中の対称位置にある画素を得つつ探索していくことになる。この場合は模様が完全な水平方向や垂直方向であっても対応可能である。このように候補ラインを増やすと、計算量が増えるが、性能を向上させることが可能となる。

[0113] <第3の変形例>

以上においては、各画素について一律の補間生成処理を施す例について説明してきたが、例えば、画素毎の属する模様に応じて、異なる補間方法で算出される画素値を使用するようにしても良い。例えば、画素毎の属する模様としてエッジを利用するような場合、画素がエッジに属さない場合、上述した詳細な補間演算により補間値を算出し、エッジに属さない画素については、簡易的に補間生成された画素値をそのまま使用するようにすることで、処理を高速化するようにしてもよい。

[0114] 図18は、画素毎に属する模様に応じて、簡易的な補間生成で済ませることができる画素については、簡易的に補間生成された画素値をそのまま使用するようにした信号処理部の構成を示している。尚、図1における信号処理部11と同一の機能を備えた構成については、同一の名称、および同一の符号を付しており、その説明は適宜省略するものとする。

[0115] すなわち、図18の信号処理部11において、図1の信号処理部11と異

なる点は、対象位置選択部 3 2 と補間ライン設定部 3 3 との間に、簡易補間値算出部 5 1 および模様分類部 5 2 を備えた点である。

[0116] 簡易補間値算出部 5 1 は、対象位置の画素と、その周辺の既知の画素を用いて平滑化により簡易的に対象画素の画素値を算出し、模様分類部 5 2 に出力する。

[0117] 模様分類部 5 2 は、高周波のエッジ領域を検出して、簡易補間値でなく、詳細な補間値を求める必要があるか否かを判定する。模様分類部 5 2 は、例えば、図 1 9 で示されるような、対象位置を中心としてジャギーが出やすい周波数帯のみを通す HPF (BPF) からなる、3 画素×3 画素のフィルタをかける。そして、模様分類部 5 2 は、フィルタ処理結果が所定値以上でありエッジ領域であると判定した場合、簡易補間値でもよく、詳細な補間値を求める必要がないものとみなす。すなわち、エッジ上の画素であれば、画素値は既知の値として簡易的に求められた画素値でよいものとみなし、詳細な補間値は不要であるものとみなし、簡易補間値をそのまま出力する。一方、フィルタの処理結果が所定値よりも小さく、エッジ上の画素ではないとみなされれば、候補ライン設定部 3 3 以降の詳細な補間画素値の生成処理を実行させる。

[0118] <第 2 の信号処理>

[0119] 次に、図 2 0 のフローチャートを参照して、図 1 8 の信号処理部 1 1 による画像処理について説明する。尚、図 2 0 におけるステップ S 4 1, S 4 2, S 4 6 乃至 S 5 2 については、図 9 のフローチャートを参照して説明した処理と同様であるので、その説明は省略するものとする。

[0120] ステップ S 4 1 乃至 S 4 2 において、画像が拡大されて、処理対象画素が設定されると、処理は、ステップ S 4 3 に進む。

[0121] ステップ S 4 3 において、簡易補間値算出部 5 1 は、対象画素の補間画素値を簡易的な方法で算出し、模様分類部 5 2 に供給する。

[0122] ステップ S 4 4 において、模様分類部 5 2 は、入力された対象画素が属する模様を分類する。模様分類部 5 2 は、例えば、図 1 9 で示されるような 3 画素×3 画素のフィルタ処理を施して、エッジ上の画素であるか否かを示す

フィルタ処理を実行する。より具体的には、模様分類部52は、以下の式（14）で示される演算を実行することにより、フィルタ処理を実行する。

[0123] [数14]

$$L(x, y)_{\text{new}} = \sum_{i=0}^2 \sum_{j=0}^2 L(x-1+i, y-1+j) w(i, j) \quad \dots (14)$$

[0124] ここで、 $w(x, y)$ は重み値を、 $L(x, y)$ は対象画素 (x, y) の画素値を表している。

[0125] ステップS45において、模様分類部52は、フィルタ処理結果に基づいて、対象画素の模様の分類が、エッジ上であるか否かに基づいて簡易的な補間画素値で良いか否かを判定し、エッジ上ではなく、詳細な補間画素値が必要な場合、処理は、ステップS47以降の処理に進み、詳細な補間画素値が算出される。

[0126] 一方、ステップS45において、処理対象画素がエッジ上であるとみなされた場合、処理は、ステップS53に進む。

[0127] ステップS53において、模様分類部52は、簡易的に求められた補間画素値をそのまま出力する。

[0128] このような処理により、エッジ上の簡易な補間画素値でよい画素については、詳細に画素値を補間生成する必要がないので、処理負荷を低減することが可能となり、結果として、処理速度を向上させることが可能となる。

[0129] 尚、この例においては、詳細な補間画素値を算出する方法と、簡易的な補間画素値を算出する方法との2種類の補間画素値について、模様の分類に応じて切り替える例について説明してきたが、それ以上の複数の補間画素値の算出方法を模様の分類に応じて切り替えるようにしても良い。

[0130] <第4の変形例>

以上においては、対象画素の模様がエッジであるか否かに基づいて、簡易的な補間画素値をそのまま出力するか、さらに、詳細に補間画素値を算出するか否かについて判定する例について説明してきた。しかしながら、ハードウェアの演算処理能力に余裕があれば、簡易的な補間画素生成処理と詳細な

補間画素値の生成処理とを並列処理で求め、対象画素の模様に応じて選択的に出力するようにしてもよい。

[0131] 図 2 1 は、簡易的な補間画素生成処理と詳細な補間画素値の生成処理とを並列処理で求め、対象画素の模様に応じて選択するようにした信号処理部 1 1 の構成例である。尚、図 2 1 において、図 1 8、または図 1 の信号処理部 1 1 における構成と同一の機能を備えた構成については、同一の名称および同一の符号を付しており、その説明は適宜省略するものとする。

[0132] 図 2 1 の信号処理部 1 1 において、図 1 8 の信号処理部 1 1 と異なる点は、対象位置選択部 3 2 より出力される対象画素の情報が候補ライン設定部 3 3 および模様分類部 5 2 の両方に出力され、その後段に簡易補間値算出部 5 1 が設けられて、さらに、最終的に、補間値選択部 6 1 が設けられた点である。

[0133] すなわち、模様分類部 5 2 による対象画素の模様の分類した上で、簡易補間値算出部 5 1 および補間値算出部 3 7 にそれぞれ供給する。そして、簡易補間値算出部 5 1 および補間値算出部 3 7 が、それぞれ全画素について、簡易的な補間画素値と、詳細な処理による補間画素値とを算出し、模様の分類結果を付して補間値選択部 6 1 に供給する。補間値選択部 6 1 が、模様分類部 5 2 の分類結果に応じて、簡易的な補間画素値、および、詳細な補間画素値のいずれかを選択的に出力する。

[0134] 尚、図 2 1 の信号処理部 1 1 における画像処理は、最後に、模様分類部 5 2 の分類結果、すなわち、ここでは、対象画素がエッジ上であるか否かの結果に基づいて、エッジ上であれば簡易的な補間画素値を出力し、エッジ上でなければ詳細な補間画素値を出力するのみであり、その他の処理については上述した処理と同様であるので、その説明は省略するものとする。

[0135] 以上の如く、本技術により、画像をぼかすことなくジャギーを出さずに画素値の補間をすることが可能になる。また、探索すべき候補ラインを絞り込んだ上で、候補ライン中の探索画素も絞り込んでから処理することで、計算量を減らすことができ、演算負荷を低減すると共に、処理の高速化を実現す

ることが可能となる。さらに、閾値として値 w_{thh} , w_{thv} を使用することにより不要な画素の画素値を重み付け加算しないようにすることでできるので、補間画素値の計算精度を向上させることが可能となる。また、補間画素以外は元の画素値を維持しているので余分な高周波アーティファクトを低減させることが可能となる。

[0136] <電子機器への適用例>

上述した信号処理部は、例えば、固体撮像素子とは別体として構成してもよいし、固体撮像素子に内蔵された構成とすることもでき、いずれにおいても固体撮像素子により撮像された画像信号を処理することができる。このような信号処理部と共に固体撮像素子を備えた、例えば、デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラなどの撮像装置、撮像機能を備えた携帯電話機、または、撮像機能を備えた他の機器といった各種の電子機器に適用することができる。

[0137] 図22は、本技術を適用した電子機器としての撮像装置の構成例を示すブロック図である。

[0138] 図22に示される撮像装置201は、光学系202、シャッタ装置203、固体撮像素子204、駆動回路205、信号処理回路206、モニタ207、およびメモリ208を備えて構成され、静止画像および動画像を撮像可能である。

[0139] 光学系202は、1枚または複数枚のレンズを有して構成され、被写体からの光（入射光）を固体撮像素子204に導き、固体撮像素子204の受光面に結像させる。

[0140] シャッタ装置203は、光学系202および固体撮像素子204の間に配置され、駆動回路205の制御に従って、固体撮像素子204への光照射期間および遮光期間を制御する。

[0141] 固体撮像素子204は、上述した固体撮像素子により構成される。固体撮像素子204は、光学系202およびシャッタ装置203を介して受光面に結像される光に応じて、一定期間、信号電荷を蓄積する。固体撮像素子20

4に蓄積された信号電荷は、駆動回路205から供給される駆動信号（タイミング信号）に従って転送される。固体撮像素子204は、それ単体でワンチップとして構成されてもよいし、光学系202ないし信号処理回路206などと一緒にパッケージングされたカメラモジュールの一部として構成されてもよい。

[0142] 駆動回路205は、固体撮像素子204の転送動作、および、シャッタ装置203のシャッタ動作を制御する駆動信号を出力して、固体撮像素子204およびシャッタ装置203を駆動する。

[0143] 信号処理回路206は、例えば、上述した信号処理部11であり、固体撮像素子204から出力された信号電荷に対して各種の信号処理を施す。信号処理回路206が信号処理を施すことにより得られた画像（画像データ）は、モニタ207に供給されて表示されたり、メモリ208に供給されて記憶（記録）されたりする。

[0144] <ソフトウェアにより実行させる例>

ところで、上述した一連の処理は、ハードウェアにより実行させることもできるが、ソフトウェアにより実行させることもできる。一連の処理をソフトウェアにより実行させる場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータ、または、各種のプログラムをインストールすることで、各種の機能を実行することが可能な、例えば汎用のパーソナルコンピュータなどに、記録媒体からインストールされる。

[0145] 図23は、汎用のパーソナルコンピュータの構成例を示している。このパーソナルコンピュータは、CPU(Central Processing Unit)1001を内蔵している。CPU1001にはバス1004を介して、入出力インターフェイス1005が接続されている。バス1004には、ROM(Read Only Memory)1002およびRAM(Random Access Memory)1003が接続されている。

[0146] 入出力インターフェイス1005には、ユーザが操作コマンドを入力するキーボード、マウスなどの入力デバイスよりなる入力部1006、処理操作画

面や処理結果の画像を表示デバイスに出力する出力部1007、プログラムや各種データを格納するハードディスクドライブなどよりなる記憶部1008、LAN (Local Area Network) アダプタなどよりなり、インターネットに代表されるネットワークを介した通信処理を実行する通信部1009が接続されている。また、磁気ディスク（フレキシブルディスクを含む）、光ディスク（CD-ROM(Compact Disc-Read Only Memory)、DVD(Digital Versatile Disc)を含む）、光磁気ディスク（MD(Mini Disc)を含む）、もしくは半導体メモリなどのリムーバブルメディア1011に対してデータを読み書きするドライブ1010が接続されている。

[0147] CPU1001は、ROM1002に記憶されているプログラム、または磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、もしくは半導体メモリ等のリムーバブルメディア1011ら読み出されて記憶部1008にインストールされ、記憶部1008からRAM1003にロードされたプログラムに従って各種の処理を実行する。RAM1003にはまた、CPU1001が各種の処理を実行する上において必要なデータなども適宜記憶される。

[0148] 以上のように構成されるコンピュータでは、CPU1001が、例えば、記憶部1008に記憶されているプログラムを、入出力インタフェース1005及びバス1004を介して、RAM1003にロードして実行することにより、上述した一連の処理が行われる。

[0149] コンピュータ（CPU1001）が実行するプログラムは、例えば、パッケージメディア等としてのリムーバブルメディア1011に記録して提供することができる。また、プログラムは、ローカルエリアネットワーク、インターネット、デジタル衛星放送といった、有線または無線の伝送媒体を介して提供することができる。

[0150] コンピュータでは、プログラムは、リムーバブルメディア1011をドライブ1010に装着することにより、入出力インタフェース1005を介して、記憶部1008にインストールすることができる。また、プログラムは、有線または無線の伝送媒体を介して、通信部1009で受信し、記憶部1

008にインストールすることができる。その他、プログラムは、ROM1002や記憶部1008に、あらかじめインストールしておくことができる。

[0151] なお、コンピュータが実行するプログラムは、本明細書で説明する順序に沿って時系列に処理が行われるプログラムであっても良いし、並列に、あるいは呼び出しが行われたとき等の必要なタイミングで処理が行われるプログラムであっても良い。

[0152] また、本明細書において、システムとは、複数の構成要素（装置、モジュール（部品）等）の集合を意味し、すべての構成要素が同一筐体中にあるか否かは問わない。したがって、別個の筐体に収納され、ネットワークを介して接続されている複数の装置、及び、1つの筐体の中に複数のモジュールが収納されている1つの装置は、いずれも、システムである。

[0153] なお、本技術の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本技術の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

[0154] 例えば、本技術は、1つの機能をネットワークを介して複数の装置で分担、共同して処理するクラウドコンピューティングの構成をとることができる。

[0155] また、上述のフローチャートで説明した各ステップは、1つの装置で実行する他、複数の装置で分担して実行することができる。

[0156] さらに、1つのステップに複数の処理が含まれる場合には、その1つのステップに含まれる複数の処理は、1つの装置で実行する他、複数の装置で分担して実行することができる。

[0157] 尚、本技術は、以下のような構成も取ることができる。

（1）画素値を補間する対象位置の画素である対象画素として入力画像上の画素位置を選択する対象位置選択部と、

前記対象画素の近傍であって、既知の画素値を有する、少なくとも2画素を含む、少なくとも1ライン以上の同一方向のラインの集合からなるラインの組を、候補ラインとして少なくとも2組設定する候補ライン設定部と、

前記対象画素の属する模様に基づいて、前記候補ラインを絞り込む候補ラ

イン絞込部と、

前記候補ライン絞込部により絞り込まれた前記候補ライン上の各画素に基づいた補間により、前記対象画素の画素値を補間値として算出する補間値算出部とを含む

信号処理装置。

(2) 前記候補ラインは、前記対象画素を中心として対称な位置関係の2本を1組とし、直交する2組の前記候補ラインからなる

(1)に記載の信号処理装置。

(3) 前記直交する2組の前記候補ラインは、水平方向の候補ライン、および垂直方向の候補ラインである

(2)に記載の信号処理装置。

(4) 前記候補ラインは、前記対象画素を中心として対称な位置関係の2本を1組とし、45度ずつ異なる4組の前記候補ラインからなる

(1)に記載の信号処理装置。

(5) 前記候補ラインは、前記対象画素を通る前記候補ラインを含む

(1)に記載の信号処理装置。

(6) 前記候補ライン上の画素を順次探索し、前記対象画素の属する模様と、前記候補ライン上の探索対象となる画素である探索画素とが同一の模様に属すると期待される度合に応じた重み値を算出する重み値算出部をさらに含み、

前記補間値算出部は、前記候補ライン絞込部により絞り込まれた前記候補ライン上の各画素の画素値と、前記重み値とを用いた重み付け加算により補間し、前記対象画素の画素値を補間値として算出する

(1)乃至(5)のいずれかに記載の信号処理装置。

(7) 前記対象画素が属する模様に基づいて、前記候補ライン中の探索画素を絞り込む探索画素絞込部をさらに含む

(6)に記載の信号処理装置。

(8) 前記画素の属する模様は、画像中のエッジである

(6) に記載の信号処理装置。

(9) 前記補間値に対して、高周波成分を低減する画像処理フィルタによってアーティファクトを低減するアーティファクト低減部をさらに含む

(1) 乃至 (8) のいずれかに記載の信号処理装置。

(10) 前記補間値算出部における補間手法とは異なる補間手法で補間値を算出する、少なくとも 1 種類の他の補間値算出部と、

前記対象画素の属する模様を分類し、分類結果に基づいて、前記他の補間値算出部により算出された補間値を出力するか否かを判定し、判定結果に応じて、前記他の補間値算出部により算出された補間値を出力する模様分類部とをさらに含み、

前記模様分類部により、前記分類結果に基づいて、前記他の補間値算出部により算出された補間値を出力しないと判定されたとき、前記補間値算出部は、前記補間値を算出し、算出した補間値を出力する

(1) 乃至 (9) のいずれかに記載の信号処理装置。

(11) 前記対象画素の属する模様を分類する模様分類部と、

前記補間値算出部における補間手法とは異なる、少なくとも 1 種類の他の補間値算出部と、

前記模様分類部により分類された模様の種類に基づいて、複数の補間値から出力する補間値を選択する補間値選択部をさらに含む

(1) 乃至 (9) のいずれかに記載の信号処理装置。

(12) 画素値を補間する対象位置の画素である対象画素として入力画像上の画素位置を選択し、

前記対象画素の近傍であって、既知の画素値を有する、少なくとも 2 画素を含む、少なくとも 1 ライン以上の同一方向のラインの集合からなるラインの組を、候補ラインとして少なくとも 2 組設定し、

前記対象画素の属する模様に基づいて、前記候補ラインを絞り込み、

絞り込まれた前記候補ライン上の各画素に基づいた補間により、前記対象画素の画素値を補間値として算出するステップを含む

信号処理方法。

(13) 画素値を補間する対象位置の画素である対象画素として入力画像上の画素位置を選択する対象位置選択部と、

前記対象画素の近傍であって、既知の画素値を有する、少なくとも2画素を含む、少なくとも1ライン以上の同一方向のラインの集合からなるラインの組を、候補ラインとして少なくとも2組設定する候補ライン設定部と、

前記対象画素の属する模様に基づいて、前記候補ラインを絞り込む候補ライン絞り部と、

前記候補ライン絞り部により絞り込まれた前記候補ライン上の各画素に基づいた補間により、前記対象画素の画素値を補間値として算出する補間値算出部と

してコンピュータを機能させるプログラム。

(14) 画素値を補間する対象位置の画素である対象画素として入力画像上の画素位置を選択する対象位置選択部と、

前記対象画素の近傍であって、既知の画素値を有する、少なくとも2画素を含む、少なくとも1ライン以上の同一方向のラインの集合からなるラインの組を、候補ラインとして少なくとも2組設定する候補ライン設定部と、

前記対象画素の属する模様に基づいて、前記候補ラインを絞り込む候補ライン絞り部と、

前記候補ライン絞り部により絞り込まれた前記候補ライン上の各画素に基づいた補間により、前記対象画素の画素値を補間値として算出する補間値算出部とを含む

固体撮像素子。

(15) 画素値を補間する対象位置の画素である対象画素として入力画像上の画素位置を選択する対象位置選択部と、

前記対象画素の近傍であって、既知の画素値を有する、少なくとも2画素を含む、少なくとも1ライン以上の同一方向のラインの集合からなるラインの組を、候補ラインとして少なくとも2組設定する候補ライン設定部と、

前記対象画素の属する模様に基づいて、前記候補ラインを絞り込む候補ライン絞込部と、

前記候補ライン絞込部により絞り込まれた前記候補ライン上の各画素に基づいた補間により、前記対象画素の画素値を補間値として算出する補間値算出部とを含む

撮像装置。

(16) 画素値を補間する対象位置の画素である対象画素として入力画像上の画素位置を選択する対象位置選択部と、

前記対象画素の近傍であって、既知の画素値を有する、少なくとも2画素を含む、少なくとも1ライン以上の同一方向のラインの集合からなるラインの組を、候補ラインとして少なくとも2組設定する候補ライン設定部と、

前記対象画素の属する模様に基づいて、前記候補ラインを絞り込む候補ライン絞込部と、

前記候補ライン絞込部により絞り込まれた前記候補ライン上の各画素に基づいた補間により、前記対象画素の画素値を補間値として算出する補間値算出部とを含む

電子機器。

符号の説明

[0158] 11 信号処理部, 31 拡大部, 32 対象位置選択部, 33 候補ライン設定部, 34 候補ライン絞込部, 35 探索画素絞込部, 36 重み値算出部, 37 補間値算出部, 38 アーティファクト低減部, 51 簡易補間値算出部, 52 模様分類部, 61 補間値選択部

請求の範囲

- [請求項1] 画素値を補間する対象位置の画素である対象画素として入力画像上の画素位置を選択する対象位置選択部と、
- 前記対象画素の近傍であって、既知の画素値を有する、少なくとも2画素を含む、少なくとも1ライン以上の同一方向のラインの集合からなるラインの組を、候補ラインとして少なくとも2組設定する候補ライン設定部と、
- 前記対象画素の属する模様に基づいて、前記候補ラインを絞り込む候補ライン絞込部と、
- 前記候補ライン絞込部により絞り込まれた前記候補ライン上の各画素に基づいた補間により、前記対象画素の画素値を補間値として算出する補間値算出部とを含む
- 信号処理装置。
- [請求項2] 前記候補ラインは、前記対象画素を中心として対称な位置関係の2本を1組とし、直交する2組の前記候補ラインからなる
- 請求項1に記載の信号処理装置。
- [請求項3] 前記直交する2組の前記候補ラインは、水平方向の候補ライン、および垂直方向の候補ラインである
- 請求項2に記載の信号処理装置。
- [請求項4] 前記候補ラインは、前記対象画素を中心として対称な位置関係の2本を1組とし、45度ずつ異なる4組の前記候補ラインからなる
- 請求項1に記載の信号処理装置。
- [請求項5] 前記候補ラインは、前記対象画素を通る前記候補ラインを含む
- 請求項1に記載の信号処理装置。
- [請求項6] 前記候補ライン上の画素を順次探索し、前記対象画素の属する模様と、前記候補ライン上の探索対象となる画素である探索画素とが同一の模様に属すると期待される度合に応じた重み値を算出する重み値算出部をさらに含み、

前記補間値算出部は、前記候補ライン絞込部により絞り込まれた前記候補ライン上の各画素の画素値と、前記重み値とを用いた重み付け加算により補間し、前記対象画素の画素値を補間値として算出する

請求項 1 に記載の信号処理装置。

[請求項7] 前記対象画素が属する模様に基づいて、前記候補ライン中の探索画素を絞り込む探索画素絞込部をさらに含む

請求項 6 に記載の信号処理装置。

[請求項8] 前記画素の属する模様は、画像中のエッジである

請求項 6 に記載の信号処理装置。

[請求項9] 前記補間値に対して、高周波成分を低減する画像処理フィルタによってアーティファクトを低減するアーティファクト低減部をさらに含む

請求項 1 に記載の信号処理装置。

[請求項10] 前記補間値算出部における補間手法とは異なる補間手法で補間値を算出する、少なくとも 1 種類の他の補間値算出部と、

前記対象画素の属する模様を分類し、分類結果に基づいて、前記他の補間値算出部により算出された補間値を出力するか否かを判定し、判定結果に応じて、前記他の補間値算出部により算出された補間値を出力する模様分類部とをさらに含み、

前記模様分類部により、前記分類結果に基づいて、前記他の補間値算出部により算出された補間値を出力しないと判定されたとき、前記補間値算出部は、前記補間値を算出し、算出した補間値を出力する

請求項 1 に記載の信号処理装置。

[請求項11] 前記対象画素の属する模様を分類する模様分類部と、

前記補間値算出部における補間手法とは異なる、少なくとも 1 種類の他の補間値算出部と、

前記模様分類部により分類された模様の種類に基づいて、複数の補間値から出力する補間値を選択する補間値選択部をさらに含む

請求項 1 に記載の信号処理装置。

[請求項12] 画素値を補間する対象位置の画素である対象画素として入力画像上の画素位置を選択し、

前記対象画素の近傍であって、既知の画素値を有する、少なくとも 2 画素を含む、少なくとも 1 ライン以上の同一方向のラインの集合からなるラインの組を、候補ラインとして少なくとも 2 組設定し、

前記対象画素の属する模様に基づいて、前記候補ラインを絞り込み、

絞り込まれた前記候補ライン上の各画素に基づいた補間により、前記対象画素の画素値を補間値として算出するステップを含む

信号処理方法。

[請求項13] 画素値を補間する対象位置の画素である対象画素として入力画像上の画素位置を選択する対象位置選択部と、

前記対象画素の近傍であって、既知の画素値を有する、少なくとも 2 画素を含む、少なくとも 1 ライン以上の同一方向のラインの集合からなるラインの組を、候補ラインとして少なくとも 2 組設定する候補ライン設定部と、

前記対象画素の属する模様に基づいて、前記候補ラインを絞り込む候補ライン絞り部と、

前記候補ライン絞り部により絞り込まれた前記候補ライン上の各画素に基づいた補間により、前記対象画素の画素値を補間値として算出する補間値算出部と

してコンピュータを機能させるプログラム。

[請求項14] 画素値を補間する対象位置の画素である対象画素として入力画像上の画素位置を選択する対象位置選択部と、

前記対象画素の近傍であって、既知の画素値を有する、少なくとも 2 画素を含む、少なくとも 1 ライン以上の同一方向のラインの集合からなるラインの組を、候補ラインとして少なくとも 2 組設定する候補

ライン設定部と、

前記対象画素の属する模様に基づいて、前記候補ラインを絞り込む候補ライン絞り込部と、

前記候補ライン絞り込部により絞り込まれた前記候補ライン上の各画素に基づいた補間により、前記対象画素の画素値を補間値として算出する補間値算出部とを含む

固体撮像素子。

[請求項15]

画素値を補間する対象位置の画素である対象画素として入力画像上の画素位置を選択する対象位置選択部と、

前記対象画素の近傍であって、既知の画素値を有する、少なくとも2画素を含む、少なくとも1ライン以上の同一方向のラインの集合からなるラインの組を、候補ラインとして少なくとも2組設定する候補ライン設定部と、

前記対象画素の属する模様に基づいて、前記候補ラインを絞り込む候補ライン絞り込部と、

前記候補ライン絞り込部により絞り込まれた前記候補ライン上の各画素に基づいた補間により、前記対象画素の画素値を補間値として算出する補間値算出部とを含む

撮像装置。

[請求項16]

画素値を補間する対象位置の画素である対象画素として入力画像上の画素位置を選択する対象位置選択部と、

前記対象画素の近傍であって、既知の画素値を有する、少なくとも2画素を含む、少なくとも1ライン以上の同一方向のラインの集合からなるラインの組を、候補ラインとして少なくとも2組設定する候補ライン設定部と、

前記対象画素の属する模様に基づいて、前記候補ラインを絞り込む候補ライン絞り込部と、

前記候補ライン絞り込部により絞り込まれた前記候補ライン上の各画

素に基づいた補間により、前記対象画素の画素値を補間値として算出する補間値算出部とを含む

電子機器。

[図1]
図1

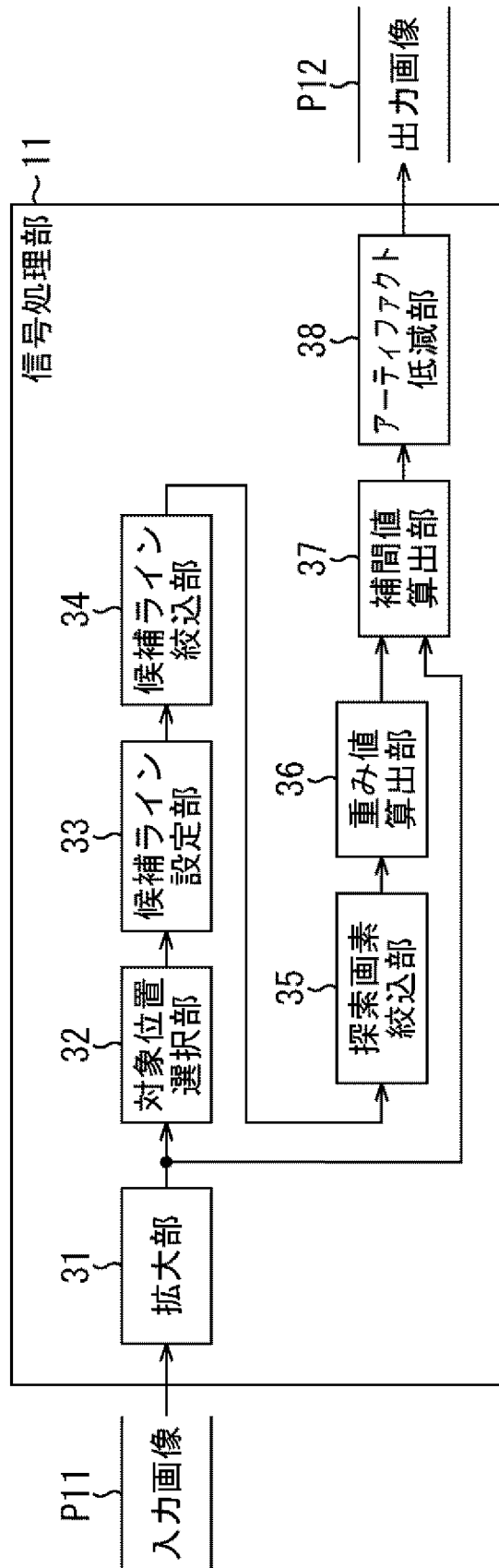


图2

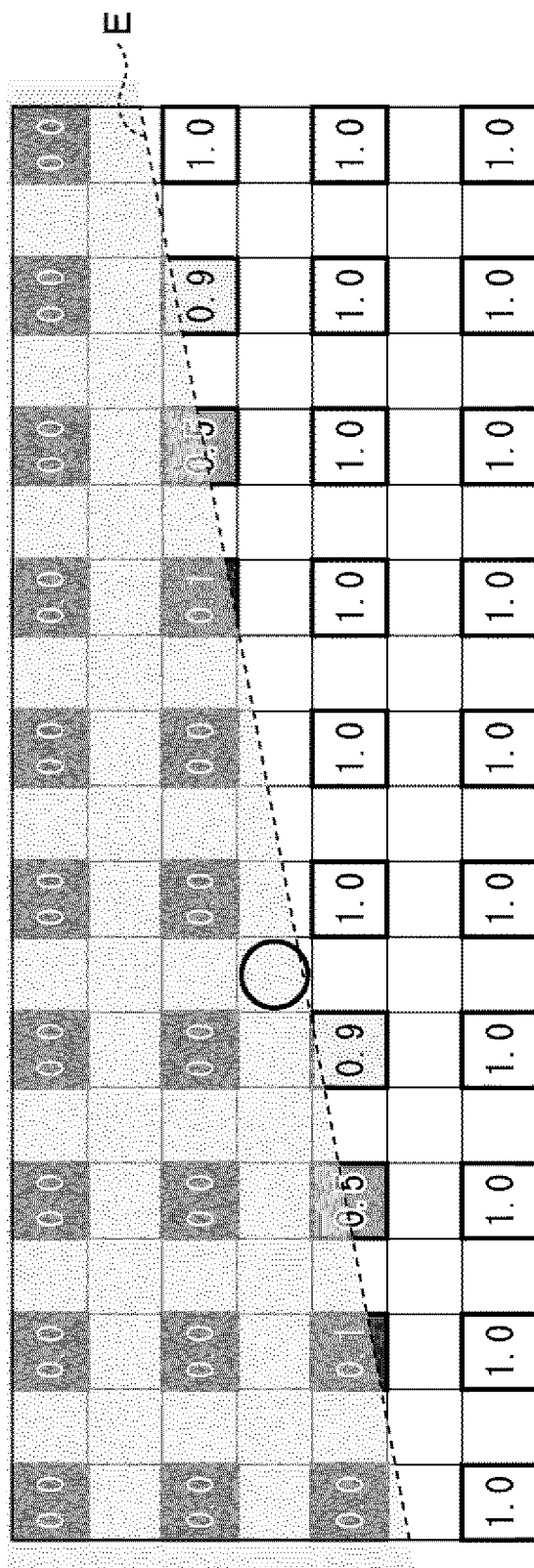


图3

[illegible]

图4

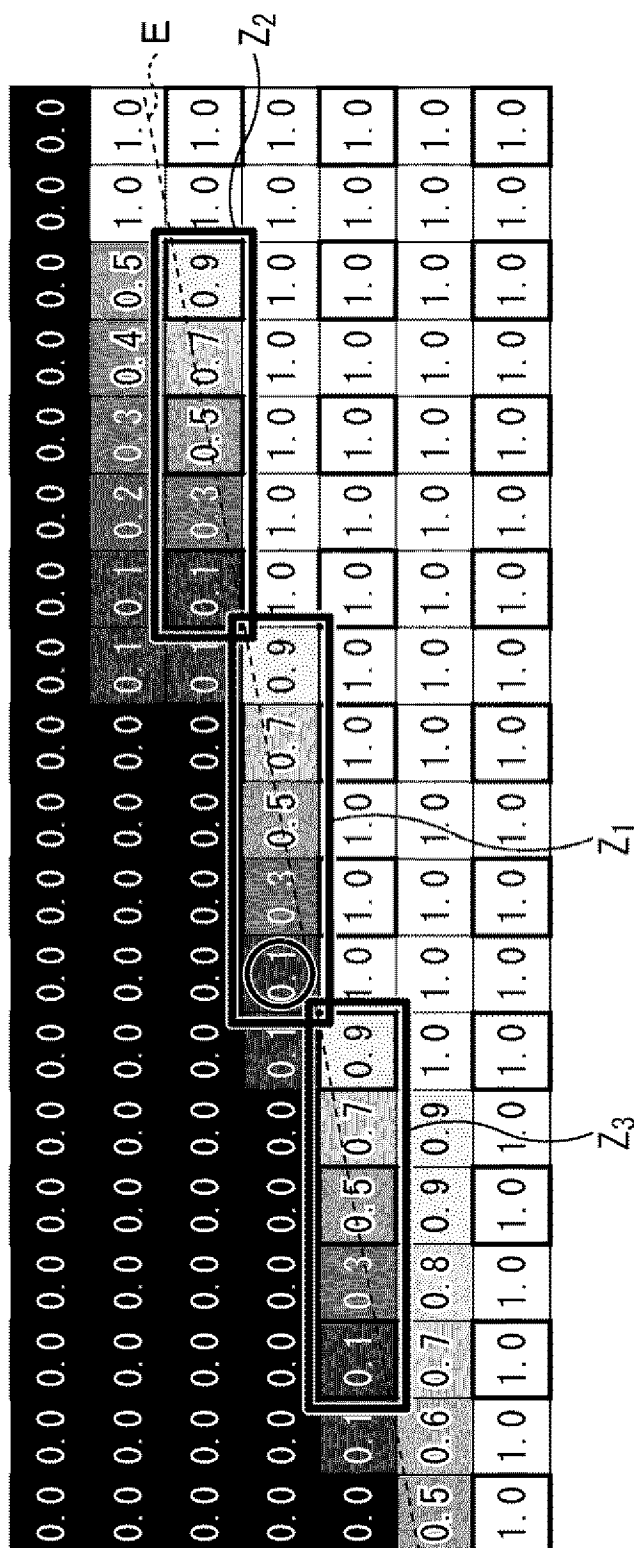


图5

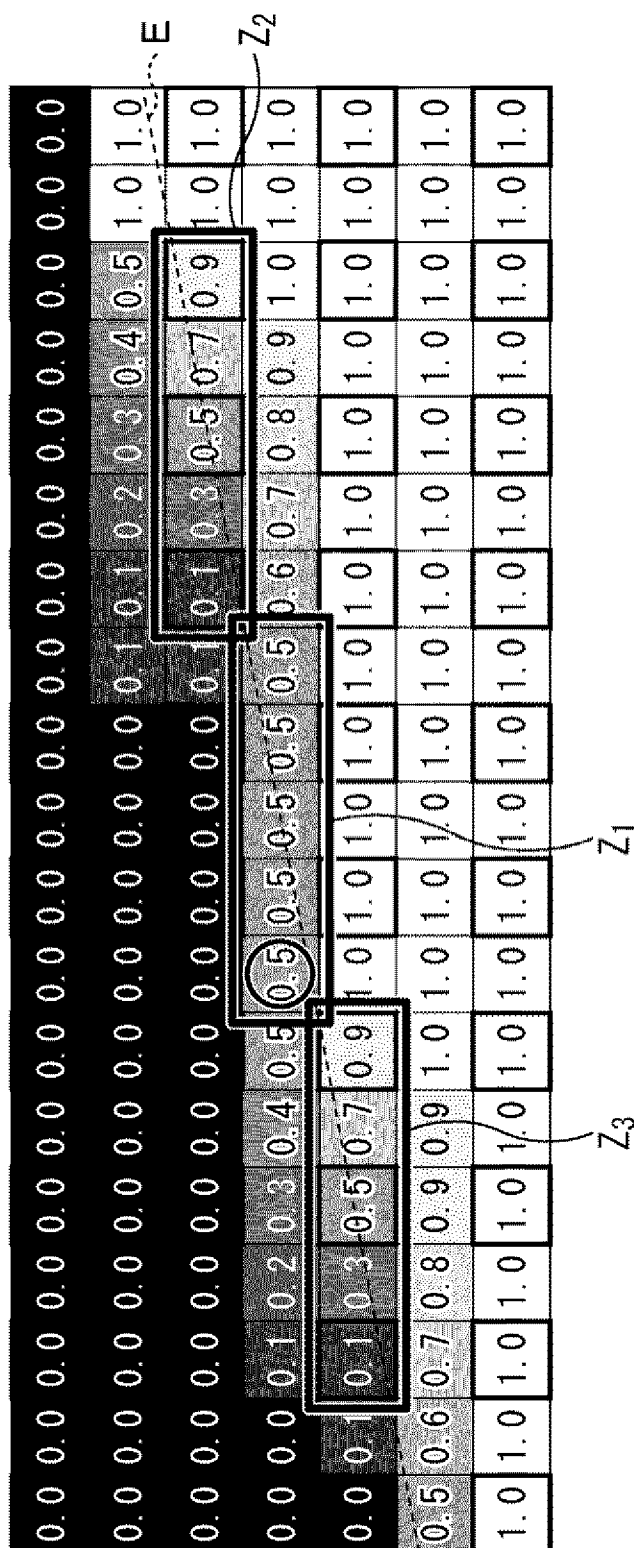


图6

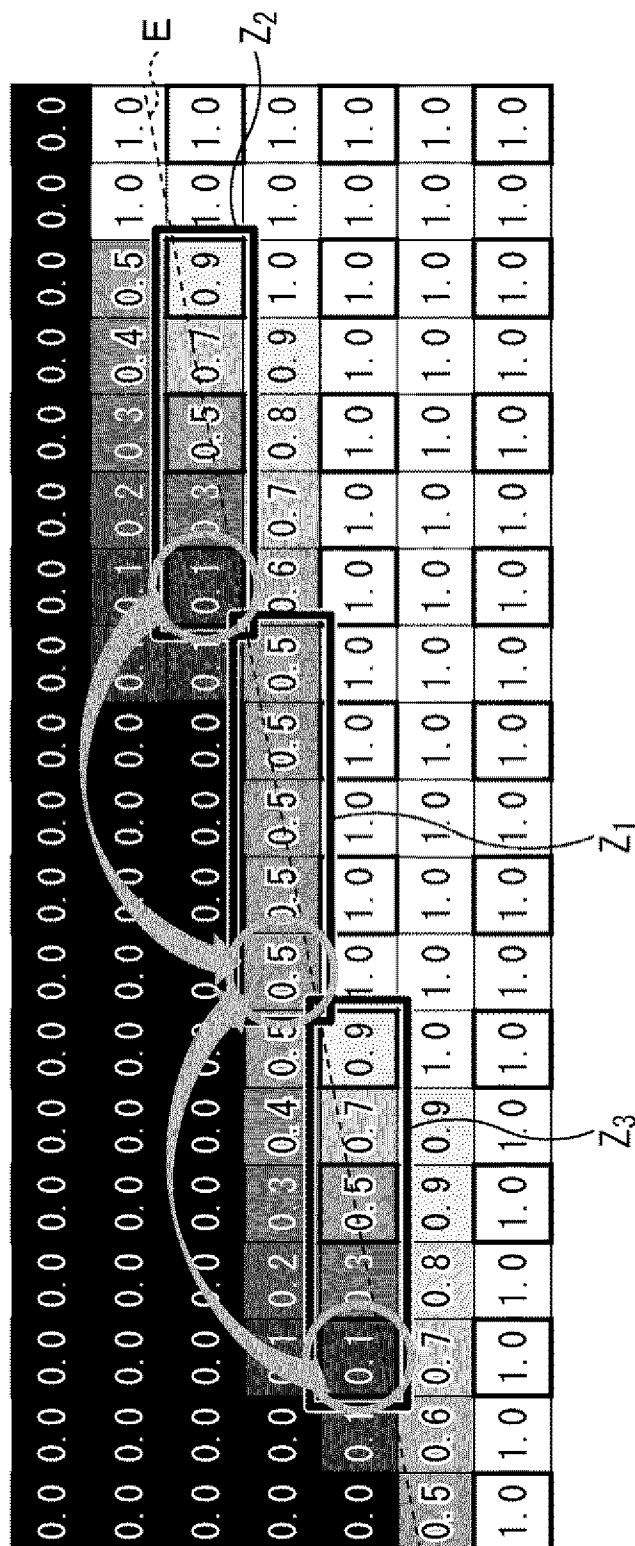
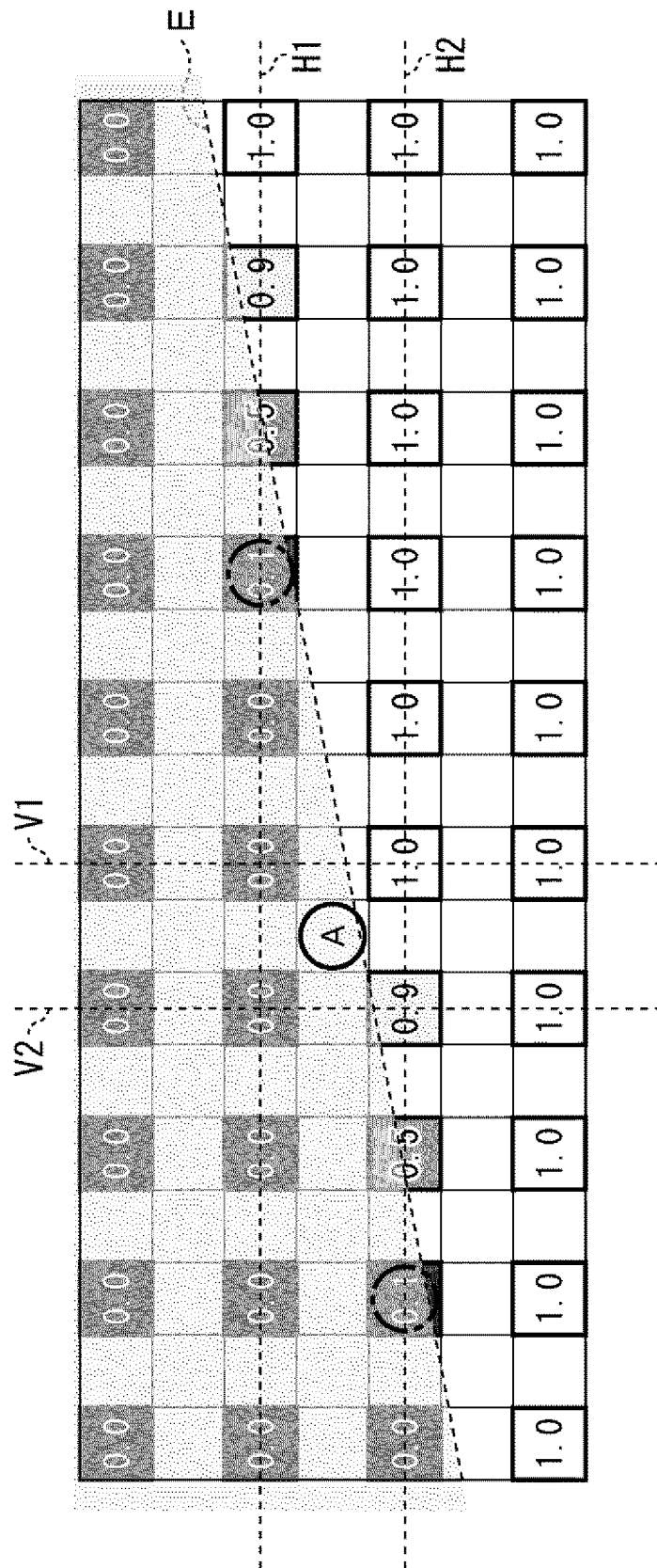
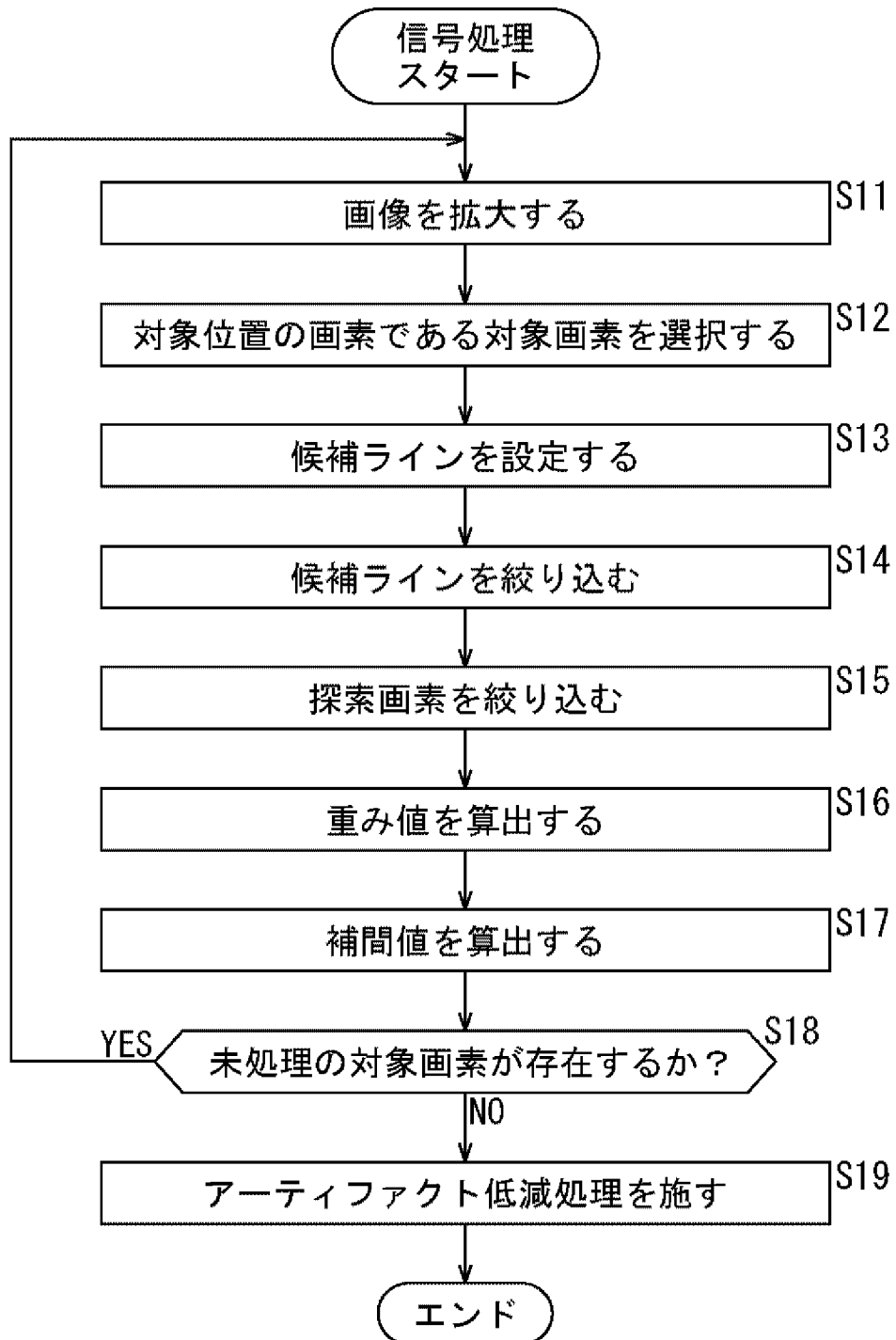


图7



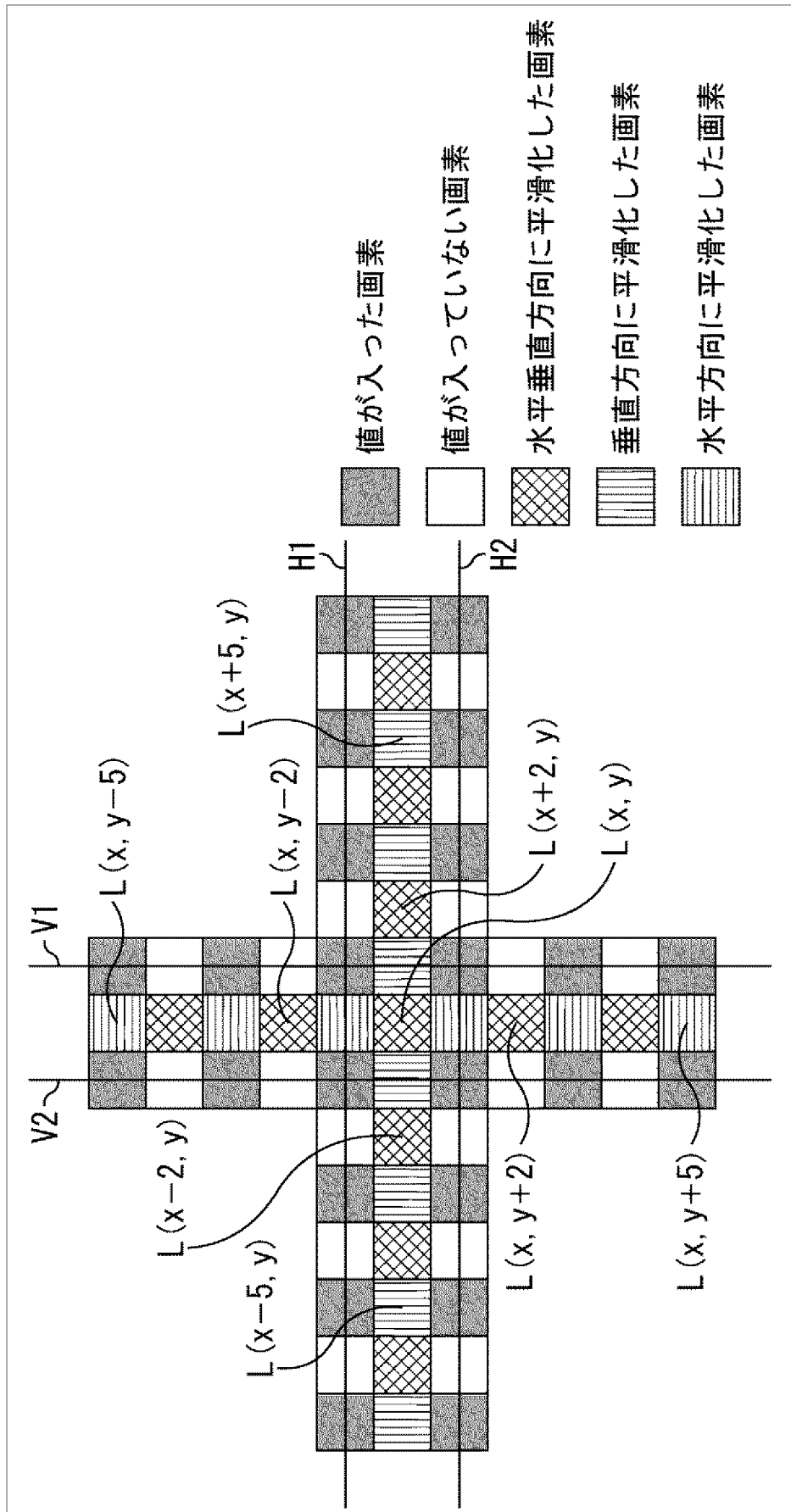
[図9]

図9



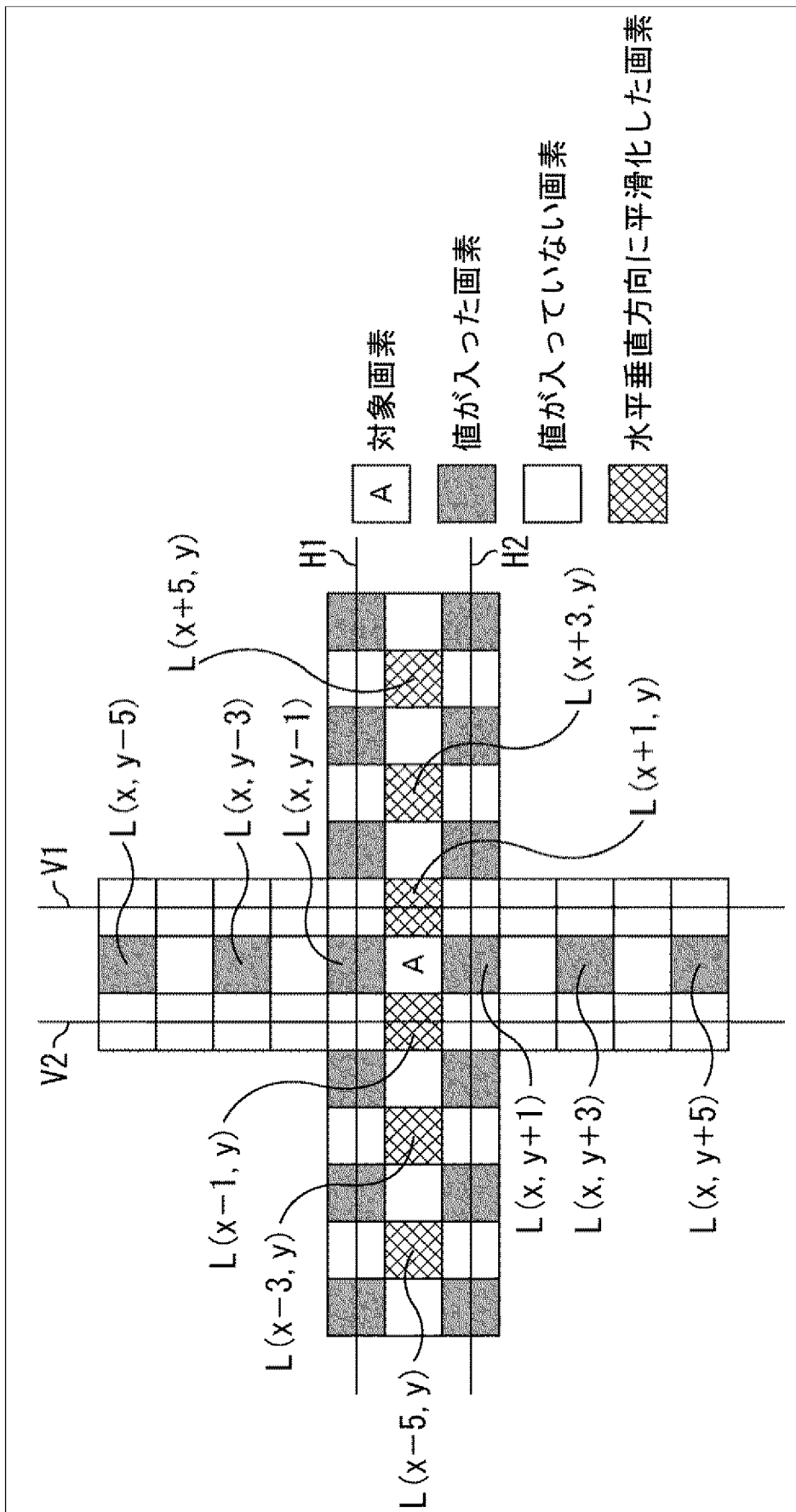
[図10]

図10



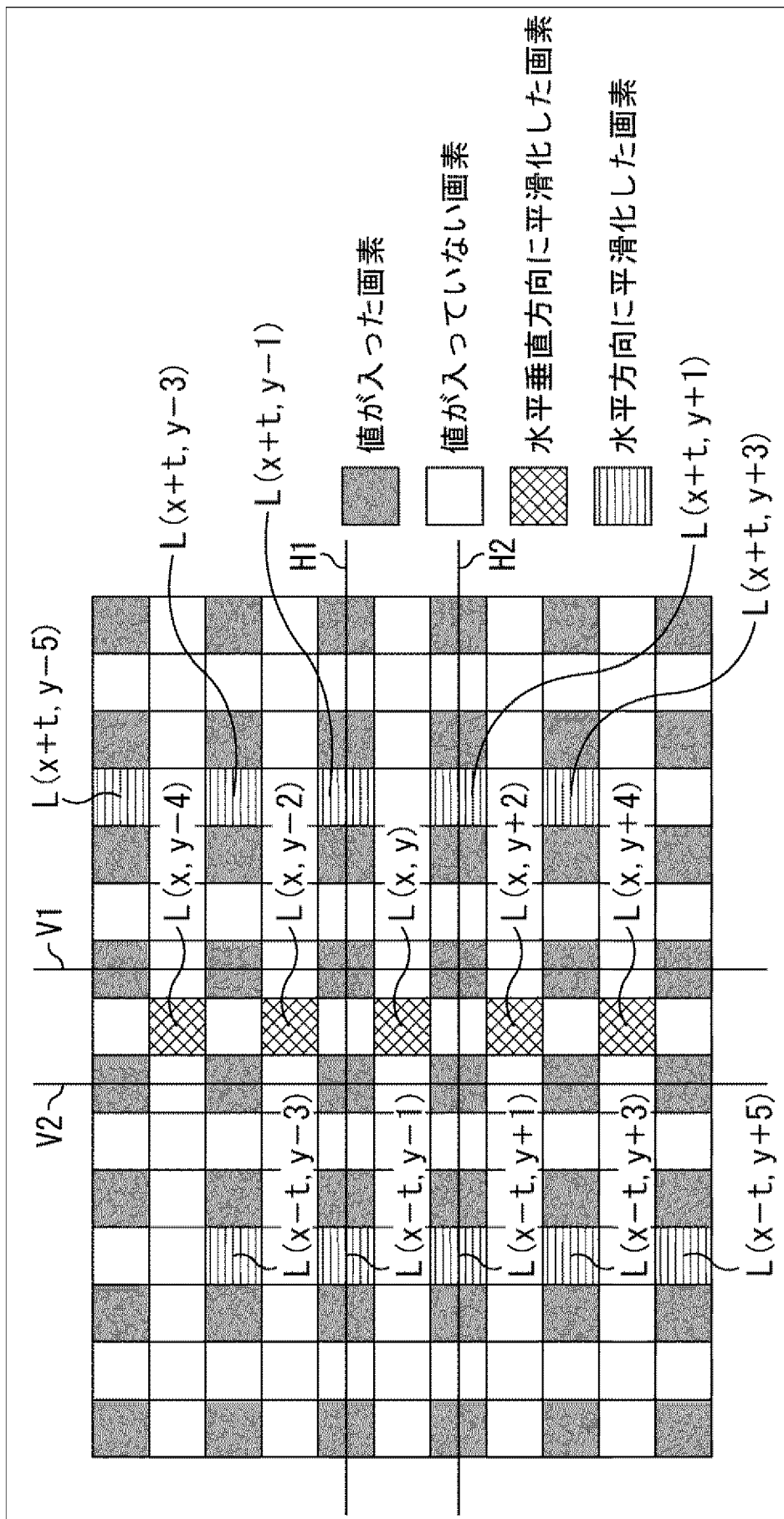
[図11]

図11



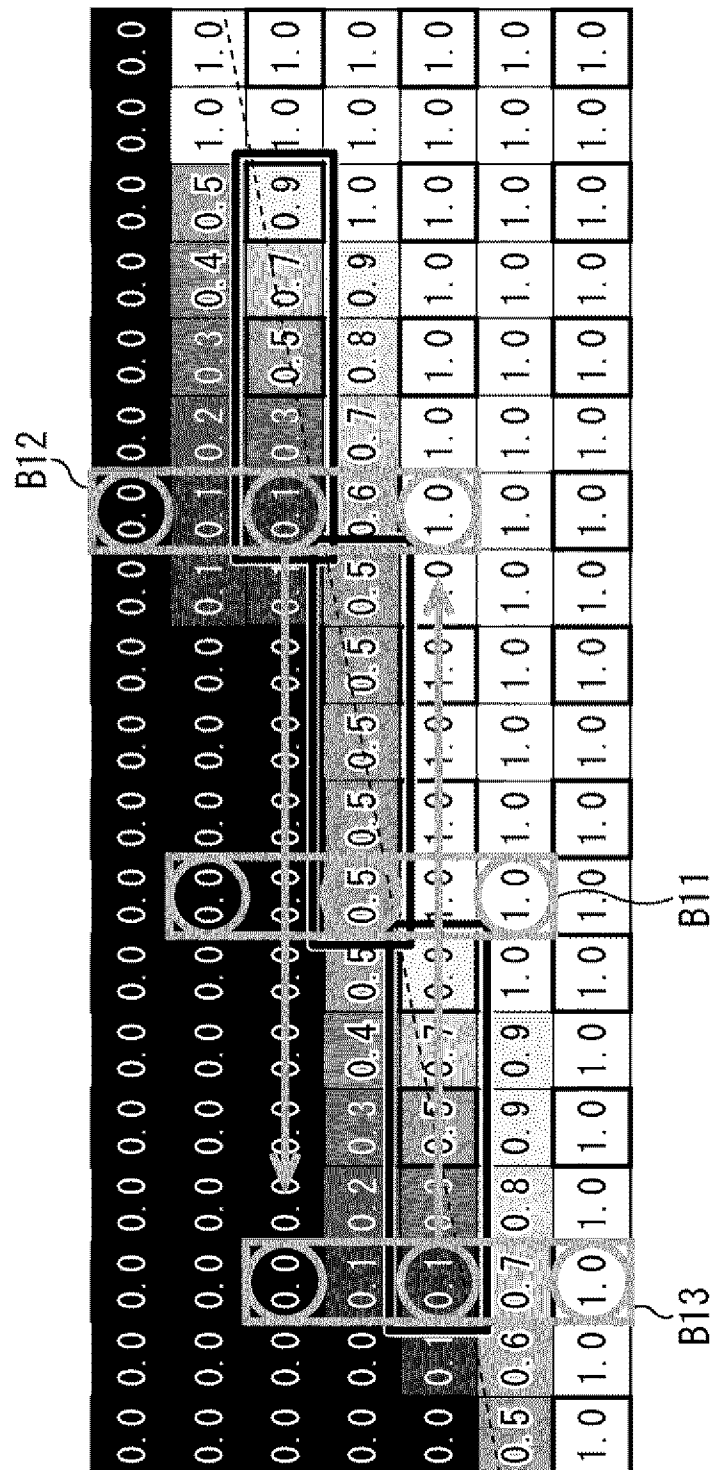
[図12]

図12



[図14]

图14



[図15]

図15

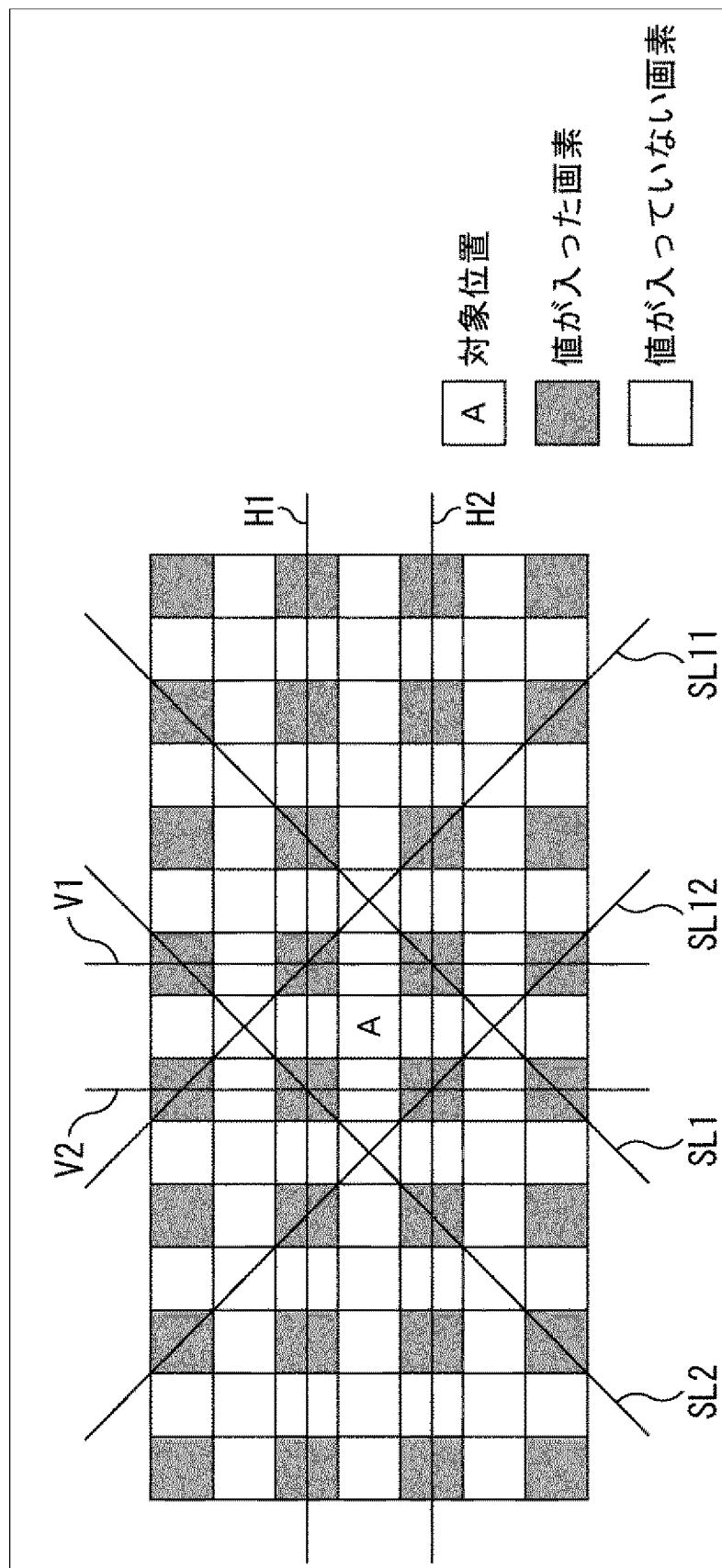
$w(0, 0)$

$1/256$	$-4/256$	$-10/256$	$-4/256$	$1/256$
$-4/256$	$16/256$	$40/256$	$16/256$	$-4/256$
$-10/256$	$40/256$	$100/256$	$40/256$	$-10/256$
$-4/256$	$16/256$	$40/256$	$16/256$	$-4/256$
$1/256$	$-4/256$	$-10/256$	$-4/256$	$1/256$

$w(2, 2)$ $w(4, 3)$

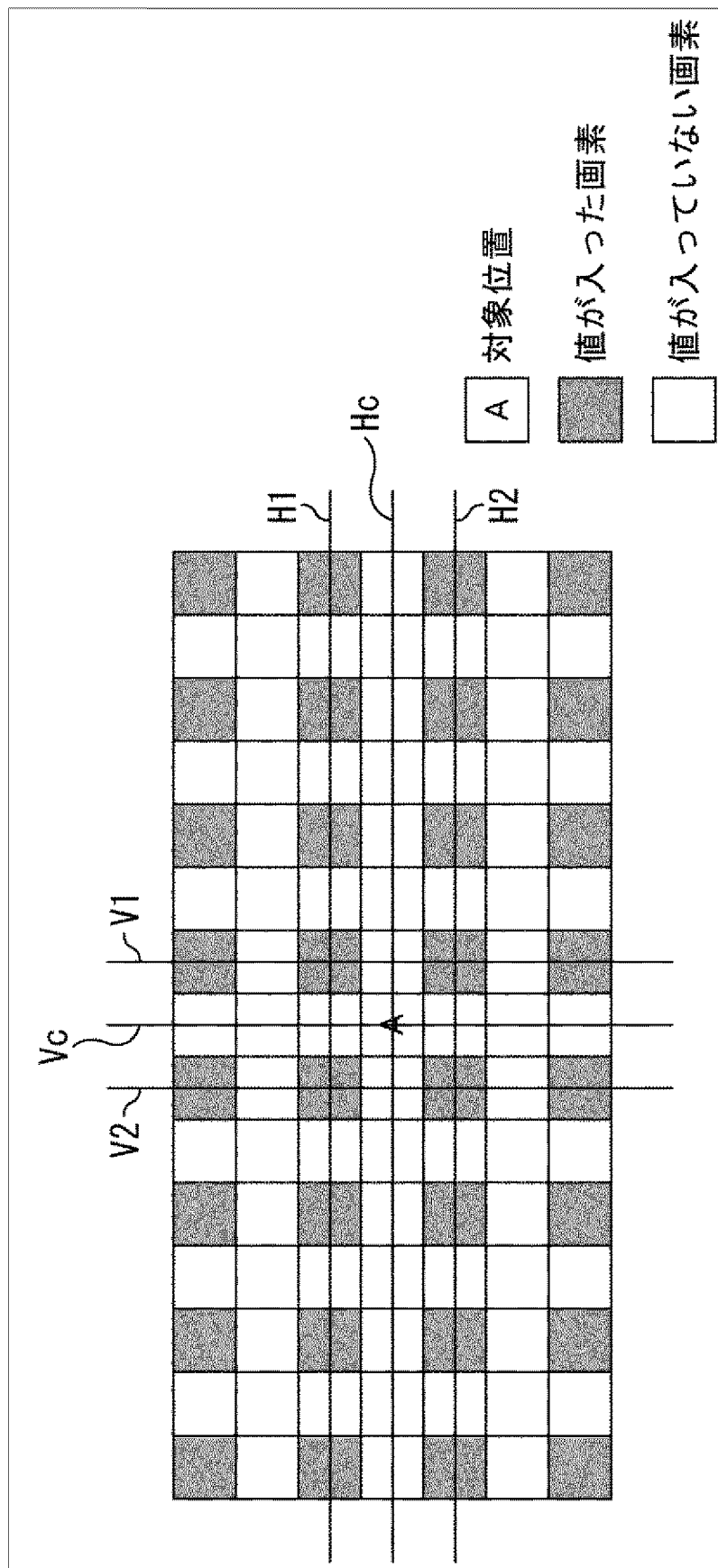
[図16]

図16

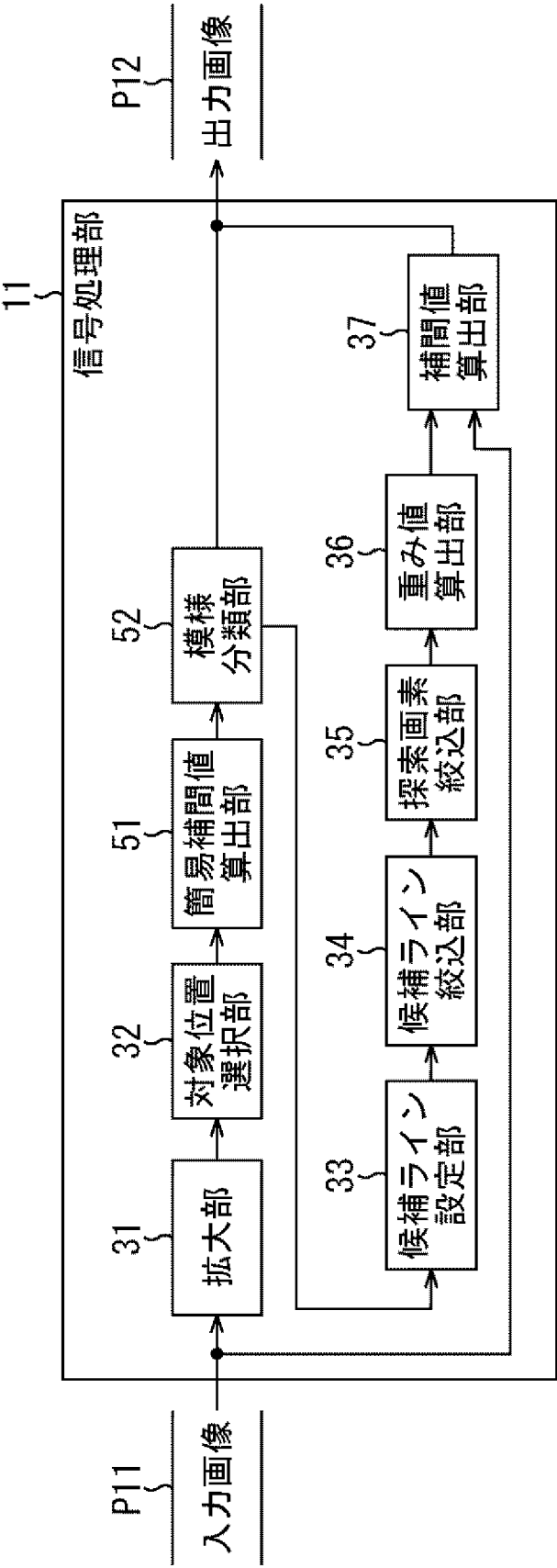


[図17]

図17



[図18]
図18



[図19]

図19

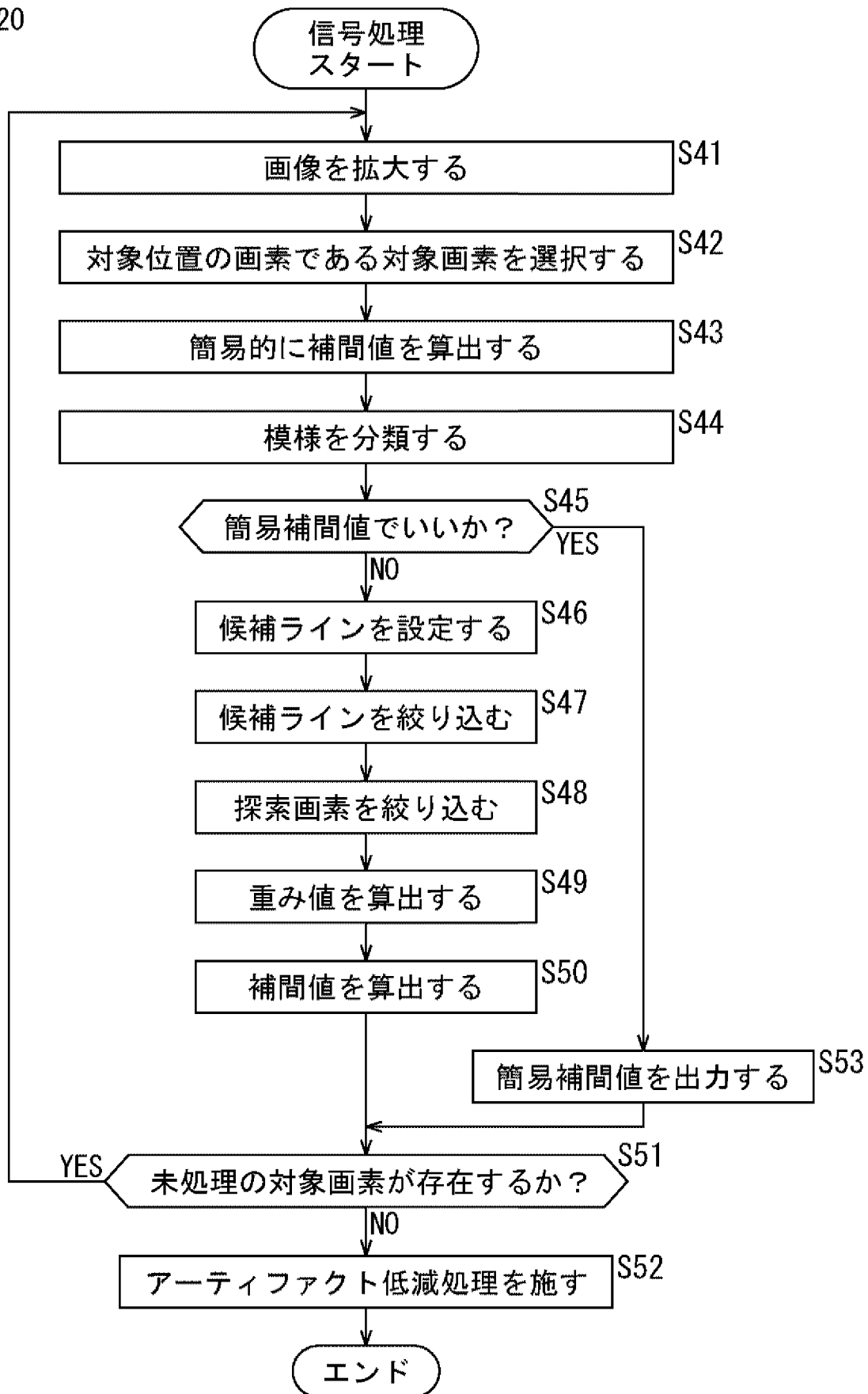
$w(0, 0)$

$-1/4$	0	$-1/4$
0	1	0
$-1/4$	0	$-1/4$

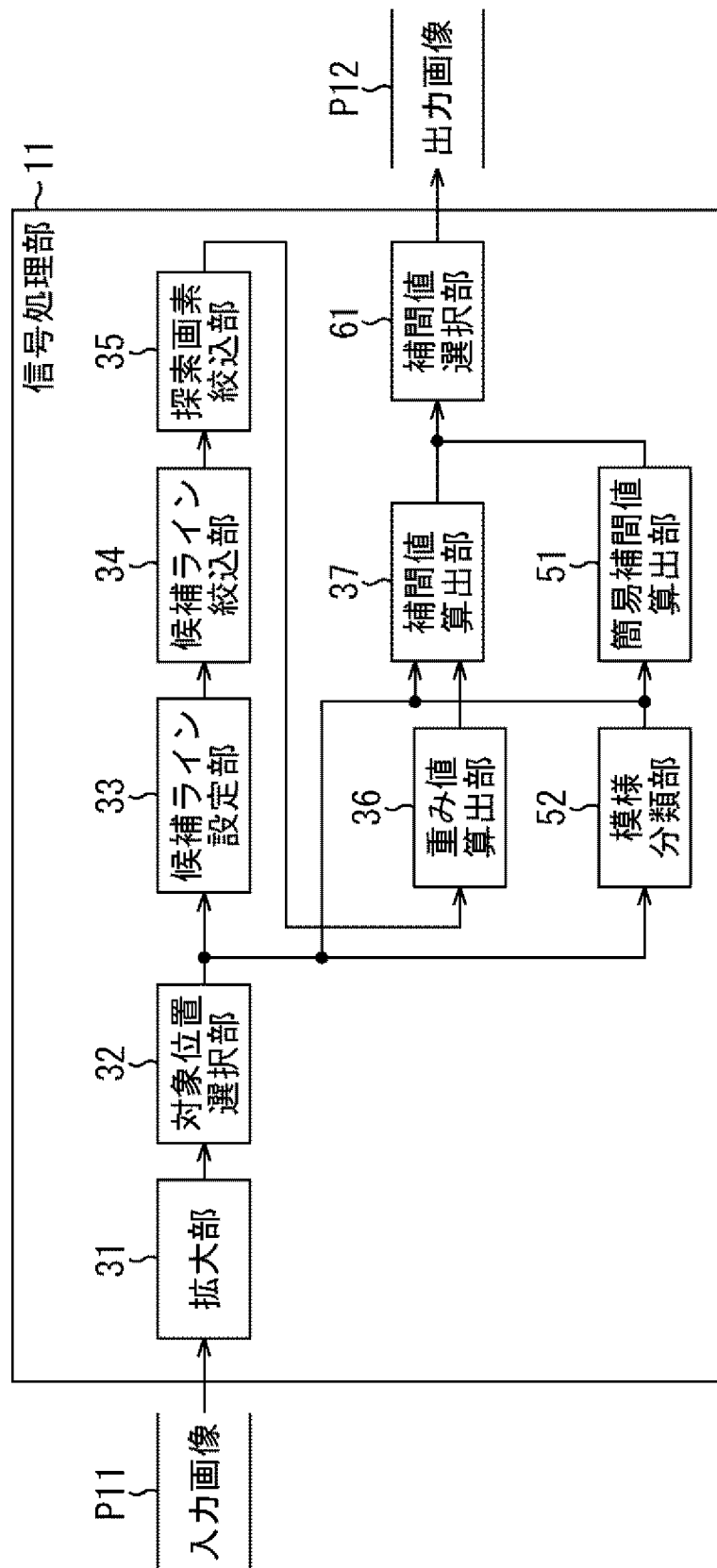
$w(1, 1)$

[図20]

図20

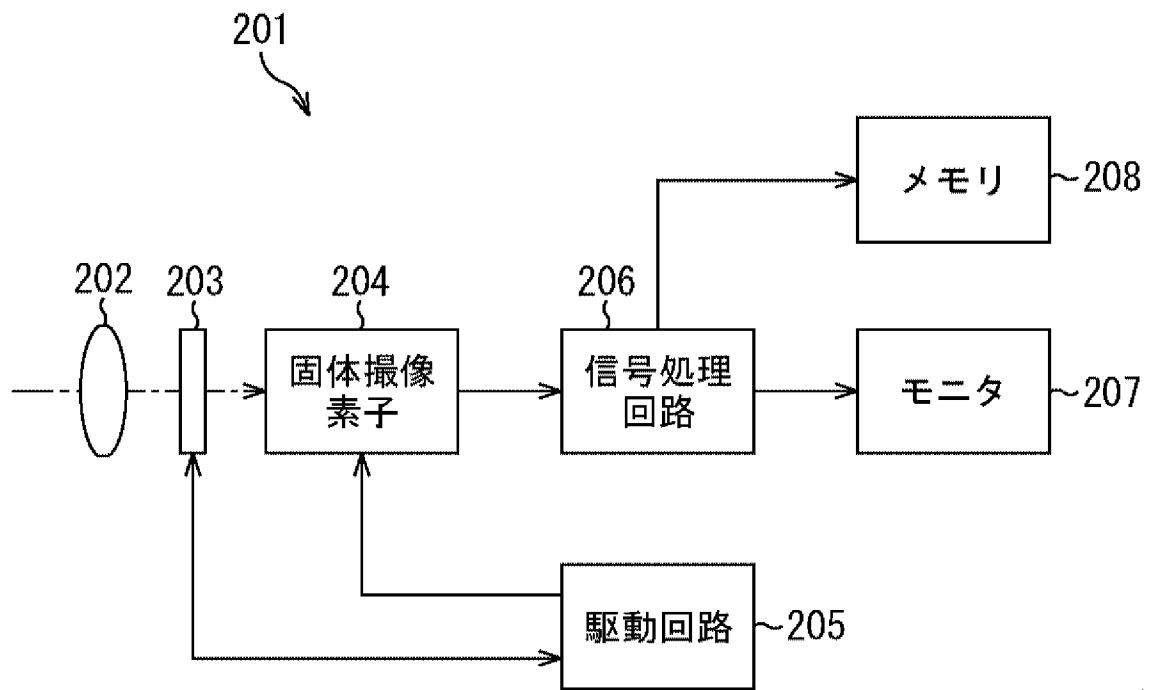


[図21]
図21



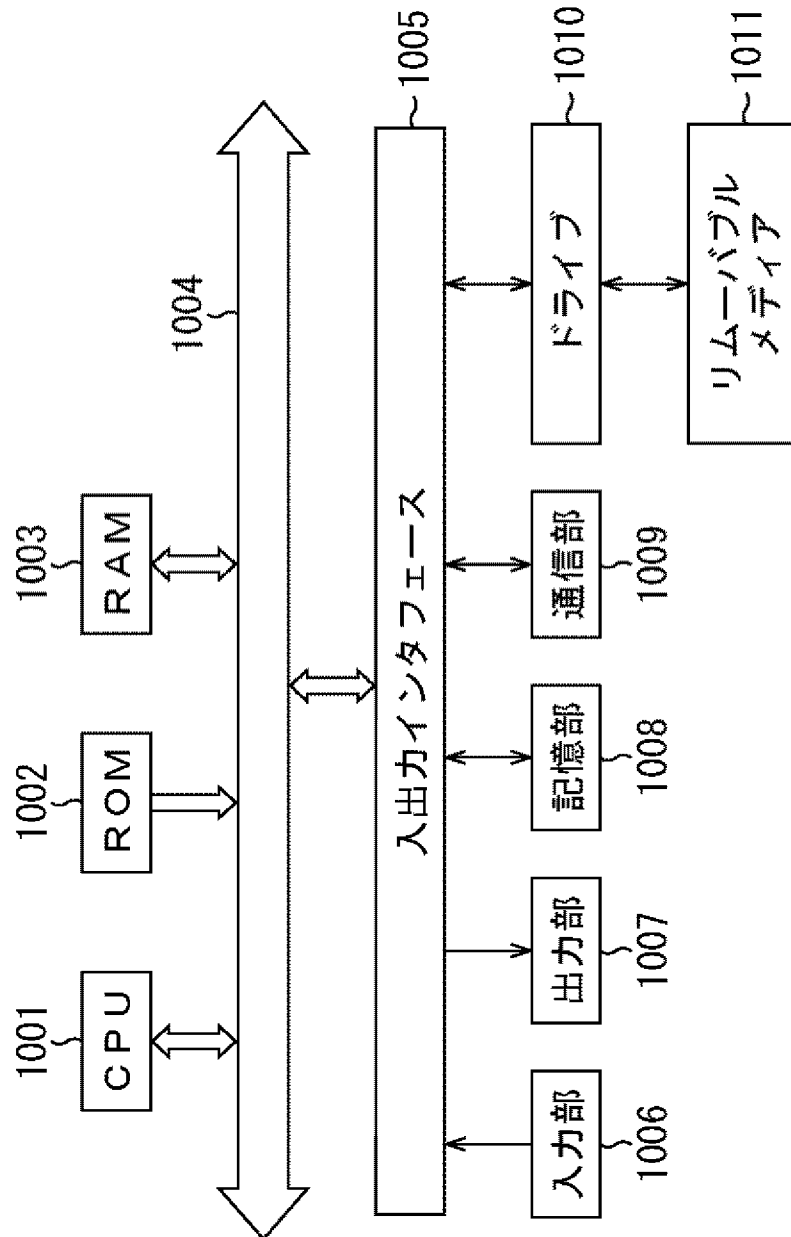
[図22]

図22



[図23]

図23



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/073465

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T3/40(2006.01)i, H04N1/387(2006.01)i, H04N5/232(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)

G06T3/40, H04N1/387, H04N5/232

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2007-060104 A (NEC Personal Products, Ltd.), 08 March 2007 (08.03.2007), paragraphs [0015] to [0023]; fig. 3 to 4 (Family: none)	1-3, 9, 12-16 4-8
X Y	JP 2009-059011 A (Mitsubishi Electric Corp.), 19 March 2009 (19.03.2009), paragraphs [0013] to [0040], [0046], [0079] to [0082], [0157] to [0179]; fig. 1 to 31 & WO 2009/028230 A1 & EP 2182484 A1 paragraphs [0015] to [0042], [0048], [0081] to [0084], [0159] to [0181]; fig. 1 to 31	1-3, 9-16 4-8
Y	JP 2012-253684 A (Sharp Corp.), 20 December 2012 (20.12.2012), paragraphs [0080] to [0094]; fig. 6 (Family: none)	4, 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
01 October 2015 (01.10.15)

Date of mailing of the international search report
13 October 2015 (13.10.15)

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/JP2015/073465

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2009-038578 A (Victor Company of Japan, Ltd.), 19 February 2009 (19.02.2009), paragraphs [0054] to [0056], [0095] to [0097]; fig. 3, 6 (Family: none)	4, 5
Y	JP 2008-252449 A (Toshiba Corp.), 16 October 2008 (16.10.2008), paragraphs [0018] to [0039]; fig. 10 to 18 & US 2008/0239145 A1 paragraphs [0044] to [0061]; fig. 10 to 18	6-8
Y	JP 2012-234507 A (Sony Corp.), 29 November 2012 (29.11.2012), paragraphs [0045] to [0086]; fig. 1 to 4 & US 2012/0269455 A1 paragraphs [0095] to [0134]; fig. 1 to 4 & CN 102831575 A	6-8
A	JP 2003-092736 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 28 March 2003 (28.03.2003), entire text; all drawings & US 2003/0077001 A1	1-16
A	US 2013/0050272 A1 (Christophe BERNARD), 28 February 2013 (28.02.2013), entire text; all drawings & US 2013/0051703 A1 & GB 2492039 A & WO 2011/141196 A1 & WO 2011/141197 A1 & DE 112011101632 T5	1-16
A	US 2010/0045862 A1 (James Edward BURNS et al.), 25 February 2010 (25.02.2010), entire text; all drawings & GB 2443858 A & WO 2008/059218 A2 & CN 101536030 A	1-16

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06T3/40(2006.01)i, H04N1/387(2006.01)i, H04N5/232(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. G06T3/40, H04N1/387, H04N5/232

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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
X	JP 2007-060104 A（NECパーソナルプロダクツ株式会社）	1-3, 9, 12-16
Y	2007.03.08, 段落 [0015] - [0023]、図3-4（ファミリーなし）	4-8
X	JP 2009-059011 A（三菱電機株式会社）2009.03.19, 段落 [0013] - [0040] [0046] [0079] - [0082] [0157] - [0179]、図1-31 & WO 2009/028230 A1 & EP 2182484 A1, 段落 [0015] - [0042] [0048] [0081] - [0084] [0159] - [0181], 図1-31	1-3, 9-16
Y		4-8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「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

0 1 . 1 0 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 3 . 1 0 . 2 0 1 5

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）

佐田 宏史

5 H

4 1 8 9

電話番号 03-3581-1101 内線 3531

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	JP 2012-253684 A (シャープ株式会社) 2012.12.20, 段落 [0080] - [0094]、図6 (ファミリーなし)	4, 5
Y	JP 2009-038578 A (日本ビクター株式会社) 2009.02.19, 段落 [0054] - [0056] [0095] - [0097]、図3, 6 (ファミリーなし)	4, 5
Y	JP 2008-252449 A (株式会社東芝) 2008.10.16, 段落 [0018] - [0039]、図10-18 & US 2008/0239145 A1, 段落 [0044] - [0061], 図10-18	6-8
Y	JP 2012-234507 A (ソニー株式会社) 2012.11.29, 段落 [0045] - [0086]、図1-4 & US 2012/0269455 A1, 段落 [0095] - [0134], 図1-4 & CN 102831575 A	6-8
A	JP 2003-092736 A (三洋電機株式会社) 2003.03.28, 全文、全図 & US 2003/0077001 A1	1-16
A	US 2013/0050272 A1 (Christophe BERNARD) 2013.02.28, 全文、全図 & US 2013/0051703 A1 & GB 2492039 A & WO 2011/141196 A1 & WO 2011/141197 A1 & DE 112011101632 T5	1-16
A	US 2010/0045862 A1 (James Edward BURNS et al.) 2010.02.25, 全文、全図 & GB 2443858 A & WO 2008/059218 A2 & CN 101536030 A	1-16