

(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
2010年7月1日(01.07.2010)



(10) 国際公開番号
WO 2010/073485 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 5/20 (2006.01) H04N 5/208 (2006.01)
H04N 1/409 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/006356
- (22) 国際出願日: 2009年11月25日(25.11.2009)
- (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 2008-325148 2008年12月22日(22.12.2008) JP
特願 2008-325180 2008年12月22日(22.12.2008) JP
特願 2009-005549 2009年1月14日(14.01.2009) JP
特願 2009-066630 2009年3月18日(18.03.2009) JP
特願 2009-070498 2009年3月23日(23.03.2009) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 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; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 守谷正太郎(MORIYA, Shotaro) [—/JP]; 〒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). 奥田 悟 崇(OKUDA, Noritaka) [—/JP]; 〒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). 山中 聡(YAMANAKA, Satoshi) [—/JP]; 〒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). 南浩次(MINAMI, Koji) [—/JP]; 〒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). 豊田善隆(TOYODA, Yoshitaka) [—/JP]; 〒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). 杉浦博明(SUGIURA, Hiroaki) [—/JP]; 〒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).

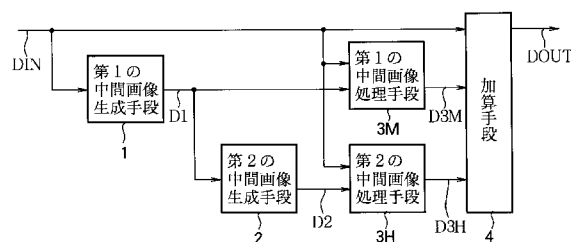
- (74) 代理人: 前田 実, 外(MAEDA, Minoru et al.); 〒1510053 東京都渋谷区代々木2丁目16番2号 甲田ビル4階特許業務法人 前田・山形特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,

[続葉有]

(54) Title: IMAGE PROCESSING APPARATUS AND METHOD, AND IMAGE DISPLAYING APPARATUS

(54) 発明の名称: 画像処理装置及び方法並びに画像表示装置

[図1]



- 1 FIRST INTERMEDIATE IMAGE GENERATING MEANS
2 SECOND INTERMEDIATE IMAGE GENERATING MEANS
3M FIRST INTERMEDIATE IMAGE PROCESSING MEANS
3H SECOND INTERMEDIATE IMAGE PROCESSING MEANS
4 ADDING MEANS

(57) Abstract: A first intermediate image generating means (1) generates an intermediate image (D1) obtained by extracting the components of a particular frequency band of an input image (DIN). A second intermediate image generating means (2) generates an intermediate image (D2) having higher frequency components than the intermediate image (D1). An intermediate image processing means (3M) generates an intermediate image (D3M) obtained by amplifying the pixel values of the intermediate image (D1). An intermediate image processing means (3H) generates an intermediate image (D3H) obtained by amplifying the pixel values of the intermediate image (D2). An adding means (4) adds together the input image (DIN), intermediate image (D3M) and intermediate image (D3H) to provide an output image (DOUT). A first amplification factor (D3MA) and a second amplification factor (D3HA) are decided in accordance with the pixel values of the input image (DIN). Even if the input image includes any folding components on the high frequency component side or includes no sufficient high frequency components, an enhanced image can be obtained without occurrence of any overshoots.

(57) 要約:

[続葉有]



GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

第 1 の中間画像生成手段 (1) において、入力画像 D I N の特定の周波数帯域の成分を取り出した中間画像 (D 1) を生成し、第 2 の中間画像生成手段 (2) において、中間画像 (D 1) よりも高い周波数成分を持つ中間画像 D 2 を生成し、中間画像処理手段 (3 M) において、中間画像 (D 1) の画素値を増幅した中間画像 (D 3 M) を生成し、中間画像処理手段 (3 H) において、中間画像 (D 2) の画素値を増幅した中間画像 (D 3 H) を生成し、加算手段 (4) において、入力画像 (D I N) と中間画像 (D 3 M) と中間画像 (D 3 H) を加算して出力画像 (D O U T) を得る。第 1 の増幅率 (D 3 M A) 及び第 2 の増幅率 (D 3 H A) は、入力画像 (D I N) の画素値に応じて決定される。入力画像が、高周波数成分側に折り返し成分を含んでいる場合や高周波数成分を十分に含んでいない場合でも、オーバーシュートを生じることなく強調処理画像を得ることができる。

明 細 書

発明の名称： 画像処理装置及び方法並びに画像表示装置

技術分野

[0001] 本発明は、入力画像に対し強調処理する画像処理装置及び方法並びにこれらを用いた画像表示装置に関し、例えば入力画像として、元となる画像を拡大した拡大画像が入力された際に、高周波数成分の生成及び加算をすることによって、解像感の高い出力画像を得るよう画像の強調処理を行うものである。

背景技術

[0002] 一般に画像を表す画像信号に対し適宜画像処理を施した後、画像を再生表示するということが行われている。

また、カラー画像に画像の強調処理を行う場合、輝度信号に画像強調処理を行っている。

[0003] 例えば特許文献 1 に記載された画像処理装置においては、多重解像度に変換された細部画像に対して、所望の周波数帯域の細部画像に対する強調係数をその所望の周波数帯域よりも低周波数帯域の細部画像の信号に基づいて設定することにより、所望の周波数帯域を強調している。

[0004] さらに特許文献 2 に記載された鮮鋭度強調回路においては、入力した映像信号の輝度成分に対して、その輝度成分の最も高い高域の成分が含まれる周波数帯を中心として強調する第 1 の強調回路と、第 1 の強調回路よりも低い中心周波数で映像信号の輝度成分を強調する第 2 の強調回路を備えている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献 1：特開平 9－4 4 6 5 1 号公報

特許文献 2：特開 2 0 0 0－1 1 5 5 8 2 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] しかしながら、多重解像度に変換された細部画像に対して、所望の周波数帯域の細部画像に対する強調係数を適宜設定する画像処理装置では、入力画像によっては強調処理が不適切あるいは不十分となり、適正な画質の出力画像を得ることができないことがあった。
- [0007] 例えば、入力画像として拡大処理を受けた画像が入力される場合、入力画像の周波数スペクトルの高周波数成分側には、拡大処理前の画像の周波数スペクトルの一部が折り返した成分（折り返し成分）が現れる。したがって単純に高周波数成分を強調すると、この折り返し成分を強調してしまい、不適切な処理となる。また、周波数帯域を限定し、折り返し成分を含まない周波数帯域のみを強調すると、周波数スペクトルで考えた場合、高周波数成分側の強調を避けることになり、結果的に不十分な強調処理となってしまう。
- [0008] また、入力画像としてノイズ処理を受けた画像が入力される場合、高周波数成分側の周波数スペクトルはノイズ処理によって失われている。したがって高周波数成分を取り出そうとしても、取り出すことができず、十分に画像の強調処理を行えないことがある。
- [0009] また、入力した映像信号の輝度成分に対して、強調処理を行う場合、有彩色のエッジ付近で色が白く（あるいは薄く）なったり、エッジ付近が黒くなったり、有彩色部分（彩度が比較的高い部分）のエッジ付近で色の濃淡が変化することがある。
- [0010] 本発明は、入力画像がその周波数スペクトルにおいて、高周波数成分側に折り返し成分を含んでいる場合や、高周波数成分を十分に含んでいない場合でも十分に画像の強調処理を行うことができる画像処理装置および方法を提供することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

- [0011] 本発明の画像処理装置は、
入力画像の特定の周波数帯域の成分を取り出した第1の中間画像を生成する第1の中間画像生成手段と、
前記第1の中間画像をもとに第2の中間画像を生成する第2の中間画像生

成手段と、

前記第 1 の中間画像をもとに第 3 の中間画像を生成する第 1 の中間画像処理手段と、

前記第 2 の中間画像をもとに第 4 の中間画像を生成する第 2 の中間画像処理手段と、

前記入力画像と前記第 3 の中間画像と前記第 4 の中間画像を加算する加算手段を有する画像処理装置において、

前記第 1 の中間画像処理手段が、前記入力画像の画素値に応じて求められる第 1 の増幅率によって前記第 1 の中間画像の画素値を増幅する、若しくは

前記第 2 の中間画像処理手段が、前記入力画像の画素値に応じて求められる第 2 の増幅率によって前記第 2 の中間画像の画素値を増幅する

ことを特徴とする。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、入力画像がその周波数スペクトルにおいて、高周波数成分側に折り返し成分を含んでいる場合や、高周波数成分を十分に含んでいない場合でもオーバーシュートの発生を防止しつつ、十分に画像の強調処理を行うことができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の実施の形態 1 による画像処理装置の構成を示すブロック図である。

[図2]図 1 の第 1 の中間画像生成手段 1 の構成例を示すブロック図である。

[図3]図 1 の第 2 の中間画像生成手段 2 の構成例を示すブロック図である。

[図4]図 1 の第 1 の中間画像処理手段 3 M の構成例を示すブロック図である。

[図5]図 1 の第 2 の中間画像処理手段 3 H の構成例を示すブロック図である。

[図6]図 3 の水平方向非線形処理手段 2 A h の構成例を示すブロック図である。

。

[図7]図 3 の垂直方向非線形処理手段 2 A v の構成例を示すブロック図である。

。

[図8] (A) ~ (C) は、入力画像 DIN 、並びに画像 $D1h$ 及び $D1v$ の画素の配置を示す図である。

[図9] 実施の形態 1 による画像処理装置を用いた画像表示装置の構成例を示すブロック図である。

[図10] 図 9 の画像拡大手段 $U1$ の構成例を示すブロック図である。

[図11] (A) ~ (E) は、図 10 の画像拡大手段 $U1$ の動作を示す画素配置図である。

[図12] (A) ~ (D) は、図 10 の画像拡大手段 $U1$ の動作を説明するための周波数応答及び周波数スペクトルを示す図である。

[図13] (A) ~ (E) は、図 1 の第 1 の中間画像生成手段 1 の動作を説明するための周波数応答及び周波数スペクトルを示す図である。

[図14] (A) ~ (C) は、図 1 の第 2 の中間画像生成手段 2 の動作を説明するための周波数応答及び周波数スペクトルを示す図である。

[図15] (A) ~ (C) は、ステップエッジとステップエッジをサンプリング間隔 $S1$ でサンプリングしたときに得られる、相連続する画素の信号の値を示す図である。

[図16] (A) ~ (C) は、ステップエッジとステップエッジをサンプリング間隔 $S2$ でサンプリングしたときに得られる、相連続する画素の信号の値を示す図である。

[図17] (A) ~ (F) は、図 1 の第 1 の中間画像生成手段 1 及び第 2 の中間画像生成手段 2 の動作を説明するための、相連続する画素の信号の値を示す図である。

[図18] (A) 及び (B) は、高周波数成分の加算に適度に行うことによって、画像の鮮鋭感を増した場合、及び高周波数成分の加算を過度に行った結果、画質の低下を招いた場合の、相連続する画素の信号の値を示す図である。

[図19] 入力画像 DIN の画素値と第 1 の中間画像処理手段 $3M$ 及び第 2 の中間画像処理手段 $3H$ における増幅率の関係を示す図である。

[図20] 本発明の実施の形態 2 による画像処理装置の構成を示すブロック図で

ある。

[図21]図20の第1の中間画像処理手段103Mの構成例を示すブロック図である。

[図22]図20の第2の中間画像処理手段103Hの構成例を示すブロック図である。

[図23]図21の水平方向増幅率決定手段103MA_hの構成例を示すブロック図である。

[図24]図21の垂直方向増幅率決定手段103MA_vの構成例を示すブロック図である。

[図25](A)及び(B)は、入力画像DINの画素値と第1の中間画像処理手段103M及び第2の中間画像処理手段103Hにおける増幅率の関係を示す図である。

[図26]図21の水平方向増幅率決定手段103MA_hの他の構成例を示すブロック図である。

[図27]本発明の実施の形態3による画像処理装置の構成を示すブロック図である。

[図28]図27の第1の中間画像処理手段203Mの構成例を示すブロック図である。

[図29]図27の第2の中間画像処理手段203Hの構成例を示すブロック図である。

[図30](A)～(C)は、輝度色差加算画像YC、画像D1_h、及び画像D1_vの画素の配置を示す図である。

[図31]実施の形態3による画像処理装置を用いた画像表示装置の構成例を示すブロック図である。

[図32](A)～(E)は、第1の中間画像生成手段201の動作を説明するための周波数応答及び周波数スペクトルを示す図である。

[図33]輝度色差加算画像YCの画素値Lと第1の中間画像処理手段203M及び第2の中間画像処理手段203Hにおける増幅率の関係を示す図である。

。

[図34] 本発明の実施の形態 4 による画像処理装置の構成を示すブロック図である。

[図35] 図 3 4 の第 1 の中間画像処理手段 3 0 3 M の構成例を示すブロック図である。

[図36] 図 3 4 の第 2 の中間画像処理手段 3 0 3 H の構成例を示すブロック図である。

[図37] (A) ~ (E) は、輝度色差加算画像 Y C、画像 D 1 h、及び画像 D 1 v の画素の配置並びに各画素の符号を示す情報の配置を示す図である。

[図38] (A) 及び (B) は、輝度色差加算画像 Y C の画素値 L と第 1 の中間画像処理手段 3 0 3 M 及び第 2 の中間画像処理手段 3 0 3 H における増幅率の関係を示す図である。

[図39] 本発明の実施の形態 5 による画像処理装置の構成を示すブロック図である。

[図40] 図 3 9 の色差増減手段 4 0 5 の構成例を示すブロック図である。

[図41] (A) ~ (C) は、高周波数成分加算画像 D 4 0 4、入力 C R 画像 C R I N、及び入力 C B 画像 C B I N の画素の配置を示す図である。

[図42] 高周波数成分加算画像 D 4 0 4 の画素値 L と増幅率決定手段 4 0 5 A で決定される増幅率 G A I N の関係の一例を表す図である。

[図43] 高周波数成分加算画像 D 4 0 4 の画素値 L と増幅率決定手段 4 0 5 A で決定される増幅率 G A I N の関係の他の例を表す図である。

[図44] 本発明の実施の形態 6 による画像処理装置を示すブロック図である。

[図45] 実施の形態 6 による画像処理方法における処理の手順を示すフロー図である。

[図46] 図 4 5 の第 1 の中間画像生成ステップ S T 1 における処理を示すフロー図である。

[図47] 図 4 5 の第 2 の中間画像生成ステップ S T 2 における処理を示すフロー図である。

[図48] 図47の水平方向非線形処理ステップST2Ahにおける処理を示すフロー図である。

[図49] 図47の垂直方向非線形処理ステップST2Avにおける処理を示すフロー図である。

[図50] 図45の第1の中間画像処理ステップST3Mにおける処理を示すフロー図である。

[図51] 図45の第2の中間画像処理ステップST3Hにおける処理を示すフロー図である。

[図52] 本発明の実施の形態7における処理の手順を示すフロー図である。

[図53] 図52の第1の中間画像処理ステップST103Mにおける処理を示すフロー図である。

[図54] 図52の第2の中間画像処理ステップST103Hにおける処理を示すフロー図である。

[図55] 図53の水平方向増幅率決定ステップST103MAhにおける処理を示すフロー図である。

[図56] 図53の垂直方向増幅率決定ステップST103MAvにおける処理を示すフロー図である。

[図57] 本発明の実施の形態8による画像処理方法における処理の手順を示すフロー図である。

[図58] 図57の第1の中間画像処理ステップST203Mにおける処理を示すフロー図である。

[図59] 図57の第2の中間画像処理ステップST203Hにおける処理を示すフロー図である。

[図60] 本発明の実施の形態9による画像処理装置における処理の手順を示すフロー図である。

[図61] 図60の第1の中間画像処理ステップST303Mにおける処理を示すフロー図である。

[図62] 図60の第2の中間画像処理ステップST303Hにおける処理を示す

すフロー図である。

[図63] 本発明の実施の形態 10 による画像処理方法における処理の手順を示すフロー図である。

[図64] 図 63 の増幅率決定ステップ S T 4 0 5 における処理を示すフロー図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下に説明する本発明の実施の形態の画像処理装置は、例えば画像表示装置の一部として用いることができるものである。

[0015] 実施の形態 1 .

図 1 は本発明の実施の形態 1 による画像処理装置の構成例を示す図である。

[0016] 図示の画像処理装置は、第 1 の中間画像生成手段 1 と、第 2 の中間画像生成手段 2 と、第 1 の中間画像処理手段 3 M と、第 2 の中間画像処理手段 3 H と、加算手段 4 とを有する。

第 1 の中間画像生成手段 1 は、入力画像 D I N から特定の周波数帯域の成分(即ち第 1 の周波数(第 1 の所定の周波数)から第 2 の周波数(第 2 の所定の周波数)までの成分)を取り出した中間画像(第 1 の中間画像) D 1 を生成する。

第 2 の中間画像生成手段 2 は、中間画像 D 1 に後述する処理を行った中間画像(第 2 の中間画像) D 2 を生成する。

第 1 の中間画像処理手段 3 M は、中間画像 D 1 に後述する処理を行った中間画像(第 3 の中間画像) D 3 M を生成する。

第 2 の中間画像処理手段 3 H は、中間画像 D 2 に後述する処理を行った中間画像(第 4 の中間画像) D 3 H を生成する。

加算手段 4 は、入力画像 D I N と、中間画像 D 3 M と、中間画像 D 3 H とを加算する。

加算手段 4 による加算の結果得られる画像が最終的な出力画像 D O U T として出力される。

[0017] 図2は第1の中間画像生成手段1の構成例を示した図であり、図示の第1の中間画像生成手段1は、入力画像D I Nから第1の周波数以上の高周波数成分のみを取り出した画像D 1 Aを生成する高周波数成分画像生成手段1 Aと、画像D 1 Aの第2の周波数以下の低周波数成分のみを取り出した画像D 1 Bを生成する低周波数成分画像生成手段1 Bとを有する。高周波数成分画像生成手段1 Aと低周波数成分画像生成手段1 Bとで、特定の周波数帯域の成分を取り出す帯域通過フィルタ手段が構成されている。第1の中間画像生成手段1からは画像D 1 Bが中間画像D 1として出力される。

[0018] 図3は第2の中間画像生成手段2の構成例を示した図であり、図示の第2の中間画像生成手段2は、中間画像D 1に対し、後述する非線形処理を行った画像D 2 Aを出力する非線形処理手段2 Aと、画像D 2 Aの第3の周波数（第3の所定の周波数）以上の高周波数成分のみを取り出した画像D 2 Bを出力する高周波数成分画像生成手段2 Bとを有する。第2の中間画像生成手段2からは画像D 2 Bが中間画像D 2として出力される。

[0019] 図4は第1の中間画像処理手段3 Mの構成例を示した図であり、図示の第1の中間画像処理手段3 Mは、増幅率決定手段3 M Aと、画素値増幅手段3 M Bとを有する。増幅率決定手段3 M Aは、入力画像D I Nの画素値をもとに増幅率D 3 M Aを決定する。画素値増幅手段3 M Bは、増幅率決定手段3 M Aにより決定された増幅率D 3 M Aで中間画像D 1の画素値を増幅し、その結果を中間画像D 3 M Bとして出力する。第1の中間画像処理手段3 Mからは中間画像D 3 M Bが中間画像D 3 Mとして出力される。

増幅率決定手段3 M Aは、水平方向増幅率決定手段3 M A hと、垂直方向増幅率決定手段3 M A vとを有し、画素値増幅手段3 M Bは、水平方向画素値増幅手段3 M B hと、垂直方向画素値増幅手段3 M B vとを有する。水平方向増幅率決定手段3 M A hと、水平方向画素値増幅手段3 M B hとで、第1の水平方向中間画像処理手段3 M hが構成され、垂直方向増幅率決定手段3 M A vと、垂直方向画素値増幅手段3 M B vとで、第1の垂直方向中間画像処理手段3 M vが構成されている。

[0020] 図5は第2の中間画像後処理手段3Hの構成例を示した図であり、図示の第2の中間画像後処理手段3Hは、増幅率決定手段3HAと、画素値増幅手段3HBとを有する。増幅率決定手段3HAは、入力画像DINの画素値をもとに増幅率D3HAを決定する。画素値増幅手段3HBは、増幅率決定手段3HAにより決定された増幅率D3HAで中間画像D2の画素値を増幅し、その結果を中間画像D3HBとして出力する。第1の中間画像後処理手段3Hからは中間画像D3HBが中間画像D3Hとして出力される。

増幅率決定手段3HAは、水平方向増幅率決定手段3HAhと、垂直方向増幅率決定手段3HAVとを有し、画素値増幅手段3HBは、水平方向画素値増幅手段3HBhと、垂直方向画素値増幅手段3HBvとを有する。水平方向増幅率決定手段3HAhと、水平方向画素値増幅手段3HBhとで、第2の水平方向中間画像処理手段3Hhが構成され、垂直方向増幅率決定手段3HAVと、垂直方向画素値増幅手段3HBvとで、第2の垂直方向中間画像処理手段3Hvが構成されている。

[0021] 加算手段4は、入力画像DINに対し、中間画像D3M及び中間画像D3Hを加算し、最終的な出力画像DOUTを生成する。

[0022] 以下、実施の形態1による画像処理装置の詳細な動作について説明を行う。

まず、第1の中間画像生成手段1の詳細な動作について説明する。

第1の中間画像生成手段1は、高周波数成分画像生成手段1Aにおいて、入力画像DINの第1の周波数以上の高周波数成分のみを取り出した画像D1Aを生成する。高周波数成分の取り出しは、ハイパスフィルタ処理を行うことで可能である。高周波数成分の取り出しは画像の水平方向及び垂直方向それぞれについて行う。即ち高周波数成分画像生成手段1Aは、入力画像DINに対し、水平方向のハイパスフィルタ処理を行って水平方向についてのみ第1の水平方向周波数以上の高周波数成分を取り出した画像D1Ahを生成する水平方向高周波数成分画像生成手段1Ahと、垂直方向のハイパスフィルタ処理を行って垂直方向についてのみ第1の垂直方向周波数以上の高周

波数成分を取り出した画像D 1 A vを生成する垂直方向高周波数成分画像生成手段1 A vとを有し、画像D 1 Aは画像D 1 A hと画像D 1 A vとから成る。

[0023] 次に、第1の中間画像生成手段1は、低周波数成分画像生成手段1 Bにおいて、画像D 1 Aの第2の周波数以下の低周波数成分のみを取り出した画像D 1 Bを生成する。低周波数成分の取り出しは、ローパスフィルタ処理を行うことで可能である。低周波数成分の取り出しは水平方向及び垂直方向それぞれについて行う。即ち低周波数成分画像生成手段1 Bは、画像D 1 A hに対し水平方向のローパスフィルタ処理を行って水平方向についてのみ第2の水平方向周波数以下の低周波数成分を取り出した画像D 1 B hを生成する水平方向低周波数成分画像生成手段1 Bと、画像D 1 A vに対し垂直方向のローパスフィルタ処理を行って垂直方向についてのみ第2の垂直方向周波数以下の低周波数成分を取り出した画像D 1 B vを生成する垂直方向低周波数成分画像生成手段1 B vとを有し、画像D 1 Bは画像D 1 B hと画像D 1 B vとから成る。第1の中間画像生成手段1からは、画像D 1 Bが中間画像D 1として出力される。なお、中間画像D 1は、画像D 1 B hに相当する画像D 1 hと、画像D 1 B vに相当する画像D 1 vとから成る。

[0024] 次に、第2の中間画像生成手段2の詳細な動作について説明する。

まず、第2の中間画像生成手段2は、非線形処理手段2 Aにおいて、中間画像D 1に対して後述する非線形処理を行った画像D 2 Aを生成する。非線形処理は、水平方向及び垂直方向それぞれについて行う。即ち非線形処理手段2 Aは、画像D 1 hに対して後述する非線形処理を行って画像D 2 A hを生成する水平方向非線形処理手段2 A hと、画像D 1 vに対して後述する非線形処理を行って画像D 2 A vを生成する垂直方向非線形処理手段2 A vとを有し、画像D 2 Aは画像D 2 A hと画像D 2 A vとから成る。

[0025] 非線形処理手段2 Aの動作についてさらに詳しく説明する。非線形処理手段2 Aは互いに同様の構成から成る水平方向非線形処理手段2 A h及び垂直方向非線形処理手段2 A vを備える。水平方向非線形処理手段2 A hは水平

方向の処理を行い、垂直方向非線形処理手段 2 A v は垂直方向の処理を行う。

[0026] 図 6 は水平方向非線形処理手段 2 A h の構成例を示す図である。図示の水平方向非線形処理手段 2 A h は、ゼロクロス判定手段 3 1 1 h と、信号増幅手段 3 1 2 h とを備える。非線形処理手段 2 A h には、画像 D 1 h が入力画像 D I N 3 1 1 h として入力される。

[0027] ゼロクロス判定手段 3 1 1 h は入力画像 D I N 3 1 1 h における画素値の変化を水平方向に沿って確認する。そして画素値が正の値から負の値へ、あるいは負の値から正の値へと変化する箇所をゼロクロス点として捉え、信号 D 3 1 1 h によってゼロクロス点の前後にある画素（前後において隣接する画素）の位置を信号増幅手段 3 1 2 h に伝達する。ここで「前後」とは信号が供給される順序における前後であり、水平方向に左から右に画素の信号が供給されるときは「左右」を意味し、垂直方向に上から下に画素の信号が供給されるときは「上下」を意味する。ゼロクロス判定手段 3 1 1 h では、水平方向非線形処理手段 2 A h 内のゼロクロス判定手段 3 1 1 h では、ゼロクロス点の左右に位置する画素がゼロクロス点の前後に位置する画素として認識される。

[0028] 信号増幅手段 3 1 2 h は信号 D 3 1 1 h をもとにゼロクロス点の前後にある画素（前後において隣接する画素）を特定し、ゼロクロス点の前後にある画素についてのみその画素値を増幅させた（絶対値を大きくした）非線形処理画像 D 3 1 2 h を生成する。即ち、ゼロクロス点前後にある画素の画素値に対しては増幅率を 1 より大きな値とし、それ以外の画素の画素値に対しての増幅率は 1 とする。

水平方向非線形処理手段 2 A h からは画像 D 2 A h として非線形処理画像 D 3 1 2 h が出力される。

[0029] 図 7 は垂直方向非線形処理手段 2 A v の構成例を示す図である。図示の垂直方向非線形処理手段 2 A v は、ゼロクロス判定手段 3 1 1 v と、信号増幅手段 3 1 2 v とを備える。非線形処理手段 2 A v には、画像 D 1 v が入力画

像 $D_{I N 3 1 1 v}$ として入力される。

[0030] ゼロクロス判定手段 $3 1 1 v$ は入力画像 $D_{I N 3 1 1 v}$ における画素値の変化を垂直方向に沿って確認する。そして画素値が正の値から負の値へ、あるいは負の値から正の値へと変化する箇所をゼロクロス点として捉え、信号 $D_{3 1 1 v}$ によってゼロクロス点の前後にある画素（前後において隣接する画素）の位置を信号増幅手段 $3 1 2 v$ に伝達する。垂直方向非線形処理手段 $2 A v$ 内のゼロクロス判定手段 $3 1 1 v$ では、ゼロクロス点の上下に位置する画素がゼロクロス点の前後に位置する画素として認識される。

[0031] 信号増幅手段 $3 1 2 v$ は信号 $D_{3 1 1 v}$ をもとにゼロクロス点の前後にある画素（前後において隣接する画素）を特定し、ゼロクロス点の前後にある画素についてのみその画素値を増幅させた（絶対値を大きくした）非線形処理画像 $D_{3 1 2 v}$ を生成する。即ち、ゼロクロス点前後にある画素の画素値に対しては増幅率を 1 より大きな値とし、それ以外の画素の画素値に対しての増幅率は 1 とする。

以上が非線形処理手段 $2 A$ の動作である。

[0032] 次に第 2 の中間画像生成手段 2 は、高周波数成分画像生成手段 $2 B$ において、画像 $D_{2 A}$ の第 3 の周波数以上の高周波数成分のみを取り出した画像 $D_{2 B}$ を生成する。高周波数成分の取り出しは、ハイパスフィルタ処理を行うことで可能である。高周波数成分の取り出しは画像の水平方向及び垂直方向それぞれについて行う。即ち高周波数成分画像生成手段 $2 B$ は、画像 $D_{2 A h}$ に対し水平方向のハイパスフィルタ処理を行って水平方向についてのみ第 3 の水平方向周波数以上の高周波数成分を取り出した画像 $D_{2 B h}$ を生成する水平方向高周波数成分画像生成手段 $2 B h$ と、画像 $D_{2 A v}$ に対し垂直方向のハイパスフィルタ処理を行って垂直方向についてのみ第 3 の垂直方向周波数以上の高周波数成分を取り出した画像 $D_{2 B v}$ を生成する垂直方向高周波数成分画像生成手段 $2 B v$ とを有し、画像 $D_{2 B}$ は画像 $D_{2 B h}$ と画像 $D_{2 B v}$ とから成る。第 2 の中間画像生成手段 2 からは、画像 $D_{2 B}$ が中間画像 D_2 として出力される。中間画像 D_2 は画像 $D_{2 B h}$ に相当する画像 D_2

hと、画像D2Bvに相当する画像D2vとから成る。

[0033] 次に、第1の中間画像処理手段3Mの詳細な動作について説明する。

第1の中間画像処理手段3Mは、増幅率決定手段3MAにおいて入力画像DINの画素値をもとに増幅率D3MAを決定する。先に述べた通り、増幅率D3MAに基づいて第1の中間画像D1の画素値が増幅されるが、第1の中間画像D1は、画像D1hと画像D1vから成るので、増幅率D3MAとしては、画像D1hに対する増幅率D3MAhと画像D1vに対する増幅率D3MAvが決定される。即ち、増幅率決定手段3MAは、水平方向増幅率決定手段3MAhと、垂直方向増幅率決定手段3MAvとを有し、水平方向増幅率決定手段3MAhでは入力画像DINの画素値をもとに増幅率D3MAhが決定され、垂直方向増幅率決定手段3MAvでは入力画像DINの画素値をもとに増幅率D3MAvが決定され、増幅率決定手段3MAからは増幅率D3MAh及び増幅率D3MAvが増幅率D3MAとして出力される。

[0034] 水平方向増幅率決定手段3MAh及び垂直方向増幅率決定手段3MAvの動作についてさらに詳しく説明する。

[0035] 図8(A)～(C)は入力画像DIN、並びに画像D1h及びD1vを表した図であり、図8(A)が入力画像DINを、図8(B)が画像D1hを、図8(C)が画像D1vを表している。また、図8(A)～(C)では画像の水平方向及び垂直方向に合わせて水平座標、垂直座標及び各座標値が表されている。また、入力画像DINについては、水平座標x、垂直座標yの位置にある画素の画素値がDIN(x y)という記号で表されており、画像D1hについては、水平座標x、垂直座標yの位置にある画素の画素値がD1h(x y)という記号で表されており、画像D1vについては、水平座標x、垂直座標yの位置にある画素の画素値がD1v(x y)という記号で表されている。

[0036] 水平方向増幅率決定手段3MAhは画像D1hの各画素に対する増幅率を入力画像DINの同一座標の画素値に基づいて決定する。即ち、画素値D1h(1 1)に対する増幅率は画素値DIN(1 1)をもとに決定し、画素値

$D1h(12)$ に対する増幅率は画素値 $DIN(12)$ をもとに決定し、一般化すれば、画素値 $D1h(xy)$ に対する増幅率は画素値 $DIN(xy)$ をもとに決定し、という様に入力画像 DIN の同一座標の画素値をもとに増幅率を決定し、その結果を増幅率 $D3MAh$ として出力する。

[0037] また、垂直方向増幅率決定手段 $3MAv$ は画像 $D1v$ の各画素に対する増幅率を入力画像 DIN の同一座標の画素値に基づいて決定する。即ち、画素値 $D1v(11)$ に対する増幅率は画素値 $DIN(11)$ をもとに決定し、画素値 $D1v(12)$ に対する増幅率は画素値 $DIN(12)$ をもとに決定し、一般化すれば、画素値 $D1v(xy)$ に対する増幅率は画素値 $DIN(xy)$ をもとに決定し、という様に入力画像 DIN の同一座標の画素値をもとに増幅率を決定し、その結果を増幅率 $D3MAv$ として出力する。

[0038] 次に、画素値増幅手段 $3MB$ は、増幅率 $D3MA$ に基づいて第1の中間画像 $D1$ の画素値を増幅する。第1の中間画像 $D1$ は画像 $D1h$ と画像 $D1v$ とから成るので、画素値増幅手段 $3MB$ は、画像 $D1h$ の画素値を増幅するための水平方向画素値増幅手段 $3MBh$ と、画像 $D1v$ の画素値を増幅するための垂直方向画素値増幅手段 $3MBv$ とを有する。

即ち、水平方向画素値増幅手段 $3MBh$ は、増幅率 $D3MAh$ に基づいて画像 $D1h$ の画素値を増幅した画像 $D3MBh$ を出力し、垂直方向画素値増幅手段 $3MBv$ は、増幅率 $D3MAv$ に基づいて画像 $D1v$ の画素値を増幅した画像 $D3MBv$ を出力する。そして画素値増幅手段 $3MB$ からは画像 $D3MBh$ 及び画像 $D3MBv$ が画像 $D3MB$ として出力される。

[0039] 画像 $D3MB$ が中間画像 $D3M$ として第1の中間画像処理手段 $3M$ から出力される。中間画像 $D3M$ は画像 $D3MBh$ に相当する画像 $D3Mh$ と画像 $D3MBv$ に相当する画像 $D3Mv$ から成る。

以上が第1の中間画像処理手段 $3M$ の動作である。

[0040] 次に、第2の中間画像処理手段 $3H$ の動作について説明する。図4と図5を比較すると、第2の中間画像処理手段は、入力信号が入力画像 DIN 、中間画像 $D2$ となっている以外は第1の中間画像処理手段と同様の構成となっ

ており、

第2の中間画像処理手段3Hは、第1の中間画像処理手段3Mが中間画像D1に対して行ったものと同じ処理を、中間画像D2に対して行って得た中間画像D3Hを出力する。なお、上述した第1の中間画像処理手段3Mの詳細な動作の説明から、第2の中間画像処理手段3Hの詳細な動作も明らかであるので、第2の中間画像処理手段3Hの詳細な動作の説明は省略する。

[0041] 最後に加算手段4の動作について説明する。加算手段4は、入力画像DINと中間画像D3Mと中間画像D3Hとを加算した出力画像DOUTを生成する。加算手段4の出力画像DOUTが最終的な出力画像として、画像処理装置から出力される。

[0042] 中間画像D3Mは画像D3Mh及び画像D3Mvから成っており、中間画像D3Hは画像D3Hh及び画像D3Hvから成っているので、入力画像DIN、中間画像D3M、及び中間画像D3Hを加算するとは、入力画像DINに対し、画像D3Mh、D3Mv、D3Hh、及びD3Hvの全てを加算することを意味する。

[0043] ここで、加算手段4での加算処理は単純加算に限らず重み付け加算を行なっても良い。即ち、画像D3Mh、D3Mv、D3Hh、及びD3Hvの各々をそれぞれ異なる増幅率で増幅してから入力画像DINに加算してもよい。

[0044] 以下、本実施の形態における画像処理装置を画像表示装置の一部として利用する例について説明する。この説明を通じて、本実施の形態における画像処理装置の作用、効果も明らかなものとなるであろう。以下の説明では特に断らない限り、Fnという記号は入力画像DINのナイキスト周波数を表す。

[0045] 図9は本実施の形態における画像処理装置を利用した画像表示装置を示し、図示の画像表示装置においては、モニタU3上に原画DORGに対応した画像が表示される。

[0046] 画像拡大手段U1は、原画DORGの画像サイズがモニタU3の画像サイ

ズより小さい場合、原画DORGを拡大した画像DU1を出力する。ここで画像の拡大は例えばハイキュービック法などにより行なうことができる。

[0047] 本実施の形態における画像処理装置U2は、画像DU1に対し、先に説明した処理を行った画像DU2を出力する。そしてモニタU3上には画像DU2が表示される。

[0048] 以下、原画DORGは、水平方向及び垂直方向ともにその画素数がモニタU3の画素数の半分であるとして、まず画像拡大手段U1の動作、作用について説明を行う。

[0049] 図10は画像拡大手段U1の構成及び動作を示す図であり、画像拡大手段U1は、水平方向ゼロ挿入手段U1Aと、水平方向低周波数成分通過手段U1Bと、垂直方向ゼロ挿入手段U1Cと、垂直方向低周波数成分通過手段U1Dとを有する。

[0050] 水平方向ゼロ挿入手段U1Aは原画DORGの水平方向に関して画素値0を持つ画素を適宜挿入した（原画DORGの水平方向に隣接する画素列相互間に、画素値0の画素から成る画素列を1列ずつ挿入した）画像DU1Aを生成する。

水平方向低周波数成分通過手段U1Bはローパスフィルタ処理により画像DU1Aの低周波数成分のみを取り出した画像DU1Bを生成する。

[0051] 垂直方向ゼロ挿入手段U1Cは画像DU1Bの垂直方向に関して画素値0を持つ画素を適宜挿入した（画像DU1Bの垂直方向に隣接した画素行相互間に、画素値0の画素から成る画素行を1行ずつ挿入した）画像DU1Cを生成する。

垂直方向低周波数成分通過手段U1Dは画像DU1Cの低周波数成分のみを取り出した画像DU1Dを生成する。

[0052] 画像DU1Dが原画DORGを水平方向及び垂直方向ともに2倍した画像DU1として、画像拡大手段U1から出力される。

[0053] 図11(A)～(E)は画像拡大手段U1の動作を詳しく説明するための図であり、図11(A)は原画DORGを、図11(B)は画像DU1Aを

、図 1 1 (C) は画像 D U 1 B を、図 1 1 (D) は画像 D U 1 C を、図 1 1 (E) は画像 D U 1 D を表す。図 1 1 (A) ~ (E) に関して、四角(升目)は画素を表し、その中に書かれた記号あるいは数値は各画素の画素値を表す。

[0054] 水平方向ゼロ挿入手段 U 1 A は図 1 1 (A) に示す原画 D O R G に対して、水平方向の 1 画素につき 1 個、画素値 0 をもった画素を挿入し(即ち、原画 D O R G の水平方向に隣接する画素列相互間に一つの、画素値 0 の画素から成る画素列を挿入し)、図 1 1 (B) に示す画像 D U 1 A を生成する。水平方向低周波数成分通過手段 U 1 B は図 1 1 (B) に示す画像 D U 1 A に対して、ローパスフィルタ処理を施し、図 1 1 (C) に示す画像 D U 1 B を生成する。

[0055] 垂直方向ゼロ挿入手段 U 1 C は図 1 1 (C) に示す画像 D U 1 B に対して、垂直方向の 1 画素につき 1 個、画素値 0 をもった画素を挿入し(即ち、画像 D U 1 B の垂直方向に隣接する画素行相互間に一つの、画素値 0 の画素から成る画素行を挿入し)、図 1 1 (D) に示す画像 D U 1 C を生成する。垂直方向低周波数成分通過手段 U 1 D は図 1 1 (D) に示す画像 D U 1 C に対して、ローパスフィルタ処理を施し、図 1 1 (E) に示す画像 D U 1 D を生成する。以上の処理により原画 D O R G を水平方向及び垂直方向ともに 2 倍に拡大した画像 D U 1 D が生成される。

[0056] 図 1 2 (A) ~ (D) は画像拡大手段 U 1 による処理の作用を周波数空間上で表したものであり、図 1 2 (A) は原画 D O R G の周波数スペクトル、図 1 2 (B) は画像 D U 1 A の周波数スペクトル、図 1 2 (C) は水平方向周波数成分通過手段 U 1 B の周波数応答、図 1 2 (D) は画像 D U 1 B の周波数スペクトルを表している。なお、図 1 2 (A) ~ (D) において横軸は水平方向の空間周波数を表す周波数軸であり、縦軸は周波数スペクトルもしくは周波数応答の強度を表している。

原画 D O R G の画素数は入力画像 D I N の半分であり、言い換えると原画 D O R G のサンプリング間隔は入力画像 D I N のサンプリング間隔の 2 倍で

ある。したがって原画DORGのナイキスト周波数は入力画像DINのナイキスト周波数の半分即ち、 $F_n/2$ である。

[0057] なお、図12(A)～(D)では表記を簡素にするため、1本の周波数軸しか用いていない。しかしながら、通常、画像データは2次元平面状に並んだ画素配列上に与えられた画素値から成り、その周波数スペクトルも水平方向の周波数軸及び垂直方向の周波数軸で張られる平面上に与えられるものである。したがって原画DORG等の周波数スペクトル等を正確に表すためには、水平方向の周波数軸及び垂直方向の周波数軸の両方を記載する必要がある。しかしながらその周波数スペクトルの形状は通常、周波数軸上の原点を中心に等方的に広がったものであり、周波数軸1本で張られる空間上での周波数スペクトルを示しさえすれば、そこから周波数軸2本で張られる空間へ拡張して考察することは当業者にとって容易である。したがって以降の説明でも特に断らない限り、周波数空間上での説明は、1本の周波数軸で張られる空間を用いて行う。

[0058] まず、原画DORGの周波数スペクトルについて説明する。通常、自然画像が原画DORGとして入力されるが、その場合にはそのスペクトル強度は周波数空間の原点周辺に集中している。したがって原画DORGの周波数スペクトルは図12(A)のスペクトルSPOのようになる。

[0059] 次に、画像DU1Aのスペクトル強度について説明する。画像DU1Aは、原画DORGに対して、水平方向に1画素につき1画素、画素値0を持った画素を挿入することで生成される。このような処理を行うと周波数スペクトルには原画DORGのナイキスト周波数を中心にした折り返しが発生する。即ち周波数 $\pm F_n/2$ を中心にスペクトルSPOが折り返したスペクトルSPMが発生するので、画像DU1Aの周波数スペクトルは図12(B)のように表される。

[0060] 次に、水平方向低周波数成分通過手段U1Bの周波数応答について説明する。水平方向低周波数成分通過手段はローパスフィルタによって実現されるので、その周波数応答は図12(C)に示すように周波数が高くなるほど低

くなる。

[0061] 最後に、画像DU1Bの周波数スペクトルについて説明する。図12(B)に示す周波数スペクトルを持った画像DU1Aに対し、図12(C)に示した周波数応答を持ったローパスフィルタ処理を行うことで、図12(D)に示す画像DU1Bが得られる。したがって画像DU1Bの周波数スペクトルは画像DU1Bに示すように、スペクトルSPMの強度がある程度落ちたスペクトルSP2と、スペクトルSPOの強度がある程度落ちたスペクトルSP1から成る。なお一般に、ローパスフィルタの周波数応答は周波数が高くなるほど低くなる。従って、スペクトルSP1の強度をスペクトルSPOと比較すると、水平方向低周波数成分通過手段U1Bによって、高周波数成分側、即ち周波数が $\pm F_n/2$ の近傍でのスペクトル強度が減少したものとなる。

[0062] また、画像拡大手段U1による処理のうち、垂直方向ゼロ挿入手段U1C及び垂直方向低周波数成分通過手段U1Dによる処理について、その周波数空間上での作用についての説明は省略するが、その処理の内容から、垂直方向の空間周波数を表す軸方向に対して、図12(A)～(D)を参照して説明した内容と同様の作用があることは容易に理解できる。即ち、画像DU1Dの周波数スペクトルは、図12(D)に示した周波数スペクトルが2次元上に広がったものとなる。

[0063] また、以降の説明ではスペクトルSP2のことを折り返し成分と呼ぶ。この折り返し成分は、画像上では、比較的高い周波数成分を持ったノイズあるいは偽の信号として現れる。そのようなノイズあるいは偽の信号としてオーバーシュートやジャギーあるいはリングング等が挙げられる。

[0064] 以下、本実施の形態における画像処理装置の作用、効果について説明する。

図13(A)～(E)は入力画像DIN(もしくは画像DU1)として原画DORGを拡大して得られた画像DU1Dが入力された場合の、入力画像DINから中間画像D1を生成する際の作用、効果を模式的に表した図であ

り、図 1 3 (A) は入力画像 DIN の周波数スペクトルを、図 1 3 (B) は高周波数成分画像生成手段 1 A の周波数応答を、図 1 3 (C) は低周波数成分画像生成手段 1 B の周波数応答を、図 1 3 (D) は第 1 の中間画像生成手段 1 の周波数応答を、図 1 3 (E) は中間画像 $D1$ の周波数スペクトルを表す。なお、図 1 3 (A) ~ (E) においても図 1 2 (A) ~ (D) と同様の理由で周波数軸は 1 本しか用いていない。

[0065] さらに図 1 3 (A) ~ (E) では、空間周波数が 0 以上となる範囲でのみ周波数スペクトルあるいは周波数応答の強度を表しているが、以下の説明での周波数スペクトルあるいは周波数応答は、周波数軸上の原点を中心に対称的な形状となる。したがって説明に用いる図は、空間周波数が 0 以上となる範囲のみを示したもので十分である。

[0066] まず、入力画像 DIN の周波数スペクトルについて説明する。画像拡大手段 $U1$ における拡大処理によって生成された画像 $DU1D$ が入力画像 DIN として入力されるので、入力画像 DIN の周波数スペクトルは図 1 3 (A) に示すように、図 1 2 (D) で説明したものと同一形状となり、原画 $DORG$ のスペクトル SPO の強度がある程度落ちたスペクトル $SP1$ と折り返し成分となるスペクトル $SP2$ とから成る。

[0067] 次に、高周波数成分画像生成手段 1 A の周波数応答について説明する。高周波数成分画像生成手段 1 A はハイパスフィルタにより構成されているので、その周波数応答は図 1 3 (B) に示すように周波数が低くなるほど低くなる。

[0068] 次に、低周波数成分画像生成手段 1 B の周波数応答について説明する。低周波数成分画像生成手段 1 B はローパスフィルタにより構成されているので、その周波数応答は図 1 3 (C) に示すように周波数が高くなるほど低くなる。

[0069] 次に、第 1 の中間画像生成手段 1 の周波数応答について説明する。入力画像 DIN が持つ周波数成分のうち、図 1 3 (D) に示された低周波数成分側の領域（「第 1 の周波数 $FL1$ 」よりも低い周波数の帯域） $RL1$ の周波数

成分については、第1の中間画像生成手段1内の高周波数成分画像生成手段1Aで弱められる。一方、図13(D)に示された高周波数成分側の領域(第2の周波数 FL_2 よりも高い周波数の帯域) RH_1 の周波数成分については、第1の中間画像生成手段1内の低周波数成分画像生成手段1Bで弱められる。したがって、第1の中間画像生成手段1の周波数応答は、図13(D)に示すように、低周波数成分側の領域 RL_1 と高周波数成分側の領域 RH_1 によって帯域を制限された中間の領域(特定の周波数帯域) RM_1 内にピークを持ったものとなる。

[0070] 次に、中間画像 D_1 の周波数スペクトルについて説明する。図13(A)に示す周波数スペクトルを持つ入力画像 D_{IN} が、図13(D)に示した周波数応答を持つ第1の中間画像生成手段1を通過することで、図13(E)に示す中間画像 D_1 が得られる。そして第1の中間画像生成手段1の周波数応答は、低周波数成分側の領域 RL_1 と高周波数成分側の領域 RH_1 によって帯域制限された中間の領域 RM_1 内にピークを持ったものなので、中間画像 D_1 の周波数スペクトルは、入力画像 D_{IN} の周波数スペクトルのうち、低周波数成分側の領域 RL_1 と高周波数成分側の領域 RH_1 に含まれる部分の強度が弱くなったものとなる。従って中間画像 D_1 は入力画像 D_{IN} の持つ高周波数成分から折り返し成分となるスペクトル SP_2 を取り除いたものとなる。即ち第1の中間画像生成手段1には、入力画像 D_{IN} のもつ高周波数成分から折り返し成分となるスペクトル SP_1 を取り除いた中間画像 D_1 を生成するという効果がある。

[0071] 図14(A)～(C)は第2の中間画像生成手段2の作用、効果を表した図であり、図14(A)は非線形処理画像 D_2A の周波数スペクトルを、図14(B)は高周波数成分画像生成手段2Bの周波数応答を、図14(C)は画像 D_2B の周波数スペクトルを表す。なお、図14(A)～(C)では、図13(A)～(E)と同様の理由で、空間周波数が0以上となる範囲でのみ周波数スペクトルあるいは周波数応答を表している。

[0072] 後述するように非線形処理画像 D_2A では、高周波数成分側の領域 RH_2

に相当する高周波数成分が生成される。図 1 4 (A) はその様子を模式的に表した図である。図 1 4 (C) に示す画像 D 2 B は非線形処理画像 D 2 A が高周波数成分画像生成手段 2 B を通過することで生成される。高周波数成分画像生成手段 2 B は第 3 の周波数 $F_L 3$ 以上の成分を通過させるハイパスフィルタで構成されており、その周波数応答は図 1 4 (B) に示すように周波数が高くなるほど高いものとなる。従って画像 D 2 B の周波数スペクトルは図 1 4 (C) に示すように非線形処理画像 D 2 A の周波数スペクトルから低周波数成分側の領域 $R_L 2$ に相当する成分 (第 3 の周波数 $F_L 3$ よりも低い周波数成分) を取り除いたものとなる。言い換えると、非線形処理手段 2 A には高周波数成分側の領域 $R_H 2$ に相当する高周波数成分を生成する効果があり、高周波数成分画像生成手段 2 B には非線形処理手段 2 A で生成された高周波数成分のみを取り出す効果がある。なお、図示の例では、第 3 の周波数 $F_L 3$ は、 $F_n / 2$ に略等しい。

[0073] 上記の作用、効果についてさらに詳しく説明する。

図 1 5 (A) ~ (C) 及び図 1 6 (A) ~ (C) はステップエッジをサンプリングした際に得られる信号を表した図である。

図 1 5 (A) はステップエッジとサンプリング間隔 S_1 を表しており、図 1 5 (B) はステップエッジをサンプリング間隔 S_1 でサンプリングした際に得られる信号を表しており、図 1 5 (C) は図 1 5 (B) に示される信号の高周波数成分を表している。一方、図 1 6 (A) はステップエッジとサンプリング間隔 S_1 より間隔の広いサンプリング間隔 S_2 を表しており、図 1 6 (B) はステップエッジをサンプリング間隔 S_2 でサンプリングした際に得られる信号を表しており、図 1 6 (C) は図 1 6 (B) に示される信号の高周波数成分を表している。以下の説明ではサンプリング間隔 S_2 の長さはサンプリング間隔 S_1 の長さの 2 倍であるとする。

[0074] 図 1 5 (C) 及び図 1 6 (C) に示されるようにステップエッジの中央は高周波数成分を表した信号においてゼロクロス点 Z として現れる。また、高周波数成分を表した信号のゼロクロス点 Z の近傍での傾きは、サンプリング

間隔が短いほど急になり、かつゼロクロス点Zの近傍での局所的な最大値、最小値を与える点の位置も、サンプリング間隔が短いほどゼロクロス点Zに近づく。

[0075] 即ち、サンプリング間隔が変わっても、エッジの近傍において高周波数成分を表す信号のゼロクロス点の位置は変化しないが、サンプリング間隔が小さくなるほど（あるいは解像度が上がるほど）エッジの近傍での高周波数成分の傾きは急になり、局所的な最大値、最小値を与える点の位置はゼロクロス点に近づく。

[0076] 図17(A)～(F)はステップエッジをサンプリング間隔S2でサンプリングした信号が2倍に拡大された後、本実施の形態における画像処理装置に入力された際の作用、効果を示す図であり、特に第1の中間画像生成手段1及び第2の中間画像生成手段2の作用、効果を表している。なお、先に述べた通り、第1の中間画像生成手段1及び第2の中間画像生成手段2内部の処理は水平方向及び垂直方向のそれぞれについて行われるのでその処理は一次元的に行われる。したがって図17(A)～(F)では一次元信号を用いて処理の内容を表している。

[0077] 図17(A)は、図16(B)と同様ステップエッジをサンプリング間隔S2でサンプリングした信号を示す。図17(B)は、図17(A)に表した信号を2倍に拡大した信号を示す。即ち、原画DORGに図17(A)に示すようなエッジが含まれる場合、入力画像DINとして図17(B)に示すような信号が入力される。なお、信号を2倍に拡大するとサンプリング間隔は拡大前の半分になるため、図17(B)に表した信号のサンプリング間隔は図14(A)～(C)中のサンプリング間隔S1と同じになる。また、図17(A)において座標P3で表される位置はエッジ信号の低輝度側（低レベル側）の境界部分であり、座標P4で表される位置はエッジ信号の高輝度側（高レベル側）の境界である。

[0078] 図17(C)は図17(B)に示される信号の高周波数成分を表す信号、即ち高周波数成分画像生成手段1Aから出力される画像D1Aに相当する信

号を示す。なお、画像D 1 Aは、入力画像D I Nの高周波数成分を取り出したものなので、その中には折り返し成分も含まれている。

[0079] 図1 7 (D)は図1 7 (C)に示される信号の低周波数成分を表す信号、即ち低周波数成分画像生成手段1 Bから出力される画像D 1 Bに相当する信号を示す。なお先に述べたとおり画像D 1 Bが中間画像D 1として出力されるので、図1 7 (D)は中間画像D 1にも相当する。図1 7 (D)に示すとおり、中間画像D 1においてゼロクロス点Zの近傍の局所的な最小値は座標P 3に、局所的な最大値は座標P 4に現れ、その様子は図1 6 (C)に示した、ステップエッジをサンプリング間隔S 2でサンプリングした信号から取り出した高周波数成分と一致する。また、画像D 1 Aに含まれていた折り返し成分は、低周波数成分画像生成手段1 Bで行うローパスフィルタ処理によって取り除かれる。

[0080] 図1 7 (E)は、図1 7 (D)に示される信号に対する非線形処理手段2 Aに入力された際の出力信号、即ち、中間画像D 1が入力された場合に非線形処理手段2 Aから出力される画像D 2 Aを表している。非線形処理手段2 Aではゼロクロス点Zの前後の（前後において隣接する）座標P 1、P 2の信号値が増幅される。したがって、画像D 2 Aは図1 7 (E)に示すように座標P 1、P 2での信号値の大きさが他の値に比べ大きくなり、ゼロクロス点Zの近傍で、局所的な最小値の現れる位置が座標P 3からよりゼロクロス点Zに近い座標P 1に、局所的な最大値の現れる位置が座標P 4からよりゼロクロス点Zに近い座標P 2へと変化する。これは非線形処理手段2 Aにおける、ゼロクロス点Zの前後の画素の値を増幅するという非線形処理によって、高周波数成分が生成されたことを意味する。このように画素ごとに適応的に増幅率を変える、あるいは画素に応じて処理の内容を適宜変えることで、高周波数成分を生成することが可能になる。即ち非線形処理手段2 Aには、中間画像D 1には含まれない高周波数成分、すなわち、図1 4 (A)に示した高周波数成分側の領域R H 2に相当する高周波数成分を生成する効果がある。

[0081] 図 1 7 (F) は図 1 7 (E) に示される信号の高周波数成分を表す信号、即ち高周波数成分画像生成手段 2 B から出力される画像 D 2 B に相当する信号を示す。画像 D 2 B のより正確な形状については後述するが、図 1 7 (F) に示すとおり、画像 D 2 B においてゼロクロス点 Z の近傍の局所的な最小値（負側のピーク）は座標 P 1 に、最大値（正側のピーク）は座標 P 2 に現れ、その様子は図 1 5 (C) に示した、ステップエッジをサンプリング間隔 S 1 でサンプリングした信号から取り出した高周波数成分と一致する。これは非線形処理手段 2 A において生成された高周波数成分が高周波数成分画像生成手段 2 B によって取り出され、画像 D 2 B として出力されることを意味する。

また、取り出された画像 D 2 B はサンプリング間隔 S 1 に対応した周波数成分を含む信号であるといえる。言い換えると、高周波数成分画像生成手段 2 B には非線形処理手段 2 A で生成された高周波数成分のみを取り出す効果がある。

[0082] 以上が第 2 の中間画像生成処理手段 2 の効果であり、まとめると、第 2 の中間画像生成処理手段 2 内の非線形処理手段 2 A には高周波数成分側の領域 R H 2 に相当する高周波数成分を生成する効果があり、第 2 の中間画像生成処理手段 2 内の高周波数成分画像生成手段 2 B には非線形処理手段 2 A で生成された高周波数成分のみを取り出す効果がある。そして画像 D 2 B が中間画像 D 2 として出力されるので、第 2 の中間画像生成手段 2 は、サンプリング間隔 S 1 に対応した高周波数成分を持った中間画像 D 2 を出力することができる。

[0083] ここで中間画像 D 1 及び中間画像 D 2 を入力画像 D I N に加算することで画像の強調処理を行うことが可能である。

本実施の形態では、第 1 及び第 2 の中間画像 D 1 及び D 2 を入力画像 D I N に加算するわけではないが、以下、仮に第 1 及び第 2 の中間画像を加算した場合に得られる効果について説明し、その後で、第 1 及び第 2 の中間画像 D 1 及び D 2 の代わりに、第 3 及び第 4 の中間画像 D 3 M 及び D 3 H を加算

することによる効果について説明する。

[0084] まず、中間画像D1を加算することの効果について述べる。先に述べたとおり中間画像D1は入力画像DINの持つ高周波数成分から折り返し成分を取り除いたものであり、図13(E)に示すように原画DORGのナイキスト周波数の近傍の高周波数成分に対応している。図12(D)で説明したとおり、原画DORGのナイキスト周波数の近傍のスペクトル強度は画像拡大手段U1での拡大処理によって弱められているので、中間画像D1を加算することで、拡大処理によって弱められたスペクトル強度を補うことができる。また、中間画像D1から、折り返し成分は取り除かれているので、オーバーシュートやジャギーあるいはリングングといった偽の信号を強調することはない。

[0085] 次に中間画像D2を加算することの効果について述べる。先に述べたとおり中間画像D2はサンプリング間隔S1に対応した高周波数成分である。したがって中間画像D2を加算することで原画DORGのナイキスト周波数以上の帯域の高周波数成分を与えることができ、従って、画像の解像感を増すことができる。

[0086] まとめると中間画像D1と画像D2を入力画像DINに加算することで、折り返し成分を強調することなく高周波数成分を加算することが可能となり、画像の解像感を高めることが可能となる。

[0087] ところで、上記の説明の様に生成した高周波数成分を入力画像に加算することで画像の鮮鋭感を増し、画質を向上することが可能であるが、高周波数成分の加算を過度に行うとかえって画質の低下を招くことがある。

[0088] 図18(A)及び(B)は高周波数成分の加算による画質の低下について説明するための図であり、図18(A)は高周波数成分の加算に適度に行うことによって、画像の鮮鋭感を増した場合を、図18(B)は高周波数成分の加算を過度に行った結果、画質の低下を招いた場合を表す。

[0089] 図18(A)は、図17(B)に示された入力画像DINに対して図17(D)に示された中間画像D1及び図17(F)に示された中間画像D2を

加算した結果を示す図であり、図 17 (A) において座標 P 3 で表されたステップエッジの低輝度側の境界部分が、図 18 (A) では座標 P 1 で表される位置へと修正され、図 17 (A) において座標 P 4 で表されたステップエッジの高輝度側の境界部分が、図 18 (A) では座標 P 2 で表される位置へと修正され、その結果、図 17 (A) と図 18 (B) を比較すると、図 18 (A) の方が図 16 (A) に示すステップエッジへと近づいていることがわかる。これは高周波数成分の加算に適度に行うことによって、画像の鮮鋭感が増したことを表す。

[0090] 一方、図 18 (B) も、図 17 (B) に示された入力画像 D I N に対して図 17 (D) に示された中間画像 D 1 及び図 17 (F) に示された中間画像 D 2 を加算した結果を示す図であるが、図 18 (A) の場合とは異なり、高周波数成分の加算が過度に行われた場合を表している。図 18 (A) と比較すると座標 P 1、P 3 で表される位置の輝度がその周辺と比べて不自然に低くなったり（アンダーシュート）、座標 P 2、P 4 で表される位置の輝度がその周辺と比べて不自然に高くなったり（オーバーシュート）して、画質が低下していることがわかる。

[0091] 中間画像 D 1 や中間画像 D 2 によって加算あるいは減算される輝度の大きさ（以下、補正量）が必要以上に大きくなると、これら画質の低下要因となるアンダーシュートやオーバーシュートが発生しやすくなる。そこで中間画像 D 1 や中間画像 D 2 による補正量が必要以上に大きくならないよう調整すればよいと考えられる。

[0092] その方法として例えば中間画像 D 1 や中間画像 D 2 によって与えられる補正量の局所的な最大値を検出し、検出された最大値が所定の値を超えた場合は、中間画像 D 1 や中間画像 D 2 による補正量が小さくなるよう適宜ゲインをかけることで、補正量が必要以上に大きくならないようにする方法が考えられる。

[0093] ところがこのような方法をとると局所的な最大値を判定するために数画素分のデータを参照しなければならず、回路規模の増加を招く。さらに垂直方

向に数画素分のデータを参照しようとするラインメモリの追加を伴い、コストアップの要因ともなる。

[0094] そこで本実施の形態は、入力画像D I Nの画素値に基づいて、中間画像D 1や中間画像D 2にかける増幅率を変更することで、中間画像D 1や中間画像D 2によって加算される補正量が必要以上に大きくならないようにし、特にオーバーシュートの発生を防止することとしたものである。実施の形態1による画像処理装置では、第1の中間画像処理手段3 M及び第2の中間画像処理手段3 Hにおいて、中間画像D 1及び中間画像D 2に対して、入力画像D I Nの画素値に応じて適宜異なる増幅率をかけることで、補正量を調節する。

[0095] 図19は、第1の中間画像処理手段3 M及び第2の中間画像処理手段3 Hにおいて、中間画像D 1及び中間画像D 2に対してかけるべき増幅率、あるいは増幅率決定手段3 M Aにおいて決定されるべき増幅率D 3 M A及び増幅率決定手段3 H Aにおいて決定されるべき増幅率D 3 H Aを示す図である。これらの増幅率は入力画像D I Nの画素値が大きくなるほど減少することが望ましい。例えば、入力画像D I Nの画素値が0の場合はある所定の値G bをとり、画素値が0からある値A 1の間は傾きk 1で減少していき、画素値がA 1からある値A 2の間は傾きk 2で減少していき、画素値がA 1以上の場合には傾きk 3で減少していくといった形が考えられる。なお、明らかに増幅率は0以上であった方がよいので、上記の決定において増幅率が負の値になった場合はその値を0とする。

[0096] この関係を、増幅率をG、入力画像D I Nの画素値をLとして表すと

[数1]

$$G = \begin{cases} 0 & \text{if } (G' < 0) \\ G' & \text{if } (0 \leq G') \end{cases}$$

ただし

$$G' = \begin{cases} Gb - k1 \cdot L & \text{if } (0 \leq L < A1) \\ Gb - k1 \cdot A1 - k2(L - A1) & \text{if } (A1 \leq L < A2) \\ Gb - k1 \cdot A1 - k2(A2 - A1) - k3(L - A2) & \text{if } (A2 \leq L) \end{cases} \quad \dots (1)$$

と表される。

[0097] 上記のような増幅率が適切である理由を以下に述べる。

中間画像D1は入力画像DINに対してハイパスフィルタ処理を行った後、ローパスフィルタ処理を行うことで生成される。ここでハイパスフィルタ処理は入力画像DINの各画素値から局所的な平均値を引くことに相当する。したがって入力画像DINにおいて注目する画素の画素値が大きいと、その画素に対して与えられるハイパスフィルタ処理後の出力値も大きな正の値となる可能性が高い。

[0098] 一方、ローパスフィルタ処理は入力されるデータの局所的な平均値を求めることと同じである。したがってハイパスフィルタ処理の出力値が大きな正の値になっているとローパスフィルタ処理の出力値も大きな正の値となる可能性が高い。

[0099] また、中間画像D2は中間画像D1に対し、非線形処理手段2Aで非線形処理を行った後、高周波数成分画像生成手段2Bにおいてハイパスフィルタ処理を行うことで得られる。非線形処理手段2Aではゼロクロス点の近傍のみ中間画像D1を増幅させるので、基本的に中間画像D1が大きな正の値を持っていると非線形処理手段2Aの出力する画像D2Aも大きな正の値を持っていると考えられる。画像D2Aが大きな正の値を持っている場合、画像D2Aに対するハイパスフィルタ処理結果である中間画像D2も大きな正の値をもつ可能性が高い。

[0100] 以上をまとめると、入力画像DINの画素値が大きい場合、中間画像D1や中間画像D2の画素値も大きな正の値となる可能性が高い。言い換えると中間画像D1や中間画像D2によって補正量が過度に加算され、オーバーシュートが発生しやすくなる。

[0101] したがって、入力画像DINの画素値が大きくなればなるほど、中間画像D1や中間画像D2にかかる増幅率を小さくすることで、補正量が過度に大きくならないよう制御できると期待できる。言い換えるとオーバーシュートが発生しにくくなるよう制御できると期待できる。

[0102] 即ち、図 19 あるいは式 (1) に示すような、入力画像 D I N の画素値が大きくなるほど増幅率が減少するような単調減少の関数に基づいて、増幅率 D 3 M A あるいは増幅率 D 3 H A を決定することで、そのような（オーバーシュートが発生しにくくなるような）処理が可能となる。

[0103] 以上のように実施の形態 1 による画像処理装置では、オーバーシュートの発生を抑えつつ、画像の強調処理を行うことができるという効果を奏する。画像中にオーバーシュートが過度に発生すると画像の一部のみが異様にちらつき、視覚特性上不愉快に感じられるので、実施の形態 1 による画像処理装置では、視覚特性上も非常に好ましいものである。

[0104] また、実施の形態 1 による画像処理装置では、オーバーシュートの発生を抑えるために第 1 の中間画像処理手段 3 M 及び第 2 の中間画像処理手段 3 H において、中間画像 D 1 及び中間画像 D 2 に対する増幅率を決定しているが、その際必要になる情報は入力画像 D I N の画素値のみである。したがって簡単な回路で増幅率を決定することが可能であり、第 1 の中間画像処理手段 3 M 及び第 2 の中間画像処理手段 3 H の追加に伴う回路規模の増加も少なく済む。

[0105] また、第 1 の中間画像処理手段 3 M 及び第 2 の中間画像処理手段 3 H で決定される増幅率と入力画像 D I N の画素値の関係は本実施の形態で説明したものに留まらず、入力画像 D I N の画素値が大きくなるほど増幅率が減少するものであればよい。

[0106] 実施の形態 2.

図 20 は本発明の実施の形態 2 による画像処理装置の構成例を示す図である。

[0107] 図示の画像処理装置は、第 1 の中間画像生成手段 1 と、第 2 の中間画像生成手段 2 と、第 1 の中間画像処理手段 1 O 3 M と、第 2 の中間画像処理手段 1 O 3 H と、加算手段 4 とを有する。なお、第 1 の中間画像生成手段 1、第 2 の中間画像生成手段 2、及び加算手段 4 の構成、動作は実施の形態 1 と同様なのでその説明は省略する。

[0108] 図 2 1 は第 1 の中間画像処理手段 1 0 3 M の構成例を示した図であり、図示の第 1 の中間画像処理手段 1 0 3 M は、増幅率決定手段 1 0 3 M A と、画素値増幅手段 1 0 3 M B とを有する。増幅率決定手段 1 0 3 M A は、入力画像 D I N と中間画像 D 1 の画素値をもとに増幅率 D 1 0 3 M A を決定する。画素値増幅手段 1 0 3 M B は、増幅率決定手段 1 0 3 M A により決定された増幅率 D 1 0 3 M A で中間画像 D 1 の画素値を増幅し、その結果を中間画像 D 1 0 3 M B として出力する。第 1 の中間画像処理手段 1 0 3 M からは中間画像 D 1 0 3 M B が中間画像 D 1 0 3 M として出力される。

[0109] 増幅率決定手段 1 0 3 M A は、水平方向増幅率決定手段 1 0 3 M A h と、垂直方向増幅率決定手段 1 0 3 M A v とを有し、画素値増幅手段 1 0 3 M B は、水平方向画素値増幅手段 1 0 3 M B h と、垂直方向画素値増幅手段 1 0 3 M B v とを有する。水平方向増幅率決定手段 1 0 3 M A h と、水平方向画素値増幅手段 1 0 3 M B h とで、第 1 の水平方向中間画像処理手段 1 0 3 M h が構成され、垂直方向増幅率決定手段 1 0 3 M A v と、垂直方向画素値増幅手段 1 0 3 M B v とで、第 1 の垂直方向中間画像処理手段 1 0 3 M v が構成されている。

[0110] 図 2 2 は第 2 の中間画像処理手段 1 0 3 H の構成例を示した図であり、図示の第 2 の中間画像処理手段 1 0 3 H は、増幅率決定手段 1 0 3 H A と、画素値増幅手段 1 0 3 H B とを有する。増幅率決定手段 1 0 3 H A は、入力画像 D I N と中間画像 D 2 の画素値をもとに増幅率 D 1 0 3 H A を決定する。画素値増幅手段 1 0 3 H B は、増幅率決定手段 1 0 3 H A により決定された増幅率 D 1 0 3 H A で中間画像 D 2 の画素値を増幅し、その結果を中間画像 D 1 0 3 H B として出力する。第 1 の中間画像処理手段 1 0 3 H からは中間画像 D 1 0 3 H B が中間画像 D 1 0 3 H として出力される。

[0111] 増幅率決定手段 1 0 3 H A は、水平方向増幅率決定手段 1 0 3 H A h と、垂直方向増幅率決定手段 1 0 3 H A v とを有し、画素値増幅手段 1 0 3 H B は、水平方向画素値増幅手段 1 0 3 H B h と、垂直方向画素値増幅手段 1 0 3 H B v とを有する。水平方向増幅率決定手段 1 0 3 H A h と、水平方向画

素値増幅手段 103HB_hとで、第2の水平方向中間画像処理手段 103H_hが構成され、垂直方向増幅率決定手段 103HA_vと、垂直方向画素値増幅手段 103HB_vとで、第2の垂直方向中間画像処理手段 103H_vが構成されている。

[0112] まず、第1の中間画像処理手段 103Mの詳細な動作について説明する。

第1の中間画像処理手段 103Mは、増幅率決定手段 103MAにおいて入力画像D_{IN}及び中間画像D₁の画素値をもとに増幅率D_{103MA}を決定する。先に述べた通り、増幅率D_{103MA}に基づいて第1の中間画像D₁の画素値が増幅されるが、第1の中間画像D₁は、画像D_{1h}と画像D_{1v}から成るので、増幅率D_{103MA}としては、画像D_{1h}に対する増幅率D_{103MA_h}と画像D_{1v}に対する増幅率D_{103MA_v}が決定される。即ち、増幅率決定手段 103MAは、水平方向増幅率決定手段 103MA_hと、垂直方向増幅率決定手段 103MA_vとを有し、水平方向増幅率決定手段 103MA_hでは入力画像D_{IN}及び画像D_{1h}の画素値をもとに増幅率D_{103MA_h}が決定され、垂直方向増幅率決定手段 103MA_vでは入力画像D_{IN}及び画像D_{1v}の画素値をもとに増幅率D_{103MA_v}が決定され、増幅率決定手段 103MAからは増幅率D_{103MA_h}及び増幅率D_{103MA_v}が増幅率D_{103MA}として出力される。

[0113] 水平方向増幅率決定手段 103MA_h及び垂直方向増幅率決定手段 103MA_vの動作についてさらに詳しく説明する。

[0114] なお、入力画像D_{IN}、並びに画像D_{1h}及びD_{1v}は、実施の形態1に関し、図8を参照して説明したとおりである。

[0115] 水平方向増幅率決定手段 103MA_hは画像D_{1h}の各画素に対する増幅率を入力画像D_{IN}及び画像D_{1h}の同一座標の画素値に基づいて決定する。即ち、画素値D_{1h}(11)に対する増幅率は画素値D_{IN}(11)と画素値D_{1h}(11)をもとに決定し、画素値D_{1h}(12)に対する増幅率は画素値D_{IN}(12)と画素値D_{1h}(12)をもとに決定し、一般化すれば、画素値D_{1h}(x y)に対する増幅率は画素値D_{IN}(x y)と画素

値 $D1h(x, y)$ をもとに決定し、という様に入力画像 DIN と画像 $D1h$ の同一座標の画素値をもとに増幅率を決定し、その結果を増幅率 $D103MAh$ として出力する。

[0116] また、垂直方向増幅率決定手段 $103MAv$ は画像 $D1v$ の各画素に対する増幅率を入力画像 DIN 及び画像 $D1v$ の同一座標の画素値に基づいて決定する。即ち、画素値 $D1v(1, 1)$ に対する増幅率は画素値 $DIN(1, 1)$ と画素値 $D1v(1, 1)$ をもとに決定し、画素値 $D1v(1, 2)$ に対する増幅率は画素値 $DIN(1, 2)$ と画素値 $D1v(1, 2)$ をもとに決定し、一般化すれば、画素値 $D1v(x, y)$ に対する増幅率は画素値 $DIN(x, y)$ と画素値 $D1v(x, y)$ をもとに決定し、という様に入力画像 DIN と画像 $D1v$ の同一座標の画素値をもとに増幅率を決定し、その結果を増幅率 $D103MAv$ として出力する。

[0117] 図23は水平方向増幅率決定手段 $103MAh$ の構成例を示す図である。図示の水平方向増幅率決定手段 $103MAh$ は、第1の増幅率決定手段 $511h$ と、第2の増幅率決定手段 $512h$ と、符号判定手段 $52h$ と、選択手段 $53h$ とを備える。水平方向増幅率決定手段 $103MAh$ には、入力画像 DIN と画像 $D1h$ が入力される。第1の増幅率決定手段 $511h$ は、入力画像 DIN の画素値に応じて、後述する第1の特性により決定される増幅率 $D511h$ を出力する。第2の増幅率決定手段 $512h$ は、入力画像 DIN の画素値に応じて、後述する第2の特性により決定される増幅率 $D512h$ を出力する。符号判定手段 $52h$ は、画像 $D1h$ の画素値の符号（正負）を判定し、判定結果を選択手段 $53h$ に信号 $D52h$ として伝達する。選択手段 $53h$ は、符号判定手段 $52h$ の出力 $D52h$ に基づいて、画像 $D1h$ の画素値の符号が正の場合には増幅率 $D511h$ を水平方向増幅率 $D103MAh$ として出力し、画像 $D1h$ の画素値の符号が負の場合には増幅率 $D512h$ を水平方向増幅率 $D103MAh$ として出力する。

[0118] 図24は垂直方向増幅率決定手段 $103MAv$ の構成例を示す図である。図示の垂直方向増幅率決定手段 $103MAv$ は、第1の増幅率決定手段 51

1 v と、第2の増幅率決定手段5 1 2 v と、符号判定手段5 2 v と、選択手段5 3 v とを備える。垂直方向増幅率決定手段1 0 3 M A v には、入力画像D I N と画像D 1 v が入力される。第1の増幅率決定手段5 1 1 v は、入力画像D I N の画素値に応じて、後述する第1の特性により決定される増幅率D 5 1 1 v を出力する。第2の増幅率決定手段5 1 2 v は、入力画像D I N の画素値に応じて、後述する第2の特性により決定される増幅率D 5 1 2 v を出力する。第1の増幅率決定手段5 1 1 v および第2の増幅率決定手段5 1 2 v は、図23に示した第1の増幅率決定手段5 1 1 h、第2の増幅率決定手段5 1 2 h と同様に動作するものであり、入力画像D I N も共通であるため、手段を共通化する(増幅率決定手段5 1 1 h、5 1 2 h を増幅率決定手段5 1 1 v、5 1 2 v としても用いる)ことも可能である。符号判定手段5 2 v は、画像D 1 v の画素値の符号(正負)を判定し、判定結果を選択手段5 3 v に信号D 5 2 v として伝達する。選択手段5 3 v は、符号判定手段5 2 v の出力D 5 2 v に基づいて、画像D 1 v の画素値の符号が正の場合には増幅率D 5 1 1 v を垂直方向増幅率D 1 0 3 M A v として出力し、画像D 1 v の画素値の符号が負の場合には増幅率D 5 1 2 v を垂直方向増幅率D 1 0 3 M A v として出力する。

[0119] 次に、画素値増幅手段1 0 3 M B は、増幅率D 1 0 3 M A に基づいて第1の中間画像D 1 の画素値を増幅する。第1の中間画像D 1 は画像D 1 h と画像D 1 v とから成るので、画素値増幅手段1 0 3 M B は、画像D 1 h の画素値を増幅するための水平方向画素値増幅手段1 0 3 M B h と、画像D 1 v の画素値を増幅するための垂直方向画素値増幅手段1 0 3 M B v とを有する。即ち、水平方向画素値増幅手段1 0 3 M B h は、増幅率D 1 0 3 M A h に基づいて画像D 1 h の画素値を増幅した画像D 1 0 3 M B h を出力し、垂直方向画素値増幅手段1 0 3 M B v は、増幅率D 1 0 3 M A v に基づいて画像D 1 v の画素値を増幅した画像D 1 0 3 M B v を出力する。そして画素値増幅手段1 0 3 M B からは画像D 1 0 3 M B h 及び画像D 1 0 3 M B v が画像D 1 0 3 M B として出力される。

[0120] 画像D103MBが中間画像D103Mとして第1の中間画像処理手段103Mから出力される。中間画像D103Mは画像D103MB_hに相当する画像D103M_hと画像D103MB_vに相当する画像D103M_vから成る。

以上が第1の中間画像処理手段103Mの動作である。

[0121] 次に、第2の中間画像処理手段103Hの動作について説明する。図21と図22を比較すると、第2の中間画像処理手段は、入力信号が入力画像D_{IN}、中間画像D2となっている以外は第1の中間画像処理手段と同様の構成となっており、第2の中間画像処理手段103Hは、第1の中間画像処理手段103Mが中間画像D1に対して行ったものと同じ処理を、中間画像D2に対して行って得た中間画像D103Hを出力する。なお、上述した第1の中間画像処理手段103Mの詳細な動作の説明から、第2の中間画像処理手段103Hの詳細な動作も明らかであるので、第2の中間画像処理手段103Hの詳細な動作の説明は省略する。

[0122] 本実施の形態における画像処理装置も実施の形態1における画像処理装置同様、図9に示す画像表示装置の一部として用いることができる。以下、本実施の形態における画像処理装置を画像表示装置の一部として利用する例について説明する。この説明を通じて、本実施の形態における画像処理装置の作用、効果も明らかなものとなるであろう。

[0123] 実施の形態1に関し、図18(A)及び(B)を参照して説明した通り、中間画像D1と画像D2を入力画像D_{IN}に加算することで、画像の鮮鋭感を増し、画質を向上することが可能であるが、高周波数成分の加算を過度に行うとかわって画質の低下を招くことがある。

[0124] そこで本実施の形態は、入力画像D_{IN}の画素値と中間画像D1または中間画像D2の画素値に基づいて、中間画像D1や中間画像D2にかかる増幅率を変更することで、中間画像D1や中間画像D2によって加算または減算される補正量が必要以上に大きくならないようにし、オーバーシュート及びアンダーシュートの発生を防止することとしたものである。

図示の画像処理装置では、第 1 の中間画像処理手段 103M 及び第 2 の中間画像処理手段 103H において、中間画像 D1 及び中間画像 D2 に対して、入力画像 DIN の画素値と中間画像 D1 または中間画像 D2 の画素値の符号（正負）に応じて適宜異なる増幅率をかけることで、補正量を調節する。

[0125] 図 25（A）は、オーバーシュートの発生を防止するために、第 1 の中間画像処理手段 103M 及び第 2 の中間画像処理手段 103H において、中間画像 D1 及び中間画像 D2 に対してかけるべき増幅率、あるいは増幅率決定手段 103MA において決定されるべき増幅率 D103MA 及び増幅率決定手段 103HA において決定されるべき増幅率 D103HA の特性（第 1 の特性）を示す図である。オーバーシュートの発生を防止するためには、これらの増幅率は入力画像 DIN の画素値が大きくなるほど減少することが望ましい。例えば、入力画像 DIN の画素値が 0 の場合はある所定の値 B1 をとり、画素値が 0 からある値 A11 の間は傾き k11 で減少していき、画素値が A11 からある値 A12 の間は傾き k12 で減少していき、画素値が A11 以上の場合には傾き k13 で減少していくといった形が考えられる。なお、明らかに増幅率は 0 以上であった方がよいので、上記の決定において増幅率が負の値になった場合はその値を 0 とする。

[0126] この関係は、増幅率を G、入力画像 DIN の画素値を L とすると

[数2]

$$G = \begin{cases} 0 & \text{if}(G' < 0) \\ G' & \text{if}(0 \leq G') \end{cases}$$

ただし

$$G' = \begin{cases} B1 - k11 \cdot L & \text{if}(0 \leq L < A11) \\ B1 - k11 \cdot A11 - k12(L - A11) & \text{if}(A11 \leq L < A12) \\ B1 - k11 \cdot A11 - k12(A12 - A11) - k13(L - A12) & \text{if}(A12 \leq L) \end{cases} \quad \dots (2)$$

と表される。

[0127] 図 23、図 24 に示した第 1 の水平方向増幅率決定手段 511h や第 1 の垂直方向増幅率決定手段 511v では、図 25（A）及び式（2）に示したような第 1 の特性により増幅率が出力される。

[0128] 一方、図 25 (B) は、アンダーシュートの発生を防止するために、第 1 の中間画像処理手段 103M 及び第 2 の中間画像処理手段 103H において、中間画像 D1 及び中間画像 D2 に対してかけるべき増幅率、あるいは増幅率決定手段 103MA において決定されるべき増幅率 D103MA 及び増幅率決定手段 103HA において決定されるべき増幅率 D103HA の特性 (第 2 の特性) を示す図である。アンダーシュートの発生を防止するためには、これらの増幅率は入力画像 DIN の画素値が小さくなるほど減少する、言い換えると、入力画像 DIN の画素値が大きくなるほど増加することが望ましい。例えば、入力画像 DIN の画素値が 0 の場合はある所定の値 B2 をとり、画素値が 0 からある値 A21 の間は傾き k21 で増加していき、画素値が A21 からある値 A22 の間は傾き k22 で増加していき、画素値が A22 以上の場合は傾き k23 で増加していくといった形が考えられる。

[0129] この関係は、増幅率を G、入力画像 DIN の画素値を L とすると

[数3]

$$G = \begin{cases} 0 & \text{if } (G' < 0) \\ G' & \text{if } (0 \leq G') \end{cases}$$

ただし

$$G' = \begin{cases} B2 + k21 \cdot L & \text{if } (0 \leq L < A21) \\ B2 + k21 \cdot A21 + k22(L - A21) & \text{if } (A21 \leq L < A22) \\ B2 + k21 \cdot A21 + k22(A22 - A21) - k23(L - A22) & \text{if } (A22 \leq L) \end{cases} \quad \dots (3)$$

と表される。

[0130] 図 23、図 24 に示した第 2 の水平方向増幅率決定手段 512h や第 2 の垂直方向増幅率決定手段 512v では、図 25 (B) 及び式 (3) に示したような第 2 の特性により増幅率が出力される。

[0131] 上記のような増幅率が適切である理由を以下に述べる。

中間画像 D1 は入力画像 DIN に対してハイパスフィルタ処理を行った後、ローパスフィルタ処理を行うことで生成される。ここでハイパスフィルタ処理は入力画像 DIN の各画素値から局所的な平均値を引くことに相当する。したがって入力画像 DIN において注目する画素の画素値が大きいと、そ

の画素に対して与えられるハイパスフィルタ処理後の出力値も大きな正の値となる可能性が高い。

[0132] 一方、ローパスフィルタ処理は入力されるデータの局所的な平均値を求めることと同じである。したがってハイパスフィルタ処理の出力値が大きな正の値になっているとローパスフィルタ処理の出力値も大きな正の値となる可能性が高い。

[0133] また、中間画像D 2は中間画像D 1に対し、非線形処理手段2 Aで非線形処理を行った後、高周波数成分画像生成手段2 Bにおいてハイパスフィルタ処理を行うことで得られる。非線形処理手段2 Aではゼロクロス点の近傍のみ中間画像D 1を増幅させるので、基本的に中間画像D 1が大きな正の値を持っていると非線形処理手段2 Aの出力する画像D 2 Aも大きな正の値を持っていると考えられる。画像D 2 Aが大きな正の値を持っている場合、画像D 2 Aに対するハイパスフィルタ処理結果である中間画像D 2も大きな正の値をもつ可能性が高い。

[0134] 以上をまとめると、入力画像D I Nの画素値が大きい場合、中間画像D 1や中間画像D 2の画素値も大きな正の値となる可能性が高い。言い換えると中間画像D 1や中間画像D 2によって補正量が過度に加算され、オーバーシュートが発生しやすくなる。

[0135] 逆に、入力画像D I Nの画素値が小さい場合には、中間画像D 1や中間画像D 2の画素値は大きな負の値となる可能性が高い。言い換えると中間画像D 1や中間画像D 2によって補正量が過度に減算され、アンダーシュートが発生しやすくなる。

[0136] したがって、中間画像D 1や中間画像D 2の画素値が正の値のときには、入力画像D I Nの画素値が大きくなればなるほど、中間画像D 1や中間画像D 2にかける増幅率を小さくし、中間画像D 1や中間画像D 2の画素値が負の値のときには、入力画像D I Nの画素値が小さくなればなるほど、中間画像D 1や中間画像D 2にかける増幅率を小さくすることで、加算または減算される補正量が過度に大きくならないよう制御できると期待できる。言い換

えるとオーバーシュート及びアンダーシュートが発生しにくくなるよう制御できると期待できる。

[0137] 即ち、中間画像D 1または中間画像D 2の符号を判別し、その符号が正の場合には、図25 (A)あるいは式(2)に示すような、入力画像D I Nの画素値が大きくなるほど増幅率が減少するような単調減少の関数に基づいて、増幅率D 1 0 3 M Aあるいは増幅率D 1 0 3 H Aを決定し、符号が負の場合には、図25 (B)あるいは式(3)に示すような、入力画像D I Nの画素値が小さくなるほど増幅率が減少するような単調増加の関数に基づいて、増幅率D 1 0 3 M Aあるいは増幅率D 1 0 3 H Aを決定することで、そのような（オーバーシュート及びアンダーシュートが発生しにくくなるような）処理が可能となる。

[0138] 以上のように実施の形態2による画像処理装置では、オーバーシュート及びアンダーシュートの発生を抑えつつ、画像の強調処理を行うことができるという効果を奏する。画像中にオーバーシュートやアンダーシュートが過度に発生すると画像の一部のみが異様にちらつき、視覚特性上不愉快に感じられるので、実施の形態2による画像処理装置では、視覚特性上も非常に好ましいものである。

[0139] また、実施の形態2による画像処理装置では、オーバーシュート及びアンダーシュートの発生を抑えるために第1の中間画像処理手段1 0 3 M及び第2の中間画像処理手段1 0 3 Hにおいて、中間画像D 1及び中間画像D 2に対する増幅率を決定しているが、その際必要になる情報は入力画像D I Nの画素値と中間画像D 1または中間画像D 2（自身の画像）の画素値の符号のみである。したがって簡単な回路で増幅率を決定することが可能であり、第1の中間画像処理手段1 0 3 M及び第2の中間画像処理手段1 0 3 Hの追加に伴う回路規模の増加も少なく済む。

[0140] また、第1の中間画像処理手段1 0 3 M及び第2の中間画像処理手段1 0 3 Hで決定される増幅率と入力画像D I Nの画素値の関係は本実施の形態で説明したものに留まらず、オーバーシュートの発生を防止するための第1の

特性は、入力画像 D_{IN} の画素値が大きくなるほど増幅率が減少するもの、アンダーシュートの発生を防止するための第2の特性は、入力画像 D_{IN} の画素値が小さくなるほど増幅率が減少するものであればよい。さらに、上記特性を満たすものであれば、水平方向増幅率決定手段 $103MA_h$ 、垂直方向増幅率決定手段 $103MA_v$ 、水平方向増幅率決定手段 $103HA_h$ 、垂直方向増幅率決定手段 $103HA_v$ の間で、式(2)、式(3)の係数や関数形そのものを変えることとしても良い。

[0141] さらに、水平方向増幅率決定手段 $103MA_h$ としては、図23に示したものに限定されず、例えば図26に示したような構成のものを用いることとしてもよい。図26に示した水平方向増幅率決定手段 $103MA_h$ は、符号判定手段 52_h と、係数決定手段 54_h と、増幅率決定手段 55_h とを備える。符号判定手段 52_h は、画像 D_{1h} の画素値の符号(正負)を判定し、判定結果を係数決定手段 54_h に信号 D_{52_h} として伝達する。係数決定手段 54_h は、符号判定手段 52_h の出力 D_{52_h} に基づいて、画像 D_{1h} の画素値の符号が正の場合には、所定の係数群 D_{54_h} (k_1 、 k_2 、 k_3 、 A_1 、 A_2 、 B) を次式(4)により決定する。

[0142] [数4]

$$\begin{aligned} k_1 &= -k_{11} \\ k_2 &= -k_{12} \\ k_3 &= -k_{13} \quad \dots (4) \\ A_1 &= A_{11} \\ A_2 &= A_{12} \\ B &= B_1 \end{aligned}$$

[0143] また、画像 D_{1h} の画素値の符号が負の場合には、所定の係数群 D_{54_h} (k_1 、 k_2 、 k_3 、 A_1 、 A_2 、 B) を次式(5)により決定する。

[0144]

[数5]

$$\begin{aligned}
 k1 &= k21 \\
 k2 &= k22 \\
 k3 &= k23 \quad \dots (5) \\
 A1 &= A21 \\
 A2 &= A22 \\
 B &= B2
 \end{aligned}$$

[0145] 増幅率決定手段55hは、係数群D54hに基づき、次式(6)により水平方向増幅率D103MAhを算出する。

[0146] [数6]

$$G = \begin{cases} 0 & \text{if}(G' < 0) \\ G' & \text{if}(0 \leq G') \end{cases}$$

ただし ... (6)

$$G' = \begin{cases} B + k1 \cdot L & \text{if}(0 \leq L < A1) \\ B + k1 \cdot A1 + k2(L - A1) & \text{if}(A1 \leq L < A2) \\ B + k1 \cdot A1 + k2(A2 - A1) + k3(L - A2) & \text{if}(A2 \leq L) \end{cases}$$

[0147] 係数を代入してみれば明らかなように、画像D1hの画素値の符号が正の場合、式(6)は式(2)と等価となり、画像D1hの画素値の符号が負の場合、式(6)は式(3)と等価になる。したがって、出力される水平方向増幅率D103MAhは、図23で説明した構成によるものと同じである。一方、図26に示した構成をとることで、増幅率決定手段55hにおける演算を単一の関係式で記述することができ、画像D1hの符号に応じて係数を変更するだけで特性を切り替えることが可能となるため、演算の回路規模を削減することができる。さらに、垂直方向増幅率決定手段103MAv、水平方向増幅率決定手段103HAh、及び垂直方向増幅率決定手段103HA vについても同様の構成が可能であり、同等の効果が得られる。

[0148] また、本実施の形態では、入力画像DINの各画素の画素値から演算により増幅率を算出する例を示したが、予め入力画像DINの画素値に対応する増幅率の値をルックアップテーブル(LUT)の形で保持しておくこともできる。このようなLUTを用いた場合には、式(2)や式(3)、あるいは

式（６）の演算を行う必要がなくなるので、水平方向増幅率決定手段１０３ＭＡ_h、垂直方向増幅率決定手段１０３ＭＡ_v、水平方向増幅率決定手段１０３ＨＡ_h、及び垂直方向増幅率決定手段１０３ＨＡ_vにおける処理の簡素化を図ることができる。

[0149] なお、上記の実施の形態では、第１の中間画像処理手段１０３Ｍの第１の水平方向増幅率決定手段１０３ＭＡ_h及び第１の垂直方向増幅率決定手段１０３ＭＡ_vの双方が、図２３、図２４に示すように、入力画像の画素値が大きくなるほど増幅率が小さくなる第１の特性に従って増幅率を出力する第１の増幅率決定手段（５１１_h、５１１_v）と、入力画像の画素値が小さくなるほど増幅率が小さくなる第２の特性に従って増幅率を出力する第２の増幅率決定手段（５１２_h、５１２_v）と、第１の中間画像Ｄ１の画素値の符号を判定する符号判定手段（５２_h、５２_v）と、符号判定手段の判定結果に基づいて第１の増幅率決定手段（５１１_h、５１１_v）が出力する増幅率と第２の増幅率決定手段（５１２_h、５１２_v）が出力する増幅率を選択して出力する選択手段（５３_h、５３_v）を有するが、第１の水平方向増幅率決定手段１０３ＭＡ_h及び第１の垂直方向増幅率決定手段１０３ＭＡ_vいずれか一方のみが上記の構成を有し、他方は異なる構成を有しても良い。

[0150] また、図２６を参照して、第１の水平方向増幅率決定手段１０３ＭＡ_h及び第１の垂直方向増幅率決定手段１０３ＭＡ_vの双方が、第１の中間画像の画素値の符号を判定する符号判定手段（５２_h）と、符号判定手段（５２_h）の判定結果に基づいて所定の係数を出力する係数決定手段（５４_h）と、入力画像の画素値と係数決定手段（５２_h）が出力する係数を用いて増幅率を決定する増幅率決定手段（５５_h）を有することとしても良い旨説明したが、第１の水平方向増幅率決定手段１０３ＭＡ_h及び第１の垂直方向増幅率決定手段１０３ＭＡ_vいずれか一方のみが、上記の構成を有し、他方は異なる構成を有しても良い。

[0151] また、第２の中間画像処理手段１０３Ｈの第２の水平方向増幅率決定手段１０３ＨＡ_h及び第２の垂直方向増幅率決定手段１０３ＨＡ_vについても同

様である。

[0152] 実施の形態 3.

図 27 は本発明の実施の形態 3 による画像処理装置の構成例を示す図である。

[0153] 図示の画像処理装置には、入力画像 IMG_{IN} が入力され、出力画像 IMG_{OUT} が出力される。入力画像 IMG_{IN} はカラー画像であり、輝度成分を表す信号 Y_{IN} （以下、入力輝度画像 Y_{IN} と呼ぶ）と色差成分を表す信号 CR_{IN} 、 CB_{IN} から成る。信号 CR_{IN} （以下、入力 CR 画像 CR_{IN} と呼ぶ）は色差成分のうち C_r 成分を表し、信号 CB_{IN} （以下、入力 CB 画像 CB_{IN} と呼ぶ）は色差成分のうち C_b 成分を表す。出力画像 IMG_{OUT} もカラー画像であり、輝度成分を表す信号 Y_{OUT} （以下、出力輝度画像 Y_{OUT} と呼ぶ）色差成分を表す信号 $CROUT$ 、 $CBOUT$ から成る。信号 $CROUT$ （以下、出力 CR 画像 $CROUT$ と呼ぶ）は色差成分のうち C_r 成分を表し、信号 $CBOUT$ （以下、出力 CB 画像 $CBOUT$ と呼ぶ）は色差成分のうち C_b 成分を表す。

[0154] 実施の形態 3 の画像処理装置は、第 1 の中間画像生成手段 201 と、第 2 の中間画像生成手段 2 と、輝度色差加算手段 205 と、第 1 の中間画像後処理手段 203M と、第 2 の中間画像後処理手段 203H と、加算手段 204 とを有する。

第 1 の中間画像生成手段 201 は、入力輝度画像 Y_{IN} から特定の周波数帯域の成分（即ち第 1 の周波数（第 1 の所定の周波数）から第 2 の周波数（第 2 の所定の周波数）までの成分）を取り出した中間画像（第 1 の中間画像） D_1 を生成する。

第 2 の中間画像生成手段 2 は、中間画像 D_1 に後述する処理を行った中間画像（第 2 の中間画像） D_2 を生成する。

[0155] 輝度色差加算手段 205 は、入力輝度画像 Y_{IN} と、入力 CR 画像 CR_{IN} と、入力 CB 画像 CB_{IN} を後述するように重み付け加算した輝度色差加算画像 YC を生成する。

第1の中間画像後処理手段203Mは、中間画像D1に後述する処理を行った中間画像（第3の中間画像）D203Mを生成する。

第2の中間画像後処理手段203Hは、中間画像D2に後述する処理を行った中間画像（第4の中間画像）D203Hを生成する。

加算手段204は、入力輝度画像YINと、中間画像D203Mと、中間画像D203Hとを加算する。

[0156] 図示の実施の形態の画像処理装置では輝度成分にのみ処理が行われる。即ち出力輝度画像YOUTとして加算手段204の出力画像が出力される一方、出力CR画像CROUTとして入力CR画像CRINがそのまま出力され、出力CB画像CBOUTとして入力CB画像CBINがそのまま出力される。

[0157] 第1の中間画像生成手段201は、実施の形態1における第1の中間画像生成手段1が入力画像DINに対して行う処理と同様の処理を入力輝度画像YINに対して行う。従って、その構成は実施の形態1における第1の中間画像生成手段1と同様にすることが出来る。

[0158] 第2の中間画像生成手段2の動作、構成は、実施の形態1における第1の中間画像生成手段2と同様であるのでその説明は省略する。

[0159] 図28は第1の中間画像処理手段203Mの構成例を示した図であり、図示の第1の中間画像処理手段203Mは、増幅率決定手段203MAと、画素値増幅手段203MBとを有する。増幅率決定手段203MAは、後述の輝度色差加算画像YCの画素値をもとに増幅率D203MAを決定する。

[0160] 画素値増幅手段203MBは、増幅率決定手段203MAにより決定された増幅率D203MAで中間画像D1の画素値を増幅し、その結果を中間画像D203MBとして出力する。そして第1の中間画像処理手段203Mからは中間画像D203MBが中間画像D203Mとして出力される。

[0161] 増幅率決定手段203MAは、水平方向増幅率決定手段203MAhと、垂直方向増幅率決定手段203MAvとを有し、画素値増幅手段203MBは、水平方向画素値増幅手段203MBhと、垂直方向画素値増幅手段20

3MB_vとを有する。水平方向増幅率決定手段203MA_hと、水平方向画素値増幅手段203MB_hとで、第1の水平方向中間画像処理手段203M_hが構成され、垂直方向増幅率決定手段203MA_vと、垂直方向画素値増幅手段203MB_vとで、第1の垂直方向中間画像処理手段203M_vが構成されている。

[0162] 図29は第2の中間画像処理手段203Hの構成例を示した図であり、図示の第2の中間画像処理手段203Hは増幅率決定手段203HAと、画素値増幅手段203HBとを有する。増幅率決定手段203HAは後述の輝度色差加算画像YCの画素値をもとに増幅率D203HAを決定する。

[0163] 画素値増幅手段203HBは、増幅率決定手段203HAにより決定された増幅率D203HAで中間画像D2の画素値を増幅し、その結果を中間画像D203HBとして出力する。そして、第1の中間画像処理手段203Hからは中間画像D203HBが中間画像D203Hとして出力される。

[0164] 増幅率決定手段203HAは、水平方向増幅率決定手段203HA_hと、垂直方向増幅率決定手段203HA_vとを有し、画素値増幅手段203HBは、水平方向画素値増幅手段203HB_hと、垂直方向画素値増幅手段203HB_vとを有する。水平方向増幅率決定手段203HA_hと、水平方向画素値増幅手段203HB_hとで、第2の水平方向中間画像処理手段203H_hが構成され、垂直方向増幅率決定手段203HA_vと、垂直方向画素値増幅手段203HB_vとで、第2の垂直方向中間画像処理手段203H_vが構成されている。

[0165] 加算手段204は、入力輝度画像YINに対し、中間画像D203M及び中間画像D203Hを加算し、出力輝度画像YOUTを生成する。

[0166] 以下、実施の形態3による画像処理装置の詳細な動作について説明を行う。ただし先に述べたように、第1の中間画像生成手段201、及び第2の中間画像生成手段2の動作については実施の形態1と同様であるのでその説明は省略する。

[0167] まず、輝度色差加算手段205の詳細な動作について説明する。輝度色差

加算手段205は各画素について入力輝度画像YINの画素値と、入力CR画像CRINの画素値の絶対値と、入力CB画像CBINの画素値の絶対値とを加算し（加重加算のみにより）、輝度色差加算画像YCを生成する。即ち、輝度色差加算画像YCを、入力輝度画像YIN、入力CR画像CRIN、及び入力CB画像CBINを用いて以下に式により求める。

$$Y C = K y \cdot Y I N + K c r \cdot | C R I N | + K c b \cdot | C B I N |$$

… (7)

ここでKy、Kcr、Kcbは重み付けのための係数である。

[0168] 次に、第1の中間画像処理手段203Mの詳細な動作について説明する。

第1の中間画像処理手段203Mは、増幅率決定手段203MAにおいて輝度色差加算画像YCの画素値をもとに増幅率D203MAを決定する。先に述べた通り、増幅率D203MAに基づいて第1の中間画像D1の画素値が増幅されるが、第1の中間画像D1は、画像D1hと画像D1vから成るので、増幅率D203MAとしては、画像D1hに対する増幅率D203MAhと画像D1vに対する増幅率D203MAvが決定される。即ち、増幅率決定手段203MAは、水平方向増幅率決定手段203MAhと、垂直方向増幅率決定手段203MAvとを有し、水平方向増幅率決定手段203MAhでは輝度色差加算画像YCの画素値をもとに増幅率D203MAhが決定され、垂直方向増幅率決定手段203MAvでは輝度色差加算画像YCの画素値をもとに増幅率D203MAvが決定され、増幅率決定手段203MAからは増幅率D203MAh及び増幅率D203MAvが増幅率D203MAとして出力される。

[0169] 水平方向増幅率決定手段203MAh及び垂直方向増幅率決定手段203MAvの動作についてさらに詳しく説明する。

[0170] 図30(A)～(C)は輝度色差加算画像YC、並びに画像D1h及びD1vを表した図であり、図30(A)が輝度色差加算画像YCを、図30(B)が画像D1hを、図30(C)が画像D1vを表している。また、図30(A)～(C)では画像の水平方向及び垂直方向に合わせて水平座標、垂

直座標及び各座標値が表されている。また、輝度色差加算画像 Y_C については、水平座標 x 、垂直座標 y の位置にある画素の画素値が $Y_C(x, y)$ という記号で表されており、画像 D_{1h} については、水平座標 x 、垂直座標 y の位置にある画素の画素値が $D_{1h}(x, y)$ という記号で表されており、画像 D_{1v} については、水平座標 x 、垂直座標 y の位置にある画素の画素値が $D_{1v}(x, y)$ という記号で表されている。

[0171] 水平方向増幅率決定手段 $203MA_h$ は画像 D_{1h} の各画素に対する増幅率を輝度色差加算画像 Y_C の同一座標の画素値に基づいて決定する。即ち、画素値 $D_{1h}(1, 1)$ に対する増幅率は画素値 $Y_C(1, 1)$ をもとに決定し、画素値 $D_{1h}(1, 2)$ に対する増幅率は画素値 $Y_C(1, 2)$ をもとに決定し、一般化すれば、画素値 $D_{1h}(x, y)$ に対する増幅率は画素値 $Y_C(x, y)$ をもとに決定し、という様に輝度色差加算画像 Y_C の同一座標の画素値をもとに増幅率を決定し、その結果を増幅率 D_{203MA_h} として出力する。

[0172] また、垂直方向増幅率決定手段 $203MA_v$ は画像 D_{1v} の各画素に対する増幅率を輝度色差加算画像 Y_C の同一座標の画素値に基づいて決定する。即ち、画素値 $D_{1v}(1, 1)$ に対する増幅率は画素値 $Y_C(1, 1)$ をもとに決定し、画素値 $D_{1v}(1, 2)$ に対する増幅率は画素値 $Y_C(1, 2)$ をもとに決定し、一般化すれば、画素値 $D_{1v}(x, y)$ に対する増幅率は画素値 $Y_C(x, y)$ をもとに決定し、という様に輝度色差加算画像 Y_C の同一座標の画素値をもとに増幅率を決定し、その結果を増幅率 D_{203MA_v} として出力する。

[0173] 次に、画素値増幅手段 $203MB$ は、増幅率 D_{203MA} に基づいて第1の中間画像 D_1 の画素値を増幅する。第1の中間画像 D_1 は画像 D_{1h} と画像 D_{1v} とから成るので、画素値増幅手段 $203MB$ は、画像 D_{1h} の画素値を増幅するための水平方向画素値増幅手段 $203MB_h$ と、画像 D_{1v} の画素値を増幅するための垂直方向画素値増幅手段 $203MB_v$ とを有する。即ち、水平方向画素値増幅手段 $203MB_h$ は、増幅率 D_{203MA_h} に基

づいて画像D 1 hの画素値を増幅した画像D 2 0 3 M B hを出力し、垂直方向画素値増幅手段2 0 3 M B vは、増幅率D 2 0 3 M A vに基づいて画像D 1 vの画素値を増幅した画像D 2 0 3 M B vを出力する。そして画素値増幅手段2 0 3 M Bからは画像D 2 0 3 M B h及び画像D 2 0 3 M B vが画像D 2 0 3 M Bとして出力される。

[0174] 画像D 2 0 3 M Bが中間画像D 2 0 3 Mとして第1の中間画像処理手段2 0 3 Mから出力される。中間画像D 2 0 3 Mは画像D 2 0 3 M B hに相当する画像D 2 0 3 M hと画像D 2 0 3 M B vに相当する画像D 2 0 3 M vから成る。

以上が第1の中間画像処理手段2 0 3 Mの動作である。

[0175] 次に、第2の中間画像処理手段2 0 3 Hの動作について説明する。図2 8と図2 9を比較すると、第2の中間画像処理手段は、入力信号が輝度色差加算画像Y C、中間画像D 2となっている以外は第1の中間画像処理手段と同様の構成となっており、第2の中間画像処理手段2 0 3 Hは、第1の中間画像処理手段2 0 3 Mが中間画像D 1に対して行ったものと同じ処理を、中間画像D 2に対して行って得た中間画像D 2 0 3 Hを出力する。なお、上述した第1の中間画像処理手段2 0 3 Mの詳細な動作の説明から、第2の中間画像処理手段2 0 3 Hの詳細な動作も明らかであるので、第2の中間画像処理手段2 0 3 Hの詳細な動作の説明は省略する。

[0176] 最後に加算手段2 0 4の動作について説明する。加算手段2 0 4は、入力輝度画像Y I Nと中間画像D 2 0 3 Mと中間画像D 2 0 3 Hとを加算した出力輝度画像Y O U Tを生成する。加算手段2 0 4の出力輝度画像Y O U T、並びに出力C R画像C R O U T及び出力C B画像C B O U Tから成る出力画像I M G O U Tが最終的な出力画像として、画像処理装置から出力される。

[0177] 中間画像D 2 0 3 Mは画像D 2 0 3 M h及び画像D 2 0 3 M vから成っており、中間画像D 2 0 3 Hは画像D 2 0 3 H h及び画像D 2 0 3 H vから成っているので、入力輝度画像Y I N、中間画像D 2 0 3 M、及び中間画像D 2 0 3 Hを加算するとは、入力輝度画像Y I Nに対し、画像D 2 0 3 M h、

D203Mv、D203Hh、及びD203Hvの全てを加算することを意味する。

[0178] ここで、加算手段204での加算処理は単純加算に限らず重み付け加算を行なっても良い。即ち、画像D203Mh、D203Mv、D203Hh、及びD203Hvの各々をそれぞれ異なる増幅率で増幅してから入力輝度画像YINに加算してもよい。

[0179] 以下、本実施の形態における画像処理装置を画像表示装置の一部として利用する例について説明する。この説明を通じて、本実施の形態における画像処理装置の作用、効果も明らかなものとなるであろう。

[0180] 図31は本実施の形態における画像処理装置を利用した画像表示装置を示し、図示の画像表示装置においては、モニタU203上に原画IMGORGに対応した画像が表示される。

[0181] カラー画像拡大手段U201は、原画IMGORGの画像サイズがモニタU203の画像サイズより小さい場合、原画IMGORGを拡大した画像IMGU201を出力する。ここで画像の拡大は例えばハイキュービック法などにより行なうことができる。

[0182] 本実施の形態における画像処理装置U202は、画像IMGU201を入力画像IMGINとし、入力画像IMGINに対し、先に説明した処理を行った画像DU202を出力する。そしてモニタU203上には画像DU202が表示される。

[0183] なお、画像DU202は輝度信号(Y)と色差信号(Cr、Cb)に分かれている(以下、YCbCr形式と呼ぶこともある)ので、通常、モニタU203に表示される前に赤(R)緑(G)青(B)の色信号(以下RGB形式と呼ぶこともある)に変換される。YCbCr形式とRGB形式の間の変換は例えば国際電気通信連合による勧告ITU-R BT601等に記載されており、RGB形式からYCbCr形式への変換は

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

$$Cr = 0.500R - 0.419G - 0.081B$$

$$C_b = -0.169R - 0.331G + 0.500B$$

$$\dots (8)$$

により行なわれ、YCbCr形式からRGB形式への変換は

$$R = 1.000Y + 1.402Cr + 0.000Cb$$

$$G = 1.000Y - 0.714Cr - 0.344Cb$$

$$B = 1.000Y + 0.000Cr + 1.772Cb$$

$$\dots (9)$$

により行なわれる。なお、式(8)、式(9)に示した係数は一例であって、本実施の形態はこれらに限定されない。また、入力画像が8ビットデータの場合、Cr、Cbの値は通常-127以上128以下の範囲に丸め込まれる。

[0184] 以下、原画IMGORGは、水平方向及び垂直方向ともにその画素数がモニタU203の画素数の半分であるとして、まずカラー画像拡大手段U201の動作、作用について説明を行う。

[0185] カラー画像拡大手段U201は原画IMGORGの輝度成分を表す画像YORGを拡大した画像DU201Yを生成する画像拡大手段U201Yと、Cr成分を表す画像CORGを拡大した画像DU201CRを生成する画像拡大手段U201CRと、Cb成分を表す画像CBORGを拡大した画像DU201CBを生成する画像拡大手段U201CBとを有する。なお、画像拡大手段U201Y、画像拡大手段U201CR、及び画像拡大手段U201CBの構成、動作はいずれも、実施の形態1に関し、図10を参照して説明した画像拡大手段U1と同じにすることができるので詳しい説明は省略する。

[0186] 実施の形態1に関して説明したように、中間画像D1及び中間画像D2を入力画像DINに加算することで画像の強調処理を行うことが可能である。

本実施の形態では、第1及び第2の中間画像D1及びD2を入力画像YINに加算するわけではないが、以下、仮に第1及び第2の中間画像を加算した場合に得られる効果について説明し、その後で、第1及び第2の中間画像

D 1 及び D 2 の代わりに、第 3 及び第 4 の中間画像 D 2 0 3 M 及び D 2 0 3 H を加算することによる効果について説明する。

[0187] まず、中間画像 D 1 を加算することの効果について述べる。実施の形態 1 との対比から明らかなように、中間画像 D 1 は入力輝度画像 Y I N の持つ高周波数成分から折り返し成分を取り除いたものであり、図 3 2 (E) に示すように原画 D O R G のナイキスト周波数の近傍の高周波数成分に対応している。図 3 2 (D) で説明したとおり、原画 D O R G のナイキスト周波数の近傍のスペクトル強度は画像拡大手段 U 2 0 1 での拡大処理によって弱められているので、中間画像 D 1 を加算することで、拡大処理によって弱められたスペクトル強度を補うことができる。また、中間画像 D 1 から、折り返し成分は取り除かれているので、オーバーシュートやジャギーあるいはリングングといった偽の信号を強調することはない。

[0188] 次に中間画像 D 2 を加算することの効果について述べる。実施の形態 1 との対比から明らかなように、中間画像 D 2 はサンプリング間隔 S 1 に対応した高周波数成分である。したがって画像 D 2 を加算することで原画 D O R G のナイキスト周波数以上の帯域の高周波数成分を与えることができ、従って、画像の解像感を増すことができる。

[0189] まとめると中間画像 D 1 と画像 D 2 を入力輝度画像 Y I N に加算することで、折り返し成分を強調することなく高周波数成分を加算することが可能となる。また、人間の視覚特性上、画像の解像感に関しては輝度成分から得られる情報が支配的であるため、上記の処理によって画像の解像感を高めることが可能となる。

[0190] ところで、上記の説明の様に生成した高周波数成分を入力輝度画像 Y I N に加算することで画像の鮮鋭感を増し、画質を向上することが可能であるが、高周波数成分の加算を過度に行うとかえって画質の低下を招くことがある。すなわち、実施の形態 1 との対比から明らかなように、入力輝度画像 Y I N にステップエッジ状の輝度変化があった場合、オーバーシュートやアンダーシュートが発生する場合がある。

- [0191] 特に入力輝度画像 Y_{IN} においてオーバーシュートが発生すると輝度信号が必要以上に大きくなる。式 (9) から、輝度信号 (Y) の値が大きくなると RGB 形式へ変換した場合、 R 、 G 、 B を表す各式の右辺の第 1 項が大きくなるので、結果的に R 、 G 、 B とも大きな値になることがわかる。
- [0192] R 、 G 、 B とも大きな値になるということは白色に近づくことを意味する。白色に近づくとは言い換えれば色が薄くなるということである。もともと無彩色に近い部分で色が薄くなっても相対的に目立たないが、有彩色のエッジ付近で色が薄くなると、エッジの周りのみ色が薄くなり、不自然な感じを与える。
- [0193] 言い換えると、有彩色の部分に中間画像 D_1 や中間画像 D_2 によって加算される輝度の大きさ (以下、補正量) が必要以上に大きくなると、これら画質の低下が発生しやすくなると考えられる。そこで有彩色の部分において中間画像 D_1 や中間画像 D_2 による補正量が必要以上に大きくならないよう調整すればよいと考えられる。
- [0194] その方法として例えば有彩色かつ中間画像 D_1 や中間画像 D_2 によって与えられる補正量が大きくなる部分を検出し、検出された箇所では、中間画像 D_1 や中間画像 D_2 による補正量が小さくなるよう適宜ゲインをかけることで、補正量が必要以上に大きくならないようにする方法が考えられる。
- [0195] 有彩色であるかどうかは彩度 (C_r 、 C_b の 2 乗和の平方根で表すことができる) で判定することができる。即ち、有彩色では彩度は大きな値となる。また C_r 、 C_b の 2 乗和の平方根は C_r 、 C_b の絶対値の和で近似することが出来る。 C_r あるいは C_b の絶対値が大きくなれば C_r 、 C_b の 2 乗和の平方根も大きくなるからである。また、2 乗和の平方根を計算するより、絶対値の和を計算する方が簡単であるため、回路規模も小さくて済む。
- [0196] 中間画像 D_1 や中間画像 D_2 によって与えられる補正量が大きくなるかどうかは入力輝度画像 Y_{IN} の画素値に基づいてある程度判断することが可能である。理由を以下に述べる。
- [0197] 中間画像 D_1 は入力輝度画像 Y_{IN} に対してハイパスフィルタ処理を行っ

た後、ローパスフィルタ処理を行うことで生成される。ここでハイパスフィルタ処理は入力輝度画像 YIN の各画素値から局所的な平均値を引くことに相当する。したがって入力輝度画像 YIN において注目する画素の画素値が大きいと、その画素に対して与えられるハイパスフィルタ処理後の出力値も大きな正の値となる可能性が高い。

[0198] 一方、ローパスフィルタ処理は入力されるデータの局所的な平均値を求めることと同じである。したがってハイパスフィルタ処理の出力値が大きな正の値になっているとローパスフィルタ処理の出力値も大きな正の値となる可能性が高い。

[0199] また、中間画像 $D2$ は中間画像 $D1$ に対し、非線形処理手段 $2A$ で非線形処理を行った後、高周波数成分画像生成手段 $2B$ においてハイパスフィルタ処理を行うことで得られる。非線形処理手段 $2A$ ではゼロクロス点の近傍のみ中間画像 $D1$ を増幅させるので、基本的に中間画像 $D1$ が大きな正の値を持っていると非線形処理手段 $2A$ の出力する画像 $D2A$ も大きな正の値を持っていると考えられる。画像 $D2A$ が大きな正の値を持っている場合、画像 $D2A$ に対するハイパスフィルタ処理結果である中間画像 $D2$ も大きな正の値をもつ可能性が高い。

[0200] 以上をまとめると、入力輝度画像 YIN の画素値が大きい場合、中間画像 $D1$ や中間画像 $D2$ の画素値も大きな正の値となる可能性が高い。言い換えると入力輝度画像 YIN の画素値が大きい場合、中間画像 $D1$ や中間画像 $D2$ によって与えられる補正量が大きくなるとある程度判断することが可能である。

[0201] 上記の理由から入力輝度画像 YIN の画素値、入力 CR 画像 $CRIN$ の画素値の絶対値、及び入力 CB 画像 $CBIN$ の画素値の絶対値のいずれかが大きい画素では、補正量が大きくなり、 RGB 形式に直した場合に色が薄くなるという不具合が起きうると考えられる。

[0202] また、入力輝度画像 YIN の画素値、入力 CR 画像 $CRIN$ の画素値の絶対値、及び入力 CB 画像 $CBIN$ の画素値の絶対値のいずれかが大きい場合

、その加重加算値も大きな値となる。

[0203] そこで本実施の形態は、式（７）により入力輝度画像 Y_{IN} の画素値、入力 CR 画像 CR_{IN} の画素値の絶対値、及び入力 CB 画像 CB_{IN} の画素値の絶対値を加重加算し、輝度色差加算画像 YC を生成し、輝度色差加算画像 YC の画素値が大きくなるほど中間画像 D_1 や中間画像 D_2 にかける増幅率を小さくすることで、有彩色のエッジ付近で色が薄くなるという不具合を回避することとしたものである。

[0204] このような、増幅率（ $GAIN$ ）と輝度色差加算画像 YC の画素値（ L ）の関係は例えば

[数7]

$$GAIN = \begin{cases} 0 & \text{if}(G' < 0) \\ G' & \text{if}(0 \leq G') \end{cases}$$

ただし

$$G' = \begin{cases} B - k_1 \cdot L & \text{if}(0 \leq L < A_1) \\ B - k_1 \cdot A_1 - k_2(L - A_1) & \text{if}(A_1 \leq L < A_2) \\ B - k_1 \cdot A_1 - k_2(A_2 - A_1) - k_3(L - A_2) & \text{if}(A_2 \leq L) \end{cases} \quad \dots (10)$$

と表される。

[0205] 図 33 は、式（１０）で表される増幅率（ $GAIN$ ）と輝度色差加算画像 YC の画素値（ L ）の関係を示す図である。輝度色差加算画像 YC の画素値が 0 の場合はある所定の値 B をとり、画素値が 0 からある値 A_1 の間は傾き k_1 で減少していき、画素値が A_1 からある値 A_2 の間は傾き k_2 で減少していき、画素値が A_1 以上の場合は傾き k_3 で減少していく。

[0206] 要するに、図 33 あるいは式（１０）に示すような、輝度色差加算画像 YC の画素値が大きくなるほど増幅率が減少するような単調減少の関数に基づいて、増幅率 $D203MA$ あるいは増幅率 $D203HA$ を決定することで、有彩色のエッジ付近で色が薄くなるという不具合を防止する処理が可能となる。

[0207] 以上のように実施の形態 3 による画像処理装置では、有彩色のエッジ付近で色が薄くなるという不具合の発生を抑えつつ、画像の強調処理を行うこと

ができる。有彩色のエッジ付近で色が薄くなると視覚特性上不自然に感じられるので、実施の形態 3 による画像処理装置では、視覚特性上も非常に好ましいものである。

[0208] また、実施の形態 3 による画像処理装置では、有彩色のエッジ付近で色が薄くなるという不具合の発生を抑えるために第 1 の中間画像処理手段 203M 及び第 2 の中間画像処理手段 203H において、中間画像 D1 及び中間画像 D2 に対する増幅率を決定しているが、その際必要になる情報は入力輝度画像 YIN の画素値、入力 CR 画像 CRIN の画素値の絶対値、及び入力 CB 画像 CBIN の画素値の絶対値の加重加算値のみである。したがって簡単な回路で増幅率を決定することが可能であり、回路規模の増加も少なくて済む。

[0209] また、第 1 の中間画像処理手段 203M 及び第 2 の中間画像処理手段 203H で決定される増幅率と輝度色差加算画像 YC の画素値の関係は本実施の形態で説明したものに留まらず、輝度色差加算画像 YC の画素値が大きくなるほど増幅率が減少するものであればよい。

[0210] 実施の形態 4.

図 34 は本発明の実施の形態 4 による画像処理装置の構成例を示す図である。

[0211] 図示の画像処理装置には、実施の形態 3 について説明したのと同様に、入力画像 IMGIN が入力され、出力画像 IMGOUT が出力される。入力画像 IMGIN はカラー画像であり、入力輝度画像 YIN と、入力 CR 画像 CRIN と、入力 CB 画像 CBIN から成る。出力画像 IMGOUT もカラー画像であり、出力輝度画像 YOUT と、出力 CR 画像 CROUT と、出力 CB 画像 CBOUT から成る。

[0212] 実施の形態 4 の画像処理装置は、第 1 の中間画像生成手段 201 と、第 2 の中間画像生成手段 2 と、輝度色差加算手段 205 と、第 1 の中間画像処理手段 303M と、第 2 の中間画像処理手段 303H と、加算手段 204 とを有する。

[0213] 第1の中間画像生成手段201、第2の中間画像生成手段2、輝度色差加算手段205、及び加算手段204の構成、動作は、それぞれ実施の形態3における同じ符号の手段と同様である。

[0214] 第1の中間画像処理手段303Mは、中間画像D1に後述する処理を行った中間画像（第3の中間画像）D303Mを生成する。

第2の中間画像処理手段303Hは、中間画像D2に後述する処理を行った中間画像（第4の中間画像）D303Hを生成する。

[0215] 図示の実施の形態の画像処理装置では輝度成分にのみ処理が行われる。即ち出力輝度画像YOUTとして加算手段204の出力画像が出力される一方、出力CR画像CROUTとして入力CR画像CRINがそのまま出力され、出力CB画像CBOUTとして入力CB画像CBINがそのまま出力される。

[0216] 図35は第1の中間画像処理手段303Mの構成例を示した図であり、図示の第1の中間画像処理手段303Mは、増幅率決定手段303MAと、画素値増幅手段303MBとを有する。増幅率決定手段303MAは、後述の輝度色差加算画像YCの画素値をもとに増幅率D303MAを決定する。画素値増幅手段303MBは、増幅率決定手段303MAにより決定された増幅率D303MAで中間画像D1の画素値を増幅し、その結果を中間画像D303MBとして出力する。そして第1の中間画像処理手段303Mからは中間画像D303MBが中間画像D303Mとして出力される。

[0217] 増幅率決定手段303MAは、水平方向増幅率決定手段303MA_hと、垂直方向増幅率決定手段303MA_vとを有し、画素値増幅手段303MBは、水平方向画素値増幅手段303MB_hと、垂直方向画素値増幅手段303MB_vとを有する。水平方向増幅率決定手段303MA_hと、水平方向画素値増幅手段303MB_hとで、第1の水平方向中間画像処理手段303M_hが構成され、垂直方向増幅率決定手段303MA_vと、垂直方向画素値増幅手段303MB_vとで、第1の垂直方向中間画像処理手段303M_vが構成されている。

[0218] 図36は第2の中間画像処理手段303Hの構成例を示した図であり、図示の第2の中間画像処理手段303Hは増幅率決定手段303HAと、画素値増幅手段303HBとを有する。増幅率決定手段303HAは後述の輝度色差加算画像YCの画素値をもとに増幅率D303HAを決定する。

[0219] 画素値増幅手段303HBは、増幅率決定手段303HAにより決定された増幅率D303HAで中間画像D2の画素値を増幅し、その結果を中間画像D303HBとして出力する。そして、第1の中間画像処理手段303Hからは中間画像D303HBが中間画像D303Hとして出力される。

[0220] 増幅率決定手段303HAは、水平方向増幅率決定手段303HAhと、垂直方向増幅率決定手段303HAVとを有し、画素値増幅手段303HBは、水平方向画素値増幅手段303HBhと、垂直方向画素値増幅手段303HBvとを有する。水平方向増幅率決定手段303HAhと、水平方向画素値増幅手段303HBhとで、第2の水平方向中間画像処理手段303Hhが構成され、垂直方向増幅率決定手段303HAVと、垂直方向画素値増幅手段303HBvとで、第2の垂直方向中間画像処理手段303Hvが構成されている。

[0221] 以下、実施の形態4による画像処理装置の詳細な動作について説明を行う。

なお、第1の中間画像生成手段201、第2の中間画像生成手段2、輝度色差加算手段205、加算手段204の詳細な動作については、実施の形態3に記載のものと同様であるのでその説明は省略する。

[0222] まず、第1の中間画像処理手段303Mの詳細な動作について説明する。

第1の中間画像処理手段303Mは、増幅率決定手段303MAにおいて輝度色差加算画像YCの画素値と中間画像D1の画素値の符号sD1をもとに増幅率D303MAを決定する。ここで、第1の中間画像D1は、画像D1hと画像D1vから成るので、符号sD1は画像D1hの符号を表す符号sD1hと画像D1vの符号を表す符号sD1vから成る。先に述べた通り、増幅率D303MAに基づいて第1の中間画像D1の画素値が増幅される

が、第1の中間画像D1は、画像D1hと画像D1vから成るので、増幅率D303MAとしては、画像D1hに対する増幅率D303MAhと画像D1vに対する増幅率D303MAvが決定される。即ち、増幅率決定手段303MAは、水平方向増幅率決定手段303MAhと、垂直方向増幅率決定手段303MAvとを有し、水平方向増幅率決定手段303MAhでは輝度色差加算画像YCの画素値と画像D1hの画素値の符号sD1hをもとに増幅率D303MAhが決定され、垂直方向増幅率決定手段303MAvでは輝度色差加算画像YCの画素値と画像D1vの画素値の符号sD1vをもとに増幅率D303MAvが決定され、増幅率決定手段303MAからは増幅率D303MAh及び増幅率D303MAvが増幅率D303MAとして出力される。

[0223] 水平方向増幅率決定手段303MAh及び垂直方向増幅率決定手段303MAvの動作についてさらに詳しく説明する。

[0224] 図37(A)～(E)は輝度色差加算画像YC、並びに画像D1h及びD1v、画像D1hの画素値の符号sD1h、画像D1vの画素値の符号sD1vを表した図であり、図37(A)が輝度色差加算画像YCを、図37(B)が画像D1hを、図37(C)が画像D1vを、図37(D)が符号sD1hを、図37(E)が符号sD1vを表している。また、図37(A)～(E)では画像の水平方向及び垂直方向に合わせて水平座標、垂直座標及び各座標値が表されている。また、輝度色差加算画像YCについては、水平座標x、垂直座標yの位置にある画素の画素値がYC(x,y)という記号で表されており、画像D1hについては、水平座標x、垂直座標yの位置にある画素の画素値がD1h(x,y)という記号で表されており、画像D1vについては、水平座標x、垂直座標yの位置にある画素の画素値がD1v(x,y)という記号で表されている。画像D1hの画素値の符号sD1hについては、水平座標x、垂直座標yの位置にある画素の符号がsD1h(x,y)という記号で表されており、画像D1vの画素値の符号sD1vについては、水平座標x、垂直座標yの位置にある画素の符号がsD1v(x,y)とい

う記号で表されている。

[0225] 水平方向増幅率決定手段303MA_hは画像D1_hの各画素に対する増幅率を輝度色差加算画像YCの同一座標の画素値と画像D1_hの同一座標の画素値の符号に基づいて決定する。即ち、画素値D1_h(11)に対する増幅率は画素値YC(11)と符号sD1_h(11)をもとに決定し、画素値D1_h(12)に対する増幅率は画素値YC(12)と符号sD1_h(12)をもとに決定し、一般化すれば、画素値D1_h(x y)に対する増幅率は画素値YC(x y)と符号sD1_h(x y)をもとに決定し、という様に輝度色差加算画像YCの同一座標の画素値と画像D1_hの同一座標の画素値の符号をもとに増幅率を決定し、その結果を増幅率D303MA_hとして出力する。

[0226] また、垂直方向増幅率決定手段303MA_vは画像D1_vの各画素に対する増幅率を輝度色差加算画像YCの同一座標の画素値と画像D1_vの同一座標の画素値の符号に基づいて決定する。即ち、画素値D1_v(11)に対する増幅率は画素値YC(11)と符号sD1_v(11)をもとに決定し、画素値D1_v(12)に対する増幅率は画素値YC(12)と符号sD1_v(12)をもとに決定し、一般化すれば、画素値D1_v(x y)に対する増幅率は画素値YC(x y)と符号sD1_v(x y)をもとに決定し、という様に輝度色差加算画像YCの同一座標の画素値と画像D1_vの同一座標の画素値の符号をもとに増幅率を決定し、その結果を増幅率D303MA_vとして出力する。

[0227] 次に、画素値増幅手段303MBは、増幅率D303MAに基づいて第1の中間画像D1の画素値を増幅する。第1の中間画像D1は画像D1_hと画像D1_vとから成るので、画素値増幅手段303MBは、画像D1_hの画素値を増幅するための水平方向画素値増幅手段303MB_hと、画像D1_vの画素値を増幅するための垂直方向画素値増幅手段303MB_vとを有する。即ち、水平方向画素値増幅手段303MB_hは、増幅率D303MA_hに基づいて画像D1_hの画素値を増幅した画像D303MB_hを出力し、垂直方

向画素値増幅手段 303MB_vは、増幅率 D303MA_vに基づいて画像 D1_vの画素値を増幅した画像 D303MB_vを出力する。そして画素値増幅手段 303MBからは画像 D303MB_h及び画像 D303MB_vが画像 D303MBとして出力される。

[0228] 画像 D303MBが中間画像 D303Mとして第1の中間画像処理手段 303Mから出力される。中間画像 D303Mは画像 D303MB_hに相当する画像 D303M_hと画像 D303MB_vに相当する画像 D303M_vから成る。

以上が第1の中間画像処理手段 303Mの動作である。

[0229] 次に、第2の中間画像処理手段 303Hの動作について説明する。図35と図36を比較すると、第2の中間画像処理手段は、入力信号が輝度色差加算画像 Y_C、中間画像 D2となっている以外は第1の中間画像処理手段と同様の構成となっており、第2の中間画像処理手段 303Hは、第1の中間画像処理手段 303Mが中間画像 D1に対して行ったものと同じ処理を、中間画像 D2に対して行って得た中間画像 D303Hを出力する。なお、上述した第1の中間画像処理手段 303Mの詳細な動作の説明から、第2の中間画像処理手段 303Hの詳細な動作も明らかであるので、第2の中間画像処理手段 303Hの詳細な動作の説明は省略する。

[0230] 以下、本実施の形態における画像処理装置を画像表示装置の一部として利用する例について説明する。なお、本実施の形態における画像処理装置は例えば、図31に示す画像表示装置の一部として利用できる。

[0231] 実施の形態3に関して述べたように中間画像 D1と中間画像 D2を入力輝度画像 Y_INに加算することで、折り返し成分を強調することなく高周波数成分を加算することが可能となり、画像の解像感を高めることが可能となる。

[0232] 上記の説明の様に生成した高周波数成分を入力画像に加算することで画像の鮮鋭感を増し、画質を向上することが可能であるが、高周波数成分の加算を過度に行うと入力輝度画像 Y_INがステップエッジ状に変化している

箇所オーバーシュートやアンダーシュートが発生し、かえって画質の低下を招くことがある。

[0233] オーバーシュートが発生するのは中間画像D 1や中間画像D 2の画素値の符号が正の場合であり、アンダーシュートが発生するのは中間画像D 1や中間画像D 2の画素値の符号が負の場合である。

[0234] 以下、オーバーシュートが発生した場合の不具合、アンダーシュートが発生した場合の不具合を個別に考えるとともに、本実施の形態によってそれを如何に防止するかについて述べる。

まず、オーバーシュートに関して述べる。

[0235] 入力輝度画像Y I Nにおいてオーバーシュートが発生すると輝度信号が必要以上に大きくなる。式(9)から、輝度信号(Y)の値が大きくなるとRGB形式へ変換した場合、R、G、Bを表す各式の右辺の第1項が大きくなるので、結果的にR、G、Bともに大きな値になることがわかる。

[0236] R、G、Bともに大きな値になるということは白色に近づくことを意味する。白色に近づくとは言い換えれば色が薄くなるということである。もともと無彩色に近い部分で色が薄くなっても相対的に目立たないが、有彩色のエッジ付近で色が薄くなると、エッジの周りのみ色が薄くなり、不自然な感じを与える。

[0237] 言い換えると、中間画像D 1や中間画像D 2の画素値の符号が正の場合、有彩色の部分に中間画像D 1や中間画像D 2によって加算される輝度の大きさ(以下、補正量)が必要以上に大きくなると、これら画質の低下が発生しやすくなると考えられる。そこで有彩色の部分において中間画像D 1や中間画像D 2による補正量が必要以上に大きくならないよう調整すればよいと考えられる。

[0238] その方法として例えば中間画像D 1や中間画像D 2の画素値の符号が正の場合、有彩色かつ中間画像D 1や中間画像D 2によって与えられる補正量が大きくなる部分を検出し、検出された箇所では、中間画像D 1や中間画像D 2による補正量が小さくなるよう適宜ゲインをかけることで、補正量が必要

以上に大きくならないようにする方法が考えられる。

- [0239] 有彩色であるかどうかは彩度 (C_r 、 C_b の2乗和の平方根で表すことができる) で判定することができる。即ち、有彩色では彩度は大きな値となる。また C_r 、 C_b の2乗和の平方根は C_r 、 C_b の絶対値の和で近似することが出来る。 C_r あるいは C_b の絶対値が大きくなれば C_r 、 C_b の2乗和の平方根も大きくなるからである。また、2乗和の平方根を計算するより、絶対値の和を計算する方が簡単であるため、回路規模も小さくて済む。
- [0240] 中間画像D1や中間画像D2によって与えられる補正量が大きくなるかどうかは入力輝度画像YINの画素値に基づいてある程度判断することが可能である。理由を以下に述べる。
- [0241] 中間画像D1は入力輝度画像YINに対してハイパスフィルタ処理を行った後、ローパスフィルタ処理を行うことで生成される。ローパスフィルタ処理は入力されるデータの局所的な平均値を求めることと同じである。したがってハイパスフィルタ処理の出力値が大きな正の値になっているとローパスフィルタ処理の出力値も大きな正の値となる可能性が高く、中間画像D1によって与えられる補正量も大きな値となりやすい。
- [0242] 一方、ハイパスフィルタ処理は入力輝度画像YINの各画素値から局所的な平均値を引くことに相当する。したがって、入力輝度画像YINにおいて注目する画素の画素値が大きな値を持っており、その周辺の画素の画素値が小さいと、その画素に対して与えられるハイパスフィルタ処理後の出力値も大きな正の値となる。
- [0243] 逆に入力輝度画像YINにおいて注目する画素の画素値が小さな値を持っていると、ハイパスフィルタ処理後の出力値が大きな正の値にはならない。
- [0244] したがって入力輝度画像YINにおいて注目する画素の画素値が大きいと、その画素に対して与えられるハイパスフィルタ処理後の出力値も大きな正の値となる可能性が高い。
- [0245] 一方、ローパスフィルタ処理は入力されるデータの局所的な平均値を求めることと同じである。したがってハイパスフィルタ処理の出力値が大きな正

の値になっているとローパスフィルタ処理の出力値も大きな正の値となる可能性が高い。

[0246] 以上をまとめると、入力輝度画像 Y_{IN} において注目する画素の画素値が大きいと、中間画像 D_1 によって与えられる補正量も大きな値となりやすい。

[0247] また、中間画像 D_2 は中間画像 D_1 に対し、非線形処理手段 $2A$ で非線形処理を行った後、高周波数成分画像生成手段 $2B$ においてハイパスフィルタ処理を行うことで得られる。非線形処理手段 $2A$ ではゼロクロス点の近傍のみ中間画像 D_1 を増幅させるので、基本的に中間画像 D_1 が大きな正の値を持っていると非線形処理手段 $2A$ の出力する画像 D_{2A} も大きな正の値を持っていると考えられる。画像 D_{2A} が大きな正の値を持っている場合、画像 D_{2A} に対するハイパスフィルタ処理結果である中間画像 D_2 も大きな正の値をもつ可能性が高い。

[0248] 以上をまとめると、入力輝度画像 Y_{IN} の画素値が大きい場合、中間画像 D_1 や中間画像 D_2 の画素値も大きな正の値となる可能性が高い。言い換えると入力輝度画像 Y_{IN} の画素値が大きい場合、中間画像 D_1 や中間画像 D_2 によって与えられる補正量が大きくなるとある程度判断することが可能である。

[0249] 上記の理由から入力輝度画像 Y_{IN} の画素値、入力 CR 画像 CR_{IN} の画素値の絶対値、及び入力 CB 画像 CB_{IN} の画素値の絶対値のいずれかが大きい画素では、補正量が大きくなり、 RGB 形式に直した場合に色が薄くなるという不具合が起きうると考えられる。

[0250] また、入力輝度画像 Y_{IN} の画素値、入力 CR 画像 CR_{IN} の画素値の絶対値、及び入力 CB 画像 CB_{IN} の画素値の絶対値のいずれかが大きい場合、その加重加算値も大きな値となる。

[0251] そこで本実施の形態は、式 (7) により入力輝度画像 Y_{IN} の画素値、入力 CR 画像 CR_{IN} の画素値の絶対値、及び入力 CB 画像 CB_{IN} の画素値の絶対値を加重加算し、輝度色差加算画像 YC を生成し、中間画像 D_1 や中

間画像 D 2 の画素値の符号が正の場合、輝度色差加算画像 Y C の画素値が大きくなるほど中間画像 D 1 や中間画像 D 2 にかかる増幅率を小さくすることで、有彩色のエッジ付近で色が薄くなるという不具合を回避することとしたものである。

[0252] このような、増幅率 (G A I N) と輝度色差加算画像 Y C の画素値 (L) の関係は例えば

[数8]

$$GAIN = \begin{cases} 0 & \text{if}(G' < 0) \\ G' & \text{if}(0 \leq G') \end{cases}$$

ただし

… (11)

$$G' = \begin{cases} pB - pk1 \cdot L & \text{if}(0 \leq L < pA1) \\ pB - pk1 \cdot pA1 - pk2(L - pA1) & \text{if}(pA1 \leq L < pA2) \\ pB - pk1 \cdot pA1 - pk2(pA2 - pA1) - pk3(L - pA2) & \text{if}(pA2 \leq L) \end{cases}$$

と表される。

[0253] 図 38 (A) は、式 (11) で表される増幅率 (G A I N) と輝度色差加算画像 Y C の画素値 (L) の関係を示す図である。輝度色差加算画像 Y C の画素値が 0 の場合はある所定の値 p B をとり、画素値が 0 からある値 p A 1 の間は傾き p k 1 で減少していき、画素値が p A 1 からある値 p A 2 の間は傾き p k 2 で減少していき、画素値が p A 2 以上の場合は傾き p k 3 で減少していく。

[0254] 要するに、図 38 (A) あるいは式 (11) に示すような、輝度色差加算画像 Y C の画素値が大きくなるほど増幅率が減少するような単調減少の関数に基づいて、増幅率 D 3 0 3 M A あるいは増幅率 D 3 0 3 H A を決定することで、有彩色のエッジ付近で色が薄くなるという不具合を防止する処理が可能となる。

[0255] 次に、アンダーシュートに関して述べる。

入力輝度画像 Y I N にアンダーシュートが発生すると輝度信号が必要以上に小さくなる。式 (9) から、輝度信号 (Y) の値が小さくなると R G B 形式へ変換した場合、R、G、B を表す各式の右辺の第 1 項が小さくなるので

、結果的にR、G、Bともに小さな値になることがわかる。

[0256] R、G、Bともに小さな値になるということは黒色に近づくことを意味する。エッジ付近で色が黒くなると、エッジを縁取るような黒い偽の輪郭が現れ、不自然な感じを与える。

[0257] 言い換えると、中間画像D 1や中間画像D 2の画素値の符号が負の場合、中間画像D 1や中間画像D 2によって減算される輝度の大きさ（以下、補正量）が必要以上に大きな値になると、これら画質の低下が発生しやすくなると考えられる。そこで中間画像D 1や中間画像D 2の画素値の符号が負の場合、補正量が必要以上に大きくならないよう調整すればよいと考えられる。

[0258] その方法として例えば中間画像D 1や中間画像D 2の画素値の符号が負の場合、補正量が大きくなる部分を検出し、検出された箇所では、中間画像D 1や中間画像D 2による補正量が小さくなるよう適宜ゲインをかけることで、補正量が必要以上に大きくならないようにする方法が考えられる。

[0259] 中間画像D 1や中間画像D 2によって与えられる補正量が大きくなる（絶対値の大きな負の値になる）かどうかは入力輝度画像Y I Nの画素値に基づいてある程度判断することが可能である。理由を以下に述べる。

[0260] 中間画像D 1は入力輝度画像Y I Nに対してハイパスフィルタ処理を行った後、ローパスフィルタ処理を行うことで生成される。ここでハイパスフィルタ処理は入力輝度画像Y I Nの各画素値から局所的な平均値を引くことに相当する。したがって入力輝度画像Y I Nにおいて注目する画素の画素値が小さいと、その画素に対して与えられるハイパスフィルタ処理後の出力値は絶対値の大きな負の値となる可能性が高い。

[0261] 一方、ローパスフィルタ処理は入力されるデータの局所的な平均値を求めることと同じである。したがってハイパスフィルタ処理の出力値が絶対値の大きな負の値になっているとローパスフィルタ処理の出力値も絶対値の大きな負の値となる可能性が高い。

[0262] また、中間画像D 2は中間画像D 1に対し、非線形処理手段2 Aで非線形処理を行った後、高周波数成分画像生成手段2 Bにおいてハイパスフィルタ

処理を行うことで得られる。非線形処理手段 2 A ではゼロクロス点の近傍のみ中間画像 D 1 を増幅させるので、基本的に中間画像 D 1 が絶対値の大きな負の値を持っていると非線形処理手段 2 A の出力する画像 D 2 A も絶対値の大きな負の値を持っていると考えられる。画像 D 2 A が絶対値の大きな負の値を持っている場合、画像 D 2 A に対するハイパスフィルタ処理結果である中間画像 D 2 も絶対値の大きな負の値をもつ可能性が高い。

[0263] 以上をまとめると、入力輝度画像 Y I N の画素値が小さい場合、中間画像 D 1 や中間画像 D 2 の画素値も小さな負の値となる可能性が高い。言い換えると入力輝度画像 Y I N の画素値が小さい場合、中間画像 D 1 や中間画像 D 2 によって与えられる補正量が大きな値になるとある程度判断することが可能である。

[0264] 上記の理由から入力輝度画像 Y I N の画素値が小さい画素では、補正量が大きな値になり、RGB 形式に直した場合に黒色になるという不具合が起きうると考えられる。

[0265] 本実施の形態では、中間画像 D 1 や中間画像 D 2 の画素値の符号が負の場合、入力輝度画像 Y I N の画素値の代わりに輝度色差加算画像 Y C の画素値が小さくなるほど中間画像 D 1 や中間画像 D 2 にかける増幅率を小さくすることで、エッジ付近に偽の輪郭が現れるという不具合を回避することとしたものである。（なお、入力輝度画像 Y I N の代わりに輝度色差加算画像 Y C を使っても良い理由については後に述べる。）

[0266] このような、増幅率 (G A I N) と輝度色差加算画像 Y C の画素値 (L) の関係は例えば

[数9]

$$GAIN = \begin{cases} 0 & \text{if } (G' < 0) \\ G' & \text{if } (0 \leq G') \end{cases}$$

ただし

… (12)

$$G' = \begin{cases} mB + mk1 \cdot L & \text{if } (0 \leq L < mA1) \\ mB + mk1 \cdot mA1 + mk2(L - mA1) & \text{if } (mA1 \leq L < mA2) \\ mB + mk1 \cdot mA1 + mk2(mA2 - mA1) + mk3(L - mA2) & \text{if } (mA2 \leq L) \end{cases}$$

と表される。

[0267] 図38(B)は、式(12)で表される増幅率(GAIN)と輝度色差加算画像YCの画素値(L)の関係を示す図である。輝度色差加算画像YCの画素値が0の場合はある所定の値 m_B をとり、画素値が0からある値 m_{A1} の間は傾き m_{k1} で増加していき、画素値が m_{A1} からある値 m_{A2} の間は傾き m_{k2} で増加していき、画素値が m_{A2} 以上の場合は傾き m_{k3} で増加していく。

[0268] 上記のような処理を行うことによって、無彩色のエッジ付近では、エッジ付近で色が黒色に近づくという不具合を防止する処理が可能となる。なぜなら無彩色の場合、入力CR画像CRINの画素値の絶対値、及び入力CB画像CBINの画素値の絶対値はゼロに近いので、輝度加算画像YCの画素値の大小関係はそのまま入力輝度画像YINの画素値の大小関係を表していると考えられるからである。したがって無彩色のエッジ付近では入力輝度画像YINの代わりに輝度色差加算画像YCを使うことに問題はないと考えられる。

[0269] 一方、有彩色のエッジ付近では、入力CR画像CRINの画素値の絶対値、及び入力CB画像CBINの画素値の絶対値は大きな値を取り得るため、必ずしも輝度加算画像YCの画素値の大小関係がそのまま入力輝度画像YINの画素値の大小関係を表しているとは限らない。例えば入力輝度画像YINの画素値が小さくても入力CR画像CRINの画素値の絶対値あるいは入力CB画像CBINの画素値が大きいと、入力輝度画像YINの画素値は小さな値なのに輝度色差加算画像YCの画素値が大きな値となる。

[0270] しかしながら、自然画像では輝度が小さい場合、色差の絶対値も小さい場合が多いので、入力輝度画像YINの画素値が小さくても入力CR画像CRINの画素値の絶対値あるいは入力CB画像CBINの画素値が大きい場合は稀である。したがって、上述のように入力輝度画像YINの画素値の代わりに輝度色差加算画像YCの画素値を用いて中間画像D1や中間画像D2に対する増幅率を制御することに事実用上問題は少ないと考えられる。

[0271] 要するに、図 38 (B) あるいは式 (12) に示すような、輝度色差加算画像 YC の画素値が大きくなるほど増幅率が増加するような単調増加の関数に基づいて、増幅率 D303MA あるいは増幅率 D303HA を決定することで、エッジ付近で色が黒色に近づくという不具合を防止する処理が可能となる。

[0272] 以上のように実施の形態 4 による画像処理装置では、エッジ付近で色が薄くなるあるいは黒色に近づくという不具合の発生を抑えつつ、画像の強調処理を行うことができる。エッジ付近で色が薄くなるあるいは黒色に近づく視覚特性上不自然に感じられるので、実施の形態 4 による画像処理装置では、視覚特性上も非常に好ましいものである。

[0273] また、実施の形態 4 による画像処理装置では、第 1 の中間画像処理手段 303M 及び第 2 の中間画像処理手段 303H において、中間画像 D1 及び中間画像 D2 に対する増幅率を決定しているが、その際必要になる情報は入力輝度画像 YIN の画素値、入力 CR 画像 CRIN の画素値の絶対値、及び入力 CB 画像 CBIN の画素値の絶対値の加重加算値および中間画像 D1 もしくは中間画像 D2 の画素値の符号のみである。したがって簡単な回路で増幅率を決定することが可能であり、回路規模の増加も少なく済む。

[0274] 例えば式 (11) と式 (12) を比較すると両者はその中で用いている係数、閾値等のパラメータが異なるだけである。すなわち、係数 k_1 、 k_2 、 k_3 、閾値 A_1 、 A_2 および数値 B を用いて表される以下の計算

[数10]

$$GAIN = \begin{cases} 0 & \text{if}(G' < 0) \\ G' & \text{if}(0 \leq G') \end{cases}$$

ただし

… (13)

$$G' = \begin{cases} B + k_1 \cdot L & \text{if}(0 \leq L < A_1) \\ B + k_1 \cdot A_1 + k_2(L - A_1) & \text{if}(A_1 \leq L < A_2) \\ B + k_1 \cdot A_1 + k_2(A_2 - A_1) + k_3(L - A_2) & \text{if}(A_2 \leq L) \end{cases}$$

を行える演算手段と、演算手段に対して与える係数 k_1 、 k_2 、 k_3 、閾値 A_1 、 A_2 および数値 B の値を中間画像 D1 もしくは中間画像 D2 の画素値

の符号に応じて変化させる係数切替手段で、増幅率決定手段 303MA もしくは増幅率決定手段 303MB を構成することができる。

即ち、切替手段により、画素値の符号が正のときは、 $-p_{k1}$ 、 $-p_{k2}$ 、 $-p_{k3}$ 、 p_{A1} 、 p_{A2} 、 p_B を、画素値の符号が負のときは、 m_{k1} 、 m_{k2} 、 m_{k3} 、 m_{A1} 、 m_{A2} 、 m_B を選択し、それぞれ $k1$ 、 $k2$ 、 $k3$ 、 $A1$ 、 $A2$ 、 B として用いて、式 (13) による演算を行うこととすれば良い。

[0275] なお、上記の実施の形態では、第 1 の中間画像処理手段 303M において、輝度色差加算手段 205 の出力 YC と第 1 の中間画像 $D1$ の画素値の符号 s_{D1} に基づいて増幅率 $D303MA$ を決定するとともに、第 2 の中間画像処理手段 303H において、輝度色差加算手段 205 の出力 YC と第 2 の中間画像 $D2$ の画素値の符号 s_{D2} に基づいて増幅率 $D303HA$ を決定することとしているが、第 1 の中間画像処理手段 303M 及び第 2 の中間画像処理手段 303H の一方においてのみ、上記の方法で増幅率を決定することとし、他方においては他の方法で増幅率を決定することとしても良い。

[0276] また、第 1 の中間画像処理手段 303M 及び第 2 の中間画像処理手段 303H で決定される増幅率と輝度色差加算画像 YC の画素値の関係は本実施の形態で説明したものに留まらず、中間画像 $D1$ あるいは $D2$ の符号が正の場合、輝度色差加算画像 YC の画素値が大きくなるほど増幅率が減少するものであればよく、中間画像 $D1$ あるいは $D2$ の符号が負の場合、輝度色差加算画像 YC の画素値が小さくなるほど増幅率が減少するものであればよい。

[0277] 実施の形態 5.

図 39 は本発明の実施の形態 5 による画像処理装置の構成を表す図である。

[0278] 図示の画像処理装置には、実施の形態 3 について説明したのと同様に、入力画像 IMG_{IN} が入力され、出力画像 IMG_{OUT} が出力される。入力画像 IMG_{IN} はカラー画像であり、入力輝度画像 Y_{IN} と、入力 CR 画像 CR_{IN} と、入力 CB 画像 CB_{IN} から成る。出力画像 IMG_{OUT} もカラー

画像であり、出力輝度画像YOUTと、出力CR画像CROUTと、出力CB画像CBOUTから成る。

[0279] 図示の画像処理装置は、第1の中間画像生成手段201と、第2の中間画像生成手段2と、加算手段404と、色差増減手段405とを有する。

第1の中間画像生成手段201及び第2の中間画像生成手段2の動作、構成は、それぞれ実施の形態3における同じ符号の手段と同様である。

[0280] 色差増減手段405は、入力CR画像CRIN及び入力CB画像CBINに後述する処理を行って出力CR画像CROUT及び出力CB画像CBOUTを出力する。

加算手段404は、入力輝度画像YINと、中間画像D1と、中間画像D2を加算し、加算結果を出力輝度画像YOUTとして出力するとともに、中間画像D1と中間画像D2を加算した結果を高周波数成分加算画像D404として出力する。

[0281] 図40は色差増減手段405の構成例を示した図であり、図示の色差増減手段405は、増幅率決定手段405Aと、色差Cr乗算手段（第1の色差乗算手段）405B1と、色差Cb乗算手段（第2の色差乗算手段）405B2とを備える。

増幅率決定手段405Aは、高周波数成分加算画像D404に基づいて増幅率D405Aを決定する。

色差Cr乗算手段405B1は、増幅率D405Aの値に基づいて、入力CR画像CRINの各画素値を増減し、その結果を画像D405B1として出力する。

色差Cb乗算手段405B2は、増幅率D405Aの値に基づいて、入力CB画像CBINの各画素値を増減し、その結果を画像D405B2として出力する。

[0282] 以下、実施の形態5による画像処理装置の詳細な動作について説明を行う。

ただし、第1の中間画像生成手段201、第2の中間画像生成手段2の詳細

細な動作については実施の形態 3 に記載のものと同様であるのでその説明は省略する。

[0283] 次に加算手段 404 の動作について説明する。加算手段 404 は中間画像 D1 及び中間画像 D2 を加算した結果を高周波数成分加算画像 D404 として出力する。また、入力輝度画像 YIN に対し、高周波数成分加算画像 D404 を加算した結果（即ち、中間画像 D1 及び中間画像 D2 を加算した結果）を、出力輝度画像 YOUT として出力する。出力輝度画像 YOUT は最終的な出力画像 IMGOUT の一部として、画像処理装置から出力される。

[0284] 中間画像 D1 は画像 D1h 及び画像 D1v から成っており、中間画像 D2 は画像 D2h 及び画像 D2v から成っているので、中間画像 D1、及び中間画像 D2 を加算するとは、画像 D1h、D1v、D2h、及び D2v の全てを加算することを意味する。

[0285] ここで、加算手段 404 での加算処理は単純加算に限らず重み付け加算を行なっても良い。即ち、画像 D1h、D1v、D2h、及び D2v の各々をそれぞれ異なる増幅率で増幅してから加算したものを高周波数成分加算画像 D404 としてもよい。

[0286] 次に色差増減手段 405 の詳細な動作について説明する。まず、色差増減手段 405 は増幅率決定手段 405A において高周波数成分加算画像 D404 をもとに増幅率 D405A を決定する。ここで、増幅率 D405A の決定は画素ごとに行われる。

[0287] 図 41 (A) ~ (C) は高周波数成分加算画像 D404、入力 CR 画像 CRIN、及び入力 CB 画像 CBIN の画素の配置を示す図であり、図 41 (A) が高周波数成分加算画像 D404 を、図 41 (B) が入力 CR 画像 CRIN を、図 41 (C) が入力 CB 画像 CBIN を表している。また、図 41 (A) ~ (C) では画像の水平方向及び垂直方向に合わせて水平座標及び垂直座標が表されている。さらに、高周波数成分加算画像 D404 については、水平座標 x 、垂直座標 y の位置にある画素の画素値が $L(x, y)$ という記号で表されており、入力 CR 画像 CRIN については、水平座標 x 、垂直座

標 y の位置にある画素の画素値が $C_r(x, y)$ という記号で表されており、
入力 CB 画像 $CBIN$ については、水平座標 x 、垂直座標 y の位置にある画
素の画素値が $C_b(x, y)$ という記号で表されている。

[0288] 増幅率決定手段 405A は入力 CR 画像 $CRIN$ 及び入力 CB 画像 $CBIN$ の各画素に対する増幅率を高周波数成分加算画像 $D404$ の同一座標の画素値に基づいて決定する。即ち、画素値 $C_r(1, 1)$ 及び $C_b(1, 1)$ に対する増幅率は画素値 $L(1, 1)$ をもとに決定し、画素値 $C_r(1, 2)$ 及び $C_b(1, 2)$ に対する増幅率は画素値 $L(1, 2)$ をもとに決定し、一般化すれば、画素値 $C_r(x, y)$ 及び $C_b(x, y)$ に対する増幅率は画素値 $L(x, y)$ をもとに決定し、という様に高周波数成分加算画像 $D404$ の同一座標の画素値をもとに増幅率を決定し、その結果を増幅率 $D405A$ として出力する。

[0289] 図 42 は、高周波数成分加算画像 $D404$ の画素値（以下、 L と表す）と増幅率決定手段 405A で決定される増幅率（以下、 $GAIN$ と表す）の関係を表す図である。

図示のように、 L がゼロの場合、 $GAIN$ は 1 となり、 L が正の値の場合、 $GAIN$ は 1 より大きな値となり、 L が負の場合、 $GAIN$ は 1 より小さい正の値となる。このような L と $GAIN$ の関係は例えば、以下の式

[数11]

$$GAIN = \begin{cases} 1 + k_p \cdot L & \text{if } (L > 0) \\ 1 & \text{if } (L = 0) \\ 1 - k_m \cdot |L| & \text{if } (L < 0) \end{cases} \quad \dots (14)$$

で表すことが出来る。ここで k_p 、 k_m は正の値をとる予め定められた係数であり、 k_p は図 42 の曲線の $L > 0$ の領域における傾きを表し、 k_m は図 42 の曲線の $L < 0$ の領域における傾きを表す。

[0290] なお、 $GAIN$ は必ず正の値をとる。式 (14) によって $GAIN$ を計算する場合、 L のとりうる値に対して k_m の値を十分小さくすれば、 $GAIN$ の値が常に正の値となるようにすることが出来る。例えば L を符号付きの 8

ビット整数値とした場合、 L の取りうる値は -128 以上 127 以下である。したがって k_m は $1/128$ より小さな値とすればよい。一般化すれば、 L のとりうる値が $-ML$ 以上（ ML は正の値）であれば、 k_m の値を $1/ML$ 以下とすればよく、これにより $GAIN$ が負の値とならないようにすることができる。このように k_m に対する制限は L の取りうる値の最小値から容易に考えることができる。

[0291] 色差 C_r 乗算手段405B1は増幅率 $D405A$ を入力 CR 画像 $CRIN$ の画素値に対してかけた結果を画像 $D405B1$ として出力する。増幅率 $D405A$ が1より大きい場合、入力 CR 画像 $CRIN$ の画素値は増幅され、増幅率 $D405A$ が1より小さい場合、入力 CR 画像 $CRIN$ の画素値は減少され、増幅率 $D405A$ が1の場合、入力 CR 画像 $CRIN$ の画素値は維持されることになる。なお、増幅率 $D405A$ の値は、高周波数成分加算画像 $D404$ の画素値が正の場合、1より大きくなり、負の場合、1より小さくなり、ゼロの場合、1となるので、結局、入力 CR 画像 $CRIN$ の画素値は、高周波数成分加算画像 $D404$ の画素値が正の場合、増幅され、負の場合、減少され、ゼロの場合、維持される。

[0292] 同様に、色差 C_b 乗算手段405B2は増幅率 $D405A$ を入力 CB 画像 $CBIN$ の画素値に対してかけた結果を画像 $D405B2$ として出力する。増幅率 $D405A$ が1より大きい場合、入力 CB 画像 $CBIN$ の画素値は増幅され、増幅率 $D405A$ が1より小さい場合、入力 CB 画像 $CBIN$ の画素値は減少され、増幅率 $D405A$ が1の場合、入力 CB 画像 $CBIN$ の画素値は維持されることになる。なお、増幅率 $D405A$ の値は、高周波数成分加算画像 $D404$ の画素値が正の場合、1より大きくなり、負の場合、1より小さくなり、ゼロの場合、1となるので、結局、入力 CB 画像 $CBIN$ の画素値は、高周波数成分加算画像 $D404$ の画素値が正の場合、増幅され、負の場合、減少され、ゼロの場合、維持される。

[0293] そして、画像 $D405B1$ が出力 CR 画像 $CROUT$ として出力され、画像 $D405B2$ が出力 CB 画像 $CBOUT$ として出力される。また、出力 C

R画像CROUT及び出力CB画像CBOUTは最終的な出力画像IMGOUTの一部として、画像処理装置から出力される。

以上が色差増減手段405の動作である。

[0294] 以下、本実施の形態における画像処理装置を画像表示装置の一部として利用する例について説明する。なお、本実施の形態における画像処理装置は例えば、図31に示す画像表示装置の一部として利用できる。

[0295] 本実施の形態の画像処理装置では入力輝度画像YINに中間画像D1と中間画像D2を加算する。先に述べたように、中間画像D1と中間画像D2を入力輝度画像YINに加算することで、折り返し成分を強調することなく高周波数成分を加算することが可能となり、画像の解像感を高めることが可能となる。

[0296] ところで、上記の説明の様に生成した高周波数成分を入力画像に加算することで画像の鮮鋭感を増し、画質を向上することが可能であるが、高周波数成分の加算を過度に行うと入力輝度画像YINがステップエッジ状に変化している箇所にオーバーシュートやアンダーシュートが発生し、かえって画質の低下を招くことがある。

[0297] 特に入力輝度画像YINにおいてオーバーシュートが発生すると輝度信号が必要以上に大きくなる。式(9)から、輝度信号(Y)の値が大きくなるとRGB形式へ変換した場合、R、G、Bを表す各式の右辺の第1項が大きくなるので、結果的にR、G、Bとも大きな値になることがわかる。

[0298] R、G、Bとも大きな値になるということは白色に近づくことを意味する。白色に近づくとは言い換えれば色が薄くなるということである。もともと無彩色に近い部分で色が薄くなっても相対的に目立たないが、有彩色部分(彩度が比較的高い部分)のエッジ付近で色が薄くなると、エッジの周りのみ色が薄くなり、不自然な感じを与える。

[0299] 言い換えると、有彩色の部分に中間画像D1や中間画像D2(あるいは高周波数成分加算画像D404)によって加算される輝度の大きさ(以下、補正量)が必要以上に大きくなると、色差に対し、輝度が相対的に大きくなり

すぎ、色が薄くなるという問題が起きうる。また、上と逆の議論から、補正量が必要以上に小さな負の値になった場合、色差に対し、輝度が相対的に小さくなりすぎ、色が濃くなりすぎるという問題が起きうる。つまり有彩色部分のエッジの近傍で色の濃淡が変化するという問題がある。

[0300] 上記の問題は、補正量が正の値の場合は色差が輝度に対し相対的に小さくなってしまいうことが、補正量が負の値の場合は色差が輝度に対し相対的に大きくなってしまいうことが原因である。

[0301] そこで本実施の形態は、補正量に応じて色差信号を適宜増減させることで、色差が輝度に対し相対的に小さくなったり大きくなったりすることを防止することとしている。

[0302] 即ち、補正量が正の値の場合は、色差が相対的に小さくなるのを防止するために、色差信号を増幅し、補正量が負の値の場合は、色差が相対的に大きくなるのを防止するために、色差信号を減少させる。

[0303] 本実施の形態の画像処理装置においては色差増減手段405で高周波成分加算画像D404の画素値に応じて、色差信号の値を増減させることとしている。即ち、高周波成分加算画像D404の画素値が正の場合は増幅率決定手段405Aから増幅率D405Aとして1より大きい値を出力し、色差C_r乗算手段405B1及び色差C_b乗算手段405B2で色差信号が増幅される。また、高周波成分加算画像D404の画素値が負の場合は増幅率決定手段405Aから増幅率D405Aとして1より小さい値が出力され、色差C_r乗算手段405B1及び色差C_b乗算手段405B2で色差信号が減少される。したがって上述した問題を未然に防ぐことが可能である。

[0304] 以上のように実施の形態5による画像処理装置では、有彩色部分のエッジ付近で色の濃淡が変化するという不具合の発生を抑えつつ、画像の強調処理を行うことができる。有彩色部分のエッジ付近で色の濃淡が変化すると視覚特性上不自然に感じられるので、実施の形態5による画像処理装置は、視覚特性上も非常に好ましい効果が得られる。

[0305] また、入力CR画像CRIN及び入力CB画像CBINの各画素値に対し

て同じ増幅率D 4 0 5 Aをかけることで色の濃淡（あるいは彩度）は変化するが、入力CR画像CR I N及び入力CB画像CB I Nの各画素値の比は変化しないので、色相が変化することはない。したがって実施の形態5による画像処理装置では、色相を変化させることなく、エッジ付近で発生する色の濃淡を補正することが可能である。

[0306] また、増幅率決定手段4 0 5 Aで決定される増幅率D 4 0 5 Aと高周波数成分加算画像D 4 0 4の画素値の関係は式（1 4）に示したものに限られず、高周波数成分加算画像D 4 0 4の画素値が正の場合は1より大きい値を取り、負の場合は1より小さい正の値をとるものであればよい。但し、色差信号に対する補正をより効果的にするには、高周波数成分加算画像D 4 0 4の画素値がより大きな正の値になるほど、増幅率D 4 0 5 Aもより大きな値にし、高周波数成分加算画像D 4 0 4の画素値がより小さな負の値になるほど、増幅率D 4 0 5 Aもより小さな1より小さい正の値にした方がよい。

しかしながら、そのようでなくとも、高周波数成分加算画像D 4 0 4の画素値に対して増幅率D 4 0 5 Aが単調に増加するものであればよい。

また、色差信号に対する過補正を防止するために増幅率D 4 0 5 Aの範囲に制限を設けてもよい。即ち閾値TH 1、TH 2（TH 1 > 1、1 > TH 2 > 0とする）を設け、増幅率（G A I N）と輝度色差加算画像Y Cの画素値（L）の関係を例えば

[数12]

$$GAIN = \begin{cases} TH1 & \text{if}(G' > TH1) \\ G' & \text{if}(TH1 \geq G' \geq TH2) \\ TH2 & \text{if}(TH2 > G') \end{cases}$$

ただし

$$G' = \begin{cases} 1 + kp \cdot L & \text{if}(L > 0) \\ 1 & \text{if}(L = 0) \\ 1 - km \cdot L & \text{if}(L < 0) \end{cases} \quad \dots (15)$$

と定義してもよい。式（1 5）におけるk p、k mは式（1 4）について説明したのと同じものである。式（1 5）で表される増幅率G A I Nと画素

値 L の関係は図 4 3 に示されるごとくである。

このように閾値によって増幅率 (GAIN) の値に上限、下限を設けることで、色差増減手段 405 で色差成分に対して過補正がかかることを防止できる。

[0307] なお、GAIN と L の関係は式 (14)、式 (15) 以外にも様々な変形例が考えられる。また、上述の説明では色差 C_r 増幅手段 405 B1 及び色差 C_b 増幅手段 405 B2 で同じ増幅率を用いているが、色差 C_r 乗算手段 405 B1 と色差 C_b 乗算手段 405 B2 とで異なる増幅率を用いるようにしてもよい。

[0308] また、実施の形態 1 ~ 実施の形態 5 の画像処理装置では、第 1 の中間画像生成手段 1 又は 201 及び第 2 の中間画像生成手段 2 において、画像の水平方向に関する処理及び垂直方向に関する処理を並列に行っているので、画像の水平方向のみ、あるいは垂直方向のみに限らず任意の方向に関して上記の効果を得ることができる。

[0309] さらにまた、実施の形態 1 ~ 実施の形態 5 の画像処理装置では周波数空間で考えて原点から F_n に渡る周波数帯域のうち、原画 DORG のナイキスト周波数 $\pm F_n / 2$ の近傍 (あるいは特定の周波数帯域) に入力画像 DIN 又は入力輝度画像 YIN が持っている成分をもとに、入力画像 DIN 又は入力輝度画像 YIN のナイキスト周波数 $\pm F_n$ の近傍の高周波数成分に対応した画像 D2B を生成している。したがってなんらかの理由で、入力画像 DIN 又は入力輝度画像 YIN (あるいは入力画像 IMGIN) において、ナイキスト周波数 $\pm F_n$ の近傍の周波数成分が失われていたとしても、画像 D2B により、ナイキスト周波数 $\pm F_n$ の近傍の周波数成分を与えることが可能になる。言い換えると、入力画像 DIN 又は入力輝度画像 YIN に対し、より高周波数成分側の周波数成分を与えられることになるので、出力画像 DOUT 又は出力輝度画像 YOUT (あるいは出力画像 IMGOUT) の解像感を増すことができる。

[0310] さらにまた、特定の周波数帯域として用いる箇所は、 $\pm F_n / 2$ の近傍に

限定されるものではない。即ち高周波数成分画像生成手段 1 A 及び低周波数成分画像生成手段 1 B の周波数応答を適宜変更することで、利用する周波数帯域を変更することができる。

[0311] さらにまた、実施の形態 1 ～実施の形態 5 についての上記の説明ではナイキスト周波数 F_n の近傍の周波数成分が失われる例として画像の拡大処理を挙げたが、入力画像 D_{IN} 又は入力輝度画像 Y_{IN} に対してナイキスト周波数 F_n の近傍の周波数成分が失われる原因はそれに限らず、他にもノイズ除去処理等が考えられる。したがって本発明における画像処理装置の用途は画像拡大処理後に限定されるものではない。

[0312] 実施の形態 6.

実施の形態 1 ～実施の形態 5 では、本発明をハードウェアにより実現するものとして説明したが、図 1 に示される構成の一部又は全部をソフトウェアにより実現することも可能である。その場合の処理を図 4 4、並びに図 4 5 ～図 6 4 を参照して説明する。

[0313] 図 4 4 は、実施の形態 6 ～実施の形態 10 で用いられる画像処理装置を示す。図示の画像処理装置は、CPU 11 と、プログラムメモリ 12 と、データメモリ 13 と、第 1 のインターフェース 14 と、第 2 のインターフェース 15 と、これらを接続するバス 16 を有し、CPU 11 が、プログラムメモリ 12 に記憶されたプログラムに従って動作し、動作の過程で種々のデータをデータメモリ 13 に記憶させ、例えば図 1、或いは図 20 に示す画像処理装置の代わりに、例えば図 9 に示す表示装置内の画像処理装置 U2 として、或いは図 27、図 34、或いは図 39 に示す画像処理装置の代わりに、例えば図 31 に示す表示装置内の画像処理装置 U202 として用いることができる。

[0314] 最初に、図 4 4 の画像処理装置を図 1 の画像処理装置の代わりに用いる場合について説明する。この場合、図 9 に示される画像拡大手段 U1 から出力される画像 D_{U1} が入力画像 D_{IN} としてインターフェース 14 を介して供給され、CPU 11 において、図 1 の画像処理装置と同様の処理を行ない、

処理の結果生成される出力画像 D O U T が、インターフェース 15 を介して例えば図 9 に示す画像表示装置内のモニタ U 3 に画像 D U 2 として供給され、モニタ U 3 による表示に用いられる。

[0315] 図 4 5 は、図 4 4 の画像処理装置に実施の形態 1 の画像処理装置と同様の機能を持たせることで実施される、本発明の実施の形態 6 による画像処理方法のフローを示す図であり、図示の画像処理方法は、第 1 の中間画像生成ステップ S T 1、第 2 の中間画像生成ステップ S T 2、第 1 の中間画像処理ステップ S T 3 M、第 2 の中間画像処理ステップ S T 3 H、及び加算ステップ S T 4 を含む。

[0316] 第 1 の中間画像生成ステップ S T 1 は、図 4 6 に示すように、高周波数成分画像生成ステップ S T 1 A、及び低周波数成分画像生成ステップ S T 1 B を含む。

[0317] 高周波数成分画像生成ステップ S T 1 A は、水平方向高周波数成分画像生成ステップ S T 1 A h、及び垂直方向高周波数成分画像生成ステップ S T 1 A v を含み、低周波数成分画像生成ステップ S T 1 B は、水平方向低周波数成分画像生成ステップ S T 1 B h、及び垂直方向高周波数成分画像 S T 1 B v を含む。

[0318] 第 2 の中間画像生成ステップ S T 2 は、図 4 7 に示すように、非線形処理ステップ S T 2 A、及び高周波数成分画像生成ステップ S T 2 B を含む。

[0319] 非線形処理ステップ S T 2 A は、水平方向非線形処理ステップ S T 2 A h、及び垂直方向非線形処理ステップ S T 2 A v を含み、高周波数成分画像生成ステップ S T 2 B は、水平方向高周波数成分通過ステップ S T 2 B h、及び垂直方向高周波数成分通過ステップ S T 2 B v を含む。

[0320] 水平方向非線形処理ステップ S T 2 A h は、図 4 8 に示すように、ゼロクロス判定ステップ S T 3 1 1 h、及び信号増幅ステップ S T 3 1 2 h を含み、垂直方向非線形処理ステップ S T 2 A v は、図 4 9 に示すように、ゼロクロス判定ステップ S T 3 1 1 v、及び信号増幅ステップ S T 3 1 2 v を含む。

[0321] 第1の中間画像処理ステップST3Mは、図50に示すように、増幅率決定ステップST3MA、及び画素値変更ステップST3MBを含む。

第2の中間画像処理ステップST3Hは、図51に示すように、増幅率決定ステップST3HA、及び画素値変更ステップST3HBを含む。

[0322] まず、図46のフローに従って第1の中間画像生成ステップST1の動作について説明する。

高周波数成分画像生成ステップST1Aでは、図示しない画像入力ステップにて入力された入力画像DINに対し、以下のような処理が行われる。

まず、水平方向高周波数成分画像生成ステップST1Ahでは、水平方向のハイパスフィルタ処理によって、入力画像DINから水平方向の高周波数成分を取り出した画像D1Ahを生成する。

垂直方向高周波数成分画像ステップST1Avでは、垂直方向のハイパスフィルタ処理によって、入力画像DINから垂直方向の高周波数成分を取り出した画像D1Avを生成する。

即ち、高周波数成分画像生成ステップST1Aは、高周波数成分画像生成手段1Aと同様の処理を行い、入力画像DINから、画像D1Ah及び画像D1Avから成る画像D1Aを生成する。この動作は高周波数成分画像生成手段1Aと同等である。

[0323] 低周波数成分画像生成ステップST1Bでは、画像D1Aに対し、以下のような処理が行われる。まず、水平方向低周波数成分画像生成ステップST1Bhでは、水平方向のローパスフィルタ処理によって、画像D1Ahから水平方向の低周波数成分を取り出した画像D1Bhを生成する。

垂直方向低周波数成分画像生成ステップST1Bvでは、垂直方向のローパスフィルタ処理によって、画像D1Avから垂直方向の低周波数成分を取り出した画像D1Bvを生成する。

即ち、低周波数成分画像生成ステップST1Bは、低周波数成分画像生成手段1Bと同様の処理を行い、画像D1Aから、画像D1Bh及び画像D1Bvから成る画像D1Bを生成する。この動作は低周波数成分画像生成手段

1 Bと同等である。

[0324] 以上が第1の中間画像生成ステップST1の動作であり、第1の中間画像生成ステップST1は画像D1Bhを画像D1hとし、画像D1Bvを画像D1vとし、画像D1h及び画像D1vから成る中間画像D1を出力する。以上の動作は第1の中間画像生成手段1と同等である。

[0325] 次に図47～図49のフローに従って第2の中間画像生成ステップST2の動作について説明する。

まず、非線形処理ステップST2Aでは中間画像D1に対し、以下のような処理を行う。

[0326] まず、水平方向非線形処理ステップST2Ahでは、図48に示すフローに従った処理で画像D1hから画像D2Ahを生成する。図48に示すフローでの処理は以下の通りである。まず、ゼロクロス判定ステップST311hでは、画像D1hにおける画素値の変化を水平方向に沿って確認する。そして画素値が正の値から負の値へ、あるいは負の値から正の値へと変化する箇所をゼロクロス点として捉え、ゼロクロス点の左右に位置する画素を信号増幅ステップST312hに通知する。信号増幅ステップST312hでは画像D1hについて、ゼロクロス点の左右に位置すると通知された画素の画素値を増幅し、その画像を画像D2Ahとして出力する。即ち、非線形処理ステップST2Ahは、画像D1hに対し、水平方向非線形処理手段2Ahと同様の処理を行い、画像D2Ahを生成する。

[0327] 次に、垂直方向非線形処理ステップST2Avでは、図49に示すフローに従った処理で画像D1vから画像D2Avを生成する。図49に示すフローでの処理は以下の通りである。まず、ゼロクロス判定ステップST311vでは、画像D1vにおける画素値の変化を垂直方向に沿って確認する。そして画素値が正の値から負の値へ、あるいは負の値から正の値へと変化する箇所をゼロクロス点として捉え、ゼロクロス点の上下に位置する画素を信号増幅ステップST312vに通知する。信号増幅ステップST312vでは画像D1vについて、ゼロクロス点の上下に位置すると通知された画素の画

素値を増幅し、その画像を画像D2Avとして出力する。即ち、非線形処理ステップST2Avは、画像D1vに対し、垂直方向非線形処理手段2Avと同様の処理を行い、画像D2Avを生成する。

[0328] 以上が非線形処理ステップST2Aの動作であり、非線形処理ステップST2Aは画像D2Ah及び画像D2Avから成る画像D2Aを生成する。その動作は非線形処理手段2Aと同等である。

[0329] 次に、高周波数成分画像生成ステップST2Bでは画像D2Aに対し、以下の様な処理を行う。

まず、水平方向高周波数成分画像生成ステップST2Bhでは、画像D2Ahに対し水平方向のハイパスフィルタ処理を行った画像D2Bhを生成する。即ち、水平方向高周波数成分画像生成ステップST2Bhは、水平方向高周波数成分画像生成手段2Bhと同様の処理を行う。

[0330] 次に、垂直方向高周波数成分画像生成ステップST2Bvでは、画像D2Avに対し垂直方向のハイパスフィルタ処理を行った画像D2Bvを生成する。即ち、垂直方向高周波数成分画像生成ステップST2Bvは、垂直方向高周波数成分画像生成手段2Bvと同様の処理を行う。

[0331] 以上が高周波数成分画像生成ステップST2Bの動作であり、高周波数成分画像生成ステップST2Bは画像D2Bh及び画像D2Bvから成る画像D2Bを生成する。その動作は高周波数成分画像生成手段2Bと同等である。

[0332] 以上が第2の中間画像生成ステップST2の動作であり、第2の中間画像生成ステップST2は画像D2Bを中間画像D2として出力する。即ち、画像D2Bhを画像D2hとし、画像D2Bvを画像D2vとした中間画像D2を出力する。この動作は第2の中間画像生成手段2と同等である。

[0333] 次に図50のフローに従って第1の中間画像処理ステップST3Mの動作について説明する。

まず、第1の中間画像処理ステップST3Mは、増幅率決定ステップST3MAにおいて、中間画像D1の各画素がもつ画素値に対する増幅率を決定

する。ここで中間画像D 1は画像D 1 h及び画像D 1 vから成るので、増幅率の決定は、画像D 1 hと画像D 1 vの各画素について行われる。即ち、画像D 1 hに対しては水平方向増幅率決定ステップS T 3 M A hにおいて各画素に対する増幅率が決定され、画像D 1 vに対しては垂直方向増幅率決定ステップS T 3 M A vにおいて各画素に対する増幅率が決定される。ここで水平方向増幅率決定ステップS T 3 M A hの動作は水平方向増幅率決定手段3 M A hと、垂直方向増幅率決定ステップS T 3 M A vの動作は垂直方向増幅率決定手段3 M A vと同様であるのでその説明は省略する。

[0334] 次に画素値変更ステップS T 3 M Bでは、増幅率決定ステップS T 3 M Aにおいて決定された増幅率に基づいて中間画像D 1の各画素がもつ画素値を増幅する。ここで中間画像D 1は画像D 1 h及び画像D 1 vから成るので、画素値の増幅は、画像D 1 hと画像D 1 vの各々について行われる。即ち、水平方向増幅率決定ステップS T 3 M A hで決定された増幅率に基づいて画像D 1 hの各画素値が増幅され、画像D 3 M B hが生成される。また、垂直方向増幅率決定ステップS T 3 M A vで決定された増幅率に基づいて画像D 1 vの各画素値が増幅され、画像D 3 M B vが生成される。この動作は画素値変更手段3 M Bの動作と同じである。

[0335] そして画像D 3 M B hに相当する画像D 3 M hと画像D 3 M B vに相当する画像D 3 M vから成る中間画像D 3 Mが、第1の中間画像処理ステップS T 3 Mによって生成される。以上が第1の中間画像処理ステップS T 3 Mの動作であり、その動作は、第1の中間画像処理手段3 Mと同じである。

[0336] 次に図5 1のフローに従って第2の中間画像処理ステップS T 3 Hの動作について説明する。

まず、第2の中間画像処理ステップS T 3 Hは、増幅率決定ステップS T 3 H Aにおいて、中間画像D 2の各画素がもつ画素値に対する増幅率を決定する。ここで中間画像D 2は画像D 2 h及び画像D 2 vから成るので、増幅率の決定は、画像D 2 hと画像D 2 vの各画素について行われる。即ち、画像D 2 hに対しては水平方向増幅率決定ステップS T 3 H A hにおいて各画

素に対する増幅率が決定され、画像D 2 vに対しては垂直方向増幅率決定ステップS T 3 H A vにおいて各画素に対する増幅率が決定される。ここで水平方向増幅率決定ステップS T 3 H A hの動作は水平方向増幅率決定手段3 H A hと、垂直方向増幅率決定ステップS T 3 H A vの動作は垂直方向増幅率決定手段3 H A vと同様であるのでその説明は省略する。

[0337] 次に画素値変更ステップS T 3 H Bでは、増幅率決定ステップS T 3 H Aにおいて決定された増幅率に基づいて中間画像D 2の各画素がもつ画素値を増幅する。ここで中間画像D 2は画像D 2 h及び画像D 2 vから成るので、画素値の増幅は、画像D 2 hと画像D 2 vの各々について行われる。即ち、水平方向増幅率決定ステップS T 3 H A hで決定された増幅率に基づいて画像D 2 hの各画素値が増幅され、画像D 3 H B hが生成される。また、垂直方向増幅率決定ステップS T 3 H A vで決定された増幅率に基づいて画像D 2 vの各画素値が増幅され、画像D 3 H B vが生成される。この動作は画素値変更手段3 H Bの動作と同じである。

[0338] そして画像D 3 H B hに相当する画像D 3 H hと画像D 3 H B vに相当する画像D 3 H vから成る中間画像D 3 Hが、第2の中間画像処理ステップS T 3 Hによって生成される。以上が第2の中間画像処理ステップS T 3 Hの動作であり、その動作は、第2の中間画像処理手段3 Hと同じである。

[0339] 加算ステップS T 4は入力画像D I N、中間画像D 3 M、及び中間画像D 3 Hを加算し、出力画像D O U Tを生成する。中間画像D 3 Mは画像D 3 M h及び画像D 3 M vから成り、中間画像D 3 Hは画像D 3 H h及び画像D 3 H vから成るので、加算ステップS T 4では画像D 3 M h、D 3 H v、D 3 M h、及びD 3 H vの全てが入力画像D I Nに加算される。この際画像D 3 M h、D 3 H v、D 3 M h、及びD 3 H vを入力画像D I Nに単純に加算してもよいし、重み付け加算してもよい。出力画像D O U Tが本実施の形態における画像処理方法の最終出力画像として出力される。以上が加算ステップS T 4の動作であり、この動作は加算手段4の動作と同等である。

以上が本実施の形態における画像処理方法の動作である。

[0340] 本実施の形態における画像処理方法の動作はその説明から明らかなように、実施の形態 1 における画像処理装置と同等である。したがって本実施の形態における画像処理方法は、実施の形態 1 における画像処理装置と同様の効果を持つ。また、図 9 に示す画像表示装置において、例えば画像処理装置 U 2 内部で上記の画像処理方法を実施することで、上記の画像処理方法で処理された画像を、図 9 に示す画像表示装置で表示することもできる。

[0341] 実施の形態 7.

実施の形態 2 では、本発明をハードウェアにより実現するものとして説明したが、図 20 に示される構成の一部又は全部をソフトウェアにより実現することも可能である。その場合に用いられる画像処理装置の構成は図 44 に示すものと同じである。

[0342] この場合の画像処理装置は、実施の形態 6 と同様に、例えば図 9 の画像表示装置の一部をなす画像処理装置 U 2 として用いられ、画像拡大手段 U 1 から出力される画像 D U 1 が入力画像 D I N として、インターフェース 14 を介して供給され、CPU 11 において、図 20 の画像処理装置と同様の処理を行ない、処理の結果生成される出力画像 D O U T がインターフェース 15 を介して例えば図 9 のモニタ U 3 に画像 D U 2 として供給され、モニタ U 3 による表示に用いられる。

[0343] 図 52 は、図 44 の画像処理装置に実施の形態 2 の画像処理装置と同様の機能を持たせることで実施される、本発明の実施の形態 7 による画像処理方法のフローを表す図であり、図示の画像処理方法は、第 1 の中間画像生成ステップ S T 1、第 2 の中間画像生成ステップ S T 2、第 1 の中間画像処理ステップ S T 1 O 3 M、第 2 の中間画像処理ステップ S T 1 O 3 H、及び加算ステップ S T 4 を含む。なお、第 1 の中間画像生成ステップ S T 1、第 2 の中間画像生成ステップ S T 2、加算ステップ S T 4 の構成、動作は実施の形態 6 と同様なのでその説明は省略する。

[0344] 第 1 の中間画像処理ステップ S T 1 O 3 M は、図 53 に示すように、増幅率決定ステップ S T 1 O 3 M A、及び画素値変更ステップ S T 1 O 3 M B を

含む。

第2の中間画像処理ステップST103Hは、図54に示すように、増幅率決定ステップST103HA、及び画素値変更ステップST103HBを含む。

[0345] まず、図53のフローに従って第1の中間画像処理ステップST103Mの動作について説明する。

まず、第1の中間画像処理ステップST103Mは、増幅率決定ステップST103MAにおいて、中間画像D1の各画素がもつ画素値に対する増幅率を決定する。ここで中間画像D1は画像D1h及び画像D1vから成るので、増幅率の決定は、画像D1hと画像D1vの各画素について行われる。即ち、画像D1hに対しては水平方向増幅率決定ステップST103MAhにおいて各画素に対する増幅率が決定され、画像D1vに対しては垂直方向増幅率決定ステップST103MAvにおいて各画素に対する増幅率が決定される。

[0346] 図55は、水平方向増幅率決定ステップST103MAhの動作を示すフロー図である。まず、符号判定ステップST52hにおいて、画像D1hの各画素の画素値の符号（正負）を判別する。画像D1hの符号が正の場合には第1の増幅率決定ステップST511hによって増幅率を決定し、画像D1hの符号が負の場合には第2の増幅率決定ステップST512hによって増幅率を決定する。第1の増幅率決定ステップST511hは、入力画像DINの各画素の画素値に応じて、実施の形態2で述べた第1の特性により増幅率を決定する。第2の増幅率決定ステップST512hは、入力画像DINの各画素の画素値に対して、実施の形態2で述べた第2の特性により増幅率を決定する。以上の水平方向増幅率決定ステップST103MAhの動作は、水平方向増幅率決定手段103MAhと同様である。

[0347] 図56は、垂直方向増幅率決定ステップST103MAvの動作を示すフロー図である。まず、符号判定ステップST52vにおいて、画像D1vの各画素の画素値の符号（正負）を判別する。画像D1vの符号が正の場合に

は第1の増幅率決定ステップST511vによって増幅率を決定し、画像D1hの符号が負の場合には第2の増幅率決定ステップST512vによって増幅率を決定する。第1の増幅率決定ステップST511vは、入力画像DINの各画素の画素値に応じて、実施の形態2で述べた第1の特性により増幅率を決定する。第2の増幅率決定ステップST512vは、入力画像DINの各画素の画素値に対して、実施の形態2で述べた第2の特性により増幅率を決定する。以上の垂直方向増幅率決定ステップST103MAvの動作は、垂直方向増幅率決定手段103MAvと同様である。

[0348] 次に画素値変更ステップST103MBでは、増幅率決定ステップST103MAにおいて決定された増幅率に基づいて中間画像D1の各画素がもつ画素値を増幅する。ここで中間画像D1は画像D1h及び画像D1vから成るので、画素値の増幅は、画像D1hと画像D1vの各々について行われる。即ち、水平方向増幅率決定ステップST103MAhで決定された増幅率に基づいて画像D1hの各画素値が増幅され、画像D103MBhが生成される。また、垂直方向増幅率決定ステップST103MAvで決定された増幅率に基づいて画像D1vの各画素値が増幅され、画像D103MBvが生成される。この動作は画素値変更手段103MBの動作と同じである。

[0349] そして画像D103MBhに相当する画像D103Mhと画像D103MBvに相当する画像D103Mvから成る中間画像D103Mが、第1の中間画像処理ステップST103Mによって生成される。以上が第1の中間画像処理ステップST103Mの動作であり、その動作は、第1の中間画像処理手段103Mと同じである。

[0350] 次に図54のフローに従って第2の中間画像処理ステップST103Hの動作について説明する。

まず、第2の中間画像処理ステップST103Hは、増幅率決定ステップST103HAにおいて、中間画像D2の各画素がもつ画素値に対する増幅率を決定する。ここで中間画像D2は画像D2h及び画像D2vから成るので、増幅率の決定は、画像D2hと画像D2vの各画素について行われる。

即ち、画像D2hに対しては水平方向増幅率決定ステップST103HAhにおいて各画素に対する増幅率が決定され、画像D2vに対しては垂直方向増幅率決定ステップST103HAVにおいて各画素に対する増幅率が決定される。ここで水平方向増幅率決定ステップST103HAhの動作は水平方向増幅率決定手段103HAhと、垂直方向増幅率決定ステップST103HAVの動作は垂直方向増幅率決定手段103HAVと同様であるのでその説明は省略する。

[0351] 次に画素値変更ステップST103HBでは、増幅率決定ステップST103HAにおいて決定された増幅率に基づいて中間画像D2の各画素がもつ画素値を増幅する。ここで中間画像D2は画像D2h及び画像D2vから成るので、画素値の増幅は、画像D2hと画像D2vの各々について行われる。即ち、水平方向増幅率決定ステップST103HAhで決定された増幅率に基づいて画像D2hの各画素値が増幅され、画像D103HBhが生成される。また、垂直方向増幅率決定ステップST103HAVで決定された増幅率に基づいて画像D2vの各画素値が増幅され、画像D103HBvが生成される。この動作は画素値変更手段103HBの動作と同じである。

[0352] そして画像D103HBhに相当する画像D103Hhと画像D103HBvに相当する画像D103Hvから成る中間画像D103Hが、第2の中間画像処理ステップST103Hによって生成される。以上が第2の中間画像処理ステップST103Hの動作であり、その動作は、第2の中間画像処理手段103Hと同じである。

以上が本実施の形態における画像処理方法の動作である。

[0353] 本実施の形態における画像処理方法の動作はその説明から明らかなように、実施の形態2における画像処理装置と同等である。したがって本実施の形態における画像処理方法は、実施の形態2における画像処理装置と同様の効果を持つ。また、図9に示す画像表示装置において、例えば画像処理装置U2内部で上記の画像処理方法を実施することで、上記の画像処理方法で処理された画像を、図9に示す画像表示装置で表示することもできる。

[0354] 実施の形態 8.

実施の形態 3 では、本発明をハードウェアにより実現するものとして説明したが、図 27 に示される構成の一部又は全部をソフトウェアにより実現することも可能である。その場合に用いられる画像処理装置の構成は図 44 に示すものと同じである。

[0355] 但し、この場合の画像処理装置は、例えば図 31 の画像表示装置の一部をなす画像処理装置 U202 として用いられ、カラー画像拡大手段 U201 から出力されるカラー画像 IMG U201 が入力画像 IMG IN として、インターフェース 14 を介して供給され、CPU 11 において、図 27 の画像処理装置と同様の処理を行ない、処理の結果生成される出力画像 IMG OUT がインターフェース 15 を介して例えば図 31 のモニタ U203 に画像 DU202 として供給され、モニタ U203 による表示に用いられる。

[0356] 図 57 は図 44 の画像処理装置に実施の形態 3 の画像処理装置と同様の機能を持たせることで実施される、本発明の実施の形態 8 による画像処理方法のフローを示す図であり、実施の形態 8 による画像処理方法は、輝度色差信号加算ステップ ST200、第 1 の中間画像生成ステップ ST201、第 2 の中間画像生成ステップ ST2、第 1 の中間画像処理ステップ ST203M、第 2 の中間画像処理ステップ ST203H、及び加算ステップ ST204 を含む。

[0357] なお、実施の形態 8 による画像処理方法も実施の形態 3 と同様 YCbCr 形式で入力される入力画像 IMG IN に対して画像処理を行う。即ち、図示しない画像入力ステップで入力される入力画像 IMG IN はカラー画像であり、輝度成分を表す信号 YIN（以下、入力輝度画像 YIN と呼ぶ）と色差成分を表す信号 CRIN 及び CBIN とから成る。信号 CRIN（以下、入力 CR 画像 CRIN と呼ぶ）は色差成分のうち Cr 成分を表し、信号 CBIN（以下、入力 CB 画像 CBIN と呼ぶ）は色差成分のうち Cb 成分を表す。

[0358] 第 1 の中間画像生成ステップ ST201 は、実施の形態 6 において第 1 の

中間画像生成ステップST1が入力画像DINに対して行う処理と同様の処理を、入力輝度画像YINに対して行う。また、その構成は実施の形態6で説明した第1の中間画像生成ステップST1と同様にすることが出来る。

[0359] 第2の中間画像生成ステップST2の動作、構成は、実施の形態6で説明した第2の中間画像生成ステップST2と同様にすることが出来る。

[0360] 第1の中間画像処理ステップST203Mは、図58に示すように、増幅率決定ステップST203MA、及び画素値変更ステップST203MBを含む。

[0361] 第2の中間画像処理ステップST203Hは、図59に示すように、増幅率決定ステップST203HA、及び画素値変更ステップST203HBを含む。

[0362] まず、輝度色差信号加算ステップST200の動作について説明する。輝度色差加算ステップST200は各画素について入力輝度画像YINの画素値、入力CR画像CRINの画素値の絶対値、及び入力CB画像CBINの画素値の絶対値を加重加算し、輝度色差加算画像YCを生成する。輝度色差加算画像YCと入力輝度画像YIN、入力CR画像CRIN、及び入力CB画像CBINの関係は式(7)で表される。この動作は輝度色差加算手段205と同等である。

[0363] 第1の中間画像生成ステップST201は、実施の形態6において第1の中間画像生成ステップST1が入力画像DINに対して行う処理と同様の処理を、入力輝度画像YINに対して行うものである。

[0364] 次に第2の中間画像生成ステップST2の動作は、実施の形態6において第2の中間画像生成ステップST2と同様である。

[0365] 次に図58のフローに従って第1の中間画像処理ステップST203Mの動作について説明する。

まず、第1の中間画像処理ステップST203Mは、増幅率決定ステップST203MAにおいて、中間画像D1の各画素がもつ画素値に対する増幅率を決定する。ここで中間画像D1は画像D1h及び画像D1vから成るの

で、増幅率の決定は、画像D 1 hと画像D 1 vの各画素について行われる。即ち、画像D 1 hに対しては水平方向増幅率決定ステップST 2 0 3 MA hにおいて各画素に対する増幅率が決定され、画像D 1 vに対しては垂直方向増幅率決定ステップST 2 0 3 MA vにおいて各画素に対する増幅率が決定される。ここで水平方向増幅率決定ステップST 2 0 3 MA hの動作は水平方向増幅率決定手段2 0 3 MA hと、垂直方向増幅率決定ステップST 2 0 3 MA vの動作は垂直方向増幅率決定手段2 0 3 MA vと同様であるのでその説明は省略する。

[0366] 次に画素値変更ステップST 2 0 3 MBでは、増幅率決定ステップST 2 0 3 MAにおいて決定された増幅率に基づいて中間画像D 1の各画素がもつ画素値を増幅する。ここで中間画像D 1は画像D 1 h及び画像D 1 vから成るので、画素値の増幅は、画像D 1 hと画像D 1 vの各々について行われる。即ち、水平方向増幅率決定ステップST 2 0 3 MA hで決定された増幅率に基づいて画像D 1 hの各画素値が増幅され、画像D 2 0 3 MB hが生成される。また、垂直方向増幅率決定ステップST 2 0 3 MA vで決定された増幅率に基づいて画像D 1 vの各画素値が増幅され、画像D 2 0 3 MB vが生成される。この動作は画素値変更手段2 0 3 MBの動作と同じである。

[0367] そして画像D 2 0 3 MB hに相当する画像D 2 0 3 M hと画像D 2 0 3 MB vに相当する画像D 2 0 3 M vから成る中間画像D 2 0 3 Mが、第1の中間画像処理ステップST 2 0 3 Mによって生成される。以上が第1の中間画像処理ステップST 2 0 3 Mの動作であり、その動作は、第1の中間画像処理手段2 0 3 Mと同じである。

[0368] 次に図59のフローに従って第2の中間画像処理ステップST 2 0 3 Hの動作について説明する。

まず、第2の中間画像処理ステップST 2 0 3 Hは、増幅率決定ステップST 2 0 3 HAにおいて、中間画像D 2の各画素がもつ画素値に対する増幅率を決定する。ここで中間画像D 2は画像D 2 h及び画像D 2 vから成るので、増幅率の決定は、画像D 2 hと画像D 2 vの各画素について行われる。

即ち、画像D2hに対しては水平方向増幅率決定ステップST203HAhにおいて各画素に対する増幅率が決定され、画像D2vに対しては垂直方向増幅率決定ステップST203HAVにおいて各画素に対する増幅率が決定される。ここで水平方向増幅率決定ステップST203HAhの動作は水平方向増幅率決定手段203HAhと、垂直方向増幅率決定ステップST203HAVの動作は垂直方向増幅率決定手段203HAVと同様であるのでその説明は省略する。

[0369] 次に画素値変更ステップST203HBでは、増幅率決定ステップST203HAにおいて決定された増幅率に基づいて中間画像D2の各画素がもつ画素値を増幅する。ここで中間画像D2は画像D2h及び画像D2vから成るので、画素値の増幅は、画像D2hと画像D2vの各々について行われる。即ち、水平方向増幅率決定ステップST203HAhで決定された増幅率に基づいて画像D2hの各画素値が増幅され、画像D203HBhが生成される。また、垂直方向増幅率決定ステップST203HAVで決定された増幅率に基づいて画像D2vの各画素値が増幅され、画像D203HBvが生成される。この動作は画素値変更手段203HBの動作と同じである。

[0370] そして画像D203HBhに相当する画像D203Hhと画像D203HBvに相当する画像D203Hvから成る中間画像D203Hが、第2の中間画像処理ステップST203Hによって生成される。以上が第2の中間画像処理ステップST203Hの動作であり、その動作は、第2の中間画像処理手段203Hと同じである。

[0371] 加算ステップST204は入力輝度画像YIN、中間画像D203M、及び中間画像D203Hを加算し、出力輝度画像YOUTを生成する。中間画像D203Mは画像D203Mh及び画像D203Mvから成り、中間画像D203Hは画像D203Hh及び画像D203Hvから成るので、加算ステップST204では画像D203Mh、D203Hv、D203Mh、及びD203Hvの全てが入力輝度画像YINに加算される。この際画像D203Mh、D203Hv、D203Mh、及びD203Hvを入力輝度画像

Y I Nに単純に加算してもよいし、重み付け加算してもよい。そして出力輝度画像Y O U Tが本実施の形態における画像処理方法の最終出力画像として出力される。以上が加算ステップS T 2 0 4の動作であり、この動作は加算手段2 0 4の動作と同等である。

以上が本実施の形態における画像処理方法の動作である。

[0372] 本実施の形態における画像処理方法の動作はその説明から明らかなように、実施の形態3における画像処理装置と同等である。したがって本実施の形態における画像処理方法は、実施の形態3における画像処理装置と同様の効果を持つ。また、図31に示す画像表示装置において、例えば画像処理装置U 2 0 2内部で上記の画像処理方法を実施することで、上記の画像処理方法で処理された画像を、図31に示す画像表示装置で表示することもできる。

[0373] 実施の形態9.

実施の形態4では、本発明をハードウェアにより実現するものとして説明したが、図34に示される構成の一部又は全部をソフトウェアにより実現することも可能である。その場合に用いられる画像処理装置の構成は図44に示すものと同じである。

[0374] 但し、この場合の画像処理装置は、例えば図31の画像表示装置の一部をなす画像処理装置U 2 0 2として用いられ、カラー画像拡大手段U 2 0 1から出力されるカラー画像I M G U 2 0 1が入力画像I M G I Nとして、インターフェース14を介して供給され、C P U 1 1において、図34の画像処理装置と同様の処理を行ない、処理の結果生成される出力画像I M G O U Tがインターフェース15を介して例えば図31のモニタU 2 0 3に画像D U 2 0 2として供給され、モニタU 2 0 3による表示に用いられる。

[0375] 図60は、図44の画像処理装置に実施の形態4の画像処理装置と同様の機能を持たせることで実施される、本発明の実施の形態9の画像処理方法のフローを表す図であり、図示の画像処理方法は、輝度色差信号加算ステップS T 2 0 0、第1の中間画像生成ステップS T 2 0 1、第2の中間画像生成ステップS T 2、第1の中間画像処理ステップS T 3 0 3 M、第2の中間画

像処理ステップST303H、及び加算ステップST204を含む。

[0376] なお、実施の形態9による画像処理方法も実施の形態4と同様YCbCr形式で入力される入力画像IMGINに対して画像処理を行う。即ち、図示しない画像入力ステップで入力される入力画像IMGINはカラー画像であり、輝度成分を表す信号YIN（以下、入力輝度画像YINと呼ぶ）と色差成分を表す信号CRIN及びCBINとから成る。信号CRIN（以下、入力CR画像CRINと呼ぶ）は色差成分のうちCr成分を表し、信号CBIN（以下、入力CB画像CBINと呼ぶ）は色差成分のうちCb成分を表す。

[0377] 第1の中間画像生成ステップST201の動作、構成は、実施の形態8における第1の中間画像生成ステップST201と同様である。

[0378] 第2の中間画像生成ステップST2の動作、構成は、実施の形態8における第2の中間画像生成ステップST2と同様である。

[0379] 第1の中間画像処理ステップST303Mは、図61に示すように、増幅率決定ステップST303MA、及び画素値変更ステップST303MBを含む。

[0380] 第2の中間画像処理ステップST303Hは、図62に示すように、増幅率決定ステップST303HA、及び画素値変更ステップST303HBを含む。

[0381] 以下、本実施の形態による画像処理方法について説明する。ただし、輝度色差信号加算ステップST200、第1の中間画像生成ステップST201、第2の中間画像生成ステップST2、加算ステップST204の動作は実施の形態8に記載のものと各々同じであるのでその説明は省略する。

[0382] まず、図61のフローに従って第1の中間画像処理ステップST303Mの動作について説明する。

まず、第1の中間画像処理ステップST303Mは、増幅率決定ステップST303MAにおいて、中間画像D1の各画素がもつ画素値に対する増幅率を決定する。ここで中間画像D1は画像D1h及び画像D1vから成るの

で、増幅率の決定は、画像D1hと画像D1vの各画素について行われる。即ち、画像D1hに対しては水平方向増幅率決定ステップST303MAhにおいて各画素に対する増幅率が決定され、画像D1vに対しては垂直方向増幅率決定ステップST303MAvにおいて各画素に対する増幅率が決定される。ここで水平方向増幅率決定ステップST303MAhの動作は水平方向増幅率決定手段303MAhと、垂直方向増幅率決定ステップST303MAvの動作は垂直方向増幅率決定手段303MAvと同様であるのでその説明は省略する。

[0383] 次に画素値変更ステップST303MBでは、増幅率決定ステップST303MAにおいて決定された増幅率に基づいて中間画像D1の各画素がもつ画素値を増幅する。ここで中間画像D1は画像D1h及び画像D1vから成るので、画素値の増幅は、画像D1hと画像D1vの各々について行われる。即ち、水平方向増幅率決定ステップST303MAhで決定された増幅率に基づいて画像D1hの各画素値が増幅され、画像D303MBhが生成される。また、垂直方向増幅率決定ステップST303MAvで決定された増幅率に基づいて画像D1vの各画素値が増幅され、画像D303MBvが生成される。この動作は画素値変更手段303MBの動作と同じである。

[0384] そして画像D303MBhに相当する画像D303Mhと画像D303MBvに相当する画像D303Mvから成る中間画像D303Mが、第1の中間画像処理ステップST303Mによって生成される。以上が第1の中間画像処理ステップST303Mの動作であり、その動作は、第1の中間画像処理手段303Mと同じである。

[0385] 次に図62のフローに従って第2の中間画像処理ステップST303Hの動作について説明する。

まず、第2の中間画像処理ステップST303Hは、増幅率決定ステップST303HAにおいて、中間画像D2の各画素がもつ画素値に対する増幅率を決定する。ここで中間画像D2は画像D2h及び画像D2vから成るので、増幅率の決定は、画像D2hと画像D2vの各画素について行われる。

即ち、画像D2hに対しては水平方向増幅率決定ステップST303HAhにおいて各画素に対する増幅率が決定され、画像D2vに対しては垂直方向増幅率決定ステップST303HAVにおいて各画素に対する増幅率が決定される。ここで水平方向増幅率決定ステップST303HAhの動作は水平方向増幅率決定手段303HAhと、垂直方向増幅率決定ステップST303HAVの動作は垂直方向増幅率決定手段303HAVと同様であるのでその説明は省略する。

[0386] 次に画素値変更ステップST303HBでは、増幅率決定ステップST303HAにおいて決定された増幅率に基づいて中間画像D2の各画素がもつ画素値を増幅する。ここで中間画像D2は画像D2h及び画像D2vから成るので、画素値の増幅は、画像D2hと画像D2vの各々について行われる。即ち、水平方向増幅率決定ステップST303HAhで決定された増幅率に基づいて画像D2hの各画素値が増幅され、画像D303HBhが生成される。また、垂直方向増幅率決定ステップST303HAVで決定された増幅率に基づいて画像D2vの各画素値が増幅され、画像D303HBvが生成される。この動作は画素値変更手段303HBの動作と同じである。

[0387] そして画像D303HBhに相当する画像D303Hhと画像D303HBvに相当する画像D303Hvから成る中間画像D303Hが、第2の中間画像処理ステップST303Hによって生成される。以上が第2の中間画像処理ステップST303Hの動作であり、その動作は、第2の中間画像処理手段303Hと同じである。

以上が本実施の形態における画像処理方法の動作である。

[0388] 本実施の形態における画像処理方法の動作はその説明から明らかなように、実施の形態4における画像処理装置と同等である。したがって本実施の形態における画像処理方法は、実施の形態4における画像処理装置と同様の効果を持つ。また、図31に示す画像表示装置において、例えば画像処理装置U202内部で上記の画像処理方法を実施することで、上記の画像処理方法で処理された画像を、図31に示す画像表示装置で表示することもできる。

[0389] 実施の形態 10.

実施の形態 5 では、本発明をハードウェアにより実現するものとして説明したが、図 39 に示される構成の一部又は全部をソフトウェアにより実現することも可能である。その場合に用いられる画像処理装置の構成は図 44 に示すものと同じである。

[0390] 但し、この場合の画像処理装置は、例えば図 31 の画像表示装置の一部をなす画像処理装置 U202 として用いられ、カラー画像拡大手段 U201 から出力されるカラー画像 IMG U201 が入力画像 IMG IN として、インターフェース 14 を介して供給され、CPU 11 において、図 39 の画像処理装置と同様の処理を行ない、処理の結果生成される出力画像 IMG OUT がインターフェース 15 を介して例えば図 31 のモニタ U203 に画像 DU202 として供給され、モニタ U203 による表示に用いられる。

[0391] 図 63 は図 44 の画像処理装置に実施の形態 5 の画像処理装置と同様の機能を持たせることで実施される、本発明の実施の形態 10 による画像処理方法のフローを表す図であり、実施の形態 10 による画像処理方法は、第 1 の中間画像生成ステップ ST201、第 2 の中間画像生成ステップ ST2、加算ステップ ST404、及び色差増減ステップ ST405 を含む。

[0392] なお、実施の形態 10 による画像処理方法も実施の形態 5 と同様 YCbCr 形式で入力される入力画像 IMG IN に対して画像処理を行う。即ち、図示しない画像入力ステップで入力される入力画像 IMG IN はカラー画像であり、輝度成分を表す信号 Y IN（以下、入力輝度画像 Y IN と呼ぶ）と、色差成分を表す信号 CR IN 及び CB IN とから成る。信号 CR IN（以下、入力 CR 画像 CR IN と呼ぶ）は色差成分のうち Cr 成分を表し、信号 CB IN（以下、入力 CB 画像 CB IN と呼ぶ）は色差成分のうち Cb 成分を表す。

[0393] 入力画像 Y IN に対して以下に示す説明に従った処理を行うことによって生成された出力輝度画像 Y OUT、出力 CR 画像 CROUT、及び出力 CB 画像 CBOUT から成る出力画像 IMG OUT が図示されない画像出力ステ

ップによって最終的な出力画像として出力される。

[0394] 第1の中間画像生成ステップST201の動作、構成は、実施の形態8における第1の中間画像生成ステップST201と同様である。

[0395] 第2の中間画像生成ステップST2の動作、構成は、実施の形態8における第2の中間画像生成ステップST2と同様である。

[0396] 次に加算ステップST404の動作について説明する。

加算ステップST404は入力輝度画像YIN、中間画像D1、及び中間画像D2を加算した結果を高周波数成分加算画像D404として出力する。

また、入力輝度画像YINに対し、高周波数成分加算画像D404を加算した結果（即ち、中間画像D1及び中間画像D2を加算した結果）を、出力輝度画像YOUTとして出力する。

[0397] なお、中間画像D1は画像D1h及び画像D1vから成り、中間画像D2は画像D2h及び画像D2vから成るので、加算ステップST404では画像D1h、D1v、D2h、及びD2vの全てを加算し、高周波数成分加算画像D404を生成する。この際画像D1h、D1v、D2h、及びD2vを単純に加算してもよいし、重み付け加算してもよい。そして出力輝度画像YOUTが本実施の形態における画像処理方法の最終出力画像の一部として出力される。以上が加算ステップST404の動作であり、この動作は加算手段404の動作と同等である。

[0398] 次に図64のフローに従って輝度色差加算ステップST405の動作について説明する。

輝度色差加算ステップST405ではまず、増幅率決定ステップST405Aにおいて、入力CR画像CRIN及び入力CB画像CBINの各画素に対する増幅率を高周波数成分加算画像D404の同一座標の画素値に基づいて決定する。高周波数成分加算画像D404の画素値と増幅率決定手段405Aで決定される増幅率の関係は実施の形態5と同様の関係を用いる。

[0399] 次に、色差Cr乗算ステップST405B1は増幅率D405Aで与えられる増幅率を入力CR画像CRINの画素値に対してかけた結果を画像D4

O 5 B 1 として出力する。

[0400] 次に、色差 C b 乗算ステップ S T 4 O 5 B 2 は増幅率 D 4 O 5 A で与えられる増幅率を入力 C B 画像 C B I N の画素値に対してかけた結果を画像 D 4 O 5 B 2 として出力する。

[0401] そして、画像 D 4 O 5 B 1 が出力 C R 画像 C R O U T として出力され、画像 D 4 O 5 B 2 が出力 C B 画像 C B O U T として出力される。出力 C R 画像 C R O U T 及び出力 C B 画像 C B O U T は最終的な出力画像 I M G O U T の一部として用いられる。

以上が色差増幅ステップ S T 4 O 5 の動作であり、その動作は色差増幅手段 4 O 5 と同等である。

以上が本実施の形態における画像処理方法の動作である。

[0402] 本実施の形態における画像処理方法の動作はその説明から明らかなように、実施の形態 5 における画像処理装置と同等である。したがって本実施の形態における画像処理方法は、実施の形態 5 における画像処理装置と同様の効果を持つ。また、図 3 1 に示す画像表示装置において、例えば画像処理装置 U 2 0 2 内部で上記の画像処理方法を実施することで、上記の画像処理方法で処理された画像を、図 3 1 に示す画像表示装置で表示することもできる。

符号の説明

[0403] 1 第 1 の中間画像生成手段、 2 第 2 の中間画像生成手段、 3 M 第 1 の中間画像処理手段、 3 H 第 2 の中間画像処理手段、 4 加算手段、 1 O 3 M 第 1 の中間画像処理手段、 1 O 3 H 第 2 の中間画像処理手段、 2 O 1 第 1 の中間画像生成手段、 2 O 3 M 第 1 の中間画像処理手段、 2 O 3 H 第 2 の中間画像処理手段、 2 O 4 加算手段、 2 O 5 輝度色差加算手段、 3 O 3 M 第 1 の中間画像処理手段、 3 O 3 H 第 2 の中間画像処理手段、 4 O 4 加算手段、 4 O 5 色差増減手段、 D I N 入力画像、 D 1 中間画像、 D 2 中間画像、 D 3 M 中間画像、 D 3 H 中間画像、 D O U T 出力画像、 D 1 O 3 M 中間画像、 D 1 O 3 H 中間画像、 I M G I N 入力画像、 Y I N

入力輝度画像、 CRIN 入力CR画像、 CBIN 入力CB画像、
D203M 中間画像、 D203H 中間画像、 IMGOUT 出力
画像、 YOUT 出力輝度画像、 CROUT 出力CR画像、 CBO
UT 出力CB画像、 D303M 中間画像、 D303H 中間画像、
D404 高周波数成分加算画像。

請求の範囲

- [請求項1] 入力画像の特定の周波数帯域の成分を取り出した第1の中間画像を生成する第1の中間画像生成手段と、
- 前記第1の中間画像をもとに第2の中間画像を生成する第2の中間画像生成手段と、
- 前記第1の中間画像をもとに第3の中間画像を生成する第1の中間画像処理手段と、
- 前記第2の中間画像をもとに第4の中間画像を生成する第2の中間画像処理手段と、
- 前記入力画像と前記第3の中間画像と前記第4の中間画像を加算する加算手段を有する画像処理装置において、
- 前記第1の中間画像処理手段が、前記入力画像の画素値に応じて求められる第1の増幅率によって前記第1の中間画像の画素値を増幅する、若しくは
- 前記第2の中間画像処理手段が、前記入力画像の画素値に応じて求められる第2の増幅率によって前記第2の中間画像の画素値を増幅する
- ことを特徴とする画像処理装置。
- [請求項2] 前記第1の増幅率及び前記第2の増幅率の少なくとも1つは、
- 前記入力画像の画素値が大きくなるほど小さくなるよう決定され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] 前記第1の中間画像生成手段は、
- 前記入力画像の第1の周波数以上の高周波数成分のみを取り出した第1の高周波数成分画像を生成する第1の高周波数成分画像生成手段と、
- 前記第1の高周波数成分画像の第2の周波数以下の低周波数成分のみを取り出す低周波数成分画像生成手段を有する
- ことを特徴とする請求項1又は2に記載の画像処理装置。

- [請求項4] 前記第2の中間画像生成手段は、
前記第1の中間画像の画素値を画素に応じて変化させた増幅率で増幅させた非線形処理画像を生成する非線形処理手段を有することを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の画像処理装置。
- [請求項5] 前記第2の中間画像生成手段は、
前記非線形処理画像の第3の周波数以上の高周波数成分のみを取り出した第2の高周波数成分画像を生成する第2の高周波数成分画像生成手段を有することを特徴とする請求項4に記載の画像処理装置。
- [請求項6] 前記第1の中間画像処理手段は、
前記第1の増幅率を決定する第1の増幅率決定手段と、
前記第1の増幅率に基づき、前記第1の中間画像の画素値を増幅する第1の画素値増幅手段を有することを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の画像処理装置。
- [請求項7] 前記第2の中間画像処理手段は、
前記第2の増幅率を決定する第2の増幅率決定手段と、
前記第2の増幅率に基づき、前記第2の中間画像の画素値を増幅する第2の画素値増幅手段を有することを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載の画像処理装置。
- [請求項8] 前記第1の高周波数成分画像生成手段は、
前記入力画像の各画素の水平方向の近傍に存在する画素を用いて第1の水平方向周波数以上の高周波数成分を取り出した第1の水平方向高周波数成分画像を生成する第1の水平方向高周波数成分画像生成手段を有し、
前記低周波数成分画像生成手段は、

前記第 1 の水平方向高周波数成分画像の第 2 の水平方向周波数以下の低周波数成分のみを取り出した第 1 の水平方向中間画像を生成する水平方向低周波数成分画像生成手段を有する

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 9]

前記第 1 の中間画像が、

前記第 1 の水平方向中間画像を含み、

前記第 1 の中間画像処理手段は、

前記第 1 の水平方向増幅率を決定する第 1 の水平方向増幅率決定手段と、

前記第 1 の水平方向増幅率に基づき、前記第 1 の水平方向中間画像の画素値を増幅する第 1 の水平方向画素値増幅手段を有する

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]

前記第 1 の増幅率は、

前記第 1 の水平方向中間画像に対する第 1 の水平方向増幅率を含み、

前記第 1 の水平方向増幅率は前記第 1 の水平方向中間画像の画素値が大きくなるほど小さくなるよう定められる

ことを特徴とする請求項 9 に記載の画像処理装置。

[請求項 11]

前記第 1 の中間画像が、

前記第 1 の水平方向中間画像を含み、

前記非線形処理手段は、

前記第 1 の水平方向中間画像の各画素値を画素に応じて変化させた増幅率で増幅した水平方向非線形処理画像を生成する水平方向非線形処理手段を有し、

前記第 2 の高周波数成分画像生成手段は、

前記水平方向非線形処理画像の第 3 の水平方向周波数以上の高周波数成分のみを取り出した第 2 の水平方向中間画像を生成する第 2 の水平方向高周波数成分画像生成手段を有する

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12]

前記水平方向非線形処理手段は、

前記第 1 の水平方向中間画像の画素値が正から負へ、もしくは負から正へと変化する箇所をゼロクロス点として判定する水平方向ゼロクロス判定手段と、

前記水平方向ゼロクロス判定手段の判定結果に応じて前記第 1 の水平方向中間画像の各画素に対する増幅率を決定し、決定した増幅率で前記第 1 の水平方向中間画像の画素値を増幅する水平方向信号増幅手段を有する

ことを特徴とする請求項 9 に記載の画像処理装置。

[請求項13]

前記第 2 の中間画像処理手段は、

前記第 2 の水平方向増幅率を決定する第 2 の水平方向増幅率決定手段と、

前記第 2 の水平方向増幅率に基づき、前記第 2 の水平方向中間画像の画素値を増幅する第 2 の水平方向画素値増幅手段を有する

ことを特徴とする請求項 1 2 に記載の画像処理装置。

[請求項14]

前記第 2 の増幅率は、

前記第 2 の水平方向中間画像に対する第 2 の水平方向増幅率を含み、

前記第 2 の水平方向増幅率は前記第 2 の水平方向中間画像の画素値が大きくなるほど小さくなるよう定められる

ことを特徴とする請求項 1 3 に記載の画像処理装置。

[請求項15]

前記第 1 の高周波数成分画像生成手段は、

前記入力画像の各画素の垂直方向の近傍に存在する画素を用いて第 1 の垂直方向周波以上の高周波数成分を取り出した第 1 の垂直方向高周波数成分画像を生成する第 1 の垂直方向高周波数成分画像生成手段を有し、

前記低周波数成分画像生成手段は、

前記第 1 の垂直方向高周波数成分画像の第 2 の垂直方向周波数以下の低周波数成分のみを取り出した第 1 の垂直方向中間画像を生成する垂直方向低周波数成分画像生成手段を有する

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 16]

前記第 1 の中間画像が、

前記第 1 の垂直方向中間画像を含み、

前記第 1 の中間画像処理手段は、

前記第 1 の垂直方向増幅率を決定する第 1 の垂直方向増幅率決定手段と、

前記第 1 の垂直方向増幅率に基づき、前記第 1 の垂直方向中間画像の画素値を増幅する第 1 の垂直方向画素値増幅手段を有する

ことを特徴とする請求項 15 に記載の画像処理装置。

[請求項 17]

前記第 1 の増幅率は、

前記第 1 の垂直方向中間画像に対する第 1 の垂直方向増幅率を含み、

前記第 1 の垂直方向増幅率は前記第 1 の垂直方向中間画像の画素値が大きくなるほど小さくなるよう定められる

ことを特徴とする請求項 16 に記載の画像処理装置。

[請求項 18]

前記第 1 の中間画像が、

前記第 1 の垂直方向中間画像を含み、

前記非線形処理手段は、

前記第 1 の垂直方向中間画像の各画素値を画素に応じて変化させた増幅率で増幅した垂直方向非線形処理画像を生成する垂直方向非線形処理手段を有し、

前記第 2 の高周波数成分画像生成手段は、

前記垂直方向非線形処理画像の第 3 の垂直方向周波数以上の高周波数成分のみを取り出した第 2 の垂直方向中間画像を生成する第 2 の垂直方向高周波数成分画像生成手段を有する

ことを特徴とする請求項 15 に記載の画像処理装置。

[請求項19]

前記垂直方向非線形処理手段は、

前記第 1 の垂直方向中間画像の画素値が正から負へ、もしくは負から正へと変化する箇所をゼロクロス点として判定する垂直方向ゼロクロス判定手段と、

前記垂直方向ゼロクロス判定手段の判定結果に応じて前記第 1 の垂直方向中間画像の各画素に対する増幅率を決定し、決定した増幅率で前記第 1 の垂直方向中間画像の画素値を増幅する垂直方向信号増幅手段を有する

ことを特徴とする請求項 18 に記載の画像処理装置。

[請求項20]

前記第 2 の中間画像処理手段は、

前記第 2 の垂直方向増幅率を決定する第 2 の垂直方向増幅率決定手段と、

前記第 2 の垂直方向増幅率に基づき、前記第 2 の垂直方向中間画像の画素値を増幅する第 1 の垂直方向画素値増幅手段を有する

ことを特徴とする請求項 19 に記載の画像処理装置。

[請求項21]

前記第 2 の増幅率は、

前記第 2 の垂直方向中間画像に対する第 2 の垂直方向増幅率を含み、

前記第 2 の垂直方向増幅率は前記第 2 の垂直方向中間画像の画素値が大きくなるほど小さくなるよう定められる

ことを特徴とする請求項 20 に記載の画像処理装置。

[請求項22]

入力画像の特定の周波数帯域の成分を取り出した第 1 の中間画像を生成する第 1 の中間画像生成手段と、

前記第 1 の中間画像をもとに第 2 の中間画像を生成する第 2 の中間画像生成手段と、

前記第 1 の中間画像を処理して第 3 の中間画像を出力する第 1 の中間画像処理手段と、

前記第 2 の中間画像を処理して第 4 の中間画像を出力する第 2 の中間画像処理手段と、

前記入力画像と前記第 3 の中間画像と前記第 4 の中間画像を加算する加算手段を備え、

前記第 1 の中間画像処理手段が、

前記入力画像の画素値と前記第 1 の中間画像の画素値から第 1 の増幅率を決定する第 1 の増幅率決定手段と、

前記第 1 の増幅率に従って前記第 1 の中間画像の画素値を増幅する第 1 の画素値増幅手段を有する、若しくは、

前記第 2 の中間画像処理手段が、

前記入力画像の画素値と前記第 2 の中間画像の画素値から第 2 の増幅率を決定する第 2 の増幅率決定手段と、

前記第 2 の増幅率に従って前記第 2 の中間画像の画素値を増幅する第 2 の画素値増幅手段を有する

ことを特徴とする画像処理装置。

[請求項23]

輝度信号と色差信号から成る入力画像から特定の周波数帯域の成分を取り出した第 1 の中間画像を生成する第 1 の中間画像生成手段と、

前記第 1 の中間画像をもとに第 2 の中間画像を生成する第 2 の中間画像生成手段と、

前記入力画像の輝度信号と色差信号を合成する輝度色差加算手段と、

前記第 1 の中間画像をもとに第 3 の中間画像を生成する第 1 の中間画像処理手段と、

前記第 2 の中間画像をもとに第 4 の中間画像を生成する第 2 の中間画像処理手段と、

前記入力画像の輝度信号と前記第 3 の中間画像と前記第 4 の中間画像を加算する加算手段を有する画像処理装置において、

前記第 1 の中間画像処理手段が、前記輝度色差加算手段の出力に応

じて決定される第1の増幅率に基づいて前記第1の中間画像の画素値を増幅する、若しくは

前記第2の中間画像処理手段が、前記輝度色差加算手段の出力に応じて決定される第2の増幅率に基づいて前記第2の中間画像の画素値を増幅する

ことを特徴とする画像処理装置。

[請求項24]

輝度信号と色差信号から成る入力画像から特定の周波数帯域の成分を取り出した第1の中間画像を生成する第1の中間画像生成手段と、

前記第1の中間画像をもとに第2の中間画像を生成する第2の中間画像生成手段と、

前記入力画像の輝度信号と色差信号を合成する輝度色差加算手段と、

前記第1の中間画像をもとに第3の中間画像を生成する第1の中間画像処理手段と、

前記第2の中間画像をもとに第4の中間画像を生成する第2の中間画像処理手段と、

前記入力画像の輝度信号と前記第3の中間画像と前記第4の中間画像を加算する加算手段を有する画像処理装置において、

前記第1の中間画像処理手段が、前記輝度色差加算手段の出力および前記第1の中間画像の画素値の符号に応じて決定される第1の増幅率に基づいて前記第1の中間画像の画素値を増幅する、若しくは

前記第2の中間画像処理手段が、前記輝度色差加算手段の出力および前記第1の中間画像の画素値の符号に応じて決定される第2の増幅率に基づいて前記第2の中間画像の画素値を増幅する

ことを特徴とする画像処理装置。

[請求項25]

カラー画像が入力される画像処理装置であって、

前記カラー画像の輝度信号を表す輝度画像から特定の周波数帯域の成分を取り出した第1の中間画像を生成する第1の中間画像生成手段

と、

前記第 1 の中間画像をもとに第 2 の中間画像を生成する第 2 の中間画像生成手段と、

前記第 1 の中間画像と前記第 2 の中間画像を加算した高周波数成分加算画像と、前記輝度画像に前記高周波数成分加算画像を加算した出力輝度画像を生成する加算手段と、

前記高周波数成分加算画像の各画素値に基づいて、前記カラー画像の色差信号を表す色差画像の各画素値を増減させる色差増減手段とを有することを特徴とする画像処理装置。

[請求項26] 請求項 1 乃至 25 に記載の画像処理装置を備えたことを特徴とする画像表示装置。

[請求項27] 入力画像の特定の周波数帯域の成分を取り出した第 1 の中間画像を生成する第 1 の中間画像生成ステップと、

前記第 1 の中間画像をもとに第 2 の中間画像を生成する第 2 の中間画像生成ステップと、

前記第 1 の中間画像をもとに第 3 の中間画像を生成する第 1 の中間画像処理ステップと、

前記第 2 の中間画像をもとに第 4 の中間画像を生成する第 2 の中間画像処理ステップと、

前記入力画像と前記第 3 の中間画像と前記第 4 の中間画像を加算する加算ステップを有する画像処理方法において、

前記第 1 の中間画像処理ステップが、

前記入力画像の画素値に応じて求められる第 1 の増幅率で前記第 1 の中間画像の画素値を増幅する、若しくは

前記第 2 の中間画像処理ステップが、

前記入力画像の画素値に応じて求められる第 2 の増幅率で前記第 2 の中間画像の画素値を増幅する

ことを特徴とする画像処理方法。

- [請求項28] 入力画像の特定の周波数帯域の成分を取り出した第1の中間画像を生成する第1の中間画像生成ステップと、
- 前記第1の中間画像をもとに第2の中間画像を生成する第2の中間画像生成ステップと、
- 前記第1の中間画像を処理して第3の中間画像を出力する第1の中間画像処理ステップと、
- 前記第2の中間画像を処理して第4の中間画像を出力する第2の中間画像処理ステップと、
- 前記入力画像と前記第3の中間画像と前記第4の中間画像を加算する加算ステップを備え、
- 前記第1の中間画像処理ステップが、
- 前記入力画像の画素値と前記第1の中間画像の画素値から第1の増幅率を決定する第1の増幅率決定ステップと、
- 前記第1の増幅率に従って前記第1の中間画像の画素値を増幅する第1の画素値変更ステップを有する、若しくは、
- 前記第2の中間画像処理ステップが、
- 前記入力画像の画素値と前記第2の中間画像の画素値から第2の増幅率を決定する第2の増幅率決定ステップと、
- 前記第2の増幅率に従って前記第2の中間画像の画素値を増幅する第2の画素値変更ステップを有する
- ことを特徴とする画像処理方法。
- [請求項29] 輝度信号と色差信号から成る入力画像から特定の周波数帯域の成分を取り出した第1の中間画像を生成する第1の中間画像生成ステップと、
- 前記第1の中間画像をもとに第2の中間画像を生成する第2の中間画像生成ステップと、
- 前記入力画像の輝度信号と色差信号を合成する輝度色差加算ステップと、

前記第 1 の中間画像をもとに第 3 の中間画像を生成する第 1 の中間画像処理ステップと、

前記第 2 の中間画像をもとに第 4 の中間画像を生成する第 2 の中間画像処理ステップと、

前記入力画像の輝度信号と前記第 3 の中間画像と前記第 4 の中間画像を加算する加算ステップを有する画像処理方法において、

前記第 1 の中間画像処理ステップが、前記輝度色差加算ステップの出力に応じて決定される第 1 の増幅率で前記第 1 の中間画像の画素値を増幅する、若しくは

前記第 2 の中間画像処理ステップが、前記輝度色差加算ステップの出力に応じて決定される第 2 の増幅率で前記第 2 の中間画像の画素値を増幅する

ことを特徴とする画像処理方法。

[請求項30]

輝度信号と色差信号から成る入力画像から特定の周波数帯域の成分を取り出した第 1 の中間画像を生成する第 1 の中間画像生成ステップと、

前記第 1 の中間画像をもとに第 2 の中間画像を生成する第 2 の中間画像生成ステップと、

前記入力画像の輝度信号と色差信号を合成する輝度色差加算ステップと、

前記第 1 の中間画像をもとに第 3 の中間画像を生成する第 1 の中間画像処理ステップと、

前記第 2 の中間画像をもとに第 4 の中間画像を生成する第 2 の中間画像処理ステップと、

前記入力画像の輝度信号と前記第 3 の中間画像と前記第 4 の中間画像を加算する加算ステップを有する画像処理方法において、

前記第 1 の中間画像処理ステップが、前記第 1 の中間画像の画素値の符号と前記輝度色差加算ステップの出力に応じて決定される第 1 の

増幅率で前記第 1 の中間画像の画素値を増幅する、若しくは

前記第 2 の中間画像処理ステップが、前記第 2 の中間画像の画素値の符号と前記輝度色差加算ステップの出力に応じて決定される第 2 の増幅率で前記第 2 の中間画像の画素値を増幅する

ことを特徴とする画像処理方法。

[請求項31]

カラー画像を処理する画像処理方法であって、

前記カラー画像の輝度信号を表す輝度画像から特定の周波数帯域の成分を取り出した第 1 の中間画像を生成する第 1 の中間画像生成ステップと、

前記第 1 の中間画像をもとに第 2 の中間画像を生成する第 2 の中間画像生成ステップと、

前記第 1 の中間画像と前記第 2 の中間画像を加算した高周波数成分加算画像と、前記輝度画像に高周波数成分加算画像を加算した出力輝度画像を生成する加算ステップと、

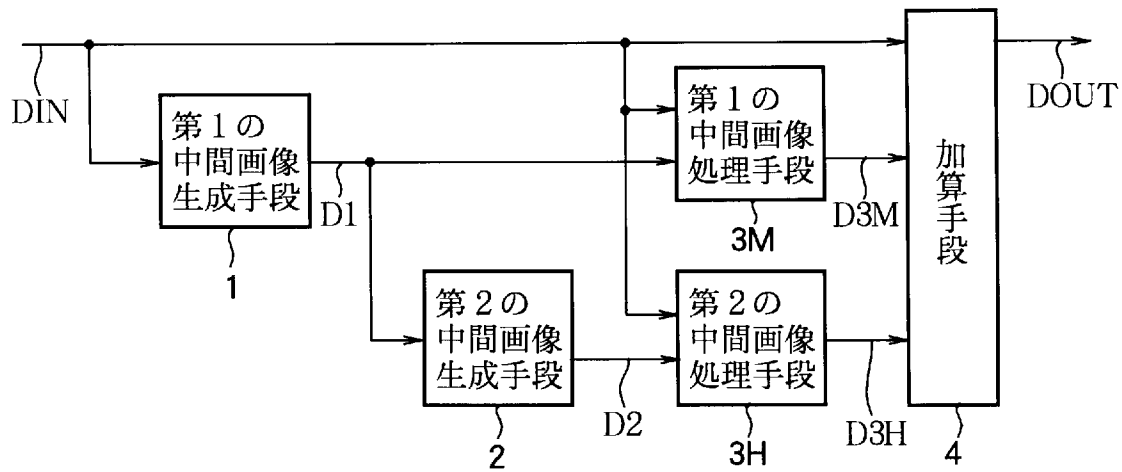
前記高周波数成分加算画像の各画素値に基づいて、前記カラー画像の色差信号を表す色差画像の各画素値を増減させる色差増減ステップと

を有することを特徴とする画像処理方法。

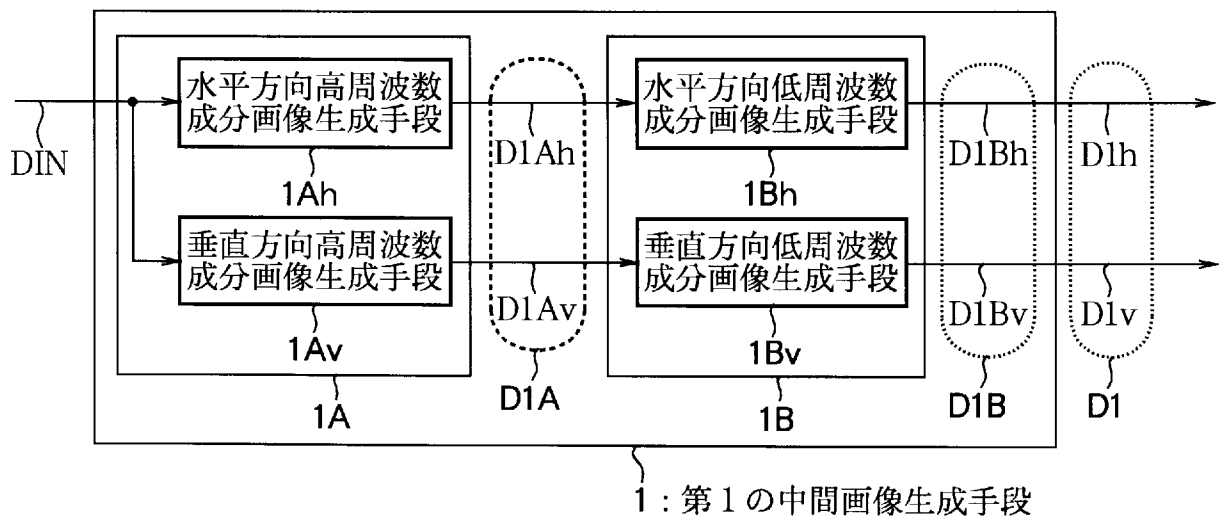
[請求項32]

請求項 27 乃至 31 に記載の画像処理方法により処理された画像を表示することを特徴とする画像表示装置。

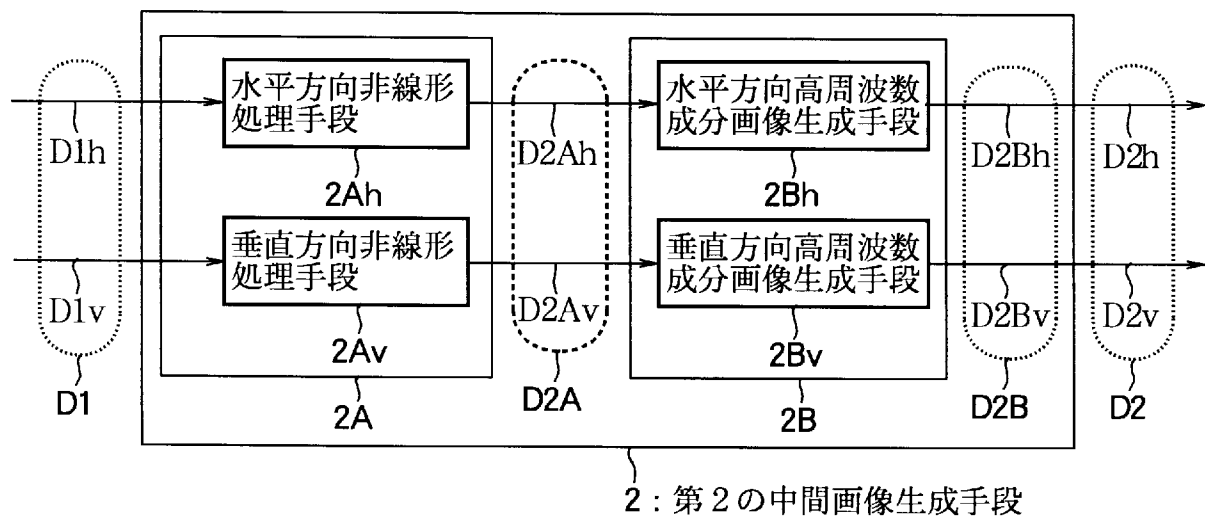
[図1]



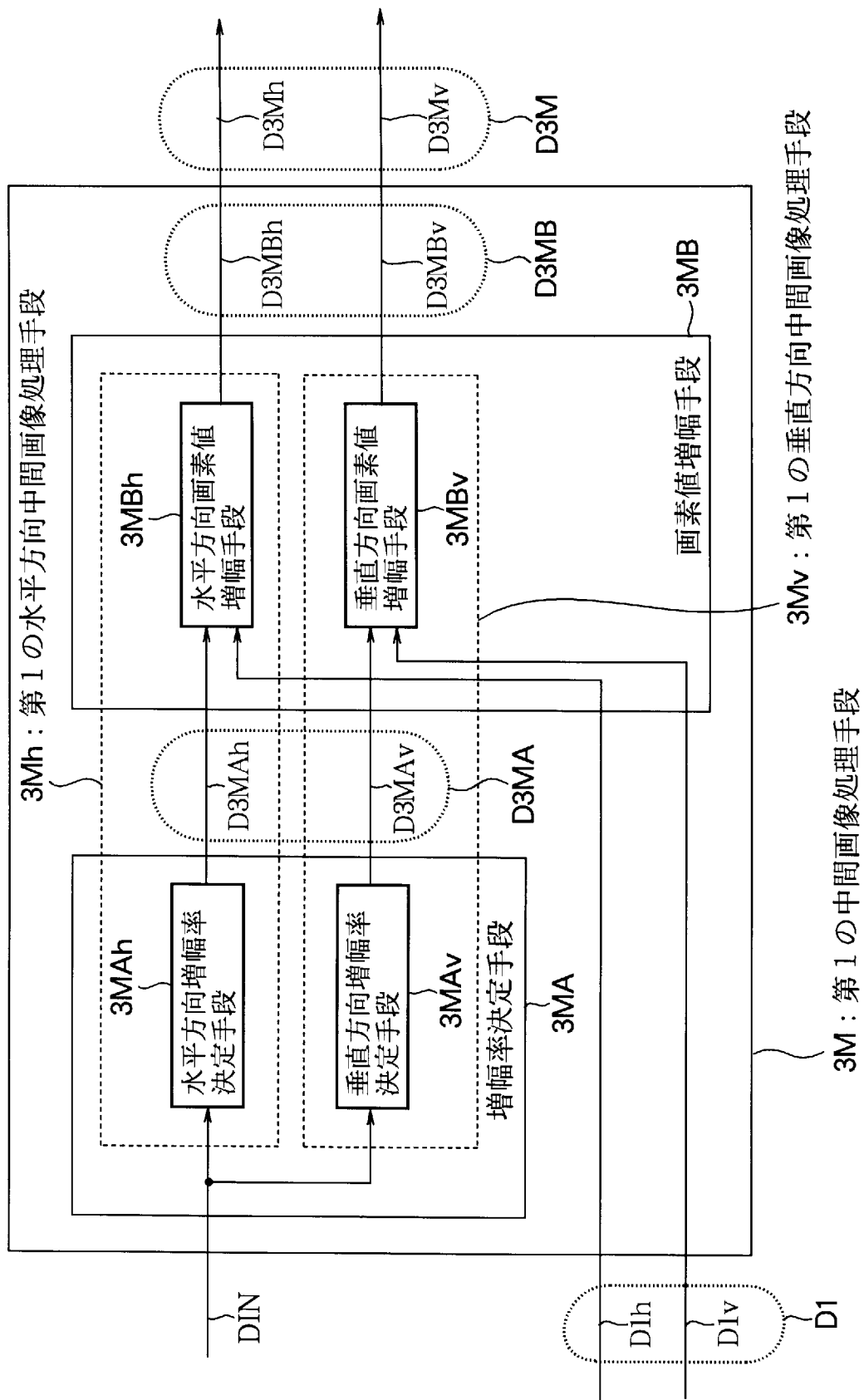
[図2]



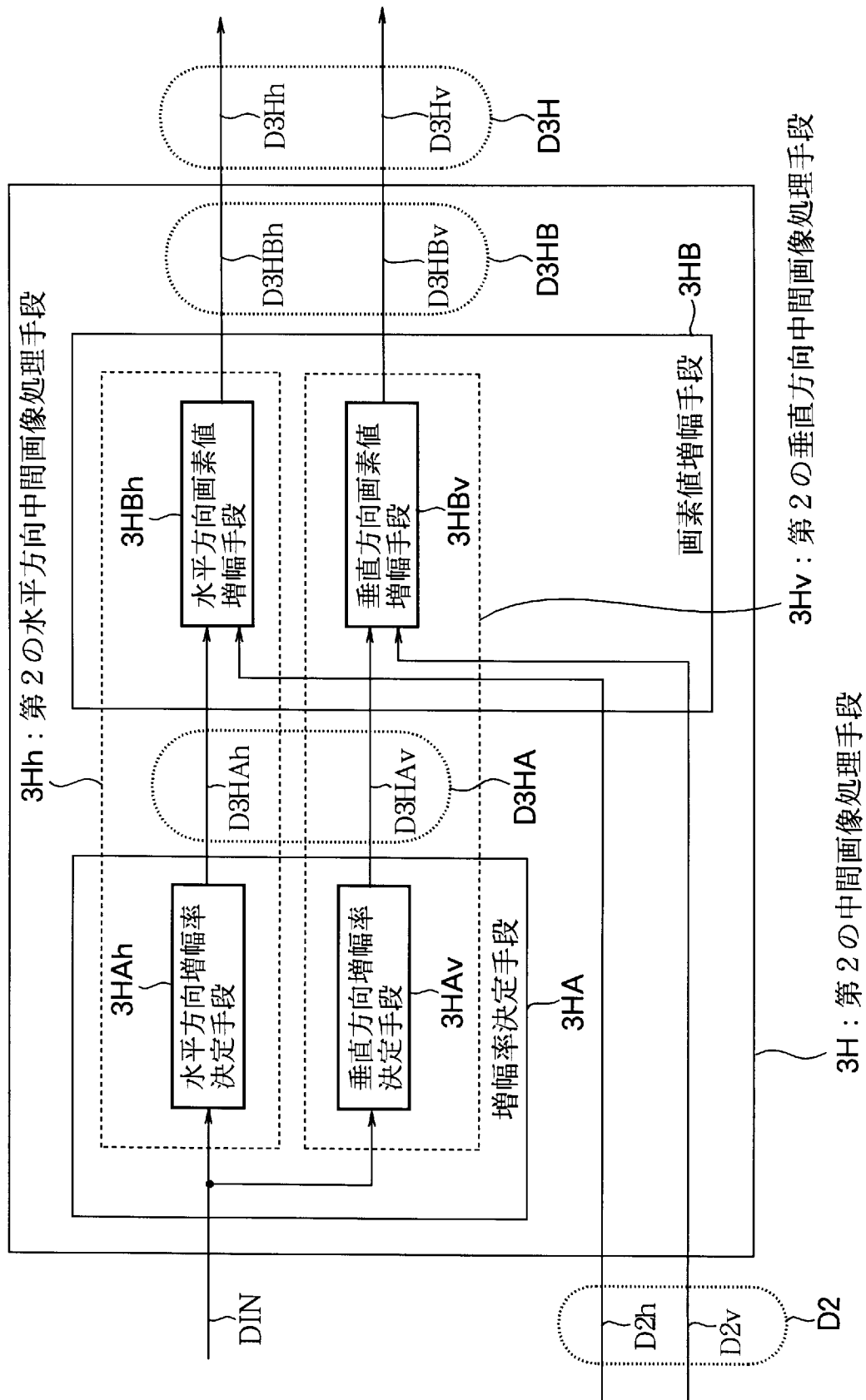
[図3]



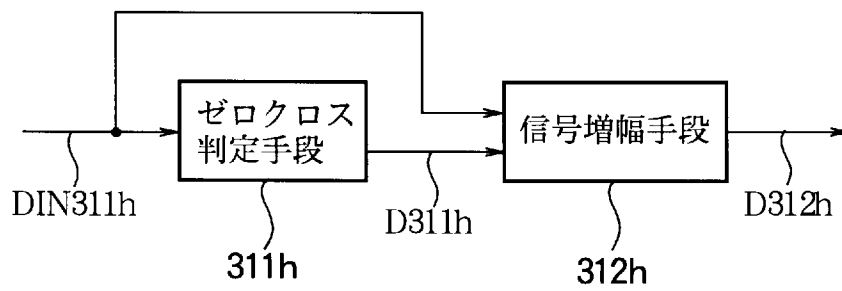
[図4]



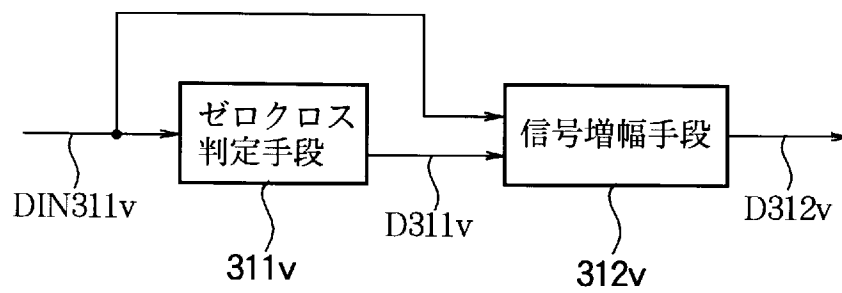
[図5]



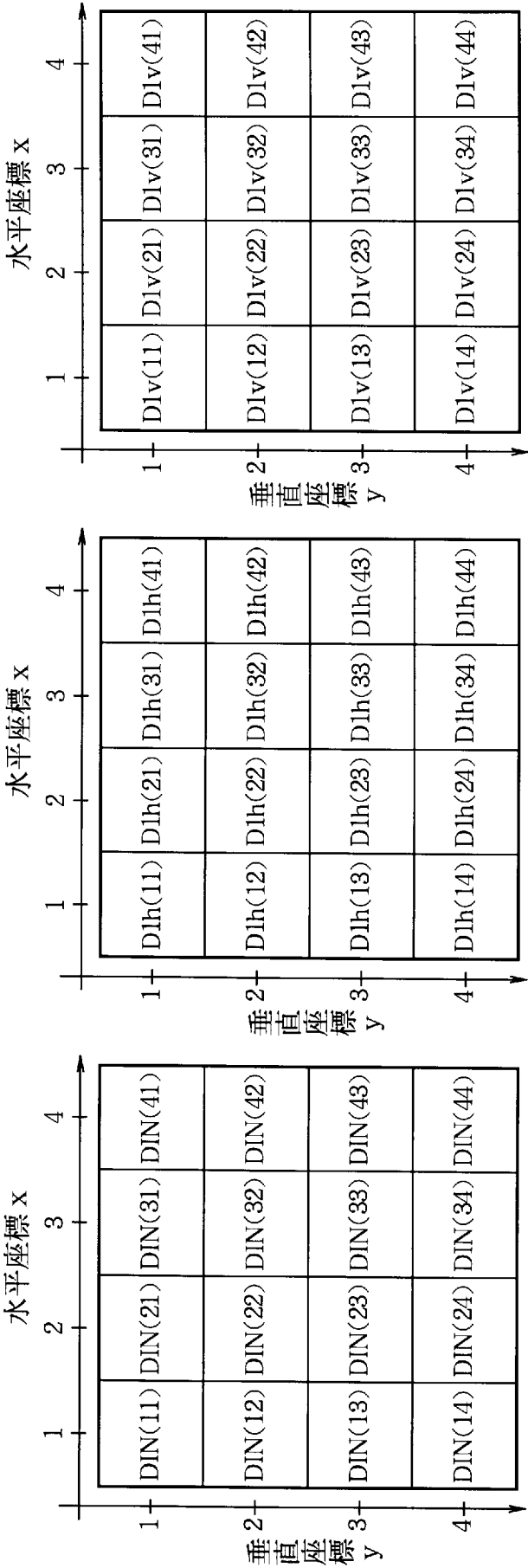
[図6]



[図7]



[図8]

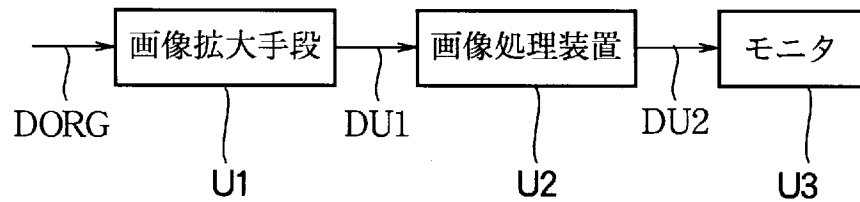


(A)

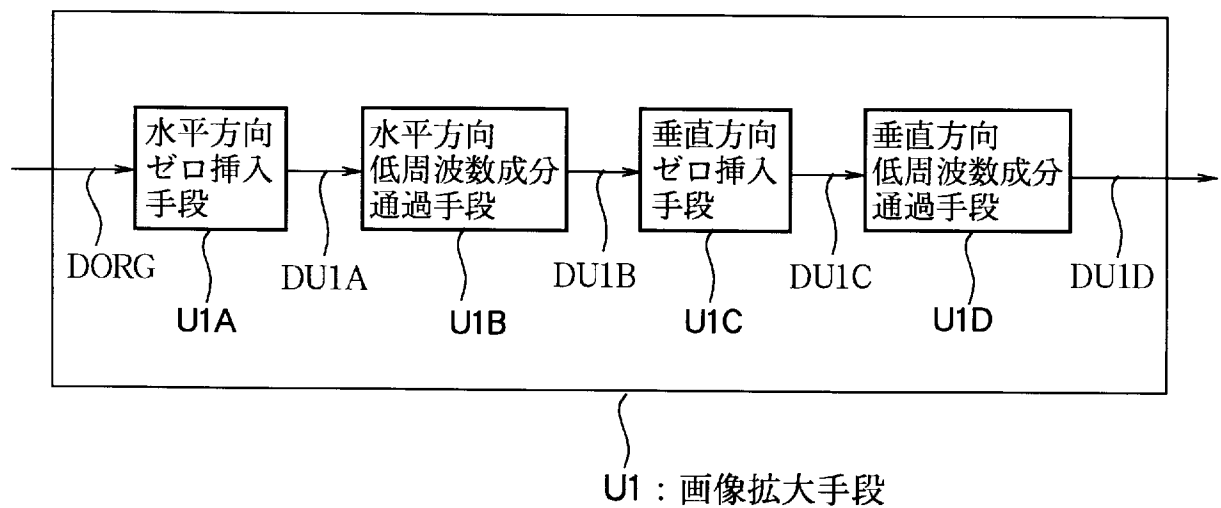
(B)

(C)

[図9]



[図10]



[図11]

A11	A21	A31	A41
A12	A22	A32	A42
A13	A23	A33	A43
A14	A24	A34	A44

(A)

A11	0	A21	0	A31	0	A41	0
A12	0	A22	0	A32	0	A42	0
A13	0	A23	0	A33	0	A43	0
A14	0	A24	0	A34	0	A44	0

(B)

B11	B21	B31	B41	B51	B61	B71	B81
B12	B22	B32	B42	B52	B62	B72	B82
B13	B23	B33	B43	B53	B63	B73	B83
B14	B24	B34	B44	B53	B64	B74	B84

(C)

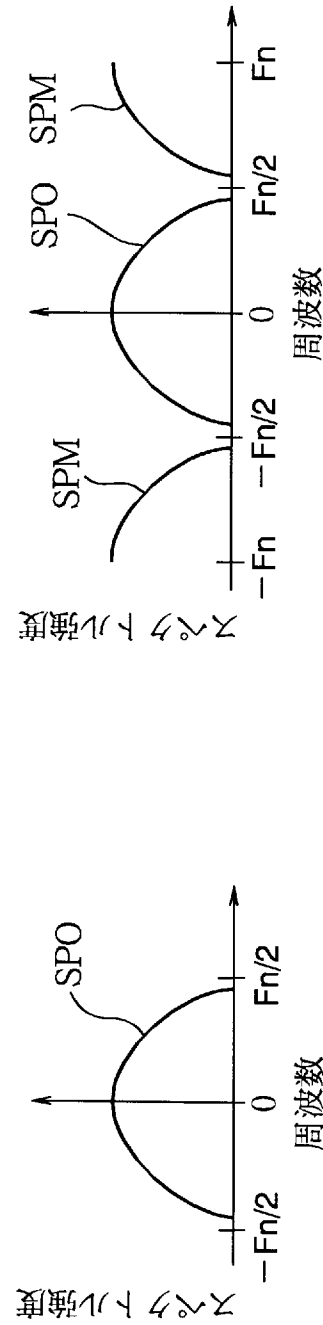
B11	B21	B31	B41	B51	B61	B71	B81
0	0	0	0	0	0	0	0
B12	B22	B32	B42	B52	B62	B72	B82
0	0	0	0	0	0	0	0
B13	B23	B33	B43	B53	B63	B73	B83
0	0	0	0	0	0	0	0
B14	B24	B34	B44	B53	B64	B74	B84
0	0	0	0	0	0	0	0

(D)

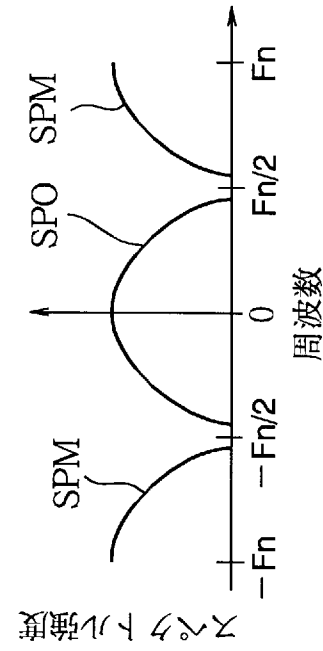
C11	C21	C31	C41	C51	C61	C71	C81
C12	C22	C32	C42	C52	C62	C72	C82
C13	C23	C33	C43	C53	C63	C73	C83
C14	C24	C34	C44	C54	C64	C74	C84
C15	C25	C35	C45	C55	C65	C75	C85
C16	C26	C36	C46	C56	C66	C76	C86
C17	C27	C37	C47	C57	C67	C77	C87
C18	C28	C38	C48	C58	C68	C78	C88

(E)

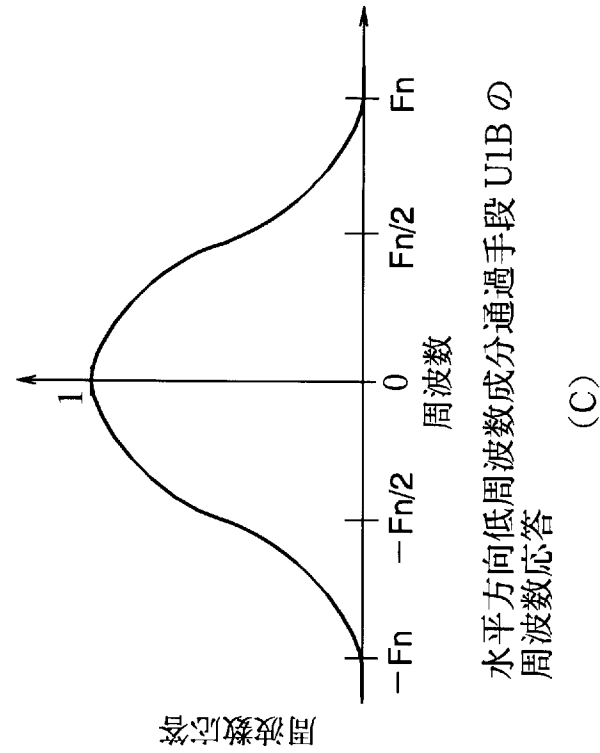
[図12]



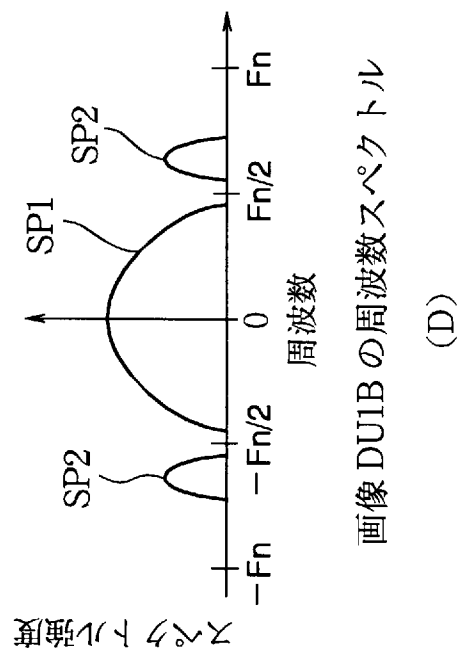
原画 DORG の周波数スペクトル (A)



画像 DU1A の周波数スペクトル (B)

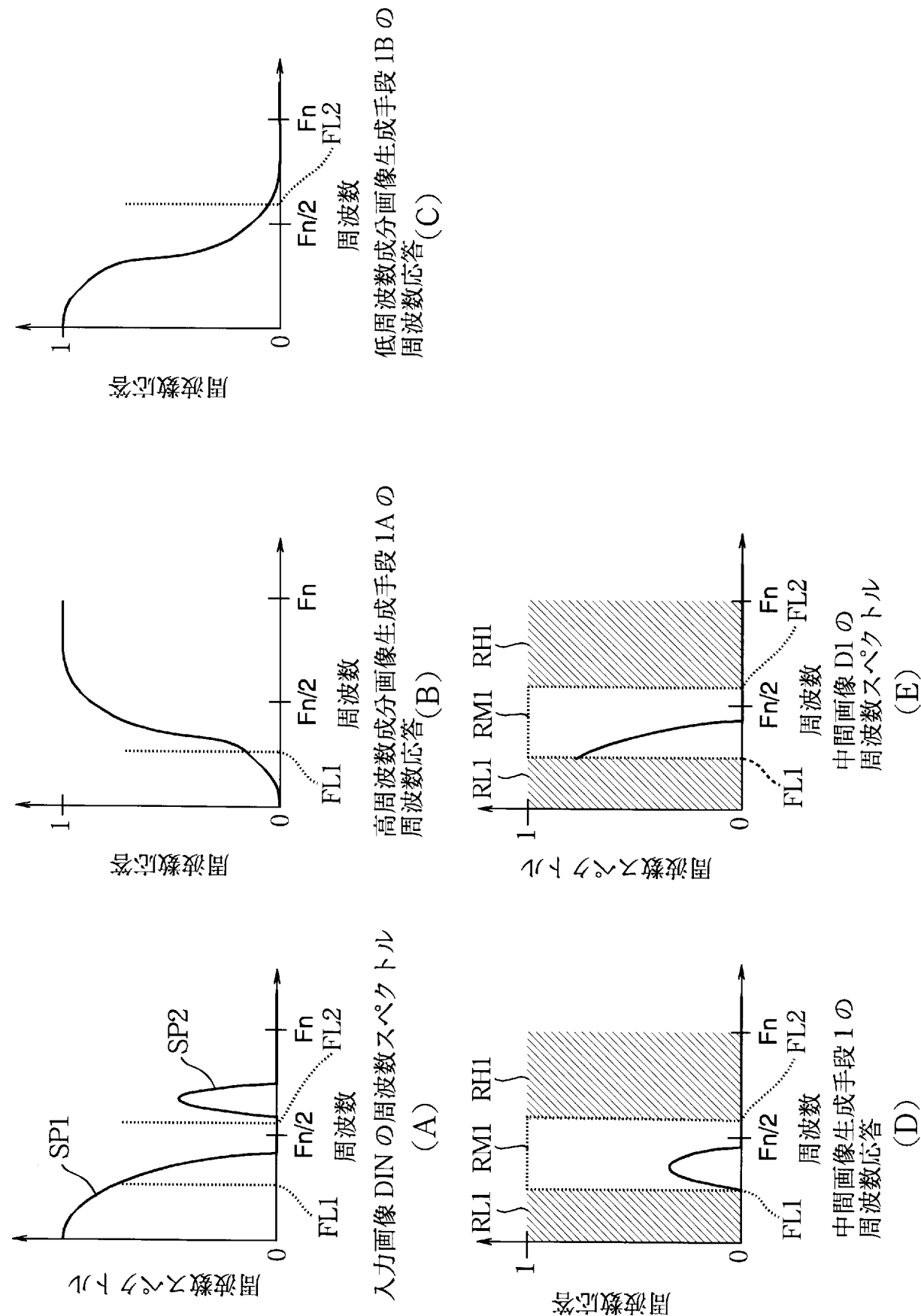


水平方向低周波数成分通過手段 U1B の周波数応答 (C)

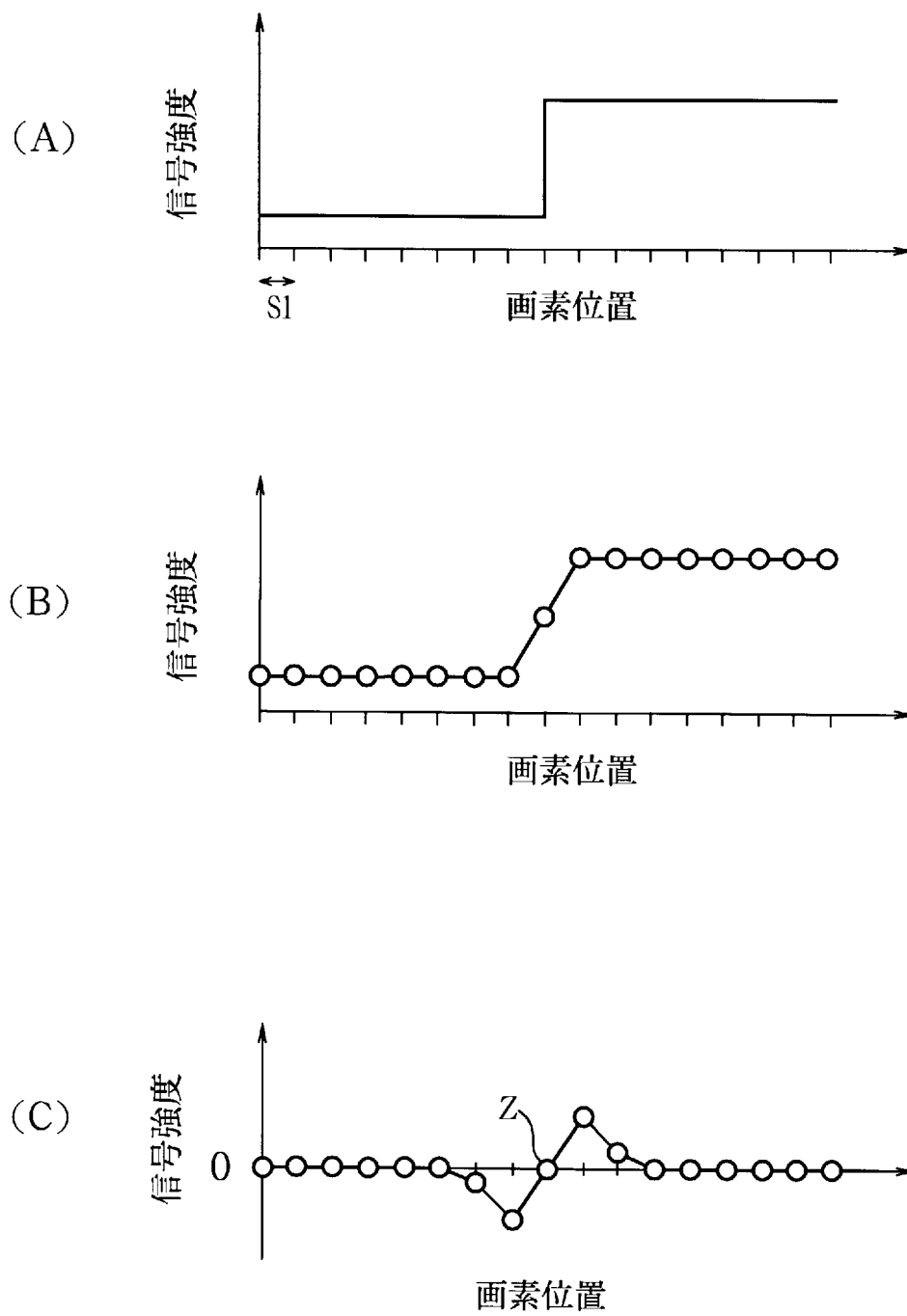


画像 DU1B の周波数スペクトル (D)

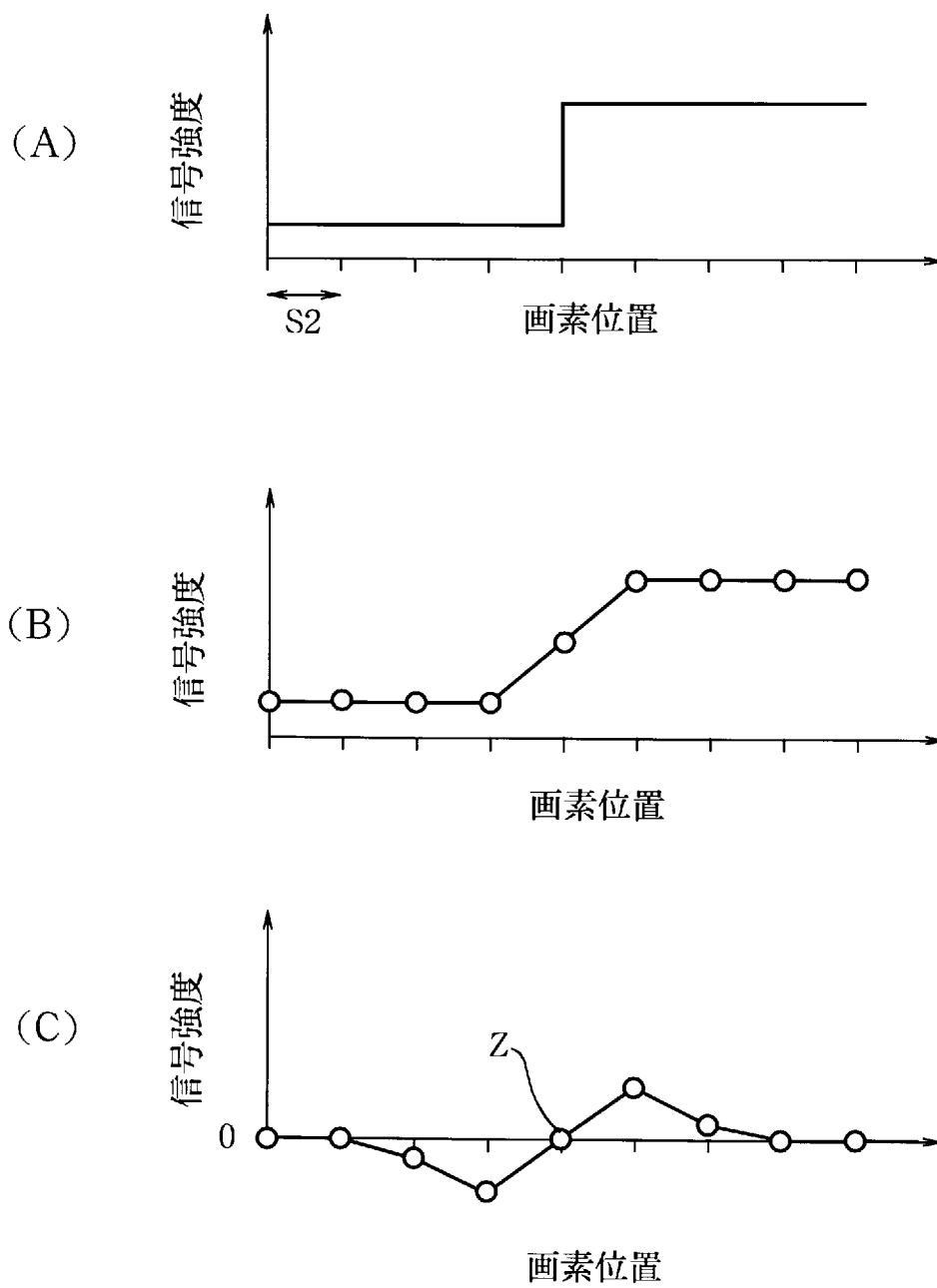
[図13]



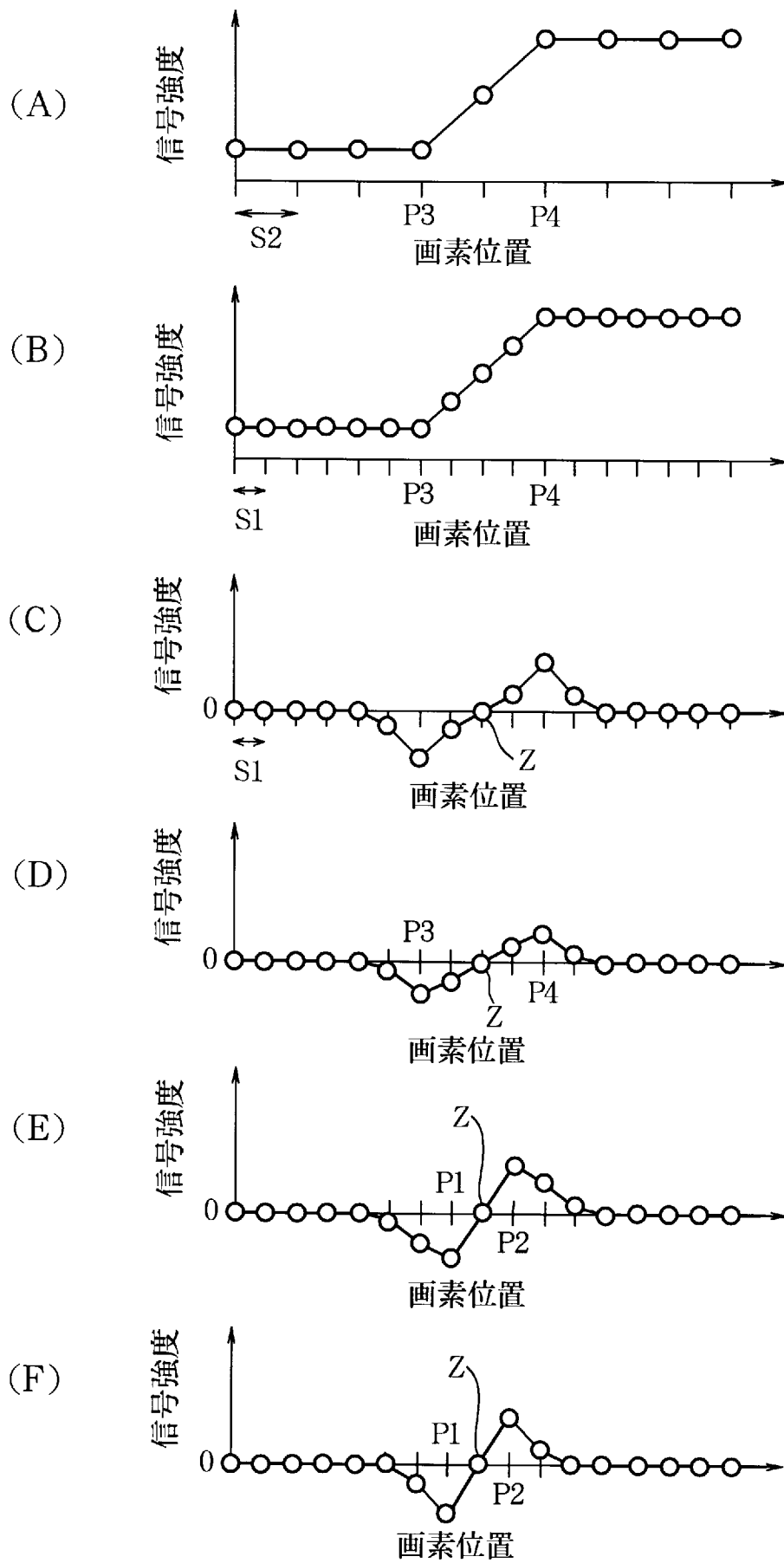
[图15]



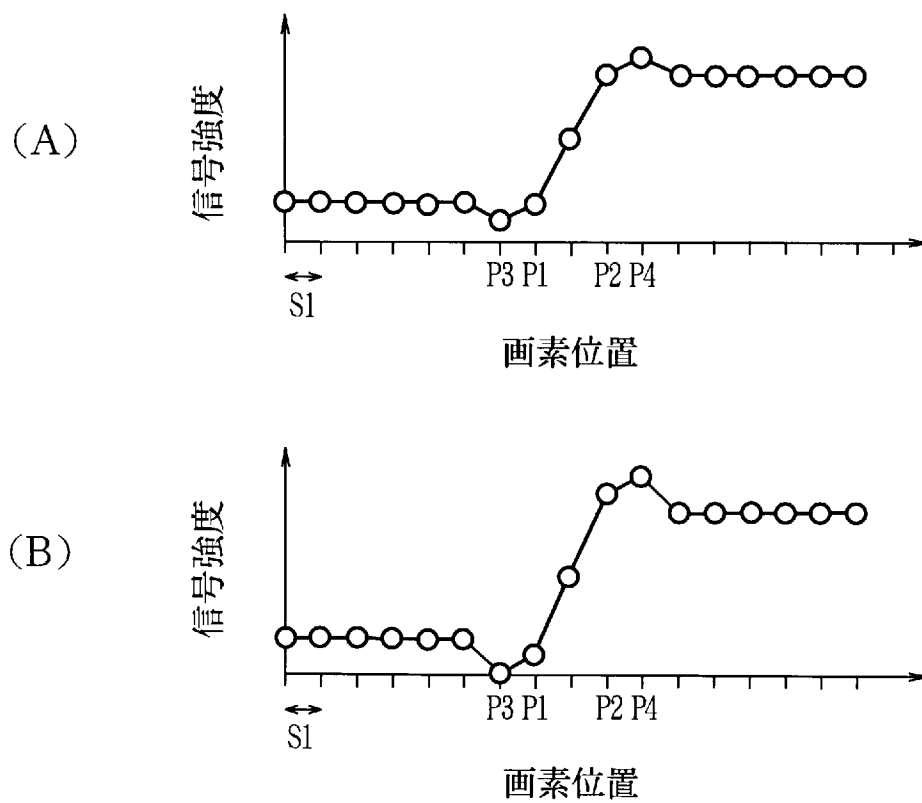
[图16]



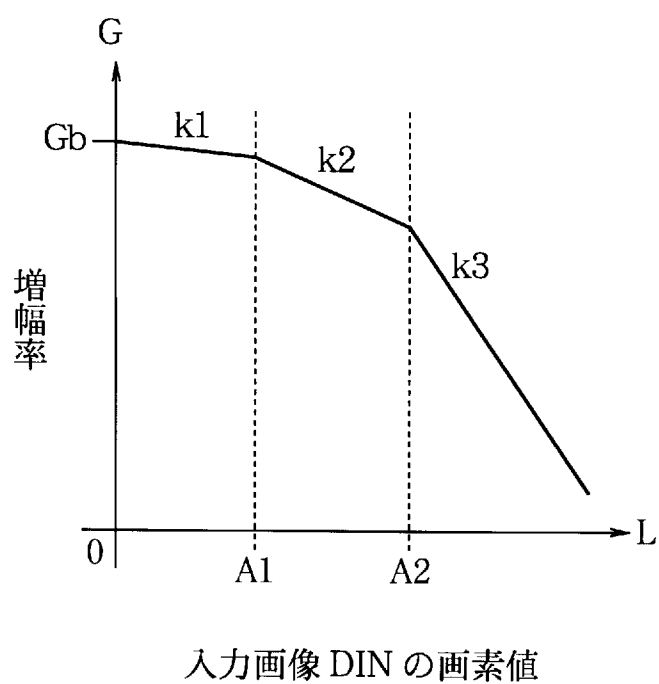
[图17]



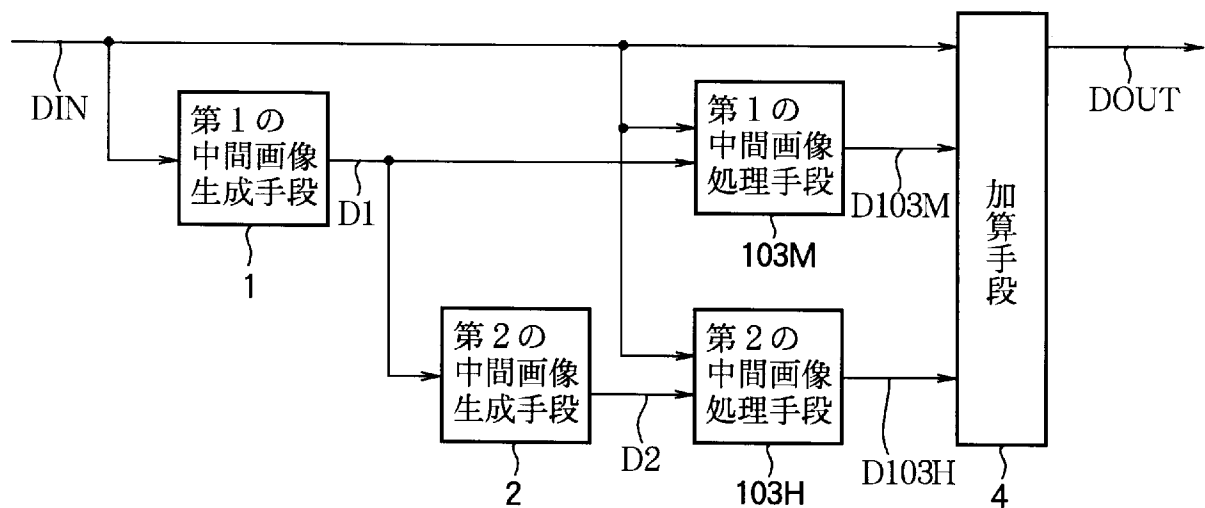
[図18]



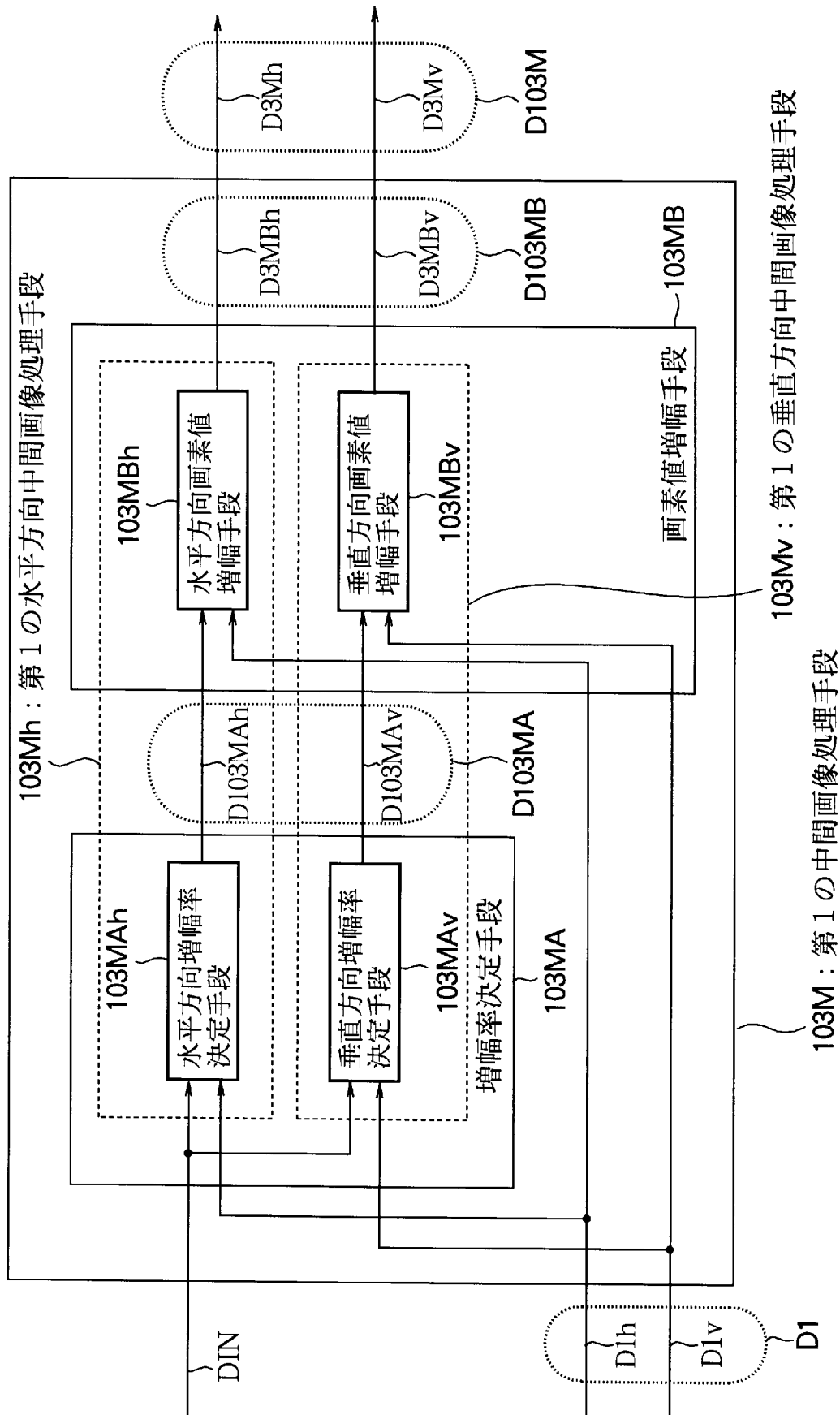
[図19]



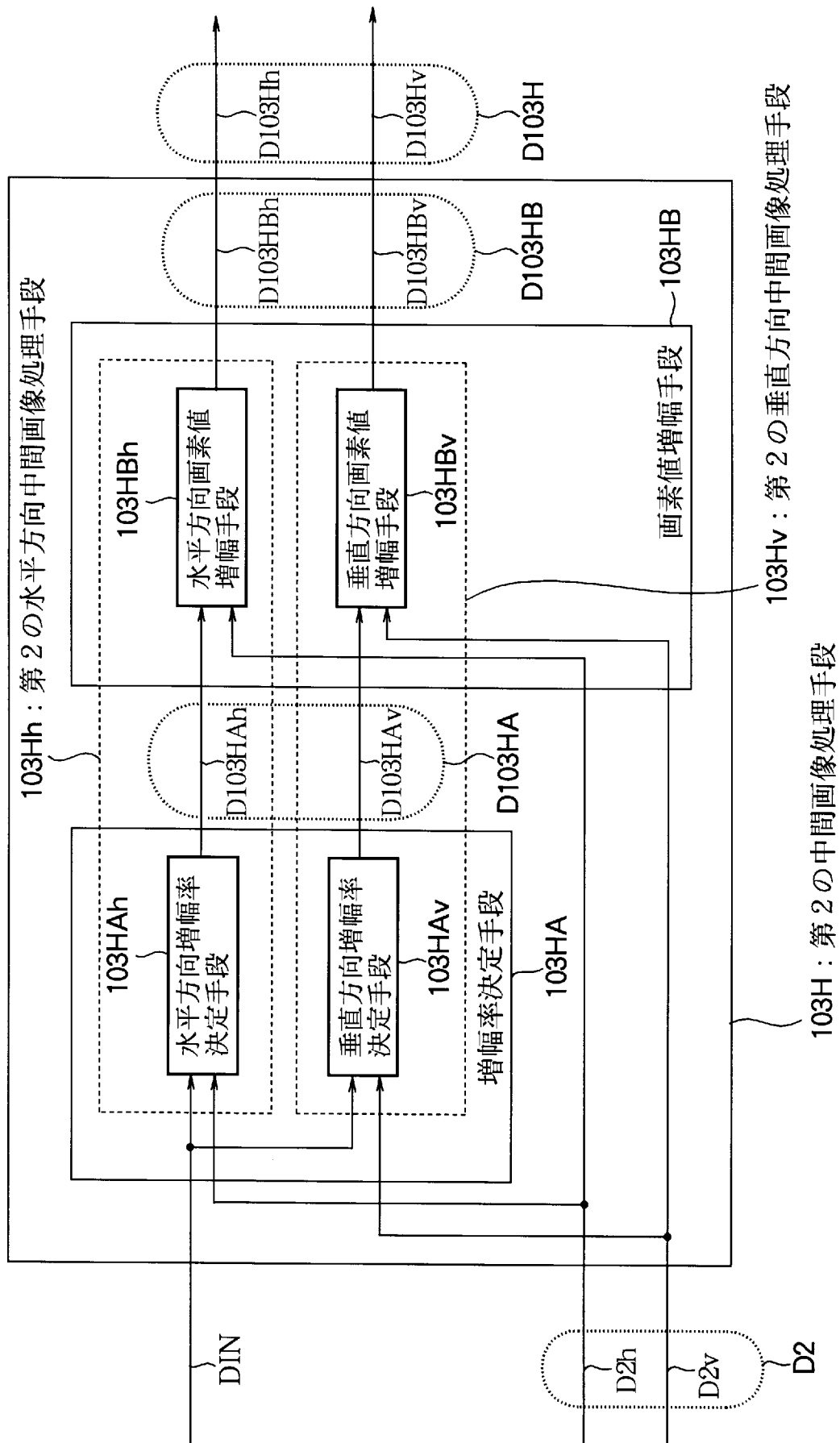
[図20]



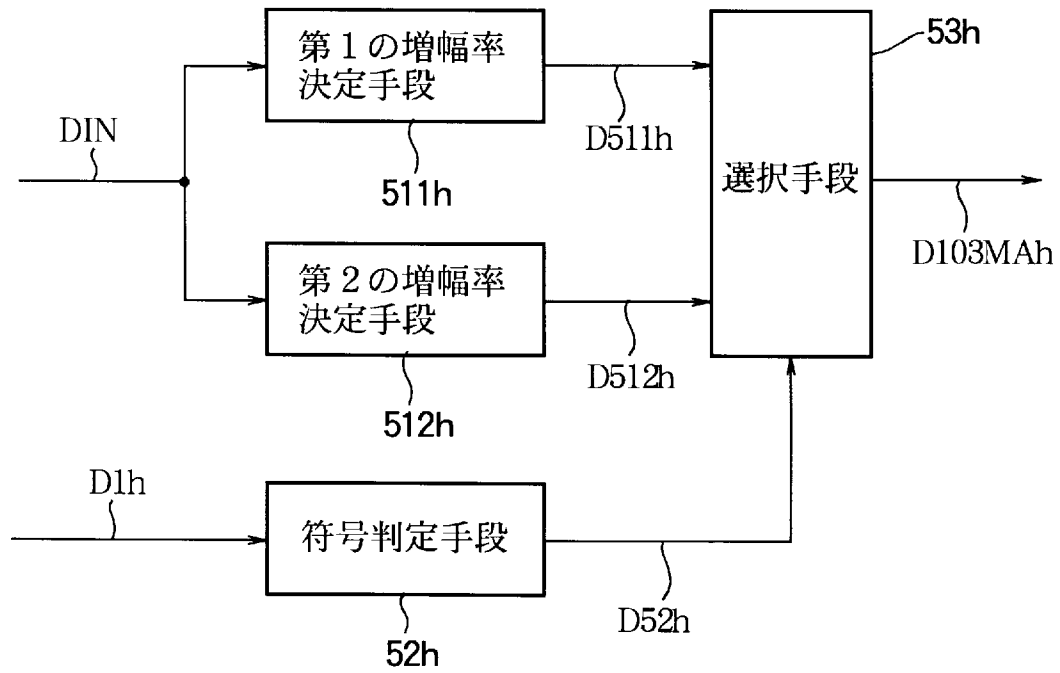
[図21]



[図22]

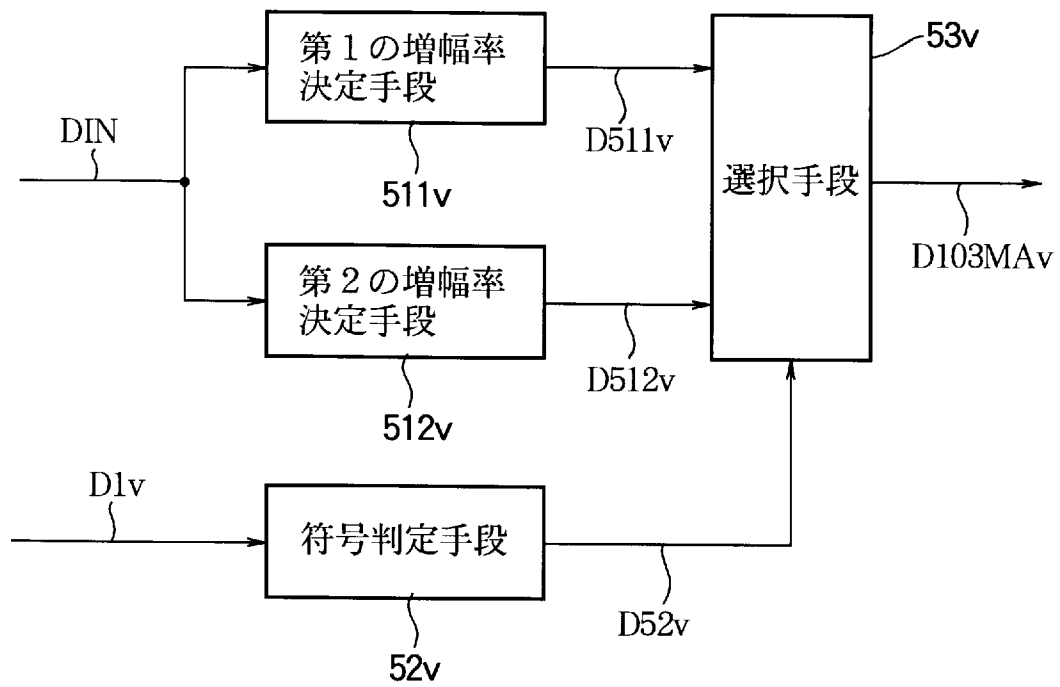


[図23]



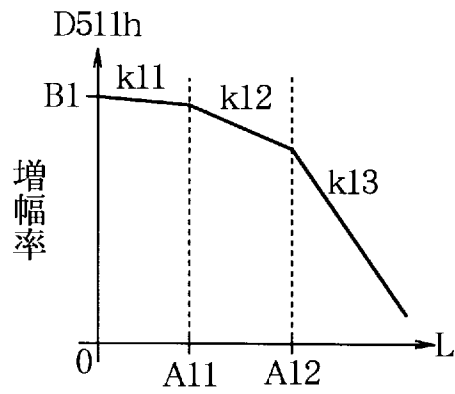
水平方向増幅率決定手段 103MAh

[図24]



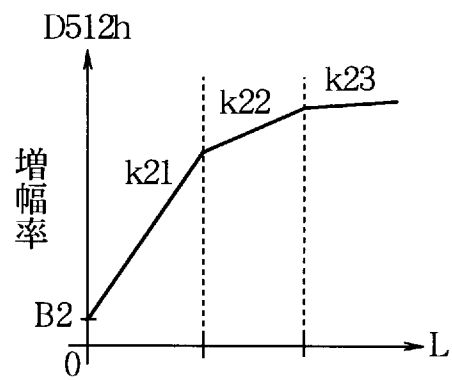
垂直方向増幅率決定手段 103MAv

[図25]



入力画像 DIN の画素値

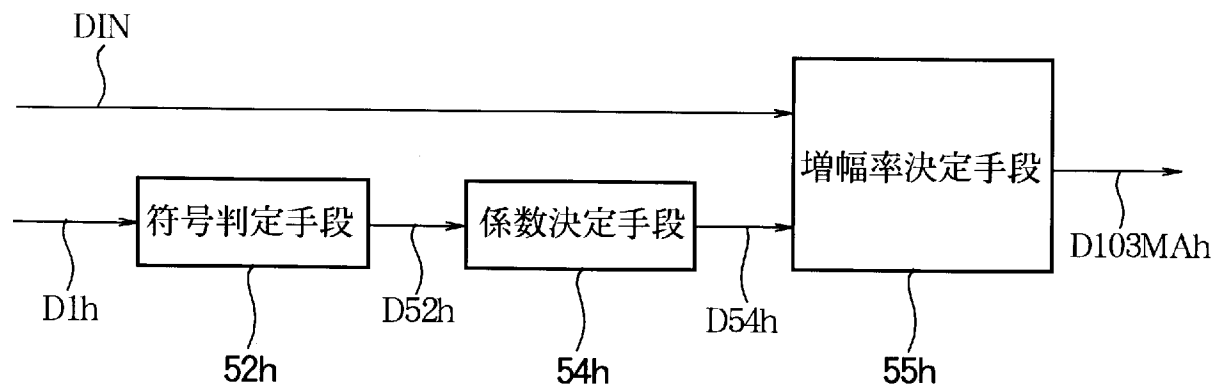
(A)



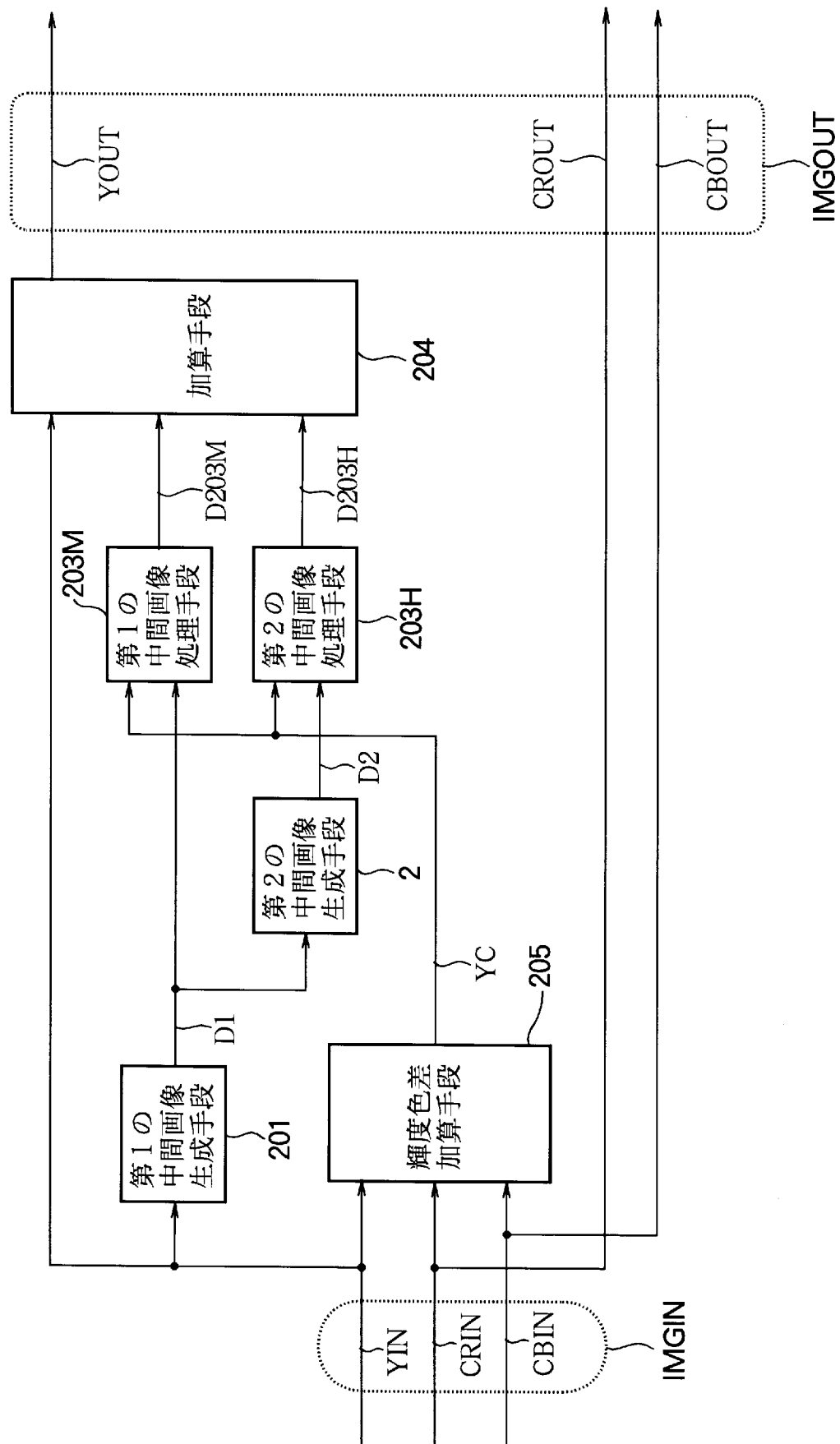
入力画像 DIN の画素値

(B)

[図26]

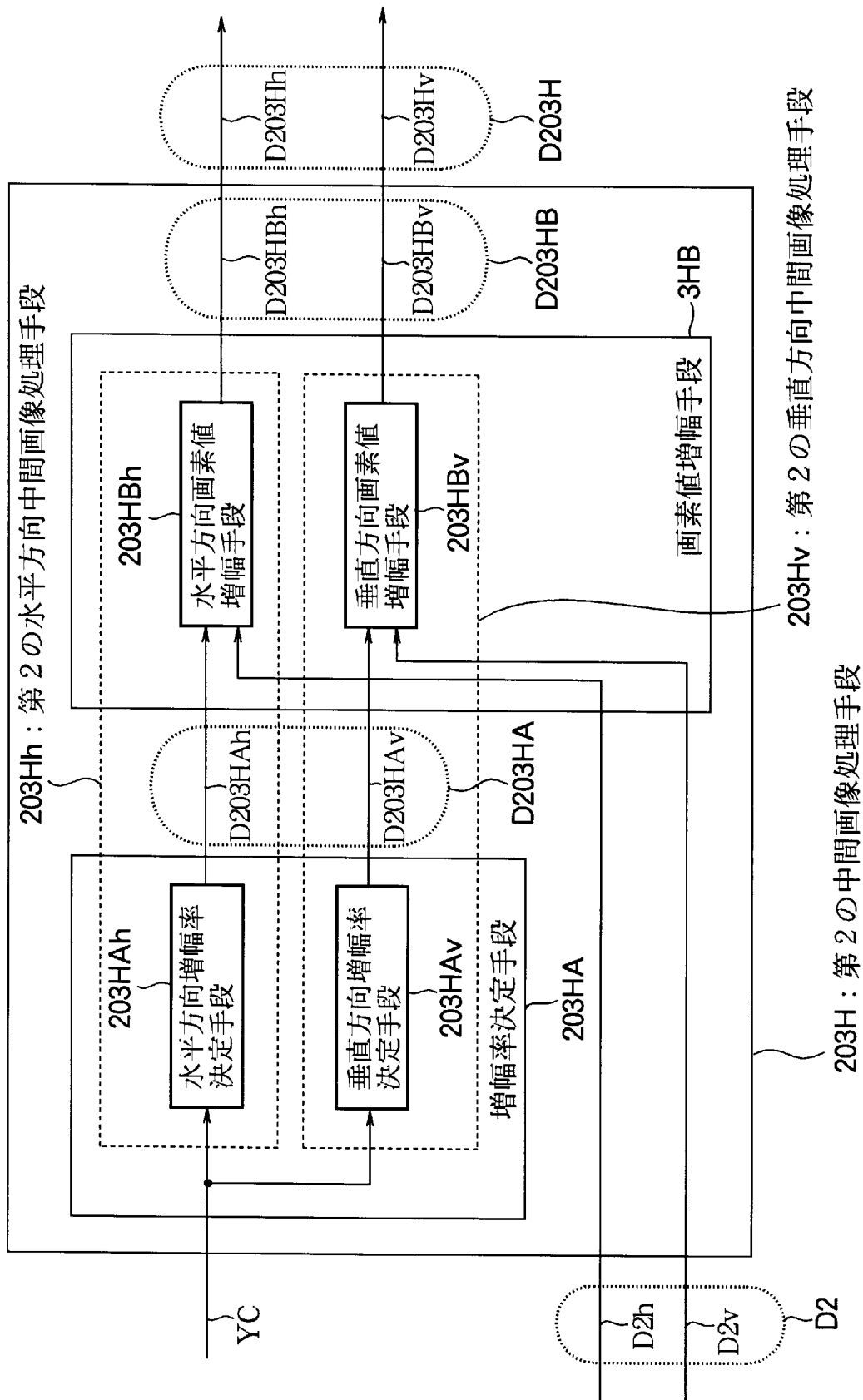


[図27]

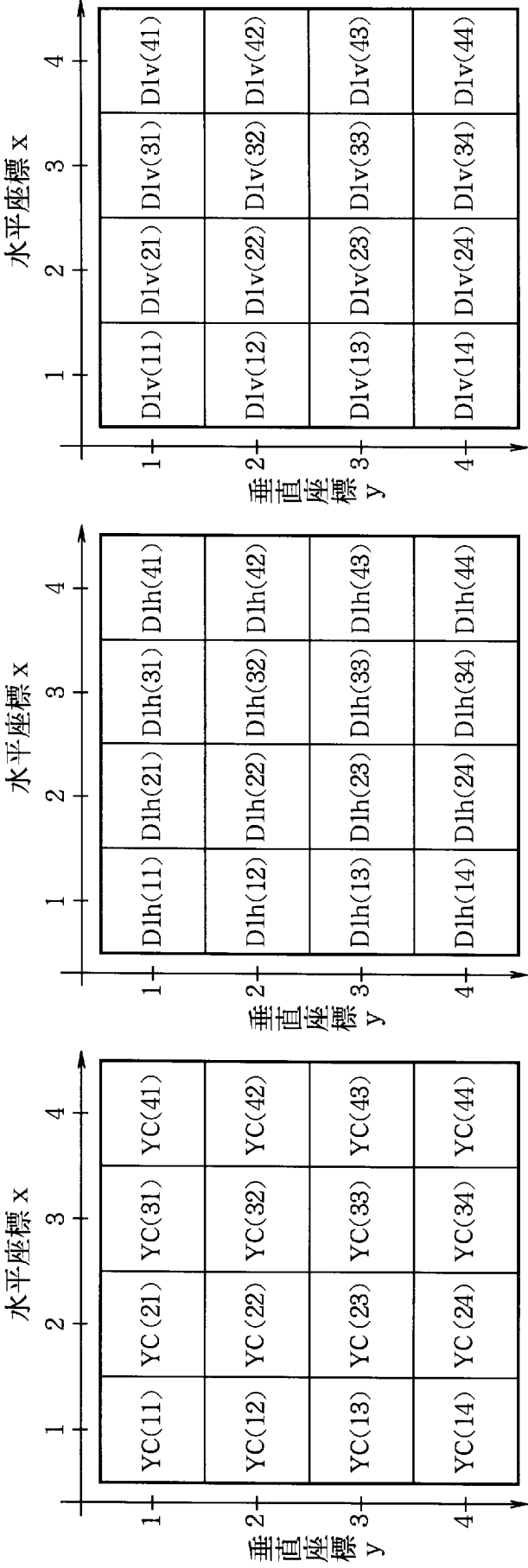


[illegible]

[図29]



[図30]

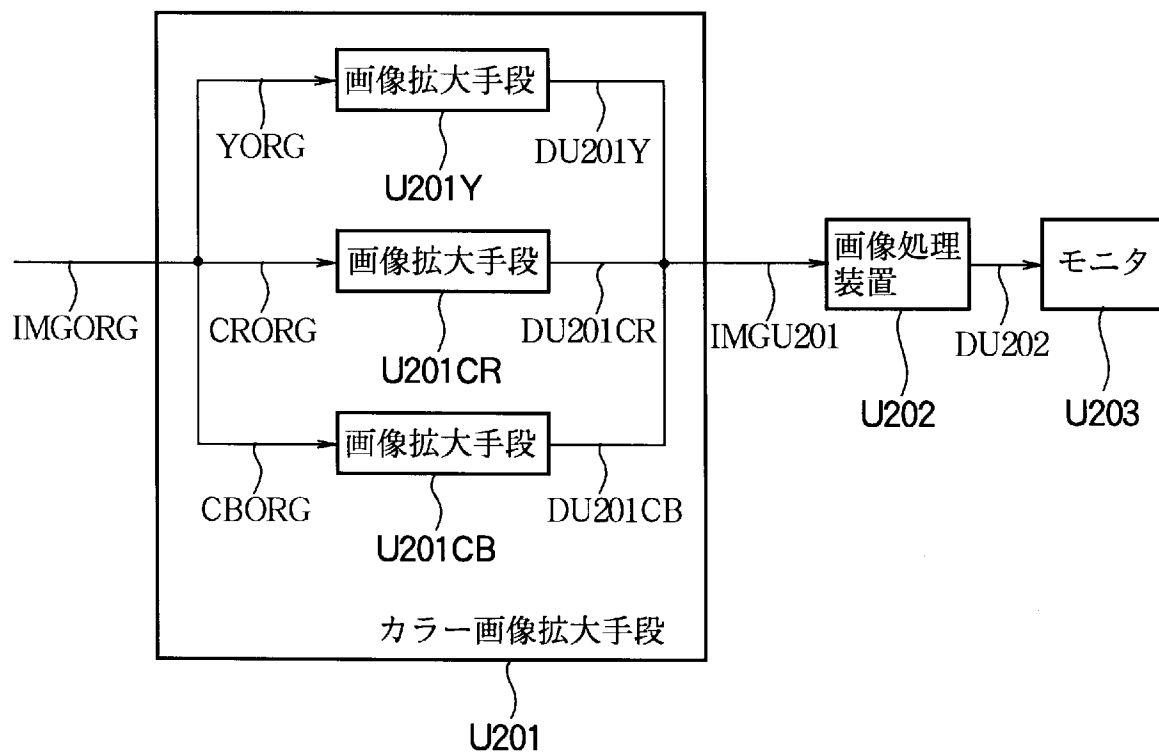


(A)

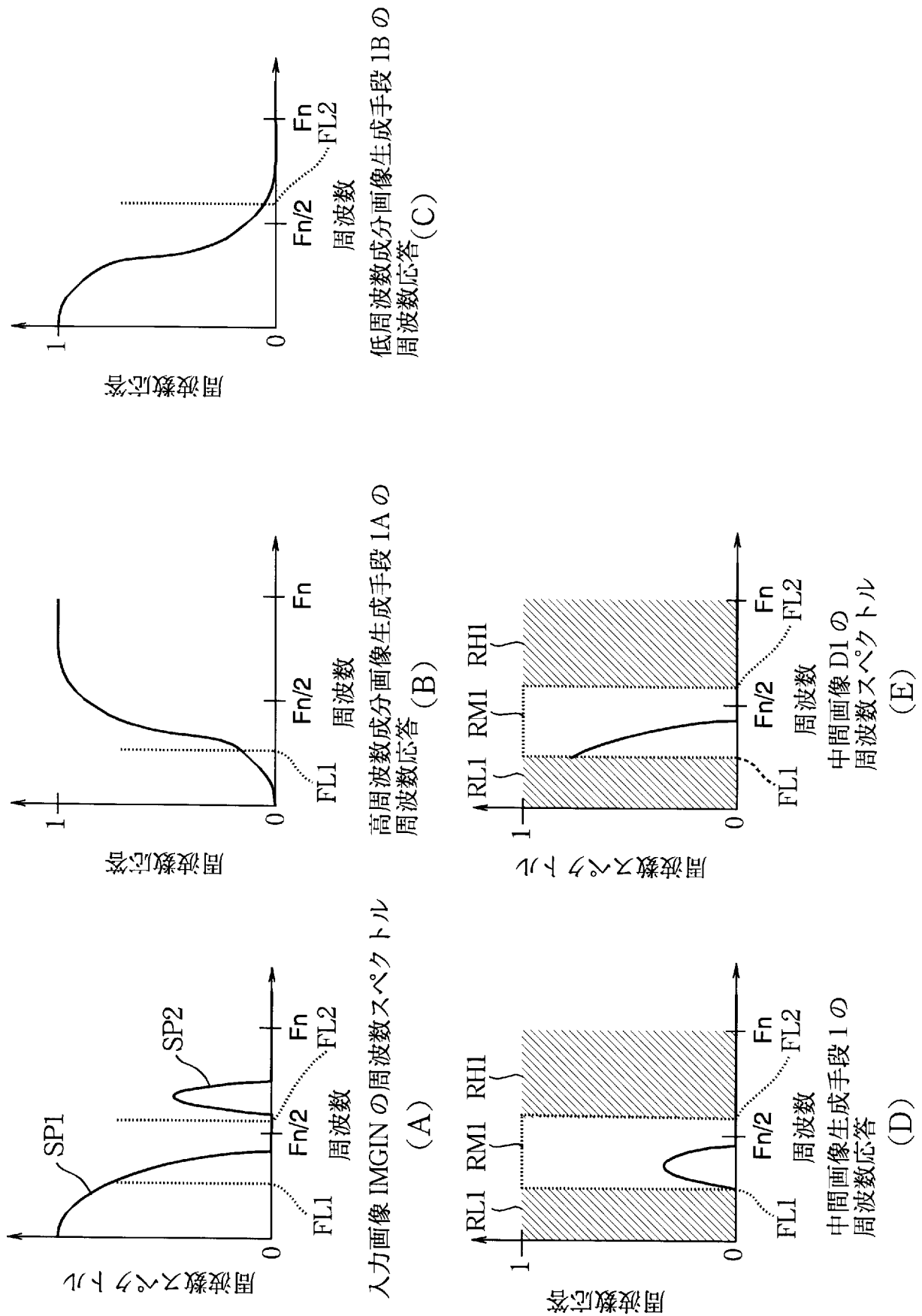
(B)

(C)

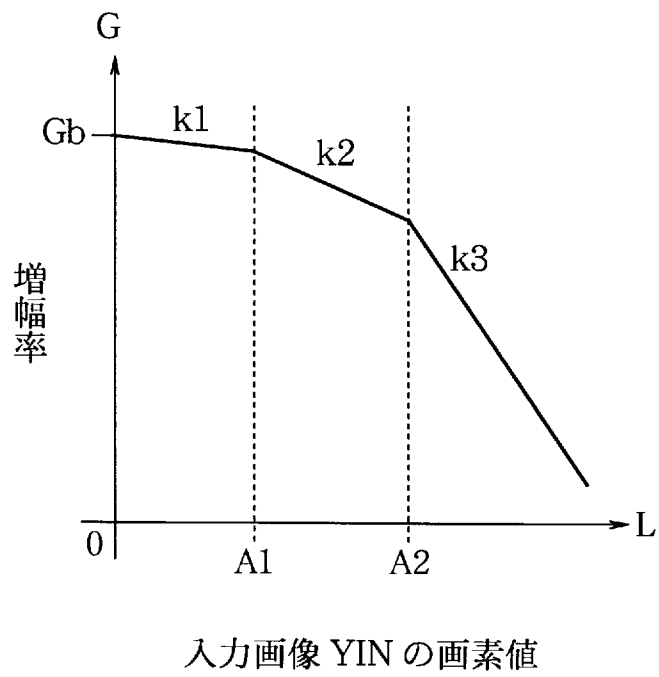
[図31]



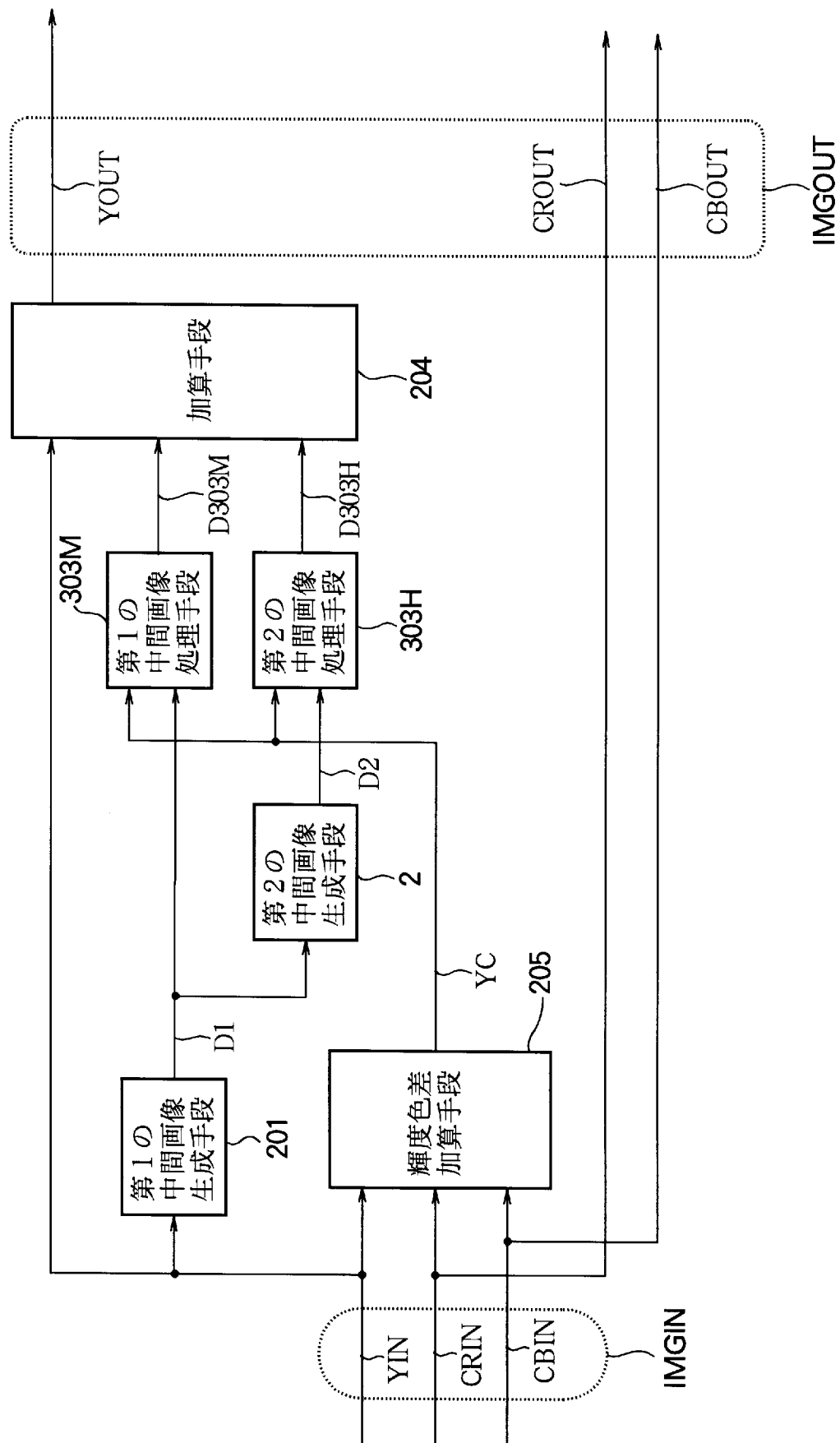
[図32]



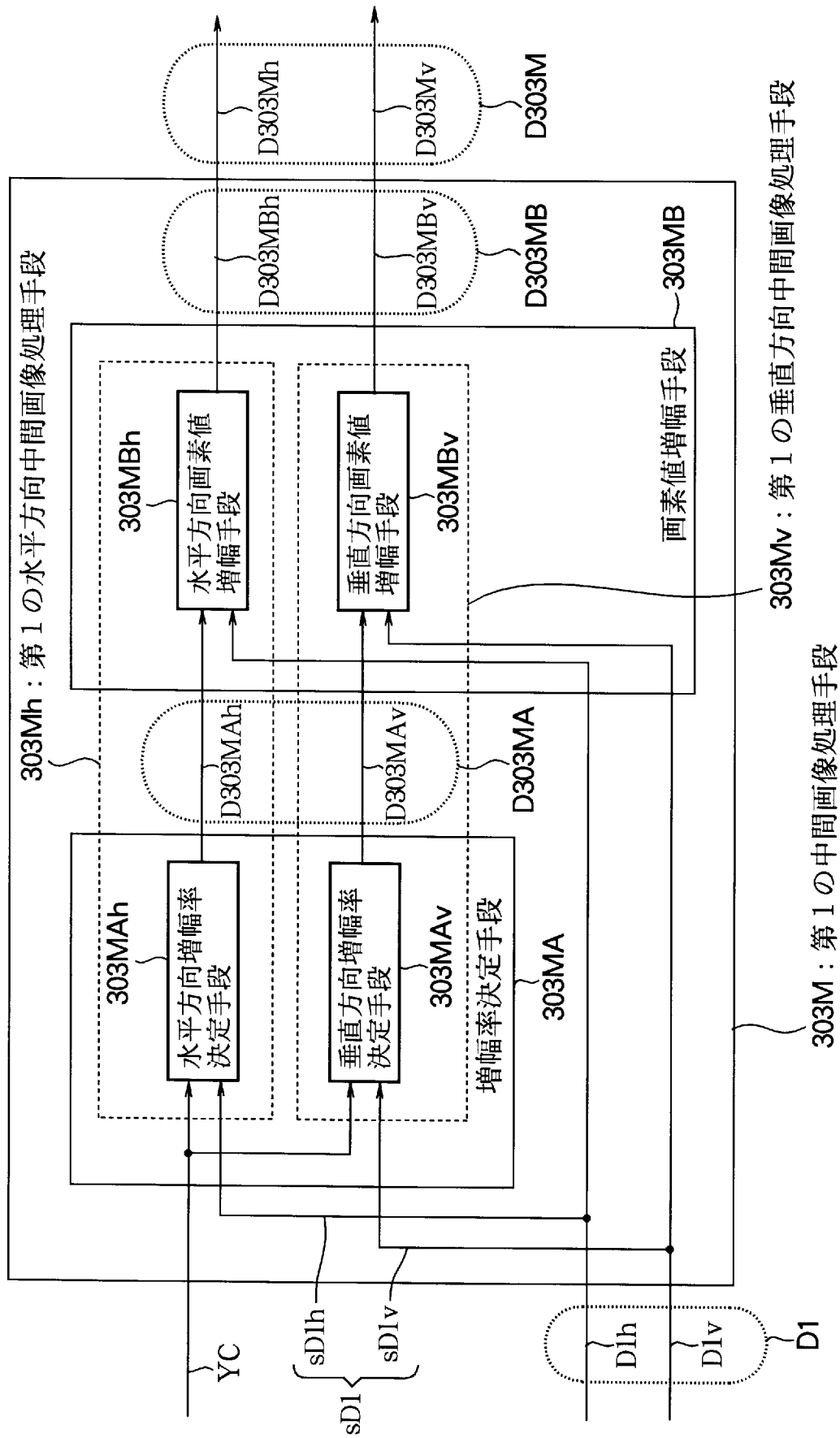
[図33]



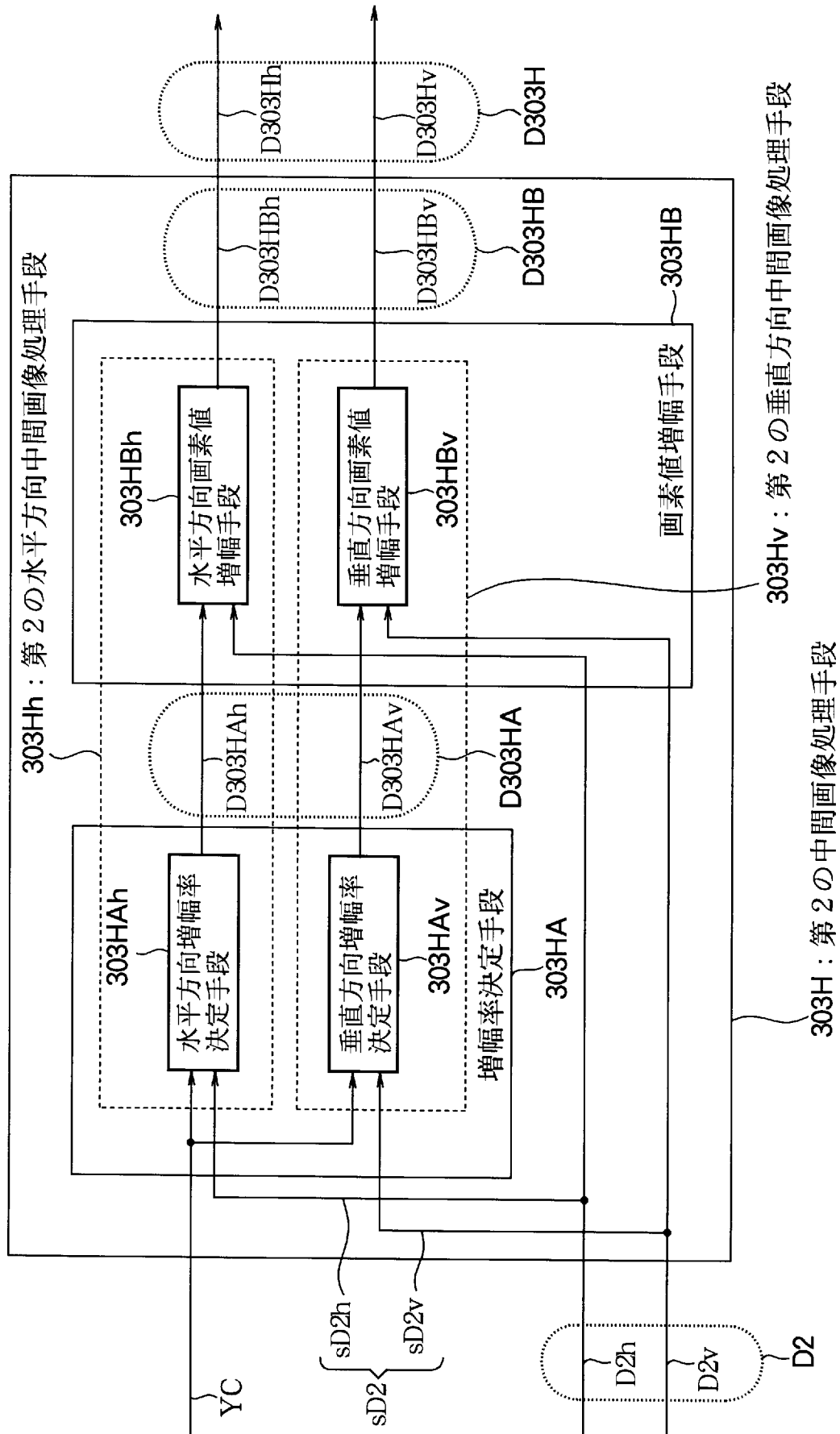
[図34]



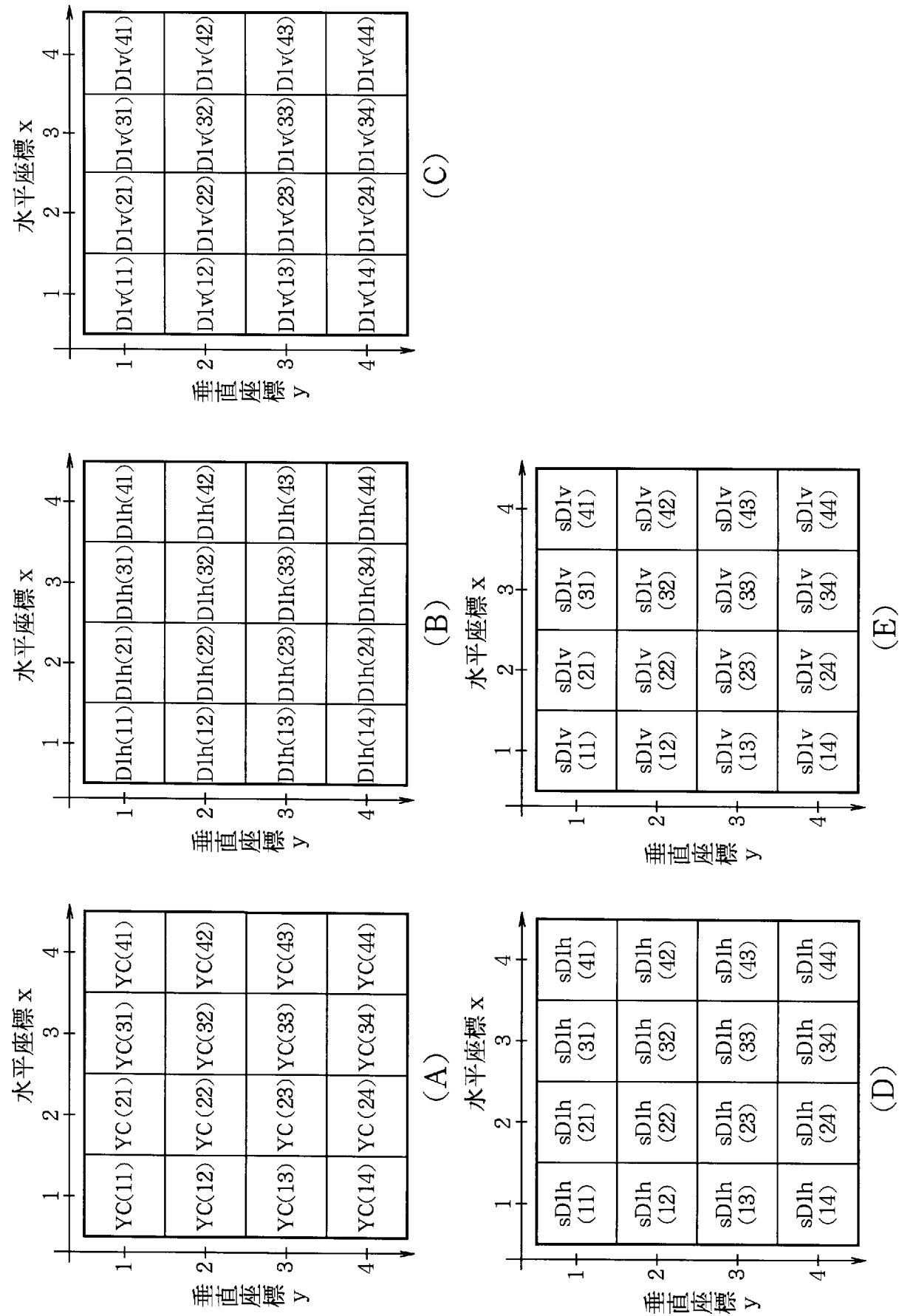
[図35]



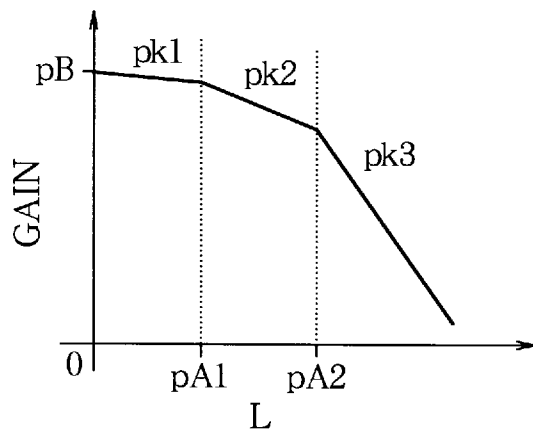
[図36]



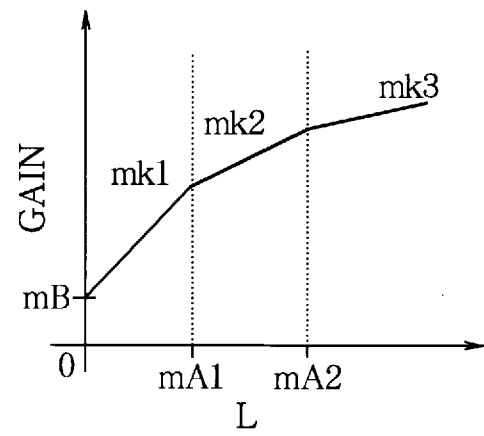
[図37]



[図38]

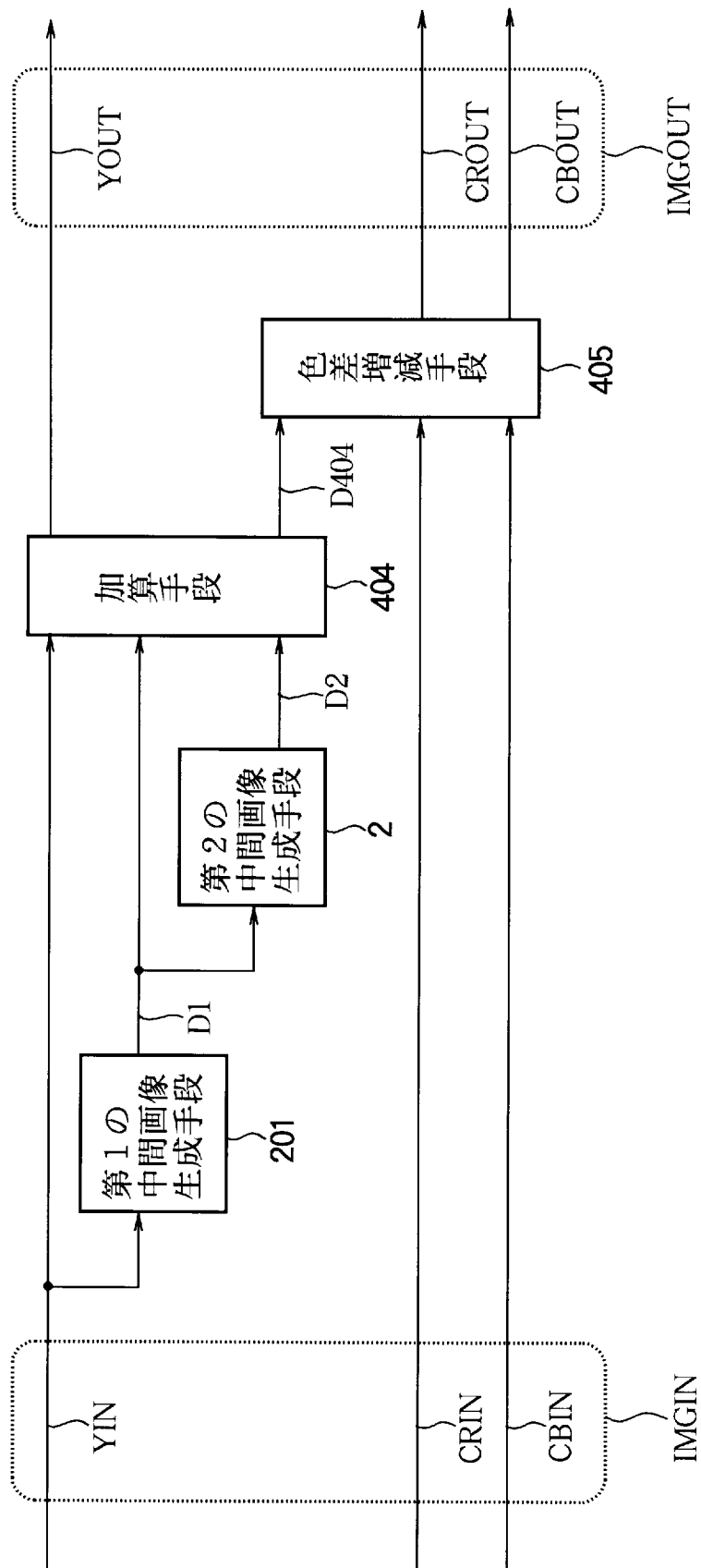


(A)

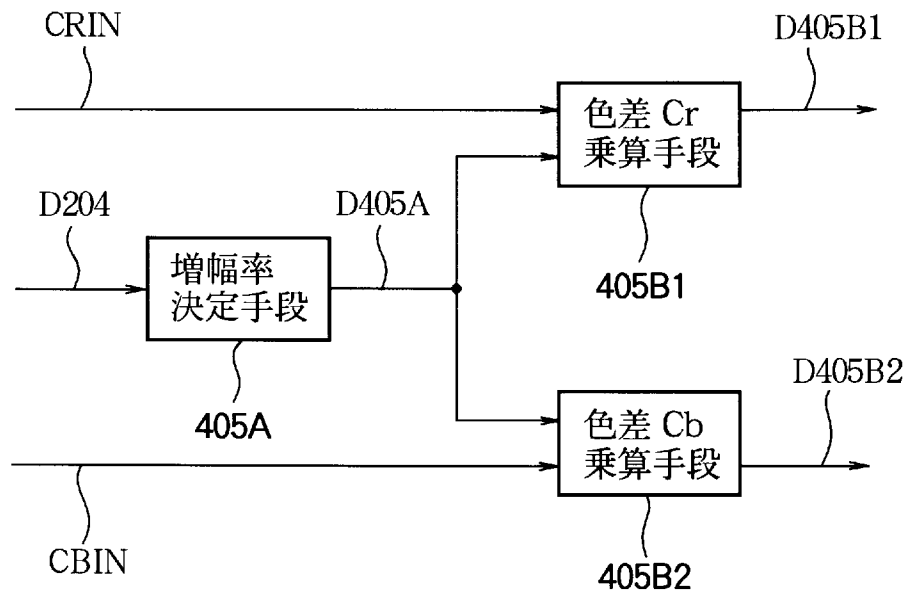


(B)

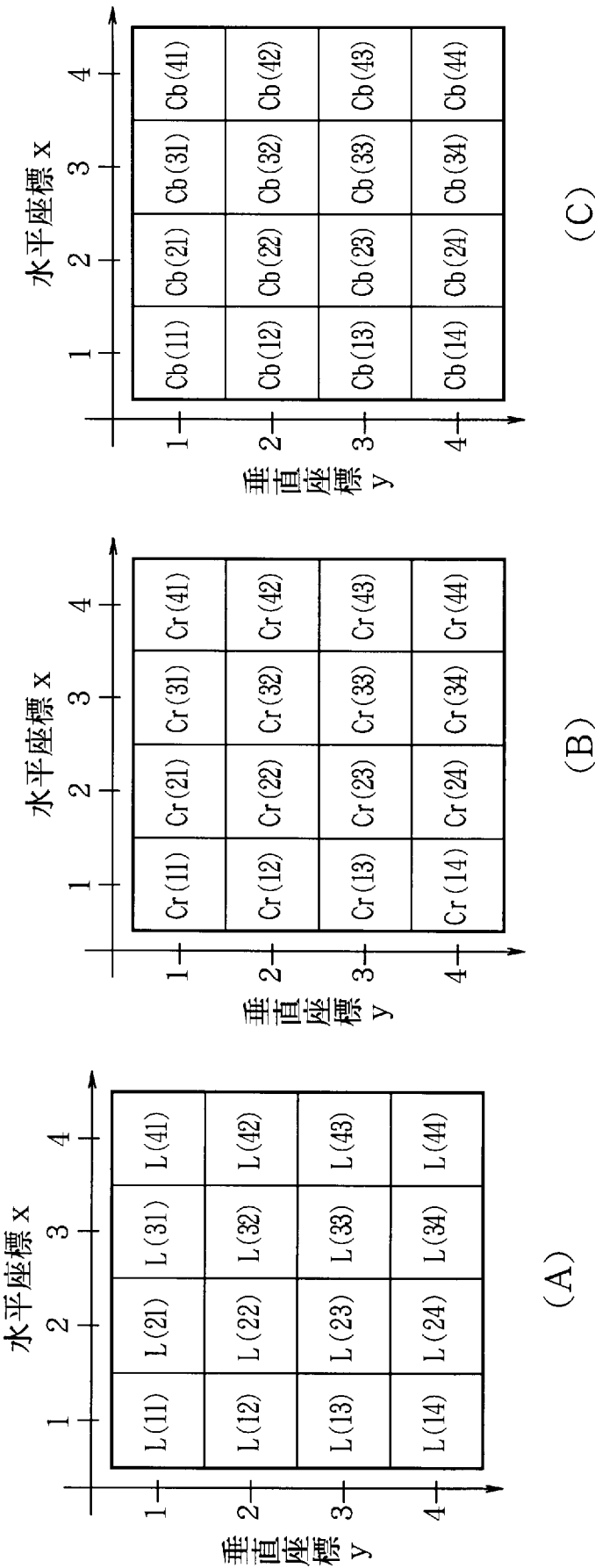
[図39]



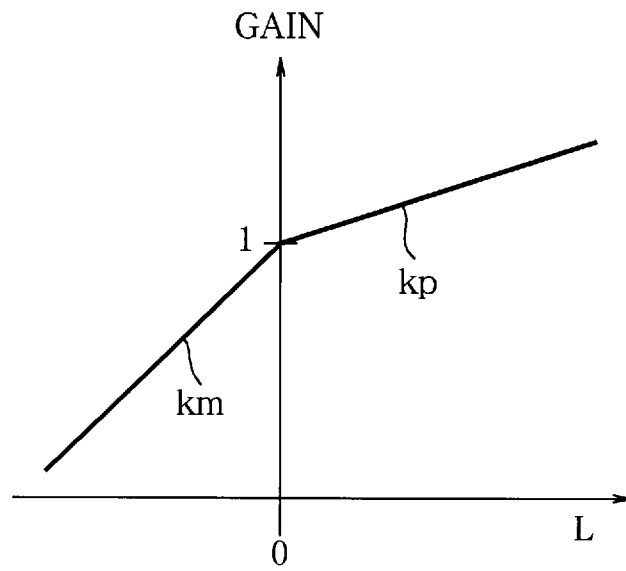
[図40]



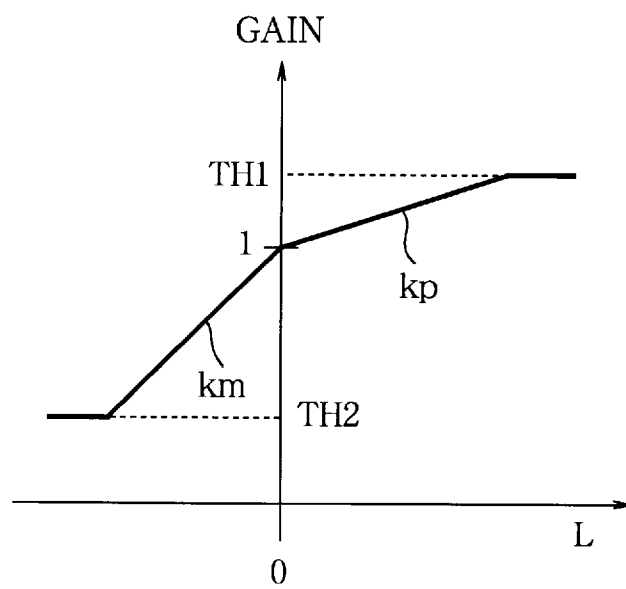
[図41]



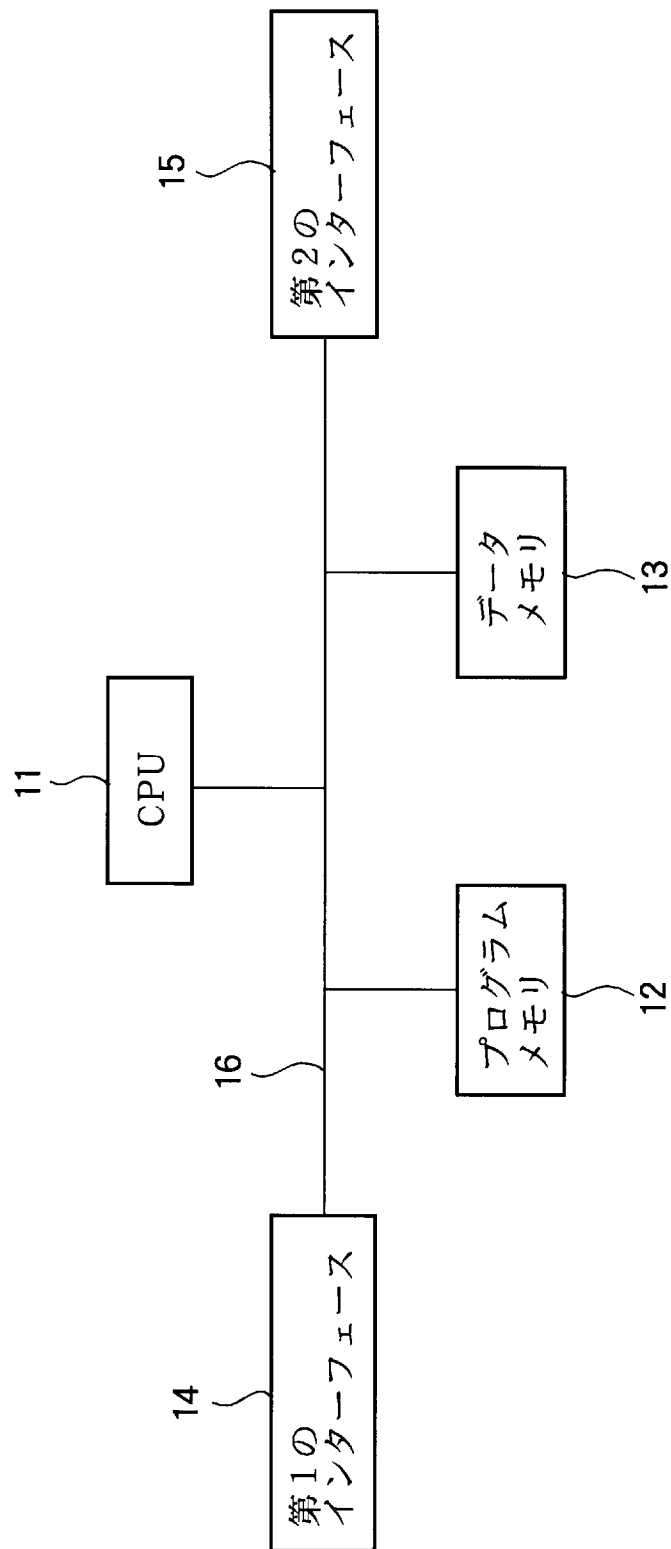
[図42]



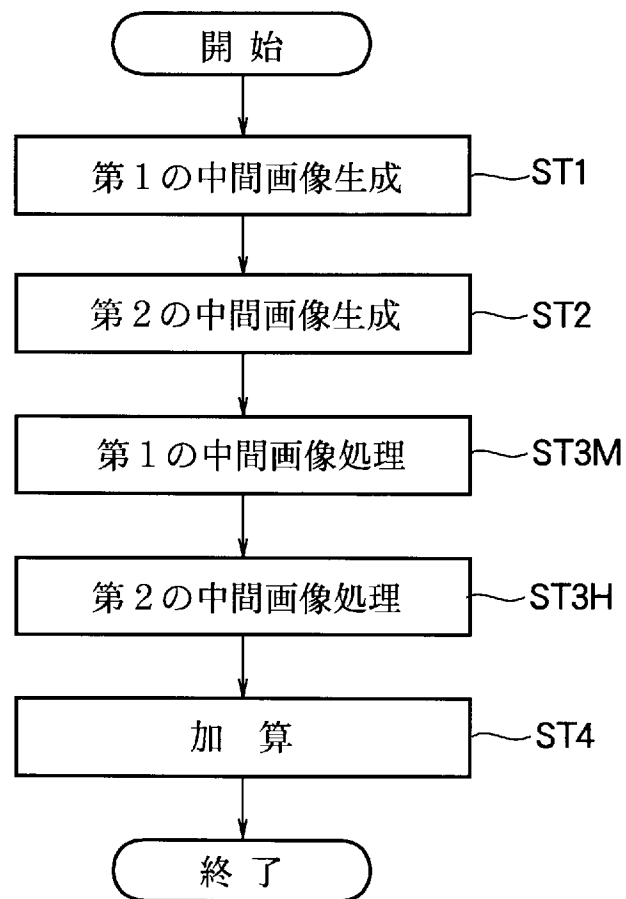
[図43]



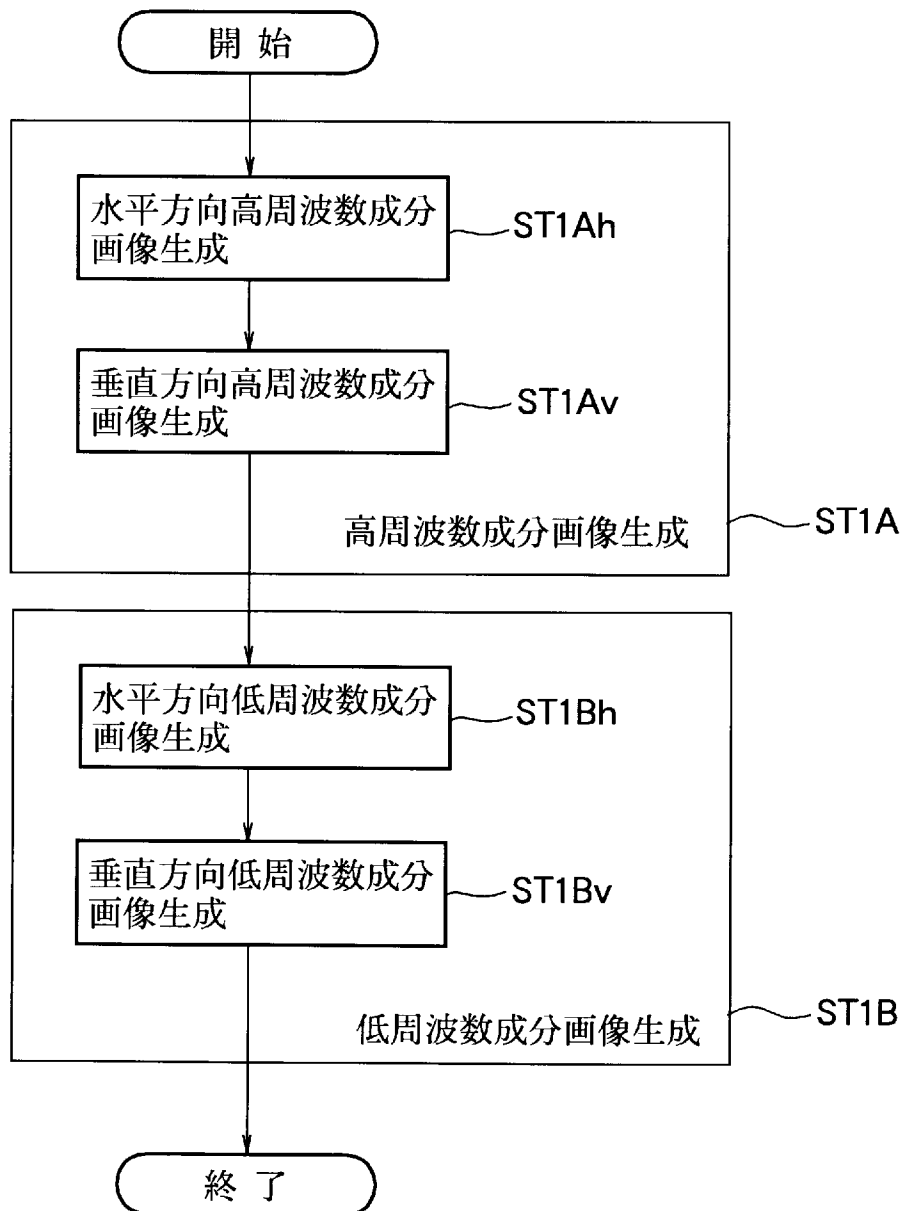
[図44]



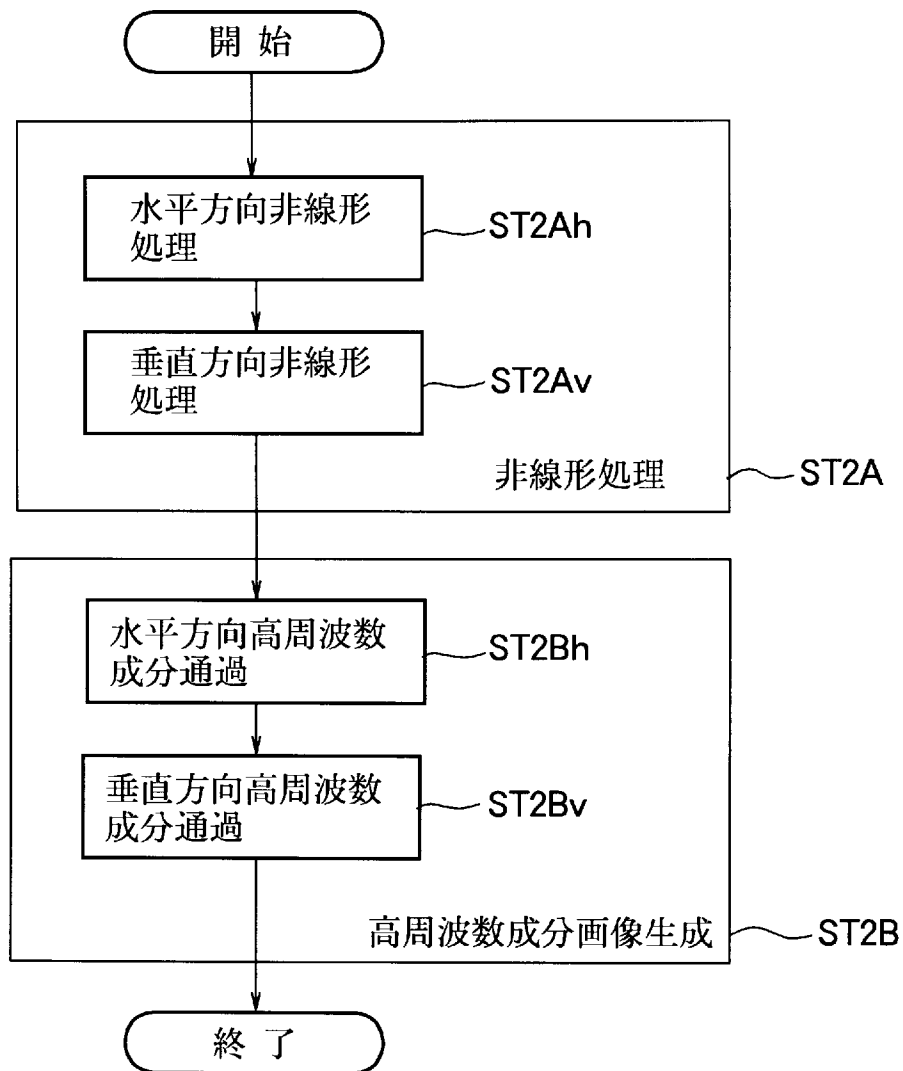
[図45]



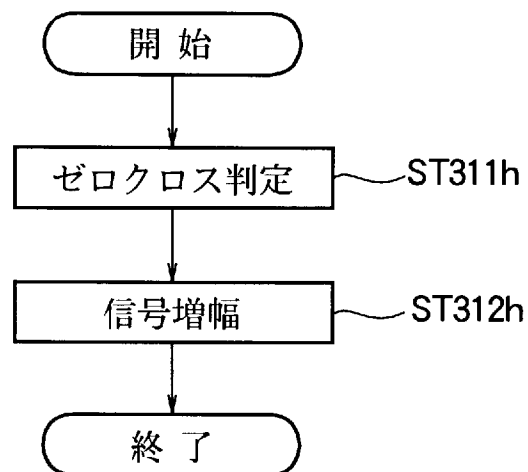
[図46]



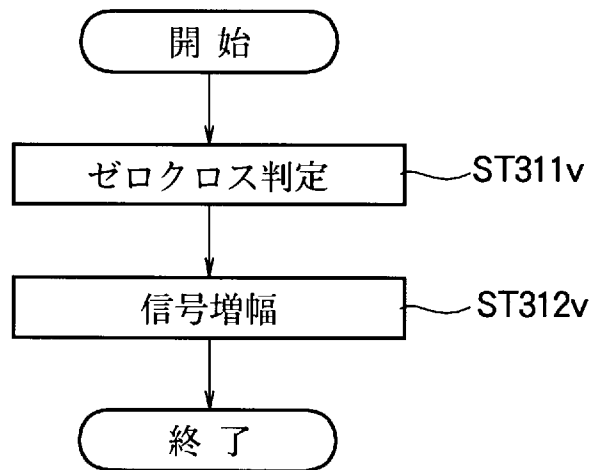
[図47]



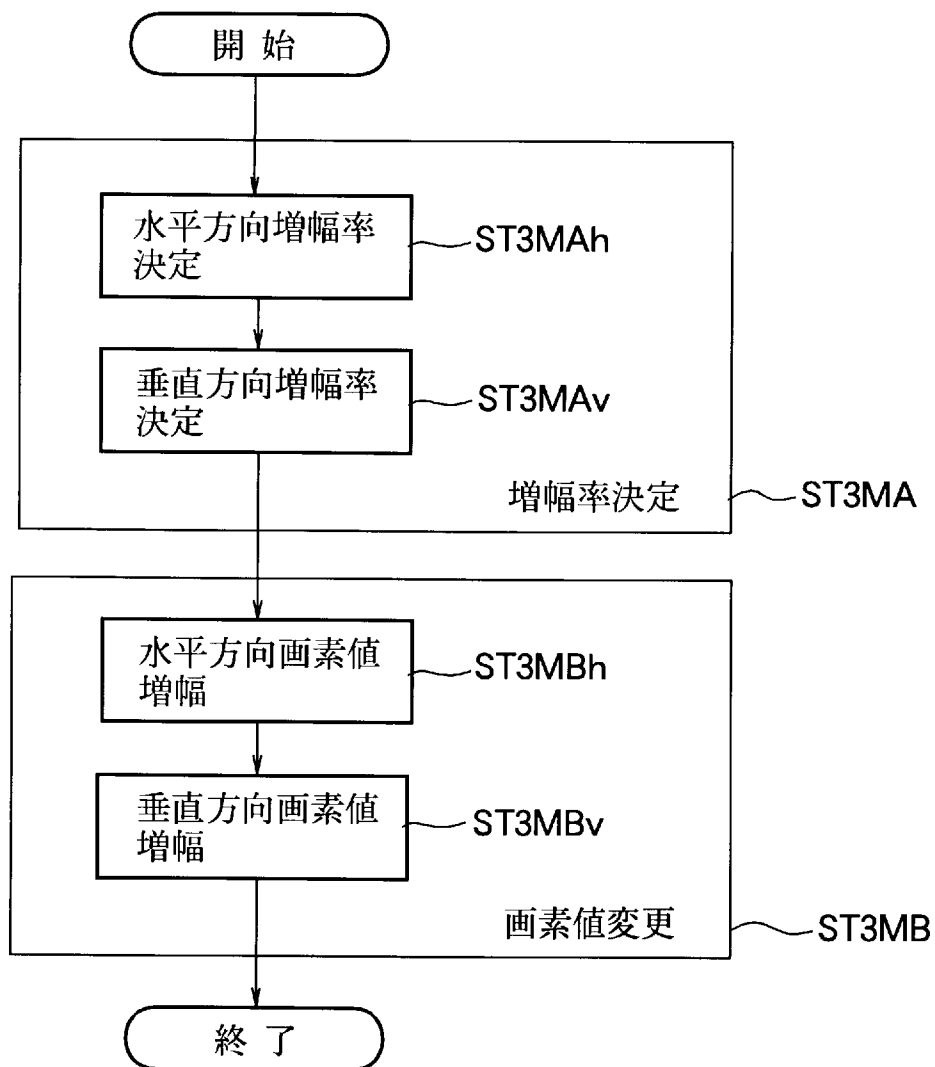
[図48]



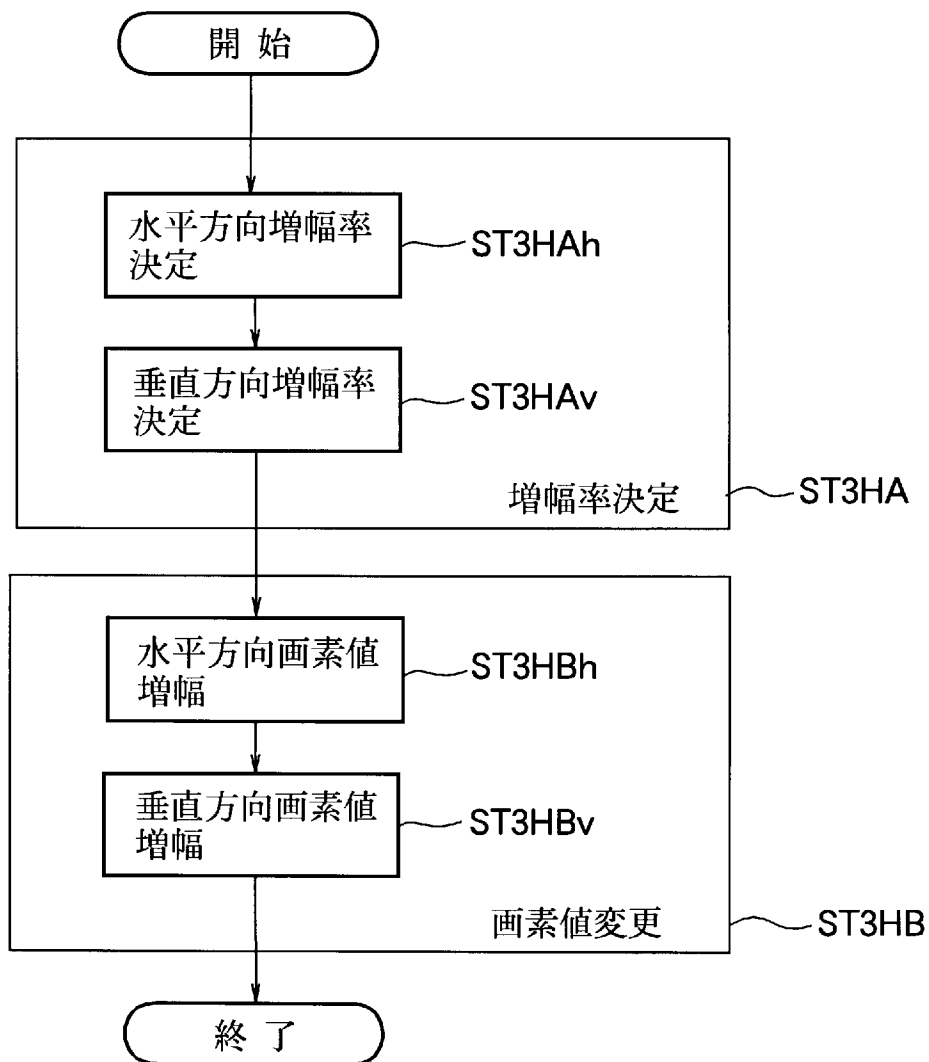
[図49]



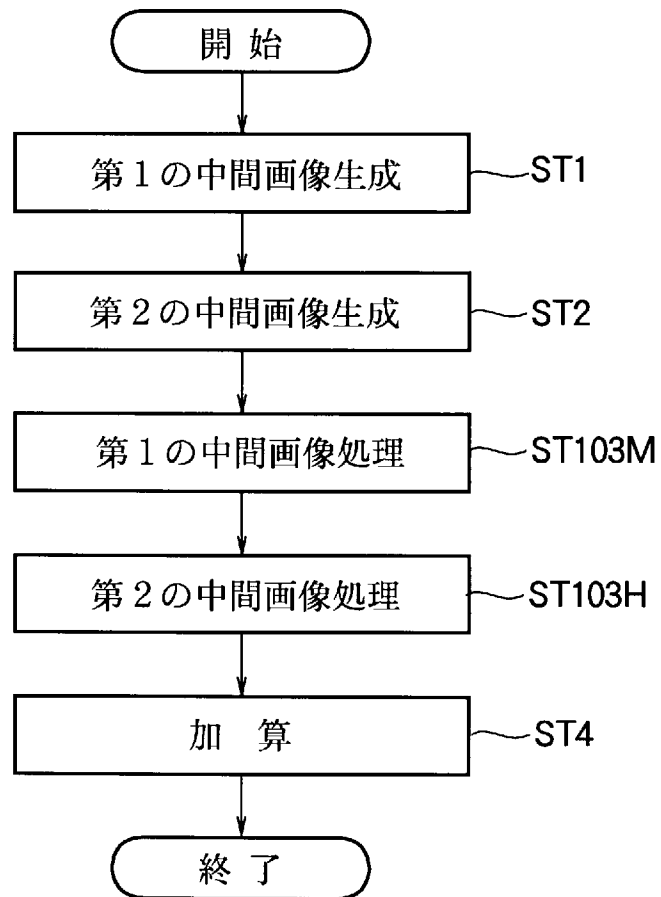
[図50]



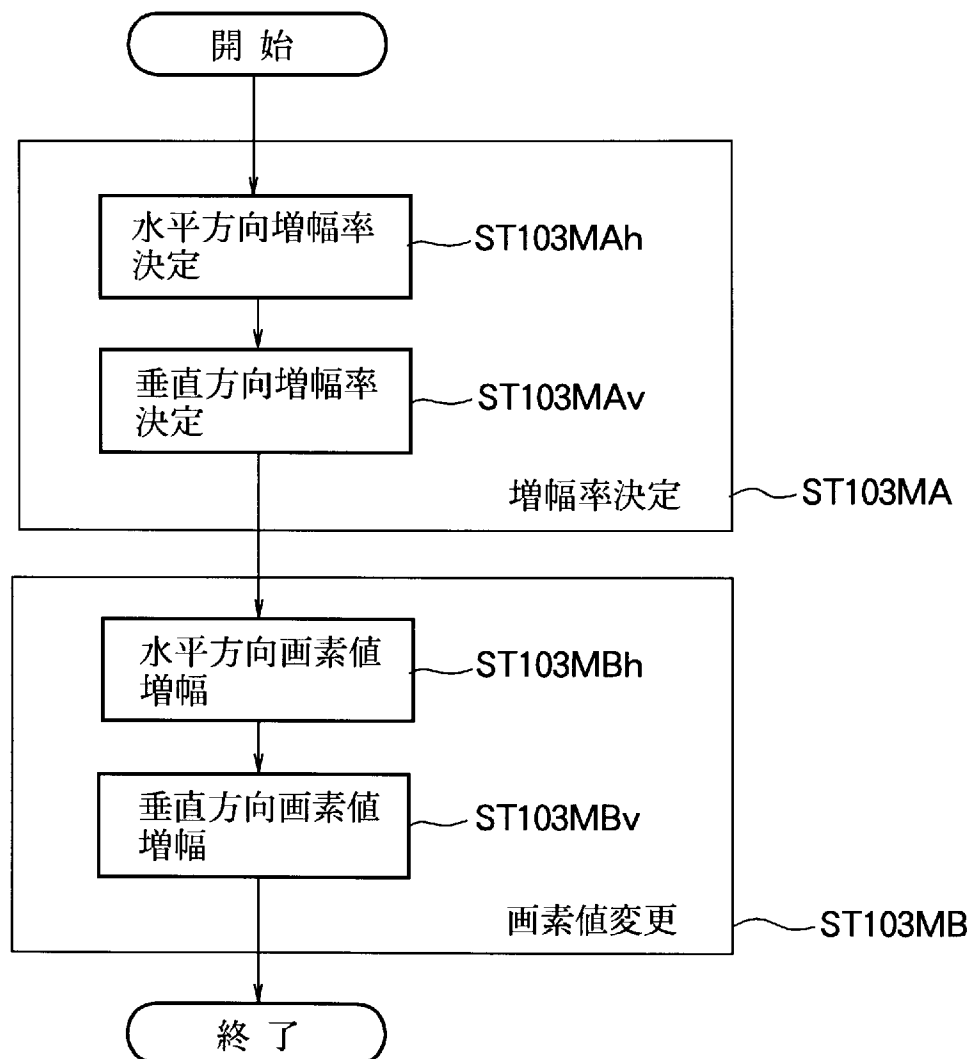
[図51]



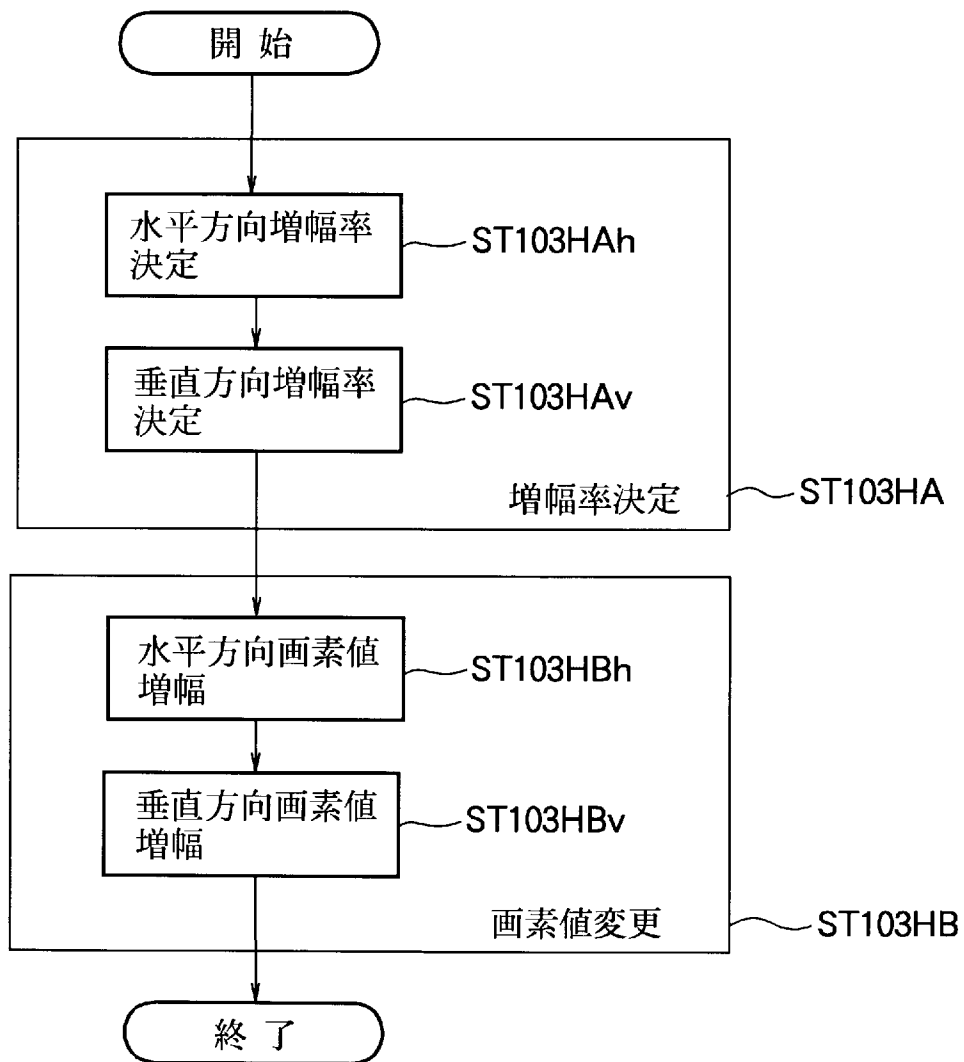
[図52]



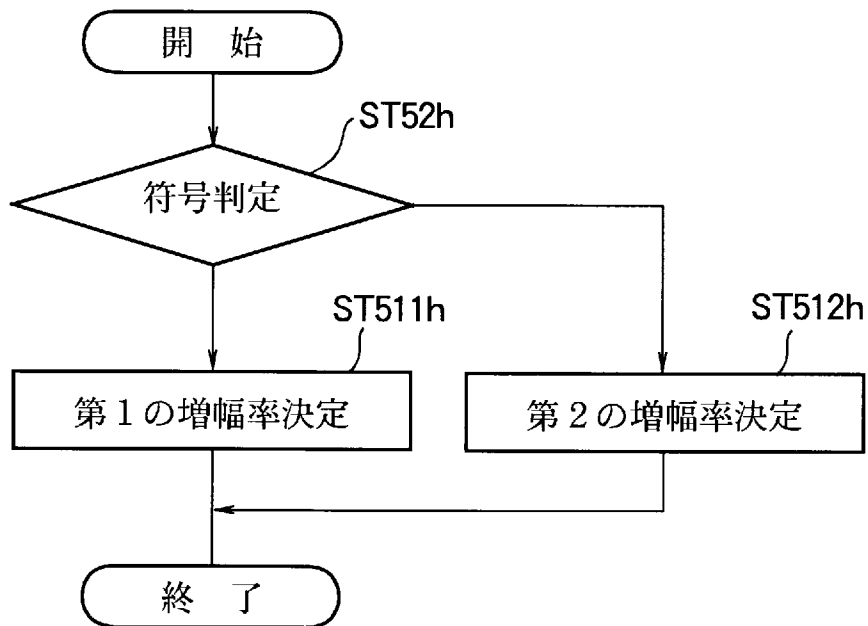
[図53]



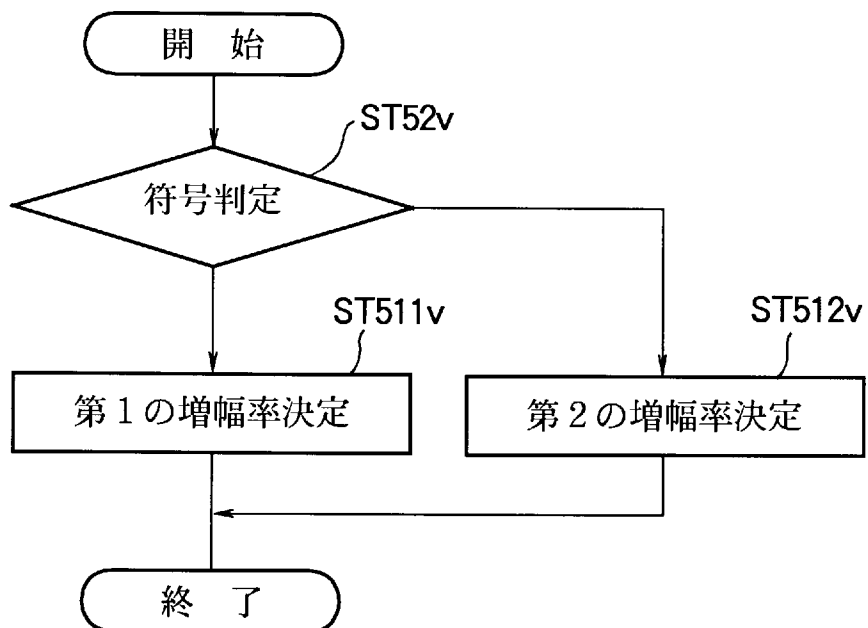
[図54]



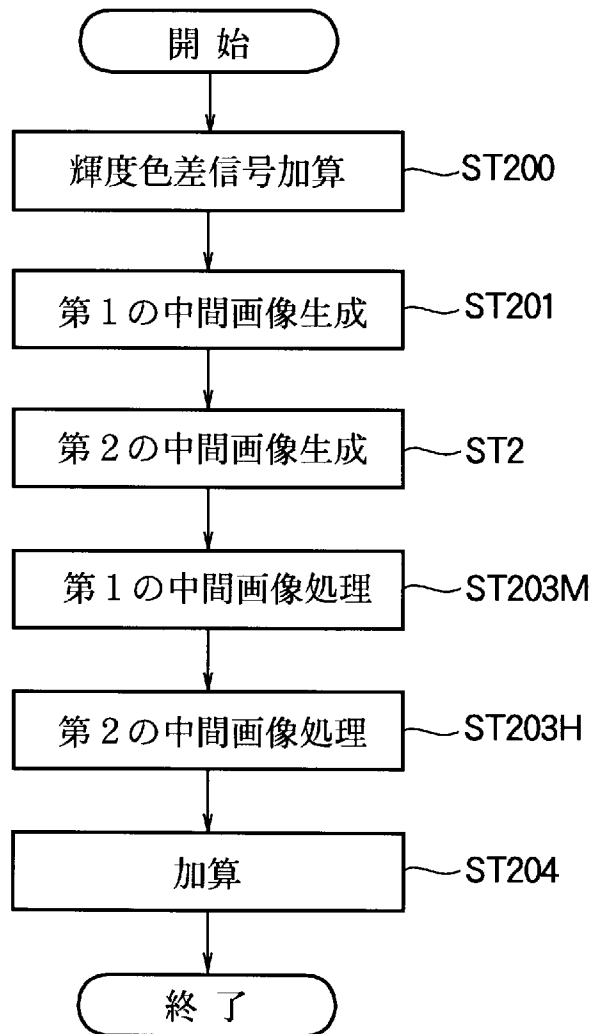
[図55]



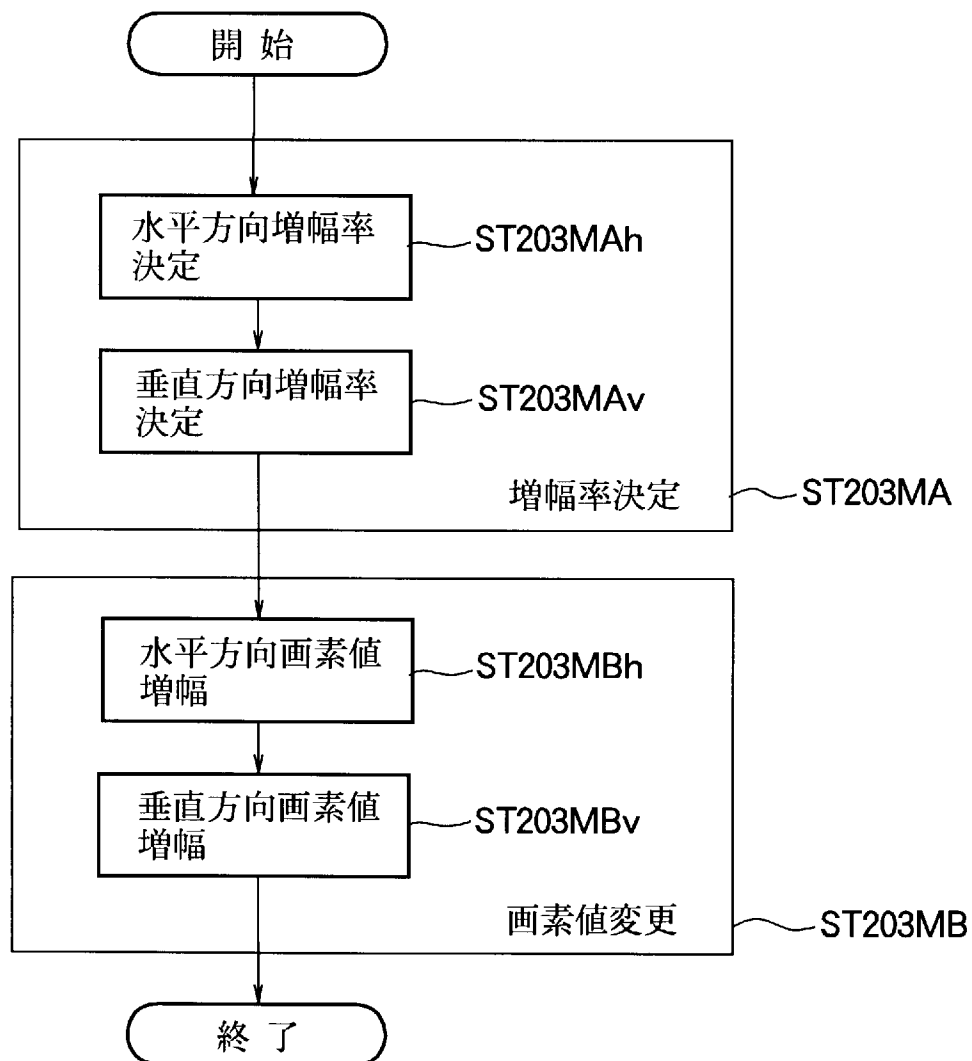
[図56]



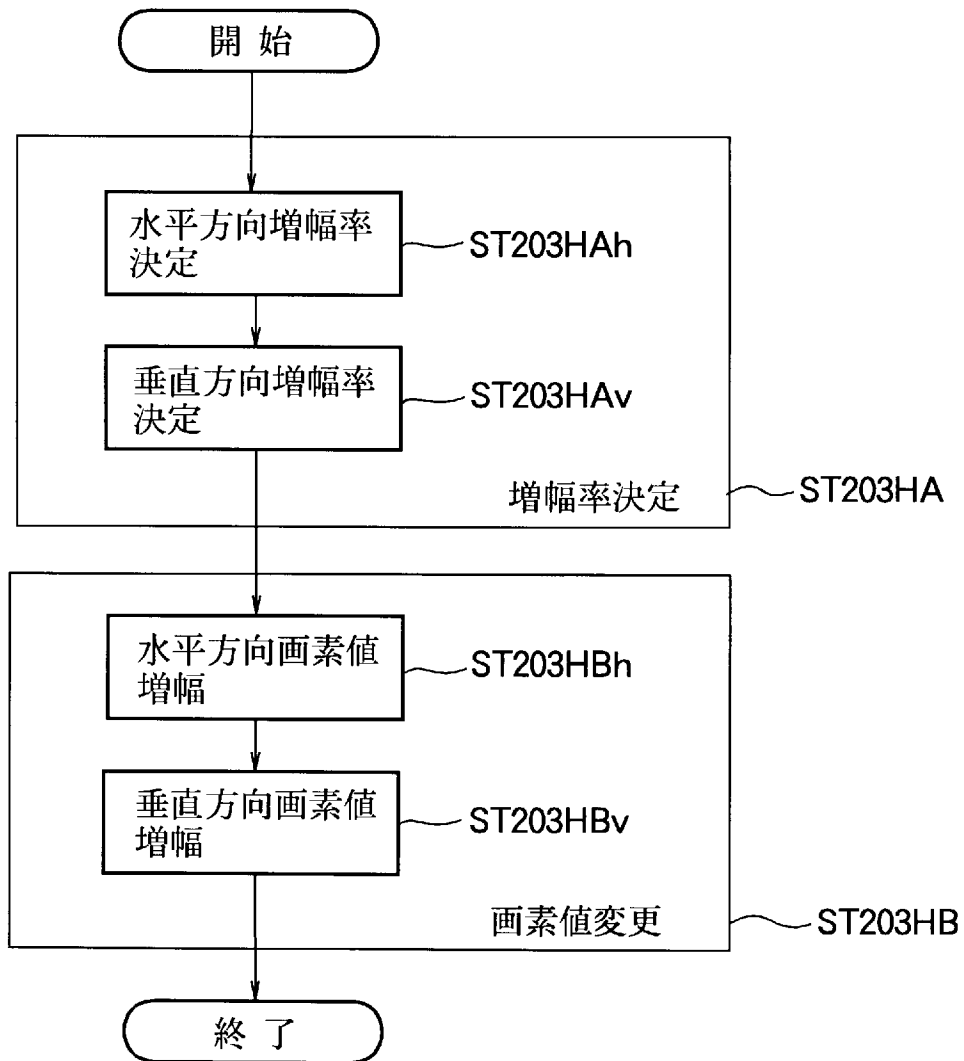
[図57]



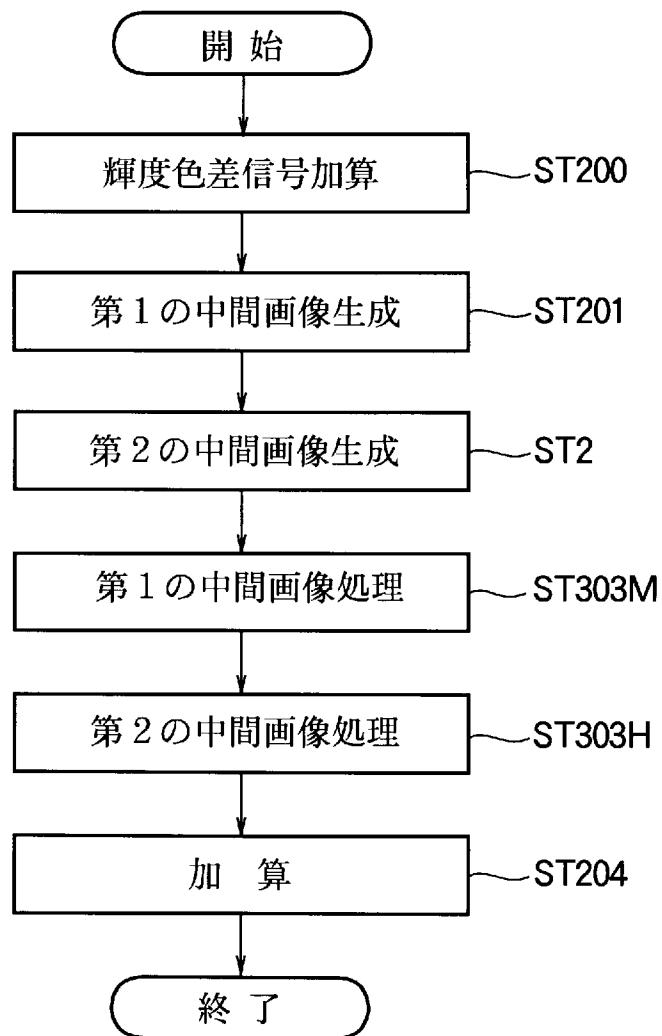
[図58]



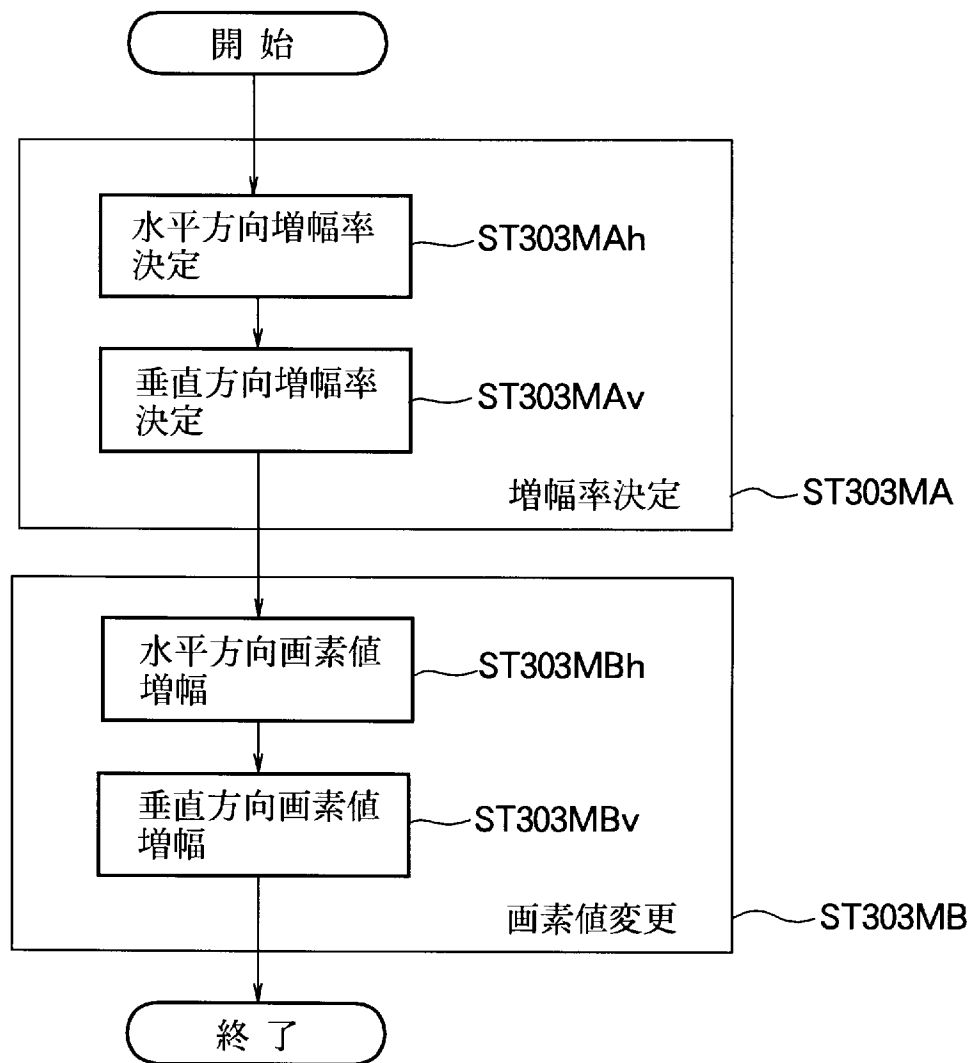
[図59]



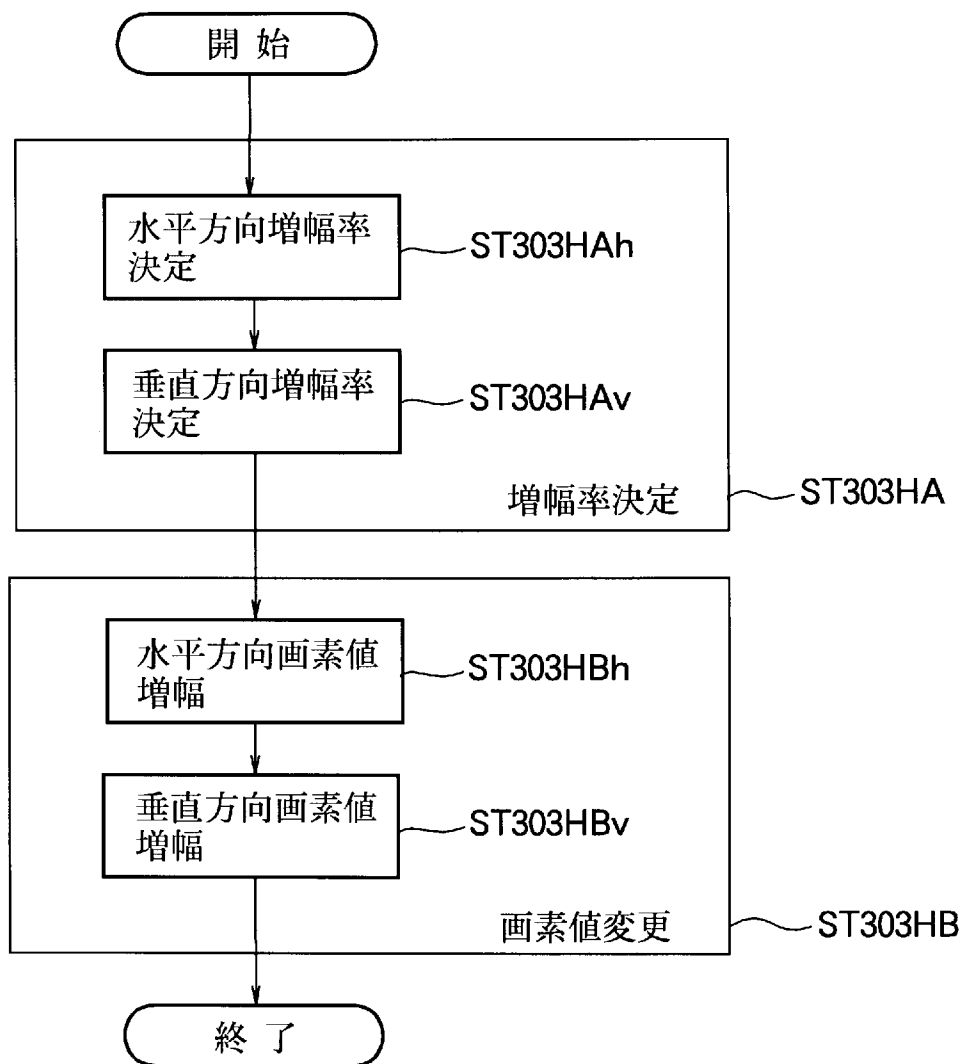
[図60]



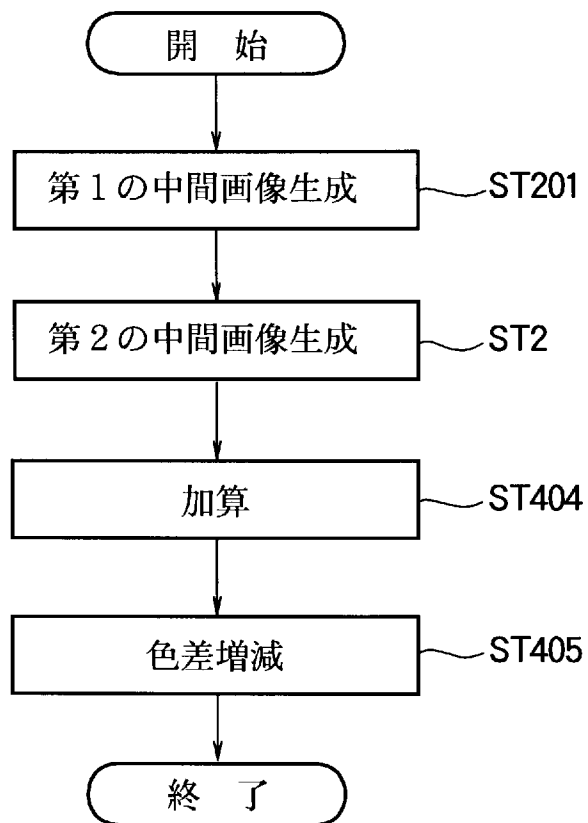
[図61]



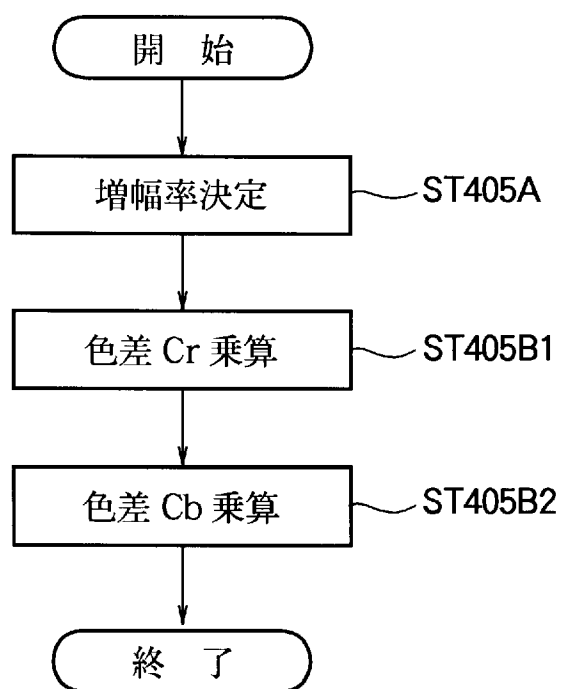
[図62]



[図63]



[図64]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/006356

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T5/20(2006.01) i, H04N1/409(2006.01) i, H04N5/208(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)

G06T5/20, H04N1/409, H04N5/208

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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.
Y	JP 7-177386 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 14 July 1995 (14.07.1995), fig. 3, 4 (Family: none)	1-32
Y	JP 8-111792 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 30 April 1996 (30.04.1996), fig. 1 (Family: none)	1-32
Y	JP 2006-246080 A (Sony Corp.), 14 September 2006 (14.09.2006), paragraph [0020] (Family: none)	1-32

☒ 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
27 January, 2010 (27.01.10)Date of mailing of the international search report
09 February, 2010 (09.02.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/006356

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 2000-50275 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 18 February 2000 (18.02.2000), paragraph [0088]; fig. 13 & US 6738528 B1 & EP 998146 A1 & EP 1775956 A1 & WO 1999/062264 A1 & CN 1272286 A & CN 1527605 A & CN 1516473 A	5, 8-21
Y	JP 9-46576 A (Sony Corp.), 14 February 1997 (14.02.1997), fig. 1 (Family: none)	8-21
Y	JP 2006-340006 A (Sony Corp.), 14 December 2006 (14.12.2006), fig. 2 (Family: none)	8-21
Y	JP 2008-125112 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 29 May 2008 (29.05.2008), fig. 19 & JP 4157592 B & US 2009/0232401 A & EP 1959390 A1 & WO 2007/043460 A1 & CN 101288099 A	8-22, 24, 28, 30
Y	Atsushi SHIMURA et al., "ε-Filter o Mochiita Edge Koka no Shojinai Koshuhasu Seibun Suitei o Tomonau Digital Gazo Kakudaiho no Teian", The Transactions of the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, 01 May 2003 (01.05.2003), vol.J86-A, no.5, pages 540 to 551	12-14, 19-21, 24, 30
Y	JP 2008-159069 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 10 July 2008 (10.07.2008), fig. 36 & JP 2006-24176 A & JP 2006-42294 A & JP 2009-211709 A & US 2007/0165048 A1 & US 2007/0188623 A1 & US 2008/0107360 A1 & EP 1667063 A1 & EP 1667066 A1 & WO 2005/027040 A1 & WO 2005/027043 A1 & KR 10-2006-0120643 A & KR 10-2006-0121874 A & CN 1849622 A & CN 1849625 A & CN 101534371 A	23-25, 29-31
A	JP 5-344386 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 24 December 1993 (24.12.1993), entire text; all drawings (Family: none)	1-32

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/006356

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-312349 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 29 November 2007 (29.11.2007), entire text; all drawings & JP 2009-232468 A & US 2007/0080975 A1	1-32

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06T5/20(2006.01)i, H04N1/409(2006.01)i, H04N5/208(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. G06T5/20, H04N1/409, H04N5/208

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 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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
Y	JP 7-177386 A（松下電器産業株式会社）1995.07.14, 図3、図4（ファミリーなし）	1 - 3 2
Y	JP 8-111792 A（松下電器産業株式会社）1996.04.30, 図1（ファミリーなし）	1 - 3 2
Y	JP 2006-246080 A（ソニー株式会社）2006.09.14, 【0020】（ファミリーなし）	1 - 3 2

☒ 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

2 7 . 0 1 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

0 9 . 0 2 . 2 0 1 0

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）

松野 広一

5 H

3 6 5 8

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 2000-50275 A (松下電器産業株式会社) 2000.02.18, 【0088】、 図13 & US 6738528 B1 & EP 998146 A1 & EP 1775956 A1 & WO 1999/062264 A1 & CN 1272286 A & CN 1527605 A & CN 1516473 A	5, 8-21
Y	JP 9-46576 A (ソニー株式会社) 1997.02.14, 図1 (ファミリーなし)	8-21
Y	JP 2006-340006 A (ソニー株式会社) 2006.12.14, 図2 (ファミリーなし)	8-21
Y	JP 2008-125112 A (松下電器産業株式会社) 2008.05.29, 図19 & JP 4157592 B & US 2009/0232401 A & EP 1959390 A1 & WO 2007/043460 A1 & CN 101288099 A	8-22, 2 4, 28, 3 0
Y	志村厚 外2名, ϵ -フィルタを用いたエッジ効果の生じない高周 波数成分推定を伴うディジタル画像拡大法の提案, 電子情報通信学 会論文誌, 2003.05.01, Vol. J86-A No. 5, pp. 5 40-551	12-14, 19-21, 24, 30
Y	JP 2008-159069 A (松下電器産業株式会社) 2008.07.10, 図36 & JP 2006-24176 A & JP 2006-42294 A & JP 2009-211709 A & US 2007/0165048 A1 & US 2007/0188623 A1 & US 2008/0107360 A1 & EP 1667063 A1 & EP 1667066 A1 & WO 2005/027040 A1 & WO 2005/027043 A1 & KR 10-2006-0120643 A & KR 10-2006-0121874 A & CN 1849622 A & CN 1849625 A & CN 101534371 A	23-25, 29-31
A	JP 5-344386 A (松下電器産業株式会社) 1993.12.24, 全文、全図 (フ ァミリーなし)	1-32
A	JP 2007-312349 A (松下電器産業株式会社) 2007.11.29, 全文、全 図 & JP 2009-232468 A & US 2007/0080975 A1	1-32