

(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
2012 年 12 月 13 日(13.12.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/168985 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 6/00 (2006.01) *G06T 1/00* (2006.01)
A61B 6/12 (2006.01) *G06T 5/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/003319
- (22) 国際出願日: 2011 年 6 月 10 日(10.06.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社島津製作所 (SHIMADZU CORPORATION) [JP/JP]; 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 馬場 新悟 (BABA, Shingo) [JP/JP]; 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地 株式会社島津製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 杉谷 勉(SUGITANI, Tsutomu); 〒5300047 大阪府大阪市北区西天満 1 丁目 1 0 番 8 号 西天満第 1 1 松屋ビル Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, 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, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,

[続葉有]

(54) Title: IMAGE PROCESSING METHOD AND APPARATUS THEREFOR

(54) 発明の名称: 画像処理方法及びその装置

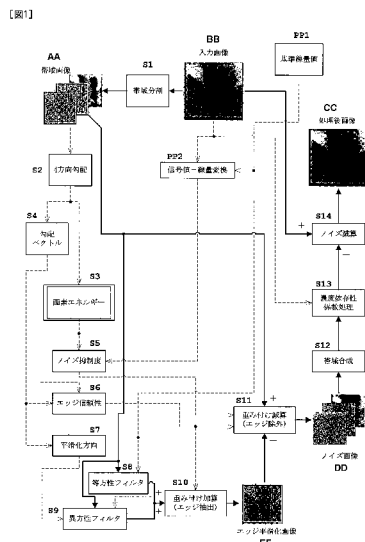


FIG. 1:
PP1 Reference dose
PP2 Signal value - dose conversion
S1 Frequency band partitioning
S2 Gradients in four directions
S3 Pixel energy
S4 Gradient vector
S5 Degree of noise reduction
S6 Edge reliability
S7 Smoothing direction
S8 Isotropic filter
S9 Anisotropic filter
S10 Weighted summation (edge extraction)
S11 Weighted subtraction (edge exclusion)
S12 Frequency band combination
S13 Intensity dependence coefficient processing
S14 Noise subtraction
AA Frequency band image
BB Input image
CC Post-processing image
DD Noise image
EE Smoothed edge image

(57) Abstract: The respective frequency band images at different frequency bands are determined. Of the absolute values of the magnitudes of the gradient components in multiple mutually differing directions for each pixel of interest, the largest is computed as the pixel energy of the pixel of interest. Unlike prior art in which the mean of the absolute values of the magnitudes of the gradient components in multiple directions was determined, the maximum is computed as the pixel energy. Consequently, pixel energies are computed to be larger than in prior art. In other words, it is possible to perceive strong signals that correspond to structural components in the input image. Since noise reduction in the input image is performed based on pixel energy, noise processing in the input image can easily be controlled by strengthening noise reduction in areas other than areas that are perceived to be structures or weakening noise reduction in areas that are perceived to be structures. As a result, the quality of the input image can be improved.

(57) 要約: それぞれ異なる周波数帯域の帯域画像を求め、各注目画素におけるそれぞれ異なる複数方向の勾配成分の大きさの絶対値のうち、最大のものを注目画素の画素エネルギーとして算出する。従来例のように、複数方向の勾配成分の大きさの絶対値平均を求めるのではなく、最大のものを画素エネルギーとして算出する。したがって、従来例に比較して画素エネルギーが大きく算出されることになる。つまり、入力画像における構造部分に相当する信号を強く認識することができる。したがって、画素エネルギーに基づいて入力画像に対するノイズ抑制を行うので、構造として認識した部分以外のノイズ抑制を強めたり、構造として認識した部分のノイズ抑制を弱めたりすることで、入力画像におけるノイズ処理の制御を容易に行うことができる。その結果、入力画像の品質を向上させることができる。



NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI 添付公開書類:

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称：画像処理方法及びその装置

技術分野

[0001] この発明は、X線画像中のノイズ成分を抑制する画像処理方法及びその装置に係り、特に、X線画像中の構造の認識に関する。

背景技術

[0002] 従来のこの種の画像処理方法として、まず、入力画像（例えば、X線透視画像）から複数の帯域画像を作成する。そして、複数の帯域画像において、各画素を注目画素としつつ、注目画素ごとに画素エネルギーを算出する。この画素エネルギーは、入力画像中に存在する構造の大きさ（平坦度の逆）を表すのに用いられる指標値である。次に、指標値を用いて帯域画像ごとにノイズを抑制するための処理を行い、入力画像におけるノイズを抑制している（例えば、特許文献1参照）。例えば、構造及びその付近では、ノイズが少ないのでノイズ抑制を弱くし、その他の領域ではノイズ抑制を強くするようなノイズ抑制処理が行われる。

[0003] 上述した画素エネルギーを V_e とし、勾配を n とし、勾配 n をそれぞれ異なる方向として、各方向を0, 1, 2, 3で表し、帯域画像の画素値を SB_m とし、各帯域画像を m とし、 m を1～6の番号で表すと、画素エネルギー V_e は、具体的には次の式で算出されている。

$$\begin{aligned} q'_{n,m} &= \text{GradientFilter}_n(SB_m) \\ q_{n,m} &= \text{GaussFilter}_n(|q'_{n,m}|) \\ V_{e_m}[i] &= (q_{0,m}[i] + q_{1,m}[i] + q_{2,m}[i] + q_{3,m}[i]) / 4 \end{aligned}$$

[0004] まず、例えば、 0° 、 45° 、 90° 、 135° の4方向の勾配フィルタを帯域画像に適用して、注目画素における4方向の勾配の各成分を $q'_{n,m}$ として算出する。次に、各注目画素について4方向の各成分の絶対値に対してガウスフィルタを適用して各方向成分の大きさを $q_{n,m}$ として算出する。次に

、各注目画素における各方向成分の大きさの平均値を求め、これを画素ごとの画素エネルギー V_e として求めている。

特許文献1：特開2004-242285号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] 一般的に、線量が少ない条件でのX線透視画像、及び線量が少ないX線撮影画像では、線量が多い条件でのX線透視画像や、線量が多いX線撮影画像と比較すると、信号強度が弱く、かつノイズ強度が強くなる。したがって、X線画像中における構造を示す信号と、ノイズを表す信号とを区別することが困難になる。そのため、上述した従来例では、画素の4方向の勾配について絶対値平均をとることによって、ノイズ成分を信号として誤検出してしまうことを低減している。しかしながら、線量が多い条件でのX線透視画像、及び線量が多いX線撮影画像であっても、画像中にワイヤが存在している部分の構造認識が弱くなるので、つながっているワイヤが途切れたように見えることがあるという問題がある。

[0006] なお、上述したワイヤは、例えば、カテーテルを用いた術式において、カテーテルに先行して挿入されるガイドワイヤのことである。したがって、X線透視画像においてワイヤが途切れたように見えたり、つながっているように見えたりして、カテーテル操作に支障を生じる恐れがあるので、構造認識が弱くなると問題となる。

[0007] ここで、図7を参照する。なお、図7は、従来例によるノイズ抑制処理後のX線撮影画像であり、(a)は全体図であり、(b)は一部拡大図である。

[0008] 図7(a)は、数枚のアクリル板を積層するとともに、階段状となるように位置をずらして配置し、その最上面にワイヤを配置した状態で撮影したX線撮影画像である。図7(b)の拡大部に示すように、連続しているはずのワイヤが一部途切れて見えている。

[0009] この発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、アルゴリズム

ムを工夫することにより、構造認識を高めることができる画像処理方法及びその装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] この発明は、このような目的を達成するために、次のような構成をとる。

すなわち、この発明の画像処理方法は、X線画像のノイズを抑制する画像処理方法において、それぞれ異なる周波数帯域の帯域画像を入力画像から生成する帯域画像生成過程と、帯域画像ごとに、各注目画素におけるそれぞれ異なる複数方向の勾配成分の大きさの絶対値のうち、最大のものを注目画素の画素エネルギーとして算出する画素エネルギー算出過程と、前記画素エネルギーに基づいて入力画像に対するノイズ抑制を行うノイズ抑制過程と、を備えていることを特徴とするものである。

[0011] [作用・効果] この発明によれば、帯域画像生成過程において、それぞれ異なる周波数帯域の帯域画像を入力画像から求め、画素エネルギー算出過程において、各注目画素におけるそれぞれ異なる複数方向の勾配成分の大きさの絶対値のうち、最大のものを注目画素の画素エネルギーとして算出する。従来例のように、複数方向の勾配成分の大きさの絶対値平均を求めるのではなく、最大のものを画素エネルギーとして算出する。したがって、従来例に比較して画素エネルギーが大きく算出されることになる。つまり、入力画像における構造部分に相当する信号を強く認識することができる。したがって、ノイズ抑制過程において、画素エネルギーに基づいて入力画像に対するノイズ抑制を行うので、構造として認識した部分以外のノイズ抑制を強めたり、構造として認識した部分のノイズ抑制を弱めたりすることで、入力画像におけるノイズ処理の制御を容易に行うことができる。その結果、入力画像の品質を向上させることができる。

[0012] また、この発明において、前記画素エネルギー算出過程は、前記勾配成分の複数方向を4方向とすることが好ましい。勾配成分の複数方向を4方向に限定することにより、演算負荷を軽減することができる。

[0013] また、この発明において、前記ノイズ抑制過程は、前記入力画像と、予め

設定された基準線量値に応じた信号値－線量変換とに基づいて線量を求め、この線量と前記画素エネルギーとに基づいて算出されるノイズ抑制制度を用いることが好ましい。構造部分では画素エネルギーが大きく算出されるので、構造部分とそれ以外との区別が容易になり、ノイズ抑制制度も適切に算出できる。したがって、ノイズ抑制制度を用いることにより、ノイズ処理を適切に行うことができる。

[0014] この発明は、X線画像のノイズを抑制する画像処理装置において、X線画像のノイズを抑制する画像処理装置において、それぞれ異なる周波数帯域の帯域画像を入力画像から生成する帯域画像生成手段と、帯域画像ごとに、各注目画素におけるそれぞれ異なる複数方向の勾配成分の大きさの絶対値のうち、最大のものを注目画素の画素エネルギーとして算出する画素エネルギー算出手段と、前記画素エネルギーに基づいて入力画像に対するノイズ抑制を行うノイズ抑制手段と、を備えていることを特徴とするものである。

[0015] [作用・効果] この発明によれば、帯域画像生成手段は、それぞれ異なる周波数帯域の帯域画像を入力画像から求め、画素エネルギー算出手段は、各注目画素におけるそれぞれ異なる複数方向の勾配成分の大きさの絶対値のうち、最大のものを注目画素の画素エネルギーとして算出する。従来例のように、複数方向の勾配成分の大きさの絶対値平均を求めるのではなく、最大のものを画素エネルギーとして算出する。したがって、従来例に比較して画素エネルギーが大きく算出されることになる。つまり、入力画像における構造部分に相当する信号が強く認識される。したがって、ノイズ抑制手段は、画素エネルギーに基づいて入力画像に対するノイズ抑制を行うので、構造として認識した部分以外のノイズ抑制を強めたり、構造として認識した部分のノイズ抑制を弱めたりすることで、入力画像におけるノイズ処理の制御を容易に行うことができる。その結果、入力画像の品質を向上させることができる。

[0016] また、この発明において、前記画素エネルギー算出手段は、前記勾配成分の複数方向を4方向とすることが好ましい。勾配成分の複数方向を4方向に

限定することにより、画素エネルギー算出手段における演算負荷を軽減することができる。

[0017] また、この発明において、前記ノイズ抑制手段は、前記入力画像と、予め設定された基準線量値に応じた信号値－線量変換とに基づいて線量を求め、この線量と前記画素エネルギーとに基づいて算出されるノイズ抑制度を用いることが好ましい。構造部分では画素エネルギーが大きく算出されるので、構造部分とそれ以外との区別が容易になり、ノイズ抑制度も適切に算出できる。したがって、ノイズ抑制度を用いることにより、ノイズ抑制手段によるノイズ処理を適切に行うことができる。

発明の効果

[0018] この発明に係る画像処理方法によれば、帯域画像生成過程において、それぞれ異なる周波数帯域の帯域画像を求め、画素エネルギー算出過程において、各注目画素におけるそれぞれ異なる複数方向の勾配成分の大きさの絶対値のうち、最大のものを注目画素の画素エネルギーとして算出する。従来例のように、複数方向の勾配成分の大きさの絶対値平均を求めるのではなく、最大のものを画素エネルギーとして算出する。したがって、従来例に比較して画素エネルギーが大きく算出されることになる。つまり、入力画像における構造部分に相当する信号を強く認識することができる。したがって、ノイズ抑制過程において、画素エネルギーに基づいて入力画像に対するノイズ抑制を行うので、構造として認識した部分以外のノイズ抑制を強めたり、構造として認識した部分のノイズ抑制を弱めたりすることで、入力画像におけるノイズ処理の制御を容易に行うことができる。その結果、入力画像の品質を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]実施例に係る画像処理方法体の流れを説明するための模式図である。

[図2]勾配フィルタの一例を示す模式図である。

[図3]画素エネルギーに基づく画像であり、（a）は実施例による画像であり、（b）は従来例による画像である。

[図4]画像中におけるワイヤ部分のプロファイルを示すグラフである。

[図5]ノイズ抑制処理後の画像であり、（a）は実施例による画像であり、（b）は従来例による画像である。

[図6]実施例に係る画像処理装置の概略構成を示すブロック図である。

[図7]従来例によるノイズ抑制処理後のX線撮影画像であり、（a）は全体図であり、（b）は一部拡大図である。

符号の説明

- [0020] V_e … 画素エネルギー
 1 … 帯域画像生成部
 3 … 画素エネルギー算出部
 5 … ノイズ抑制部

発明を実施するための最良の形態

[0021] <画像処理方法>

以下、図面を参照してこの発明の一実施例を説明する。なお、図1は、実施例に係る画像処理方法体の流れを説明するための模式図であり、図2は、勾配フィルタの一例を示す模式図である。図1中における実線矢印は画像の流れを示し、点線矢印は特徴量の流れを示す。

[0022] 実施例に係る画像処理方法は、X線撮影画像またはX線透視画像を処理対象である入力画像として取り扱う。まずは、入力画像を対象にして、それぞれ異なる複数の周波数帯域を有する帯域画像（帯域制限画像ともいう）として生成する（ステップS1）。具体的な生成方法としては、例えば、ラプラシアンピラミッド分解による生成方法が挙げられる。この他に、帯域画像の生成には、ウェーブレット変換などの多重解像度変換による生成方法を採用することができる。

[0023] 次に、各帯域画像に勾配フィルタを適用し、各帯域画像の各画素を順に注目画素として、それぞれ異なる方向の勾配成分を注目画素ごとに求める（ステップS2）。この勾配成分は、注目画素の画素値と、注目画素からある方向に位置する画素の画素値との差であり、画素値の差と方向とからなる成分

を表す。例えば、帯域画像において画素値の差が大きな方向においては、勾配成分が大きくなり、画素値の差が小さな方向においては、勾配成分が小さくなる。具体的には、例えば、図2に示すように、それぞれ異なる4方向の勾配成分を求める勾配フィルタ (Gradient Filter) を適用する。図2は、 0° 、 45° 、 90° 、 135° の勾配フィルタの例であって、 31×31 画素の空間フィルタの場合を例示している。勾配フィルタを構成するマトリクスの大きさは、演算処理能力や所望の精度に応じて適宜に設定すればよい。例えば、6つの周波数帯域を有する帯域画像を生成している場合、周波数帯域ごとの画像に番号 m (m は、例えば、 $1 \sim 6$) を付し、各帯域画像の画素値を SB とし、各勾配フィルタの番号を n (n は、例えば、 $1 \sim 4$) とすると、次式で勾配成分 $q'_{n,m}$ を求める。

$$[0024] \quad q'_{n,m} = \text{Gradient Filter}_n (SB_m)$$

[0025] 上記のGradient Filterは、一次微分フィルタの一種である。このフィルタは、画素値の差が大きいほど、より強調することになり、このフィルタで求められた値は、エッジの強さを表す。

[0026] 次に、各注目画素における各方向成分の大きさ $q_{n,m}$ を求める。

$$[0027] \quad q_{n,m} = \text{Gauss Filter}_n (|q'_{n,m}|)$$

[0028] そして、上記の各方向成分の大きさ $q_{n,m}$ を次式に適用して、画素エネルギー Ve を各画素 i について算出する (ステップS3)。

$$[0029] \quad Ve_m[i] = \text{Max} (q_{0,m}[i], q_{1,m}[i], q_{2,m}[i], q_{3,m}[i])$$

[0030] なお、Maxは、括弧内における各方向成分の大きさ $q_{n,m}[i]$ のうち最大のものを選択することを表している。

[0031] 画素エネルギー Ve は、各帯域画像の各画素位置 (注目画素) において、それぞれ異なる4方向の勾配成分の大きさの絶対値のうち、最大のものとして算出する。この画素エネルギー Ve は、その画素が画像中の構造の大きさ (平坦度の逆) を表しており、値が大きい程、画像中における構造である確率が高いことを示す。

[0032] 画素エネルギー V_e とは別に、各注目画素における各方向成分の大きさ $q_{n,m}$ を用いて、エッジの方向を示す勾配ベクトルを算出しておく（ステップ S 4）。勾配ベクトルを算出するのは、画素エネルギー V_e が絶対値をとって算出されるので、大きさを判断することはできるが、方向を判断することができないからである。なお、ここでいう勾配ベクトルとは、方向及びその大きさを示すものであり（ $q_{n,m}[i]$ ）、上述した 4 方向の勾配フィルタを用いた場合には、 0° 、 45° 、 90° 、 135° の 4 方向における大きさを示す。

[0033] 画素エネルギー V_e と、予め決められた基準線量値（ステップ P P 1）と、入力画像と、基準線量値に応じた信号値－線量変換（ステップ P P 2）とから線量を求め、線量と画素エネルギー V_e とに基づいてノイズ抑制度を算出する（ステップ S 5）。なお、基準線量値は、X線を照射可能な線量の範囲のうち、予め設定された任意の線量値を表す。例えば、基準線量値は、X線撮影やX線透視などの手技や、胸部や腹部などのX線の照射部位により異なる値に設定されるものである。画像を得る際の線量値が基準線量値よりも小さい場合には、画像が暗くなり、ノイズが増える。一方、画像を得る際の線量値が基準線量値よりも小さい場合には、画像が明るくなり、ノイズが減る。信号値－線量変換は、信号値に相当する画素値と、信号値を生じる線量との対応関係を示した基準線量値ごとのテーブルである。また、ノイズ抑制度は、ノイズ除去の度合いを表し、線量が少ないとノイズ成分が多く、かつ、画素エネルギー V_e が小さいとノイズ成分が多く、線量が多いとノイズ成分が少なく、かつ、画素エネルギー V_e が大きいとノイズ成分が少ないという特性と、画素値に対応する信号値と基準線量値との関係とを考慮して決定される。

[0034] さらに、画素エネルギー V_e と、エッジの方向及びその大きさを示す勾配ベクトル $q_{n,m}[i]$ とに基づいて、エッジの確からしさを表すエッジ信頼性を各画素について算出する（ステップ S 6）。エッジ信頼性は、例えば、勾配ベクトル $q_{n,m}[i]$ が大きく、しかも画素エネルギー V_e が大きい場合には、

その画素が構造を表している確率が高いことを示す。さらに、勾配ベクトル $q_{n, m}[i]$ のうち、その大きさが大きなものの方向に基づいて、画素値を平滑化すべき方向を表す平滑化方向を算出する（ステップ S 7）。この平滑化方向は、エッジを構成する確度が高い画素群が平滑化されないようにするために算出される。

[0035] 次に、各帯域画像に等方性フィルタを適用する（ステップ S 8）。等方性フィルタは、画像を平滑化して、ノイズ成分を除去することになるので、帯域画像のノイズ成分の大きさに応じて変える必要がある。そこで、等方性フィルタは、帯域画像の周波数、及び基準線量値の関係に応じて適用する。また、各帯域画像に異方性フィルタを適用する（ステップ S 9）。異方性フィルタは、帯域画像のエッジが平滑されないようにエッジ方向に平滑化を行う。また、異方性フィルタも、帯域画像のノイズ成分の大きさに応じて変えるために、基準線量値との関係に応じて適用する。この処理により、帯域画像のエッジが強調された画像が生成される。それらの結果を加算するが、その際にエッジ信頼性を考慮して重み付け加算（エッジ抽出）を行い（ステップ S 10）、エッジ以外が平滑化された帯域画像ごとのエッジ平滑化画像を生成する。つまり、エッジ信頼性を用いて、エッジらしい部分には異方性フィルタを適用し、その他の部分には等方性フィルタを適用する重み付けを行うことにより、エッジを残してそれ以外を平滑化する。

[0036] 次に、ノイズ抑制度または、ノイズ抑制度及びエッジ信頼性に応じて重み付けを行い、各帯域画像に対して、対応するエッジ平滑化画像を減算（エッジ除外）する（ステップ S 11）。ノイズ抑制度は、画素値に応じたノイズ除去の度合いを示し、エッジ信頼性は、画素のエッジの確からしさを示しているので、これらに応じて画素ごとに重み付けを変えて、ノイズ画像におけるノイズ成分の強弱をコントロールする。例えば、ノイズ抑制度が高い部分でエッジ信頼性が低い部分は、ノイズ成分が多いので、エッジ平滑画像では平滑されている。そこで、画素値を大きくする重み付けを行うと、減算した際にノイズ画像におけるノイズ成分を小さくできる。これにより、各帯域画

像からエッジ部分（構造）が除外され、帯域画像ごとにエッジのないノイズ画像が生成される。ここで重み付け減算を行うことは、後述するステップS 1 4におけるノイズ減算の結果に影響を与え、その結果、処理後画像におけるノイズ成分の抑制度合いにも影響を与える。

[0037] なお、上記の重み付けは、ノイズ抑制度とエッジ信頼性の両方を使用した方がノイズ画像におけるノイズ成分のコントロール精度を高くすることができる。しかし、ノイズ抑制度だけを用いてエッジ信頼性を使用しなくてもよい。これにより、演算の負荷を軽減することができる。

[0038] 帯域画像ごとのノイズ画像に基づき帯域合成を行い（ステップS 1 2）、帯域合成したノイズ画像について、入力画像の濃度に応じた階調補正を行う濃度依存性係数処理を行う（ステップS 1 3）。次に、入力画像から濃度依存性係数処理を終えたノイズ画像を減算するノイズ減算を行う（ステップS 1 4）。これにより入力画像からノイズ成分が抑制された処理後画像が得られる。

[0039] なお、ステップS 1 がこの発明における「帯域画像生成過程」に相当し、ステップS 3 がこの発明における「画素エネルギー算出過程」に相当し、ステップS 4～S 1 4 がこの発明における「ノイズ抑制過程」に相当する。

[0040] ここで、算出した画素エネルギー V_e に基づく画像を実施例と従来例とで比較すると、図3のようになる。また、図3中の丸内における矢印方向の画素を横軸にとり、画素エネルギー V_e を縦軸にとってグラフ化すると図4のようになる。

[0041] 実施例は、従来例に比較してワイヤのエッジが明瞭になっていることがわかる。また、グラフから、実施例は、従来例に比較して画素エネルギー V_e が大きく算出されており、この点からも構造認識を高くできていることがわかる。

[0042] 次に、上述した方法により得られたノイズ抑制画像を比較する。図5は、ノイズ抑制処理後の画像であり、（a）は実施例による画像であり、（b）は従来例による画像である。なお、ノイズ抑制の際には、画素エネルギー V_e

eにより判別できたワイヤの長手方向に沿って、エッジを残しながら長手方向にのみ平滑化する異方性フィルタを施してある。

[0043] 図5に示すように、実施例は、ワイヤのエッジが明瞭になっており、従来例に比較してワイヤの途切れが抑制されていることがわかる。

[0044] この実施例によると、それぞれ異なる周波数帯域の帯域画像を求め、各注目画素におけるそれぞれ異なる複数方向の勾配成分の大きさの絶対値のうち、最大のものを注目画素の画素エネルギー V_e として算出する。従来例のように、複数方向の勾配成分の大きさの絶対値平均を求めるのではなく、最大のものを画素エネルギー V_e として算出する。したがって、従来例に比較して画素エネルギー V_e が大きく算出されることになる。つまり、入力画像における構造部分に相当する信号を強く認識することができる。したがって、画素エネルギー V_e に基づいて入力画像に対するノイズ抑制を行うので、構造として認識した部分以外のノイズ抑制を強めたり、構造として認識した部分のノイズ抑制を弱めたりすることで、入力画像におけるノイズ処理の制御を容易に行うことができる。その結果、入力画像の品質を向上できる。

[0045] なお、従来例では、画素エネルギー V_e が本発明よりも小さく算出されることがある。したがって、図1におけるステップS5のノイズ抑制度が小さく算出され、ステップS6におけるエッジ信頼性が低く算出されることになる。すると、ステップS10において等方性フィルタと異方性フィルタの切り換えが不適切となる場合が生じ、その結果、エッジ平滑画像においてエッジが甘くなる部分が生じる。また、ステップS11における重み付け減算が不適切となる場合も生じ得る。したがって、ノイズ画像のノイズ成分が構造部分の一部を含む場合も生じ得る。その結果、ノイズ減算のステップS14の際に構造部分も減算されることがあり、処理後画像において構造部分の欠けが生じる恐れがある。

[0046] <画像処理装置>

次に、上述した画像処理方法を実施する画像処理装置について、図6を参照して説明する。なお、図6は、実施例に係る画像処理装置の概略構成を示

すブロック図である。

[0047] この画像処理装置は、例えば、X線透視撮影装置やX線撮像装置に備えられる。画像処理装置は、帯域画像生成部1と、画素エネルギー算出部3と、ノイズ抑制部5とを備えている。

[0048] なお、帯域画像生成部1がこの発明における「帯域画像生成手段」に相当し、画素エネルギー算出部3がこの発明における「画素エネルギー算出手段」に相当し、ノイズ抑制部5がこの発明における「ノイズ抑制手段」に相当する。

[0049] 帯域画像生成部1は、入力画像を取り込んで、上述した帯域分割（ステップS1）を行う。画素エネルギー算出部3は、各帯域画像について上述した式に基づいて画素エネルギー V_e を算出する。ノイズ抑制部5は、上述したステップPP1, 2を含むステップS4～S14までの処理を行って、ノイズ抑制画像を出力する。出力されたノイズ抑制画像は、例えば、図示しない表示装置に出力されたり、記憶装置に記憶されたりする。

[0050] この実施例装置によると、上述した画像処理方法を好適に実施することができる。

[0051] この発明は、上記実施形態に限られることはなく、下記のように変形実施することができる。

[0052] （1）上述した実施例では勾配成分を4方向について求めたが、演算処理能力に応じて8方向以上の勾配成分を求めるようにしてもよい。これにより、構造の方向を細かく求めることができ、構造の認識を向上させることができる。

[0053] （2）上述した実施例では帯域画像を6つとしたが、演算処理能力に応じて7つ以上の帯域画像を求めるようにしてもよい。これにより、ノイズの抑制度を高くすることができる。

産業上の利用可能性

[0054] 以上のように、この発明は、X線画像中のノイズ成分を抑制する画像処理方法及びその装置に適している。

請求の範囲

- [請求項1] X線画像のノイズを抑制する画像処理方法において、
それぞれ異なる周波数帯域の帯域画像を入力画像から生成する帯域画像生成過程と、
帯域画像ごとに、各注目画素におけるそれぞれ異なる複数方向の勾配成分の大きさの絶対値のうち、最大のものを注目画素の画素エネルギーとして算出する画素エネルギー算出過程と、
前記画素エネルギーに基づいて入力画像に対するノイズ抑制を行うノイズ抑制過程と、
を備えていることを特徴とする画像処理方法。
- [請求項2] 請求項1に記載の画像処理方法において、
前記画素エネルギー算出過程は、前記勾配成分の複数方向を4方向とすることを特徴とする画像処理方法。
- [請求項3] 請求項1または2に記載の画像処理方法において、
前記ノイズ抑制過程は、前記入力画像と、予め設定された基準線量値に応じた信号値－線量変換とに基づいて線量を求め、この線量と前記画素エネルギーとに基づいて算出されるノイズ抑制制度を用いることを特徴とする画像処理方法。
- [請求項4] X線画像のノイズを抑制する画像処理装置において、
それぞれ異なる周波数帯域の帯域画像を入力画像から生成する帯域画像生成手段と、
帯域画像ごとに、各注目画素におけるそれぞれ異なる複数方向の勾配成分の大きさの絶対値のうち、最大のものを注目画素の画素エネルギーとして算出する画素エネルギー算出手段と、
前記画素エネルギーに基づいて入力画像に対するノイズ抑制を行うノイズ抑制手段と、
を備えていることを特徴とする画像処理装置。
- [請求項5] 請求項4に記載の画像処理装置において、

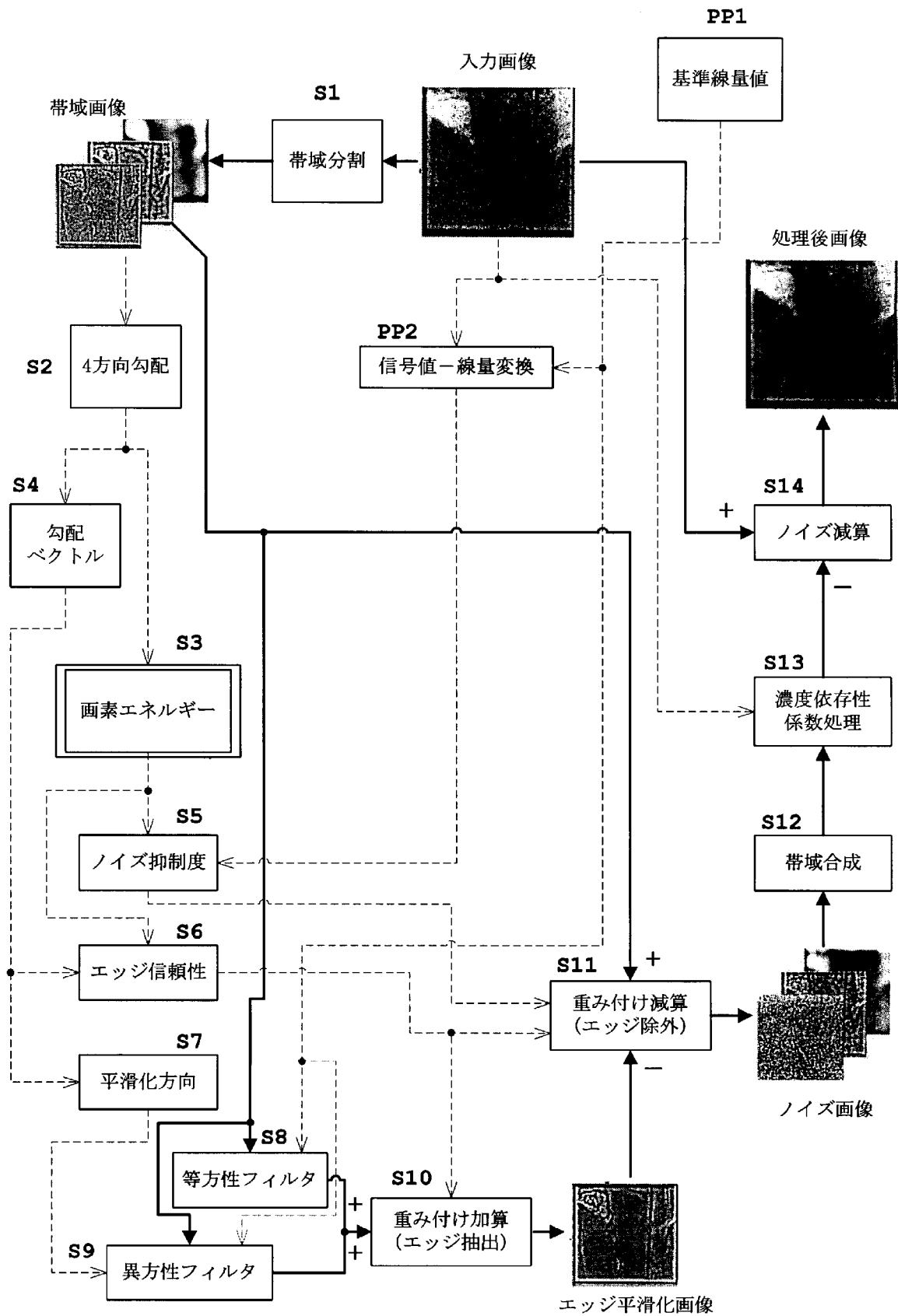
前記画素エネルギー算出手段は、前記勾配成分の複数方向を異なる4方向とすることを特徴とする画像処理装置。

[請求項6]

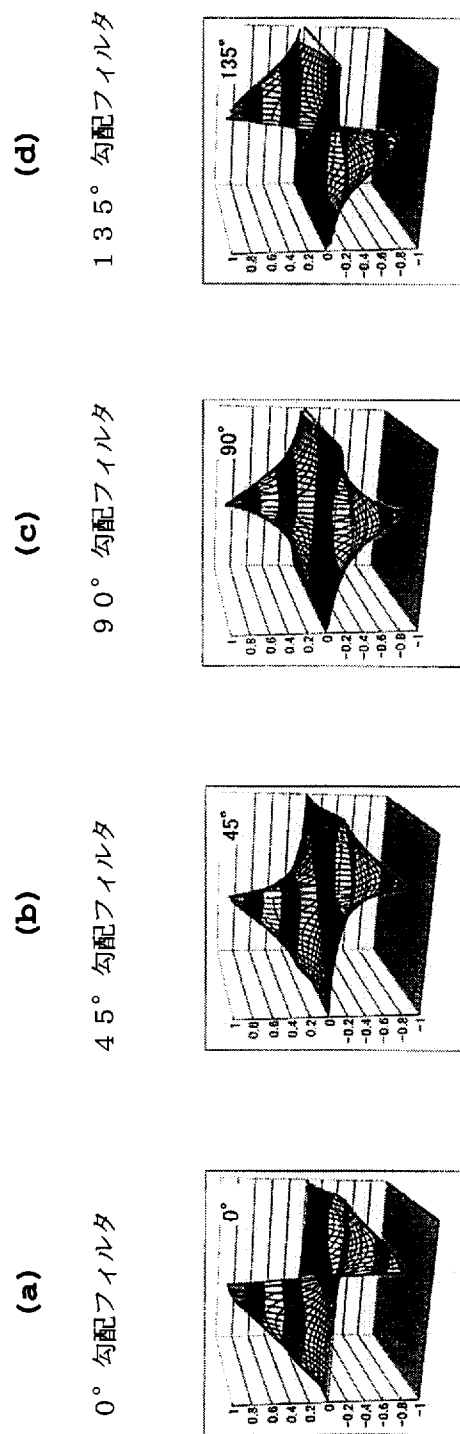
請求項4または5に記載の画像処理装置において、

前記ノイズ抑制手段は、前記入力画像と、予め設定された基準線量値に応じた信号値－線量変換とに基づいて線量を求め、この線量と前記画素エネルギーとに基づいて算出されるノイズ抑制度を用いることを特徴とする画像処理装置。

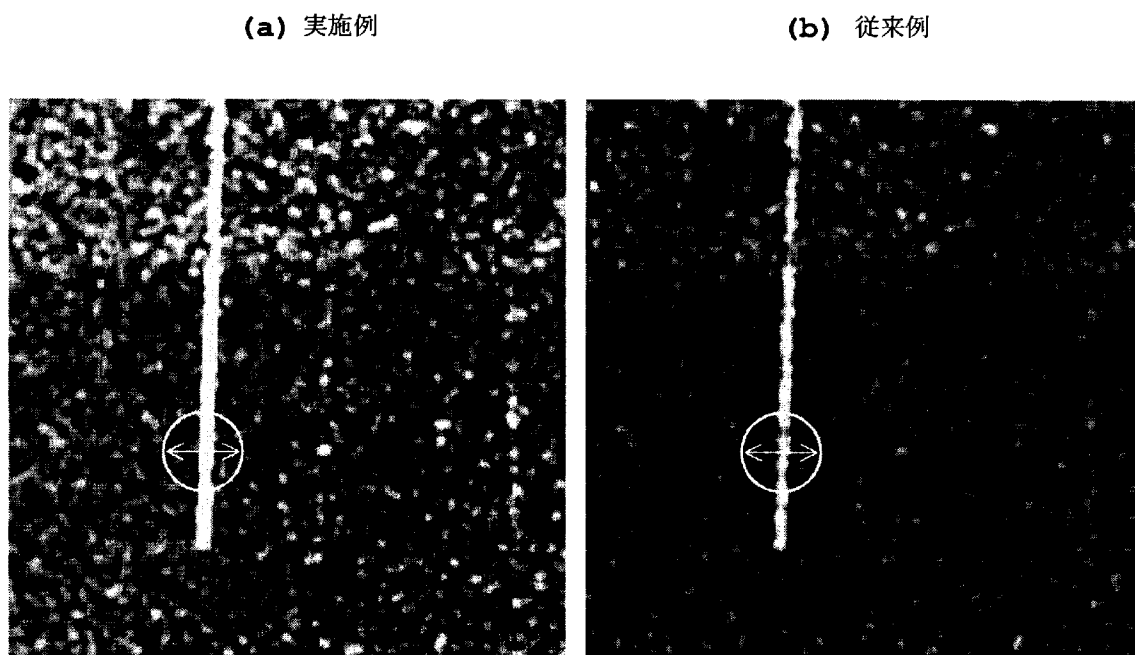
[図1]



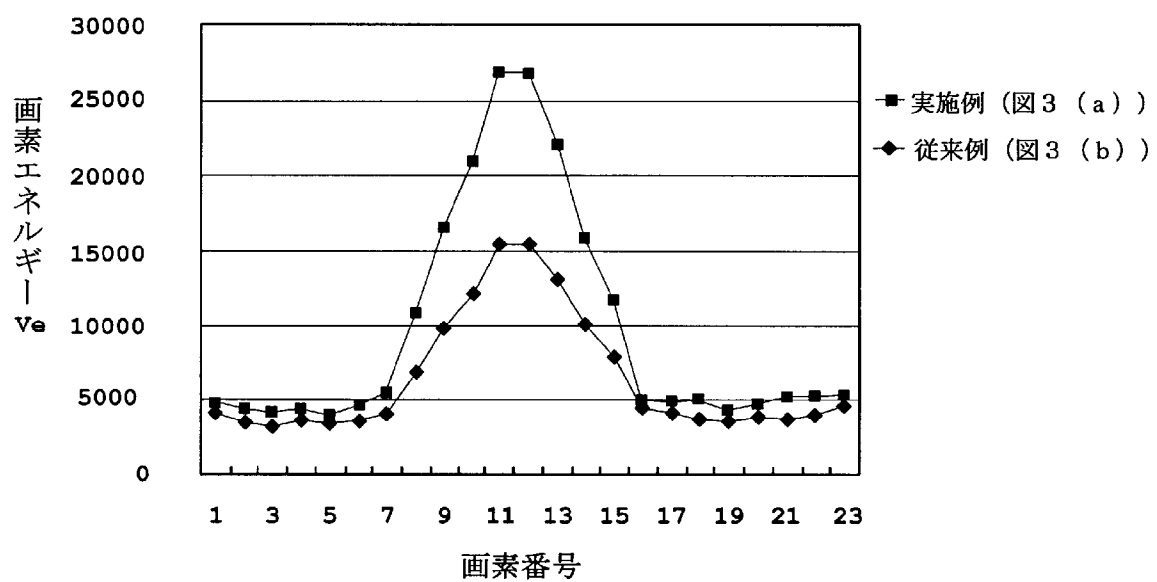
[図2]



[図3]

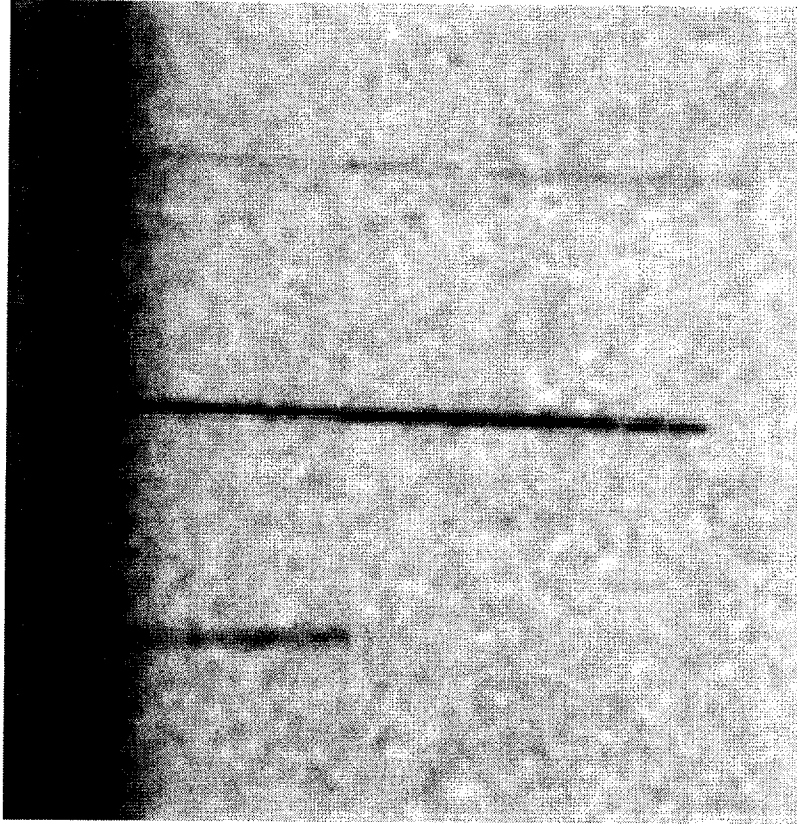


[図4]

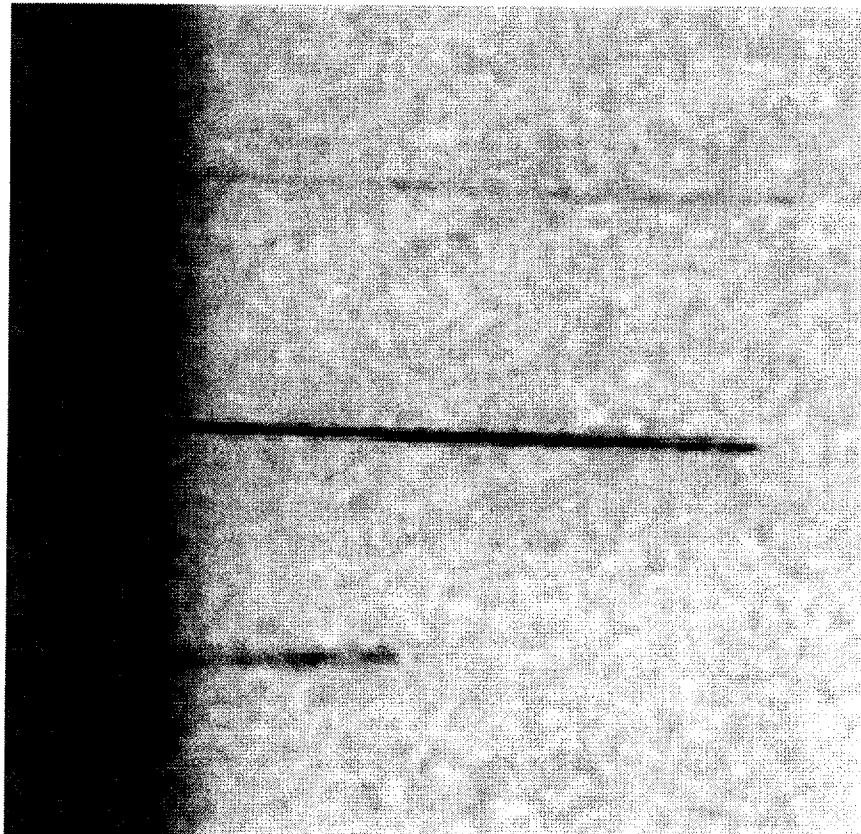


[図5]

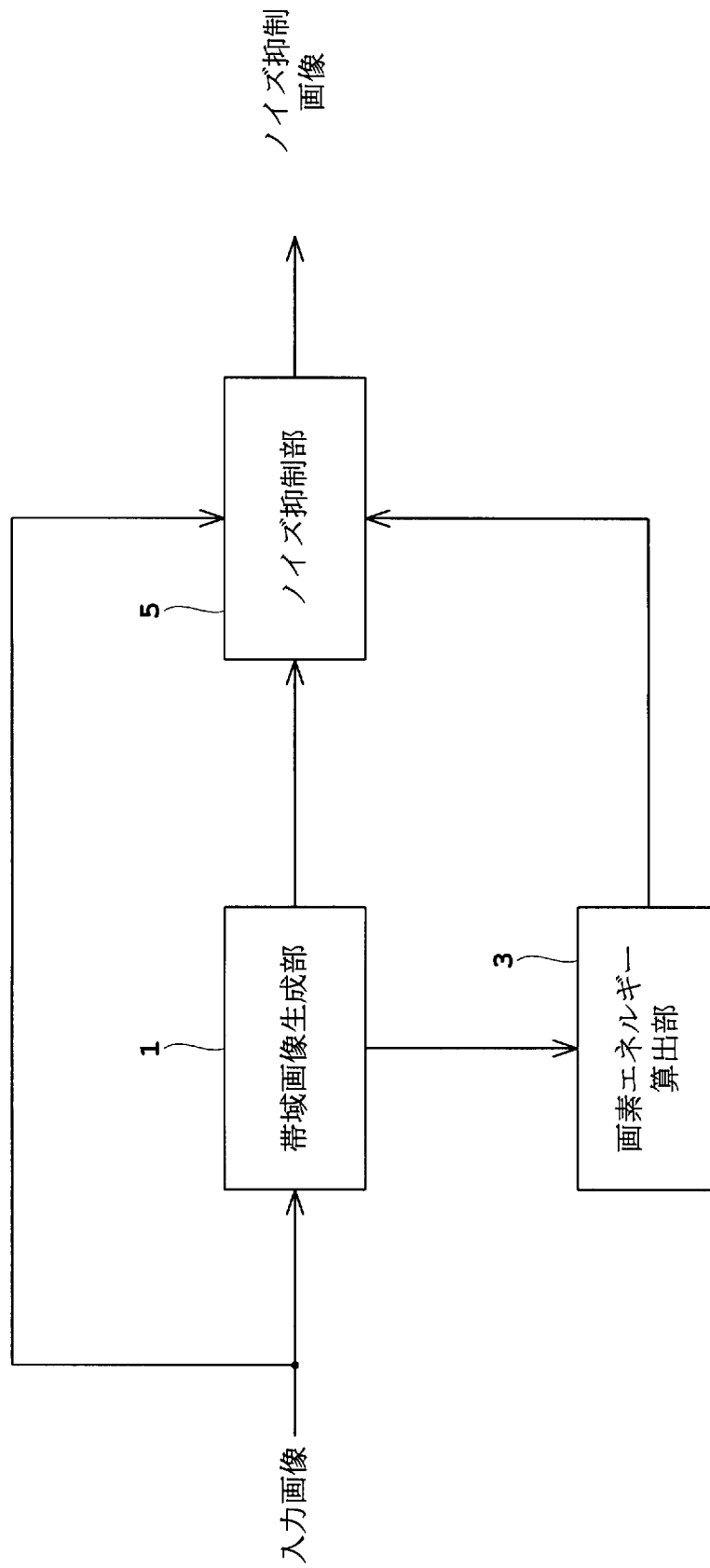
(b) 従来例



(a) 実施例

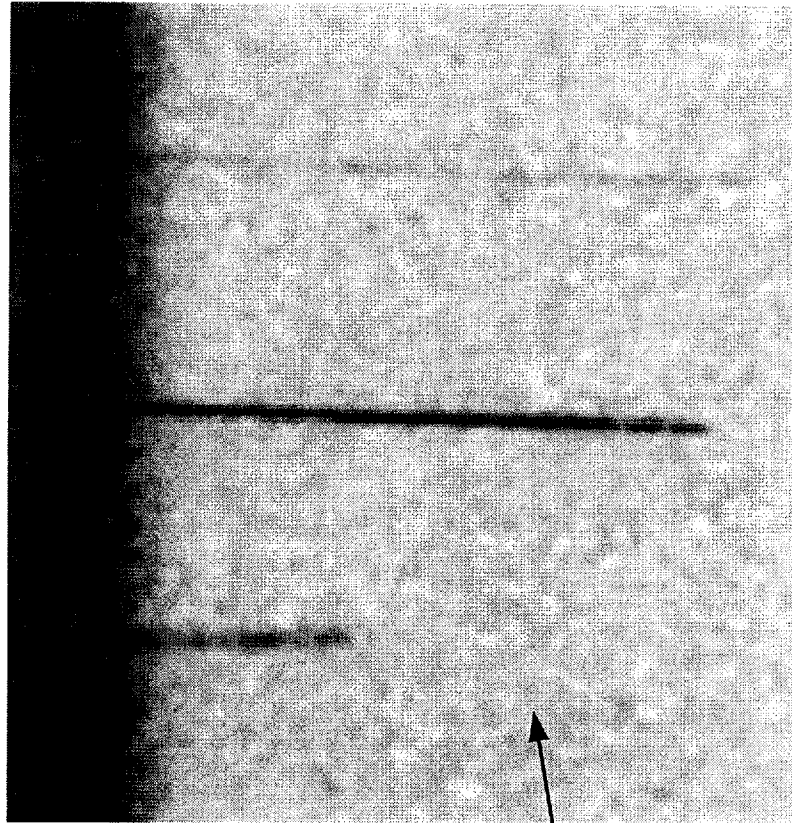


[図6]

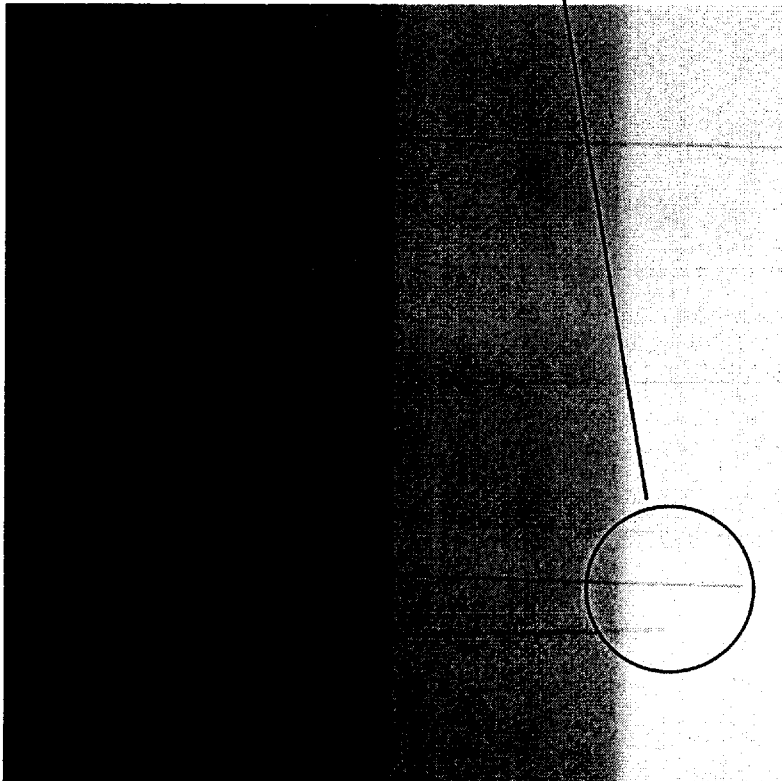


[図7]

(b) 一部拡大



(a) 従来例



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/003319

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B6/00(2006.01)i, A61B6/12(2006.01)i, G06T1/00(2006.01)i, G06T5/00(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B6/00, A61B6/12, G06T1/00, G06T5/00

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

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2004-242285 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 26 August 2004 (26.08.2004), entire text; fig. 1 to 12 & US 2004/0258325 A1	1-6
A	JP 2005-21456 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 27 January 2005 (27.01.2005), entire text; fig. 1 to 11 (Family: none)	1-6
A	JP 2001-57677 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 27 February 2001 (27.02.2001), entire text; fig. 1 to 37 & US 6754398 B1 & EP 1059811 A2	1-6

☒ 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
06 September, 2011 (06.09.11)Date of mailing of the international search report
13 September, 2011 (13.09.11)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/003319

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 2003-534754 A (Koninklijke Philips Electronics N.V.), 18 November 2003 (18.11.2003), entire text; fig. 1 to 4B & US 2001/0055413 A1 & EP 1305772 A & WO 2001/091050 A2	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. A61B6/00(2006.01)i, A61B6/12(2006.01)i, G06T1/00(2006.01)i, G06T5/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. A61B6/00, A61B6/12, G06T1/00, G06T5/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	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 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2004-242285 A（富士写真フイルム株式会社） 2004.08.26, 全文, 第1-12図 & US 2004/0258325 A1	1-6
A	JP 2005-21456 A（富士写真フイルム株式会社） 2005.01.27, 全文, 第1-11図（ファミリーなし）	1-6
A	JP 2001-57677 A（富士写真フイルム株式会社） 2001.02.27, 全文, 第1-37図 & US 6754398 B1 & EP 1059811 A2	1-6

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

* 引用文献のカテゴリー

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

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 6 . 0 9 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 3 . 0 9 . 2 0 1 1

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）

原 俊文

2 Q

4 0 7 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 2

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
A	JP 2003-534754 A (コーニンクレッカ フィリップス エレクトロ ニクス エヌ ヴィ) 2003.11.18, 全文, 第 1-4B 図 & US 2001/0055413 A1 & EP 1305772 A & WO 2001/091050 A2	1-6