

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4183669号
(P4183669)

(45) 発行日 平成20年11月19日 (2008.11.19)

(24) 登録日 平成20年9月12日 (2008.9.12)

(51) Int. Cl.

F I

HO4N 1/387 (2006.01)
 GO6T 1/00 (2006.01)
 GO6T 3/00 (2006.01)
 HO4N 1/40 (2006.01)

HO4N 1/387
 GO6T 1/00 310Z
 GO6T 1/00 500B
 GO6T 3/00 200
 HO4N 1/40 Z

請求項の数 12 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2004-269630 (P2004-269630)
 (22) 出願日 平成16年9月16日 (2004.9.16)
 (65) 公開番号 特開2006-86822 (P2006-86822A)
 (43) 公開日 平成18年3月30日 (2006.3.30)
 審査請求日 平成19年2月28日 (2007.2.28)

(73) 特許権者 000001889
 三洋電機株式会社
 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
 (74) 代理人 100105924
 弁理士 森下 賢樹
 (72) 発明者 国狭 亜輝臣
 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
 洋電機株式会社内
 (72) 発明者 竹内 悟
 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
 洋電機株式会社内
 (72) 発明者 辻田 孝介
 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
 洋電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子透かし埋め込み装置と方法ならびに電子透かし抽出装置と方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像の輪郭に沿って画像サイズに依存しない一定間隔で複数の特徴点を配置するためのフレームを画像の形状に合わせて複数種類格納したフレームデータベースと、

電子透かしの埋め込み対象の原画像の形状に合った前記フレームを前記フレームデータベースから選択し、前記原画像の周囲に貼り付けるフレーム貼付部と、

前記原画像に電子透かしを埋め込む透かし埋め込み部と、

前記電子透かしが埋め込まれ、前記複数の特徴点が画像の輪郭に沿って配置された前記原画像を印刷媒体に印刷するために出力する出力部とを含むことを特徴とする電子透かし埋め込み装置。

【請求項 2】

電子透かし入り画像であることを示すシンボルマークを前記原画像のあらかじめ定めた位置に重ね合わせるマーク重ね合わせ部をさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の電子透かし埋め込み装置。

【請求項 3】

前記原画像に重ね合わせる前記シンボルマークの種類は、前記原画像の形状または実サイズによって異なることを特徴とする請求項 2 に記載の電子透かし埋め込み装置。

【請求項 4】

電子透かしが埋め込まれた原画像が印刷された印刷画像をデジタル画像として取得する画像入力部と、

前記デジタル画像の原画像領域の輪郭に沿って画像サイズに依存しない一定間隔で配置された複数の特徴点を抽出する特徴点抽出部と、

前記複数の特徴点の配置に基づいて前記原画像の形状および実サイズを判定する判定部と、

前記複数の特徴点の各々について、本来あるべき位置からのずれを検出することにより、前記原画像領域に生じた透視歪みを補正する透視歪み補正部と、

判定された前記原画像の形状と実サイズにしたがって、補正された前記原画像領域から前記電子透かしを抽出する透かし抽出部とを含むことを特徴とする電子透かし抽出装置。

【請求項 5】

前記原画像領域に生じたレンズ歪みを補正するレンズ歪み補正部をさらに含み、

10

前記特徴点抽出部は、前記レンズ歪み補正部によりレンズ歪みが補正された前記原画像領域から前記複数の特徴点を抽出し、

前記透かし抽出部は、前記レンズ歪み補正部によりレンズ歪みが補正され、前記透視歪み補正部により透視歪みが補正された前記原画像領域から前記電子透かしを抽出することを特徴とする請求項 4 に記載の電子透かし抽出装置。

【請求項 6】

前記複数の特徴点の配置について、本来の配置と比較した場合の傾きを検出することにより、撮影時の光軸周りの回転角を推定する回転角推定部をさらに含み、

前記透視歪み補正部は、推定された前記回転角に基づいて回転方向の補正をした上で、前記複数の特徴点の各々について、本来あるべき位置からのずれを検出することにより、前記原画像領域に生じた透視歪みを補正することを特徴とする請求項 4 または 5 に記載の電子透かし抽出装置。

20

【請求項 7】

取得された前記デジタル画像から電子透かし入り画像であることを示すシンボルマークを抽出するマーク抽出部をさらに含み、

前記回転角推定部は、前記シンボルマークに対する前記複数の特徴点の相対的な位置関係も利用して前記回転角を推定することを特徴とする請求項 6 に記載の電子透かし抽出装置。

【請求項 8】

取得された前記デジタル画像から電子透かし入り画像であることを示すシンボルマークを抽出するマーク抽出部をさらに含み、

30

前記判定部は、前記シンボルマークの種類によって前記原画像の形状または実サイズを判定することを特徴とする請求項 4 または 5 に記載の電子透かし抽出装置。

【請求項 9】

電子透かしの埋め込み対象として所定の形状の原画像が与えられたとき、前記原画像の輪郭に沿って画像サイズに依存しない一定間隔で複数の特徴点を配置した前記原画像と同一形状のフレームを前記原画像の周囲に貼り付けて、前記原画像に電子透かしの埋め込み、印刷媒体に印刷するために出力することを特徴とする電子透かし埋め込み方法。

【請求項 10】

電子透かしが埋め込まれた原画像が印刷された印刷画像をデジタル画像として取得し、前記デジタル画像の原画像領域の輪郭に沿って画像サイズに依存しない一定間隔で配置された複数の特徴点を抽出して、それらの特徴点の本来あるべき位置からのずれを検出することにより、前記原画像領域に生じた透視歪みを補正し、前記複数の特徴点の配置に基づいて判定された前記原画像の形状と実サイズにしたがって、補正された前記原画像領域から前記電子透かしの抽出することを特徴とする電子透かし抽出方法。

40

【請求項 11】

画像の輪郭に沿って画像サイズに依存しない一定間隔で複数の特徴点を配置するためのフレームを画像の形状に合わせて複数種類格納したフレームデータベースから、電子透かしの埋め込み対象の原画像の形状に合った前記フレームを選択し、前記原画像の周囲に貼り付けるステップと、

50

前記原画像に電子透かしを埋め込む透かし埋め込むステップと、

前記電子透かしが埋め込まれ、前記複数の特徴点が画像の輪郭に沿って配置された前記原画像を印刷媒体に印刷するために出力するステップとをコンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

【請求項 12】

電子透かしが埋め込まれた原画像が印刷された印刷画像をデジタル画像として取得するステップと、

前記デジタル画像の原画像領域の輪郭に沿って画像サイズに依存しない一定間隔で配置された複数の特徴点を抽出するステップと、

前記複数の特徴点の配置に基づいて前記原画像の形状および実サイズを判定するステップと、

前記複数の特徴点の各々について、本来あるべき位置からのずれを検出することにより、前記原画像領域に生じた透視歪みを補正するステップと、

判定された前記原画像の形状と実サイズにしたがって、補正された前記原画像領域から前記電子透かしを抽出するステップとをコンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子透かし技術に関し、特に印刷画像用の電子透かし埋め込み装置と方法ならびに電子透かし抽出装置と方法に関する。

【背景技術】

【0002】

電子透かしが埋め込まれたデジタル画像を印刷媒体に印刷し、印刷された画像をデジタルカメラやスキャナ等で撮影して再度デジタル化して埋め込まれた電子透かしを検出するシステムがある。たとえば、チケットやカードを利用者に発行する際に、発行者や利用者に関する識別情報などを電子透かしとして視覚的に検知できないように画像に埋め込んでチケットやカードに印刷する。チケットやカードの利用時に、その電子透かしを検出することにより、偽造や不正入手などの不正行為を防止することができる。また、複写機やプリンタで画像を印刷する際に、著作権情報や機器の識別番号等を電子透かしとして埋め込んで印刷することにより、著作物、有価証券等の不正コピーを防止することができる。

【0003】

一般にデジタルカメラやスキャナを用いて印刷画像を撮影してデジタル化すると、撮影画像には、撮影機器のレンズの形状や焦点距離に依存したレンズ歪みや、撮影時の光軸の傾きに起因する透視歪みが生じ、印刷画像と撮影画像の間で画素のずれが現れる。そのため、印刷画像に埋め込まれた電子透かしを撮影画像から正しく抽出することは困難であり、撮影画像の歪み補正が必要となる。

【0004】

特許文献1には、印刷画像を光学的に読み取ることによって発生した歪みを含む画像情報から、もとの画像情報の大きさを算出し、付加情報を復元する画像処理装置が開示されている。

【特許文献1】特開2003-110846号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1の画像処理装置では、画像の形状が長方形であることを前提として、撮影画像から付加情報を抽出している。しかしながら、通信販売のカatalogなどの印刷物に用いられる商品の画像は、四角形とは限らず、円形や三角形などいろいろな形をとり、画像の大きさも様々である。そのようないろいろな形態の画像に透かしを埋め込んだ場合、画像の形状とサイズを特定しなければ、透かしの抽出を行うことができない。また、印刷画像

10

20

30

40

50

の場合、利用者が透かしの入った画像と透かしの入っていない画像とを区別できるようにする必要がある。また、撮影による画像歪みを補正するためには、撮影機器の歪み特性に関する情報や撮影時の光軸の傾き、光軸周りの回転に関する情報を取得し、撮影画像に幾何学的な変換を施す必要がある。

【 0 0 0 6 】

本発明はこうした状況に鑑みてなされたもので、その目的は、歪み補正が可能な透かし入りの印刷画像を生成する電子透かし埋め込み技術、および透かし入りの印刷画像を撮影した場合に生じる歪みを補正し、透かしを検出することのできる電子透かし抽出技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

10

【 0 0 0 7 】

上記課題を解決するために、本発明のある態様の電子透かし埋め込み装置は、画像の輪郭に沿って画像サイズに依存しない一定間隔で複数の特徴点を配置するためのフレームを画像の形状に合わせて複数種類格納したフレームデータベースと、電子透かしの埋め込み対象の原画像の形状に合った前記フレームを前記フレームデータベースから選択し、前記原画像の周囲に貼り付けるフレーム貼付部と、前記原画像に電子透かしの埋め込み部と、前記電子透かしが埋め込まれ、前記複数の特徴点が画像の輪郭に沿って配置された前記原画像を印刷媒体に印刷するために出力する出力部とを含む。

【 0 0 0 8 】

「原画像の形状」とは、たとえば、原画像を多角形や円形などの所定の形状にて形成したときの原画像の輪郭の形状をいう。「原画像の実サイズ」とは、原画像の実際の大きさを指し、原画像が撮影されたときの撮影画像の大きさとは区別される。

20

【 0 0 0 9 】

本発明の別の態様は、電子透かし抽出装置である。この装置は、電子透かしが埋め込まれた原画像が印刷された印刷画像をデジタル画像として取得する画像入力部と、前記デジタル画像の原画像領域の輪郭に沿って画像サイズに依存しない一定間隔で配置された複数の特徴点を抽出する特徴点抽出部と、前記複数の特徴点の配置に基づいて前記原画像の形状および実サイズを判定する判定部と、前記複数の特徴点の各々について、本来あるべき位置からのずれを検出することにより、前記原画像領域に生じた透視歪みを補正する透視歪み補正部と、判定された前記原画像の形状と実サイズにしたがって、補正された前記原画像領域から前記電子透かしの抽出する透かし抽出部とを含む。

30

【 0 0 1 0 】

本発明のさらに別の態様は、電子透かし埋め込み方法である。この方法は、電子透かしの埋め込み対象として所定の形状の原画像が与えられたとき、前記原画像の輪郭に沿って画像サイズに依存しない一定間隔で複数の特徴点を配置した前記原画像と同一形状のフレームを前記原画像の周囲に貼り付けて、前記原画像に電子透かしの埋め込み、印刷媒体に印刷するために出力する。

【 0 0 1 1 】

本発明のさらに別の態様は、電子透かし抽出方法である。この方法は、電子透かしが埋め込まれた原画像が印刷された印刷画像をデジタル画像として取得し、前記デジタル画像の原画像領域の輪郭に沿って画像サイズに依存しない一定間隔で配置された複数の特徴点を抽出して、それらの特徴点の本来あるべき位置からのずれを検出することにより、前記原画像領域に生じた透視歪みを補正し、前記複数の特徴点の配置に基づいて判定された前記原画像の形状と実サイズにしたがって、補正された前記原画像領域から前記電子透かしの抽出する。

40

【 0 0 1 2 】

なお、以上の構成要素の任意の組み合わせ、本発明の表現を方法、装置、システム、記録媒体、コンピュータプログラムなどの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

【発明の効果】

50

【 0 0 1 3 】

本発明によれば、様々な形状をもつ透かし入りの印刷画像を生成することができ、また、透かし入りの印刷画像を撮影した画像に生じる歪みを補正して、透かしを高い精度で検出することができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 4 】

実施の形態 1

本発明の実施の形態 1 に係る電子透かしシステムは、図 1 の電子透かし埋め込み装置 100 と図 7 の電子透かし抽出装置 200 とを含み、電子透かし埋め込み装置 100 によって電子透かしの埋め込まれた印刷画像が生成され、電子透かし抽出装置 200 によって印刷画像を撮影して、埋め込まれた電子透かしが抽出される。電子透かし埋め込み装置 100 は、たとえば、透かし入りのチケットやカードの発行、通信販売等のカタログに掲載される透かし入りの商品画像の生成などに用いられ、電子透かし抽出装置 200 は、透かしを検出することによりチケットやカードの偽造を発見したり、カタログに掲載された商品画像から商品情報を抽出するために用いられる。どちらの装置もネットワーク上の端末からアクセスされるサーバとして構成してもよい。

10

【 0 0 1 5 】

図 1 は、実施の形態 1 に係る電子透かし埋め込み装置 100 の構成図である。これらの構成は、ハードウェア的には、任意のコンピュータの CPU、メモリ、その他の LSI で実現でき、ソフトウェア的にはメモリにロードされた画像処理機能および電子透かし埋め込み機能のあるプログラムなどによって実現されるが、ここではそれらの連携によって実現される機能ブロックを描いている。したがって、これらの機能ブロックがハードウェアのみ、ソフトウェアのみ、またはそれらの組み合わせによっていろいろな形で実現できることは、当業者には理解されるところである。

20

【 0 0 1 6 】

画像形成部 10 は、入力されたデジタル画像 I の形状とサイズを変更して、印刷時の解像度に適した画像を生成する。画像形成部 10 により変形された画像を原画像という。原画像には透かし入り画像であることを明示するとともに、撮影時の歪み補正を行うために、原画像の輪郭に沿ってフレームを貼り付ける。そのために、原画像の形状とサイズには一定の制約がある。たとえば、長方形、円形、三角形などの所定の形状のフレームがあらかじめ用意されており、画像形成部 10 は、用意されたフレームの形状に合った形状に原画像を整形する。また、原画像のサイズについても、後述のように、フレーム内に配置される複数の特徴点の間隔の整数倍という制約があり、画像形成部 10 は、その制約に合わせて原画像のサイズを調整する。画像形成部 10 は、あらかじめ用意されたフレームの形状とサイズの制約に合わせて、画像をクロッピングするためのユーザインタフェースを備えてもよい。

30

【 0 0 1 7 】

画像形成部 10 は、このようにしてフレームに合わせて変形処理した原画像を透かし埋め込み部 12 に与える。また、画像形成部 10 は原画像の形状とサイズに関する情報を透かし埋め込み部 12 とフレーム貼付部 16 に与える。

40

【 0 0 1 8 】

透かし埋め込み部 12 は、画像形成部 10 から与えられた原画像に対して、原画像の形状とサイズに適したブロックサイズで透かし情報 X を埋め込む。たとえば、原画像が長方形である場合、透かし埋め込み部 12 は、原画像を適当なサイズのブロックに分割して、透かし情報 X をブロック毎に埋め込む。

【 0 0 1 9 】

フレーム貼付部 16 は、画像形成部 10 から与えられた原画像の形状とサイズに合ったフレームをフレームデータベース 18 から読み出し、そのフレームを原画像の周囲に貼り付け、フレーム内に原画像の輪郭に沿って複数の特徴点を所定の間隔で配置する。このフレーム内の複数の特徴点は、透かしの抽出の際、透視歪みを補正するために利用される。

50

【 0 0 2 0 】

印刷部 1 4 は、透かし埋め込み部 1 2 により透かし情報 X が埋め込まれ、フレーム貼付部 1 6 によりフレームが貼り付けられた原画像を紙やカードなどの印刷媒体に印刷し、フレーム付き印刷画像 P を生成する。なお、同図では、印刷部 1 4 は電子透かし埋め込み装置 1 0 0 の構成要素であるが、印刷部 1 4 を電子透かし埋め込み装置 1 0 0 の外部に設け、プリンタによって構成してもよく、その場合は、電子透かし埋め込み装置 1 0 0 とプリンタは、周辺機器の接続ケーブルまたはネットワークで接続される。

【 0 0 2 1 】

図 2 は、電子透かし抽出装置 2 0 0 により出力されるフレーム付き印刷画像 P を説明する図である。印刷媒体上に電子透かしの埋め込まれた原画像が印刷されており、原画像が印刷された領域 2 0 (以下、原画像領域 2 0 と呼ぶ)の周囲には、複数の特徴点 2 2 を含むフレーム 2 4 が印刷されている。フレーム 2 4 は、原画像領域 2 0 の外周に一定の幅をもって設けられており、白色であっても何らかの色に着色されていてもよい。フレーム 2 4 内の特徴点 2 2 は、カメラで撮影するときに検出する程度の大きさをもつマークであり、ここでは円形で示すが、四角や十字形など他の形状であってもよい。なお、帯状のフレーム 2 4 が原画像領域 2 0 の周囲に配置するのではなく、長方形の形状をしたフレーム 2 4 の上に原画像領域 2 0 を重ね合わせることによって、同図のようなフレーム付き印刷画像 P を生成してもよい。

【 0 0 2 2 】

ここで、隣接する特徴点 2 2 の間隔 L は、あらかじめ設定した固定値であり、画像のサイズには依存せず、すべての画像に同一の間隔 L が適用される。特徴点 2 2 の間隔 L を小さく設定すれば、特徴点 2 2 の個数が増え、歪み補正の精度が上がるが、ユーザにとっては目障りになるため、特徴点 2 2 の間隔 L は、歪み補正の精度とデザイン面での配慮の両面を考慮して設定するのがより好ましい。

【 0 0 2 3 】

図 2 の例では、原画像領域 2 0 の横方向に 7 個の特徴点 2 2 が等間隔 L で配置され、縦方向に 5 個の特徴点 2 2 が等間隔 L で配置されている。したがって、原画像領域 2 0 の横方向の長さは 6 L、縦方向の長さは 4 L であることがわかる。

【 0 0 2 4 】

印刷媒体上の原画像領域 2 0 を撮影すると、撮影時のズーム倍率によって撮影画像のサイズは変化するため、一般的に撮影画像からは原画像領域 2 0 の実サイズはわからない。しかし、特徴点 2 2 の間隔 L は、原画像の実サイズに関係なく一定の値であるため、撮影された原画像領域 2 0 の特徴点 2 2 の個数を数えることにより、原画像領域 2 0 の実サイズを求めることができる。

【 0 0 2 5 】

また、印刷媒体上の原画像領域 2 0 が長方形であっても、斜めから撮影すると透視歪みによって、撮影画像がたとえば台形になることがあるが、もともと台形の原画像領域 2 0 を撮影したのか、透視歪みにより台形になったのか判別がつかないため、一般的に撮影画像からは原画像領域 2 0 の各辺の実サイズはわからない。しかし、この場合でも、撮影された原画像領域 2 0 の各辺の特徴点 2 2 の個数を数えることにより、各辺の実サイズを求めることができ、原画像領域 2 0 の形状が長方形であるのか、台形であるのかを判別することができる。

【 0 0 2 6 】

なお、正確には、原画像領域 2 0 の実サイズは、特徴点 2 2 から原画像領域 2 0 のエッジまでの距離 d を考慮して、図 2 の例では、原画像領域 2 0 の横方向の長さは $6L - 2d$ 、縦方向の長さは $4L - 2d$ と算出されるが、以下では、説明を簡単にするため、特徴点 2 2 から原画像領域 2 0 のエッジまでの距離 d について言及しないことにする。

【 0 0 2 7 】

図 3 (a)、(b) は、フレーム付き印刷画像 P の別の例を説明する図である。図 3 (a) は、原画像領域 2 0 の横方向に 5 個の特徴点 2 2、縦方向に 4 個の特徴点 2 2 が等間

10

20

30

40

50

隔 L で配置されており、原画像領域 20 の横方向の長さは $4L$ 、縦方向の長さは $3L$ であることがわかる。図 $3(b)$ は、原画像領域 20 の横方向に 4 個の特徴点 22 、縦方向に 5 個の特徴点 22 が等間隔 L で配置されており、原画像領域 20 の横方向の長さは $3L$ 、縦方向の長さは $4L$ であることがわかる。フレーム付き印刷画像 P を撮影した場合でも、原画像領域 20 に貼り付けられたフレーム 24 内の特徴点 22 の個数を数えることにより、原画像領域 20 の実サイズを判定することができる。

【0028】

図 $4(a)$ 、 (b) は、フレーム付き印刷画像 P のさらに別の例を説明する図である。この例では、原画像領域 20 は円形であり、原画像領域 20 の外周に貼り付けられたフレーム 24 も同じく円形である。図 $4(a)$ 、 (b) では、原画像領域 20 の大きさが異なるが、隣接する2つの特徴点 22 が作る点線で示した円弧の長さ L は共通である。したがって、フレーム 24 内の特徴点 22 の個数を数えることにより、原画像領域 20 の円周の長さを求めることができる。図 $4(a)$ のフレーム付き印刷画像 P では、フレーム 24 内に特徴点 22 が 24 個あるから、原画像領域 20 の円周の長さは $24L$ であることがわかる。一方、図 $4(b)$ のフレーム付き印刷画像 P では、フレーム 24 内に特徴点 22 が 16 個あるから、原画像領域 20 の円周の長さは $16L$ であることがわかる。

【0029】

仮に、撮影時に図 $4(b)$ のフレーム付き印刷画像 P をズームして撮影し、図 $4(a)$ のフレーム付き印刷画像 P よりも大きく撮影したとしても、フレーム 24 内の特徴点 22 の個数は変化しないから、ズーム倍率に関係なく、原画像領域 20 に貼り付けられたフレーム 24 内の特徴点 22 の個数にもとづいて原画像領域 20 の実サイズを求めることができる。

【0030】

図 $5(a)$ 、 (b) は、フレーム付き印刷画像 P のさらに別の例を説明する図である。この例では、原画像領域 20 は正三角形であり、原画像領域 20 の外周に貼り付けられたフレーム 24 も同じく正三角形である。図 $5(a)$ 、 (b) では、原画像領域 20 の大きさが異なるが、隣接する2つの特徴点 22 の間隔 L は共通であり、フレーム 24 内の特徴点 22 の個数を数えることにより、原画像領域 20 の各辺の長さを求めることができる。図 $5(a)$ のフレーム付き印刷画像 P では、フレーム 24 内の特徴点 22 は正三角形の各辺につき 6 個ずつあるから、各辺の長さは $5L$ であることがわかる。一方、図 $5(b)$ のフレーム付き印刷画像 P では、フレーム 24 内の特徴点 22 は正三角形の各辺につき 5 個ずつあるから、各辺の長さは $4L$ であることがわかる。

【0031】

フレームデータベース 18 には、長方形、三角形等の任意の多角形や円形などのいろいろな形状のフレーム 24 があらかじめ登録されており、フレーム貼付部 16 は、原画像の形状に合ったフレーム 24 をフレームデータベース 18 から選択して原画像の周囲に貼り付け、フレーム 24 内に原画像の輪郭に沿って複数の特徴点 22 を所定の間隔 L で配置する。原画像の実サイズが L の整数倍でない場合には、特徴点 22 を原画像の周囲に等間隔で配置することができなくなるため、その場合は、画像形成部 10 は、原画像の一部をカットしたり、原画像を縮小または拡大することにより、原画像の実サイズが所定の間隔 L の整数倍になるように調整する。

【0032】

図 6 は、電子透かし埋め込み装置 100 による電子透かし埋め込み手順を説明するフローチャートである。

【0033】

画像形成部 10 は、デジタル画像 I の変形処理を行う($S10$)。デジタル画像 I は、フレームデータベース 18 に登録されているフレーム 24 の形状に合わせて、長方形、円形、三角形などの形状にクロッピングされる。

【0034】

画像形成部 10 は、変形処理後の原画像のサイズがフレーム 24 のサイズに一致するか

10

20

30

40

50

どうかを調べる (S 1 2)。たとえば、原画像の形状が長方形の場合は、縦横のサイズがフレーム 2 4 内の特徴点 2 2 の間隔 L の整数倍であるかどうかを調べる。原画像の形状が円形の場合は、円周の長さがフレーム 2 4 内の隣接する 2 つの特徴点 2 2 が作る円弧の長さ L の整数倍であるかどうかを調べる。原画像の形状が三角形の場合は、各辺の長さがフレーム 2 4 内の特徴点 2 2 の間隔 L の整数倍であるかどうかを調べる。

【 0 0 3 5 】

原画像がフレーム 2 4 のサイズに一致しない場合 (S 1 2 の N)、画像形成部 1 0 は、画像サイズをフレーム 2 4 のサイズに一致するように調整する (S 1 4)。画像サイズの調整は、たとえば、原画像を拡大もしくは縮小したり、原画像の周辺を切り取ることにより行われる。原画像がフレーム 2 4 のサイズに一致する場合 (S 1 2 の Y)、画像サイズの調整処理は不要である。

10

【 0 0 3 6 】

透かし埋め込み部 1 2 は、画像形成部 1 0 により変形処理された原画像に透かし情報 X を埋め込む (S 1 6)。フレーム貼付部 1 6 は、原画像の形状とサイズに合ったフレーム 2 4 をフレームデータベース 1 8 から読み出し、透かし情報 X の埋め込まれた原画像の輪郭に沿って所定の間隔で複数の特徴点 2 2 を配置したフレーム 2 4 を貼り付ける (S 1 8)。印刷部 1 4 は、透かし埋め込み部 1 2 により透かし情報 X が埋め込まれ、フレーム貼付部 1 6 によりフレーム 2 4 が貼り付けられた原画像を印刷媒体に印刷し、フレーム付き印刷画像 P を生成する (S 2 0)。

【 0 0 3 7 】

20

上記の手順において、透かし埋め込み部 1 2 による透かし情報 X の埋め込みと、フレーム貼付部 1 6 によるフレーム 2 4 の貼り付けの順序は逆でもよい。すなわち、フレーム貼付部 1 6 が原画像にフレーム 2 4 を貼り付けた後に、透かし埋め込み部 1 2 が原画像に透かし情報 X を埋め込むように手順を変更してもよい。

【 0 0 3 8 】

図 7 は、実施の形態 1 に係る電子透かし抽出装置 2 0 0 の構成図である。これらの構成も、CPU、メモリなどのハードウェア、画像処理機能および電子透かし抽出機能のあるソフトウェアの任意の組み合わせによっていろいろな形で実現することができる。

【 0 0 3 9 】

撮影部 3 0 は、電子透かし埋め込み装置 1 0 0 により生成されたフレーム付き印刷画像 P を撮影し、フレーム付き印刷画像 P をデジタル化する。同図では、撮影部 3 0 は電子透かし抽出装置 2 0 0 の構成要素であるが、撮影部 3 0 を電子透かし抽出装置 2 0 0 の外部に設け、デジタルカメラやスキャナによって構成してもよく、その場合は、電子透かし抽出装置 2 0 0 と、デジタルカメラまたはスキャナは、周辺機器の接続ケーブルまたはネットワークで接続される。特にデジタルカメラに無線通信機能がある場合は、デジタルカメラで取り込まれた撮影画像が無線で電子透かし抽出装置 2 0 0 に送信される。

30

【 0 0 4 0 】

撮影部 3 0 によってフレーム付き印刷画像 P を取り込む際、撮影画像にはレンズ歪みや透視歪みが生じる。電子透かしは、このような幾何学的な歪みに対して頑強ではないため、撮影画像に生じた幾何学的な歪みを補正しなければ、原画像に埋め込まれた電子透かしを正確に抽出することができない。撮影画像の幾何学補正は、これから述べるように、レンズ歪み補正、透視歪み補正の 2 段階の処理で行われる。

40

【 0 0 4 1 】

フレーム付き印刷画像 P を撮影した画像内の点の座標を (X_d, Y_d) とすると、レンズ歪み補正部 3 2 は、次のレンズ歪み補正関数 f を用いて、撮影画像内の点 (X_d, Y_d) をレンズ歪み補正後の点 (X_c, Y_c) に写像することにより、撮影画像に生じたレンズ歪みを補正する。

【 0 0 4 2 】

$$(X_c, Y_c) = f(X_d, Y_d)$$

【 0 0 4 3 】

50

レンズ歪み補正関数 f は、レンズ歪みの生じた撮影画像内の点をレンズ歪みのない画像内の点に写像するものであり、具体的には、次の多項式で表される。

【 0 0 4 4 】

$$\begin{aligned} X_c &= a_0 X_d^2 + a_1 X_d Y_d + a_2 Y_d^2 + a_3 X_d + a_4 Y_d + a_5 \\ Y_c &= a_6 X_d^2 + a_7 X_d Y_d + a_8 Y_d^2 + a_9 X_d + a_{10} Y_d + a_{11} \end{aligned}$$

【 0 0 4 5 】

ここで、パラメータ $a_0, a_1, \dots, a_{11}$ はレンズ歪み係数である。レンズ歪み係数は、格子模様画像のようなキャリブレーション用の画像をあらかじめ撮影することによって求めることができる。レンズ歪みは、撮影に使用するレンズの種類および焦点距離に依存する。焦点距離は、ズームレンズを使って撮影した場合には、ズーム倍率により変化する。ことに注意する。レンズ歪みを測定するために、撮影部 30 によりキャリブレーション用の格子模様画像を撮影し、格子模様画像の格子点のレンズ歪みによる位置ずれを検出する。この格子点の位置ずれに基づいて、レンズ歪み関数 f のレンズ歪み係数を求める。ズームレンズを使用して撮影する場合は、ズーム倍率を変えて異なる焦点距離のもとで、キャリブレーション用の格子模様画像を撮影して格子点の位置ずれを検出し、焦点距離毎にレンズ歪み係数を求める。

【 0 0 4 6 】

より具体的に説明すると、格子模様画像を撮影した画像上の N 個の格子点の座標値 (X_{dk}, Y_{dk}) ($k = 0, 1, \dots, N-1$) と、元の格子模様画像上の N 個の格子点の真の座標値 (X_{ck}, Y_{ck}) ($k = 0, 1, \dots, N-1$) とを 1 対 1 で対応づけ、レンズ歪み補正関数 f に当てはめ、レンズ歪み係数 $a_0, a_1, \dots, a_{11}$ を次の最小二乗法により求める。

【 0 0 4 7 】

$$J = \sum_{k=0}^{N-1} [(X_{ck} - (a_0 X_{dk}^2 + a_1 X_{dk} Y_{dk} + a_2 Y_{dk}^2 + a_3 X_{dk} + a_4 Y_{dk} + a_5))^2 + (Y_{ck} - (a_6 X_{dk}^2 + a_7 X_{dk} Y_{dk} + a_8 Y_{dk}^2 + a_9 X_{dk} + a_{10} Y_{dk} + a_{11}))^2] \rightarrow \min$$

【 0 0 4 8 】

上式において、 $\partial J / \partial a_0 = 0, \partial J / \partial a_1 = 0, \dots, \partial J / \partial a_{11} = 0$ を解くことにより、 J が最小となるレンズ歪み係数 $a_0, a_1, \dots, a_{11}$ を求めることができる。

【 0 0 4 9 】

レンズの種類および焦点距離にレンズ歪み係数を対応づけたデータベースを設け、レンズ歪み補正部 32 は、撮影時のレンズの種類および焦点距離に対応するレンズ歪み係数をデータベースから読み出して参照する。レンズの種類が、カメラの機種により決まっている場合は、レンズの種類の代わりにカメラの機種情報を用いてデータベースに登録してもよい。カメラの機種情報や焦点距離は、撮影されたデジタル画像のヘッダに付加されている情報から取得することができる。たとえば、撮影画像が EXIF (Exchangeable Image File Format) で与えられた場合、画像データに含まれる EXIF 情報からカメラの機種情報や撮影時の焦点距離を取得することができる。

【 0 0 5 0 】

特徴点抽出部 34 は、レンズ歪み補正部 32 によりレンズ歪みが補正された撮影画像からフレーム 24 内の複数の特徴点 22 を抽出する。特徴点 22 は原画像領域 20 の周囲にあるフレーム 24 に配置されているため、容易に高い精度で抽出することができる。また、レンズ歪みは撮影画像の中心から離れるほど大きくなる傾向にあり、原画像領域 20 の周囲にあるフレーム 24 付近では、レンズ歪みが最も大きくなっている可能性があるが、レンズ歪み補正部 32 によりレンズ歪みが補正された後の撮影画像から特徴点 22 を抽出するため、レンズ歪みの影響を受けずに特徴点 22 を抽出することができる。

【 0 0 5 1 】

特徴点抽出部 34 は、抽出した特徴点 22 の位置情報を画像形状・サイズ判定部 36 および透視歪み補正部 38 に与える。

【 0 0 5 2 】

画像形状・サイズ判定部 3 6 は、特徴点抽出部 3 4 により抽出された複数の特徴点 2 2 の配置にもとづいて、撮影画像の原画像領域 2 0 の形状と実サイズを判定する。たとえば、特徴点 2 2 の配置が四角形をなしていれば、原画像領域 2 0 の形状は少なくとも四角形であると推定することができる。隣接する特徴点 2 2 の間隔は、原画像の実サイズに依存しない固定値であることがわかっているから、抽出された特徴点 2 2 の個数により、原画像領域 2 0 の実サイズを判定することができる。たとえば、原画像領域 2 0 の形状が四角形であると推定される場合、原画像領域 2 0 の各辺に沿って配置された特徴点 2 2 の個数を数えることにより、原画像領域 2 0 の各辺の実サイズを判定することができ、四辺の内、向かい合う二辺の実サイズが等しければ、原画像領域 2 0 の形状は長方形であると判定することができ、四辺の実サイズがいずれも等しければ、原画像領域 2 0 の形状は正方形であると判定することができる。

10

【 0 0 5 3 】

画像形状・サイズ判定部 3 6 は、判定された原画像領域 2 0 の形状と実サイズの情報を透視歪み補正部 3 8 に与える。

【 0 0 5 4 】

透視歪み補正部 3 8 は、原画像領域 2 0 の形状と実サイズに合った特徴点テンプレート 5 4 を特徴点テンプレート記憶部 5 0 から読み出す。特徴点テンプレート記憶部 5 0 は、図 1 の電子透かし埋め込み装置 1 0 0 が利用するフレームデータベース 1 8 に登録されたフレーム 2 4 を特徴点テンプレート 5 4 として記憶したものである。特徴点テンプレート 5 4 は、フレーム 2 4 内に配置される特徴点 2 2 の本来あるべき位置座標を示す情報として、参照用特徴点 5 2 の位置情報をもつ。

20

【 0 0 5 5 】

図 1 の電子透かし埋め込み装置 1 0 0 が参照するフレームデータベース 1 8 に新しいフレーム 2 4 が登録されると、電子透かし抽出装置 2 0 0 が参照する特徴点テンプレート記憶部 5 0 の特徴点テンプレート 5 4 もそれに合わせて更新されるように構成されている。あるいは、電子透かし抽出装置 2 0 0 は、ネットワークを介して電子透かし埋め込み装置 1 0 0 のフレームデータベース 1 8 を直接参照して、フレームデータベース 1 8 から読み出したフレーム 2 4 を特徴点テンプレート 5 4 として利用するように構成してもよい。

【 0 0 5 6 】

透視歪み補正部 3 8 は、特徴点テンプレート記憶部 5 0 から読み出した特徴点テンプレート 5 4 内の複数の参照用特徴点 5 2 の座標値と、特徴点抽出部 3 4 により撮影画像から抽出されたフレーム 2 4 内の複数の特徴点 2 2 の座標値とを 1 対 1 に対応づけ、次の透視歪み補正関数 g を求める。

30

【 0 0 5 7 】

$$(X_u, Y_u) = g(X_c, Y_c)$$

【 0 0 5 8 】

ここで (X_c, Y_c) は、カメラによる投影面上の点の座標値であり、 (X_u, Y_u) は原画像平面上にあり、点 (X_c, Y_c) に対応する点の座標値である。透視歪み補正関数 g は、透視歪みの生じた撮影画像内の点を透視歪みのない原画像内の点に写像するものであり、具体的には、次式で表される。

40

【 0 0 5 9 】

$$X_u = (b_0 X_c + b_1 Y_c + b_2) / (b_6 X_c + b_7 Y_c + 1)$$

$$Y_u = (b_3 X_c + b_4 Y_c + b_5) / (b_6 X_c + b_7 Y_c + 1)$$

【 0 0 6 0 】

透視歪み補正関数 g の 8 個のパラメータ $b_0, b_1, \dots, b_7$ は、透視歪み係数である。透視歪み係数は、原理的には原画像領域 2 0 の 4 隅の点について、投影面上の座標値と原画像平面上の座標値を与えることにより、求めることができるが、原画像領域 2 0 の周囲に配置された複数の特徴点 2 2 を利用することにより、求めたい透視歪み係数の精度を上げることができる。

50

【 0 0 6 1 】

透視歪み補正部 3 8 は、撮影画像上のフレーム 2 4 内の M 個の特徴点 2 2 の座標値 ($X_{c k}$, $Y_{c k}$) ($k = 0, 1, \dots, M - 1$) と、特徴点テンプレート記憶部 5 0 から読み出した特徴点テンプレート 5 4 内の M 個の参照用特徴点 5 2 の座標値 ($X_{u k}$, $Y_{u k}$) ($k = 0, 1, \dots, M - 1$) とを 1 対 1 に対応づけ、透視歪み補正関数 g に当てはめ、透視歪み係数 $b_0, b_1, \dots, b_7$ を次の最小二乗法により求める。

【 0 0 6 2 】

$$J = \sum_{k=0}^{M-1} [(X_u (b_6 X_c + b_7 Y_c + 1) - (b_0 X_c + b_1 Y_c + b_2)) ^2 + (Y_u (b_6 X_c + b_7 Y_c + 1) - (b_3 X_c + b_4 Y_c + b_5)) ^2] \rightarrow \min$$

10

【 0 0 6 3 】

上式において、 $\partial J / \partial b_0 = 0, \partial J / \partial b_1 = 0, \dots, \partial J / \partial b_7 = 0$ を解くことにより、 J が最小となる透視歪み係数 $b_0, b_1, \dots, b_7$ を求めることができる。

【 0 0 6 4 】

透視歪み補正部 3 8 は、算出した透視歪み補正関数 g により原画像領域 2 0 内の各点を写像することにより原画像領域 2 0 の透視歪みを補正し、補正後の原画像領域 2 0 を透かし抽出部 4 0 に与える。透かし抽出部 4 0 は、判定された原画像領域 2 0 の形状と実サイズにしたがって原画像領域 2 0 を特定し、原画像領域 2 0 の形状と実サイズに適したブロックサイズのもと、補正後の原画像領域 2 0 からブロック毎に透かし情報 X を抽出して出力する。

20

【 0 0 6 5 】

透かしビットを検出する際、原画像領域 2 0 に歪みがあると、透かしの検出が困難になるが、レンズ歪み補正部 3 2 および透視歪み補正部 3 8 により幾何学的な歪みが補正されているため、透かしの検出精度が保証される。また、フレーム 2 4 内の複数の特徴点 2 2 の配置から原画像領域 2 0 の形状と実サイズを判定することができるため、撮影画像から原画像領域 2 0 を正確に切り出して、原画像領域 2 0 から透かし情報 X を抽出することができる。

【 0 0 6 6 】

図 8 (a) ~ (c) は、レンズ歪み補正部 3 2 および透視歪み補正部 3 8 によって撮影画像に生じた幾何学的な歪みが補正される様子を説明する図である。図 8 (a) は、レンズ歪みと透視歪みの生じた撮影画像とその画像内の点 (X_d, Y_d) を示す。図 8 (b) は、レンズ歪み補正部 3 2 によってレンズ歪みが補正された画像とその画像内の点 (X_c, Y_c) を示す。図 8 (a) に示した補正前の撮影画像内の点 (X_d, Y_d) は、レンズ歪み補正関数 f により、図 8 (b) に示したレンズ歪み補正後の画像内の点 (X_c, Y_c) に写像される。図 8 (c) は、さらに透視歪み補正部 3 8 によって透視歪みが補正された画像とその画像内の点 (X_u, Y_u) を示す。図 8 (b) に示したレンズ歪み補正後の画像内の点 (X_c, Y_c) は、透視歪み補正関数 g により、図 8 (c) に示した透視歪み補正後の画像内の点 (X_u, Y_u) に写像される。

30

【 0 0 6 7 】

図 9 (a)、(b) は、撮影画像から抽出された複数の特徴点 2 2 にもとづいて透視歪みが補正される様子を説明する図である。図 9 (a) のように、原画像領域 2 0 は透視歪みにより幾何学的な歪みが生じており、原画像領域 2 0 の周囲に配置された複数の特徴点 2 2 もそれに伴って座標位置がずれている。図 9 (b) は、透視歪み補正関数により透視歪みが補正された原画像領域 2 0 および特徴点テンプレート 5 4 の参照用特徴点 5 2 の位置を示す。透視歪み補正関数 g は、図 9 (a) の各特徴点 2 2 を図 9 (b) の対応する各参照用特徴点 5 2 に写像するものであり、この透視歪み補正関数 g によって、図 9 (a) の原画像領域 2 0 が図 9 (b) の透視歪みのない原画像領域 2 0 に変換され、透視歪みが補正される。

40

【 0 0 6 8 】

図 1 0 は、電子透かし抽出装置 2 0 0 による電子透かし抽出手順を説明するフローチャ

50

ートである。

【 0 0 6 9 】

撮影部 3 0 はフレーム付き印刷画像 P を撮影する (S 3 0)。レンズ歪み補正部 3 2 は、撮影画像に生じたレンズ歪みを補正する (S 3 2)。特徴点抽出部 3 4 は、レンズ歪みが補正された撮影画像のフレーム 2 4 から複数の特徴点 2 2 を抽出する (S 3 4)。画像形状・サイズ判定部 3 6 は、抽出された複数の特徴点 2 2 の配置から原画像領域 2 0 の形状と実サイズを判定する (S 3 6)。

【 0 0 7 0 】

透視歪み補正部 3 8 は、原画像領域 2 0 の形状と実サイズに合った特徴点テンプレート 5 4 を特徴点テンプレート記憶部 5 0 から読み出す (S 3 8)。透視歪み補正部 3 8 は、特徴点テンプレート 5 4 内の各参照用特徴点 5 2 と撮影画像のフレーム 2 4 内の各特徴点 2 2 を 1 対 1 で対応づけて、透視歪み補正関数 g に当てはめ、透視歪み係数を算出し、算出された透視歪み補正関数 g により原画像領域 2 0 に生じた透視歪みを補正する (S 4 0)。透かし抽出部 4 0 は、レンズ歪みと透視歪みが補正された原画像領域 2 0 から透かし情報 X を抽出する (S 4 2)。

【 0 0 7 1 】

以上述べたように、本実施の形態の電子透かし埋め込み装置 1 0 0 は、電子透かしを埋め込む原画像の形状に合ったフレーム 2 4 を貼り付け、フレーム 2 4 内に幾何学補正用の複数の特徴点 2 2 を所定の間隔で配置する。原画像の様々な形状に合わせてフレーム 2 4 を用意しているため、多角形や円形などいろいろな形状で透かし入りの印刷画像を作成することができ、利便性が向上する。

【 0 0 7 2 】

本実施の形態の電子透かし抽出装置 2 0 0 は、撮影画像のフレーム 2 4 から複数の特徴点 2 2 を抽出して、透視歪みの補正を行う。特徴点 2 2 は撮影画像の周囲に設けられたフレーム 2 4 内に存在するため、原画像領域 2 0 内の画素と区別しやすく、正確に抽出することができる。抽出された複数の特徴点 2 2 を用いた透視歪みの補正により、高い精度で画像に生じた歪みを補正することができ、電子透かしの検出頻度を高めることができる。また、原画像の形状が複雑な形状であったとしても、複数の特徴点 2 2 の配置から原画像の形状と実サイズを判定することができるため、原画像領域 2 0 を正確に識別して、電子透かしの抽出することができる。

【 0 0 7 3 】

実施の形態 2

実施の形態 2 に係る電子透かしシステムでは、電子透かしの埋め込まれた原画像に特徴点 2 2 を含むフレーム 2 4 を貼り付けるとともに、原画像に透かし入り画像であることを示すロゴマークなどのシンボルマークを重ね合わせて、印刷媒体に印刷し、透かし抽出の際、そのシンボルマークを撮影画像の幾何学補正に利用する。

【 0 0 7 4 】

図 1 1 は、実施の形態 2 に係る電子透かし埋め込み装置 1 0 0 の構成図である。実施の形態 1 の電子透かし埋め込み装置 1 0 0 と同一の構成には同一符号を付して説明を適宜省略し、実施の形態 1 の電子透かし埋め込み装置 1 0 0 とは異なる構成と動作について説明する。

【 0 0 7 5 】

本実施の形態の電子透かし埋め込み装置 1 0 0 は、ロゴマーク重ね合わせ部 1 7 を含み、透かしの埋め込まれた原画像に透かし入り画像であることを示すロゴマークを重ね合わせる。このロゴマークは、透かし入り画像であることを証明する認定マークの役目をもつものであるが、それ以外に透かし抽出時において、原画像の形状または実サイズの判定や撮影時の光軸周りの回転角の推定を行うためにも用いられる。

【 0 0 7 6 】

ロゴマーク重ね合わせ部 1 7 は、フレーム貼付部 1 6 によりフレーム 2 4 が周囲に貼り付けられた原画像上の所定の位置に所定の形状のロゴマークを重ね合わせる。ロゴマーク

は、フレームデータベース 18 にフレーム 24 とともにあらかじめ登録されたものを用いる。

【0077】

印刷部 14 は、透かし埋め込み部 12 により透かし情報 X が埋め込まれ、フレーム貼付部 16 によりフレーム 24 が貼り付けられ、さらにロゴマーク重ね合わせ部 17 によりロゴマークが重ね合わせられた原画像を印刷媒体に印刷し、フレーム付きロゴマーク入り印刷画像 Q を生成する。

【0078】

本実施の形態では、透かし埋め込み部 12 による透かし情報 X の埋め込みの後に、フレーム貼付部 16 によるフレーム 24 の貼り付けが行われ、さらにその後にロゴマーク重ね合わせ部 17 によるロゴマークの重ね合わせが行われたが、これらの処理の順序は変更してもよい。たとえば、フレームの貼り付け、ロゴマークの重ね合わせ、透かしの埋め込みの順に処理してもよく、あるいは、ロゴマークの重ね合わせ、透かしの埋め込み、フレームの貼り付けの順に処理してもよい。これらの処理の順序は全部で 6 通りあるが、いずれの順序であってもよい。

【0079】

図 12 は、本実施の形態の電子透かし抽出装置 200 により出力されるフレーム付きロゴマーク入り印刷画像 Q を説明する図である。原画像領域 20 の周囲には、実施の形態 1 と同様に、複数の特徴点 22 を含むフレーム 24 が印刷されている。原画像領域 20 の左下隅には、星形のロゴマーク 26 が印刷されている。ロゴマーク 26 を原画像に重ね合わせる位置は、原画像の左下隅など所定の位置に決められている。ロゴマーク 26 の重ね合わせ位置が決まっていることから、透かしの抽出時に、ロゴマーク 26 と特徴点 22 の相対的な位置関係を利用して、フレーム付きロゴマーク入り印刷画像 Q を撮影したときの光軸周りの回転角を正確に判定することができるようになる。

【0080】

図 13 (a)、(b) は、フレーム付きロゴマーク入り印刷画像 Q の別の例を説明する図である。図 13 (a) は、円形の原画像領域 20 に重ね合わせる菱形のロゴマーク 26 を示し、図 13 (b) は、三角形の原画像領域 20 に重ね合わせる六角形のロゴマーク 26 を示す。この例のように、原画像領域 20 の形状によってロゴマーク 26 の形状を異ならせることにより、透かしの抽出時に、ロゴマーク 26 の形状から原画像領域 20 の形状を判定することができるようになる。

【0081】

ロゴマーク 26 のさらに別の使用例として、原画像領域 20 の実サイズに応じてロゴマーク 26 の形状や色などの各種属性を変えるようにし、ロゴマーク 26 の種類から原画像領域 20 の実サイズが判定できるようにしてもよい。また、ロゴマーク 26 の色によって原画像領域 20 の実サイズを表し、ロゴマーク 26 の形状によって原画像領域 20 の形状を表すなど、ロゴマーク 26 の種類によって、原画像領域 20 の形状と実サイズが同時に判定できるようにしてもよい。

【0082】

図 14 は、実施の形態 2 に係る電子透かし抽出装置 200 の構成図である。実施の形態 1 の電子透かし抽出装置 200 と同一の構成には同一符号を付して説明を適宜省略し、実施の形態 1 の電子透かし抽出装置 200 とは異なる構成と動作について説明する。

【0083】

特徴点抽出部 34 は、レンズ歪み補正部 32 によりレンズ歪みが補正された撮影画像からフレーム 24 内の複数の特徴点 22 を抽出し、複数の特徴点 22 の位置情報を画像形状・サイズ判定部 36、透視歪み補正部 38、および回転角推定部 46 に与える。

【0084】

ロゴマーク抽出部 44 は、レンズ歪み補正部 32 によりレンズ歪みが補正された撮影画像の原画像領域 20 からロゴマーク 26 を抽出し、ロゴマーク 26 に関する情報を画像形状・サイズ判定部 36 および回転角推定部 46 に与える。

【 0 0 8 5 】

画像形状・サイズ判定部 3 6 は、特徴点抽出部 3 4 により抽出された複数の特徴点 2 2 の配置にもとづいて、撮影画像の原画像領域 2 0 の形状と実サイズを判定し、原画像領域 2 0 の形状と実サイズの情報を回転角推定部 4 6 およびテンプレート回転部 4 8 に与える。

【 0 0 8 6 】

画像形状・サイズ判定部 3 6 は、ロゴマーク抽出部 4 4 が抽出したロゴマーク 2 6 の種類にもとづいて原画像領域 2 0 の形状または実サイズを判定してもよい。たとえば、図 1 2、図 1 3 (a)、(b) の例では、抽出されたロゴマーク 2 6 が星形であれば、原画像領域 2 0 は長方形であると判定し、ロゴマーク 2 6 が菱形であれば、原画像領域 2 0 は円形であると判定し、ロゴマーク 2 6 が六角形であれば、原画像領域 2 0 は三角形であると判定する。ロゴマーク 2 6 により原画像領域 2 0 の形状が判定できる場合、判定された形状の情報を特徴点抽出部 3 4 に与え、特徴点抽出部 3 4 が特徴点 2 2 を検出する際の誤検出を防止することもできる。たとえば、ロゴマーク 2 6 の形状により、原画像領域 2 0 の形状が円形であることがわかれば、特徴点抽出部 3 4 は、特徴点 2 2 を円周に沿って探索することで、原画像領域 2 0 内の点や、フレーム 2 4 の外の点を誤って特徴点として検出するのを防止することができ、特徴点 2 2 の検出精度を上げることができる。

【 0 0 8 7 】

回転角推定部 4 6 は、画像形状・サイズ判定部 3 6 から与えられた原画像領域 2 0 の形状と実サイズに合った特徴点テンプレート 5 4 を特徴点テンプレート記憶部 5 0 から読み出す。特徴点テンプレート 5 4 は複数の参照用特徴点 5 2 と参照用ロゴマーク 5 6 の位置情報を含む。回転角推定部 4 6 は、撮影画像のフレーム 2 4 内の特徴点 2 2 とロゴマーク 2 6 の位置情報を、特徴点テンプレート 5 4 内の参照用特徴点 5 2 と参照用ロゴマーク 5 6 の位置情報と比較することにより、撮影時の光軸周りの回転角 θ を推定する。

【 0 0 8 8 】

図 1 5 (a)、(b) は、回転角推定部 4 6 による回転角 θ の推定方法を説明する図である。図 1 5 (a) は、特徴点テンプレート記憶部 5 0 から読み出された特徴点テンプレート 5 4 を示す。特徴点テンプレート 5 4 は、18 個の参照用特徴点 5 2 a、5 2 b、...、5 2 r と参照用ロゴマーク 5 6 を含む。電子透かし埋め込み装置 1 0 0 において透かし埋め込み時にロゴマーク 2 6 を原画像領域 2 0 の左下隅に配置することに決めたことに対応して、参照用ロゴマーク 5 6 も同じ左下隅の位置に配置されている。

【 0 0 8 9 】

特徴点テンプレート 5 4 の左下隅の参照用特徴点 5 2 a の座標値を (x_0, y_0) として、以下順に反時計回りに参照用特徴点 5 2 b、...、5 2 r の座標値を $(x_1, y_1) \sim (x_{17}, y_{17})$ とおく。隣接する 2 つの参照用特徴点 5 2 a、5 2 b の座標値 (x_0, y_0) 、 (x_1, y_1) を結ぶ直線の傾き a_0 は次式で与えられる。

【 0 0 9 0 】

$$a_0 = \tan(y_1 - y_0) / (x_1 - x_0) + \pi \cdot f(x_0 - x_1)$$

【 0 0 9 1 】

ただし、 $f(x)$ は、 $x > 0$ のとき 1、 $x \leq 0$ のとき 0 の値を取るステップ関数である。

【 0 0 9 2 】

一般に、隣接する 2 つの参照用特徴点の座標値 (x_i, y_i) 、 (x_{i+1}, y_{i+1}) を結ぶ直線の傾き a_i は次式で与えられ、この傾き a_i を特徴点テンプレート 5 4 の傾きを示す指標として用いる。

$$a_i = \tan(y_{i+1} - y_i) / (x_{i+1} - x_i) + \pi \cdot f(x_i - x_{i+1})$$

【 0 0 9 3 】

図 1 5 (b) は、撮影画像におけるフレーム 2 4 とロゴマーク 2 6 を示す。原画像領域 2 0 上のロゴマーク 2 6 とフレーム 2 4 の相対的な位置関係から、フレーム 2 4 内の各特徴点 2 2 と特徴点テンプレート 5 4 内の各参照用特徴点 5 2 が 1 対 1 に対応づけられる。

この例では、図 1 5 (a) の特徴点テンプレート 5 4 の左下隅の参照用特徴点 5 2 a は、図 1 5 (b) の撮影画像のフレーム 2 4 の右上隅の特徴点 2 2 a に対応づけられる。

【 0 0 9 4 】

同様に、図 1 5 (a) の特徴点テンプレート 5 4 の左下隅の参照用特徴点 5 2 a のすぐ右に隣接する参照用特徴点 5 2 b は、図 1 5 (b) のフレーム 2 4 の右上隅の特徴点 2 2 a のすぐ斜め左下に隣接する特徴点 2 2 b に対応づけられ、図 1 5 (a) の特徴点テンプレート 5 4 の左下隅の参照用特徴点 5 2 a のすぐ上に隣接する参照用特徴点 5 2 r は、図 1 5 (b) のフレーム 2 4 の右上隅の特徴点 2 2 a のすぐ斜め右下に隣接する特徴点 2 2 r に対応づけられる。フレーム 2 4 内の右上隅の特徴点 2 2 a の座標値を (v_0, w_0) として、以下反時計回りに特徴点 2 2 の座標値を順に $(v_1, w_1) \sim (v_{17}, w_{17})$ とおく。隣接する 2 つの特徴点 2 2 a、2 2 b の座標値 (v_0, w_0) 、 (v_1, w_1) を結ぶ直線の傾き b_0 は次式で与えられる。

【 0 0 9 5 】

$$b_0 = \tan(w_1 - w_0) / (v_1 - v_0) + \pi \cdot f(v_0 - v_1)$$

【 0 0 9 6 】

一般に、隣接する 2 つの特徴点の座標値 (v_i, w_i) 、 (v_{i+1}, w_{i+1}) を結ぶ直線の傾き b_i は次式で与えられ、この傾き b_i をフレーム 2 4 の傾きを示す指標として用いる。

$$b_i = \tan(w_{i+1} - w_i) / (v_{i+1} - v_i) + \pi \cdot f(v_i - v_{i+1})$$

【 0 0 9 7 】

特徴点テンプレート 5 4 とフレーム 2 4 の傾きの差 $c_i = b_i - a_i$ は、特徴点テンプレート 5 4 を基準位置としてフレーム 2 4 が光軸周りに回転した角度を与える。回転角推定部 4 6 は、傾きの差 c_i の平均値 $\theta = \sum_{i=0}^{17} c_i / 18$ を求め、平均値 θ を、特徴点テンプレート 5 4 を基準位置とした場合のフレーム 2 4 の光軸周りの回転角の推定値として出力する。回転角推定部 4 6 がフレーム 2 4 の回転角を推定する段階では、撮影画像は透視歪みが補正される前の状態であるため、撮影画像から抽出されたフレーム 2 4 内の特徴点 2 2 の座標値は、透視歪みによる誤差を含んでいる。そこで、回転角推定部 4 6 は、傾きの差 c_i の平均をとることにより、回転角 θ の推定誤差を軽減している。

【 0 0 9 8 】

図 1 4 に戻り、回転角推定部 4 6 は、推定した回転角 θ をテンプレート回転部 4 8 および補正画像回転部 4 2 に与える。テンプレート回転部 4 8 は、画像形状・サイズ判定部 3 6 により判定された原画像領域 2 0 の形状と実サイズに合った特徴点テンプレート 5 4 を特徴点テンプレート記憶部 5 0 から読み出し、特徴点テンプレート 5 4 を回転角 θ だけ回転させ、透視歪み補正部 3 8 に与える。

【 0 0 9 9 】

透視歪み補正部 3 8 は、特徴点抽出部 3 4 により撮影画像から抽出されたフレーム 2 4 内の複数の特徴点 2 2 と、テンプレート回転部 4 8 から与えられた回転後の特徴点テンプレート 5 4 内の複数の参照用特徴点 5 2 とを 1 対 1 に対応づけ、透視歪み補正関数 g に当てはめ、透視歪み補正係数を算出する。透視歪み補正部 3 8 は、算出した透視歪み補正関数 g により原画像領域 2 0 の透視歪みを補正し、補正後の原画像領域 2 0 を補正画像回転部 4 2 に与える。

【 0 1 0 0 】

補正画像回転部 4 2 は、回転角推定部 4 6 により推定された回転角 θ をもとに、透視歪み補正部 3 8 により補正された原画像領域 2 0 を $-\theta$ だけ回転させる。原画像領域 2 0 は回転角 θ だけ反回転し、光軸周りの回転がない状態に変換される。補正画像回転部 4 2 は、反回転後の補正画像を透かし抽出部 4 0 に与え、透かし抽出部 4 0 は、反回転後の補正画像から透かし情報 X を抽出して出力する。

【 0 1 0 1 】

図 1 6 は、本実施の形態の電子透かし抽出装置 2 0 0 による電子透かし抽出手順を説明するフローチャートである。

10

20

30

40

50

【0102】

撮影部30はフレーム付きロゴマーク入り印刷画像Qを撮影する(S50)。レンズ歪み補正部32は、撮影画像に生じたレンズ歪みを補正する(S52)。特徴点抽出部34は、レンズ歪みが補正された撮影画像のフレーム24から複数の特徴点22を抽出し、ロゴマーク抽出部44は、撮影画像の原画像領域20からロゴマークを抽出する(S54)。画像形状・サイズ判定部36は、抽出された複数の特徴点22の配置から原画像領域20の形状と実サイズを判定する(S56)。

【0103】

回転角推定部46は、原画像領域20の形状と実サイズに合った特徴点テンプレート54の特徴点テンプレート記憶部50から読み出す(S58)。回転角推定部46は、特徴点テンプレート54における参照用ロゴマーク56の位置と撮影画像のフレーム24におけるロゴマーク26の位置の関係から、特徴点テンプレート54内の各参照用特徴点52と撮影画像のフレーム24内の各特徴点22を1対1で対応づけて、特徴点テンプレート54を基準としてフレーム24の光軸周りの回転角 θ を推定する(S60)。

【0104】

テンプレート回転部48は、特徴点テンプレート記憶部50から読み出した特徴点テンプレート54を回転角 θ だけ回転させる(S62)。

【0105】

透視歪み補正部38は、回転角推定部46により推定された回転角 θ だけ回転した特徴点テンプレート54内の各参照用特徴点52と撮影画像のフレーム24内の各特徴点22を1対1で対応づけて、透視歪み補正関数 g に当てはめ、透視歪み係数を算出し、算出された透視歪み補正関数 g により原画像領域20に生じた透視歪みを補正する(S64)。補正画像回転部42は、透視歪み補正後の原画像領域20を $-\theta$ だけ回転させる(S66)。透かし抽出部40は、レンズ歪みと透視歪みが補正され、光軸周りに回転角 θ だけ反対方向に回転させた原画像領域20から透かし情報Xを抽出する(S68)。

【0106】

本実施の形態の電子透かし埋め込み装置100は、電子透かしが埋め込まれた原画像の周囲に複数の特徴点22が配置されたフレーム24を貼り付けた上で、ロゴマーク26を原画像の所定の位置に重ね合わせる。ロゴマーク26があることにより、ユーザは透かし入り画像であることを容易に知ることができる。電子透かし抽出装置200は、ロゴマーク26とフレーム24内の特徴点22の相対的な位置関係を利用して、光軸周りの回転角を検出して回転方向の補正を行うことができる。また原画像の形状や実サイズによってロゴマーク26の種類を異ならせることにより、ロゴマーク26の種類によって撮影された原画像の形状や実サイズを判定することができ、原画像領域を正確に切り出して、透かしを抽出することができる。

【0107】

以上、本発明を実施の形態をもとに説明した。実施の形態は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組み合わせにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

【0108】

実施の形態2では、回転角推定部46は、ロゴマーク26と特徴点22の相対的な位置関係からフレーム24の光軸周りの回転角 θ を推定したが、たとえば、原画像領域20が四角形の場合で、光軸周りの回転角 θ が $\pm 45^\circ$ 以内であることが仮定することができる場合は、回転角 θ が $\pm 45^\circ$ 以内であることを前提に、フレーム24の各特徴点22と特徴点テンプレート54の各参照用特徴点52を対応づけることができるため、ロゴマーク26を用いなくても回転角 θ を算出することができる。

【図面の簡単な説明】

【0109】

【図1】実施の形態1に係る電子透かし埋め込み装置の構成図である。

【図2】図1の電子透かし抽出装置により出力されるフレーム付き印刷画像を説明する図

10

20

30

40

50

である。

【図 3】フレーム付き印刷画像の別の例を説明する図である。

【図 4】フレーム付き印刷画像のさらに別の例を説明する図である。

【図 5】フレーム付き印刷画像のさらに別の例を説明する図である。

【図 6】図 1 の電子透かし埋め込み装置による電子透かし埋め込み手順を説明するフローチャートである。

【図 7】実施の形態 1 に係る電子透かし抽出装置の構成図である。

【図 8】図 7 のレンズ歪み補正部および透視歪み補正部によって撮影画像に生じた幾何学的な歪みが補正される様子を説明する図である。

【図 9】撮影画像から抽出された複数の特徴点にもとづいて透視歪みが補正される様子を説明する図である。

10

【図 10】図 7 の電子透かし抽出装置による電子透かし抽出手順を説明するフローチャートである。

【図 11】実施の形態 2 に係る電子透かし埋め込み装置の構成図である。

【図 12】図 11 の電子透かし抽出装置により出力されるフレーム付きロゴマーク入り印刷画像を説明する図である。

【図 13】フレーム付きロゴマーク入り印刷画像の別の例を説明する図である。

【図 14】実施の形態 2 に係る電子透かし抽出装置の構成図である。

【図 15】図 14 の回転角推定部による撮影時の光軸周りの回転角の推定方法を説明する図である。

20

【図 16】図 14 の電子透かし抽出装置による電子透かし抽出手順を説明するフローチャートである。

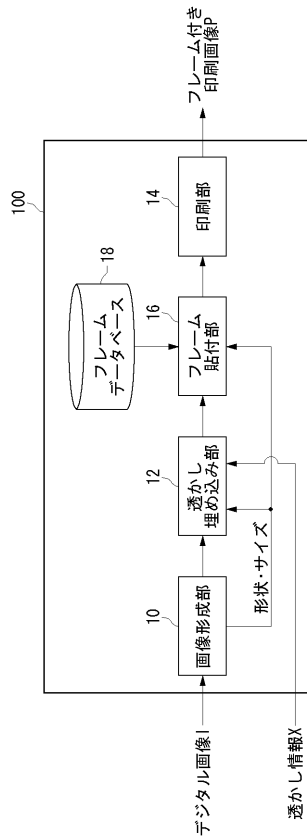
【符号の説明】

【0110】

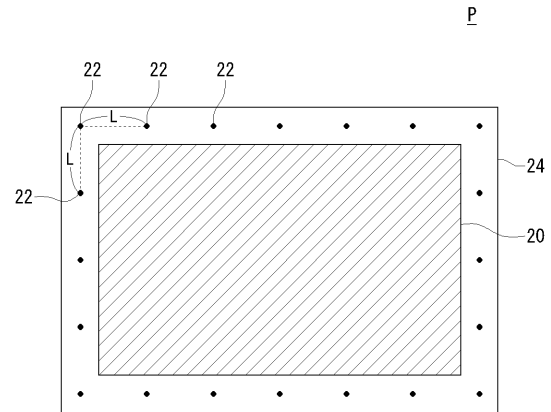
10 画像形成部、 12 透かし埋め込み部、 14 印刷部、 16 フレーム貼付部、 17 ロゴマーク重ね合わせ部、 18 フレームデータベース、 20 原画像領域、 22 特徴点、 24 フレーム、 26 ロゴマーク、 30 撮影部、 32 レンズ歪み補正部、 34 特徴点抽出部、 36 画像形状・サイズ判定部、 38 透視歪み補正部、 40 透かし抽出部、 42 補正画像回転部、 44 ロゴマーク抽出部、 46 回転角推定部、 48 テンプレート回転部、 50 特徴点テンプレート記憶部、 52 参照用特徴点、 54 特徴点テンプレート、 56 参照用ロゴマーク、 100 電子透かし埋め込み装置、 200 電子透かし抽出装置。

30

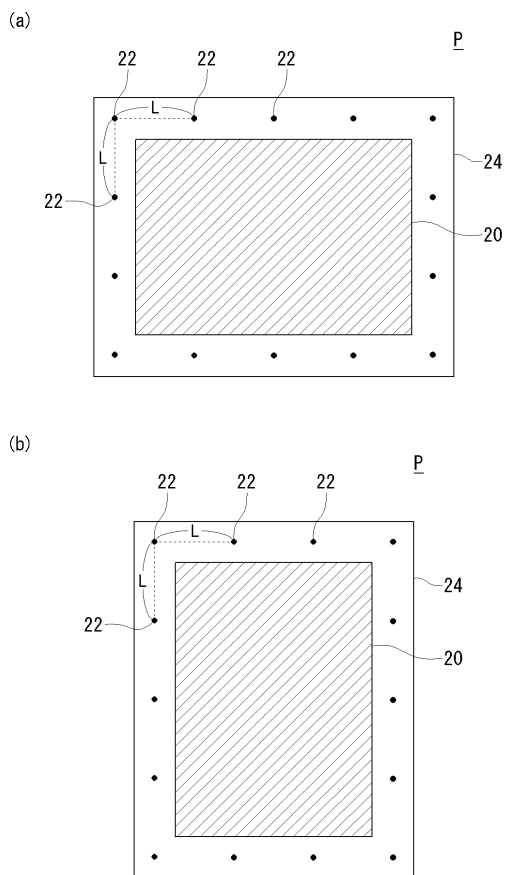
【図 1】



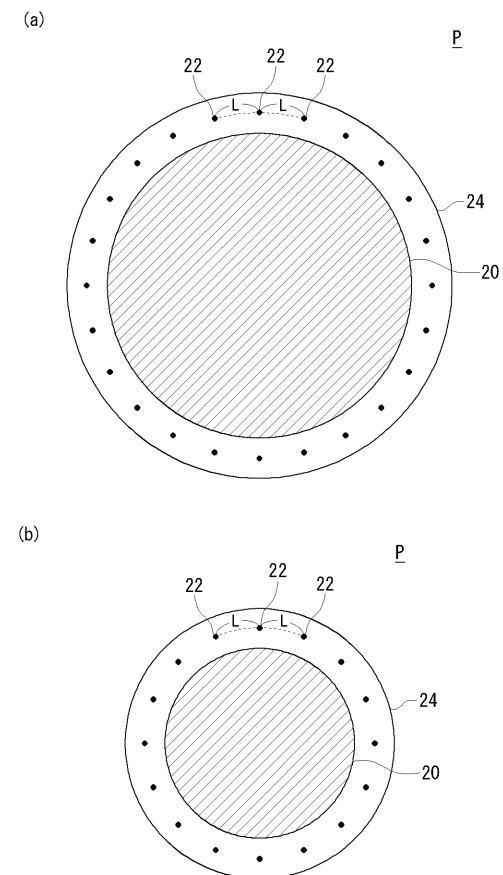
【図 2】



【図 3】

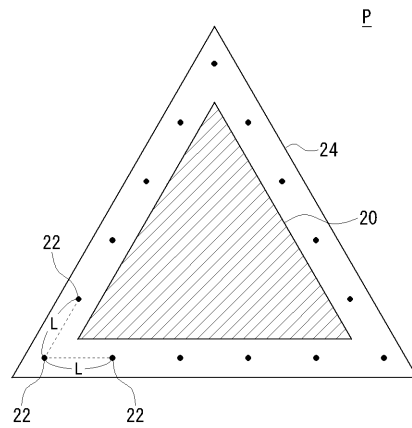


【図 4】

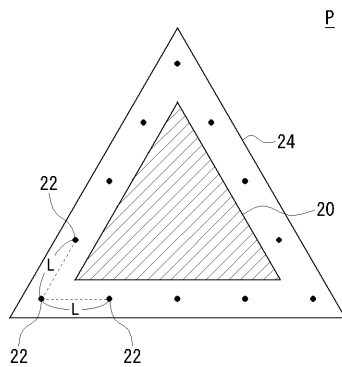


【図 5】

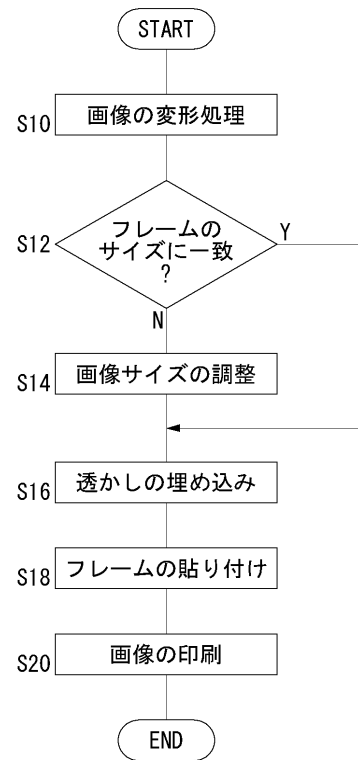
(a)



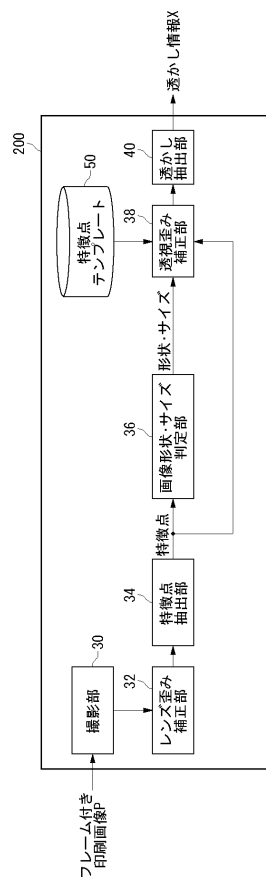
(b)



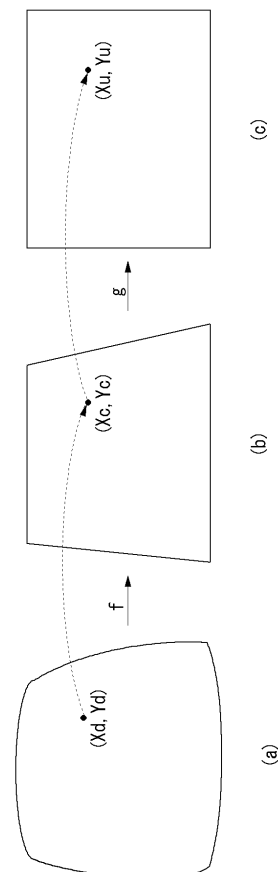
【図 6】



【図 7】

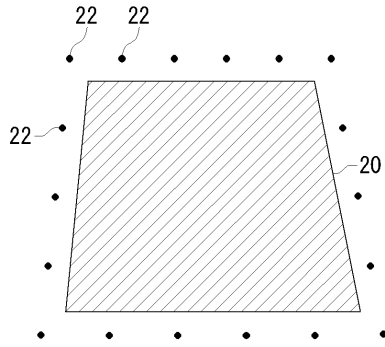


【図 8】

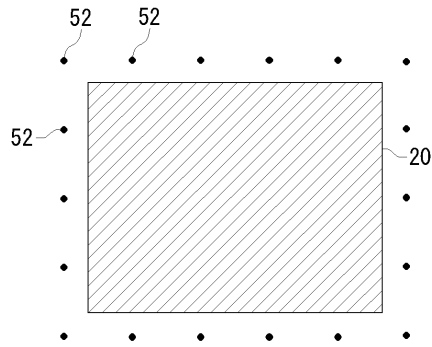


【図 9】

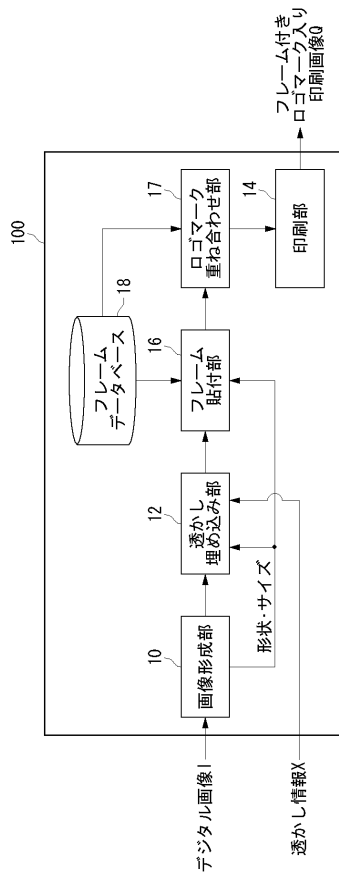
(a)



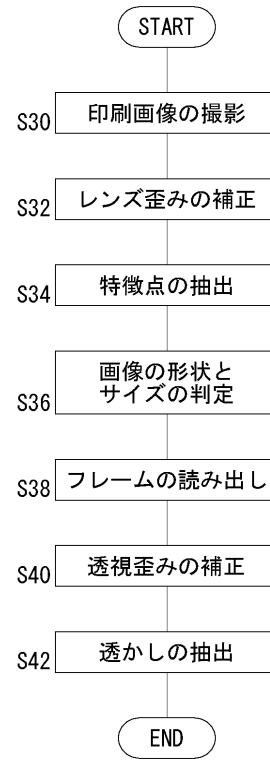
(b)



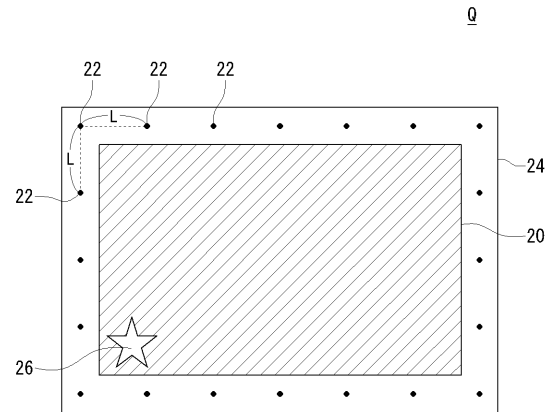
【図 11】



【図 10】

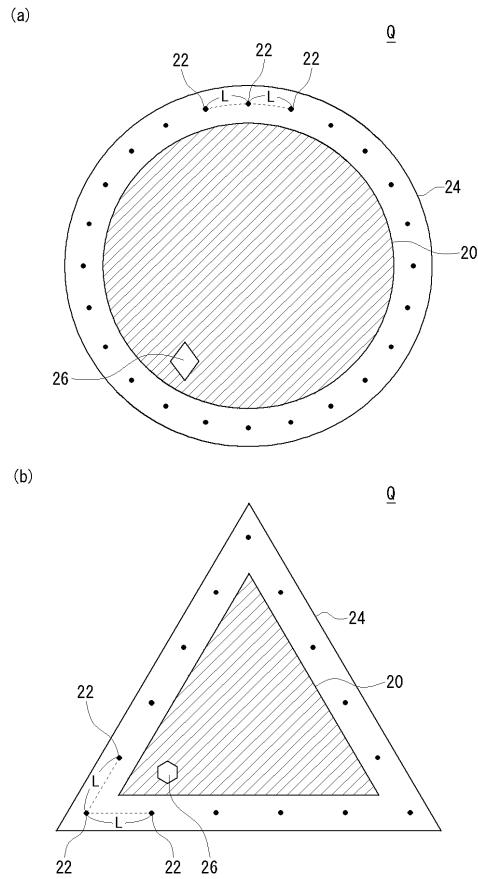


【図 12】

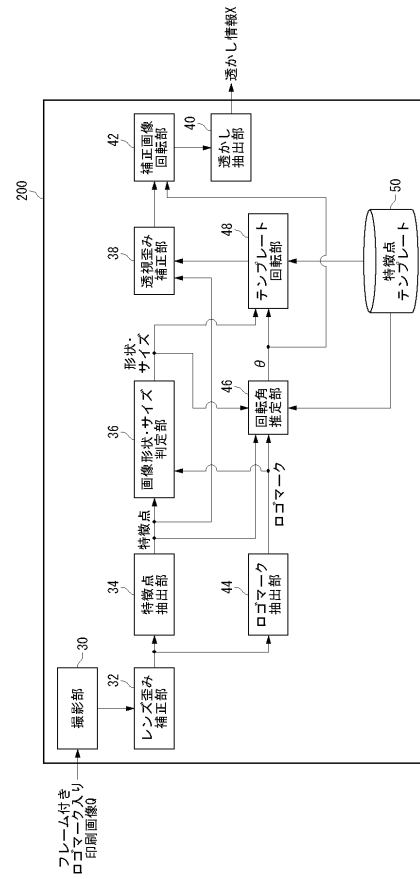


Q

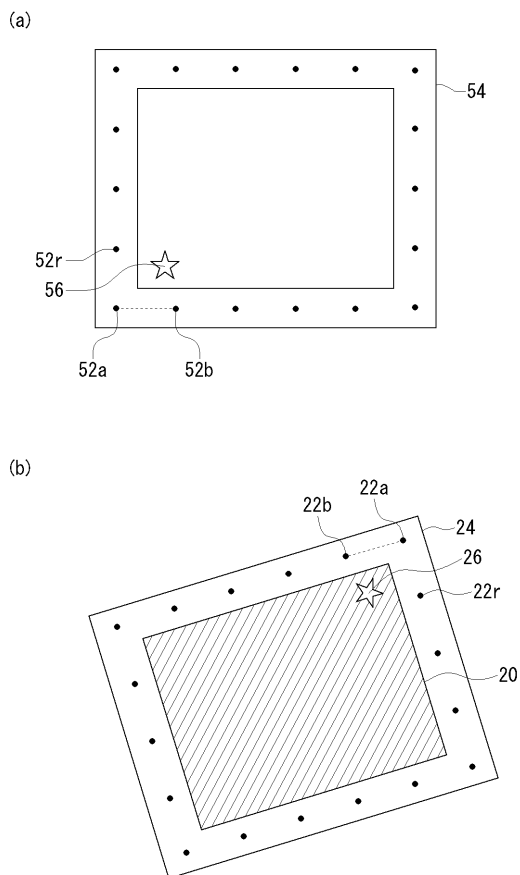
【図 13】



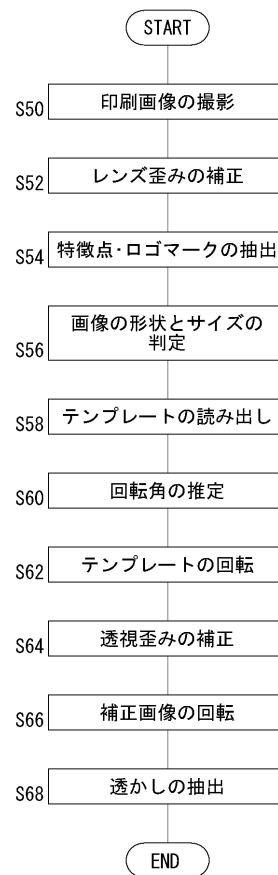
【図 14】



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

(72)発明者 井上 泰彰
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内

審査官 渡辺 努

(56)参考文献 特開平06-311333(JP,A)
特開2002-259993(JP,A)
特開2003-51005(JP,A)
特表2004-519166(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04N 1/387
H04N 1/40