

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6528104号
(P6528104)

(45) 発行日 **令和1年6月12日(2019.6.12)**

(24) 登録日 令和1年5月24日(2019.5.24)

(51) Int. Cl. F 1
GO6T 7/12 (2017.01) GO6T 7/12
GO6T 7/13 (2017.01) GO6T 7/13
GO6T 7/00 (2017.01) GO6T 7/00 610

請求項の数 10 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2016-505183 (P2016-505183)	(73) 特許権者	504454060 株式会社アプライド・ビジョン・システムズ
(86) (22) 出願日	平成27年2月20日 (2015.2.20)		
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/054845		
(87) 国際公開番号	W02015/129585		茨城県つくば市梅園2-7-3 つくばシティビル403
(87) 国際公開日	平成27年9月3日 (2015.9.3)	(73) 特許権者	505018740 株式会社ビームセンス
審査請求日	平成30年1月30日 (2018.1.30)		大阪府吹田市泉町2-19-16
(31) 優先権主張番号	特願2014-34322 (P2014-34322)	(74) 代理人	100095407 弁理士 木村 満
(32) 優先日	平成26年2月25日 (2014.2.25)	(72) 発明者	高橋 裕信 茨城県つくば市梅園2-7-3 つくばシティビル403 株式会社アプライド・ビジョン・システムズ内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像復元装置、画像復元方法及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

2以上の識別領域を有する原画像から得られる、各画素点に対応する固有値の情報から、前記原画像を復元する画像復元装置であって、

前記原画像内の任意の直線上に存する前記識別領域の境界を示すエッジを検出し、前記エッジにおける前記固有値の変化に基づいて前記直線上の画素点が属する前記識別領域を推定する識別領域推定部と、

前記識別領域推定部が互いに異なる方向の多数の前記直線について前記識別領域を推定した推定回数を前記識別領域毎に集計し、前記直線上の前記画素点が属する前記識別領域を前記推定回数が最も多い前記識別領域に決定する識別領域決定部と、

前記識別領域決定部が前記原画像内の全ての前記画素点について決定した前記識別領域に対応する色を、各々の前記画素点の位置に示した復元画像を生成する画像生成部と、
を備える画像復元装置。

【請求項2】

前記識別領域推定部は、前記原画像内の任意の前記画素点から延びる前記直線上を前記画素点から離れる方向に順次探索し、前記エッジを最初に発見した時に当該エッジにおける前記固有値の変化に基づいて当該画素点が属する前記識別領域を推定する、

ことを特徴とする請求項1に記載の画像復元装置。

【請求項3】

前記識別領域推定部は、前記原画像の画像端にある任意の前記画素点から延びる直線上

を探索し、前記直線上の互いに隣り合う2つの前記エッジの間に存する前記画素点が属する前記識別領域を当該2つの前記エッジにおける前記固有値の変化に基づいて推定する、ことを特徴とする請求項1に記載の画像復元装置。

【請求項4】

前記原画像は、2以上の色を示す前記識別領域を有する画像であり、前記固有値は画素値である、ことを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の画像復元装置。

【請求項5】

前記原画像は、特定方向の3次元座標値で分類される2以上の前記識別領域を有する画像であり、前記固有値は3次元座標値である、ことを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の画像復元装置。

【請求項6】

前記原画像は、配線パターンを有する2層以上のプリント基板をX線ステレオ撮影し、当該撮影画像に基づいて取得した3次元座標値で示した3次元画像であり、前記識別領域は、同一層における基板厚さ方向の前記3次元座標値で分類された領域である、ことを特徴とする請求項5に記載の画像復元装置。

【請求項7】

前記原画像は、2以上の材料から構成された対象物を光学撮影して得られる画像であり、前記固有値は、前記2以上の材料のいずれかの1つの材料である確率である、ことを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の画像復元装置。

【請求項8】

前記原画像は、導電材料及び絶縁材料から構成されたプリント基板を光学撮影したカラー画像であり、前記固有値は、前記カラー画像に基づく統計処理により取得した前記導電材料である確率又は前記絶縁材料である確率であり、前記識別領域は、導電材料が配された領域又は前記絶縁材料が配された領域を含む、ことを特徴とする請求項7に記載の画像復元装置。

【請求項9】

コンピュータが、2以上の識別領域を有する原画像から得られる、各画素点に対応する固有値の情報から、前記原画像を復元する画像復元方法であって、前記原画像内の任意の直線上に存する前記識別領域の境界を示すエッジを検出し、前記エッジにおける前記固有値の変化に基づいて前記直線上の画素点が属する前記識別領域を推定する識別領域推定ステップと、前記識別領域推定ステップで互いに異なる方向の多数の前記直線について前記識別領域を推定した推定回数を前記識別領域毎に集計し、前記直線上の前記画素点が属する前記識別領域を前記推定回数が最も多い前記識別領域に決定する識別領域決定ステップと、前記識別領域決定ステップで前記原画像内の全ての前記画素点について決定した前記識別領域に対応する色を、各々の前記画素点の位置に示した復元画像を生成する画像生成ステップと、を有することを特徴とする画像復元方法。

【請求項10】

2以上の識別領域を有する原画像から得られる、各画素点に対応する固有値の情報から、前記原画像を復元するコンピュータを、前記原画像内の任意の直線上に存する前記識別領域の境界を示すエッジを検出し、前記エッジにおける前記固有値の変化に基づいて前記直線上の画素点が属する前記識別領域を推定する識別領域推定部、前記識別領域推定部が互いに異なる方向の多数の前記直線について前記識別領域を推定

10

20

30

40

50

した推定回数を前記識別領域毎に集計し、前記直線上の前記画素点が属する前記識別領域を前記推定回数が最も多い前記識別領域に決定する識別領域決定部、及び

前記識別領域決定部が前記原画像内の全ての前記画素点について決定した前記識別領域に対応する色を、各々の前記画素点の位置に示した復元画像を生成する画像生成部、として機能させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、復元画像を生成する画像復元装置、画像復元方法及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

撮影装置により取得した撮影画像等に基づいて原画像を復元する装置が多分野で活用されている。このような装置は、撮影画像等から色等の変化を示すエッジを検出し、閉じられたエッジ線の内部を塗りつぶす方法により復元画像を生成する場合がある。

【0003】

例えば、被検体を放射線撮影して得た撮影画像や超音波診断装置により得た画像に基づいて、被検体の断層画像を生成する装置がある（例えば、特許文献1、2）。特許文献1、2に記載の断層撮影装置等は、断層像を2値化して、エッジ線画を生成し、エッジ線画の中を当該線画と同一の濃度値、又は予め定めた色で塗りつぶす。これにより、所望とする層の構造だけを抽出して示すことができると説明している。

【0004】

また、他の例として、はんだペーストを印刷した基板をカメラで撮像してはんだペーストの検査を行う装置がある（例えば、特許文献3）。特許文献3に記載のはんだペースト認識方法は、基板に光を照射しながらカメラで撮像して得た基板の平面画像からエッジを抽出する。そして、エッジ情報画像に膨張処理及び圧縮処理を施してはんだペースト領域を塗りつぶすことにより、ペースト領域を正確に示すことができると説明している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2008-268026号公報

【特許文献2】特開2003-250801号公報

【特許文献3】特開平10-58649号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1乃至3に記載の技術によれば、撮影画像等から抽出したエッジ線は閉じられており、そのエッジの内部を特定の色で塗りつぶすことで原画像を復元している。しかし、撮影画像等から抽出したエッジは不完全であることが多く、エッジの一部を抽出できず、誤ったエッジを抽出し、あるいは、エッジの位置にずれが生じる場合がある。

【0007】

このような場合、エッジが閉じていないために塗りつぶしができない。また、近隣のエッジが連続すると推定して結合させた場合、誤った領域を塗りつぶしてしまうという問題があった。

【0008】

本発明は、上記実情に鑑みてなされたものであり、不完全なエッジ情報を含む場合であっても、精度の高い復元画像を生成することのできる画像復元装置等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】

【0009】

上記目的を達成するため、本発明の第1の観点に係る画像復元装置は、

10

20

30

40

50

2以上の識別領域を有する原画像から得られる、各画素点に対応する固有値の情報から、前記原画像を復元する画像復元装置であって、

前記原画像内の任意の直線上に存する前記識別領域の境界を示すエッジを検出し、前記エッジにおける前記固有値の変化に基づいて前記直線上の画素点が属する前記識別領域を推定する識別領域推定部と、

前記識別領域推定部が互いに異なる方向の多数の前記直線について前記識別領域を推定した推定回数を前記識別領域毎に集計し、前記直線上の前記画素点が属する前記識別領域を前記推定回数が最も多い前記識別領域に決定する識別領域決定部と、

前記識別領域決定部が前記原画像内の全ての前記画素点について決定した前記識別領域に対応する色を、各々の前記画素点の位置に示した復元画像を生成する画像生成部と、
を備えることを特徴とする。

【0010】

前記識別領域推定部は、前記原画像内の任意の前記画素点から延びる前記直線上を前記画素点から離れる方向に順次探索し、前記エッジを最初に発見した時に当該エッジにおける前記固有値の変化に基づいて当該画素点が属する前記識別領域を推定するようにしてもよい。

【0011】

前記識別領域推定部は、前記原画像の画像端にある任意の前記画素点から延びる直線上を探索し、前記直線上の互いに隣り合う2つの前記エッジの間に存する前記画素点が属する前記識別領域を当該2つの前記エッジにおける前記固有値の変化に基づいて推定するようにしてもよい。

【0012】

前記原画像は、2以上の色を示す前記識別領域を有する画像であってもよく、
前記固有値は画素値であってもよい。

【0013】

前記原画像は、特定方向の3次元座標値で分類される2以上の前記識別領域を有する画像であってもよく、

前記固有値は前記3次元座標値であってもよい。

【0014】

前記原画像は、配線パターンを有する2層以上のプリント基板をX線ステレオ撮影し、
当該撮影画像に基づいて取得した3次元座標値で示した3次元画像であってもよく、

前記識別領域は、同一層における基板厚さ方向の前記3次元座標値で分類された領域であってもよい。

【0015】

前記原画像は、2以上の材料から構成された対象物を光学撮影して得られる画像であってもよく、

前記固有値は、前記2以上の材料のいずれかの1つの材料である確率であってもよい。

【0016】

前記原画像は、導電材料及び絶縁材料から構成されたプリント基板を光学撮影したカラー画像であってもよく、

前記固有値は、前記カラー画像に基づく統計処理により取得した前記導電材料である確率又は前記絶縁材料である確率であってもよく、

前記識別領域は、導電材料が配された領域又は前記絶縁材料が配された領域を含むようにしてもよい。

【0017】

また、本発明の第2の観点に係る画像復元方法は、

コンピュータが、2以上の識別領域を有する原画像から得られる、各画素点に対応する固有値の情報から、前記原画像を復元する画像復元方法であって、

前記原画像内の任意の直線上に存する前記識別領域の境界を示すエッジを検出し、前記エッジにおける前記固有値の変化に基づいて前記直線上の画素点が属する前記識別領域を

10

20

30

40

50

推定する識別領域推定ステップと、

前記識別領域推定ステップで互いに異なる方向の多数の前記直線について前記識別領域を推定した推定回数を前記識別領域毎に集計し、前記直線上の前記画素点が属する前記識別領域を前記推定回数が最も多い前記識別領域に決定する識別領域決定ステップと、

前記識別領域決定ステップで前記原画像内の全ての前記画素点について決定した前記識別領域に対応する色を、各々の前記画素点の位置に示した復元画像を生成する画像生成ステップと、

を有することを特徴とする。

【0018】

また、本発明の第3の観点に係るプログラムは、

2以上の識別領域を有する原画像から得られる、各画素点に対応する固有値の情報から、前記原画像を復元するコンピュータを、

前記原画像内の任意の直線上に存する前記識別領域の境界を示すエッジを検出し、前記エッジにおける前記固有値の変化に基づいて前記直線上の画素点が属する前記識別領域を推定する識別領域推定部、

前記識別領域推定部が互いに異なる方向の多数の前記直線について前記識別領域を推定した推定回数を前記識別領域毎に集計し、前記直線上の前記画素点が属する前記識別領域を前記推定回数が最も多い前記識別領域に決定する識別領域決定部、及び

前記識別領域決定部が前記原画像内の全ての前記画素点について決定した前記識別領域に対応する色を、各々の前記画素点の位置に示した復元画像を生成する画像生成部、

として機能させることを特徴とする。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、不完全なエッジ情報を含む場合であっても、精度の高い復元画像を生成することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】実施の形態1に係る画像復元装置のブロック図を示した図である。

【図2】実施の形態1に係る色の推定方法を説明するための図である。

【図3】色の決定方法を説明するための図である。

【図4】実施の形態1に係る画像復元処理を示すフローチャートである。

【図5】実施の形態2に係る色の推定方法を説明するための図である。

【図6】実施の形態2に係る画像復元処理を示すフローチャートである。

【図7】実施の形態3に係る画像復元装置のブロック図を示した図である。

【図8】実施の形態4に係る画像復元装置のブロック図を示した図である。

【図9】プリント基板の光学画像を示した図である。

【図10】サンプリング区域の指定方法を説明するための図である。

【図11】色統計処理を説明するための図である。

【図12】復元画像を示す図である。

【図13】実施の形態4に係る画像復元処理を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0021】

(実施の形態1)

本発明の実施の形態1について図面を参照して詳細に説明する。

【0022】

本実施の形態に係る画像復元装置1は、図1に示すように、CPU(Central Processing Unit: 中央処理装置)11、通信部12、記憶部13、表示部14から構成される情報端末である。通信部12を介して外部から入力される画像データに基づいて、CPU11が原画像を復元した復元画像を生成し記憶部13に記録し、表示部14に表示する。

【0023】

10

20

30

40

50

記憶部 1 3 は、大容量の記憶装置であり、通信部 1 2 が受信した画像データや、CPU 1 1 の処理により生成した復元画像のデータを記憶する。また、記憶部 1 3 は、CPU 1 1 が実行するプログラムも記憶する。表示部 1 4 は、画像、文字等の情報表示出力を行うディスプレイであり、CPU 1 1 が生成した復元画像等を表示する。

【0024】

CPU 1 1 は、記憶部 1 3 に記憶しているプログラムを実行することにより、図 1 に示すように、画像データ取得部 1 1 1、識別領域推定部 1 1 2、識別領域決定部 1 1 3、画像生成部 1 1 4 として機能する。

【0025】

画像データ取得部 1 1 1 は、画像データを通信部 1 2 又は記憶部 1 3 より取得して識別領域推定部 1 1 2 に出力する。識別領域推定部 1 1 2 は、原画像内の任意の画素点を通る直線上に存するエッジを検出し、エッジにおける画素値の変化に基づいて当該画素点が属する識別領域を推定する。つまり、本実施の形態における画素値がエッジを検出し、識別領域を推定するために参照する固有値である。

【0026】

識別領域決定部 1 1 3 は、原画像内の任意の画素点を通る、互いに異なる方向の多数の直線について、識別領域推定部 1 1 2 が識別領域を推定した推定回数を識別領域毎に集計する。そして、当該画素点が属する識別領域を推定回数が最も多い識別領域に決定する。画像生成部 1 1 4 は、識別領域決定部 1 1 3 が原画像内の全ての画素点について決定した識別領域に対応する色を、各々の画素点の位置に示した復元画像を生成する。そして生成した復元画像を記憶部 1 3 に記憶し、表示部 1 4 に表示する。

【0027】

各機能部が実行する処理について詳細に説明する。

【0028】

画像データ取得部 1 1 1 は、外部接続したカメラ等から通信部 1 2 を介して画像データを取得する。あるいは、通信部 1 2 を介して外部から取得し、記憶部 1 3 に記憶しておいた画像データを取得する。

【0029】

画像データ取得部 1 1 1 が取得する画像データは、2 以上の識別領域を有する原画像を示す画像データであって、識別領域の境界を示すエッジの情報を含むものである。本実施の形態では、画像データ取得部 1 1 1 が取得する画像データはグレースケールの 2 以上の階調色で示された画像のデータであるとする。例えば、プリント基板を X 線撮影装置で撮影した X 線画像のデータである。画像データ取得部 1 1 1 が取得する画像データの示す原画像の例を図 2 に示す。

【0030】

プリント基板の X 線画像は、金属からなる配線パターンのある部分が黒く示され（黒領域 A）、配線パターンのない部分が白く示される（白領域 B）。黒領域 A と白領域 B の境界は階調の差があるため、エッジを検出することができる。

【0031】

ただし、X 線画像等は、黒領域 A と白領域 B の色を明確に黒、白と判別できるものではなく、グレースケールの階調値の差で判別する。このため、エッジ部分において黒領域 A 又は白領域 B がエッジのどちら側に存するかは判別できるが、エッジのない部分において黒領域 A、白領域 B を判別するのは困難である。

【0032】

また、原画像は、図 2 に示すように黒領域 A と白領域 B の境界を示すエッジが不完全であり、エッジが途切れ、又は位置がずれ、又は本来存在しないエッジが現れる場合がある。このような場合、エッジが閉じていないために単純に塗りつぶしができない。また、近隣のエッジが連続すると推定して結合すると、誤った領域を塗りつぶしてしまう場合がある。

【0033】

10

20

30

40

50

そこで、識別領域推定部 1 1 2 は、画像データ取得部 1 1 1 より入力された画像データのエッジ情報に基づいて、任意の画素点が属する識別領域を推定する。推定方法について、図 2 を用いて説明する。

【 0 0 3 4 】

識別領域推定部 1 1 2 は、まず、識別領域を推定する対象の画素点 P を選択する。次に、その画素点 P から延びる直線を選択する。その直線上を画素点 P から離れる方向に向かって階調の変化が所定以上であるエッジを探索する。エッジを最初に発見した時にエッジにおける画素値の階調の変化から画素点 P の識別領域を推定する。例えば、図 2 において、直線 L 1 を選択した場合、直線 L 1 上を画素点 P から離れる方向に向かって探索すると、階調が濃から淡に変化するエッジを最初に検出できる。これにより、画素点 P は濃色であったと推定できるため、黒領域 A と推定する。 10

【 0 0 3 5 】

同様にして、画素点 P を通る互いに異なる方向の多数の直線について黒領域 A と白領域 B のいずれであるかを推定する。直線の方法は例えば、10° 間隔の 36 方向とする。直線 L 2 を選択した場合は、本来あるべき場所でエッジを検出できず、誤った場所で階調が淡から濃に変化するエッジを検出するため、画素点 P は白領域 B と推定する。また、直線 L 3 を選択した場合は、エッジを検出しないまま画面端に到達するため、画素点 P の識別領域を推定できず不明とする。

【 0 0 3 6 】

識別領域決定部 1 1 3 は、識別領域推定部 1 1 2 が画素点 P から延びる全ての直線について推定した結果を集計して、集計結果に基づいて画素点 P が属する識別領域を決定する。集計結果の例を図 3 に示す。この例では、濃から淡のエッジを検出したことにより黒領域 A と推定した回数が 2 3 回、淡から濃のエッジを検出したことにより白領域 B と推定した回数が 1 0 回、エッジを検出しなかったことにより推定結果不明であった回数が 3 回となった。識別領域決定部 1 1 3 は、推定回数が最も多かった黒領域 A を画素点 P が属する識別領域であると決定する。 20

【 0 0 3 7 】

識別領域推定部 1 1 2 と識別領域決定部 1 1 3 は、原画像の全ての画素点について、識別領域を推定し、決定する。画像生成部 1 1 4 は、識別領域決定部 1 1 3 が黒領域 A と決定した画素点の位置は黒色を表示させる。また、識別領域決定部 1 1 3 が白領域 B と決定した画素点の位置は白色を表示させる。そして全ての画素点に白色又は黒色を表示させた復元画像を生成する。生成した復元画像は記憶部 1 3 に記憶し、表示部 1 4 に表示する。 30

【 0 0 3 8 】

以上のように構成された画像復元装置 1 の CPU 1 1 が実行する画像復元処理について、図 4 のフローチャートに沿って詳細に説明する。

【 0 0 3 9 】

まず、画像データ取得部 1 1 1 が通信部 1 2 又は記憶部 1 3 から画像データ取得する（ステップ S 1 0 1）。取得した画像データが示す原画像の任意の画素点 P を選択する（ステップ S 1 0 2）。ここで、画素点 P を選択する順番は任意の順番でよい。例えば画像の左上から水平方向に順に選択してもよく、あるいは、画像の中心から渦巻き状に選択してもよい。 40

【 0 0 4 0 】

次に、識別領域推定部 1 1 2 は、選択した画素点 P から延びる直線を特定する（ステップ S 1 0 3）。直線の方法は、予め定めた方向の中から選択した方向である。例えば、10° 間隔の 36 方向から 1 方向を選択して直線を特定する。

【 0 0 4 1 】

識別領域推定部 1 1 2 は、ステップ S 1 0 3 で特定した直線上を画素点 P から離れる方向に向かってエッジを探索する（ステップ S 1 0 4）。そしてエッジを最初に検出した時に（ステップ S 1 0 5 : Yes）、エッジにおける階調の変化より画素点 P が黒領域 A と白領域 B のいずれであるかを推定する（ステップ S 1 0 6）。例えば、濃から淡に変化し 50

ている場合には黒領域 A と推定し、淡から濃に変化している場合には白領域 B と推定する。

【0042】

一方、直線上を探索し、エッジを検出しせずに画像端に達した場合は（ステップ S 1 0 5 : N o ）、識別領域推定部 1 1 2 は、画素点 P が黒領域 A と白領域 B のいずれであるかを推定できず、推定結果は不明であるとする（ステップ S 1 0 7 ）。

【0043】

そして、画素点 P から延びる全ての直線について推定結果を得た場合は（ステップ S 1 0 8 : Y e s ）、ステップ S 1 0 9 に進む。一方、画素点 P から延びる全ての直線について推定結果を得ていない場合は（ステップ S 1 0 8 : N o ）、ステップ S 1 0 3 に戻る。そして、画素点 P から延びる全ての直線について推定結果を得るまで、ステップ S 1 0 3 からステップ S 1 0 8 を繰り返す。 10

【0044】

ステップ S 1 0 9 では、識別領域決定部 1 1 3 は識別領域推定部 1 1 2 が識別領域を推定した回数を識別領域毎に集計する。そして、画素点 P の属する識別領域を、最も推定回数が多かった識別領域に決定する（ステップ S 1 0 9 ）。

【0045】

そして、原画像の全ての画素点について識別領域を決定した場合は（ステップ S 1 1 0 : Y e s ）、ステップ S 1 1 1 に進む。一方、全ての画素点 P について識別領域を決定していない場合は（ステップ S 1 1 0 : N o ）、ステップ S 1 0 2 に戻る。そして、全ての画素点 P について識別領域を決定するまで、ステップ S 1 0 2 からステップ S 1 1 0 を繰り返す。 20

【0046】

ステップ S 1 1 1 では、画像生成部 1 1 4 は、識別領域決定部 1 1 3 が黒領域 A と決定した画素点の位置に黒色を表示させる。また、識別領域決定部 1 1 3 が白領域 B と決定した画素点の位置に白色を表示させる。そして全ての画素点に白色又は黒色を表示させた復元画像を生成する（ステップ S 1 1 1 ）。

そして生成した復元画像を記憶部 1 3 に記憶し、表示部 1 4 に表示して（ステップ S 1 1 2 ）処理を終了する。

【0047】

以上説明したように、本実施の形態においては、識別領域推定部 1 1 2 は、原画像内の任意の画素点 P から延びる直線上を画素点 P から離れる方向に探索し、エッジを最初に検出したときに、エッジにおける画素値の変化に基づいて画素点 P が属する識別領域を推定する。また、識別領域決定部 1 1 3 は、識別領域推定部 1 1 2 が互いに異なる方向の多数の直線について識別領域を推定した推定回数を集計し、画素点 P が属する識別領域を推定回数が最も多い識別領域に決定する。そして画像生成部 1 1 4 は、識別領域決定部 1 1 3 が原画像内の全ての画素点について決定した識別領域に対応する色を、各々の画素点の位置に示した復元画像を生成する。これにより、原画像の画像データが不完全なエッジ情報を含む場合であっても、精度の高い復元画像を生成することができる。 30

【0048】

（実施の形態 2 ）

本発明の実施の形態 2 について図面を参照して詳細に説明する。 40

【0049】

本実施の形態に係る画像復元装置 1 は、実施の形態 1 と同様に図 1 に示す構成を有する。しかし、識別領域推定部 1 1 2 が行う識別領域の推定の方法、及び識別領域決定部 1 1 3 が行う識別領域の決定の方法が実施の形態 1 と異なる。

【0050】

本実施の形態に係る識別領域の推定方法について、図 5 を用いて説明する。

【0051】

識別領域推定部 1 1 2 は、まず、画像端に存する任意の画素点 Q を選択する。次に、その画素点 Q から延びる直線を選択する。その直線上を画素点 Q から離れる方向に向かって 50

階調の変化が所定以上であるエッジを探索する。

【 0 0 5 2 】

例えば、図 5 の例において、直線 L 5 を選択した場合、画素点 Q から最初に検出する第 1 エッジまでの a 区間にある直線 L 5 上の点は識別領域が不明であると推定する。

【 0 0 5 3 】

a 区間の最後の第 1 エッジは濃から淡に変化している。そして次に検出した第 2 エッジは淡から濃に変化している。これにより第 1 エッジと第 2 エッジの間の b 区間は淡色であると推定できるため、b 区間にある直線 L 5 上の点は白領域 B であると推定する。

【 0 0 5 4 】

b 区間の最後の第 2 エッジは淡から濃に変化している。そして次に検出した第 3 エッジは濃から淡に変化している。第 2 エッジと第 3 エッジの間の c 区間は濃色であると推定できるため、c 区間にある直線 L 5 上の点は黒領域 A であると推定する。

【 0 0 5 5 】

このようにして、直線 L 5 を a ~ f 区間に分け、各区間にある直線 L 5 上の点が黒領域 A と白領域 B の何れであるかを推定する。

【 0 0 5 6 】

最後の f 区間にある直線 L 5 上の点は、第 5 エッジが濃から淡に変化し、その後エッジを検出できないため、白領域 B であると推定する。

【 0 0 5 7 】

他の直線 L 6 上の g 区間のように、先の第 6 エッジで淡から濃に変化し、次の第 7 エッジで淡から濃に変化した場合は、g 区間が濃色であるか淡色であるか推定できない。この場合は識別領域を推定できないため、推定結果は不明とする。

【 0 0 5 8 】

同様にして、画素点 Q を通る互いに異なる方向の多数の直線上の画素点が、それぞれ黒領域 A と白領域 B のいずれであるかを推定する。直線の方法は例えば、10° 間隔とする。また、画像端にある他の画素点 Q を通る互いに異なる方向の多数の直線上の画素点についても、同様の推定を行う。

【 0 0 5 9 】

識別領域決定部 1 1 3 は、識別領域推定部 1 1 2 が画像端にある全ての画素点 Q から延びる全ての直線上の画素点について推定した結果を原画像内の画素点毎に集計する。集計する推定結果は、任意の画素点を通る互いに異なる多数の方向（例えば 10° 間隔の 36 方向）の直線について推定した結果であるため、実施の形態 1 と同等の推定結果を得ることができる。

【 0 0 6 0 】

この推定方法は、画素点 Q から延びる直線上の画素点について、一度に多数の画素点の推定結果が得られる。よって、この方法は、実施の形態 1 の全ての画素点 P のそれぞれについて多数の直線上のエッジに基づいて識別領域を推定する方法と比較して、計算量を大幅に軽減することができる。

【 0 0 6 1 】

集計結果は、実施の形態 1 と同様に図 3 の例に示すような結果となる。識別領域決定部 1 1 3 は、識別領域の推定回数が最も多かった識別領域を、各画素点が属する識別領域であると決定する。

【 0 0 6 2 】

識別領域推定部 1 1 2 と識別領域決定部 1 1 3 は、原画像の全ての画素点について、識別領域を推定し、決定する。画像生成部 1 1 4 は、識別領域決定部 1 1 3 が黒領域 A と決定した画素点の位置は黒色を表示させる。また、識別領域決定部 1 1 3 が白領域 B と決定した画素点の位置は白色を表示させる。そして全ての画素点に白色又は黒色を表示させた復元画像を生成する。そして生成した復元画像を記憶部 1 3 に記憶し、表示部 1 4 に表示する。

【 0 0 6 3 】

以上のように構成された画像復元装置 1 の CPU 1 1 が実行する画像復元処理について、図 6 のフローチャートに沿って詳細に説明する。

【0064】

まず、画像データ取得部 1 1 1 が通信部 1 2 又は記憶部 1 3 から画像データ取得する（ステップ S 2 0 1）。取得した画像データが示す原画像の画像端に位置する任意の画素点 Q を選択する（ステップ S 2 0 2）。ここで、画素点 Q を選択する順番は任意の順番でよい。例えば画像の左上から時計回り又は反時計回りに順に選択してもよい。

【0065】

次に、識別領域推定部 1 1 2 は、選択した画素点 Q から延びる直線を特定する（ステップ S 2 0 3）。直線の方法は予め定めた方向の中から選択した方向である。例えば、10° 間隔の方向から選択して直線を特定する。

【0066】

識別領域推定部 1 1 2 は、ステップ S 2 0 3 で特定した直線上を画素点 Q から離れる方向に向かってエッジを探索する（ステップ S 2 0 4）。そしてエッジを検出した場合は（ステップ S 2 0 5：Yes）、各エッジにおける画素値の階調の変化より直線上の画素点が黒領域 A と白領域 B のいずれであるかを推定する（ステップ S 2 0 6）。

【0067】

具体的には、図 5 の例において、直線 L 5 上を探索したとき、画素点 Q から最初の第 1 エッジまでの a 区間の画素点は不明とする。濃から淡に変化している第 1 エッジと淡から濃に変化している第 2 エッジの間の b 区間の画素点は白領域 B と推定する。また、淡から濃に変化している第 2 エッジと濃から淡に変化している第 3 エッジの間の c 区間の画素点は黒領域 A と推定する。また、最後の第 5 エッジから画像端までの f 区間は白領域 B と推定する。直線 L 6 上を探索したとき、淡から濃に変化している第 6 エッジと淡から濃に変化している第 7 エッジの間の g 区間の画素点の推定結果は不明とする。

【0068】

一方、他の直線（例えば L 7）上を探索し、エッジを検出せずに画像端に達した場合は（ステップ S 2 0 5：No）、識別領域推定部 1 1 2 は、この直線上の画素点が黒領域 A と白領域 B のいずれであるかを推定できず、推定結果は不明とする（ステップ S 2 0 7）。

【0069】

そして、画素点 Q から延びる全ての直線上の画素点について推定結果を得た場合は（ステップ S 2 0 8：Yes）、ステップ S 2 0 9 に進む。一方、画素点 Q から延びる全ての直線上の画素点について推定結果を得ていない場合は（ステップ S 2 0 8：No）、ステップ S 2 0 3 に戻る。そして、画素点 Q から延びる全ての直線上の画素点について推定結果を得るまで、ステップ S 2 0 3 からステップ S 2 0 8 を繰り返す。

【0070】

ステップ S 2 0 9 では、原画像の画像端の全ての画素点 Q から延びる直線上の画素点の推定を行ったか否かを判定する。原画像の画像端の全ての画素点 Q から延びる直線上の画素点の推定を行った場合は（ステップ S 2 0 9：Yes）、ステップ S 2 1 0 に進む。一方、原画像の画像端の全ての画素点 Q から延びる直線上の画素点の推定を行っていない場合は（ステップ S 2 0 9：No）、ステップ S 2 0 2 に戻る。そして、画像端の全ての画素点 Q から延びる直線上の画素点について推定結果を得るまで、ステップ S 2 0 2 からステップ S 2 0 9 を繰り返す。

【0071】

ステップ S 2 1 0 では、識別領域決定部 1 1 3 は識別領域推定部 1 1 2 が識別領域を推定した回数を各画素点について識別領域毎に集計する（ステップ S 2 1 0）。そして、各画素点の属する識別領域を、最も推定回数が多かった識別領域に決定する（ステップ S 2 1 1）。

【0072】

そして、画像生成部 1 1 4 は、識別領域決定部 1 1 3 が黒領域 A と決定した画素点の位

置に黒色を表示させる。また、識別領域決定部 1 1 3 が白領域 B と決定した画素点の位置に白色を表示させる。そして全ての画素点に白色又は黒色を表示させた復元画像を生成する（ステップ S 2 1 2）。そして生成した復元画像を記憶部 1 3 に記憶し、表示部 1 4 に表示する（ステップ S 1 1 3）。

【 0 0 7 3 】

以上説明したように、本実施の形態においては、識別領域推定部 1 1 2 は、原画像の画像端に存する任意の画素点 Q から延びる、互いに異なる方向の多数の直線上を画素点 Q から離れる方向にエッジを探索し、直線上の互いに隣り合う 2 つのエッジの間に存する画素点の属する識別領域を当該 2 つのエッジにおける画素値の変化に基づいて推定する。また、識別領域決定部 1 1 3 は、識別領域推定部 1 1 2 が各画素点について互いに異なる方向の多数の直線について識別領域を推定した推定回数を集計し、各画素点が属する識別領域を推定回数が最も多い識別領域に決定する。そして画像生成部 1 1 4 は、識別領域決定部 1 1 3 が原画像内の全ての画素点について決定した識別領域に対応する色を、各々の画素点の位置に示した復元画像を生成する。これにより、原画像の画像データが不完全なエッジ情報を含む場合であっても、精度の高い復元画像を生成することができるとともに、CPU 1 1 の処理量を大幅に軽減させることができる。

【 0 0 7 4 】

（実施の形態 3）

本発明の実施の形態 3 について図 7 を参照して詳細に説明する。

【 0 0 7 5 】

本実施の形態に係る画像復元装置 3 は、図 7 に示すように、CPU 3 3、通信部 1 2、記憶部 1 3、表示部 1 4 から構成される情報端末である。通信部 1 2 には、2 つのカメラ 3 1 からなるステレオカメラが接続されており、通信部 1 2 は、2 つのカメラ 3 1 が撮影した画像データを受信する。

【 0 0 7 6 】

記憶部 1 3 は、大容量の記憶装置であり、CPU 3 3 の処理により生成した 3 次元データや復元画像を記憶する。また、記憶部 1 3 は、CPU 3 3 が実行するプログラムも記憶する。表示部 1 4 は、画像、文字等の情報表示出力を行うディスプレイであり、CPU 3 3 が生成した復元画像等を表示する。

【 0 0 7 7 】

CPU 3 3 は、記憶部 1 3 に記憶しているプログラムを実行することにより、図 7 に示すように、画像データ取得部 1 1 1、3 次元データ生成部 3 3 1、識別領域推定部 1 1 2、識別領域決定部 1 1 3、画像生成部 1 1 4 として機能する。

【 0 0 7 8 】

画像データ取得部 1 1 1 は、2 つのカメラ 3 1 から受信した画像データを取得して 3 次元データ生成部 3 3 1 へ出力する。3 次元データ生成部 3 3 1 は、画像データ取得部 1 1 1 から入力された画像データに基づいて、原画像の各画素点の 3 次元座標を含む 3 次元データを生成する。ステレオカメラの画像に基づいて 3 次元座標を求める方法は、従来の三角測量の原理等を用いた方法である。

【 0 0 7 9 】

ここで、画像データ取得部 1 1 1 が取得する画像データは、2 以上の識別領域を有する原画像を示す画像データであって、識別領域の境界を示すエッジの情報を含むものである。識別領域は、特定の方向の 3 次元座標値で分類される領域である。例えば、画像データは、多層プリント基板を X 線撮影装置で撮影した X 線画像のデータである。このときの識別領域は、多層プリント基板の特定の層において配線パターンがない箇所を基準とする基板厚さ方向の 3 次元座標値で分類された領域である。なお、本実施の形態における 3 次元座標値がエッジを検出し、識別領域を推定するために参照する固有値である。

【 0 0 8 0 】

2 つのカメラ 3 1（X 線撮影装置）で多層プリント基板を X 線撮影した場合、特定の層において金属からなる配線パターンのある部分が黒く示される。2 つのカメラ 3 1 が撮影

した2つのX線画像に基づいて3次元データ生成部331が3次元座標を算出した場合、特定の層において配線パターンのある部分の3次元座標を得ることができる。ここで、この特定の層において、配線パターンのある領域を黒領域Aと呼び、配線パターンのない領域を白領域Bと呼ぶ。

【0081】

3次元座標が示す黒領域Aと白領域Bの基板厚さ方向の座標値の差はわずかであり、エッジのない部分において黒領域A、白領域Bを判別するのは困難である。しかし、黒領域Aと白領域Bの境界部分には、基板厚さ方向に生じた段差（配線の厚み）からなるエッジがあるため、エッジ部分においてエッジのどちら側が黒領域A又は白領域Bであるかは明確に判別できる。例えば、基板厚さ方向の3次元座標値の高い方が黒領域Aであり、低い方が白領域Bとなる。

【0082】

なお、わずかな段差のみから検出する黒領域Aと白領域Bの境界を示すエッジは、不完全であり、エッジが途切れ、又は位置がずれ、又は本来存在しないエッジが現れる場合がある。このような場合、エッジが閉じていないために単純に塗りつぶしができない。また、近隣のエッジが連続すると推定して結合すると、誤った領域を塗りつぶしてしまう。

【0083】

そこで、識別領域推定部112は、3次元データ生成部331より入力された3次元データのエッジ情報に基づいて、各画素点が属する識別領域を推定する。推定方法は、実施の形態1、2と同様である。

【0084】

実施の形態1の方法を用いるときは、まず、識別領域を推定する対象の画素点Pを選択する。次に、その画素点Pから延びる直線を選択する。その直線上を画素点Pから離れる方向に向かって厚さ方向の座標値の変化が所定以上であるエッジを探索する。エッジを最初に発見した時にエッジにおける座標値の変化から画素点Pの識別領域を推定する。例えば、図2において、直線L1を選択した場合、直線L1上を画素点Pから離れる方向に向かって探索すると、座標値が高から低に変化するエッジを最初に検出できる。これにより、画素点Pは座標値が高であると推定できるため、画素点Pは黒領域Aと推定する。

【0085】

同様にして、画素点Pを通る互いに異なる方向の多数の直線について黒領域Aと白領域Bのいずれであるかを推定する。直線の方法は例えば、10°間隔の36方向とする。直線L2を選択した場合は、本来あるべき場所でエッジを検出できず、誤った場所で座標値が低から高に変化するエッジを検出するため、画素点Pは白と推定する。また、直線L3を選択した場合は、エッジを検出しないまま画像端に到達するため、画素点Pの識別領域を推定できず不明とする。

【0086】

識別領域決定部113は、識別領域推定部112が画素点Pから延びる全ての直線について推定した結果を集計して、推定回数が最も多い識別領域が、画素点Pが属する識別領域であると決定する。

【0087】

画像生成部114は、識別領域決定部113が黒領域Aと決定した画素点の位置は黒色を表示させる。また、識別領域決定部113が白領域Bと決定した画素点の位置は白色を表示させる。そして全ての画素点に白色又は黒色を表示させた復元画像を生成する。そして生成した復元画像を記憶部13に記憶し、表示部14に表示する。

【0088】

以上のように構成された画像復元装置3のCPU33が実行する画像復元処理は実施の形態1と同様である。

【0089】

一方、実施の形態2の方法を用いるときは、まず、画像端に存する画素点Qを選択する。次に、その画素点Qから延びる直線を選択する。その直線上を画素点Qから離れる方向

に向かって厚さ方向の座標値の変化が所定以上であるエッジを探索する。例えば、直線 L 5 を選択した場合、画素点 Q から最初に検出する第 1 エッジまでの a 区間にある直線 L 5 上の点は識別領域が不明であるとする。

【 0 0 9 0 】

a 区間の最後の第 1 エッジは高から低に変化している。そして次に検出した第 2 エッジは低から高に変化している。これより、b 区間は座標値が低であると推定できるため、第 1 エッジと第 2 エッジの間の b 区間にある直線 L 5 上の点は白領域 B であると推定する。

【 0 0 9 1 】

以下、実施の形態 2 と同様にして、画素点 Q を通る互いに異なる方向の多数の直線上の画素点が、それぞれ黒領域 A と白領域 B のいずれであるかを推定する。直線の方法は例えば、10° 間隔とする。また、画像端にある他の画素点 Q を通る互いに異なる方向の多数の直線上の画素点についても、同様の推定を行う。

【 0 0 9 2 】

識別領域決定部 1 1 3 は、識別領域推定部 1 1 2 が画像端にある全ての画素点 Q から延びる全ての直線上の画素点について推定した結果を原画像内の各画素点について識別領域毎に集計する。そして、推定回数が最も多い識別領域が、各画素点が属する識別領域であると決定する。

【 0 0 9 3 】

画像生成部 1 1 4 は、識別領域決定部 1 1 3 が黒領域 A と決定した画素点の位置は黒色を表示させる。また、識別領域決定部 1 1 3 が白領域 B と決定した画素点の位置は白色を表示させる。そして全ての画素点に白色又は黒色を表示させた復元画像を生成する。そして生成した復元画像を記憶部 1 3 に記憶し、表示部 1 4 に表示する。

【 0 0 9 4 】

以上のように構成された画像復元装置 3 の CPU 3 3 が実行する画像復元処理は実施の形態 2 と同様である。

【 0 0 9 5 】

以上説明したように、本実施の形態においては、画像データ取得部 1 1 1 が 2 つのカメラ 3 1 から取得した画像データに基づいて、3 次元データ生成部 3 3 1 が 3 次元データを生成する。識別領域推定部 1 1 2 は、原画像内の任意の画素点を通る直線上に存するエッジを検出し、エッジにおける特定の方向の 3 次元座標値の変化に基づいて当該画素点が属する識別領域を推定する。また、識別領域決定部 1 1 3 は、識別領域推定部 1 1 2 が識別領域を推定した推定回数を集計し、各画素点が属する識別領域を推定回数が最も多い識別領域に決定する。そして画像生成部 1 1 4 は、識別領域決定部 1 1 3 が原画像内の画素点について決定した識別領域に対応する色を、各々の画素点の位置に示した復元画像を生成する。これにより、原画像の 3 次元データが不完全なエッジ情報を含む場合であっても、精度の高い復元画像を生成することができる。

【 0 0 9 6 】

(実施の形態 4)

本発明の実施の形態 4 について図 8 乃至 1 3 を参照して詳細に説明する。

【 0 0 9 7 】

本実施の形態に係る画像復元装置 4 は、図 8 に示すように、CPU 4 1、通信部 1 2、記憶部 1 3、表示部 1 4、操作部 4 5 から構成される情報端末である。通信部 1 2 を介して外部から入力される画像データと操作部 4 5 から入力されるユーザの操作入力に基づいて、CPU 4 1 が原画像を復元した復元画像を生成し記憶部 1 3 に記録し、表示部 1 4 に表示する。

【 0 0 9 8 】

記憶部 1 3 は、大容量の記憶装置であり、CPU 4 1 の処理により生成した色統計データ、確率データ、復元画像を記憶する。また、記憶部 1 3 は、CPU 4 1 が実行するプログラムも記憶する。表示部 1 4 は、画像、文字等の情報表示出力を行うディスプレイであり、CPU 4 1 が生成した復元画像等を表示する。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 9 】

CPU41は、記憶部13に記憶しているプログラムを実行することにより、図8に示すように、画像データ取得部111、色統計処理部411、確率データ生成部412、識別領域推定部112、識別領域決定部113、画像生成部114として機能する。

【 0 1 0 0 】

画像データ取得部111は、外部接続したカラーカメラから通信部12を介して画像データを取得する。あるいは、通信部12を介して外部から取得し、記憶部13に記憶しておいた画像データを取得する。

【 0 1 0 1 】

画像データ取得部111が取得する画像データは、2以上の識別領域を有する原画像を示す画像データである。本実施の形態における画像データは、2以上の材料から構成された対象物をカラーカメラで光学撮影して得られるカラー写真のデータである。対象物の表面の中で2以上の材料が表面に現れた領域が、2以上の識別領域である。

【 0 1 0 2 】

例えば、画像データは、多層プリント基板を剥離した剥離基板501を光学撮影したカラー写真のデータである。識別領域は、銅箔等の導電材料が表面に現れた導電領域Cとプラスチック等の絶縁材料が表面に現れた絶縁領域Dを含む。画像データ取得部111が取得するカラー画像の例を図9に示す。

【 0 1 0 3 】

図9のカラー写真が示す剥離基板501は、茶色の配線部511、黒色のスルーホール512、濃い緑色のプラスチック部513、薄い緑色のプラスチック部514が表面に現れている。配線部511は銅箔からなり導電領域Cに含まれる。スルーホール512は、部品の端子を挿入する為の貫通穴であり、絶縁領域Dに含まれる。プラスチック部513、514は、基板の厚さや背面の材料によって色が異なって見えるが、いずれも絶縁領域Dに含まれる。

【 0 1 0 4 】

このようなカラー写真に対して、ユーザが操作部45を用いて、導電領域Cと判断できる導電サンプリング区域521を指定する。また、ユーザは、絶縁領域Dと判断できる絶縁サンプリング区域523を指定する。例えば、このとき、ユーザは、実際の基板と見比べながら導電領域Cか絶縁領域Dかを正確に判断するようにしてもよい。指定方法は、例えば、カラー写真を表示させた画面に対して、識別領域毎の色で塗りつぶして指定する。図10は、図9のカラー画像に対して、導電サンプリング区域521と絶縁サンプリング区域523を塗りつぶして指定した状態を示している。

【 0 1 0 5 】

色統計処理部411は、指定された導電サンプリング区域521、絶縁サンプリング区域523について画素値を取得する。そして、取得した画素値を導電領域C及び絶縁領域Dに分類する統計処理を行う。統計処理の結果得られた色統計データの具体例を図11に示す。

【 0 1 0 6 】

図11の表は、例えば、画素値のRGBの値が(0, 0, 1)であり、導電サンプリング区域521に指定された画素の数は50であり、絶縁サンプリング区域523に指定された画素の数は150であったことを示す。また、画素値のRGBの値が(198, 71, 85)であり、導電サンプリング区域521に指定された画素の数は120であり、絶縁サンプリング部523に指定された画素の数は30であったことを示す。

【 0 1 0 7 】

確率データ生成部412は、色統計処理部411が統計処理した結果に基づいて、各画素が導電領域Cである確率(導電可能性)を推定する。統計処理方法は任意であり、例えば、最尤推定方法を用いる。ここで、本実施の形態における導電領域Cである確率がエッジを検出し、識別領域を推定するために参照する固有値である。

【 0 1 0 8 】

図 1 1 の表の例においては、画素値の R G B の値が (0 , 0 , 1) であった画素の導電領域 C である確率は、 $25\% [= 50 / (50 + 150)]$ となる。また、画素値の R G B の値が (198 , 71 , 85) であった画素の導電領域 C である確率は、 $80\% [= 120 / (120 + 30)]$ となる。

【 0 1 0 9 】

確率データ生成部 4 1 2 は、全ての画素点について導電領域 C である確率を算出し、その確率値を各画素点の位置にマッピングした確率データマップを生成する。

【 0 1 1 0 】

確率データマップが示す導電領域 C と絶縁領域 D の確率値の差は相対的な値であり、エッジのない部分において導電領域 C、絶縁領域 D を判別するのは困難である。しかし、導電領域 C と絶縁領域 D の境界部分では、確率値の変化量が大きくなるため、エッジ部分において導電領域 C 又は絶縁領域 D がエッジのどちら側に存するかは明確に判別できる。例えば、変化量が所定値を超えているエッジ部分において、確率値が高い方が導電領域 C であり、低い方が絶縁領域 D となる。

【 0 1 1 1 】

なお、確率値のみから検出する導電領域 C と絶縁領域 D の境界を示すエッジは、不完全であり、エッジが途切れ、又は位置がずれ、又は本来存在しないエッジが現れる場合がある。このような場合、エッジが閉じていないために単純に塗りつぶしができない。また、近隣のエッジが連続すると推定して結合すると、誤った領域を塗りつぶしてしまう。

【 0 1 1 2 】

そこで、識別領域推定部 1 1 2 は、確率データ生成部 4 3 2 より入力された確率データのエッジ情報に基づいて、各画素点が属する識別領域を推定する。推定方法は、実施の形態 1、2 と同様である。

【 0 1 1 3 】

実施の形態 1 の方法を用いるときは、まず、識別領域を推定する対象の画素点 P を選択する。次に、その画素点 P から延びる直線を選択する。その直線上を画素点 P から離れる方向に向かって確率値の変化量が所定以上であるエッジを探索する。変化量の算出は、従来の任意の方法でよく、例えば、任意の画素点の八方の画素点と当該画素点との確率値の差のうち最大値を変化量として算出しても良い。

【 0 1 1 4 】

エッジを最初に発見した時にエッジにおける確率値の変化から画素点 P の識別領域を推定する。例えば、図 2 において、直線 L 1 を選択した場合、直線 L 1 上を画素点 P から離れる方向に向かって探索すると、確率値が高から低に変化するエッジを最初に検出できる。これにより、画素点 P は確率値が高であると推定できるため、画素点 P は導電領域 C と推定する。

【 0 1 1 5 】

同様にして、画素点 P を通る互いに異なる方向の多数の直線について導電領域 C と絶縁領域 D のいずれであるかを推定する。直線の方法は例えば、 10° 間隔の 36 方向とする。直線 L 2 を選択した場合は、本来あるべき場所でエッジを検出できず、誤った場所で確率値が低から高に変化するエッジを検出するため、画素点 P は絶縁領域 D と推定する。また、直線 L 3 を選択した場合は、エッジを検出しないまま画像端に到達するため、画素点 P の識別領域を推定できず不明とする。

【 0 1 1 6 】

識別領域決定部 1 1 3 は、識別領域推定部 1 1 2 が画素点 P から延びる全ての直線について推定した結果を集計して、推定回数が最も多い識別領域が、画素点 P が属する識別領域であると決定する。

【 0 1 1 7 】

画像生成部 1 1 4 は、識別領域決定部 1 1 3 が導電領域 C と決定した画素点の位置は黒色を表示させる。また、識別領域決定部 1 1 3 が絶縁領域 D と決定した画素点の位置は白色を表示させる。そして全ての画素点に白色又は黒色を表示させた復元画像を生成する。

そして生成した復元画像を記憶部 1 3 に記憶し、表示部 1 4 に表示する。図 9 の例のカラー画像に基づいて生成した復元画像は、図 1 2 に示すように、導電領域 C を正確に示した画像となる。

【 0 1 1 8 】

一方、実施の形態 2 の方法を用いるときは、まず、画像端に存する画素点 Q を選択する。次に、その画素点 Q から延びる直線を選択する。その直線上を画素点 Q から離れる方向に向かって確率値の変化量が所定以上であるエッジを探索する。例えば、直線 L 5 を選択した場合、画素点 Q から最初に検出する第 1 エッジまでの a 区間にある直線 L 5 上の点は識別領域が不明であると推定する。

【 0 1 1 9 】

a 区間の最後の第 1 エッジは高から低に変化している。そして次に検出した第 2 エッジは低から高に変化している。これより、b 区間は確率値が低であると推定できるため、第 1 エッジと第 2 エッジの間の b 区間にある直線 L 5 上の点は絶縁領域 D であると推定する。

【 0 1 2 0 】

以下、実施の形態 2 と同様にして、画素点 Q を通る互いに異なる方向の多数の直線上の画素点が、それぞれ導電領域 C と絶縁領域 D のいずれであるかを推定する。直線の方法は例えば、10° 間隔とする。また、画像端にある他の画素点 Q を通る互いに異なる方向の多数の直線上の画素点についても、同様の推定を行う。

【 0 1 2 1 】

識別領域決定部 1 1 3 は、識別領域推定部 1 1 2 が画像端にある全ての画素点 Q から延びる全ての直線上の画素点について推定した結果を原画像内の各画素点について識別領域毎に集計する。そして、推定回数が最も多い識別領域が、各画素点が属する識別領域であると決定する。

【 0 1 2 2 】

画像生成部 1 1 4 は、識別領域決定部 1 1 3 が導電領域 C と決定した画素点の位置は黒色を表示させる。また、識別領域決定部 1 1 3 が絶縁領域 D と決定した画素点の位置は白色を表示させる。そして全ての画素点に白色又は黒色を表示させた復元画像を生成する。そして生成した復元画像を記憶部 1 3 に記憶し、表示部 1 4 に表示する。

【 0 1 2 3 】

以上のように構成された画像復元装置 4 の CPU 4 1 が実行する画像復元処理を、図 1 3 のフローチャートに沿って詳細に説明する。

【 0 1 2 4 】

まず、画像データ取得部 1 1 1 が通信部 1 2 又は記憶部 1 3 から画像データ取得する（ステップ S 4 0 1）。色統計処理部 4 1 1 は、画像データ取得部 1 1 1 が取得した画像データのうち、操作部 4 5 からの入力により指定された導電サンプリング区域 5 2 1 と絶縁サンプリング区域 5 2 3 の画素値を取得する（ステップ S 4 0 2）。そして、取得した画素値を導電領域 C 及び絶縁領域 D に分類する統計処理を行う（ステップ S 4 0 3）。

【 0 1 2 5 】

確率データ生成部 4 1 2 は、色統計処理部 4 1 1 が統計処理した結果に基づいて、各画素が導電領域 C である確率を推定する（ステップ S 4 0 3）。そして、確率データ生成部 4 1 2 は、全ての画素について導電領域 C である確率を算出し、その確率値を各画素の位置にマッピングした確率データマップを生成する（ステップ S 4 0 4）。

【 0 1 2 6 】

ステップ S 4 0 4 で確率データマップを生成した後は、図 4 のステップ S 1 0 2、又は図 6 のステップ S 2 0 2 に進む。その後は、実施の形態 1、2 と同様である。つまり、ステップ S 4 0 4 で生成した確率データマップから確率値の変化量が所定以上であるエッジを検出し、そのエッジ情報に基づいて復元画像を生成する。

【 0 1 2 7 】

以上説明したように、本実施の形態においては、色統計処理部 4 1 1 は、画像データ取

10

20

30

40

50

得部 1 1 1 が取得したカラー画像データのうち、操作部 4 5 への入力により指定された導電サンプリング区域 5 2 1 と絶縁サンプリング区域 5 2 3 の画素値について色統計処理を行う。確率データ生成部 4 1 2 は、色統計処理の結果に基づいて、各画素が導電領域 C である確率を算出する。識別領域推定部 1 1 2 は、原画像内の任意の画素点を通る直線上における確率値の変化量が所定値以上であるエッジを検出し、エッジにおける確率値の変化に基づいて当該画素点が属する識別領域を推定する。また、識別領域決定部 1 1 3 は、識別領域推定部 1 1 2 が識別領域を推定した推定回数を集計し、各画素点に属する識別領域を推定回数が最も多い識別領域に決定する。そして画像生成部 1 1 4 は、識別領域決定部 1 1 3 が原画像内の画素点について決定した識別領域に対応する色を、各々の画素点の位置に示した復元画像を生成する。これにより、カラー画像から得られる確率データマップが不完全なエッジ情報を含む場合であっても、精度の高い復元画像を生成することができる。

【 0 1 2 8 】

このように本発明は、原画像内の任意の直線上に存するエッジを検出し、エッジにおける固有値の変化に基づいて直線上の画素点に属する識別領域を推定し、画素点を通る互いに異なる方向の多数の直線について識別領域を推定した推定回数を識別領域毎に集計し、当該画素点に属する識別領域を推定回数が最も多い識別領域に決定する。そして、原画像内の全ての画素点について決定した識別領域に対応する色を、各々の画素点の位置に示した復元画像を生成することとした。これにより、不完全なエッジ情報を含む場合であっても、精度の高い復元画像を生成することが可能となる。

【 0 1 2 9 】

なお、本発明は、本発明の広義の趣旨及び範囲を逸脱することなく、様々な実施の形態及び変形が可能とされるものである。また、上述した実施の形態は、本発明を説明するためのものであり、本発明の範囲を限定するものではない。つまり、本発明の範囲は、実施の形態ではなく、特許請求の範囲によって示される。そして、特許請求の範囲内及びそれと同等の発明の意義の範囲内で施される様々な変形が、本発明の範囲内とみなされる。

【 0 1 3 0 】

例えば、画像データ取得部 1 1 1 が取得する原画像の画像データが、黒領域 A と白領域 B の 2 つの識別領域を有するとししたが、識別領域は 3 以上あってもよい。例えば、3 色以上を有する識別領域、または、3 段階以上に分類した階調や 3 次元座標値を有する識別領域であってもよい。識別領域が 3 以上である場合も、エッジの両側の画素値の変化に基づいて識別領域を推定することができる。

【 0 1 3 1 】

また、原画像の画像データは X 線画像の場合について説明したが、エッジを検出できる画像であれば、任意の画像を復元することができる。例えば、超音波診断画像等に適用することができる。

【 0 1 3 2 】

また、画素点 P から離れる方向にエッジを探索しエッジを発見できなかったときは推定結果不明としたが、予め定めた識別領域であると推定しても良い。また、画素点 Q から離れる方向にエッジを探索し、画素点 Q から最初のエッジまでの区間の画素点は推定結果不明としたが、予め定めた識別領域であると推定しても良く、あるいは、最初のエッジにおける画素値の変化に基づいて識別領域を推定しても良い。

【 0 1 3 3 】

また、実施の形態 4 において、操作部 4 5 を用いて指定した導電サンプリング区域 5 2 1 と絶縁サンプリング区域 5 2 3 の画素値について統計処理を行い、統計処理結果に基づいて確率データを生成するとししたが、この統計処理及び確率データ生成を事前に行って記憶部 1 3 に記憶しておき、その確率データを画像復元処理に繰り返し使用するようによってもよい。

【 0 1 3 4 】

また、実施の形態 4 において、CPU 4 1 は、導電領域 C である確率を算出し、その確

率の変化量に基づいてエッジを検出し、画素点が属する識別領域を推定するとしたが、絶縁領域Dである確率を算出し、その確率の変化量に基づいてエッジを検出し、画素点が属する識別領域を推定するようにしてもよい。あるいは、CPU 41は、複数の識別領域である確率をそれぞれ算出し、それらに基づいて識別領域を推定するようにしてもよい。

【0135】

また、CPU 11、33、41が実行した処理のプログラムを、既存のコンピュータ等の情報端末で実行させることにより、当該情報端末を本発明に係る画像復元装置1、3として機能させることも可能である。

【0136】

このようなプログラムの配布方法は任意であり、例えば、CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory)、DVD (Digital Versatile Disc)、MO (Magneto Optical Disc)、メモリカード等のコンピュータ読み取り可能な記録媒体に格納して配布してもよいし、インターネット等の通信ネットワークを介して配布してもよい。

【0137】

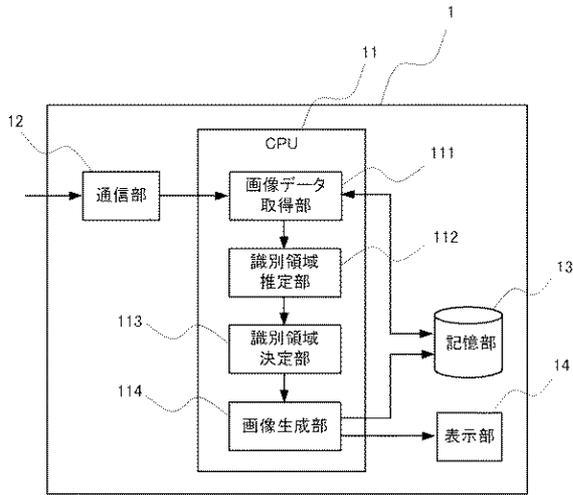
本出願は、2014年2月25日に出願された日本国特許出願特願2014-34322号に基づく。本明細書中に日本国特許出願特願2014-34322号の明細書、特許請求の範囲、及び図面全体を参照として取り込むものとする。

【符号の説明】

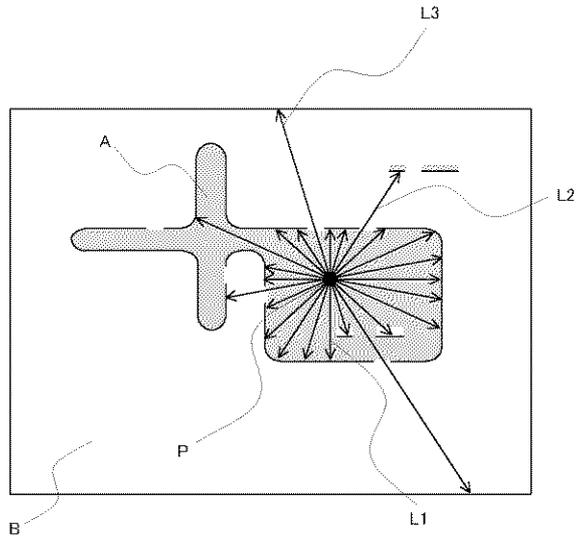
【0138】

- 1, 3, 4 画像復元装置 20
- 11, 33, 41 CPU
- 111 画像データ取得部
- 112 識別領域推定部
- 113 識別領域決定部
- 114 画像生成部
- 12 通信部
- 13 記憶部
- 14 表示部
- 31 カメラ
- 331 3次元データ生成部 30
- 411 色統計処理部
- 412 確率データ生成部
- 45 操作部
- 501 剥離基板
- 511 配線部
- 512 スルーホール
- 513, 514 プラスチック部
- 521 導電サンプリング区域
- 523 絶縁サンプリング区域

【図1】



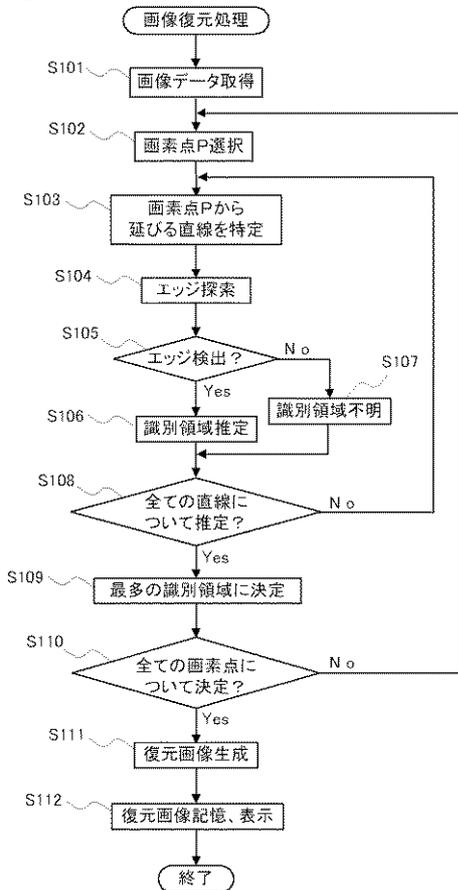
【図2】



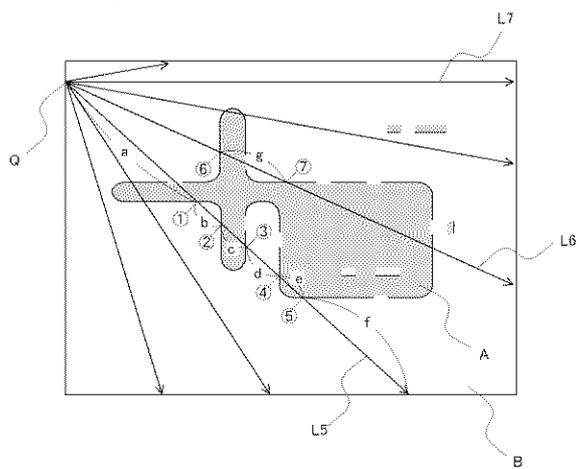
【図3】

エッジ	推定結果	推定回数	判定
	濃から淡	黒(A)	黒(A)
	淡から濃	白(B)	
	検出なし	不明	

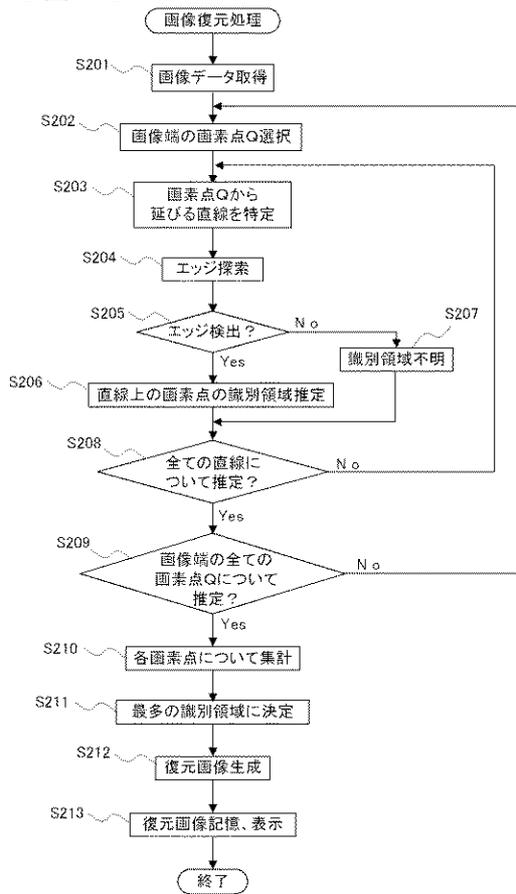
【図4】



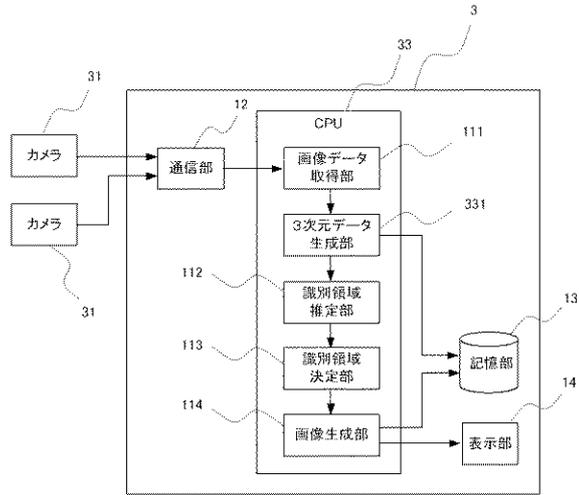
【図5】



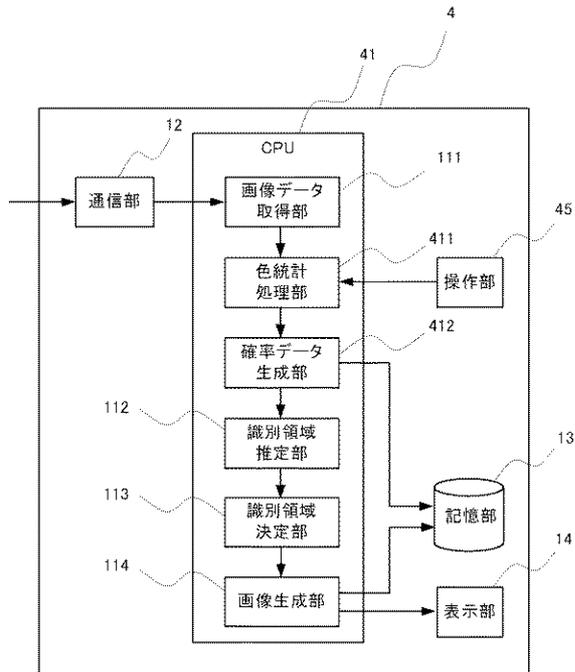
【図6】



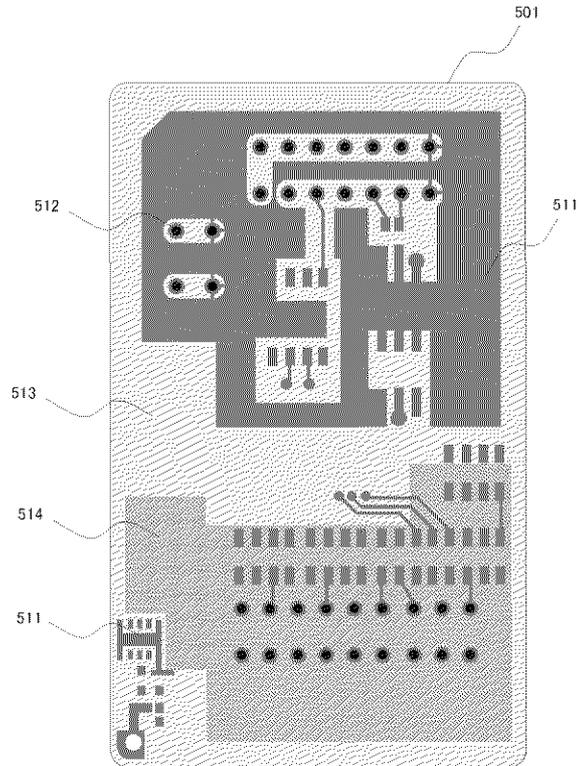
【図7】



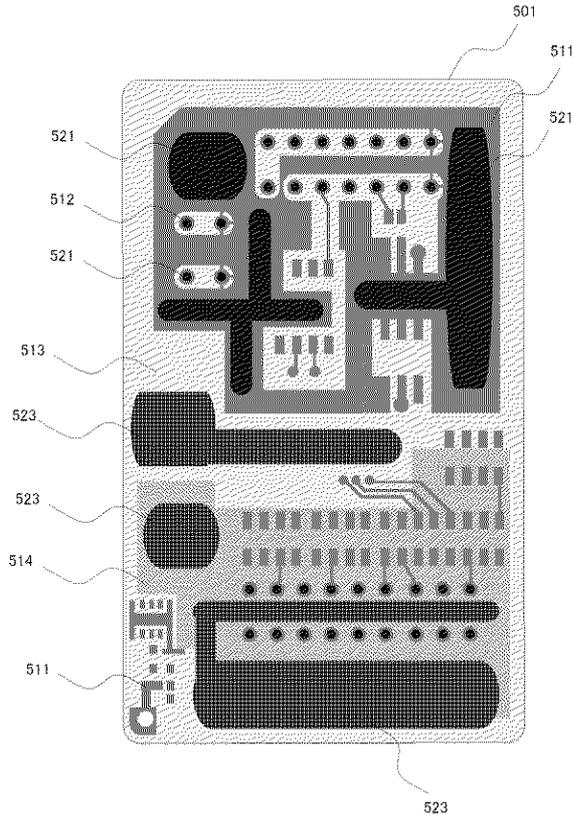
【図8】



【図9】



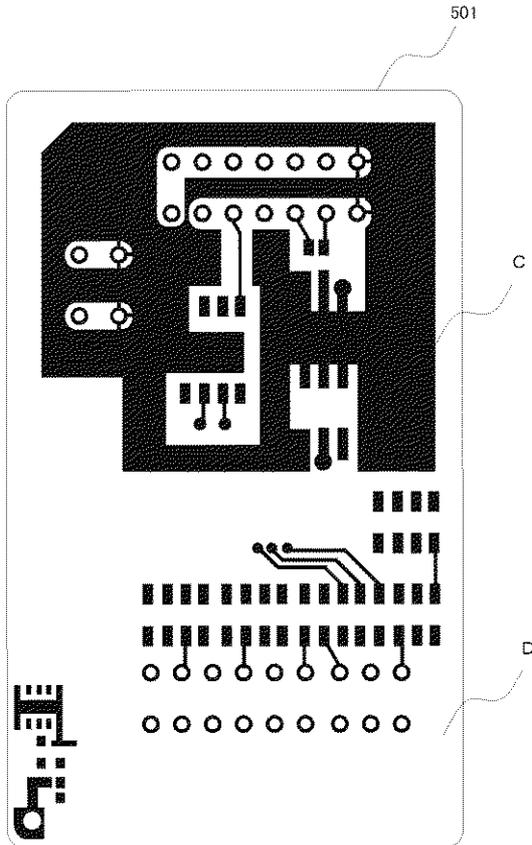
【図10】



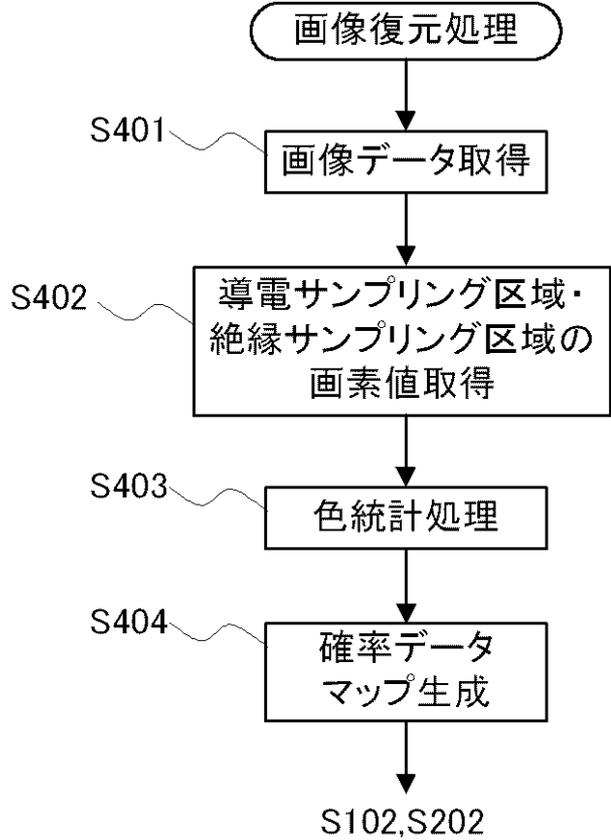
【図11】

R	画素値		導電指定の画素数	絶縁指定の画素数	導電可能性 (%)
	G	B			
0	0	0			
0	0	1	50	150	25
0	0	2	50	150	25
	⋮				
0	128	6	10	190	5
	⋮				
198	71	85	120	30	80
	⋮				
255	255	255	20	480	4

【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 藤村 恒太

茨城県つくば市梅園2-7-3 つくばシティビル403 株式会社アプライド・ビジョン・システムズ内

審査官 佐田 宏史

(56)参考文献 特開2004-102402(JP,A)

特開平8-068765(JP,A)

特開2009-068995(JP,A)

特開2008-268026(JP,A)

特開2006-288467(JP,A)

特開2010-256053(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 1/00, 5/00, 7/00-7/90

G01B 11/00-11/30