

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5788367号  
(P5788367)

(45) 発行日 平成27年9月30日(2015.9.30)

(24) 登録日 平成27年8月7日(2015.8.7)

(51) Int.Cl. F I  
**GO6M 11/00 (2006.01)** GO6M 11/00 D  
 GO6M 11/00 U

請求項の数 11 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2012-173112 (P2012-173112)	(73) 特許権者	000006655 新日鐵住金株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
(22) 出願日	平成24年8月3日(2012.8.3)	(73) 特許権者	000203977 日鉄住金テックスエンジ株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目5番2号
(65) 公開番号	特開2014-32553 (P2014-32553A)	(74) 代理人	100090273 弁理士 園分 孝悦
(43) 公開日	平成26年2月20日(2014.2.20)	(72) 発明者	安部 道弘 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新 日本製鐵株式会社内
審査請求日	平成26年9月19日(2014.9.19)	(72) 発明者	原田 稔 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新 日本製鐵株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 長尺物本数測定装置、長尺物本数測定方法、及びコンピュータプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

端面が開口していない状態であり且つ所定の色で着色されている状態である複数の長尺物の本数であって、相互に隣接する長尺物の少なくとも一部の領域に隙間が形成されるように段積みされている複数の長尺物の本数を測定する長尺物本数測定装置であって、

前記複数の長尺物の端面を撮像することにより得られたカラー画像である元画像を取得する元画像取得手段と、

前記元画像取得手段により取得された元画像から、前記端面の色に応じて予め設定された第1の色空間要素の値を導出し、それぞれの画素が、当該第1の色空間要素の値に応じた画素値を有する第1のグレースケール画像を作成する第1のグレースケール画像作成手段と、

前記第1のグレースケール画像作成手段により作成された第1のグレースケール画像を2値化してグレースケール2値化画像を作成するグレースケール2値化画像作成手段と、

前記グレースケール2値化画像作成手段により作成されたグレースケール2値化画像に基づいて、前記端面の色に対応する画素値を有する一纏まりの領域を識別し、識別した一纏まりの領域の外縁と内縁の位置を、それぞれ当該一纏まりの領域が存在している方向に移動させることにより、当該一纏まりの領域を複数の領域に分離する領域分離手段と、

前記領域分離手段により分離された領域の数に基づいて、前記複数の長尺物を計数する計数手段と、

前記計数手段により計数された前記複数の長尺物の数を含む情報を出力する出力手段と

、を有し、

前記第1の色空間要素は、前記段積みされている複数の長尺物の端面の色である場合と、前記段積みされている複数の長尺物の端面の背景の色である場合とで異なる値をとる要素であることを特徴とする長尺物本数測定装置。

【請求項2】

前記領域分離手段は、前記端面の色に対応する画素値を有する一纏まりの領域の外縁と内縁に位置する画素の位置を、当該画素を接点とする接線に垂直な方向であって、当該当該一纏まりの領域が存在している方向にそれぞれ移動させることにより、当該一纏まりの領域を複数の領域に分離することを特徴とする請求項1に記載の長尺物本数測定装置。

【請求項3】

前記元画像取得手段により取得された元画像から、前記端面の色に応じて予め設定された第2の色空間要素の値を導出し、それぞれの画素が、当該第2の色空間要素の値に応じた画素値を有する第2のグレースケール画像を作成する第2のグレースケール画像作成手段と、

前記グレースケール2値化画像作成手段により作成されたグレースケール2値化画像に基づいて、前記端面の色に対応する画素値を有する領域を、前記第2のグレースケール画像作成手段により作成された第2のグレースケール画像から抽出して計数対象領域抽出画像を作成する計数対象領域抽出画像作成手段と、

前記計数対象領域抽出画像作成手段により作成された計数対象領域抽出画像を2値化して計数対象領域2値化画像を作成する計数対象領域2値化画像作成手段と、を更に有し、

前記領域分離手段は、前記計数対象領域2値化画像作成手段により作成された計数対象領域2値化画像から、前記端面の色に対応する画素値を有する一纏まりの領域を識別し、識別した一纏まりの領域の外縁と内縁の位置を、それぞれ当該一纏まりの領域が存在している方向に移動させることにより、当該一纏まりの領域を複数の領域に分離し、

前記第2の色空間要素は、前記段積みされている複数の長尺物の端面の色である場合の値と、それらの間の隙間の領域の色である場合の値との差が前記第1の色空間要素におけるものよりも大きくなる要素であることを特徴とする請求項1又は2に記載の長尺物本数測定装置。

【請求項4】

前記グレースケール2値化画像作成手段により作成されたグレースケール2値化画像における、前記端面の色に対応しない画素値を有する画素からなる一纏まりの領域の画素値のうち、前記端面の色に対応する画素値を有する画素からなる一纏まりの領域に囲まれた領域の画素値を、前記端面の色に対応する画素値に変更して隙間補完後2値化画像を作成する隙間補完後2値化画像作成手段を更に有し、

前記計数対象領域抽出画像作成手段は、前記隙間補完後2値化画像作成手段により作成された隙間補完後2値化画像における、前記端面の色に対応する画素値を有する領域を、前記第2のグレースケール画像作成手段により作成された第2のグレースケール画像から抽出して計数対象領域抽出画像を作成することを特徴とする請求項3に記載の長尺物本数測定装置。

【請求項5】

前記長尺物は、所定の色で着色されたキャップが端面に取り付けられた鋼管であることを特徴とする請求項1～4の何れか1項に記載の長尺物本数測定装置。

【請求項6】

端面が開口していない状態であり且つ所定の色で着色されている状態である複数の長尺物の本数であって、相互に隣接する長尺物の少なくとも一部の領域に隙間が形成されるように段積みされている複数の長尺物の本数を測定する長尺物本数測定方法であって、

前記複数の長尺物の端面を撮像することにより得られたカラー画像である元画像を取得する元画像取得工程と、

前記元画像取得工程により取得された元画像から、前記端面の色に応じて予め設定された第1の色空間要素の値を導出し、それぞれの画素が、当該第1の色空間要素の値に応じ

10

20

30

40

50

た画素値を有する第1のグレースケール画像を作成する第1のグレースケール画像作成工程と、

前記第1のグレースケール画像作成工程により作成された第1のグレースケール画像を2値化してグレースケール2値化画像を作成するグレースケール2値化画像作成工程と、

前記グレースケール2値化画像作成工程により作成されたグレースケール2値化画像に基づいて、前記端面の色に対応する画素値を有する一纏まりの領域を識別し、識別した一纏まりの領域の外縁と内縁の位置を、それぞれ当該一纏まりの領域が存在している方向に移動させることにより、当該一纏まりの領域を複数の領域に分離する領域分離工程と、

前記領域分離工程により分離された領域の数に基づいて、前記複数の長尺物を計数する計数工程と、

前記計数工程により計数された前記複数の長尺物の数を含む情報を出力する出力工程と、を有し、

前記第1の色空間要素は、前記段積みされている複数の長尺物の端面の色である場合と、前記段積みされている複数の長尺物の端面の背景の色である場合とで異なる値をとる要素であることを特徴とする長尺物本数測定方法。

【請求項7】

前記領域分離工程は、前記端面の色に対応する画素値を有する一纏まりの領域の外縁と内縁に位置する画素の位置を、当該画素を接点とする接線に垂直な方向であって、当該当該一纏まりの領域が存在している方向にそれぞれ移動させることにより、当該一纏まりの領域を複数の領域に分離することを特徴とする請求項6に記載の長尺物本数測定方法。

【請求項8】

前記元画像取得工程により取得された元画像から、前記端面の色に応じて予め設定された第2の色空間要素の値を導出し、それぞれの画素が、当該第2の色空間要素の値に応じた画素値を有する第2のグレースケール画像を作成する第2のグレースケール画像作成工程と、

前記グレースケール2値化画像作成工程により作成されたグレースケール2値化画像に基づいて、前記端面の色に対応する画素値を有する領域を、前記第2のグレースケール画像作成工程により作成された第2のグレースケール画像から抽出して計数対象領域抽出画像を作成する計数対象領域抽出画像作成工程と、

前記計数対象領域抽出画像作成工程により作成された計数対象領域抽出画像を2値化して計数対象領域2値化画像を作成する計数対象領域2値化画像作成工程と、を更に有し、

前記領域分離工程は、前記計数対象領域2値化画像作成工程により作成された計数対象領域2値化画像から、前記端面の色に対応する画素値を有する一纏まりの領域を識別し、識別した一纏まりの領域の外縁と内縁の位置を、それぞれ当該一纏まりの領域が存在している方向に移動させることにより、当該一纏まりの領域を複数の領域に分離し、

前記第2の色空間要素は、前記段積みされている複数の長尺物の端面の色である場合の値と、それらの間の隙間の領域の色である場合の値との差が前記第1の色空間要素におけるものよりも大きくなる要素であることを特徴とする請求項6又は7に記載の長尺物本数測定方法。

【請求項9】

前記グレースケール2値化画像作成工程により作成されたグレースケール2値化画像における、前記端面の色に対応しない画素値を有する画素からなる一纏まりの領域の画素値のうち、前記端面の色に対応する画素値を有する画素からなる一纏まりの領域に囲まれた領域の画素値を、前記端面の色に対応する画素値に変更して隙間補完後2値化画像を作成する隙間補完後2値化画像作成工程を更に有し、

前記計数対象領域抽出画像作成工程は、前記隙間補完後2値化画像作成工程により作成された隙間補完後2値化画像における、前記端面の色に対応する画素値を有する領域を、前記第2のグレースケール画像作成工程により作成された第2のグレースケール画像から抽出して計数対象領域抽出画像を作成することを特徴とする請求項8に記載の長尺物本数測定方法。

10

20

30

40

50

## 【請求項 10】

前記長尺物は、所定の色で着色されたキャップが端面に取り付けられた鋼管であることを特徴とする請求項 6 ~ 9 の何れか 1 項に記載の長尺物本数測定方法。

## 【請求項 11】

請求項 1 ~ 5 の何れか 1 項に記載の長尺物本数測定装置の各手段としてコンピュータを機能させることを特徴とするコンピュータプログラム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、長尺物本数測定装置、長尺物本数測定方法、及びコンピュータプログラムに関し、特に、長尺物の画像を撮像し、撮像した画像に基づいて長尺物の本数を測定するために用いて好適なものである。

10

## 【背景技術】

## 【0002】

従来から、鉄鋼業では、棒鋼や鋼管等、製造された長尺物の本数を計数することが行われている。例えば、出荷前に出荷ロットの荷揃え等のために、製造された鋼管を、同一の仕様の鋼管毎に、スタックと呼ばれる保管場所に保管することが行われている。そして、出荷する鋼管の本数の確認等のために、スタックに保管されている鋼管の本数を出荷前に測定することが必要になる。そこで、従来は、スタックに保管されている鋼管を作業員が目視で計数するようにしていた。1つのロットに含まれる鋼管の数が増えると、多数の鋼管が1つのスタックに段積みされることになるので、このように作業員が目視で鋼管を計数すると、ヒューマンエラーが発生し、出荷すべき本数の鋼管を出荷できなくなる虞がある。そこで、このような長尺物の計数を人手によらずに自動的に計数する技術が望まれていた。この種の技術として、特許文献 1 に記載の技術がある。

20

## 【0003】

特許文献 1 に記載の技術では、まず、棒鋼材の端面を撮像した端面画像と、棒鋼材の側面を撮像した側面画像とを取得し、端面画像に基づいて、棒鋼材が積み重なっているかを判定する。そして、棒鋼材が積み重なっている場合には、端面画像に基づく棒鋼材の計数値と、側面画像に基づく計数値とのうち、大きい方を棒鋼材の本数とする。

## 【先行技術文献】

30

## 【特許文献】

## 【0004】

【特許文献 1】特開 2003 - 99755 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

前述したように、1つのロットに含まれる長尺物の数が増えると、多数の長尺物が段積みされることになる。しかしながら、特許文献 1 に記載の技術では、棒鋼材が段積みされている場合には、棒鋼材を正確に計数することができないという問題があった。

また、段積みされている長尺物は、通常、相互に隣接している長尺物の少なくとも 1 つと接触している。このため、特許文献 1 に記載の技術では、段積みされている長尺物の端面の撮像画像から、個々の長尺物を抽出することができない。特に、端面が開いていない状態の長尺物については、当該端面を照明したときの当該端面における輝度差が小さいため、段積みされている長尺物が 1 つの大きな領域として認識されてしまう。よって、端面が開いていない状態の複数の長尺物が段積みされている場合に、当該複数の長尺物の端面の撮像画像から、個々の長尺物を抽出する技術が望まれている。

40

## 【0006】

また、出荷後に鋼管の中に異物が混入することを防止すること等の理由から、鋼管の端面に、顧客から指定された色で着色されたキャップが付けられることがある。また、ロットを識別すること等の理由から、棒鋼の端面が着色されていることがある。このように、

50

端面が着色された状態の長尺物の端面の画像を撮像した場合、特許文献1に記載の技術では、当該長尺物の端面の色と、その背景の色との関係によっては、当該長尺物を認識することができない。

以上のように、端面が開口していない状態であり且つ着色されている状態の複数の長尺物が段積みされている場合に、当該複数の長尺物の端面の撮像画像から、個々の長尺物を抽出して、それらの本数を測定する技術が望まれている。

【0007】

本発明は、以上の事情に鑑みてなされたものであり、端面が開口していない状態であり且つ着色されている状態の複数の長尺物が段積みされている場合であっても、当該段積みされている複数の長尺物の本数を自動的に且つ正確に測定できるようにすることを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の長尺物本数測定装置は、端面が開口していない状態であり且つ所定の色で着色されている状態である複数の長尺物の本数であって、相互に隣接する長尺物の少なくとも一部の領域に隙間が形成されるように段積みされている複数の長尺物の本数を測定する長尺物本数測定装置であって、前記複数の長尺物の端面を撮像することにより得られたカラー画像である元画像を取得する元画像取得手段と、前記元画像取得手段により取得された元画像から、前記端面の色に応じて予め設定された第1の色空間要素の値を導出し、それぞれの画素が、当該第1の色空間要素の値に応じた画素値を有する第1のグレースケール画像を作成する第1のグレースケール画像作成手段と、前記第1のグレースケール画像作成手段により作成された第1のグレースケール画像を2値化してグレースケール2値化画像を作成するグレースケール2値化画像作成手段と、前記グレースケール2値化画像作成手段により作成されたグレースケール2値化画像に基づいて、前記端面の色に対応する画素値を有する一纏まりの領域を識別し、識別した一纏まりの領域の外縁と内縁の位置を、それぞれ当該一纏まりの領域が存在している方向に移動させることにより、当該一纏まりの領域を複数の領域に分離する領域分離手段と、前記領域分離手段により分離された領域の数に基づいて、前記複数の長尺物を計数する計数手段と、前記計数手段により計数された前記複数の長尺物の数を含む情報を出力する出力手段と、を有し、前記第1の色空間要素は、前記段積みされている複数の長尺物の端面の色である場合と、前記段積みされている複数の長尺物の端面の背景の色である場合とで異なる値をとる要素であることを特徴とする。

20

30

【0009】

本発明の長尺物本数測定方法は、端面が開口していない状態であり且つ所定の色で着色されている状態である複数の長尺物の本数であって、相互に隣接する長尺物の少なくとも一部の領域に隙間が形成されるように段積みされている複数の長尺物の本数を測定する長尺物本数測定方法であって、前記複数の長尺物の端面を撮像することにより得られたカラー画像である元画像を取得する元画像取得工程と、前記元画像取得工程により取得された元画像から、前記端面の色に応じて予め設定された第1の色空間要素の値を導出し、それぞれの画素が、当該第1の色空間要素の値に応じた画素値を有する第1のグレースケール画像を作成する第1のグレースケール画像作成工程と、前記第1のグレースケール画像作成工程により作成された第1のグレースケール画像を2値化してグレースケール2値化画像を作成するグレースケール2値化画像作成工程と、前記グレースケール2値化画像作成工程により作成されたグレースケール2値化画像に基づいて、前記端面の色に対応する画素値を有する一纏まりの領域を識別し、識別した一纏まりの領域の外縁と内縁の位置を、それぞれ当該一纏まりの領域が存在している方向に移動させることにより、当該一纏まりの領域を複数の領域に分離する領域分離工程と、前記領域分離工程により分離された領域の数に基づいて、前記複数の長尺物を計数する計数工程と、前記計数工程により計数された前記複数の長尺物の数を含む情報を出力する出力工程と、を有し、前記第1の色空間要素は、前記段積みされている複数の長尺物の端面の色である場合と、前記段積みされてい

40

50

る複数の長尺物の端面の背景の色である場合とで異なる値をとる要素であることを特徴とする。

【0010】

本発明のコンピュータプログラムは、前記長尺物本数測定装置の各手段としてコンピュータを機能させることを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、段積みされている複数の長尺物の端面を撮像することにより得られたカラー画像である元画像から、端面の色であるときの値が可及的に大きくなる又は小さくなる要素である第1の色空間要素の値に応じた画素値を有する第1のグレースケール画像を生成し、当該第1のグレースケール画像を2値化してグレースケール2値化画像を生成する。そして、当該グレースケール2値化画像に基づいて、端面の色に対応する画素値を有する一纏まりの領域を識別し、識別した一纏まりの領域の外縁と内縁の位置を、それぞれ当該一纏まりの領域が存在している方向に移動させることにより、当該一纏まりの領域を複数の領域に分離し、分離した領域の数に基づいて、複数の長尺物を計数する。したがって、端面が開口していない状態であり且つ着色されている状態の長尺物が段積みされている場合であっても、当該段積みされている長尺物の本数を自動的に且つ正確に測定することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0012】

20

【図1】複数の鋼管と、撮像装置と、照明装置の配置の一例を示す図である。

【図2】長尺物本数測定装置の機能的な構成の一例を示すブロック図である。

【図3】色空間要素選択テーブルの一例を示す図である。

【図4】元画像の一例を示す図である。

【図5】第1のグレースケール画像の一例を示す図である。

【図6】グレースケール2値化画像の一例を示す図である。

【図7】隙間補完後2値化画像の一例を示す図である。

【図8】第2のグレースケール画像の一例を示す図である。

【図9】計数対象領域抽出画像の一例を示す図である。

【図10】計数対象領域2値化画像の一例を示す図である。

30

【図11】領域分離2値化画像の一例を示す図である。

【図12】計数対象領域2値化画像を複数の領域に分離する様子の一例を概念的に示す図である。

【図13】出力画像の一例を示す図である。

【図14】長尺物本数測定装置の動作の一例を説明するフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、図面を参照しながら、本発明の一実施形態を説明する。尚、各図では、表記の都合上、一部の構成を簡略化又は省略化している。

(撮像される長尺物の配置と長尺物を撮像するための装置の構成)

40

図1は、スタック10に保管されている複数の鋼管20a~20tと、当該複数の鋼管20a~20tの端面の画像を撮像するための撮像装置30と、当該複数の鋼管20a~20tの端面を照明するための照明装置41、42の配置の一例を示す図である。図1(a)は、スタック10をその上方から見た図であり、図1(b)、図1(c)は、それぞれ図1(a)に示すA方向(鋼管20の端面方向)、B方向(鋼管20の側面方向)から見た図である。

【0014】

図1に示す例では、鋼管20a~20tは、同一の仕様のものである。また、鋼管20a~20tのそれぞれの端部には、同じ色で着色されたキャップ50a~50tが取り付けられている。このように、本実施形態では、鋼管20a~20tの端面は、キャップ50

50

a ~ 50 tにより閉塞されている。また、本実施形態では、キャップ50 a ~ 50 tの色が赤色であるとする。

本実施形態では、撮像装置30は、デジタルスチルカメラであり、スタック10に段積みで保管されている全ての鋼管20 a ~ 20 tの端面のカラー静止画像を、鋼管20 a ~ 20 tの端面と略正対する位置から撮像する。前述したように、鋼管20 a ~ 20 tのそれぞれの端部には、同じ色で着色されたキャップ50 a ~ 50 tが取り付けられている。よって、鋼管20 a ~ 20 tの端面の画像を撮像することは、鋼管20 a ~ 20 tの端面に位置するキャップ50 a ~ 50 tを撮像することと等価となる。以下の説明では、撮像装置30により撮像された「鋼管20 a ~ 20 tの端面(キャップ50 a ~ 50 t)の画像」を必要に応じて「元画像」と称する。

10

#### 【0015】

照明装置41、42は、それぞれ撮像装置30の左、右から、スタック10に保管されている全ての鋼管20 a ~ 20 tの端面(キャップ50 a ~ 50 t)を可及的に一様に照明できる位置に配置されている。

#### 【0016】

(長尺物本数測定装置の構成)

図2は、長尺物本数測定装置100の機能的な構成の一例を示すブロック図である。

長尺物本数測定装置100は、照明装置41、42により照明された複数の鋼管20 a ~ 20 tの端面(キャップ50 a ~ 50 t)を、当該端面と正対する位置から撮像装置30によって撮像されることにより得られた画像(元画像)を画像処理して、複数の鋼管20 a ~ 20 tを自動的に計数するものである。

20

図2に示す長尺物本数測定装置100は、例えば、CPU、ROM、RAM、HDD、及び各種のインターフェースを備えたコンピュータ(例えばPC)を用いることにより実現することができる。以下に、長尺物本数測定装置100が有する機能の一例を説明する。尚、長尺物本数測定装置100と撮像装置30は、USBケーブル等により、相互に通信可能に接続されている。

#### 【0017】

(端面色情報取得部101)

端面色情報取得部101は、オペレータによる操作に基づいて、計数対象となる長尺物(鋼管20)の端面の色を示す情報を、上位コンピュータ200に要求し、上位コンピュータ200から取得する。尚、以下の説明では、「計数対象となる長尺物(鋼管20)の端面の色を示す情報」を必要に応じて「端面色情報」と称する。

30

#### 【0018】

尚、端面色情報取得部101は、上位コンピュータ200が自発的に送信した端面色情報を取得してもよい。このようにした場合、端面色情報取得部101は、端面色情報と、スタック10を識別する情報との一組の情報を取得する。そして、端面色情報取得部101は、取得した当該一組の情報を記憶しておき、オペレータによる操作に基づいて入力されたスタックの情報に合致した端面色情報を読み出す。

この他、端面色情報取得部101は、オペレータによる操作に基づいて、端面色情報を直接取得してもよい(すなわち、オペレータが端面色情報を指定してもよい)。

40

#### 【0019】

前述したように、本実施形態では、キャップ50の色は赤色である。よって、端面色情報取得部101は、端面色情報として赤色であることを示す情報を取得する。

端面色情報取得部101は、例えば、CPU、ROM、RAM、ユーザインターフェース、及び通信インターフェースを用いることにより実現できる。

#### 【0020】

(色空間要素選択部102)

色空間要素選択部102は、端面色情報取得部101により取得された端面色情報により特定される色に対応する「色空間の要素」を色空間要素選択テーブルから選択する。

図3は、色空間要素選択テーブルの一例を示す図である。

50

図3に示すように、色空間要素選択テーブル300には、色と、第1の色空間要素と、第2の色空間要素とが相互に関連付けられて登録されている。

【0021】

色空間要素選択テーブル300における「色」は、端面色情報により特定される色を指す。よって、色空間要素選択テーブル300における「色」として、端面色情報により特定される色として想定される色が予め設定される。

また、「第1の色空間要素」、「第2の色空間要素」は、後述するようにして元画像取得部103により取得される画像から選択する「色空間の要素」を示す。

「第1の色空間要素」としては、鋼管20の端面(キャップ50)の領域の色(端面色情報により特定される色)である場合と、鋼管20(キャップ50)の背景の色である場合とで(可及的に大きく)異なる値をとる要素が予め設定される。

「第2の色空間要素」としては、鋼管20の端面(キャップ50)の領域の色(端面色情報により特定される色)であるときの値と、それらの間の隙間の領域の色(ここでは黒色)であるときの値との差が第1の色空間要素におけるものよりも大きくなる要素が予め設定される。また、「第2の色空間要素」としては、鋼管20の端面(キャップ50)の色のムラによって値が大きく変化しない要素が好ましい。

【0022】

図3に示す色空間要素選択テーブル300では、端面色情報により特定される色が赤色である場合には、第1の色空間要素として、CIE Lab色空間の $a^*$ が選択され、第2の色空間要素として、RGB色空間のRが選択される。また、端面色情報により特定される色が緑色である場合には、第1の色空間要素として、CIE Lab色空間の $a^*$ が選択され、第2の色空間要素として、RGB色空間のGが選択される。また、端面色情報により特定される色が黄色である場合には、第1の色空間要素として、HSV色空間のV(明度)が選択され、第2の色空間要素として、RGB色空間のRが選択される。また、端面色情報により特定される色が白色である場合には、第1の色空間要素として、HSV色空間のV(明度)が選択され、第2の色空間要素として、RGB色空間のRが選択される。

前述したように、本実施形態では、キャップ50の色が赤色であるので、端面色情報により特定される色は赤色である。よって、色空間要素選択部102は、色空間要素選択テーブル300から、第1の色空間要素としてCIE Lab色空間の $a^*$ を、第2の色空間要素としてRGB色空間のRを、それぞれ選択する。

色空間要素選択部102は、例えば、CPU、ROM、RAM、及びHDDを用いることにより実現できる。

【0023】

(元画像取得部103)

元画像取得部103は、撮像装置30で撮像された元画像を入力して記憶する。本実施形態では、撮像装置30で元画像が撮像されると、元画像のデータが元画像取得部103に自動的に入力されるものとする。ただし、必ずしもこのようにする必要はなく、撮像装置30は、元画像取得部103からの要求に応じて元画像のデータを元画像取得部103に送信するようにしてもよい。

図4は、元画像の一例を示す図である。前述したように元画像400はカラー画像である。また、本実施形態では、元画像は、RGB色空間で表現される画像であるものとする。

元画像取得部103は、例えば、CPU、RAM、ROM、HDD、及び通信インターフェースを用いることにより実現できる。

【0024】

(第1のグレースケール画像作成部104)

第1のグレースケール画像作成部104は、元画像取得部103により取得された元画像のそれぞれの画素のデータから、色空間要素選択部102により選択された第1の色空間要素の値を導出し、それぞれの画素が、当該第1の色空間要素の値に応じた画素値を有するグレースケールの画像を作成する。第1のグレースケール画像作成部104により作

10

20

30

40

50



成されるグレースケールの画像を、以下の説明では必要に応じて「第1のグレースケール画像」と称する。

【0025】

図5は、第1のグレースケール画像の一例を示す図である。図5に示す第1のグレースケール画像500は、図4に示した元画像400から得られたものである。

前述したように、第1の色空間要素は、鋼管20の端面(キャップ50)の領域の色(端面色情報により特定される色)である場合と、鋼管20(キャップ50)の背景の色である場合とで異なる値をとる要素である。よって、図5に示すように、赤色であるキャップ50の領域(キャップ50が写し出されている領域)の画素値が、他の赤色以外の色の領域の画素値と(大きく)異なる第1のグレースケール画像500が得られる。

10

第1のグレースケール画像作成部104は、例えば、CPU、RAM、ROM、及びHDDを用いることにより実現できる。

【0026】

(グレースケール2値化画像作成部105)

グレースケール2値化画像作成部105は、第1のグレースケール画像作成部104により作成された第1のグレースケール画像の各画素の画素値を、予め設定された閾値に基づいて2値化する。具体例を説明すると、グレースケール2値化画像作成部105は、第1のグレースケール画像の各画素について、画素値が閾値以上(又は閾値未満)である画素に論理「1」を割り当て、画素値が当該閾値未満(又は閾値以上)である画素に論理「0」を割り当てることにより第1のグレースケール画像を2値化する。また、色空間要素選択部102により選択された第1の色空間要素に応じて、グレースケール2値化画像作成部105は、第1のグレースケール画像の各画素について、画素値が所定の範囲内(又は所定の範囲外)である画素に論理「1」を割り当て、画素値が当該所定の範囲外(又は所定の範囲内)である画素に論理「0」を割り当てることにより第1のグレースケール画像を2値化することもできる。本実施形態では、端面色情報により特定される色(ここでは赤色)に応じた画素値を有する画素に可及的に論理「1」が割り当てられ、それ以外の色に応じた画素値を有する画素に可及的に論理「0」が割り当てられるようにするための閾値が、オペレータによる操作に基づいて予め設定されている。以下の説明では、グレースケール2値化画像作成部105により作成される2値化された画像を、必要に応じて「グレースケール2値化画像」と称する。

20

30

【0027】

図6は、グレースケール2値化画像の一例を示す図である。図6に示すグレースケール2値化画像600は、図5に示した第1のグレースケール画像500から得られたものである。

図6に示すように、グレースケール2値化画像600では、概ね、キャップ50の領域に論理「1」が割り当てられ(図6のグレーで塗りつぶされている領域を参照)、且つ、それ以外の領域に論理「0」が割り当てられる(図6の白色の領域を参照)。

グレースケール2値化画像作成部105は、例えば、CPU、RAM、ROM、及びユーザインターフェースを用いることにより実現できる。尚、2値化処理の前にシェーディング補正を行うようにしてもよい。

40

【0028】

(隙間補完後2値化画像作成部106)

隙間補完後2値化画像作成部106は、グレースケール2値化画像作成部105により作成されたグレースケール2値化画像において、画素値が「1」である領域に囲まれている「画素値が「0」である領域」の画素値を「1」に変更する。本実施形態では、隙間補完後2値化画像作成部106は、グレースケール2値化画像において、画素値が「1」である画素と、当該画素に対し縦、横及び斜めの何れかで隣接する画素であって、画素値が「1」である画素とを1つの領域とすることを、グレースケール2値化画像のそれぞれの画素について行う。隙間補完後2値化画像作成部106は、このようにして得られた領域の内側にある画素の画素値を全て「1」にする。

50

## 【 0 0 2 9 】

ただし、必ずしもこのようにする必要はない。例えば、次のようにしてもよい。すなわち、グレースケール2値化画像において、画素値が「0」である画素と、当該画素に対し縦、横及び斜めの何れかで隣接する画素であって、画素値が「0」である画素とを1つの領域とすることを、グレースケール2値化画像のそれぞれの画素について行い、このようにして得られた領域のうち、外縁の全ての画素が、画素値が「1」の画素と接している領域の画素値を全て「1」にするようにしてもよい。

## 【 0 0 3 0 】

以下の説明では、隙間補完後2値化画像作成部106により画素値が変更されたグレースケール2値化画像を、必要に応じて「隙間補完後2値化画像」と称する。

図7は、隙間補完後2値化画像の一例を示す図である。図7に示す隙間補完後2値化画像700は、図6に示したグレースケール2値化画像600から得られたものである。

図7に示すように、図6に示したグレースケール2値化画像600において、グレーで塗りつぶされている領域（画素値が「1」の領域）に囲まれている白色の領域（画素値が「0」の領域）がグレーで塗りつぶされる（画素値が「0」から「1」に変更される）。このようにすることによって、端面色情報により特定される色（ここでは赤色）が存在する領域（すなわちキャップ50が存在する一纏まりの領域）を他の領域と明確に区別することができる。

隙間補完後2値化画像作成部106は、例えば、CPU、RAM、及びROMを用いることにより実現できる。

## 【 0 0 3 1 】

（第2のグレースケール画像作成部107）

第2のグレースケール画像作成部107は、元画像取得部103により取得された元画像のそれぞれの画素のデータから、色空間要素選択部102により選択された第2の色空間要素の値を導出し、それぞれの画素が、当該第2の色空間要素の値に応じた画素値を有するグレースケールの画像を作成する。第2のグレースケール画像作成部107により作成されるグレースケールの画像を、以下の説明では必要に応じて「第2のグレースケール画像」と称する。

## 【 0 0 3 2 】

図8は、第2のグレースケール画像の一例を示す図である。図8に示す第2のグレースケール画像800は、図4に示した元画像400から得られたものである。

前述したように、第2の色空間要素は、色のムラによって値が大きく変化せず、且つ、鋼管20の端面（キャップ50）の領域の色（端面色情報により特定される色）であるときの値と、それらの間の隙間の領域の色（ここでは黒色）であるときの値との差が第1の色空間要素におけるものよりも大きくなる要素である。よって、図8に示すように、第2のグレースケール画像800では、元画像400に対し、赤色であるキャップ50の領域の画素値の差が小さくなり（色むらが低減され）、且つ、キャップ50の領域の画素値とそれらの隙間の領域の画素値との差が大きくなる。

第2のグレースケール画像作成部107は、例えば、CPU、RAM、ROM、及びHDDを用いることにより実現できる。

## 【 0 0 3 3 】

（計数対象領域抽出画像作成部108）

計数対象領域抽出画像作成部108は、第2のグレースケール画像作成部107により作成された第2のグレースケール画像から、領域補完後2値化画像作成部106により作成された隙間補完後2値化画像の画素値が「1」である領域を抽出する。以下の説明では、このようにして計数対象領域抽出画像作成部108により得られる画像を、必要に応じて「計数対象領域抽出画像」と称する。

図9は、計数対象領域抽出画像900の一例を示す図である。図9に示す計数対象領域抽出画像900は、図7に示した隙間補完後2値化画像700と、図8に示した第2のグレースケール画像800とから得られたものである。

## 【 0 0 3 4 】

前述したように、第2のグレースケール画像800では、第1のグレースケール画像500に比べて、赤色であるキャップ50の領域の画素値の差が小さくなり、且つ、キャップ50の領域の画素値とそれらの隙間の領域の画素値との差が大きくなる。よって、第2のグレースケール画像800から、計数対象領域抽出画像900に基づき、キャップ50の領域を抽出すると、キャップ50の領域を、当該キャップ50を際立たせた状態で抽出することができる。

計数対象領域抽出画像作成部108は、例えば、CPU、RAM、ROM、及びHDDを用いることにより実現できる。

## 【 0 0 3 5 】

(計数対象領域2値化画像作成部109)

計数対象領域2値化画像作成部109は、計数対象領域抽出画像作成部108により作成された計数対象領域抽出画像の各画素の画素値を、予め設定された閾値に基づいて2値化する。具体的に説明すると、計数対象領域2値化画像作成部109は、計数対象領域抽出画像の各画素について、画素値が閾値以上(又は未満)である画素に論理「1」を割り当て、画素値が当該閾値未満(又は以上)である画素に論理「0」を割り当てることにより計数対象領域抽出画像を2値化する。また、色空間要素選択部102により選択された第2の色空間要素に応じて、計数対象領域2値化画像作成部109は、計数対象領域抽出画像の各画素について、画素値が所定の範囲内(又は所定の範囲外)である画素に論理「1」を割り当て、画素値が当該所定の範囲外(又は所定の範囲内)である画素に論理「0」を割り当てることにより計数対象領域抽出画像を2値化することもできる。本実施形態では、端面色情報により特定される色(ここでは赤色)に応じた画素値を有する画素に可及的に論理「1」が割り当てられ、それ以外の色に応じた画素値を有する画素に可及的に論理「0」が割り当てられるようにするための閾値が、オペレータによる操作に基づいて予め設定されている。以下の説明では、計数対象領域2値化画像作成部109により作成される2値化された画像を、必要に応じて「計数対象領域2値化画像」と称する。

図10は、計数対象領域2値化画像の一例を示す図である。図10に示す計数対象領域2値化画像1000は、図9に示した計数対象領域抽出画像900から得られたものである。前述したように、計数対象領域抽出画像900では、キャップ50の領域の画素値の差が小さくなり、且つ、キャップ50の領域の画素値とそれらの隙間の領域の画素値との差が大きくなる。よって、計数対象領域抽出画像900を2値化すると、キャップ50の領域と、それらの間の領域とを明確に区別することができる。

計数対象領域2値化画像作成部109は、例えば、CPU、RAM、ROM、及びHDDを用いることにより実現できる。

## 【 0 0 3 6 】

(領域分離部110)

領域分離部110は、計数対象領域2値化画像作成部109により作成された計数対象領域2値化画像の画素値が「1」である画素と、当該画素に対し縦、横及び斜めの何れかで隣接する画素であって、画素値が「1」である画素とを1つの領域とすることを計数対象領域2値化画像のそれぞれの画素について行うことにより得られた領域を縮小させることにより、計数対象領域2値化画像を複数の領域(個々のキャップ50の領域)に分離する。以下の説明では、複数の領域に分離された状態の計数対象領域2値化画像を、必要に応じて「領域分離2値化画像」と称する。

図11は、領域分離2値化画像の一例を示す図である。図11に示す領域分離2値化画像1100は、図10に示した計数対象領域2値化画像1000から得られたものである。

## 【 0 0 3 7 】

図12は、計数対象領域2値化画像を複数の領域に分離する様子の一例を概念的に示す図である。

まず、領域分離部110は、画素値が「1」である画素と、当該画素に対し縦、横及び

10

20

30

40

50

斜めの何れかで隣接する画素であって、画素値が「1」である画素とを1つの領域とすることを計数対象領域2値化画像のそれぞれの画素について行う。これにより、画素値が「1」である画素により構成される閉領域であって、当該外縁の画素に接する画素の少なくとも1つが、画素値が「0」である画素となる閉領域（所謂プロブ）が導出される。図10に示す例では、計数対象領域2値化画像1000において、グレーで表示されている領域が導出される。

#### 【0038】

次に、領域分離部110は、導出した閉領域の外縁の画素に対し、当該外縁の画素を接点とする接線に垂直な方向であって、当該閉領域が存在している方向に、所定の画素数だけ離隔した位置を、当該閉領域の外縁の位置に変更することを、当該閉領域の外縁の画素について行う（図12の一番上の図において塗りつぶされている領域の外縁に付されている矢印線を参照）。ここで、導出した閉領域の外縁の位置の変更は、変更前の閉領域の外縁の画素と変更後の閉領域の外側との間に位置する画素の画素値を「1」から「0」に変更することにより行うことができる。

10

#### 【0039】

このような処理と共に、領域分離部110は、導出した閉領域の内縁の画素に対し、当該外縁の画素を接点とする接線に垂直な方向であって、当該閉領域が存在している方向に、所定の画素数だけ離隔した位置を、当該閉領域の内縁の位置に変更することを、当該閉領域の内縁の画素について行う（図12の一番上の図において塗りつぶされている領域の内縁に付されている矢印線を参照）。ここで、閉領域の内縁の位置の変更は、変更前の閉領域の外縁の画素と変更後の閉領域の外側との間に位置する画素の画素値を「1」から「0」に変更することにより行うことができる。また、変更前の閉領域の内縁と変更後の閉領域の内縁との間隔（画素数）と、変更前の閉領域の外縁と変更後の閉領域の外縁との間隔（画素数）は（すなわち、前記所定の画素数は）、同じ値となる。

20

#### 【0040】

尚、例えば、ある鋼管20がずれた状態で段積みされている場合には、撮像装置30により撮像される鋼管20の端面側において、当該鋼管20が他の鋼管20と接触していないこと（又は少しの領域でしか接触していないこと）が生じ得る。そうすると、計数対象領域2値化画像作成部109により作成された計数対象領域2値化画像において、内縁が存在しない閉領域が孤立して存在することがある。このような場合、当該内縁が存在しない閉領域については、例えば、当該閉領域の外縁の位置だけを前述したようにして変更することができる。

30

#### 【0041】

以上のような処理を、図12に示すように段階的に行うことにより、1つの閉領域となっているキャップ50の領域を（図12の一番上に示す図を参照）、個々のキャップ50の領域に分離することができる（図12の一番下に示す図を参照）。

以上のようにして、図11に示す領域分離2値化画像1100が作成される。この領域分離2値化画像1100により、個々のキャップ50の領域（20個の領域）が他のキャップ50の領域と明確に区別される（すなわち、個々のキャップ50の領域（20個の領域）が単独で存在するようになる）。

40

領域分離部110は、例えば、CPU、RAM、及びROMを用いることにより実現できる。

#### 【0042】

（プロブ処理部111）

プロブ処理部111は、領域分離部110により作成された領域分離2値化画像から、画素値が「1」である画素により構成される閉領域であって、当該外縁の画素に接する画素の少なくとも1つが、画素値が「0」である画素となる閉領域（所謂プロブ）を導出する。具体的に説明すると、プロブ処理部111は、領域分離部110により作成された領域分離2値化画像において、画素値が「1」である画素と、当該画素に対し縦、横及び斜めの何れかで隣接する画素であって、画素値が「1」である画素とを1つの領域とするこ

50

とを、領域分離 2 値化画像のそれぞれの画素について行うことにより、プロブを導出する。

#### 【 0 0 4 3 】

次に、プロブ処理部 1 1 1 は、導出した各プロブに対してラベリング処理（番号の割り振り）を行う。図 1 1 に示す例では、導出した各プロブに対して 2 0 個の番号が個別に割り振られる。

プロブ処理部 1 1 1 は、例えば、CPU、RAM、及びROMを用いることにより実現できる。

#### 【 0 0 4 4 】

（本数導出部 1 1 2 ）

本数導出部 1 1 2 は、プロブ処理部 1 1 1 により各プロブに対して割り振られた番号の総数を、計測対象物の本数として導出する。図 1 1 に示す例では、（スタック 1 0 において段積みされた）鋼管 2 0 の本数として「2 0」が導出される。

本数導出部 1 1 2 は、例えば、CPU、RAM、及びROMを用いることにより実現できる。

#### 【 0 0 4 5 】

（出力画像作成部 1 1 3 ）

出力画像作成部 1 1 3 は、本数導出部 1 1 2 により導出された計測対象物（ここでは鋼管 2 0 ）の本数を含む画像を表示するための表示データを作成する。

本実施形態では、出力画像作成部 1 1 3 は、元画像取得部 1 0 3 により取得された元画像と、本数導出部 1 1 2 により導出された鋼管 2 0 の本数とを含む画像を表示するための表示データを作成する。さらに、本実施形態では、元画像におけるキャップ 5 0 の部分の領域を所定の色で塗りつぶした状態で元画像を表示する。このために、出力画像作成部 1 1 3 は、以下の処理を行う。

#### 【 0 0 4 6 】

まず、出力画像作成部 1 1 3 は、領域分離部 1 1 0 により作成された領域分離 2 値化画像（図 1 1 を参照）の画素値が「1」の閉領域（所謂プロブ）を抽出する。次に、出力画像作成部 1 1 3 は、抽出した閉領域の外縁の画素に対し、当該外縁の画素を接点とする接線に垂直な方向であって、当該閉領域が存在していない方向に、所定の画素数分だけ離隔した位置を、当該閉領域の外縁の位置に変更することを、当該閉領域の外縁の画素について行う。ここで、抽出した閉領域の外縁の位置の変更は、変更前の閉領域の外縁の画素と変更後の閉領域の外側との間に位置する画素の画素値を「0」から「1」に変更することにより行うことができる。また、所定の画素数は、領域分離部 1 1 0 における閉領域の外縁・内縁の位置の変更分の  $1/n$  倍（ $n$  は 1 以上の数、例えば、「1.25」）した画素数（前記所定の間隔（画素数） $\times 1/n$ ）である。尚、このようにして得られた所定の画素数が整数でない場合には、例えば、小数点以下の値を切り捨てたり切り上げたりすることにより、前記所定の画素数を整数にする。これにより、領域分離部 1 1 0 により作成された個々の閉領域（所謂プロブ）の大きさを、個々の閉領域が相互に隣接しない範囲で拡大することができる。

#### 【 0 0 4 7 】

次に、出力画像作成部 1 1 3 は、元画像のデータと、元画像取得部 1 0 3 により取得された元画像の領域のうち、以上のようにして得られた領域が所定の色に変更されるようにすることを示す情報を、表示データに含める。更に、出力画像作成部 1 1 3 は、本数導出部 1 1 2 により導出された鋼管 2 0 の本数を示す情報が、所定の領域に所定の態様で表示されるようにすることを示す情報も表示データに含める。

出力画像作成部 1 1 3 は、例えば、CPU、RAM、及びROMを用いることにより実現できる。

#### 【 0 0 4 8 】

（出力画像出力部 1 1 4 ）

出力画像出力部 1 1 4 は、出力画像作成部 1 1 3 により作成された表示データを、表示

10

20

30

40

50

装置に出力する。これにより、長尺物本数測定装置 100 に接続された表示装置（コンピュータディスプレイ）に鋼管 20 の本数を含む出力画像が表示される。

図 13 は、出力画像の一例を示す図である。図 13 に示す出力画像 1300 は、図 4 に示した元画像に基づいて得られたものである。

前述したように、出力画像 1300 には、キャップ 50 の領域が所定の色に変更された状態の元画像と、鋼管 20 の本数の情報が表示される。図 13 に示す出力画像 1300 では、鋼管 20 の本数が左上の領域に表示され（図 13 において「20」と示されている領域を参照）、キャップ 50 の領域が緑色に変更された状態で元画像が表示される。尚、キャップ 50 の領域が所定の色に変更された状態にするのは、キャップ 50 の領域をオペレータに識別させ易くするためである。

10

出力画像作成部 113 は、例えば、CPU、RAM、ROM、HDD、及び通信インターフェースを用いることにより実現できる。

#### 【0049】

（動作フローチャート）

次に、図 14 のフローチャートを参照しながら、長尺物本数測定装置 100 の動作の一例を説明する。

まず、ステップ S1401 において、端面色情報取得部 101 は、端面色情報を取得する。前述したように、端面色情報は、計数対象となる長尺物（鋼管 20）の端面の色を示す情報である。

次に、ステップ S1402 において、色空間要素選択部 102 は、ステップ S1401 で取得された端面色情報により特定される色に対応する「第 1 の色空間要素と第 2 の色空間要素」を色空間要素選択テーブル 300 から選択する。

20

#### 【0050】

次に、ステップ S1403 において、元画像取得部 103 は、撮像装置 30 で撮像された元画像を取得する（図 4 を参照）。前述したように、元画像は、段積みされている鋼管 20 の端面（キャップ 50）の画像である。

次に、ステップ S1404 において、第 1 のグレースケール画像作成部 104 は、ステップ S1403 で取得された元画像のそれぞれの画素のデータが、ステップ S1402 で選択された第 1 の色空間要素の値に応じた画素値になるように各画素値を変更して第 1 のグレースケールの画像を作成する（図 5 を参照）。

30

#### 【0051】

次に、ステップ S1405 において、グレースケール 2 値化画像作成部 105 は、ステップ S1404 で作成された第 1 のグレースケール画像の各画素の画素値を、予め設定された閾値に基づいて 2 値化してグレースケール 2 値化画像を作成する（図 6 を参照）。

次に、ステップ S1406 において、隙間補完後 2 値化画像作成部 106 は、ステップ S1405 で作成されたグレースケール 2 値化画像において、画素値が「1」である領域に囲まれている「画素値が「0」である領域」の画素値を「1」に変更して隙間補完後 2 値化画像を作成する（図 7 を参照）。

#### 【0052】

次に、ステップ S1407 において、第 2 のグレースケール画像作成部 107 は、ステップ S1403 で取得された元画像のそれぞれの画素のデータが、ステップ S1402 で選択された第 2 の色空間要素の値に応じた画素値になるように各画素値を変更して第 2 のグレースケールの画像を作成する（図 8 を参照）。

40

尚、ステップ S1407 の処理は、ステップ S1403 の処理が終了してから、ステップ S1408 の処理が開始するまでの間であれば、いつ行ってもよい。

次に、ステップ S1408 において、計数対象領域抽出画像作成部 108 は、ステップ S1407 で作成された第 2 のグレースケール画像から、ステップ S1406 で作成された隙間補完後 2 値化画像の画素値が「1」である領域を抽出して計数対象領域抽出画像を作成する（図 9 を参照）。

#### 【0053】

50

次に、ステップS 1 4 0 9において、計数対象領域2値化画像作成部1 0 9は、ステップS 1 4 0 8で作成された計数対象領域抽出画像の各画素の画素値を、予め設定された閾値に基づいて2値化して計数対象領域2値化画像を作成する(図1 0を参照)。

次に、ステップS 1 4 1 0において、領域分離部1 1 0は、ステップS 1 4 0 9で作成された計数対象領域2値化画像の画素値が「1」である画素と、当該画素に対し縦、横及び斜めの何れかで隣接する画素であって、画素値が「1」である画素とを1つの領域とすることを当該計数対象領域2値化画像のそれぞれの画素について行うことにより得られた領域を縮小させることにより領域分離2値化画像1 1 0 0を作成する(図1 1、図1 2を参照)。

#### 【0 0 5 4】

次に、ステップS 1 4 1 1において、プロブ処理部1 1 1は、ステップS 1 4 1 0で作成された領域分離2値化画像から、画素値が「1」である画素により構成される閉領域であって、当該外縁の画素に接する画素の少なくとも1つが、画素値が「0」である画素となる閉領域(所謂プロブ)を導出し、各プロブに対してラベリング処理(番号の割り振り)を行う。

次に、ステップS 1 4 1 2において、本数導出部1 1 2は、ステップS 1 4 1 1で各プロブに対して割り振られた番号の総数を、計測対象物の本数として導出する。

#### 【0 0 5 5】

次に、ステップS 1 4 1 3において、出力画像作成部1 1 3は、ステップS 1 4 0 3で取得された元画像と、ステップS 1 4 1 0で作成された領域分離2値化画像と、ステップS 1 4 1 2で導出された計測対象物の本数とに基づいて、計測対象物の本数を含む画像を表示するための表示データを作成する。

最後に、ステップS 1 4 1 4において、出力画像出力部1 1 4は、ステップS 1 4 1 3で作成された表示データを、表示装置に表示する(図1 3を参照)。

#### 【0 0 5 6】

(まとめ)

以上のように本実施形態では、元画像から、C I E L a b色空間の $a^*$ の値に応じた画素値を有する第1のグレースケールの画像と、R G B色空間のRの値に応じた画素値を有する第2のグレースケールの画像とを作成する。そして、第1のグレースケールの画像を2値化したグレースケール2値化画像を作成し、当該グレースケール2値化画像を用いて、鋼管2 0の端面(キャップ5 0)の領域を、第2のグレースケールの画像から抽出し計数対象領域2値化画像を作成する。そして、計数対象領域2値化画像の画素値が「1」である一纏まりの領域の外縁と内縁を当該領域が存在している方向に移動させることにより、計数対象領域2値化画像における、個々のキャップ5 0の領域を分離する。このように、C I E L a b色空間の $a^*$ の値に応じた画素値を有する第1のグレースケールの画像を作成することにより、キャップ5 0を表す画素の画素値と背景を表す画素の画素値とに差をつけることができ、キャップ5 0が存在している領域を正確に識別することができる。また、計数対象領域2値化画像の画素値が「1」である一纏まりの領域の外縁と内縁を当該領域の内側に移動させることにより、段積みされている長尺物が存在している領域を分離することができる。よって、端面が開口していない状態であり且つ着色されている状態の複数の長尺物が段積みされている場合であっても、当該段積みされている複数の長尺物の本数を自動的に且つ正確に測定することができる。

#### 【0 0 5 7】

(変形例)

本実施形態では、本数を計測する対象となる長尺物が、端面にキャップが付けられた鋼管である場合を例に挙げて説明した。しかしながら、本数を計測する対象となる長尺物は、端面が開口していない状態であり、且つ、長尺物(の地色)と異なる所定の色で着色されている状態の長尺物であればよい。本数を計測する対象となる長尺物は、例えば、端面が地色と異なる所定の色で着色された棒鋼等であってもよい。

また、本実施形態では、本数を計測する対象となる長尺物の端面の形状が円形である場

10

20

30

40

50

合を例に挙げて説明した。しかしながら、本数を計測する対象となる長尺物の端面の形状は、撮像を行う端面側において、相互に隣接する長尺物の間の少なくとも一部に隙間が形成されるように段積みされる長尺物であればよい。本数を計測する対象となる長尺物の端面の形状は、例えば、楕円形、多角形等であってもよい。

また、第1の色空間要素、第2の色空間要素は、前述したものに限定されない。長尺物の端面の色に応じて、例えば、CIE 1976  $L^*u^*v^*$ 色空間の要素や、CIE XYZ色空間の要素を第1の色空間要素、第2の色空間要素として採用することができる。

【0058】

また、本実施形態のように、グレースケール2値化画像において、画素値が「1」である領域に囲まれている「画素値が「0」である領域」の画素値を「1」に変更して隙間補完後2値化画像を作成すれば、第2のグレースケール画像から抽出する領域を、キャップ50の領域に、より確実に一致させることができるので好ましい。しかしながら、必ずしも隙間補完後2値化画像を作成する必要はない。例えば、端面の色のムラが小さい場合には、グレースケール2値化画像600における、画素値が「1」である一纏まりの領域は明瞭であるので、このような場合には、当該一纏まりの領域を、第2のグレースケール画像から抽出する領域とすることができる。

【0059】

また、本実施形態では、第1のグレースケール画像と第2のグレースケール画像とを作成し、第1のグレースケール画像からグレースケール2値化画像を、グレースケール2値化画像から隙間補完後2値化画像を、それぞれ作成し、隙間補完後2値化画像に基づいて定められる領域を第2のグレースケール画像から抽出して計数対象領域抽出画像を作成した。しかしながら、少なくとも、第2のグレースケール画像、隙間補完後2値化画像、及び計数対象領域抽出画像については必ずしも作成する必要はない。鋼管20の端面（キャップ50）の領域の色（端面色情報により特定される色）である場合と、鋼管20（キャップ50）の背景の色である場合とで（可及的に大きく）異なる値をとり、鋼管20の端面（キャップ50）の領域の色であるときの値と、それらの間の隙間の領域の色であるときの値との差が大きく、且つ、色のムラによって値が大きく変化しない要素として1つの要素を選択できる場合には、第1の色空間要素と第2の色空間要素とを同じ要素にすることができる。すなわち、第1の色空間要素と第2の色空間要素とが同じ要素になる場合には、グレースケール2値化画像した段階で、計数対象領域2値化画像と同等の2値化画像を得ることができる。よって、このような場合には、第2のグレースケール画像、隙間補完後2値化画像、及び計数対象領域抽出画像は不要となる。また、このことから明らかなように、本実施形態のようにして第1のグレースケール画像と第2のグレースケール画像を生成する場合には、第1の色空間要素と第2の色空間要素とが異なる要素であることが好ましい。

【0060】

尚、以上説明した本発明の実施形態は、コンピュータがプログラムを実行することによって実現することができる。また、前記プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体及び前記プログラム等のコンピュータプログラムプロダクトも本発明の実施形態として適用することができる。記録媒体としては、例えば、フレキシブルディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ROM等を用いることができる。

また、以上説明した本発明の実施形態は、何れも本発明を実施するにあたっての具体化の例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されることはないものである。すなわち、本発明はその技術思想、またはその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。

【符号の説明】

【0061】

- 10     スタック
- 20     鋼管

10

20

30

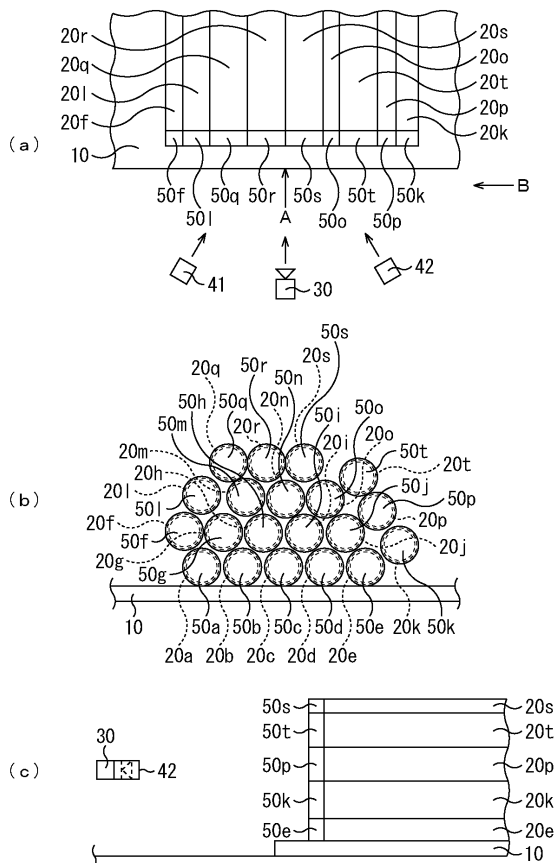
40

50

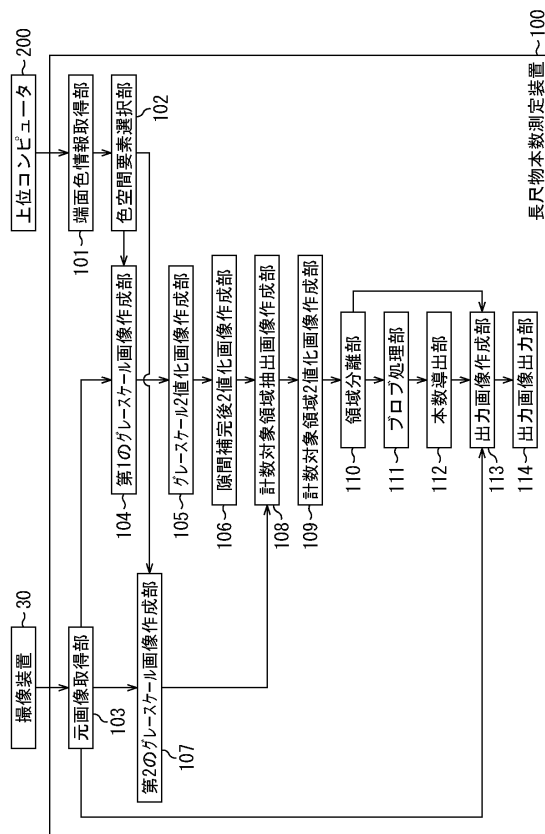


- 3 0 撮影装置
- 4 1、4 2 照明装置
- 5 0 キャップ
- 1 0 0 長尺物本数測定装置
- 2 0 0 上位コンピュータ
- 3 0 0 色空間要素選択テーブル
- 4 0 0 元画像
- 5 0 0 第1のグレースケール画像
- 6 0 0 グレースケール2値化画像
- 7 0 0 隙間補完後2値化画像
- 8 0 0 第2のグレースケール画像
- 9 0 0 計数対象領域抽出画像
- 1 0 0 0 計数対象領域2値化画像
- 1 1 0 0 領域分離2値化画像
- 1 3 0 0 出力画像

【図1】



【図2】



【 図 3 】

300

色	第1の色空間要素	第2の色空間要素
赤	$a^*$ (Lab)	R (RGB)
緑	$a^*$ (Lab)	G (RGB)
黄	V (HSV)	R (RGB)
白	V (HSV)	R (RGB)

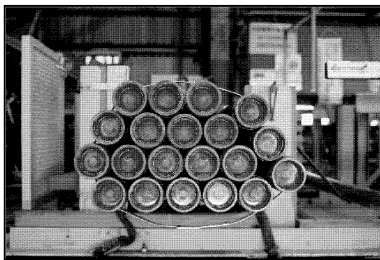
【 図 5 】

500



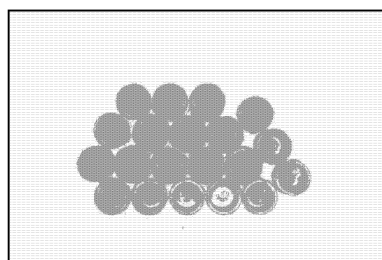
【 図 4 】

400



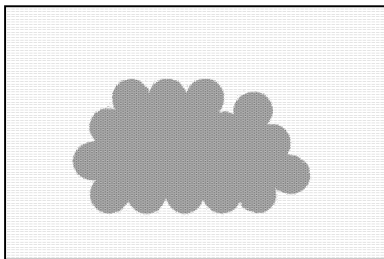
【 図 6 】

600



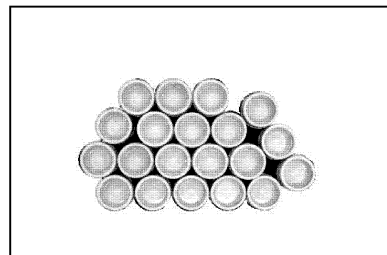
【 図 7 】

700



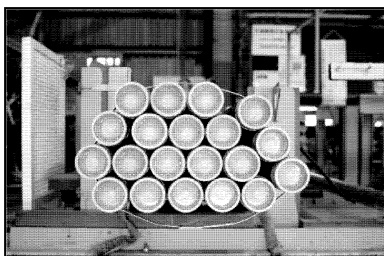
【 図 9 】

900



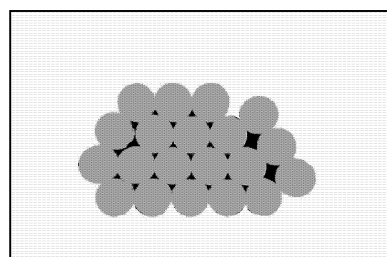
【 図 8 】

800

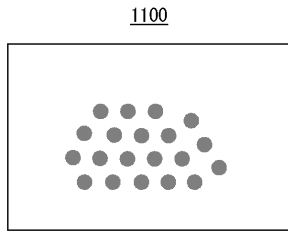


【 図 10 】

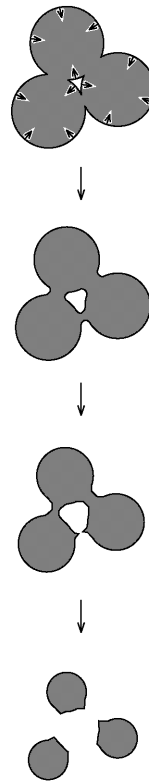
1000



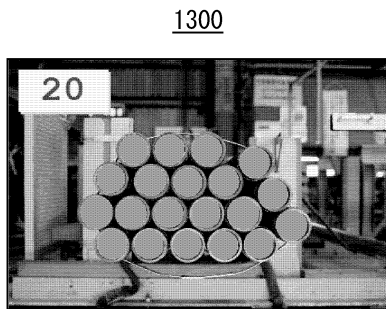
【図 1 1】



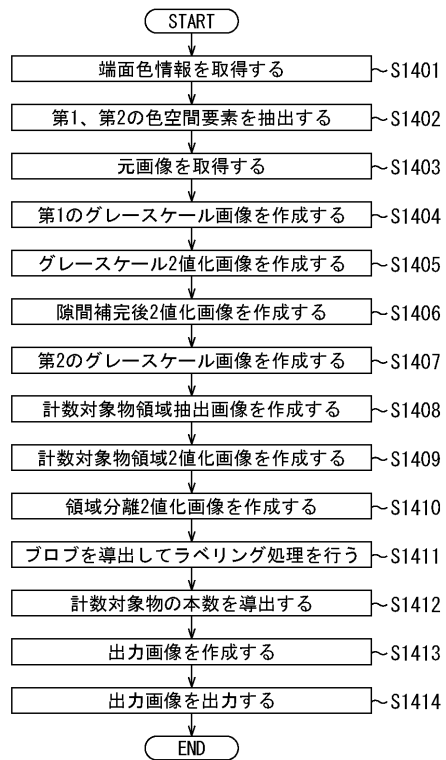
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



---

フロントページの続き

(72)発明者 山下 英隆

東京都中央区新川一丁目8番8号 株式会社日鉄エレックス内

審査官 櫻井 仁

(56)参考文献 特公昭52-028583(JP, B1)

特開平04-238592(JP, A)

特開2007-206843(JP, A)

特開昭53-015864(JP, A)

特開平07-282219(JP, A)

米国特許出願公開第2006/0045323(US, A1)

特開2010-3255(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06M 11/00

9/00

G06T 1/00