

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-146169

(P2017-146169A)

(43) 公開日 平成29年8月24日(2017.8.24)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)		
GO 1 N	21/89 (2006.01)	GO 1 N 21/89	Z	2 F 0 6 5	
GO 1 M	99/00 (2011.01)	GO 1 M 99/00	Z	2 G 0 2 4	
GO 1 B	11/30 (2006.01)	GO 1 B 11/30	A	2 G 0 5 1	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2016-27270 (P2016-27270)  
 (22) 出願日 平成28年2月16日 (2016.2.16)

(71) 出願人 000000549  
 株式会社大林組  
 東京都港区港南二丁目15番2号  
 (74) 代理人 110000176  
 一色国際特許業務法人  
 (72) 発明者 的場 一彦  
 大阪府枚方市招提大谷1丁目1番1号 株  
 式会社大林組大阪機械工場内  
 (72) 発明者 岩下 正剛  
 大阪府枚方市招提大谷1丁目1番1号 株  
 式会社大林組大阪機械工場内  
 (72) 発明者 羽立 征治  
 大阪府枚方市招提大谷1丁目1番1号 株  
 式会社大林組大阪機械工場内

最終頁に続く

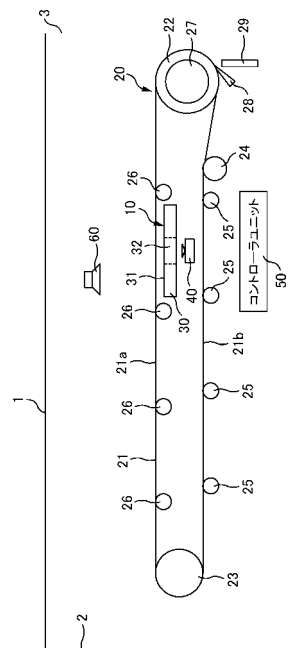
(54) 【発明の名称】 ベルト検査装置

(57) 【要約】

【課題】 ベルトの表面の凹凸部や水の付着領域がベルトの亀裂として誤検出されることを防止する。

【解決手段】 ベルトコンベア20のベルト21を検査するベルト検査装置10は、ベルト21の所定箇所を撮像する撮像装置40と、撮像装置40によって撮像された画像を二値化し、その二値化により得られた二値画像中の黒色の損傷部の有無を判定するコントローラユニット50と、撮像装置40によるベルト21の撮像範囲に対面し、その撮像範囲に向けて光を照射する面状発光装置40と、を備える。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ベルトコンベアのベルトを検査するベルト検査装置であって、  
前記ベルトの所定箇所を撮像する撮像装置と、  
前記撮像装置によって撮像された画像を二値化し、その二値化により得られた二値画像中の黒色の損傷部の有無を判定する判定部と、  
前記撮像装置による前記ベルトの撮像範囲に対面し、その撮像範囲に向けて光を照射する面状発光装置と、を備えることを特徴とするベルト検査装置。

## 【請求項 2】

前記面状発光装置が、前記ベルトの撮像範囲に対面する位置に面状に配列された線状又は点状の複数の発光器を有することを特徴とする請求項 1 に記載のベルト検査装置。

10

## 【請求項 3】

前記面状発光装置が拡散光を照射することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のベルト検査装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、ベルトコンベアのベルトの損傷の有無を検査するベルト検査装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

20

従来、建設工事・土木工事の排土には、ベルトコンベアが利用されている。ベルトコンベアを断続的又は連続的に長時間運転すると、ベルトに亀裂が発生する虞がある。特に、ベルトに積載された土砂に異物が含まれていると、その異物がベルトを貫通し、ベルトが進行方向に引き裂かれることによってベルトに縦裂きが生じてしまう。また、ベルトの張力によって亀裂が成長し、ベルトが破断する虞もある。そこで、ベルトの撮像画像を画像処理技術により解析して、ベルトの亀裂を検出する技術がある（例えば、特許文献 1 参照）。

## 【0003】

以下に、特許文献 1 で用いられた符号を括弧書きで表記し、特許文献 1 に記載の技術について説明する。特許文献 1 の記載によると、レーザ発振器（2）によってベルト（1）を照明することによって、ベルト（1）の幅方向に延びた線状明部（10）をベルト（1）の下面に形成し、その線状明部（10）が撮像範囲に含まれるようにベルト（1）の下面をデジタルカメラ（3）によって撮像する。撮像された画像中では、線状明部（10）に相当する線状像は階調が高く表れる。ベルト（1）に縦裂きが生じていると、線状明部（10）が分断されるので、画像中では、階調の高い線状像が分断され、それらの間に階調の低い断線像が表れる。そのような断線像の有無を検出するべく、デジタルカメラ（3）により撮像された画像を二値化し、その後、二値画像中のノイズを除去し、その後、二値画像のラベリング処理によって断線像を検出して認識する。

30

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

40

## 【0004】

【特許文献 1】特開 2007 - 230706 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

ところで、刻印による凹凸部がベルトに形成されている場合、特許文献 1 に記載の技術を採用すると、その凹凸部がレーザ発振器（2）の照明範囲を通過する時には凹凸部の影が発生するので、線状明部（10）がその影によって分断される。そのため、ベルトに縦裂きが存在しないにもかかわらず、画像中の階調の高い線状像が分断され、凹凸部の影が断線像として検出されてしまう。

50

また、ベルトに水が付着すると、その水の付着領域ではベルト本来の色よりも濃く表れる。そのため、特許文献1に記載の技術を採用すると、水の付着領域がレーザ発振器(2)の照明範囲を通過する時の画像中では、水の付着領域に相当する部分の階調が低くなり、階調の高い線状像が分断される。そのため、ベルトに縦裂きが存在しないにもかかわらず、水の付着領域が断線像として検出されてしまう。

【0006】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、本発明が解決しようとする課題は、ベルトの表面の凹凸部や水の付着領域がベルトの亀裂として誤検出されることを防止することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

以上の課題を解決するべく、本発明に係るベルト検査装置は、ベルトコンベアのベルトを検査するベルト検査装置であって、前記ベルトの所定箇所を撮像する撮像装置と、前記撮像装置によって撮像された画像を二値化し、その二値化により得られた二値画像中の黒色の損傷部の有無を判定する判定部と、前記撮像装置による前記ベルトの撮像範囲に対面し、その撮像範囲に向けて光を照射する面状発光装置と、を備えることを特徴とする。

好ましくは、前記面状発光装置が、前記ベルトの撮像範囲に対面する位置に面状に配列された線状又は点状の複数の発光器を有する。

【0008】

本発明によれば、ベルトに凹凸部が形成されている場合、面状発光装置が広い範囲から光を出射するので、凹凸部には広い範囲から光が照射される。そのため、凹凸部の影が発生しないか、薄く発生する。そうすると、凹凸部が撮像範囲に含まれるようにベルトを撮像装置で撮像した場合、その画像には凹凸部の影が表れないか、表れたとしてもその影は薄い。従って、その画像が判定部により二値化されて、二値画像中の黒色の損傷部の有無が判定部により判定されるに際して、凹凸部が損傷部として判定されることを防止できる。

また、ベルトに水が付着している場合、面状発光装置が広い範囲から光を出射するので、水には広い範囲から光が照射され、水の表面において反射しやすい。そうすると、ベルトに付着した水が撮像範囲に含まれるようにベルトを撮像装置で撮像した場合、その画像には、その水に相当する部分が明るく表れる。従って、その画像が判定部により二値化されて、二値画像中の黒色の損傷部の有無が判定部により判定されるに際して、水が損傷部として判定されることを防止できる。

【0009】

好ましくは、前記面状発光装置が拡散光を照射する。

【0010】

以上によれば、面状発光装置から発する光が拡散光であるため、ベルトに形成された凹凸部には、広い範囲から光が入射する。そのため、凹凸部の影が画像に殆ど表れず、凹凸部が損傷部として判定されることを防止できる。ベルトに付着した水が損傷部として判定されることも同様に防止できる。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、ベルトに刻印等の凹凸部が形成されていたり、ベルトに水が付着していたりしても、凹凸部や水が二値画像に表れず、凹凸部や凹凸部が損傷部として判定されることを防止できる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】図1は、ベルトコンベア及びベルト検査装置を示した側面図である。

【図2】図2は、ベルトの搬送方向に向かって見た概略断面図である。

【図3】図3は、ベルトの平面図である。

【図4】図4は、ベルト検査装置を示したブロック図である。

10

20

30

40

50

【図 5】図 5 は、面状発光装置を用いた場合の二値化処理前後の画像を示した図面である。

【図 6】図 6 は、面状発光装置を用いた場合の二値化処理前後の画像を示した図面である。

【図 7】図 7 は、線状発光装置を用いた場合の二値化処理前後の画像を示した図面である。

【図 8】図 8 は、線状発光器集合体、撮像装置及びベルトを示した斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、図面を参照して、本発明の実施形態について説明する。但し、以下に述べる実施形態には、本発明を実施するために技術的に好ましい種々の限定が付されているが、本発明の範囲を以下の実施形態及び図示例に限定するものではない。

【0014】

1. ベルトコンベア及びベルト検査装置

図 1 は、ベルトコンベア 20 及びベルト検査装置 10 を示した概略側面図である。図 2 は、図 1 に示す II-II に沿った面を矢印方向に向かって示した概略断面図である。

【0015】

このベルト検査装置 10 及びベルトコンベア 20 は、トンネル掘削工事の際に利用される。トンネル掘削工事では、シールドマシン、トンネルボーリングマシン等の掘削機（図示略）を用いてトンネル 1 の切羽 2 を掘削し、切羽 2 の掘削の際に生じた土砂をベルトコンベア 20 によってトンネル 1 の坑口 3 まで搬送する。切羽 2 の掘削の際又はその掘削作業の中断の際にベルトコンベア 20 を運転するが、ベルトコンベア 20 の運転中にベルト検査装置 10 を用いてベルト 21 の亀裂（特に、縦裂き）又は破断を検査する。縦裂きとは、ベルト 21 の搬送方向に延びる亀裂をいう。

【0016】

ベルトコンベア 20 は、ベルト 21、ドライブプリー 22、テールプリー 23、スナッププリー 24、リターンローラ 25、キャリアローラ 26、モータ 27、スクレーパ 28 及び噴射器 29 を有する。テールプリー 23 が掘削機の後部に配置され、ドライブプリー 22 が坑口 3 に配置され、スナッププリー 24 がドライブプリー 22 よりも切羽 2 寄りに配置されている。ベルト 21 はプリー 22、23 に掛け渡され、ベルト 21 のうちプリー 22、23 の下側の戻りベルト部 21b は、ドライブプリー 22 の近傍でスナッププリー 24 によって押し上げられた状態となっており、下側に設けられたリターンローラ 25 に支持されている。ベルト 21 のうちプリー 22、23 の上側の搬送ベルト部 21a は、下側のキャリアローラ 26 に支持される。ドライブプリー 22 にはモータ 27 が連結され、ドライブプリー 22 がモータ 27 により回転駆動されることによって、上側の搬送ベルト部 21a がテールプリー 23 からドライブプリー 22 へ移動する向きにベルト 21 が周回する。

【0017】

ドライブプリー 22 の外周面にはスクレーパ 28 が設けられている。ドライブプリー 22 によるベルト 21 の折り返し部がスクレーパ 28 に摺接し、ベルト 21 に付着した土砂がスクレーパ 28 によって除去される。スクレーパ 28 近傍には、スクレーパ 28 及びベルト 21 に水を噴射する噴射器 29 が設けられている。ベルト 21 に水が吹き付けられると、ベルト 21 に付着した土砂が洗い落とされたり、吸水により軟質化したりすることで、土砂の除去効率が向上する。

図 3 はベルト 21 の一部の平面図である。図 3 に示すように、ベルト 21 の内側の面には、文字、記号、数字等の刻印による凹凸部 21c が形成されている。

【0018】

図 1 及び図 2 に示すように、ベルト検査装置 10 は、面状発光装置（面状照明装置）30、撮像装置 40、コントローラユニット（判定部）50 及び警報器 60 を備える。

【0019】

10

20

30

40

50

## 2. 警報器

警報器 60 は、ベルトコンベア 20 の近傍やトンネル 1 内に設置されている。警報器 60 は、警告灯、警告表示器又は警告スピーカである。

### 【0020】

## 3. 面状発光装置

面状発光装置 30 は、ベルト 21 の搬送ベルト部 21 a と戻りベルト部 21 b との間に配置されているとともに、搬送ベルト部 21 a の下面に対面する。この面状発光装置 30 は搬送ベルト部 21 a の下面に光（例えば可視光）を照射するものであり、面状発光装置 30 の光出射面 31 が例えば矩形状に形成されている。面状発光装置 30 が搬送ベルト部 21 a の下面に対面するので、搬送ベルト部 21 a の下面の照明される部位は広い範囲で  
10

明るい上、照度分布の均一性が高くなる。なお、面状発光装置 30 の光出射面 31 における輝度分布が均一であることが好ましい。

面状発光装置 30 の中央部には、透光部 32 が設けられている。この透光部 32 は、面状発光装置 30 の中央部に形成された開口である。この開口に透明板が嵌め込まれてもよい。

### 【0021】

面状発光装置 30 の例示を挙げると、点光源アレイ型、導光板型又は面状発光素子型のものがある。以下、点光源アレイ型、導光板型及び面状発光素子型について説明する。

点光源アレイ型の面状発光装置 30 は、搬送ベルト部 21 a と戻りベルト部 21 b との間において平面に沿って格子状に配列された点光源（例えば LED）と、これら点光源と  
20

搬送ベルト部 21 a との間に配置されているとともにこれら点光源の群に対面する拡散板と、を有する。点光源から発した光が光拡散板を通過する際に拡散され、光拡散板を通過した拡散光が搬送ベルト部 21 a の下面に照射される。光拡散板によって、面状発光装置 30 の光出射面 31 における輝度分布が均一となる。なお、拡散板が点光源毎に分割されることによって点光源毎に小拡散板が設けられ、これら小拡散板が連なって単一の拡散板となっていてよい。この場合、点光源と小拡散板の組み合わせが点状発光器である。

### 【0022】

導光板型の面状発光装置 30 は、搬送ベルト部 21 a と戻りベルト部 21 b との間に配置されているとともに搬送ベルト部 21 a の下面に対面した導光板と、この導光板の外周  
30

端面に沿って配列された点光源（例えば LED）と、を有する。点光源から発した光が導光板の外周端面から導光板の内部に入射し、導光板の内部に入射した光が導光板の表面により反射を繰り返すことによって拡散・導光され、その拡散光が導光板の上面から出射して搬送ベルト部 21 a の下面に照射される。導光板によって、面状発光装置 30 の光出射面 31 における輝度分布が均一となる。

### 【0023】

面状発光素子型の面状発光装置 30 は、搬送ベルト部 21 a に対面した面状発光素子（例えば有機 EL 素子、無機 EL 素子）を有するものである。例えば、面状発光素子型の面状発光装置 30 は、有機 EL シート又は無機 EL シートと呼ばれるものである。

### 【0024】

## 4. 撮像装置

撮像装置 40 は搬送ベルト部 21 a の下面に向けられるように設置されており、撮像装置 40 の撮像範囲には、搬送ベルト部 21 a の下面の幅方向全体が含まれている。また、搬送ベルト部 21 a の下面において撮像装置 40 の撮像範囲が面状発光装置 30 の照射範囲に含まれている。  
40

### 【0025】

好ましくは、撮像装置 40 が戻りベルト部 21 b と面状発光装置 30 との間に設置されており、撮像装置 40 の光軸が透光部 32 を通って、搬送ベルト部 21 a の下面における面状発光装置 30 の照射範囲の中心に交差する。そのため、撮像装置 40 は、面状発光装置 30 の光出射面 31 から発した光を遮蔽することなく、透光部 32 を通じて搬送ベルト部 21 a の下面を撮像する。なお、撮像装置 40 が光出射面 31 よりも上側に突出しない  
50

状態で透光部 3 2 内に配置されていてもよい。

【 0 0 2 6 】

撮像装置 4 0 は、エリア型の固体撮像素子と、ベルト 2 1 の像を固体撮像素子に結像する光学レンズと、固体撮像素子によって撮像（光電変換）されたベルト 2 1 の像をデジタルの画像に変換する画像処理部と、を備える。

【 0 0 2 7 】

撮像装置 4 0 は、ベルトコンベア 2 0 の運転中に周期的に撮像処理を実行する。撮像装置 4 0 による撮像処理の周期は、或る撮像処理による画像中のベルト 2 1 の撮像範囲と次の撮像処理による画像中のベルト 2 1 の撮像範囲が部分的に重なるように設定されているか、それらの撮像範囲が途切れずに連なるように設定されている。なお、面状発光装置 3 0 の点光源（LED）も高速点滅するが、その点滅周期が撮像装置 4 0 の撮像処理の周期よりも十分に短いため、面状発光装置 3 0 の高速点滅は連続的な発光とみなせる。

10

【 0 0 2 8 】

撮像装置 4 0 の撮像処理により得られた画像は、各画素値がモノクロの階調を表すモノクロ階調画像（例えば、各画素値が白の階調を表す白黒階調画像（所謂、グレースケール画像））である。なお、撮像装置 4 0 の撮像処理により得られた画像が複色階調画像（所謂、カラー画像）であってもよいが、その複色階調画像は後述のコントローラユニット 5 0 によってモノクロ階調画像に変換される。

【 0 0 2 9 】

5 . コントローラユニット

20

図 4 は、ベルト検査装置 1 0 の構成を示したブロック図である。

コントローラユニット 5 0 は、CPU、GPU、ROM、RAM 及びハードウェアインタフェース等を有するコンピュータである。このコントローラユニット 5 0 には、面状発光装置 3 0、撮像装置 4 0、警報器 6 0 及びモータドライバ 2 7 a のほか、記憶部 5 1 が接続されている。

【 0 0 3 0 】

記憶部 5 1 は、半導体メモリー又はハードディスクドライブ等からなる記憶装置である。記憶部 5 1 は、コントローラユニット 5 0 にとって読み書き可能なものである。記憶部 5 1 はコントローラユニット 5 0 の筐体に内蔵されてもよいし、外付けであってもよい。この記憶部 5 1 には、コントローラユニット 5 0 によって実行可能なプログラム 5 1 a が格納されている。なお、プログラム 5 1 a は、コントローラユニット 5 0 の ROM に格納されていてもよい。

30

【 0 0 3 1 】

6 . コントローラユニットの処理について

ベルトコンベア 2 0 の運転中に、つまりモータ 2 7 がモータドライバ 2 7 a によって駆動されている時にコントローラユニット 5 0 がプログラム 5 1 a に基づいて実行する処理について以下に具体的に説明する。

【 0 0 3 2 】

撮像装置 4 0 からコントローラユニット 5 0 に画像が転送される度に、コントローラユニット 5 0 が撮像装置 4 0 から転送された画像を取得して、その画像を記憶部 5 1 に記録し、更に損傷部有無判定処理を実行する。損傷部有無判定処理とは、コントローラユニット 5 0 が撮像装置 4 0 から取得した画像に対して各種の画像処理を行うことによって、その画像中の損傷部（損傷部とは、ベルト 2 1 に生じた亀裂や破断が像となった領域をいう。）の有無を判定する処理をいい、例えば次の通りである。なお、撮像装置 4 0 からコントローラユニット 5 0 に転送される画像が複色階調画像（カラー画像）である場合、コントローラユニット 5 0 はその複色階調画像をモノクロ階調画像に変換した上で、後述の損傷部有無判定処理を実行する。

40

【 0 0 3 3 】

損傷部有無判定処理は、二値化処理と、それに続く判定処理とからなる。まず、二値化処理について説明した後、判定処理について説明する。

50

二値化処理では、コントローラユニット50が、撮像装置40から取得した画像を二値画像（例えば、白黒画像）に変換する。具体的には、コントローラユニット50は、撮像装置40から取得した画像の画素毎に画素値を所定閾値と比較し、画素値が所定閾値以上であれば画素値を1ビットの1（白）に変換し、画素値が所定閾値未満であれば1ビットの0（黒）に変換する。従って、この所定閾値は、撮像装置40から取得した画像中の画素が損傷部を構成するものが否かを判別するための境となる値である。

#### 【0034】

ここで、図5及び図6を参照して、二値化処理前後の画像について説明する。図5は、二値化処理前後における亀裂及び水の写り方を説明するための図面であり、図5(a)に示すモノクロ階調画像は、ベルト21に生じた亀裂及びベルト21に付着した水が撮像範囲に含まれるようにベルト21を撮像装置40に撮像することにより得られた画像であり、図5(b)に示す二値画像は、図5(a)のモノクロ階調画像の二値化処理により得られた画像である。図6は、二値化処理前後における凹凸部21cの写り方を説明するための図面であり、図6(a)に示すモノクロ階調画像は、ベルト21の凹凸部21cが撮像範囲に含まれるようにベルト21を撮像装置40に撮像することにより得られた画像であり、図6(b)に示す二値画像は、図6(a)の画像の二値化処理により得られた画像である。

10

#### 【0035】

図5(a)及び図6(a)に示すように、モノクロ階調画像では、ベルト21の表面を表す正常部91を構成する画素の値（階調）が高くて所定閾値以上であるので、それらの画素の値が1ビットの1（白）に変換されて、図5(b)及び図6(b)に示すように二値画像上で白色の正常部92となる。一方、図5(a)に示すように、ベルト21の亀裂を表す損傷部93を構成する画素の値が低くて所定閾値未満であるので、それらの画素の値が1ビットの0（黒）に変換され、図5(b)に示すように二値画像上で黒色の損傷部94となる。また、図5(a)に示すように、ベルト21に付着した水を表すノイズ部95を構成する画素の値は低いものの所定閾値以上であるので、それらの画素の値が1ビットの1（白）に変換されることによって、図5(b)に示すようにノイズ部が正常部92と同一化して、二値画像にノイズ部が存在しない。同様に、図6に示すように、ベルト21の凹凸部21cを表すノイズ部97を構成する画素の値も1ビットの1（白）に変換されることによって、二値画像にノイズ部が存在しない。

20

30

#### 【0036】

ところで、ベルト21に亀裂が形成されている場合、面状発光装置30の光がベルト21に照射されると亀裂に影が発生し、更に亀裂とその周囲のベルト21の表面との明暗差が大きいので、亀裂の影が明瞭に表れる。亀裂が深いほど、亀裂の影がより明瞭に表れる。特に、亀裂がベルト21を貫通していると、面状発光装置30の光が亀裂を通過し、亀裂から撮像装置40に向かう反射光はない。そのため、亀裂を表す損傷部93を構成する画素の値が所定閾値未満となり、亀裂が損傷部94として二値画像に表れるようになる。これは、図5(b)からも明らかである。

#### 【0037】

一方、ベルト21に水が付着していると、その水が付着した部位では、ベルト21の本来の色よりも濃く表れやすい。ところが、面状発光装置30の光が拡散光であり、面状発光装置30の光出射面31が面状に広がっているので、ベルト21に付着した水には広範囲から光が入射する。そうすると、ベルト21に付着した水の表面で光が反射することで、その水を表すノイズ部95を構成する画素の値は所定閾値以上となり、水が二値画像に表れないようになる。これは、図5(b)からも明らかである。

40

#### 【0038】

また、面状発光装置30の光が拡散光であり、面状発光装置30の光出射面31が面状に広がっているので、凹凸部21cには広範囲から光が入射し、凹凸部21cの影が発生しづらいが、発生してもその影は薄い。そのため、凹凸部21cを表したノイズ部97を構成する画素の値は所定閾値以上となり、凹凸部21cが二値画像に表れないようになる

50

。これは、図 6 ( b ) から明らかなである。

【 0 0 3 9 】

特に、面状発光装置 3 0 が面状発光するものであるから、ベルト 2 1 の下面における照射範囲の照度分布の均一性が高く、凹凸部 2 1 c 或いは水が照射範囲の周縁部にある場合でも、凹凸部 2 1 c 或いは水の像がモノクロ階調画像で明るく表れ、凹凸部 2 1 c 或いは水が二値画像に表れることを抑制できる。

【 0 0 4 0 】

図 7 は、面状発光装置 3 0 を単一の線状発光装置に代えた場合 ( 比較例 ) における、二値化処理前後の画像を示す。この比較例では、線状発光装置を撮像装置 4 0 の上流側又は下流側でベルト 2 1 の幅方向に延在するよう搬送ベルト部 2 1 a の下方に設置し、搬送ベルト部 2 1 a の下面に向けて光を照射させた。図 7 ( a ) に示すモノクロ階調画像は、ベルト 2 1 に生じた亀裂が撮像範囲に含まれるようにベルト 2 1 を撮像装置 4 0 に撮像することにより得られた画像であり、図 7 ( b ) に示す二値画像は、図 7 ( a ) のモノクロ階調画像の二値化処理により得られた画像である。図 7 に示すように、モノクロ階調画像では、ベルト 2 1 の亀裂を表す損傷部 8 1 と、ベルト 2 1 に付着した水を表すノイズ部 8 3 が暗く表れており、モノクロ階調画像を二値画像に変換しても、損傷部 8 2 及びノイズ部 8 4 が黒く表れている。以上の図 5 ~ 図 7 から、線状発光装置と面状発光装置 3 0 を比較すると、面状発光装置 3 0 のほうが、ベルト 2 1 に付着した水が二値画像に表れづらくなることが明らかである。

【 0 0 4 1 】

上述のような二値化処理によって変換された二値画像は、コントローラユニット 5 0 によって、変換前の画像に対応付けられて記憶部 5 1 に記録される。

そして、上述のような二値化処理後、コントローラユニット 5 0 は、二値画像中の損傷部の有無の判定処理を実行する。具体的には、コントローラユニット 5 0 は、二値画像中の黒領域 ( 値が 1 ビットの 0 の画素からなる領域 ) を認識し、その認識した黒領域の面積 ( つまり、画素数 ) を算出し、その算出した面積を所定の第二閾値と比較する。そして、黒領域の面積が第二閾値以上であれば、黒領域が損傷部であるものとして損傷部の存在がコントローラユニット 5 0 によって判定される。一方、黒領域の面積が第二閾値未満であれば、黒領域が損傷部でないものとして損傷部の不在がコントローラユニット 5 0 によって判定される。このような処理が行われるため、画像上の微小なノイズ等が誤って損傷部 ( 亀裂 ) として判定されることを防止できる。

【 0 0 4 2 】

そして、コントローラユニット 5 0 は二値画像中の損傷部の存在を確認したら、警報器 6 0 を作動させる。そうすると、警報器 6 0 が警告灯であれば、警報器 6 0 が点灯又は点滅し、警報器 6 0 が警報スピーカであれば、警報器 6 0 から警告音が発せられ、警報器 6 0 が警告表示器であれば、警報器 6 0 によって警告が表示される。これにより、作業者に警告を報知することができる。

【 0 0 4 3 】

警報器 6 0 の作動に併せて、コントローラユニット 5 0 がモータドライバ 2 7 a をオフにして、モータ 2 7 を停止させる。これにより、ベルトコンベア 2 0 が停止する。

【 0 0 4 4 】

7 . 効果

面状発光装置 3 0 によりベルト 2 1 を照明したので、図 5 及び図 6 を用いて説明したように、ベルト 2 1 に付着した水やがベルト 2 1 に形成された凹凸部 2 1 c が 1 ビットの 0 ( 黒 ) として二値画像に表れない。そのため、その水や凹凸部 2 1 c が亀裂として誤検出されることがなく、ベルト 2 1 の亀裂の有無を正確に検査することができる。

【 0 0 4 5 】

8 . 変形例

図 8 に示すように、面状発光装置 3 0 が線状発光器集合体であってもよい。つまり、面状発光装置 3 0 は、ベルト 2 1 の幅方向に延在するよう搬送ベルト部 2 1 a と戻りベルト

10

20

30

40

50

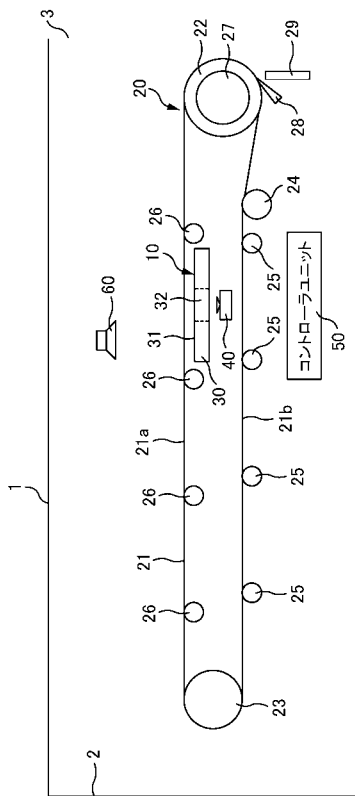
部 2 1 b との間 に 設 置 さ れ た 複 数 の 線 状 発 光 装 置 3 6 か ら な る 。 こ れ ら 線 状 発 光 装 置 3 6 は 隣 り 同 士 が 隣 接 す る よ う に ベ ル ト 2 1 の 搬 送 方 向 に 配 列 さ れ て お り 、 線 状 発 光 装 置 3 6 の 集 合 体 全 体 と し て 搬 送 ベ ル ト 部 2 1 a の 下 面 ( 特 に 撮 像 装 置 4 0 の 撮 像 範 囲 内 の 部 分 ) に 対 面 す る 。 こ れ ら 線 状 発 光 装 置 3 6 が 搬 送 ベ ル ト 部 2 1 a の 下 面 に 向 け て 光 を 照 射 す る こ と で 、 全 体 と し て 面 状 の 発 光 と み な せ る 。 こ こ で 、 線 状 発 光 装 置 3 6 は 、 搬 送 ベ ル ト 部 2 1 a と 戻 り ベ ル ト 部 2 1 b と の 間 に お い て ベ ル ト 2 1 の 幅 方 向 に 配 列 さ れ た 複 数 の 点 光 源 ( 例 え ば L E D ) と 、 こ れ ら 点 光 源 と 搬 送 ベ ル ト 部 2 1 a と の 間 に 配 置 さ れ て い る と と も に こ れ ら 点 光 源 の 群 に 対 面 す る 帯 板 状 拡 散 板 と 、 を 有 す る 。 そ の た め 、 線 状 発 光 装 置 3 6 の 指 向 性 が 低 く 、 線 状 発 光 装 置 3 6 か ら 出 射 さ れ る 光 は 拡 散 光 で あ る 。 線 状 発 光 器 集 合 体 の 中 央 部 に は 透 光 部 3 2 が 形 成 さ れ 、 線 状 発 光 器 集 合 体 の 下 側 に 配 置 さ れ た 撮 像 装 置 4 0 の 光 軸 は 透 光 部 3 2 を 通 っ て 、 搬 送 ベ ル ト 部 2 1 a の 下 面 に お け る 面 状 発 光 装 置 3 0 の 照 射 範 囲 の 中 心 に 交 差 す る 。

【符号の説明】

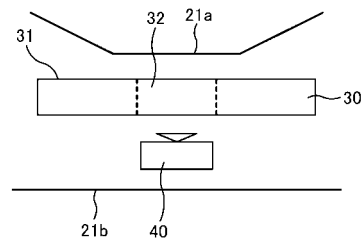
【0046】

10 ... ベルト検査装置, 20 ... ベルトコンベア, 21 ... ベルト, 30 ... 面状発光装置, 36 ... 線状発光装置, 40 ... 撮像装置, 50 ... コントローラユニット ( 判 定 部 )

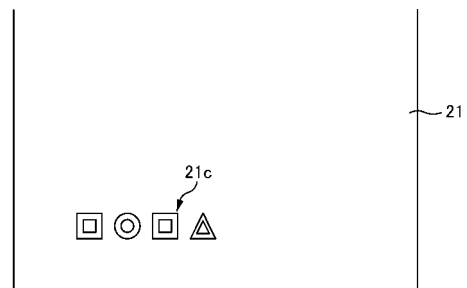
【図1】



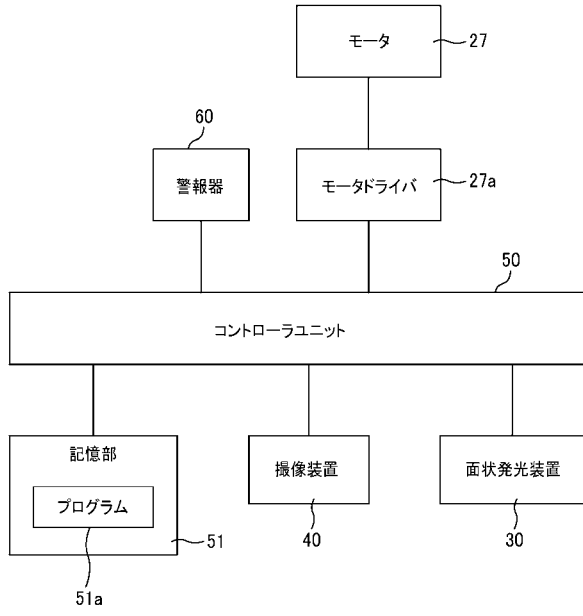
【図2】



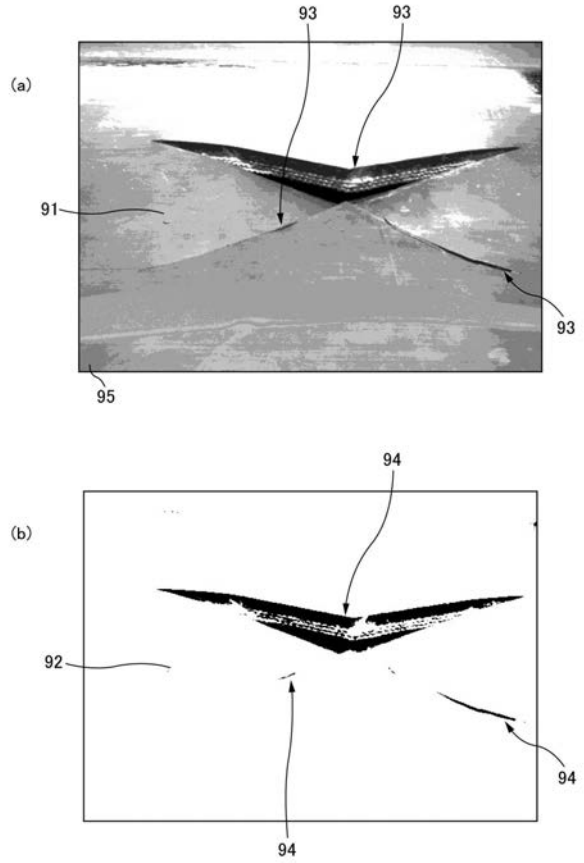
【図3】



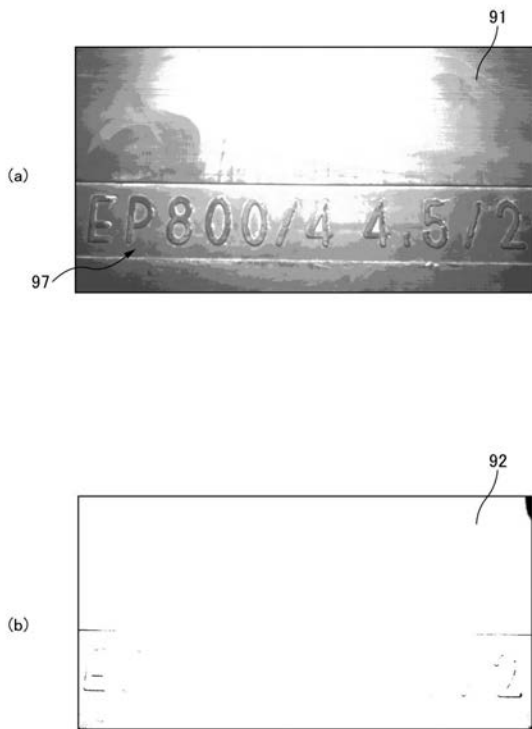
【 図 4 】



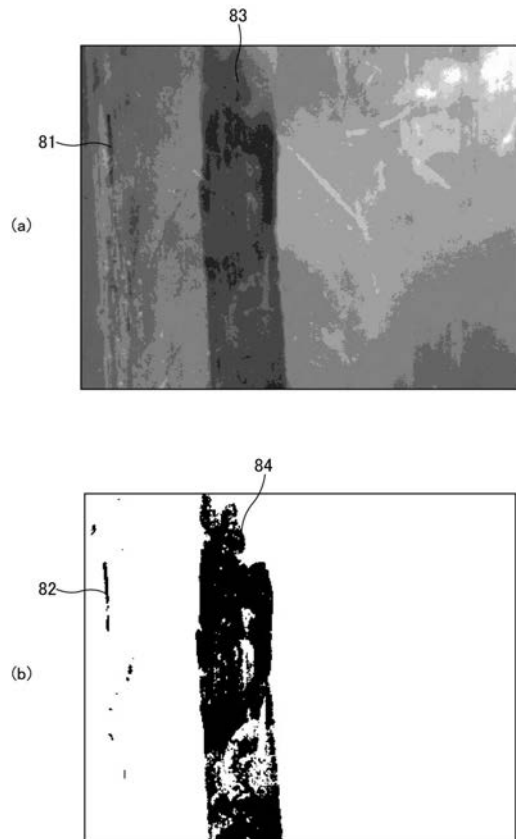
【 図 5 】



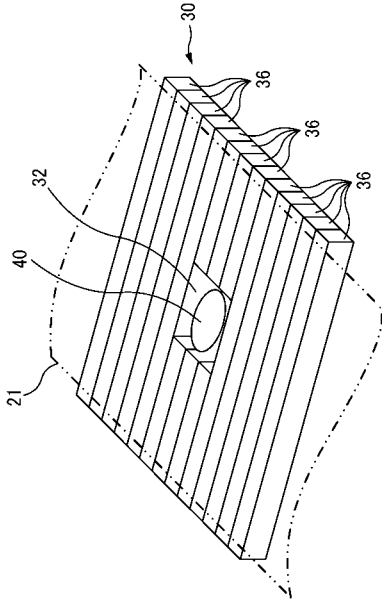
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 神田 憲成

大阪府牧方市招提大谷 1 丁目 1 番 1 号 株式会社大林組大阪機械工場内

Fターム(参考) 2F065 AA49 AA58 AA63 BB13 BB15 DD11 DD13 FF04 GG07 GG13  
GG15 GG16 GG18 HH02 JJ03 JJ26 LL01 LL49 MM03 PP15  
QQ04 QQ24 QQ31 SS09  
2G024 AD15 BA21 BA22 CA22 DA22 FA02  
2G051 AA31 AA88 AB03 BA01 BA20 BB01 CA03 CA04 CB01 CC20  
DA06 EA11 EA12 EA14 EA16 EB01