

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7508011号
(P7508011)

(45)発行日 令和6年7月1日(2024.7.1)

(24)登録日 令和6年6月21日(2024.6.21)

(51)国際特許分類

F I

G 0 1 B 11/24 (2006.01)

G 0 1 B 11/24

A

請求項の数 5 (全13頁)

(21)出願番号	特願2023-535079(P2023-535079)	(73)特許権者	000001258
(86)(22)出願日	令和5年3月13日(2023.3.13)		J F E スチール株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2023/009733		東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号
(87)国際公開番号	WO2023/199680	(74)代理人	100147485
(87)国際公開日	令和5年10月19日(2023.10.19)		弁理士 杉村 憲司
審査請求日	令和5年6月8日(2023.6.8)	(74)代理人	230118913
(31)優先権主張番号	特願2022-65348(P2022-65348)		弁護士 杉村 光嗣
(32)優先日	令和4年4月11日(2022.4.11)	(74)代理人	100165696
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		弁理士 川原 敬祐
		(74)代理人	100180655
			弁理士 鈴木 俊樹
		(72)発明者	西名 慶晃
			東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号
			J F E スチール株式会社内
		(72)発明者	山平 尚史

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 表面形状測定装置、表面形状測定方法及びベルトの管理方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

駆動手段によって周回するように駆動されるベルトの表面形状を測定する表面形状測定装置であって、

前記ベルトの表面形状を測定するベルト表面測定装置と、

測定された前記ベルトの表面形状の測定データに基づいて、前記ベルトの表面形状を演算する制御装置と、を備え、

前記ベルトは前記駆動手段としてのプーリーに巻き掛けられており、

前記ベルト表面測定装置は、前記ベルトが前記プーリーに接する部分において、前記ベルトの表面形状を測定し、加えて前記プーリーの表面形状を測定し、

10

前記制御装置は、測定された前記プーリーの表面位置に基づいて前記測定データを補正し、補正された前記測定データに基づいて前記ベルトの周方向における測定位置を推定し、前記測定データを前記測定位置に対応付けて前記ベルトの表面形状を演算する、表面形状測定装置。

【請求項 2】

前記制御装置は、前記ベルトにおいて他の部分に比べて厚みがある部分を前記ベルトの接合部と推定し、前記接合部を基準位置として前記測定位置を推定する、請求項 1 に記載の表面形状測定装置。

【請求項 3】

前記ベルト表面測定装置は、前記ベルトの複数周回分の表面形状を測定し、

20

前記制御装置は、複数周回分の前記測定データに基づいて前記測定位置を推定する、請求項 1 又は 2 に記載の表面形状測定装置。

【請求項 4】

駆動手段によって周回するように駆動されるベルトの表面形状を測定する表面形状測定方法であって、

前記ベルトの表面形状を測定することと、

測定された前記ベルトの表面形状の測定データに基づいて、前記ベルトの表面形状を演算することと、を含み、

前記ベルトは前記駆動手段としてのプーリーに巻き掛けられており、

前記ベルトの表面形状を測定することは、前記ベルトが前記プーリーに接する部分において、前記ベルトの表面形状を測定し、加えて前記プーリーの表面形状を測定し、

10

前記ベルトの表面形状を演算することは、測定された前記プーリーの表面位置に基づいて前記測定データを補正し、補正された前記測定データに基づいて前記測定データから前記ベルトの周方向における測定位置を推定し、前記測定データを前記測定位置に対応付けて前記ベルトの表面形状を演算すること、を含む、表面形状測定方法。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の表面形状測定方法によって演算された前記ベルトの表面形状に基づいて、前記ベルトを管理する、ベルトの管理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本開示は、表面形状測定装置、表面形状測定方法及びベルトの管理方法に関する。本開示は、特に駆動手段によって周回するように駆動されるベルトの表面形状を測定する表面形状測定装置、表面形状測定方法及びベルトの管理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば原料などの搬送物を搬送する搬送装置として、駆動手段としての一對のプーリーに巻き掛けられたコンベアベルトを備えるベルトコンベアが知られている。ベルトコンベアでは、コンベアベルトが破断しないように、コンベアベルトの厚さを管理する必要がある。

30

【0003】

ここで、例えば特許文献 1 及び特許文献 2 は、ラインレーザを用いた光切断法によって、コンベアベルトの表面の凹凸を測定する装置及びシステムを開示する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2020 - 76767 号公報

【文献】特開 2017 - 32346 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0005】

ここで、特許文献 1 及び特許文献 2 の技術は、コンベアベルトの厚さを測定する際に、反射型変位計によってベルトの接合部を認識したり、移動量センサによってベルトの移動量を検知したりすることによって、コンベアベルトの周方向における測定位置を特定する。そのため、ラインレーザとは別に、反射型変位計、移動量センサ等のセンサを設置する必要があり、設置コスト及び手間がかかる。例えば特許文献 1 及び特許文献 2 の技術によって、多数のコンベアベルトの厚さを測定することは難しい。

【0006】

かかる事情に鑑みてなされた本開示の目的は、センサを別途設置することなくベルトの周方向における測定位置を推定し、ベルトの厚さを精度よく測定する表面形状測定装置、

50

表面形状測定方法及びベルトの管理方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

(1) 本開示の一実施形態に係る表面形状測定装置は、
駆動手段によって周回するように駆動されるベルトの表面形状を測定する表面形状測定装置であって、

前記ベルトの表面形状を測定するベルト表面測定装置と、
測定された前記ベルトの表面形状の測定データに基づいて、前記ベルトの表面形状を演算する制御装置と、を備え、

前記制御装置は、前記測定データから前記ベルトの周方向における測定位置を推定し、
前記測定データを前記測定位置に対応付けて前記ベルトの表面形状を演算する。

10

【0008】

(2) 本開示の一実施形態として、(1)において、
前記制御装置は、前記ベルトにおいて他の部分に比べて厚みがある部分を前記ベルトの接合部と推定し、前記接合部を基準位置として前記測定位置を推定する。

【0009】

(3) 本開示の一実施形態として、(1)又は(2)において、
前記ベルトは前記駆動手段としてのプーリーに巻き掛けられており、
前記ベルト表面測定装置は、前記ベルトが前記プーリーに接する部分において、前記ベルトの表面形状を測定する。

20

【0010】

(4) 本開示の一実施形態として、(3)において、
前記ベルト表面測定装置は、前記ベルトの表面形状に加えて前記プーリーの表面形状を測定し、

前記制御装置は、測定された前記プーリーの表面位置に基づいて前記測定データを補正し、補正された前記測定データに基づいて前記測定位置を推定する。

【0011】

(5) 本開示の一実施形態として、(1)から(4)のいずれかにおいて、
前記ベルト表面測定装置は、前記ベルトの複数周回分の表面形状を測定し、
前記制御装置は、複数周回分の前記測定データに基づいて前記測定位置を推定する。

30

【0012】

(6) 本開示の一実施形態に係る表面形状測定方法は、
駆動手段によって周回するように駆動されるベルトの表面形状を測定する表面形状測定方法であって、

前記ベルトの表面形状を測定することと、
測定された前記ベルトの表面形状の測定データに基づいて、前記ベルトの表面形状を演算することと、を含み、

前記ベルトの表面形状を演算することは、前記測定データから前記ベルトの周方向における測定位置を推定し、前記測定データを前記測定位置に対応付けて前記ベルトの表面形状を演算すること、を含む。

40

【0013】

(7) 本開示の一実施形態に係るベルトの管理方法は、
(6)の表面形状測定方法によって演算された前記ベルトの表面形状に基づいて、前記ベルトを管理する。

【発明の効果】

【0014】

本開示によれば、センサを別途設置することなくベルトの周方向における測定位置を推定し、ベルトの厚さを精度よく測定する表面形状測定装置、表面形状測定方法及びベルトの管理方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 1 5 】

【図 1】図 1 は、一実施形態に係る表面形状測定装置の構成例を示す図である。

【図 2】図 2 は、ベルト表面測定装置によってコンベアベルトの表面形状（表面位置）を測定する様子を例示する図である。

【図 3 A】図 3 A は、プーリーの傾き及び偏心によるコンベアベルトの表面形状データへの影響を説明するための図である。

【図 3 B】図 3 B は、プーリーの傾き及び偏心によるコンベアベルトの表面形状データへの影響を説明するための図である。

【図 4】図 4 は、一実施形態に係る表面形状測定方法の例を示すフローチャートである。

【図 5 A】図 5 A は、プーリーの傾きの影響を補正する方法を説明するための図である。

10

【図 5 B】図 5 B は、プーリーの傾きの影響を補正する方法を説明するための図である。

【図 6 A】図 6 A は、プーリーの偏心の影響を補正する方法を説明するための図である。

【図 6 B】図 6 B は、プーリーの偏心の影響を補正する方法を説明するための図である。

【図 7】図 7 は、コンベアベルトの周回検知について説明するための図である。

【図 8】図 8 は、コンベアベルトの接合部について説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 6 】

以下、図面を参照して本開示の一実施形態に係る表面形状測定装置、表面形状測定方法及びベルトの管理方法が説明される。各図中、同一又は相当する部分には、同一符号が付されている。本実施形態の説明において、同一又は相当する部分については、説明を適宜省略又は簡略化する。

20

【 0 0 1 7 】

< 表面形状測定装置 >

図 1 は、本実施形態に係る表面形状測定装置 1 0 の構成例を示す。図 2 は、表面形状測定装置 1 0 のベルト表面測定装置 1 1 によってベルトコンベア 1 のコンベアベルト 3 0 の表面形状を測定する様子を示す。表面形状測定装置 1 0 は、図 2 に示すように、プーリー 2 0 に巻き掛けられたコンベアベルト 3 0 の表面形状を測定する。ここで、プーリー 2 0 は駆動手段の一例である。また、コンベアベルト 3 0 はベルトの一例である。表面形状測定装置 1 0 は、駆動手段によって進行方向に駆動されるベルトの表面形状を測定する装置である。ベルトはコンベアベルト 3 0 に限定されないが、本実施形態において、ベルトがプーリー 2 0 によって駆動されるコンベアベルト 3 0 であるとして説明する。ここで、進行方向はベルトが駆動手段からの駆動力によって移動する方向である。本実施形態において、進行方向は搬送方向又は周方向とも称される。搬送方向は、稼働しているコンベアベルト 3 0 の表面 3 1 に積載された搬送物が移動する方向である。一對のプーリー 2 0 に巻き掛けられたコンベアベルト 3 0 は周回するように駆動されるが、周方向とは、その周回においてコンベアベルト 3 0 が移動する方向を意味する。

30

【 0 0 1 8 】

ベルトコンベア 1 では、コンベアベルト 3 0 が破断しないようにコンベアベルト 3 0 の厚さを管理する必要がある。コンベアベルト 3 0 の厚さは、表面形状測定装置 1 0 によって測定される表面形状からコンベアベルト 3 0 の厚さを演算して、管理することが可能である。表面形状を精度よく測定できれば、演算によってコンベアベルト 3 0 の厚さを正確に得ることができる。ここで、表面形状とは、コンベアベルト 3 0 の表面 3 1 の凹凸を含む形状である。例えば、コンベアベルト 3 0 の表面 3 1 において周囲より凹んだ部分は、コンベアベルト 3 0 の厚さが周囲より薄いことを示し得る。

40

【 0 0 1 9 】

図 1 に示すように、本実施形態に係る表面形状測定装置 1 0 は、ベルト表面測定装置 1 1 と、制御装置 1 5 と、を備える。制御装置 1 5 は、演算装置 1 2 と、解析装置 1 4 と、を有する。表面形状測定装置 1 0 は、ベルト表面測定装置 1 1 と、演算装置 1 2 と、解析装置 1 4 と、が連携して動作して、コンベアベルト 3 0 の表面形状を測定する装置である。演算装置 1 2 は、必要に応じてコンベアベルト稼働情報 1 3 を得る。コンベアベルト稼

50

働情報 13 は、コンベアベルト 30 の稼働及び状態についての情報であって、例えばベルトコンベア 1 の制御装置から得られる。ベルト表面測定装置 11 と、制御装置 15 とは、例えば LAN (Local Area Network) などのネットワークで接続されており、測定で得られた情報 (測定データ) の送受信が可能であってよい。また、ベルトコンベア 1 の制御装置が、同じ LAN などのネットワークで接続されてよい。表面形状測定装置 10 の構成要素の詳細については後述する。

【0020】

図 2 に示すように、表面形状測定装置 10 の測定対象であるコンベアベルト 30 は、プーリー 20 に巻き掛けられている。プーリー 20 が回転すると、コンベアベルト 30 が移動し、コンベアベルト 30 の表面 31 に載せられた搬送物を搬送することができる。ここで、コンベアベルト 30 の表面 31 は、コンベアベルト 30 のプーリー 20 側の面 (内側の面) とは反対側の面 (外側の面) である。

10

【0021】

<ベルト表面測定装置>

図 2 に示すように、ベルト表面測定装置 11 は、コンベアベルト 30 の表面形状に加えてプーリー 20 の表面形状を測定する。ベルト表面測定装置 11 は、測定によってコンベアベルト 30 及びプーリー 20 の表面位置を特定することができる。つまり、表面形状の局所的な情報が表面位置であると言える。そのため、以下において、ベルト表面測定装置 11 による測定について「表面位置を測定する」と表記することがある。ベルト表面測定装置 11 は、コンベアベルト 30 がプーリー 20 に接する部分において、コンベアベルト 30 の表面位置及びプーリー 20 の表面位置を同時に測定できる。本実施形態において、ベルト表面測定装置 11 は、コンベアベルト 30 及びプーリー 20 に非接触の状態でコンベアベルト 30 及びプーリー 20 の表面位置を測定する非接触式測定装置である。ベルト表面測定装置 11 は、プーリー 20 及びコンベアベルト 30 の回転中に測定を行う。ベルト表面測定装置 11 は、コンベアベルト 30 の少なくとも搬送方向全長の表面位置を測定することが好ましい。

20

【0022】

本実施形態において、ベルト表面測定装置 11 は、例えば光切断式形状計のようなレーザー光切断方式の装置である。ベルト表面測定装置 11 は、コンベアベルト 30 及びプーリー 20 にライン状のレーザー光を照射することで、コンベアベルト 30 の幅方向の全長の表面位置を測定できる。ベルト表面測定装置 11 は、プーリー 20 について、コンベアベルト 30 の幅方向端部からそれぞれ露出するプーリー 20 の幅方向両端の表面位置を測定することが可能である。

30

【0023】

ベルト表面測定装置 11 は、コンベアベルト 30 がプーリー 20 に接する部分において、コンベアベルト 30 及びプーリー 20 の表面位置を同時に測定できるように、プーリー 20 の斜め上方からコンベアベルト 30 へレーザー光を照射できる位置に設けられている。ベルト表面測定装置 11 は、地面に設置された保持部材 40 によってプーリー 20 の近傍に保持される構成としてよい。このとき、コンベアベルト 30 の厚さ方向を正確に測定するために、ベルト表面測定装置 11 はレーザー光の照射方向がプーリー 20 の中心 22 を通るように設置される。ベルト表面測定装置 11 は、プーリー 20 に接する部分においてコンベアベルト 30 の表面位置を測定するため、コンベアベルト 30 が上下に揺れることもなく、安定した姿勢のコンベアベルト 30 を測定することができる。また、コンベアベルト 30 の表面位置とプーリー 20 の表面位置とを同じ位置で同時に測定することができる。そのため、2つの測定装置でコンベアベルト 30 とプーリー 20 の表面位置を別々に測定する構成と比較して、測定装置の数を減らすことができ、プーリー 20 の表面位置に応じてコンベアベルト 30 の表面位置を精度よく補正することができる。

40

【0024】

このように、ベルト表面測定装置 11 は測定を行って、コンベアベルト 30 の表面位置の情報と、プーリー 20 の表面位置の情報を得ることができる。ただし、得られるコン

50

ベアベルト 30 の表面位置の情報は、プーリー 20 の偏心及び傾きを含む情報になる。

【 0 0 2 5 】

ここで、別の構成例として、ベルト表面測定装置 11 は、レーザー光切断方式でない装置を用いることも可能である。ただし、ベルト表面測定装置 11 は、回転中にコンベアベルト 30 及びプーリー 20 の表面位置を測定することが可能となるように、コンベアベルト 30 及びプーリー 20 に非接触の状態で測定可能な非接触式測定装置であることが好ましい。

【 0 0 2 6 】

< 制御装置 >

制御装置 15 は、演算装置 12 と解析装置 14 とを含んで構成される。制御装置 15 は、ベルト表面測定装置 11 で測定したプーリー 20 の表面位置に基づいて、コンベアベルト 30 の表面位置を補正し、コンベアベルト 30 の表面形状を演算する。制御装置 15 は、演算を実行するプロセッサと、演算で使用するデータ（例えば表面位置の情報）を記憶する記憶部と、を備えて構成されてよい。プロセッサは、例えば汎用のプロセッサ又は特定の処理に特化した専用プロセッサであるが、これらに限られず任意のプロセッサとすることができる。記憶部は、1つ以上のメモリである。メモリは、例えば半導体メモリ、磁気メモリ又は光メモリ等であるが、これらに限られず任意のメモリとすることができる。制御装置 15 は、例えばコンピュータであってよい。

【 0 0 2 7 】

< 演算装置 >

演算装置 12 は、ベルト表面測定装置 11 からの表面位置の情報である測定データと、必要に応じて取得するコンベアベルト稼働情報 13 と、に基づいて、コンベアベルト 30 の搬送方向全長の表面形状を演算する。ここで、コンベアベルト 30 の搬送方向全長を全周又は周方向全長と称することがある。また、表面形状の演算は、コンベアベルト 30 の厚さを求めることを含んでよいし、コンベアベルト 30 の表面 31 の凹凸を例えば 2 次元マップに対応付けて求めることを含んでよい。

【 0 0 2 8 】

< 解析装置 >

解析装置 14 は、プーリー 20 の表面形状及びコンベアベルト 30 の表面形状の情報をを用いて、コンベアベルト 30 の周方向における測定位置を特定（推定）し、コンベアベルト 30 の周回検知を行うための装置である。周回検知の詳細については後述する。また、解析装置 14 は、演算装置 12 で演算されたコンベアベルト 30 の表面形状の情報から、プーリー 20 の表面位置（偏心及び傾き）の情報を取り除いて、コンベアベルト 30 の正確な表面形状を得る。ここで、取り除く対象であるプーリー 20 の表面位置は、プーリー 20 の全幅（幅方向全長）の表面位置である。解析装置 14 は、ベルト表面測定装置 11 によって測定されたプーリー 20 の幅方向両端の表面位置から、プーリー 20 の幅方向全長の表面位置を推定する。解析装置 14 は、例えば図 5 A の破線で示すように、プーリー 20 の幅方向両端の位置を直線で繋いだ場合の直線部分をプーリー 20 の表面位置と推定する。

【 0 0 2 9 】

< 表面形状測定方法 >

図 3 A 及び図 3 B はベルト表面測定装置 11 で得られた測定データについて、コンベアベルト 30 とプーリー 20 の表面形状をグレースケールとして表示したものである。本実施形態において、表面位置は、円筒形状のプーリー 20 の中心 22 からの半径方向を高さ方向として、高さ方向の位置（以下「高さ」）として得られる。コンベアベルト 30 の表面位置について、プーリー 20 の半径方向に向かって中心 22 から遠い場合を高い、中心 22 に近い場合を低い、と表現することがある。図 3 A 及び図 3 B において、幅方向の中心付近などの黒い部分は、白い部分と比べて表面位置が高いことを示す。図 3 A はプーリー 20 の傾き及び偏心の影響を含むデータである。例えば偏心の影響によって、幅方向全長に黒い線状の部分が見られる。また、幅方向について対称的でない色の分布が見られる

10

20

30

40

50

。図 3 B はプーリー 2 0 の傾き及び偏心の影響を取り除いたデータである。図 3 B では、黒い線状の部分及び非対称な色の分布が見られない。以下に説明される補正処理が実行されることで、図 3 B のようなコンベアベルト 3 0 とプーリー 2 0 の表面形状のデータが得られる。

【 0 0 3 0 】

図 4 は、本実施形態に係る表面形状測定装置 1 0 が実行する表面形状測定方法の例を示すフローチャートである。

【 0 0 3 1 】

表面形状測定装置 1 0 は、コンベアベルト稼働情報 1 3 から得られる信号に基づいてコンベアベルト 3 0 が稼働中でないと判定する場合に待機する（ステップ S 1 の N o ）。表面形状測定装置 1 0 は、コンベアベルト 3 0 が稼働中であれば（ステップ S 1 の Y e s ）、ベルト表面測定装置 1 1 で測定を行う（ステップ S 2 ）。

10

【 0 0 3 2 】

表面形状測定装置 1 0 は、コンベアベルト 3 0 の稼働中に所定時間分のデータを測定する。所定時間とは、コンベアベルト 3 0 の複数周回分に対応する時間であればよく、特定の値に限定されない。所定時間は、例えばコンベアベルト 3 0 が 1 周回転する時間 × 2 回分の時間（2 周分の時間）である。

【 0 0 3 3 】

表面形状測定装置 1 0 は、所定時間分のデータを測定できていなければ（ステップ S 3 の N o ）、測定を継続する。表面形状測定装置 1 0 は、所定時間分のデータが測定された場合に（ステップ S 3 の Y e s ）、所定時間分のデータを結合する（ステップ S 4 ）。

20

【 0 0 3 4 】

ここで、ステップ S 3 で得られた表面形状データはプーリー 2 0 の表面位置（傾き及び偏心）の影響を含む。そのため、表面形状測定装置 1 0 は、コンベアベルト 3 0 の正しい表面形状データを解析する（ステップ S 5 ）。表面形状測定装置 1 0 は、プーリー 2 0 の表面位置（傾き及び偏心）に基づいてコンベアベルト 3 0 の表面位置を補正し、プーリー 2 0 の傾き及び偏心の影響を取り除いたコンベアベルト 3 0 の表面形状を算出する。

【 0 0 3 5 】

図 5 A 及び図 5 B は、プーリー 2 0 の傾きの影響の補正方法を示す図である。ここで、プーリー 2 0 と、プーリー 2 0 に巻き掛けられたコンベアベルト 3 0 とは、コンベアベルト 3 0 の両端部（境界）において急激な高さの差（段差）が生じるため、幅方向において判別可能である。図 5 A 及び図 5 B のプーリー部は、プーリー 2 0 が露出していると判別される部分である。また、図 5 A 及び図 5 B のベルト部は、コンベアベルト 3 0 が存在すると判別される部分である。図 5 A は、制御装置 1 5 で演算される傾き補正前のコンベアベルト 3 0 の表面位置（表面形状）の一例を示したものである。プーリー 2 0 の両端の表面位置（高さ）の違いから、プーリー全体が幅方向に傾いていることが分かる。また、プーリー 2 0 の傾きの影響により、コンベアベルト 3 0 の表面位置（表面形状）も傾いていることが分かる。制御装置 1 5 は、図 5 B に示すように、プーリー 2 0 の高さが 0（基準点）になるように、コンベアベルト 3 0 及びプーリー 2 0 の表面位置を回転及び平行移動させることで、プーリー 2 0 の傾きの影響を補正する。ここで、プーリー 2 0 の傾きについては、プーリー 2 0（コンベアベルト 3 0）の停止中であっても測定（推定）することが可能である。

30

40

【 0 0 3 6 】

図 6 A 及び図 6 B は、プーリー 2 0 に偏心がある（中心 2 2 がずれている）場合の補正方法を示す図である。プーリー 2 0 の偏心により、コンベアベルト 3 0 の表面形状は搬送方向（周方向）に凹凸が生じる。図 6 A は、制御装置 1 5 で演算される偏心補正前のコンベアベルト 3 0 の幅方向における中心位置とプーリー 2 0 の幅方向の両端位置の表面形状をそれぞれ示す。コンベアベルト 3 0 の幅方向中心の表面形状（ベルト部のプロフィール）の移動平均とプーリー 2 0 の幅方向の両端位置の表面形状（プーリー部のプロフィール）の移動平均の推移は一致している。つまり、ベルト部の表面形状はプーリー 2 0 の偏心

50

によって影響を受けていることがわかる。制御装置 15 は、図 6 B に示すように、ベルト部のプロファイルからプーリー部のプロファイルを引いて差分を取ることによって、プーリー 20 の偏心の影響を補正する。図 6 B の例において、コンベアベルト 30 の表面形状の変動幅は約 2 mm である。偏心補正前（図 6 A）において、コンベアベルト 30 の表面形状の変動幅が約 8 mm であったことと比較すると、変動幅がかなり小さくなっており、補正によってコンベアベルト 30 の表面形状を精度よく測定できることがわかる。そして、制御装置 15 は、補正によって精度よく得られたコンベアベルト 30 の表面形状に基づいて、コンベアベルト 30 の厚さを正確に測定できる。

【0037】

ここで、図 6 A 及び図 6 B の横軸の搬送方向距離は、コンベアベルト 30 の表面形状（高さ）が測定された搬送方向での位置を、測定時間の順に並べたものである。したがって、周回の区切り（例えば 2 周目の搬送方向全長の開始点）は不明である。再び図 4 に戻ると、表面形状測定装置 10 は、上記のプーリー 20 の傾き及び偏心補正後の測定データに基づいて、コンベアベルト 30 の位置特定を行う（ステップ S6）。ここで、搬送方向距離は、例えば測定頻度 [秒/回] × 測定回数 [回] × コンベアベルト 30 の速度 [mm/秒] で求められる。

【0038】

図 7 は、コンベアベルト 30 の周回検知について説明するための図である。制御装置 15 は、補正後の測定データの周期性を利用して、コンベアベルト 30 の周方向における測定位置の特定（推定）を行う。

【0039】

図 7 は、横軸を搬送方向距離、縦軸を高さとして、補正後の測定データでのコンベアベルト 30 の表面形状（ベルト部のプロファイル）を周回毎にプロットしたものである。図 7 において、横軸の搬送方向距離は、測定開始位置を 0 として、最大が搬送方向全長であるように示されている。具体的には、搬送方向全長は 16×10^4 [mm] である。そして、7 周回分のベルト部のプロファイルが、周回毎にプロットされている。図 7 に示すように、ベルト部のプロファイルには周回毎のパターン（周回特性）があり、急激に高さが変化する特徴的なパターンが示されている。制御装置 15 は、このような特徴的なパターンを検出し、特徴的なパターンを示す位置をコンベアベルト 30 上の同一位置（基準位置）とすることによって、周回検知を実行できる。

【0040】

図 8 は、コンベアベルト 30 の接合部について説明するための図である。コンベアベルト 30 の接合部は、他の部分に比べて厚みがある部分である。したがって、コンベアベルト 30 の接合部は、上記の特徴的なパターンを示す。ここで、図 8 に示すように、接合部は、ベルト幅方向に対して斜めであるという特徴を有する。したがって、幅方向について測定データが得られる場合に、特徴的なパターンが斜めに生じていることを検出して、さらに接合部を正確に検出することが可能である。

【0041】

本実施形態において、制御装置 15 は、補正後の測定データから特徴的なパターンを検出して、コンベアベルト 30 の接合部と特定（推定）し、接合部を基準位置としてコンベアベルト 30 の周方向における測定位置を算出する。

【0042】

<ベルトの管理方法>

上記の表面形状測定方法を用いて、演算したコンベアベルト 30 の表面形状に基づいてコンベアベルト 30 を管理（監視）することができる。表面形状測定装置 10 は、例えば演算したコンベアベルト 30 の表面形状に基づいて、コンベアベルト 30 の厚さが十分か否かを判定する。表面形状測定装置 10 は、厚さが十分ではないと判定する場合に、作業者に対してコンベアベルト 30 の異常を報知したり、コンベアベルト 30 を停止させたりすることができる。このように、演算したコンベアベルト 30 の表面形状に基づいてコンベアベルト 30 を管理することで、コンベアベルト 30 の異常を精度よく検出することが

10

20

30

40

50

可能となり、異常に対して早期に対応することが可能になる。

【 0 0 4 3 】

以上のように、本実施形態に係る表面形状測定装置 1 0 及び表面形状測定方法は、上記の構成及び工程によって、測定データから基準位置を特定して、センサを別途設置することなくベルトの周方向における測定位置を推定し、コンベアベルト 3 0 の厚さを精度よく測定することができる。また、本実施形態に係るベルトの管理方法は、コンベアベルト 3 0 の厚さを正確に求めることが可能になり、破断などが生じないようにコンベアベルト 3 0 を管理することができる。

【 0 0 4 4 】

本開示の実施形態について、諸図面及び実施例に基づき説明してきたが、当業者であれば本開示に基づき種々の変形又は修正を行うことが容易であることに注意されたい。従って、これらの変形又は修正は本開示の範囲に含まれることに留意されたい。例えば、各構成部又は各ステップ（工程）などに含まれる機能などは論理的に矛盾しないように再配置可能であり、複数の構成部又はステップなどを 1 つに組み合わせたり、或いは分割したりすることが可能である。本開示に係る実施形態は装置が備えるプロセッサにより実行されるプログラム又はプログラムを記録した記憶媒体としても実現し得るものである。本開示の範囲にはこれらも包含されるものと理解されたい。

【 0 0 4 5 】

上記の実施形態では、測定対象がプーリー 2 0 に巻き掛けられたコンベアベルト 3 0 であったが、コンベアベルト 3 0 に限定されない。また、駆動手段は、プーリー 2 0 に限定されない。測定対象であるベルトは、少なくとも駆動手段によって駆動されるベルトであればよく、例えばギアからギアへ動力を伝達するタイミングベルト等でよい。

【 0 0 4 6 】

上記の実施形態において、コンベアベルト 3 0 の接合部が特定（推定）されて、接合部が基準位置とされたが、基準位置は接合部に限らない。例えばコンベアベルト 3 0 の表面 3 1 に存在する疵（凹部）等が基準位置とされてよい。また、上記の実施形態では、測定データから特徴的なパターンを抽出して基準位置としたが、測定データの波形の類似度（相似度）を比較するパターンマッチングによって周回検知が行われてよい。

【 0 0 4 7 】

上記の実施形態では、プーリー 2 0 の傾き及び偏心の影響を除去する補正後の測定データを用いて、周回検知（測定位置の推定）が行われた。ただし、プーリー 2 0 の傾き及び偏心の影響を除去する必要はなく、補正前の測定データの波形に基づいて周回検知が行われてよい。このとき、コンベアベルト 3 0 の表面形状のみが測定されればよく、プーリー 2 0 の表面形状は測定されなくてよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 8 】

- 1 ベルトコンベア
- 1 0 表面形状測定装置
- 1 1 ベルト表面測定装置
- 1 2 演算装置
- 1 3 コンベアベルト稼働情報
- 1 4 解析装置
- 1 5 制御装置
- 2 0 プーリー
- 2 2 中心
- 3 0 コンベアベルト
- 3 1 コンベアベルトの表面
- 4 0 保持部材

10

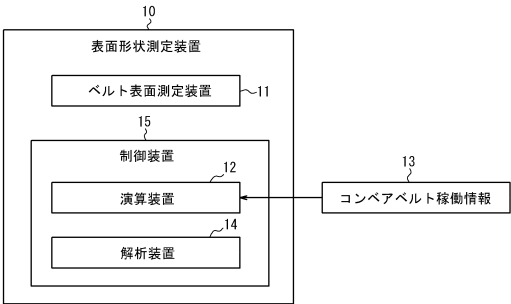
20

30

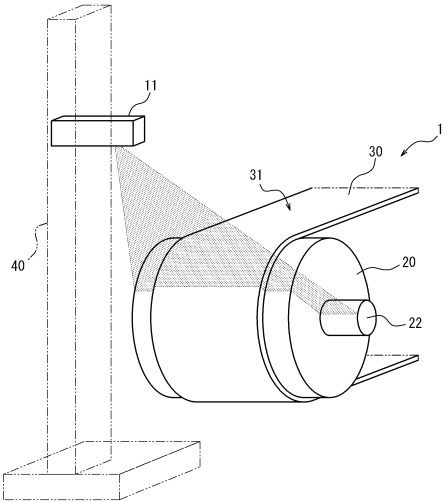
40

50

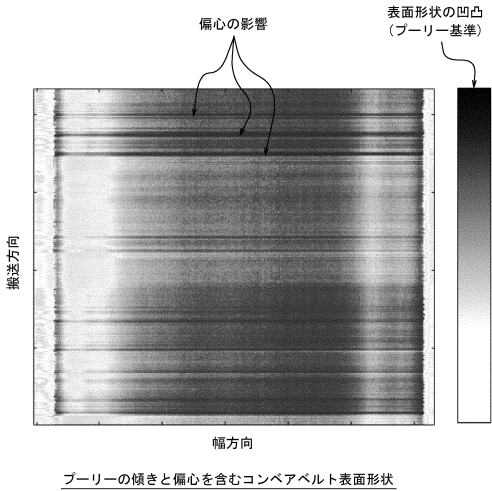
【図面】
【図 1】



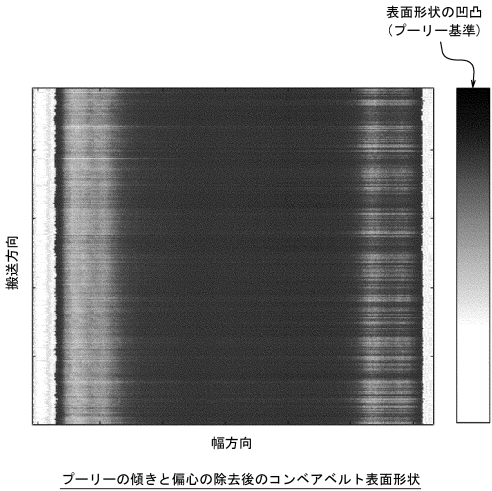
【図 2】



【図 3 A】



【図 3 B】



10

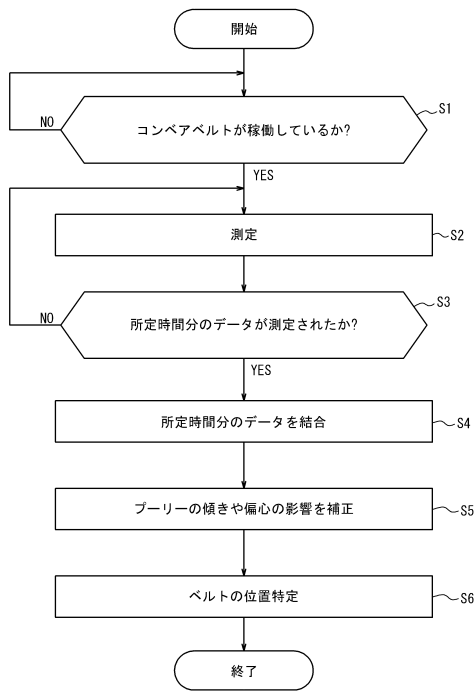
20

30

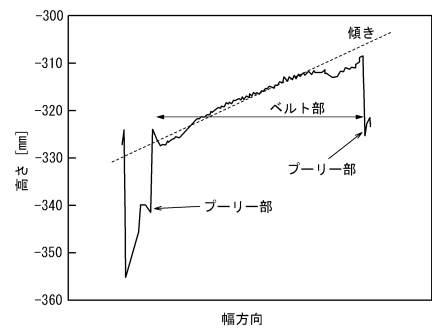
40

50

【 図 4 】



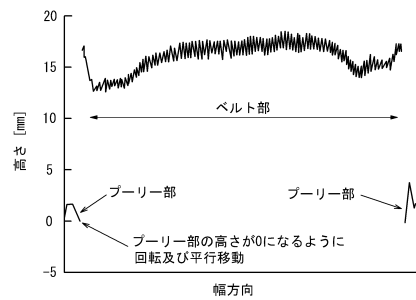
【 図 5 A 】



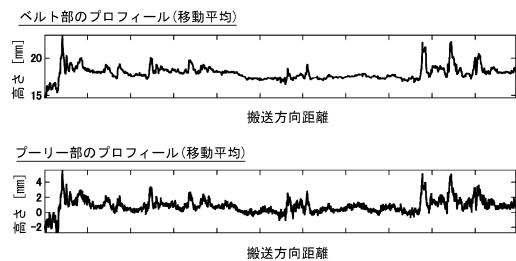
10

20

【 図 5 B 】



【 図 6 A 】

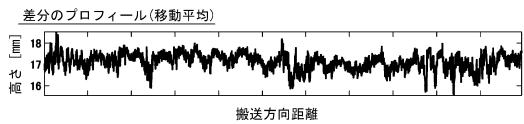


30

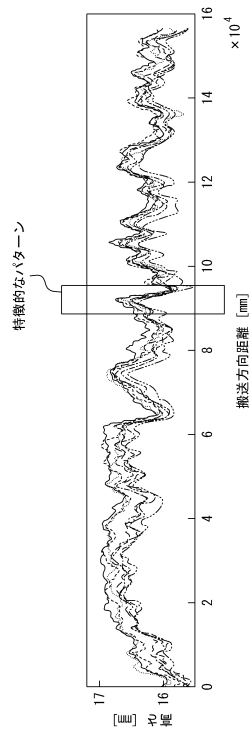
40

50

【図 6 B】



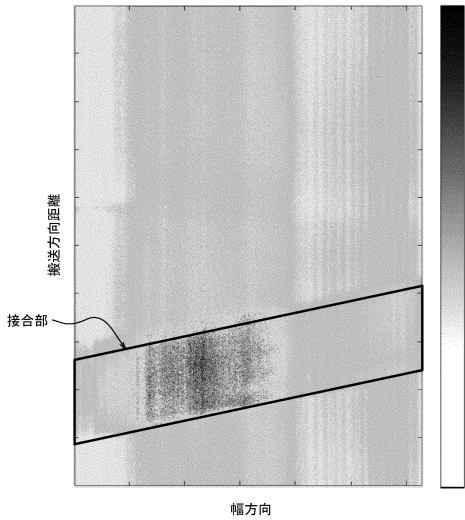
【図 7】



10

20

【図 8】



30

40

50

フロントページの続き

東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号 J F E スチール株式会社内
(72)発明者 榎枝 成治
東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号 J F E スチール株式会社内
審査官 山▲崎▼ 和子
(56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 2 8 3 3 0 3 (J P , A)
特開 2 0 2 0 - 0 7 6 7 6 7 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 1 3 2 9 4 2 (J P , A)
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G 0 1 B 1 1 / 0 0 - 1 1 / 3 0
G 0 1 N 2 1 / 8 4 - 2 1 / 9 5 8