

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7414155号
(P7414155)

(45)発行日 令和6年1月16日(2024.1.16)

(24)登録日 令和6年1月5日(2024.1.5)

(51)国際特許分類	F I				
G 0 1 B 11/24 (2006.01)	G 0 1 B	11/24	K		
G 0 1 B 11/25 (2006.01)	G 0 1 B	11/25	H		
B 6 5 G 43/02 (2006.01)	B 6 5 G	43/02	Z		

請求項の数 9 (全13頁)

(21)出願番号	特願2022-564828(P2022-564828)	(73)特許権者	000001258
(86)(22)出願日	令和4年7月12日(2022.7.12)		J F E スチール株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/027476		東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号
(87)国際公開番号	WO2023/286791	(74)代理人	100147485
(87)国際公開日	令和5年1月19日(2023.1.19)		弁理士 杉村 憲司
審査請求日	令和4年10月25日(2022.10.25)	(74)代理人	230118913
(31)優先権主張番号	特願2021-115982(P2021-115982)		弁護士 杉村 光嗣
(32)優先日	令和3年7月13日(2021.7.13)	(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	山平 尚史
			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	明智 吉弘

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コンベアベルトの管理方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プーリーに巻き掛けられたコンベア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、

前記プーリーの表面形状を測定する第 1 の測定を行うプーリー表面測定装置と、

前記コンベアベルトが前記プーリーに接する部分において、前記コンベアベルトの表面形状を測定する第 2 の測定を行うベルト表面測定装置と、

前記第 1 の測定で得られた表面形状の情報と、前記第 2 の測定で得られた表面形状の情報と、に基づいて、前記プーリーの表面形状の影響を除いた前記コンベアベルトの表面形状を演算する演算装置と、を有し、

前記プーリー表面測定装置は、前記プーリーの前記コンベアベルトが巻き掛けられている部分の周方向内側において、前記プーリーの幅方向全長の表面形状を測定する、表面形状測定装置。

【請求項 2】

前記プーリー表面測定装置は、着脱可能に前記プーリーに固定されて、所定の回転角毎に前記プーリーの表面形状を測定し、

前記演算装置は、前記プーリーの回転角に応じて、対応する回転角における前記プーリーの表面形状の情報を讀込んで、前記プーリーの表面形状の影響を除いた前記コンベアベルトの表面形状を演算する、請求項 1 に記載の表面形状測定装置。

【請求項 3】

前記プーリー表面測定装置は、前記プーリーに接触した状態で前記プーリーの表面形状を測定する接触式測定装置であり、

前記ベルト表面測定装置は、前記コンベアベルトに非接触の状態で前記コンベアベルトの表面形状を測定する非接触式測定装置である、請求項 1 又は 2 に記載の表面形状測定装置。

【請求項 4】

前記プーリー表面測定装置は、

前記コンベアベルトが前記プーリーに接しない部分において、前記プーリーの幅方向に延びるレール部材と、

前記レール部材を前記プーリーに固定する固定部材と、

前記レール部材を移動しながら、前記プーリーの表面形状を測定する測定機器と、を有する、請求項 3 に記載の表面形状測定装置。

【請求項 5】

前記プーリー表面測定装置は、前記コンベアベルトを巻き掛ける複数のプーリーのうち駆動機構を備えないプーリーの表面形状を測定する、請求項 1 又は 2 に記載の表面形状測定装置。

【請求項 6】

プーリーに巻き掛けられたコンベアベルトの表面形状を測定する表面形状測定装置が実行する表面形状測定方法であって、

前記プーリーの表面形状を測定する第 1 の測定を行うプーリー表面測定工程と、

前記コンベアベルトが前記プーリーに接する部分において、前記コンベアベルトの表面形状を測定する第 2 の測定を行うベルト表面測定工程と、

前記第 1 の測定で得られた表面形状の情報と、前記第 2 の測定で得られた表面形状の情報と、に基づいて、前記プーリーの表面形状の影響を除いた前記コンベアベルトの表面形状を演算する演算工程と、を有し、

前記プーリー表面測定工程は、前記プーリーの前記コンベアベルトが巻き掛けられている部分の周方向内側において、前記プーリーの幅方向全長の表面形状を測定する、表面形状測定方法。

【請求項 7】

前記プーリー表面測定工程は、着脱可能に前記プーリーに固定されるプーリー表面測定装置を用いて、前記プーリー及び前記コンベアベルトの回転停止中に実行され、

前記ベルト表面測定工程は、前記プーリー及び前記コンベアベルトの回転中に実行される、請求項 6 に記載の表面形状測定方法。

【請求項 8】

前記プーリー表面測定工程は、所定の回転角毎に前記プーリーの表面形状を測定し、

前記演算工程は、前記プーリーの回転角に応じて、対応する回転角における前記プーリーの表面形状の情報を读込んで、前記プーリーの表面形状の影響を除いた前記コンベアベルトの表面形状を演算する、請求項 6 又は 7 に記載の表面形状測定方法。

【請求項 9】

請求項 6 又は 7 に記載の表面形状測定方法によって演算された前記コンベアベルトの表面形状に基づいて、前記コンベアベルトを管理する、コンベアベルトの管理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、表面形状測定装置、表面形状測定方法及びコンベアベルトの管理方法に関する。本開示は、特にプーリーに巻き掛けられたコンベアベルトの凹凸を測定する、表面形状測定装置、表面形状測定方法及びコンベアベルトの管理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

原料などを搬送する搬送装置として、一對のプーリーに巻き掛けられたコンベアベルト

10

20

30

40

50

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。

【0003】

ここで、コンベアベルトの厚さを測定する方法として、例えば特許文献1には、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表面形状監視装置が開示されている。また、特許文献2には、コンベアベルトを挟んで設けられた一対の非接触変位測定手段によってコンベアベルトの両面において表面の凹凸を測定する摩耗量測定装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0004】

【文献】国際公開第2019/188718号

【文献】特開2018-159670号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1の技術では、コンベアベルトにおけるプーリーに接する部分の表面にレーザ光を照射してコンベアベルトの凹凸を測定しているため、プーリー自体が摩耗して凹凸がある場合、正確にコンベアベルトの厚さを測定することができない。また、特許文献2の技術では、プーリーから離れた位置においてコンベアベルトの凹凸を測定するため、コンベアベルトが上下に揺れるなど、コンベアベルトの姿勢が不安定になり易く、コンベアベルトの凹凸の測定精度を高めることが難しい。

20

【0006】

かかる事情に鑑みてなされた本開示の目的は、コンベアベルトの表面形状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コンベア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、

プーリーに巻き掛けられたコンベア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、

30

前記プーリーの表面形状を測定する第1の測定を行うプーリー表面測定装置と、

前記コンベアベルトが前記プーリーに接する部分において、前記コンベアベルトの表面形状を測定する第2の測定を行うベルト表面測定装置と、

前記第1の測定で得られた表面形状の情報と、前記第2の測定で得られた表面形状の情報と、に基づいて、前記プーリーの表面形状の影響を除いた前記コンベアベルトの表面形状を演算する演算装置と、を有する。

【0008】

(2) 本開示の一実施形態として、(1)において、

前記プーリー表面測定装置は、所定の回転角毎に前記プーリーの表面形状を測定し、

40

前記演算装置は、前記プーリーの回転角に応じて、対応する回転角における前記プーリーの表面形状の情報を讀込んで、前記プーリーの表面形状の影響を除いた前記コンベアベルトの表面形状を演算する。

【0009】

(3) 本開示の一実施形態として、(1)又は(2)において、

前記プーリー表面測定装置は、前記プーリーに接触した状態で前記プーリーの表面形状を測定する接触式測定装置であり、

前記ベルト表面測定装置は、前記コンベアベルトに非接触の状態で前記コンベアベルトの表面形状を測定する非接触式測定装置である。

【0010】

50

(4) 本開示の一実施形態として、(3)において、
前記プーリー表面測定装置は、
前記コンベアベルトが前記プーリーに接しない部分において、前記プーリーの幅方向に
延びるレール部材と、
前記レール部材を前記プーリーに固定する固定部材と、
前記レール部材を移動しながら、前記プーリーの表面形状を測定する測定機器と、を有
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、
前記プーリー表面測定装置は、前記コンベアベルトを巻き掛ける複数のプーリーのうち
駆動機構を備えないプーリーの表面形状を測定する。

10

【0012】

(6) 本開示の一実施形態に係る表面形状測定方法は、
プーリーに巻き掛けられたコンベアベルトの表面形状を測定する表面形状測定装置が実
行する表面形状測定方法であって、
前記プーリーの表面形状を測定する第1の測定を行うプーリー表面測定工程と、
前記コンベアベルトが前記プーリーに接する部分において、前記コンベアベルトの表面
形状を測定する第2の測定を行うベルト表面測定工程と、
前記第1の測定で得られた表面形状の情報と、前記第2の測定で得られた表面形状の情
報と、に基づいて、前記プーリーの表面形状の影響を除いた前記コンベアベルトの表面形
状を演算する演算工程と、を有する。

20

【0013】

(7) 本開示の一実施形態として、(6)において、
前記プーリー表面測定工程は、前記プーリー及び前記コンベアベルトの回転停止中に実
行され、
前記ベルト表面測定工程は、前記プーリー及び前記コンベアベルトの回転中に実行され
る。

【0014】

(8) 本開示の一実施形態として、(6)又は(7)において、
前記プーリー表面測定工程は、所定の回転角毎に前記プーリーの表面形状を測定し、
前記演算工程は、前記プーリーの回転角に応じて、対応する回転角における前記プーリ
ーの表面形状の情報を讀込んで、前記プーリーの表面形状の影響を除いた前記コンベアベ
ルトの表面形状を演算する。

30

【0015】

(9) 本開示の一実施形態に係るコンベアベルトの管理方法は、
(6)から(8)のいずれかの表面形状測定方法によって演算された前記コンベアベルト
の表面形状に基づいて、前記コンベアベルトを管理する。

【発明の効果】

【0016】

本開示によれば、コンベアベルトの表面形状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コンベアベルトの管理方法を提供することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0017】

【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、一実施形態に係る表面形状測定装置によって測定されるベルトコンベア
の模式図である。
【図3】図3は、プーリー表面測定装置によってプーリーの表面形状を測定する様子を例
示する図である。
【図4】図4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を測定する様子
を例示する図である。

50

【図 5】図 5 は、プーリーに生じる凹凸の例を示す図である。

【図 6】図 6 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。

【発明を実施するための形態】

【0018】

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コンベア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。

【0019】

(第 1 実施形態)

<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 10 の構成例を示す。図 2 は、表面形状測定装置 10 によって測定されるベルトコンベア 1 の模式図である。表面形状測定装置 10 は、プーリー 20 (図 2 参照) に巻き掛けられたコンベアベルト 30 (図 2 参照) の表面形状を測定する。ベルトコンベア 1 では、コンベアベルト 30 が破断しないようにコンベアベルト 30 の厚さを管理する必要がある。表面形状測定装置 10 によって測定される表面形状によって、コンベアベルト 30 の厚さを演算して、管理することが可能である。ここで、表面形状とは、表面の凹凸を含む形状である。例えば、コンベアベルト 30 の表面において周囲より凹んだ部分は、コンベアベルト 30 の厚さが周囲より薄いことを示し得る。

【0020】

図 1 に示すように、本実施形態に係る表面形状測定装置 10 は、プーリー表面測定装置 11 と、ベルト表面測定装置 12 と、演算装置 13 と、を有する。プーリー表面測定装置 11 は、レール部材 111 と、固定部材 112 と、測定機器 113 と、を有する。表面形状測定装置 10 は、プーリー表面測定装置 11 と、ベルト表面測定装置 12 と、演算装置 13 と、が連携して動作して、コンベアベルト 30 の表面形状を測定する装置である。プーリー表面測定装置 11 と、ベルト表面測定装置 12 と、演算装置 13 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。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。

【0021】

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、一對のプーリー 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、表面 31 に載せられた搬送物を移動させることができる。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。プーリー 20 の表面 21 は、円筒形であるプーリー 20 の円筒面である。また、中心 22 は、プーリー 20 の回転の中心を示す。領域 A2 は、コンベアベルト 30 がプーリー 20 に接する部分を示す。領域 A1 は、コンベアベルト 30 がプーリー 20 に接しない部分である。

【0022】

<プーリー表面測定装置>

プーリー表面測定装置 11 は、プーリー 20 の表面形状を測定する。プーリー表面測定装置 11 によるプーリー 20 の表面形状の測定は「第 1 の測定」とも称される。本実施形態において、プーリー表面測定装置 11 は、プーリー 20 に接触した状態でプーリー 20 の表面形状を測定する接触式測定装置である。本実施形態において、プーリー表面測定装置 11 は、プーリー 20 及びコンベアベルト 30 の回転停止中に、第 1 の測定を行う。

【0023】

上記のように、本実施形態において、プーリー表面測定装置 11 は、レール部材 111 と、固定部材 112 と、測定機器 113 と、を有する。レール部材 111 は、プーリー 20 の幅方向に延びるレール状の部材である。ここで、幅方向は、プーリー 20 の回転軸に

10

20

30

40

50

平行な方向である。レール部材 1 1 1 は、図 2 の領域 A 1、すなわちコンベアベルト 3 0 がプーリー 2 0 に接しない部分に配置される。固定部材 1 1 2 は、レール部材 1 1 1 をプーリー 2 0 に固定する部材である。測定機器 1 1 3 は、レール部材 1 1 1 を移動しながら、プーリー 2 0 の表面形状を測定する機器である。

【0024】

図 3 は、プーリー表面測定装置 1 1 によってプーリー 2 0 の表面形状を測定する様子を例示する図である。第 1 の測定において、測定機器 1 1 3 は、プーリー 2 0 の幅方向に延びるレール部材 1 1 1 の上を、プーリー 2 0 の幅方向に沿って走行（走査）しながら表面形状を測定する。また、固定部材 1 1 2 は、例えば一對のクランプ機構であって、プーリー 2 0 の左右のエッジ部をクランプすることで、レール部材 1 1 1 を固定する。固定部材 1 1 2 は、レール部材 1 1 1 をプーリー 2 0 に対して固定できるものであれば、クランプ機構に限定されない。測定機器 1 1 3 は、1 点の距離を測定する機器であり、例えば接触式の距離計であってよいが、これに限定されない。プーリー表面測定装置 1 1 は、レール部材 1 1 1 上における測定機器 1 1 3 の位置を測定するために、さらにエンコーダ又はレール部材 1 1 1 の端からの距離を測定するレーザー式の距離計などを有してよい。このように、プーリー表面測定装置 1 1 は第 1 の測定を行って、プーリー 2 0 の凹凸を含む表面形状の情報を得ることができる。

【0025】

ここで、プーリー 2 0 の周辺には、プーリー 2 0 を保持するための構造物があり、一般に狭い空間しかない。また、プーリー 2 0 にはコンベアベルト 3 0 が巻き掛けられているため、プーリー 2 0 の表面のうち一部（図 2 の領域 A 1）しか測定できない。さらに、ベルトコンベア 1 には様々な種類があり、ベルトコンベア 1 の種類毎にプーリー 2 0 の周辺の構造が異なる。そのため、プーリー表面測定装置 1 1 がプーリー 2 0 を保持するための構造物に固定される構成とすると、別の種類のベルトコンベア 1 で同じ構造物がないことがあり得るため、プーリー表面測定装置 1 1 の測定対象が制限される。本実施形態において、プーリー表面測定装置 1 1 は、レール部材 1 1 1 が固定部材 1 1 2 によってプーリー 2 0 自体に固定されて、接触式の測定機器 1 1 3 がレール部材 1 1 1 の上を移動する構成となっている。この構成によって、サイズを小さくすることができ、コンベアベルト 3 0 の内側の狭い空間において高精度にプーリー 2 0 の表面形状を測定することが可能となる。

【0026】

また、図 2 に示すように、コンベアベルト 3 0 は複数のプーリー 2 0 に巻き掛けられているが、複数のプーリー 2 0 のうちの 1 つが表面形状を測定されればよい。ここで、一對のプーリー 2 0 は、一方が駆動機構（例えばモータなど）を備え、他方が駆動機構を備えない構成であり得る。このような構成の場合に、駆動機構を備えないプーリー 2 0 の周辺の空間の方が、駆動機構を備えるプーリー 2 0 の周辺の空間よりも広いことが多い。そのため、設置のしやすさの観点から、プーリー表面測定装置 1 1 は、コンベアベルト 3 0 を巻き掛ける複数のプーリー 2 0 のうち駆動機構を備えないプーリー 2 0 の表面形状を測定することが好ましい。

【0027】

別の構成例として、プーリー 2 0 の周辺に配置可能な空間がある場合などに、プーリー表面測定装置 1 1 の測定機器 1 1 3 はレーザー光切断方式のような非接触式の機器であってよい。また、プーリー表面測定装置 1 1 は、測定機器 1 1 3 を走査する構成に代えて、プーリー 2 0 の幅方向の全長にわたって延びる機器によって幅方向の全長を一度に測定する構成としてよい。また、プーリー表面測定装置 1 1 は、レール部材 1 1 1 をプーリー 2 0 に固定する構成に代えて、地面に設置されたスタンドなどを用いてレール部材 1 1 1 をプーリー 2 0 の表面の近傍に保持する構成としてよい。

【0028】

<ベルト表面測定装置>

ベルト表面測定装置 1 2 は、コンベアベルト 3 0 の表面形状を測定する。ベルト表面測

10

20

30

40

50

定装置 12 によるコンベアベルト 30 の表面形状の測定は「第 2 の測定」とも称される。本実施形態において、ベルト表面測定装置 12 は、コンベアベルト 30 に非接触の状態でコンベアベルト 30 の表面形状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 12 は、プーリー 20 及びコンベアベルト 30 の回転中に、第 2 の測定を行う。

【0029】

図 4 は、ベルト表面測定装置 12 によってコンベアベルト 30 の表面形状を測定する様子を例示する図である。本実施形態において、ベルト表面測定装置 12 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 12 は、コンベアベルト 30 に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形状を測定できる。ベルト表面測定装置 12 は、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 12 がこのような位置に設けられることによって、コンベアベルト 30 がプーリー 20 に接する部分（図 2 の領域 A2）において、コンベアベルト 30 の表面形状を測定することができる。ベルト表面測定装置 12 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 12 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 12 は、図 2 の領域 A2 においてコンベアベルト 30 の表面形状を測定するため、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。このように、ベルト表面測定装置 12 は第 2 の測定を行って、コンベアベルト 30 の凹凸を含む表面形状の情報を得ることができる。ただし、第 2 の測定の表面形状の情報は、コンベアベルト 30 だけでなくプーリー 20 も含んだ表面形状の情報になる。

【0030】

別の構成例として、ベルト表面測定装置 12 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 12 は、コンベアベルト 30 の回転中にコンベアベルト 30 の表面形状を測定するため、コンベアベルト 30 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。

【0031】

<演算装置>

演算装置 13 は、第 1 の測定で得られた表面形状の情報と、第 2 の測定で得られた表面形状の情報と、に基づいて、コンベアベルト 30 のみの表面形状を演算する。プーリー表面測定装置 11 による第 1 の測定では、プーリー 20 の表面形状の情報が得られる。また、ベルト表面測定装置 12 による第 2 の測定では、コンベアベルト 30 だけでなくプーリー 20 も含んだ表面形状の情報が得られる。演算装置 13 は、第 1 の測定で得られた表面形状の情報と、第 2 の測定で得られた表面形状の情報と、を比較し、プーリー 20 の表面形状の影響を除いたコンベアベルト 30 のみの表面形状を算出する。ここで、演算装置 13 が実行する演算は、例えば第 2 の測定で得られた表面形状の情報から第 1 の測定で得られた表面形状の情報を減算することを含む。また、演算装置 13 が実行する演算は、上記の減算において、第 1 の測定で得られた表面形状における位置（座標）と、第 2 の測定で得られた表面形状における位置（座標）と、を合わせるための演算を含む。

【0032】

演算装置 13 は、演算を実行するプロセッサと、演算で使用されるデータ（例えば表面形状の情報）を記憶する記憶部と、を備えて構成されてよい。演算装置 13 は、例えばコンピュータであってよい。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。

【0033】

ここで、図 5 は、プーリー 20 に生じる凹凸の例を示す図である。プーリー 20 には、主に摩耗による凹みが生じる。摩耗による凹みについて、プーリー 20 をある回転角で停

10

20

30

40

50

止させて測定した幅方向の凹みと、プーリー２０を他の回転角で停止させて測定した幅方向の凹みとは同じである。つまり、プーリー２０の全周（円周方向の全て）にわたって、幅方向の表面形状（摩耗による凹凸）が同じと扱うことができる。

【００３４】

本実施形態において、演算装置１３は、第１の測定で得られた表面形状の情報として、プーリー２０をある回転角で停止させて測定した幅方向（幅方向に沿った１回の走査）の測定データを取得し、この測定データをプーリー２０の全周に適用する。演算装置１３は、プーリー２０の表面形状の影響を除いたコンベアベルト３０のみの表面形状を精度よく算出しながら、プーリー２０の全周に１回の走査の測定データを適用することによって、演算の負荷を低減することが可能である。

10

【００３５】

<表面形状測定方法>

図６は、本実施形態に係る表面形状測定装置１０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。

【００３６】

表面形状測定装置１０は、プーリー２０及びコンベアベルト３０の回転中であれば待機する（ステップＳ１のＮｏ）。表面形状測定装置１０は、プーリー２０及びコンベアベルト３０の回転停止中であれば（ステップＳ１のＹｅｓ）、プーリー表面測定装置１１を設置して第１の測定を行う（ステップＳ２）。表面形状測定装置１０は、第１の測定において、測定機器１１３を走査することによって所定の回転角で停止されたプーリー２０の幅方向の表面形状を測定する。第１の測定で得られたプーリー２０の表面形状の情報は、プーリー表面測定装置１１から演算装置１３に出力されて、演算装置１３に記憶されてよい。ここで、ステップＳ２はプーリー表面測定工程に対応する。

20

【００３７】

表面形状測定装置１０は、プーリー２０及びコンベアベルト３０の回転停止中であれば待機する（ステップＳ３のＮｏ）。表面形状測定装置１０は、プーリー２０及びコンベアベルト３０の回転中であれば（ステップＳ３のＹｅｓ）、ベルト表面測定装置１２によって第２の測定を行う（ステップＳ４）。表面形状測定装置１０は、第２の測定において、コンベアベルト３０の搬送方向の全長にわたって、コンベアベルト３０の幅方向の表面形状を測定する。第２の測定で得られたコンベアベルト３０の表面形状の情報（プーリー２０の表面形状の影響を含む）は、ベルト表面測定装置１２から演算装置１３に出力されて、演算装置１３に記憶されてよい。ここで、ステップＳ４はベルト表面測定工程に対応する。

30

【００３８】

表面形状測定装置１０の演算装置１３は、記憶した表面形状の情報を用いて、コンベアベルト３０のみの表面形状を演算する（ステップＳ５）。この演算によって、コンベアベルト３０の搬送方向の全長及び幅方向について、プーリー２０の表面形状の影響を除いた、コンベアベルト３０のみの表面形状が得られる。ここで、ステップＳ５は演算工程に対応する。

【００３９】

演算装置１３は、コンベアベルト３０のみの表面形状を、例えば外部の表示装置（一例としてディスプレイ）などに表示させて、ベルトコンベア１の操業管理者などが、コンベアベルト３０が破断しないようにコンベアベルト３０の厚さを管理できるようにしてよい。ここで、外部の表示装置は、ベルトコンベア１を含む操業用機械を管理するプロセスコンピュータが備える装置であってよい。

40

【００４０】

<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

50

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、ベルトコンベア 1 を停止させたりすることができる。例えば表面形状測定装置 10 は、操業用機械を管理するプロセスコンピュータが備える表示装置又は音声出力装置（スピーカーなど）に異常を報知させてよい。また、例えばプロセスコンピュータは、表面形状測定装置 10 から異常の報知を要求する信号を取得した場合に、異常を報知するだけでなく、ベルトコンベア 1 を停止させてよい。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知することが可能となり、異常に対して早期に対応することが可能になる。

【0041】

以上のように、本実施形態に係る表面形状測定装置 10 及び表面形状測定方法は、上記の構成及び工程によって、コンベアベルト 30 の表面形状を精度よく測定することができる。また、本実施形態に係る表面形状測定装置 10 は、レール部材 111 と、固定部材 112 と、測定機器 113 と、を含んで構成されるプーリー表面測定装置 11 を有する。この構成によって、プーリー表面測定装置 11 は、サイズを小さくすることができ、コンベアベルト 30 の内側の狭い空間において高精度にプーリー 20 の表面形状を測定することが可能となる。また、プーリー表面測定装置 11 は、構成が異なる様々な種類のベルトコンベア 1 に設置可能である。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 30 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 30 を管理することができる。

【0042】

（第 2 実施形態）

第 1 実施形態において、演算装置 13 は、第 1 の測定で得られた表面形状の情報として、プーリー 20 をある回転角で停止させて測定した幅方向（幅方向に沿った 1 回の走査）の測定データをプーリー 20 の全周に適用する。ここで、プーリー 20 の表面が部分的に損傷している場合などに、プーリー 20 の表面形状が回転方向（円周方向）に異なる可能性がある。第 2 実施形態に係る表面形状測定装置 10 及び表面形状測定方法は、以下に説明するように、部分的にプーリー 20 の表面形状が異なる場合にも、コンベアベルト 30 のみの表面形状を精度よく測定することができる。重複説明を回避するため、第 1 実施形態と異なる構成及び工程が以下に説明される。

【0043】

本実施形態において、プーリー表面測定装置 11 による第 1 の測定では、所定の回転角毎にプーリー 20 の表面形状を測定する。具体的には、プーリー 20 を回転させ、回転角度を変える毎にプーリー 20 にレール部材 111 を固定して複数回の測定を行う。ここで、回転方向（円周方向）の表面形状を十分に測定するためには、中心 22 から見て 4 方向以上の測定（所定の回転角を 90° 以下としての所定の回転角毎の測定）が好適である。このとき、例えばプーリー 20 の回転軸に取り付けたエンコーダなどによって、プーリー 20 の基準位置に対する回転角が測定される。本実施形態において、第 1 の測定で得られたプーリー 20 の表面形状の情報は、プーリー 20 の回転角と幅方向の表面形状の情報とが対応付けられている。本実施形態において、表面形状測定方法のプーリー表面測定工程（図 6 のステップ S2 参照）でも、上記のように変更された第 1 の測定が行われる。

【0044】

そして、演算装置 13 は、プーリー 20 の回転角（基準位置に対して回転した角度）に応じて、対応する回転角におけるプーリー 20 の表面形状の情報を讀込んで、プーリー 20 の表面形状の影響を除いたコンベアベルト 30 の表面形状を演算する。本実施形態において、表面形状測定方法の演算工程（図 6 のステップ S5 参照）でも、回転角に対応した表面形状の情報をを用いて演算が行われる。ここで、コンベアベルト 30 の搬送方向の位置について、プーリー 20 の基準位置と接した部分が基準位置とされてよい。このような基準位置の設定手法又は公知の別の手法により、プーリー 20 の回転方向とコンベアベルト 30 の搬送方向との位置の対応付けが行われる。

【0045】

以上のように、本実施形態に係る表面形状測定装置10及び表面形状測定方法は、上記の構成及び工程によって、プーリー20の表面の一部にできたキズなど、局所的な変形がある場合にもその影響を除くことが可能である。そのため、本実施形態に係る表面形状測定装置10及び表面形状測定方法は、コンベアベルト30のみの表面形状をさらに精度よく測定することができる。

【0046】

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。

【0047】

上記の実施形態において、演算装置13が実行する演算は、減算及び位置（座標）を合わせるための演算を含む。ここで、演算装置13が実行する演算は、例外処理を含んでよい。例えばプーリー20の表面に、コンベアベルト30との滑り止めを目的とする溝が存在する場合に、演算装置13は、測定された位置の情報に基づいて、溝が存在する部分における表面形状の情報を除外したり、溝を打ち消すように値を調整したりしてよい。また、例えばコンベアベルト30につなぎ目が存在する場合に、演算装置13は、測定された位置の情報に基づいて、つなぎ目が存在する部分における表面形状の情報を除外したり、つなぎ目を打ち消すように値を調整したりしてよい。

【符号の説明】

【0048】

- 1 ベルトコンベア
- 10 表面形状測定装置
- 11 プーリー表面測定装置
- 12 ベルト表面測定装置
- 13 演算装置
- 20 プーリー
- 21 プーリーの表面
- 22 中心
- 30 コンベアベルト
- 31 コンベアベルトの表面
- 40 保持部材
- 111 レール部材
- 112 固定部材
- 113 測定機器

10

20

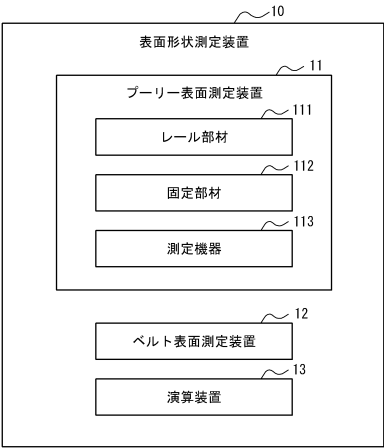
30

40

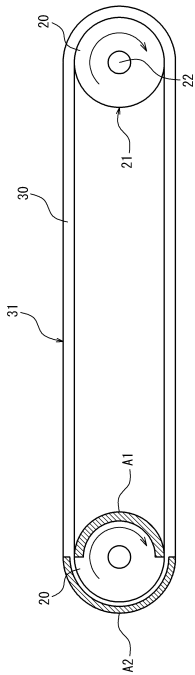
50

【図面】

【図 1】



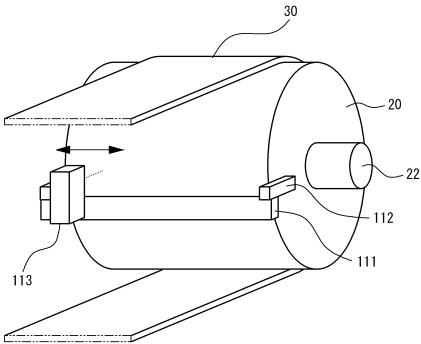
【図 2】



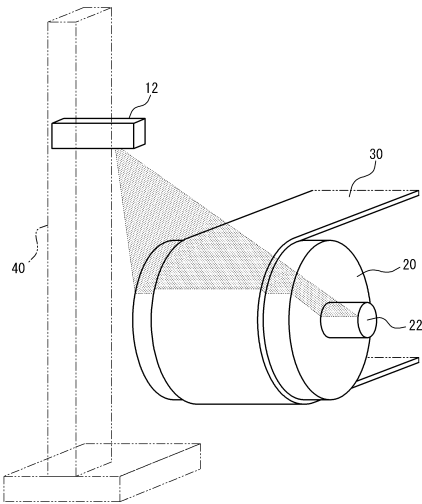
10

20

【図 3】



【図 4】

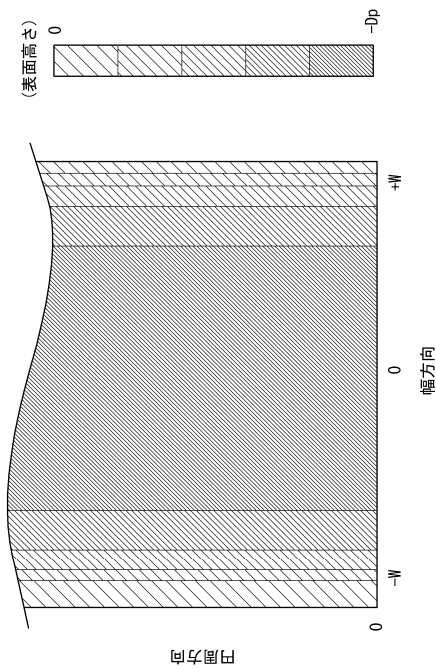


30

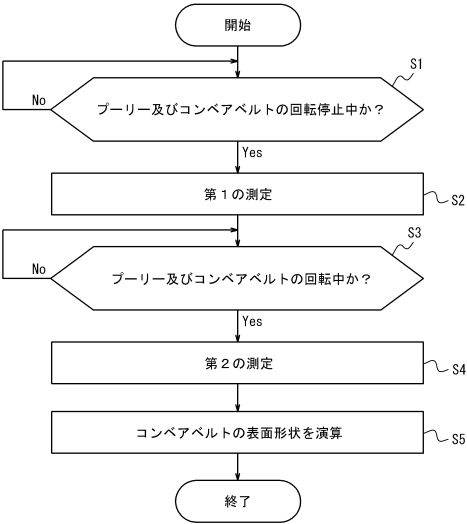
40

50

【図 5】



【図 6】



10

20

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 ＪＦＥスチール株式会社内

審査官 眞岩 久恵

(56)参考文献 特開２００６－１３２９４２（ＪＰ，Ａ）

特開２０１２－１１２９１８（ＪＰ，Ａ）

特開平０１－１９３６０４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野 (Int.Cl., ＤＢ名)

Ｇ０１Ｂ １１／００－１１／３０

Ｂ６５Ｇ ４３／０２