

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年10月19日(19.10.2023)



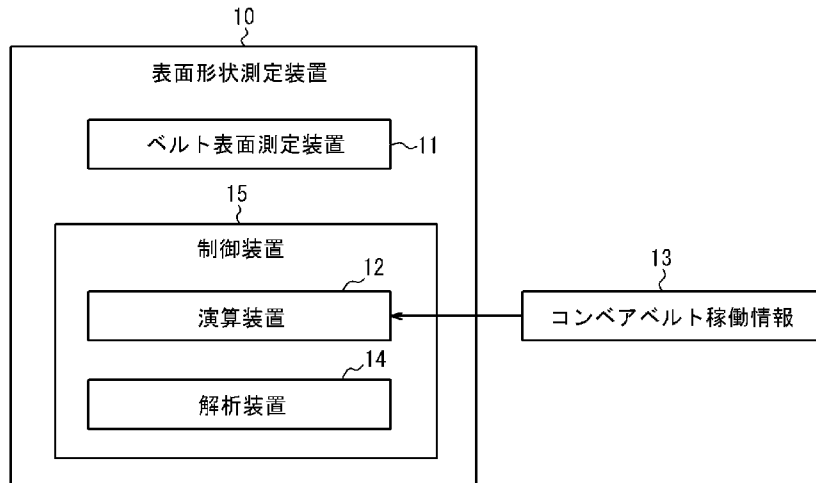
(10) 国際公開番号

WO 2023/199680 A1

- (51) 国際特許分類:
G01B 11/25 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/009733
- (22) 国際出願日: 2023年3月13日(13.03.2023)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2022-065348 2022年4月11日(11.04.2022) JP
- (71) 出願人: J F E スチール株式会社(JFE STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 西 名 慶 晃 (NISHINA Yoshiaki); 〒1000011 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 知的財産部内 Tokyo (JP). 山平 尚史(YAMAHIRA Naoshi); 〒1000011 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 知的財産部内 Tokyo (JP). 榎枝 成治(ENOEDA Seiji); 〒1000011 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 知的財産部内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 杉 村 憲 司 (SUGIMURA Kenji); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目2番1号 霞が関コモンゲート西館3 6階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

(54) Title: SURFACE SHAPE MEASUREMENT APPARATUS, SURFACE SHAPE MEASUREMENT METHOD, AND BELT MANAGEMENT METHOD

(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



- 10 Surface shape measurement apparatus
11 Belt surface measurement device
12 Calculation device
13 Conveyor belt operation information
14 Analysis device
15 Control device

(57) Abstract: Provided are a surface shape measurement apparatus, a surface shape measurement method, and a belt management method that enable estimation of the measurement position of a belt in the peripheral direction without separately installing a sensor and that enable measurement of the thickness of the belt with high accuracy. A surface shape measurement apparatus (10) measures the surface shape of a belt driven to be circulated by a driving means, and comprises: a belt surface measurement device (11) that measures the surface shape of the belt; and a control device (15)

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

that calculates the surface shape of the belt on the basis of measurement data on the measured surface shape of the belt. The control device estimates, from the measurement data, the measurement position of the belt in the peripheral direction, and calculates the surface shape of the belt by associating the measurement data with the measurement position.

(57) 要約: 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が提供される。表面形状測定装置(10)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、ベルトの表面形状を測定するベルト表面測定装置(11)と、測定されたベルトの表面形状の測定データに基づいて、ベルトの表面形状を演算する制御装置(15)と、を備え、制御装置は、測定データからベルトの周方向における測定位置を推定し、測定データを測定位置に対応付けてベルトの表面形状を演算する。

明 細 書

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

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。

[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] 特許文献1：特開2020-76767号公報

特許文献2：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

[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、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。

[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。

[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。

- [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。

- [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

- [0015] [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3A]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3B]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5A]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。

[図5B]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6A]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6B]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

[0016] 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。

[0017] <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のベルト表面測定装置11によってベルトコンベア1のコンベアベルト30の表面形状を測定する様子を示す。表面形状測定装置10は、図2に示すように、プーリー20に巻き掛けられたコンベアベルト30の表面形状を測定する。ここで、プーリー20は駆動手段の一例である。また、コンベアベルト30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30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20によって駆動されるコンベアベルト30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30の表面31に積載された搬送物が移動する方向である。一对のプーリー20に巻き掛けられたコンベアベルト30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30が移動する方向を意味する。

[0018] 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。コンベアベルト30の厚さは、表面形状測定装置10によって測定される表面形状からコンベアベルト30の厚さを演算して、管理することが可能である。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30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30の表面31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31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。

[0019] 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、ベルト表面測定装置11と、制御装置15と、を備える。制御装置15は、演算装置12と、解析装置14と、を有する。表面形状測定装置10は、ベルト表面測定装置11と、演算装置12と、解析装置14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。演算装置12は、必要に応じてコンベアベルト稼働情報13を得る。コンベアベルト稼働情報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。

[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。

[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。

[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することができるように、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。

[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の表面位置の情報とを得ることができる。ただし、得られるコンベアベルト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。

[0025] 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。

[0026] <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、演算で使用されるデータ（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。

[0027] <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。

[0028] <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。

[0029] <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。図 3 B はプーリー 20 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 30 とプーリー 20 の表面形状のデータが得られる。

[0030] 図 4 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。

[0031] 表面形状測定装置 10 は、コンベアベルト稼働情報 13 から得られる信号に基づいてコンベアベルト 30 が稼働中でないと判定する場合に待機する（ステップ S1 の No）。表面形状測定装置 10 は、コンベアベルト 30 が稼働中であれば（ステップ S1 の Yes）、ベルト表面測定装置 11 で測定を行う（ステップ S2）。

[0032] 表面形状測定装置 10 は、コンベアベルト 30 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 30 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 30 が 1 周回転する時間×2 回分の時間（2 周分の時間）である。

[0033] 表面形状測定装置 10 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 No）、測定を継続する。表面形状測定装置 10 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 Yes）、所定時間分のデータを結合する（ステップ S 4）。

[0034] 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 20 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 10 は、コンベアベルト 30 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 10 は、プーリー 20 の表面位置（傾き及び偏心）に基づいてコンベアベルト 30 の表面位置を補正し、プーリー 20 の傾き及び偏心の影響を取り除いたコンベアベルト 30 の表面形状を算出する。

[0035] 図 5 A 及び図 5 B は、プーリー 20 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 20 と、プーリー 20 に巻き掛けられたコンベアベルト 30 とは、コンベアベルト 30 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 20 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 30 が存在すると判別される部分である。図 5 A は、制御装置 15 で演算される傾き補正前のコンベアベルト 30 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 20 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 20 の傾きの影響により、コンベアベルト 30 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 15 は、図 5 B に示すように、プーリー 20 の高さが 0（基準点）になるように、コンベアベルト 30 及びプーリー 20 の表面位置を回転及び平行移動させることで、プーリー 20 の傾きの影響を補正する。ここで、プーリー 20 の傾きについては、プーリー 20（コンベアベルト 30）の停止中であっても

測定（推定）することが可能である。

[0036] 図6A及び図6Bは、プーリー20に偏心がある（中心22がずれている）場合の補正方法を示す図である。プーリー20の偏心により、コンベアベルト30の表面形状は搬送方向（周方向）に凹凸が生じる。図6Aは、制御装置15で演算される偏心補正前のコンベアベルト30の幅方向における中心位置とプーリー20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30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20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20の偏心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6Bに示すように、ベルト部のプロフィールからプーリー部のプロフィー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6B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2mmである。偏心補正前（図6A）において、コンベアベルト30の表面形状の変動幅が約8mm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6A及び図6B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[m/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（ベルト部のプロフィール）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ィールが、周回毎にプロットされている。図 7 に示すように、ベルト部のプロフィールには周回毎のパターン（周回特性）があり、急激に高さに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。

[0043] 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、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 30 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 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。

[0044] 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。

[0045] 上記の実施形態では、測定対象がプーリー 20 に巻き掛けられたコンベアベルト 30 であったが、コンベアベルト 30 に限定されない。また、駆動手段は、プーリー 20 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。

[0046] 上記の実施形態において、コンベアベルト 30 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 30 の表面 31 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。

[0047] 上記の実施形態では、プーリー 20 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 20 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 30 の表面形状のみが測定されればよく、プーリー 20 の表面形状は測定されなくてよい。

符号の説明

- [0048]
- 1 ベルトコンベア
 - 10 表面形状測定装置
 - 11 ベルト表面測定装置
 - 12 演算装置
 - 13 コンベアベルト稼働情報
 - 14 解析装置
 - 15 制御装置
 - 20 プーリー
 - 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

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、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、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、請求項3に記載の表面形状測定装置。
- [請求項5] 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、請求項1から4のいずれか一項に記載の表面形状測定装置。
- [請求項6] 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、

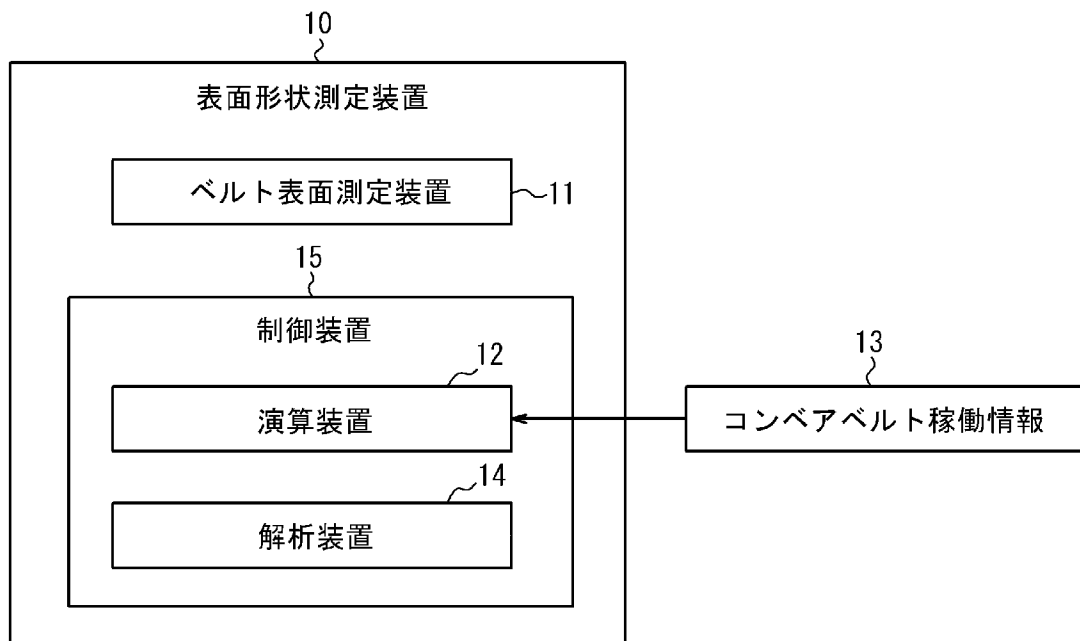
測定された前記ベルトの表面形状の測定データに基づいて、前記ベルトの表面形状を演算することと、を含み、

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、表面形状測定方法。

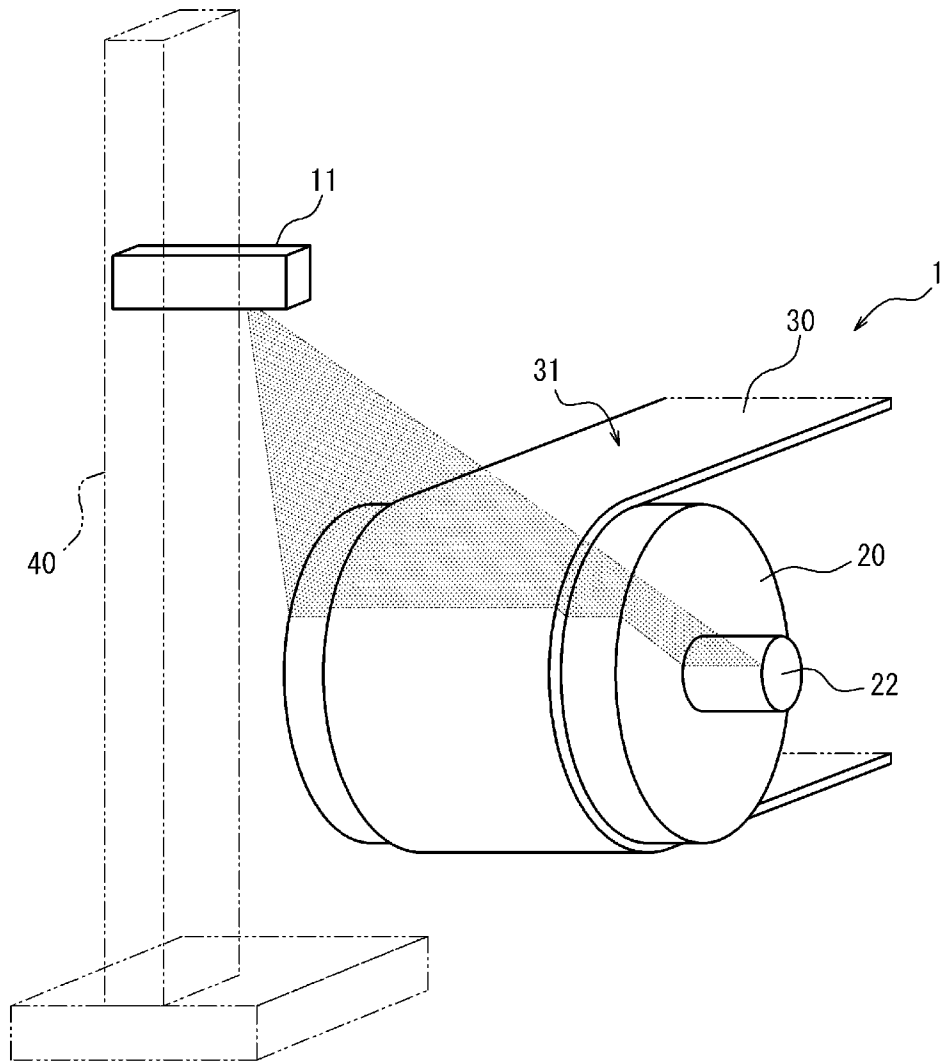
[請求項7]

請求項6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。

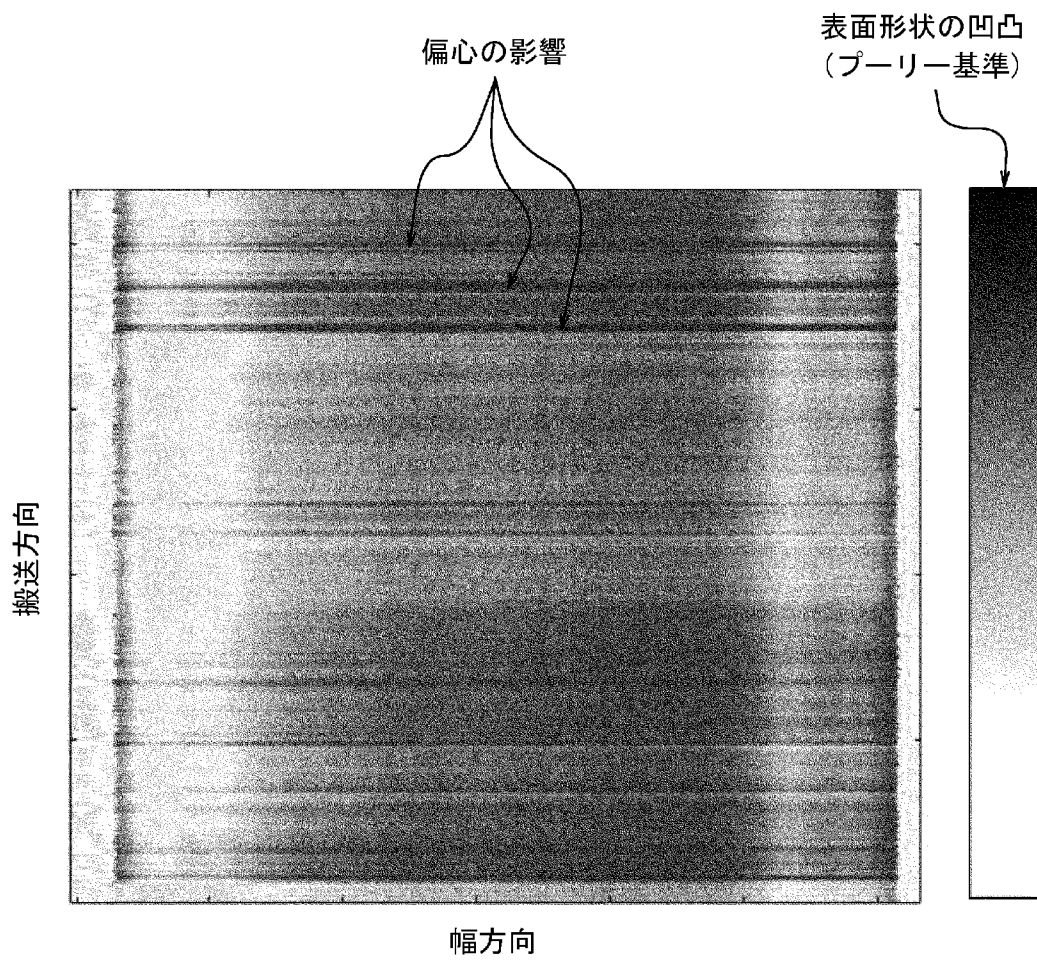
[図1]



[図2]

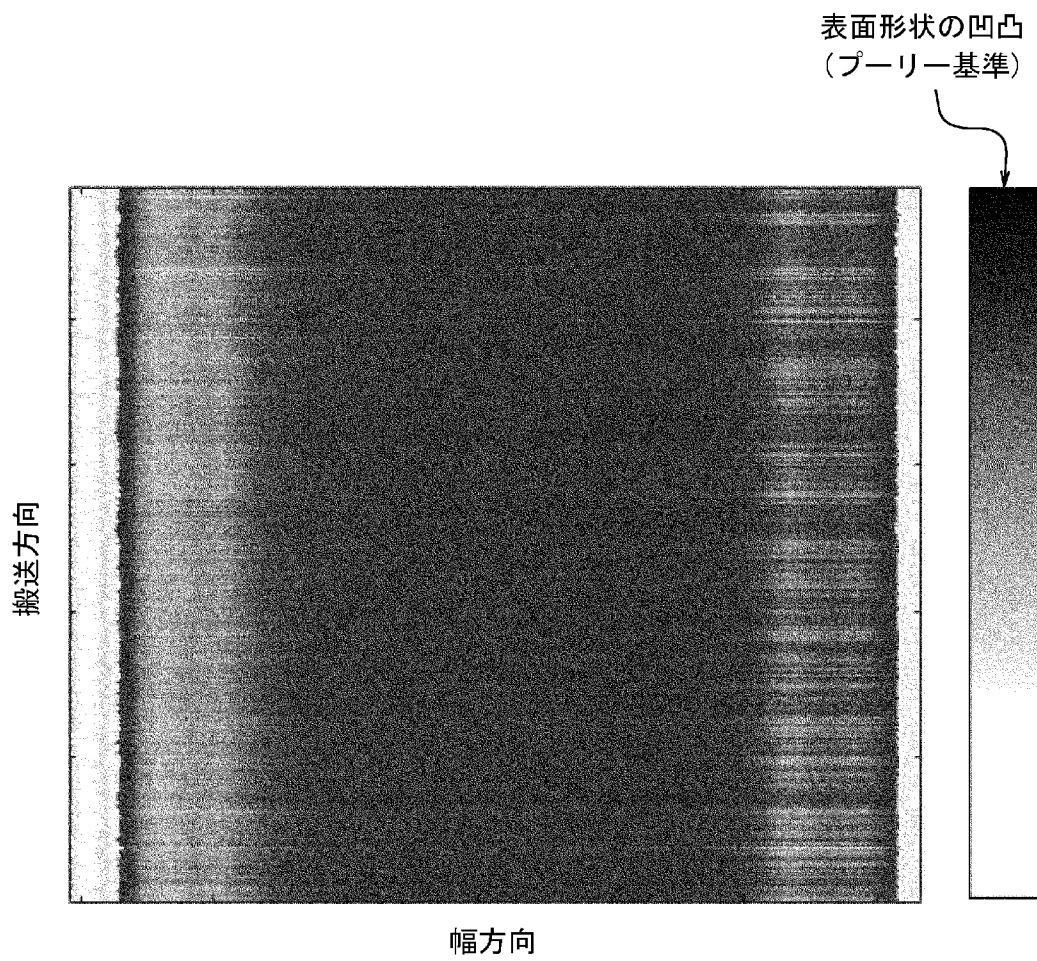


[図3A]



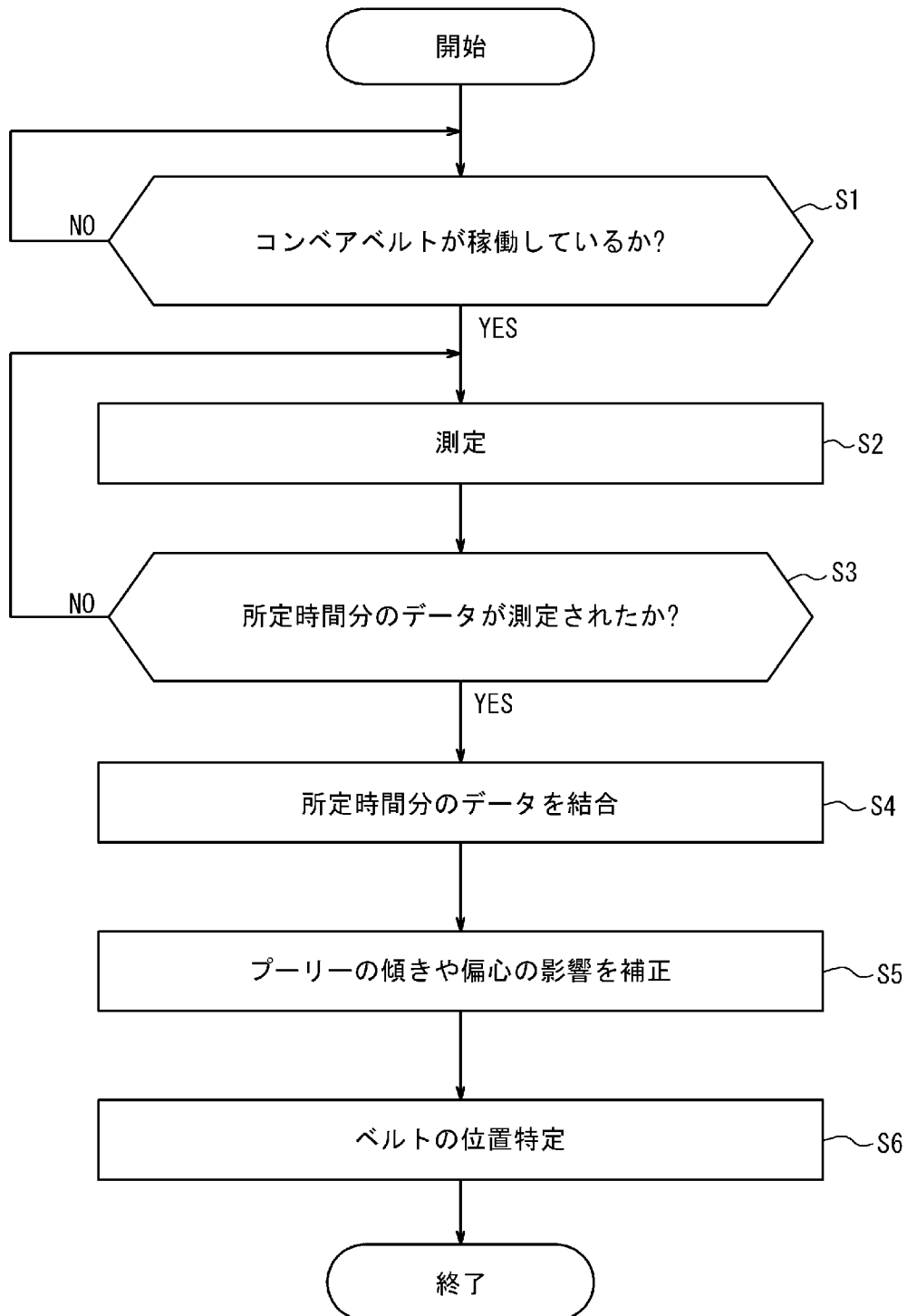
プーリーの傾きと偏心を含むコンベアベルト表面形状

[図3B]

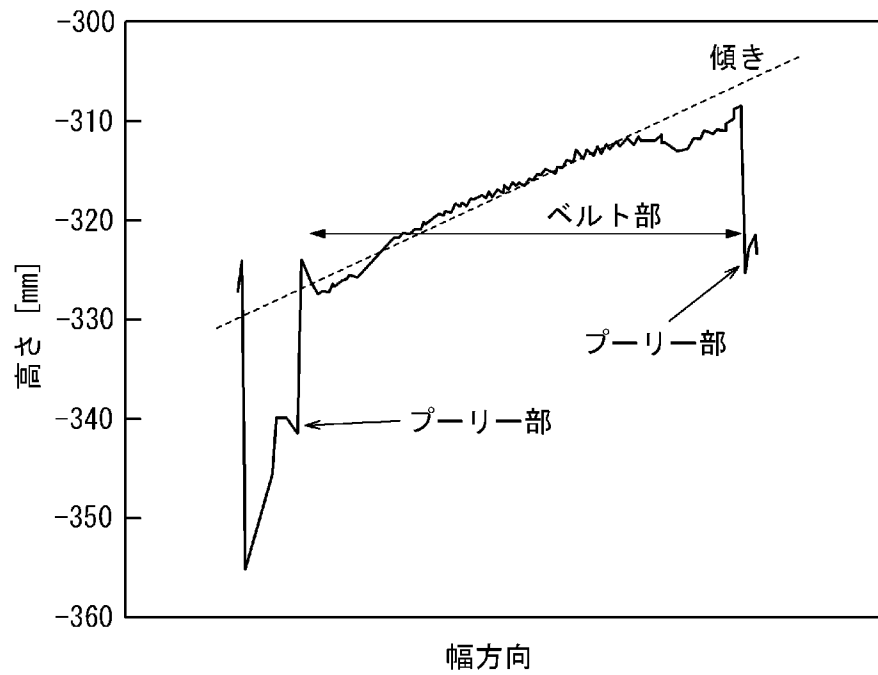


プーリーの傾きと偏心の除去後のコンベアベルト表面形状

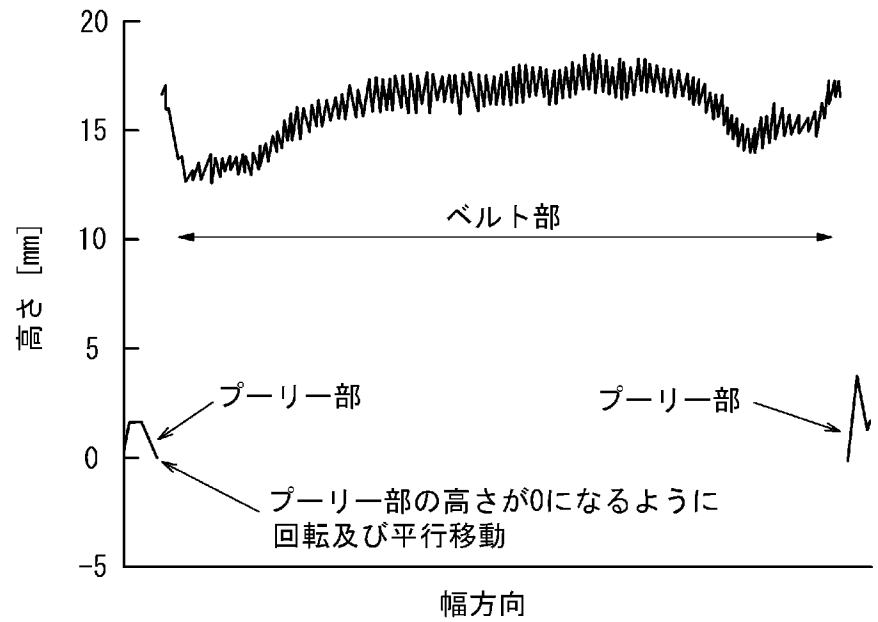
[図4]



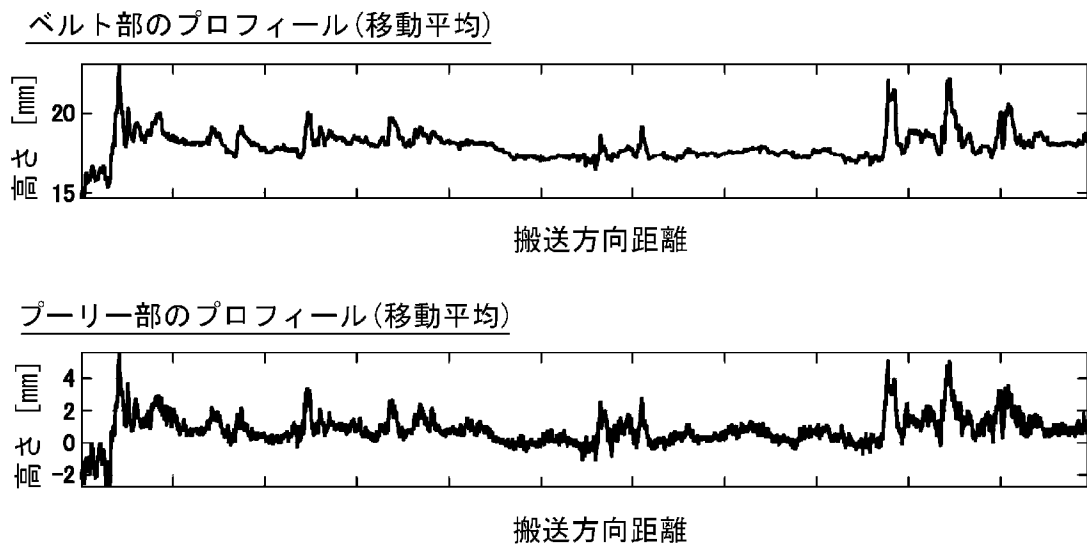
[図5A]



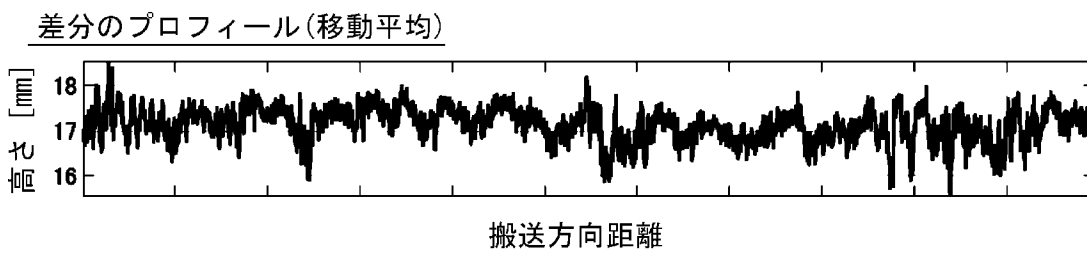
[図5B]



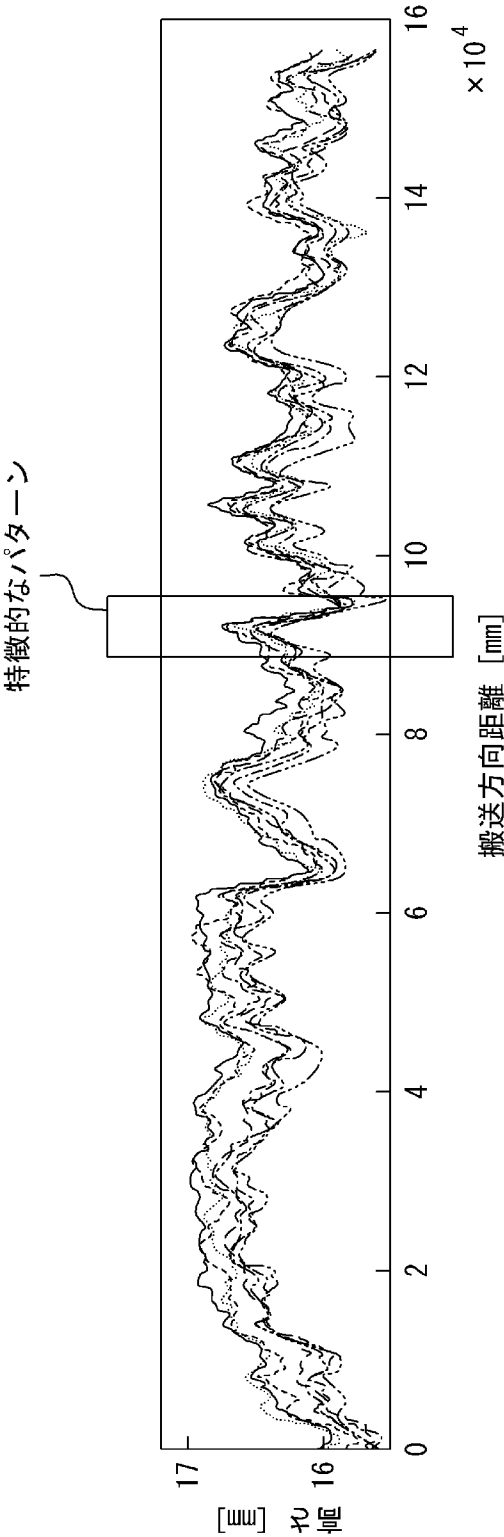
[図6A]



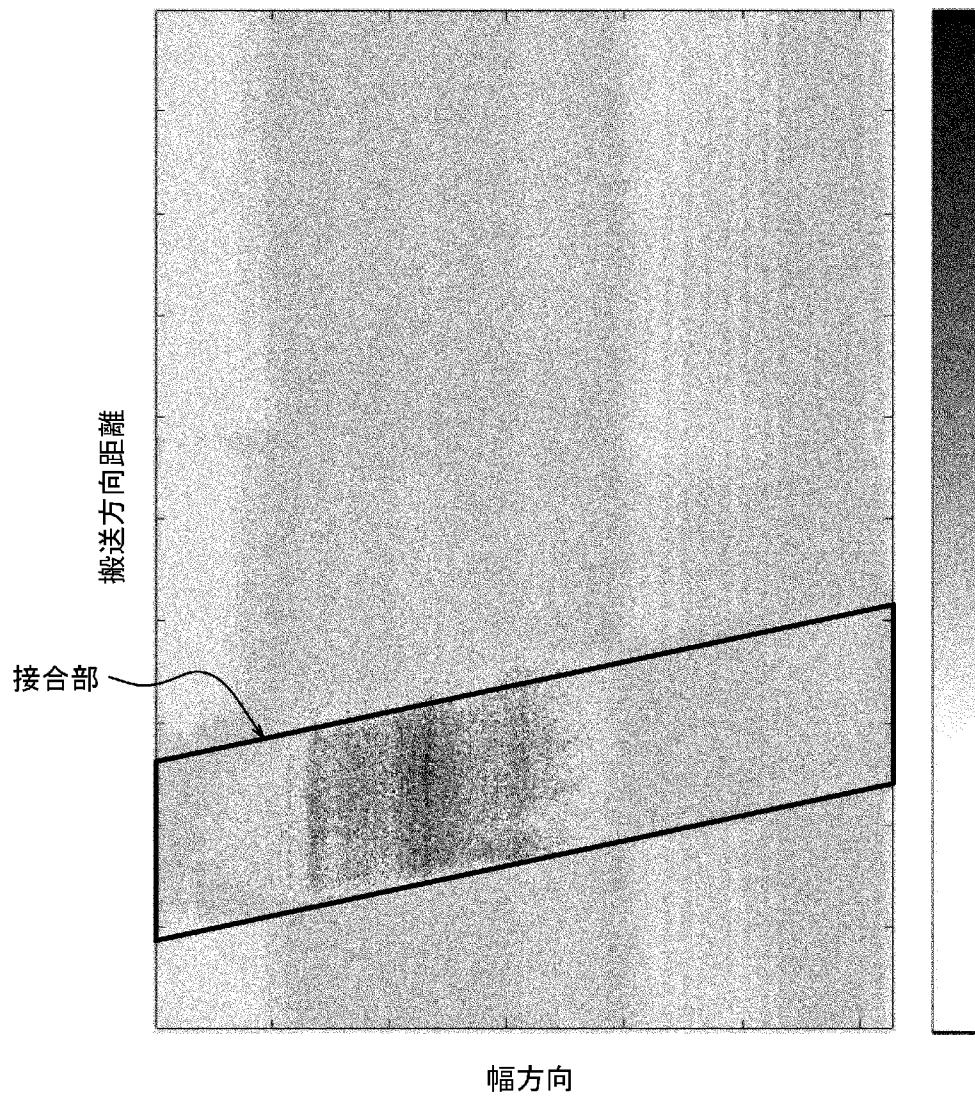
[図6B]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/009733

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01B 11/25**(2006.01)i

FI: G01B11/25 H

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01B11/25

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2005-283303 A (JATCO LTD) 13 October 2005 (2005-10-13) paragraphs [0009], [0027]-[0030], [0049], [0060], [0064]	6
Y	paragraphs [0009], [0027]-[0030], [0049], [0060], [0064]	1-3, 6-7
A	paragraphs [0009], [0027]-[0030], [0049], [0060], [0064]	4-5
Y	JP 2020-76767 A (BANDO CHEMICAL IND) 21 May 2020 (2020-05-21) paragraphs [0054]-[0055], [0091]-[0096], [0106]-[0107], fig. 13	1-3, 6-7
A	paragraphs [0054]-[0055], [0091]-[0096], [0106]-[0107], fig. 13	4
Y	JP 2006-132942 A (TOYOTA MOTOR CORP) 25 May 2006 (2006-05-25) paragraphs [0013]-[0026]	1, 3, 6
A	paragraphs [0013]-[0026]	4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 April 2023

Date of mailing of the international search report

09 May 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/009733

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2005-283303	A	13 October 2005	(Family: none)	
JP	2020-76767	A	21 May 2020	WO	2019/188718 A1
JP	2006-132942	A	25 May 2006	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01B 11/25(2006.01)i FI: G01B11/25 H										
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G01B11/25 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年									
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
X	JP 2005-283303 A (ジヤトコ株式会社) 13.10.2005 (2005 - 10 - 13) [0009]、[0027]-[0030]、[0049]、[0060]、[0064]	6								
Y	[0009]、[0027]-[0030]、[0049]、[0060]、[0064]	1-3, 6-7								
A	[0009]、[0027]-[0030]、[0049]、[0060]、[0064]	4-5								
Y	JP 2020-76767 A (バンドー化学株式会社) 21.05.2020 (2020 - 05 - 21) [0054]-[0055]、[0091]-[0096]、[0106]-[0107]、図13	1-3, 6-7								
A	[0054]-[0055]、[0091]-[0096]、[0106]-[0107]、図13	4								
Y	JP 2006-132942 A (トヨタ自動車株式会社) 25.05.2006 (2006 - 05 - 25) [0013]-[0026]	1, 3, 6								
A	[0013]-[0026]	4								
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。										
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献										
国際調査を完了した日 11.04.2023		国際調査報告の発送日 09.05.2023								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 山▲崎▼ 和子 2S 6005 電話番号 03-3581-1101 内線 3216								

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/009733

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2005-283303	A	13.10.2005	(ファミリーなし)	
JP	2020-76767	A	21.05.2020	WO 2019/188718	A1
JP	2006-132942	A	25.05.2006	(ファミリーなし)	