



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

带状部材を、带状部材の表面に带状部材の長手方向に沿って延長するレーザー光を照射するレーザー装置と前記レーザー光の前記带状部材からの反射光を受光して前記レーザー光の反射像を撮影する撮像手段とに対して、带状部材の長手方向に相対的に移動させながら前記レーザー光の反射像を撮影し、前記撮影された反射像から前記带状部材の表面の変位量を計測し、前記計測された変位量に基づいて、前記带状部材の表面形状を測定する带状部材の形状測定方法において、  
前記レーザー装置の照射するレーザー光を、透過型回折格子を用いて透過光と回折光とに回折分離して、前記带状部材の表面に、前記带状部材の幅方向に互いに離隔した前記透過光と前記回折光とから成る複数本のレーザー光を照射し、前記透過光の反射像と前記回折光の反射像とから前記带状部材の幅方向の複数箇所の変位量を計測することを特徴とする带状部材の形状測定方法。

10

**【請求項 2】**

带状部材の表面に带状部材の長手方向に沿って延長するレーザー光を照射するレーザー装置と、前記レーザー光の前記带状部材からの反射光を受光して前記レーザー光の反射像を撮影する撮像手段と、前記反射像から前記带状部材の変位量を計測する変位量計測手段と、前記変位量計測手段で計測された前記带状部材の変位量に基づいて、前記带状部材の表面形状を測定する形状測定手段と、前記带状部材を前記レーザー装置及び撮像手段に対して前記带状部材の長手方向に相対的に移動させる移動手段とを備えた带状部材の形状測定装置であって、  
前記レーザー装置の照射するレーザー光を透過光と回折光とに回折分離して、前記带状部材の長手方向に沿って延長する、带状部材の幅方向に互いに離隔した前記透過光と前記回折光とから成る複数のレーザー光を出射する透過型回折格子を備え、  
前記変位量計測手段は、前記撮像手段で撮影された前記透過光の反射像と前記回折光の反射像とから前記带状部材の幅方向の複数箇所の変位量を計測することを特徴とする带状部材の形状測定装置。

20

**【請求項 3】**

前記レーザー装置と前記透過型回折格子との間に配置されて、前記レーザー装置からのレーザー光を平行光線に変換するコリメータレンズと、  
前記透過光の反射光と前記回折光の反射光とをそれぞれ反射し、これらの反射光を前記撮像手段にそれぞれ合焦させるミラーとを備えたことを特徴とする請求項 2 に記載の带状部材の形状測定装置。

30

**【請求項 4】**

前記レーザー装置と前記透過型回折格子と前記変位量計測手段とを有し、前記带状部材の幅方向に互いに離隔して設置された第 1 及び第 2 の変位量計測装置と、前記第 1 の変位量計測装置のレーザー装置と前記第 2 の変位量計測装置のレーザー装置とを交互に点灯させる照射光制御手段とを備えたことを特徴とする請求項 2 または請求項 3 に記載の带状部材の形状測定装置。

**【請求項 5】**

带状部材の表面に带状部材の長手方向もしくは幅方向に沿って延長するレーザー光を照射するレーザー装置と、前記レーザー光の前記带状部材からの反射光を受光して前記レーザー光の反射像を撮影する撮像手段と、前記反射像から前記带状部材の変位量を計測する変位量計測手段と、前記変位量計測手段で計測された前記带状部材の変位量に基づいて、前記带状部材の表面形状を測定する形状測定手段と、前記带状部材を前記レーザー装置及び撮像手段に対して前記带状部材の長手方向に相対的に移動させる移動手段とを備えた带状部材の形状測定装置であって、  
前記レーザー装置からのレーザー光を平行光線に変換するコリメータレンズと、  
前記コリメータレンズから出射されたレーザー光の一部を通過させ、残りのレーザー光を反射させて入射方向とは直交する方向に出射するビームスプリッターと、

40

50

前記ビームスプリッターを通過したレーザー光を透過光と回折光とに回折分離する第1の透過型回折格子と、  
前記ビームスプリッターで反射されたレーザー光を透過光と回折光とに回折分離する第2の透過型回折格子と、  
前記第2の透過型回折格子から出射された透過光と回折光とを前記帯状部材の方向に反射するミラーと、  
前記透過光の反射光と前記回折光の反射光とをそれぞれ反射し、これらの反射光を前記撮像手段にそれぞれ合焦させるミラーとを備え、  
前記変位量計測手段は、前記撮像手段で撮影された前記透過光の反射像と前記回折光の反射像とから前記帯状部材の幅方向の複数箇所の変位量と長手方向の複数箇所の変位量とを計測することを特徴とする帯状部材の形状測定装置。

10

【請求項6】

帯状部材の表面に帯状部材の長手方向もしくは幅方向に沿って延長するレーザー光を照射するレーザー装置と、前記レーザー光の前記帯状部材からの反射光を受光して前記レーザー光の反射像を撮影する撮像手段と、前記反射像から前記帯状部材の変位量を計測する変位量計測手段と、前記変位量計測手段で計測された前記帯状部材の変位量に基づいて、前記帯状部材の表面形状を測定する形状測定手段と、前記帯状部材を前記レーザー装置及び撮像手段に対して前記帯状部材の長手方向に相対的に移動させる移動手段とを備えた帯状部材の形状測定装置であって、

20

前記レーザー装置を複数個のレーザー素子を備えたレーザー装置とするとともに、  
前記各レーザー光をそれぞれ平行光線に変換するコリメータレンズと、  
前記コリメータレンズから出射されたレーザー光の一部を通過させ、残りのレーザー光を反射させて入射方向とは直交する方向に出射するビームスプリッターと、  
前記ビームスプリッターで反射されたレーザー光を前記帯状部材の方向に反射するミラーとを備え、  
前記変位量計測手段は、前記撮像手段で撮影された前記ビームスプリッターを通過したレーザー光の反射像と前記ビームスプリッターで反射されたレーザー光の反射像とから前記帯状部材の幅方向の複数箇所の変位量と長手方向の複数箇所の変位量とを計測することを特徴とする帯状部材の形状測定装置。

30

【請求項7】

前記撮像手段の撮影のタイミングを制御する撮影制御手段を備え、  
撮影制御手段は、  
前記帯状部材の前記レーザー装置及び撮像手段に対する移動速度の加減速時の撮影間隔を移動速度が一定のときの撮影間隔よりも短くなるように前記撮像手段を制御することを特徴とする請求項2～請求項6のいずれかに記載の帯状部材の形状測定装置。

【請求項8】

被検体の表面にライン状のレーザー光を照射するレーザー装置と、前記レーザー光の前記被検体からの反射光を受光して前記レーザー光の反射像を撮影する撮像手段と、前記反射像から前記被検体の表面の変位量を計測する変位量計測手段とを備えた変位センサーであって、  
前記レーザー装置からのレーザー光を平行光線に変換して出射するコリメータレンズと、  
前記コリメータレンズからのレーザー光を透過光と回折光とに回折分離する透過型回折格子とを備え、  
前記変位量計測手段は、前記撮像手段で撮影された前記透過光の反射像と前記回折光の反射像とから、前記被検体の複数箇所の変位量をそれぞれ計測することを特徴とする変位センサー。

40

【請求項9】

被検体の表面にライン状のレーザー光を照射するレーザー装置と、前記レーザー光の前記被検体からの反射光を受光して前記レーザー光の反射像を撮影する撮像手段と、前記反射像から前記被検体の表面の変位量を計測する変位量計測手段とを備えた変位センサーで

50

あって、

前記レーザー装置を複数のレーザー素子を有するレーザー装置とするとともに、前記変位量計測手段は、前記撮像手段で撮影された複数本のレーザー光の反射像から、前記被検体の複数箇所の変位量をそれぞれ計測することを特徴とする変位センサー。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば、カーカスブライ等の帯状部材の長さやジョイント量などの形状を測定する帯状部材の形状測定方法とその装置、及び、帯状部材の形状測定装置に用いられる変位センサーに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、帯状のタイヤ構成部材の長さを測定する装置としては、押出機から押し出され定尺状に切断されて搬送されるトレッド等の帯状ゴム部材の切断面間の隙間を順次計測し、隙間間の距離から帯状ゴム部材の長さを測定する帯状ゴム部材の測長装置が知られている（例えば、特許文献1）。

この測長装置は、図10に示すように、連続して押し出される帯状ゴム部材70を定尺状に切断するカッター71の下流側で、かつ、切断された定尺状の帯状ゴム部材70Lの上方に変位センサー72を設置し、切断された帯状ゴム部材70Lの切断傾斜角度方向からレーザー光を照射するとともに、帯状ゴム部材70Lの表面で反射されたレーザー光を変位センサー72の検出部である図示しない光電センサーで検出するもので、反射光の強度が帯状ゴム部材70Lの隙間73を照射したときに少なくなることを利用して隙間73の位置を順次検出する。そして、隙間73の位置を検出する毎に、検出された隙間73間の距離を、帯状ゴム部材70, 70Lを搬送するコンベヤ74の回転軸74Jに接続されたロータリーエンコーダー75の出力を用いて算出し、定尺状に切断された帯状ゴム部材70Lの長さを測定する。

【0003】

ところで、前記帯状ゴム部材の測長装置では、変位センサー72として、照射領域が所定のスポット径を有する一次元レーザーセンサーを用いているので、帯状ゴム部材70Lの幅方向の任意の位置での測長ができなかった。

そこで、この問題を解決するため、本出願人は、変位センサーとして、二次元変位センサーを用いた帯状部材の測長装置を提案している。（例えば、特許文献2参照）。

この測長装置は、具体的には、図11(a), (b)に示すように、ライン状のレーザー光を照射するレーザー光源81aとCCDカメラを備えタイヤ構成部材80表面で反射されたレーザー光の受光位置から帯状のタイヤ構成部材80の変位量を計測する変位量計測手段81bとを備えた二次元変位センサー81により、所定の速度で回転する成型ドラム82に貼り付けられたタイヤ構成部材80に、タイヤ構成部材80の長手方向に対して所定の角度傾斜したラインビームを照射しながら、タイヤ構成部材80の照射部からの反射光を受光してタイヤ構成部材80の始端80a及び終端（図示せず）の位置を計測する。

【0004】

具体的には、二次元変位センサー81は、レーザー光の照射部にタイヤ構成部材80の段差部分（始端終端）が存在すると、反射光の方向が変化するので、この段差の位置を検出できる。

このとき、成型ドラム82にエンコーダー83を取り付けるとともに、制御手段84を設けて、成型ドラム82が所定角度だけ回転する毎に二次元変位センサー81による検出結果をサンプリングすることにより、タイヤ構成部材80の段差部分を繰り返し検出することで、タイヤ構成部材80の段差部分の幅方向の位置情報を得ることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 3 - 2 8 6 3 0 号公報

【 特許文献 2 】 WO 2 0 0 6 / 0 1 9 0 7 0 A 1

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

ところで、前記特許文献 2 では、二次元変位センサーを 2 台用いているが、タイヤ構成部材 8 0 の幅が広い場合に始端及び終端の位置を全幅に亘って計測するためには、傾斜角を大きくとる必要がある。しかし、傾斜角を大きくすると、計測点間の間隔が広がるため、測長の精度が低下してしまうといった問題点が発生する。

10

また、計測点の数を増やすためには二次元変位センサーの台数を増やす必要があるが、前記従来の測長装置の二次元変位センサーは、1 台で 1 点の計測となるため、例えば、4 点計測を行うためには、二次元変位センサーが 4 台必要となる。しかしながら、成型ドラム 8 2 の幅方向に 4 台の二次元変位センサーを取付けることは、スペースの関係で難しいだけでなく、二次元変位センサーの数を増やすことは、高価なカメラを増設することになり、装置が高額になってしまうといった問題点があった。

また、前記二次元変位センサーでは、レーザーライン光と平行な測定対象物は厚みの影となるため計測精度が低下することから、幅の測長と継ぎ目部位の形状とを同時に計測することは困難であった。

そこで、少ない台数のカメラで複数の計測点を測定することができるとともに、幅の測長と継ぎ目部位の形状とを同時に計測することのできる小型で安価な帯状部材の形状測定装置が求められていた。

20

【 0 0 0 7 】

本発明は、従来の問題点に鑑みてなされたもので、カメラの台数を増やすことなく、帯状部材の端部位置などの複数箇所の変位量を計測して、帯状部材の形状を効率良く測定する方法と装置、及び、この装置に用いられる変位センサーとを提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

本願の請求項 1 に記載の発明は、帯状部材を、帯状部材の表面に帯状部材の長手方向に沿って延長するレーザー光を照射するレーザー装置と前記レーザー光の前記帯状部材からの反射光を受光して前記レーザー光の反射像を撮影する撮像手段とに対して、帯状部材の長手方向に相対的に移動させながら前記レーザー光の反射像を撮影し、前記撮影された反射像から前記帯状部材の表面の変位量を計測し、前記計測された変位量に基づいて、前記帯状部材の表面形状を測定する帯状部材の形状測定方法において、前記レーザー装置の照射するレーザー光を、透過型回折格子を用いて透過光と回折光とに回折分離して、前記帯状部材の表面に、前記帯状部材の幅方向に互いに離隔した前記透過光と前記回折光とから成る複数本のレーザー光を照射し、前記透過光の反射像と前記回折光の反射像とから前記帯状部材の幅方向の複数箇所の変位量を計測することを特徴とする。

30

このように、レーザー装置からのレーザー光を複数本のレーザー光（透過光と回折光）に分離して帯状部材に照射してその反射像を撮影するようにしたので、1 台のレーザー装置と 1 台の撮影装置とで帯状部材の幅方向の複数の位置における変位量を同時に計測することができる。したがって、計測の分解能を向上させることができるので、帯状部材の表面形状を精度よく測定することができる。

40

【 0 0 0 9 】

請求項 2 に記載の発明は、帯状部材の表面に帯状部材の長手方向に沿って延長するレーザー光を照射するレーザー装置と、前記レーザー光の前記帯状部材からの反射光を受光して前記レーザー光の反射像を撮影する撮像手段と、前記反射像から前記帯状部材の変位量を計測する変位量計測手段と、前記変位量計測手段で計測された前記帯状部材の変位量に基づいて、前記帯状部材の表面形状を測定する形状測定手段と、前記帯状部材を前記レー

50

ザー装置及び撮像手段に対して前記帯状部材の長手方向に相対的に移動させる移動手段とを備えた帯状部材の形状測定装置であって、前記レーザー装置の照射するレーザー光を透過光と回折光とに回折分離して、前記帯状部材の長手方向に沿って延長する、帯状部材の幅方向に互いに離隔した前記透過光と前記回折光とから成る複数のレーザー光を出射する透過型回折格子を備え、前記変位量計測手段が、前記撮像手段で撮影された前記透過光の反射像と前記回折光の反射像とから前記帯状部材の幅方向の複数箇所の変位量を計測することを特徴とする。

これにより、1台のレーザー装置と1台の撮影装置とで帯状部材の幅方向の複数の位置における変位量を同時に計測することのできる帯状部材の形状測定装置を提供することができるので、計測の分解能を向上させることができ、帯状部材の表面形状を精度よく測定することができる。

10

#### 【0010】

請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の帯状部材の形状測定装置において、前記レーザー装置と前記透過型回折格子との間に配置されて、前記レーザー装置からのレーザー光を平行光線に変換するコリメータレンズと、前記透過光の反射光と前記回折光の反射光とをそれぞれ反射し、これらの反射光を前記撮像手段にそれぞれ合焦させるミラーとを更に備えたことを特徴とする。

これにより、透過型回折格子から透過光と回折光とを確実に分離回折して出射できるとともに、帯状部材からの反射光を撮像手段に確実に結像させることができるので、帯状部材の表面形状を更に精度よく測定することができる。

20

#### 【0011】

請求項4に記載の発明は、請求項2または請求項3に記載の帯状部材の形状測定装置において、前記レーザー装置と前記透過型回折格子と前記変位量計測手段とを有し、前記帯状部材の幅方向に互いに離隔して設置された第1及び第2の変位量計測装置と、前記第1の変位量計測装置のレーザー装置と前記第2の変位量計測装置のレーザー装置とを交互に点灯させる照射光制御手段とを備えたことを特徴とする。

これにより、帯状部材の幅方向の異なる領域において、幅方向の複数箇所の変位量を交互に計測することができるので、帯状部材の形状を幅方向の広い範囲に亘って正確に計測することができる。

また、2台のレーザー装置からのレーザー光の干渉を避けることができるので、帯状部材の表面形状を精度よく測定することができる。

30

なお、幅方向の2つの領域幅を広く取ったり、透過型回折格子などの光学部品の配置を容易にするためには、第1の変位量計測装置と第2の変位量計測装置とを、撮像手段の両側にそれぞれ配置することが好ましい。

#### 【0012】

請求項5に記載の発明は、帯状部材の表面に帯状部材の長手方向もしくは幅方向に沿って延長するレーザー光を照射するレーザー装置と、前記レーザー光の前記帯状部材からの反射光を受光して前記レーザー光の反射像を撮影する撮像手段と、前記反射像から前記帯状部材の変位量を計測する変位量計測手段と、前記変位量計測手段で計測された前記帯状部材の変位量に基づいて、前記帯状部材の表面形状を測定する形状測定手段と、前記帯状部材を前記レーザー装置及び撮像手段に対して前記帯状部材の長手方向に相対的に移動させる移動手段とを備えた帯状部材の形状測定装置であって、前記レーザー装置からのレーザー光を平行光線に変換するコリメータレンズと、前記コリメータレンズから出射されたレーザー光の一部を通過させ、残りのレーザー光を反射させて入射方向とは直交する方向に出射するビームスプリッターと、前記ビームスプリッターを通過したレーザー光を透過光と回折光とに回折分離する第1の透過型回折格子と、前記ビームスプリッターで反射されたレーザー光を透過光と回折光とに回折分離する第2の透過型回折格子と、前記第2の透過型回折格子から出射された透過光と回折光とを前記帯状部材の方向に反射するミラーと、前記透過光の反射光と前記回折光の反射光とをそれぞれ反射し、これらの反射光を前記撮像手段にそれぞれ合焦させるミラーとを備え、前記変位量計測手段は、前記撮像手段

40

50

で撮影された前記透過光の反射像と前記回折光の反射像とから前記帯状部材の幅方向の複数箇所の変位量と長手方向の複数箇所の変位量とを計測することを特徴とするものである。

これにより、1台のレーザー装置と1台の撮像手段で、帯状部材の幅方向の複数の位置における変位量と長手方向の複数の位置における変位量とを同時に計測できるので、幅の測長と継ぎ目部位の形状とを同時に計測することができる。したがって、帯状部材の表面形状を精度よく測定することができる。

#### 【0013】

請求項6に記載の発明は、帯状部材の表面に帯状部材の長手方向もしくは幅方向に沿って延長するレーザー光を照射するレーザー装置と、前記レーザー光の前記帯状部材からの反射光を受光して前記レーザー光の反射像を撮影する撮像手段と、前記反射像から前記帯状部材の変位量を計測する変位量計測手段と、前記変位量計測手段で計測された前記帯状部材の変位量に基づいて、前記帯状部材の表面形状を測定する形状測定手段と、前記帯状部材を前記レーザー装置及び撮像手段に対して前記帯状部材の長手方向に相対的に移動させる移動手段とを備えた帯状部材の形状測定装置であって、前記レーザー装置を複数個のレーザー素子を備えたレーザー装置とするとともに、前記各レーザー光をそれぞれ平行光線に変換するコリメータレンズと、前記コリメータレンズから出射されたレーザー光の一部を通過させ、残りのレーザー光を反射させて入射方向とは直交する方向に出射するビームスプリッターと、前記ビームスプリッターで反射されたレーザー光を前記帯状部材の方向に反射するミラーとを備え、前記変位量計測手段は、前記撮像手段で撮影された前記ビームスプリッターを通過したレーザー光の反射像と前記ビームスプリッターで反射されたレーザー光の反射像とから前記帯状部材の幅方向の複数箇所の変位量と長手方向の複数箇所の変位量とを計測することを特徴とする。

このように、複数個のレーザーを備えたレーザー装置を用いても、1台の撮影装置で帯状部材の幅方向の複数の位置における変位量を同時に計測できるので、計測の分解能を向上させることができ、帯状部材の表面形状を精度よく測定することができる。

#### 【0014】

請求項7に記載の発明は、請求項2～請求項6のいずれかに記載の帯状部材の形状測定装置において、前記撮像手段の撮影のタイミングを制御する撮影制御手段を備え、撮影制御手段が、前記帯状部材の前記レーザー装置及び撮像手段に対する移動速度の加減速時の撮影間隔を移動速度が一定のときの撮影間隔よりも短くなるように前記撮像手段を制御することを特徴とする。

一般に、長尺状の帯状部材をドラムに貼り付けるときには、ドラムの回転速度を徐々に上げて高速回転で一定時間回転させ、巻き終わりが近づくと減速して停止するようにしている。すなわち、帯状部材の巻き始めと巻き終わりまでドラムは低速回転する。

このような場合、撮像手段の撮影のタイミングを本発明のように制御すれば、帯状部材の巻き始めと巻き終わりを細かくサンプリングできるので、帯状部材の始端と終端の位置とを精度よく計測することができる。また、高い測定精度を必要としない定速回転時には、粗いサンプリングとなるので、演算処理時間を短くでき、装置の負担を軽減できる。

#### 【0015】

請求項8に記載の発明は、被検体の表面にライン状のレーザー光を照射するレーザー装置と、前記レーザー光の前記被検体からの反射光を受光して前記レーザー光の反射像を撮影する撮像手段と、前記反射像から前記被検体の表面の変位量を計測する変位量計測手段とを備えた変位センサーであって、前記レーザー装置からのレーザー光を平行光線に変換して出射するコリメータレンズと、前記コリメータレンズからのレーザー光を透過光と回折光とに回折分離する透過型回折格子とを備え、前記変位量計測手段は、前記撮像手段で撮影された前記透過光の反射像と前記回折光の反射像とから、前記被検体の複数箇所の変位量をそれぞれ計測することを特徴とする。

これにより、1台のレーザー装置と1台の撮影装置を用いて被検体の複数の位置における変位量を同時に計測できるので、安価でかつ精度の高い変位センサーを提供することが

10

20

30

40

50

できる。

【0016】

請求項9に記載の発明は、被検体の表面にライン状のレーザー光を照射するレーザー装置と、前記レーザー光の前記被検体からの反射光を受光して前記レーザー光の反射像を撮影する撮像手段と、前記反射像から前記被検体の表面の変位量を計測する変位量計測手段とを備えた変位センサーであって、前記レーザー装置を複数のレーザー素子を有するレーザー装置とするとともに、前記変位量計測手段は、前記撮像手段で撮影された複数本のレーザー光の反射像から、前記被検体の複数箇所の変位量をそれぞれ計測することを特徴とする。

このように、複数個のレーザーを備えたレーザー装置を用いても、1台の撮影装置で被検体の複数の位置における変位量を同時に計測できる。

【0017】

なお、前記発明の概要は、本発明の必要な全ての特徴を列挙したものではなく、これらの特徴群のサブコンビネーションもまた、発明となり得る。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の実施の形態に係るタイヤ構成部材の形状測定装置の概要を示す図である。

【図2】本実施の形態に係る領域可変対応型レーザー変位計の概要を示す斜視図である。

【図3】領域可変対応型レーザー変位計の使用方法を説明するための図である。

【図4】成型ドラムに貼り付けられた帯状のタイヤ構成部材と領域可変対応型レーザー変位計との位置関係を示す図である。

【図5】成型ドラムの回転速度の時間変化を示すタイムチャートと、撮影のタイミングであるサンプリングの方法を示す図である。

【図6】二次元変位センサーを用いた端部測定方法を示す図である。

【図7】本実施の形態に係る変位量の計測方法を示す図である。

【図8】変位量の計測方法の一例を示す図である。

【図9】本発明による変位センサーの他の構成を示す図である。

【図10】従来の一次元変位センサーを用いた端部測定方法を示す図である。

【図11】従来の二次元変位センサーを用いた端部測定方法を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、実施の形態を通じて本発明を詳説するが、以下の実施の形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものでなく、また、実施の形態の中で説明される特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

【0020】

図1は、本実施の形態に係るタイヤ構成部材の形状測定装置（以下、形状測定装置という）10の概要を示す図、図2は、領域可変対応型レーザー変位計11の概要を示す斜視図である。

各図において、11は領域可変対応型レーザー変位計、16は変位計制御手段、21は成型ドラム、22はドラム回転装置、23はエンコーダー、24は成型ドラム制御装置、25は形状測定手段である。

なお、成型ドラム21、ドラム回転装置22、及び、エンコーダー23は、カーカスブライ、ベルト、トレッド等の帯状のタイヤ構成部材を成型ドラム21の周面に順に貼付けながら積層して生タイヤに成型する成型機の構成要素である。

【0021】

領域可変対応型レーザー変位計11は、図2(a)、(b)に示すように、4台のレーザー装置121~124と、4つの光学素子群131~134と、1つの撮像手段14と、変位量計測手段15とを備える。

レーザー装置12(121~124)は、測定対象物である帯状のタイヤ構成部材(以

10

20

30

40

50

下、带状部材という) 40の表面に、带状部材40の長手方向と平行な方向に延長するラインビームをそれぞれ照射する。本例では、4台のレーザー装置121~124と4つの光学素子群131~134とを、带状部材40の幅方向に互いに間隔を隔てて配置するとともに、4台のレーザー装置121~124とのうちの2台ずつを交互に点灯させて带状部材40の表面形状を測定するようにしている。

光学素子群131は、コリメータレンズ13aと、ビームスプリッター13bと、第1及び第2のパウエルレンズ13c, 13dと、直交光反射ミラー13rと、第1及び第2の透過型回折格子13p, 13qと、第1及び第2の反射光反射ミラー13m, 13nと、プリズム13zとを備える。

光学素子群132, 133, 134も光学素子群131と同一構成である。なお、プリズム13zは、光学素子群131~134で共用する。

#### 【0022】

光学素子群131~134の構成要素について説明する。

コリメータレンズ13aは、レーザー装置12の照射するレーザー光の焦点に配置されて、図示しないレーザー素子からのレーザー光を平行光線に変換する。

ビームスプリッター13bは、内部反射面を有し、コリメータレンズ13aから出射されるレーザー光を透過光と内部反射面で反射されて透過光と直交する方向に出射する直交光とに分離する。

第1及び第2のパウエルレンズ13c, 13dは、ビームスプリッター13bで分離された透過光の光路と直交光の光路とにそれぞれ配置されて、ガウス分布型の強度分布を有する透過光と直交光とをほぼ均一な強度分布を有するレーザー光に変換する。

#### 【0023】

第1の透過型回折格子13pは、第1のパウエルレンズ13cからのレーザー光(透過光)を、0次ビーム、+1次ビーム、及び、-1次ビームの3本のレーザー光に回折分離して出射する。一方、第2の透過型回折格子13qは、第2のパウエルレンズ13dからのレーザー光(直交光)を、0次ビーム、+1次ビーム、及び、-1次ビームの3本のレーザー光に回折分離して出射する。

第1の透過型回折格子13pで分離回折された3本のレーザー光(透過光)は带状部材40の表面に直接照射される。これら3本の透過光は、いずれも、図2(b)のT1~T3に示すような、带状部材40の長手方向に延長する方向にカーテン状に広がるライン状のレーザー光である。

直交光反射ミラー13rは、第2の透過型回折格子13qで分離回折された3本のレーザー光(直交光)が带状部材40の表面に照射されるように、前記3本の直交光を反射する。これら、3本の直交光は、いずれも、図2(b)のR1~R3に示すような、带状部材40の幅方向に延長する方向にカーテン状に広がるライン状のレーザー光である。

#### 【0024】

第1の反射光反射ミラー13mは、带状部材40の表面で反射された3本の透過光の反射光をそれぞれ反射し、プリズム13zを介して撮像手段14に入射させる。第2の反射光反射ミラー13nは、带状部材40の表面で反射された3本の直交光の反射光をそれぞれ反射し、プリズム13zを介して、撮像手段14に入射させる。

撮像手段14は、受光レンズ14aとマトリックス状に配列されたCCD素子14bとを備え、後述する基準パルス信号に同期して、プリズム13zから入射した带状部材40表面の照射部の画像である反射像を撮影する。

変位量計測手段15は、反射像中の長手方向に延長する3本のレーザーラインの変位量を撮影時刻毎に計測するとともに、各撮影時刻に撮影された带状部材40の幅方向に延長する3本のレーザーラインの変位量を計測する。

変位量計測手段15の詳細については、変位制御手段16の説明の後に説明する。

#### 【0025】

本発明による変位センサー181は、レーザー装置121と、光学素子群131と、撮像手段14と、変位量計測手段15とにより構成されて、带状部材40の幅方向の複数箇

10

20

30

40

50

所の変位量を同時に計測する。なお、レーザー装置 12 j ( j = 2 , 3 , 4 )、光学素子群 13 j ( j = 2 , 3 , 4 )、撮像手段 14、及び、変位量計測手段 15 も変位センサー 18 j ( j = 2 , 3 , 4 ) を構成する。

すなわち、本例の領域可変対応型レーザー変位計 11 は、図 3 ( a ) に示すように、撮像手段 14 と変位量計測手段 15 とプリズム 13 z を共用する 4 つの変位センサー 18 1 ~ 18 4 を備えていることになる。なお、同図において、符号 13 1 A ~ 13 1 D は、それぞれ、光学素子群 13 1 ~ 13 4 のうちの、レーザー光の照射光に関わる部品であるコリメータレンズ 13 a、ビームスプリッター 13 b、パウエルレンズ 13 c, 13 d、直交光反射ミラー 13 r、及び、透過型回折格子 13 p, 13 q から成る照射系光学素子群部品である。

本例では、変位センサー 18 1 と変位センサー 18 2 とを、撮像手段 14 の両側にそれぞれ配置し、変位センサー 18 3 は変位センサー 18 1 の右側 (撮像手段 14 とは反対側) に、変位センサー 18 4 は変位センサー 18 2 の左側 (撮像手段 14 とは反対側) に配置した。

#### 【 0 0 2 6 】

本例では、4 台の変位センサー 18 1 ~ 18 4 のうち、2 台の変位センサーを交互に作動させる構成であるので、測定する帯状部材 40 のサイズ幅が変更になった場合でも、領域可変対応型レーザー変位計 11 を移動させることなく、帯状部材 40 の全幅に亘って形状測定が可能となる。

具体的には、図 3 ( b ) に示すように、幅 W が狭い帯状部材 40 S (例えば、W = 80 ~ 130 mm) の表面形状を測定する場合には、変位センサー 18 1 と変位センサー 18 2 とを使用し、幅 W が広い帯状部材 40 L (例えば、W = 160 ~ 210 mm) の表面形状を測定する場合には、変位センサー 18 3 と変位センサー 18 4 とを使用すればよい。また、中間の幅の帯状部材 40 M の表面形状を測定する場合には、変位センサー 18 1 と変位センサー 18 4、もしくは、変位センサー 18 2 と変位センサー 18 3 とを使用すればよい。

#### 【 0 0 2 7 】

成型ドラム 21 は、図 1 及び図 4 ( a ) , ( b ) に示すように、成型機の主軸 21 J の先端部に連結された拡張可能な円筒状の部材で、この成型ドラム 21 の後方に設置された搬送コンベヤ 31 により搬送されてくる帯状部材 40 が、押付けローラー 32 により成型ドラム 21 に押付けられてその外周側面に順次貼付けられる。

図 4 ( a ) において、符号 40 a は、成型ドラム 21 に貼付けられた帯状部材 40 の始端である。成型ドラム 21 に貼付けられた帯状部材 40 は、成型ドラム 21 とともに、成型ドラム 21 の回転方向に移動する。帯状部材 40 の移動方向は、当該帯状部材 40 の長手方向である。

帯状部材 40 の長さは、成型ドラム 21 の周長とほぼ等しいので、成型ドラム 21 が更に回転すると、図 4 ( b ) に示すように、帯状部材 40 の始端 40 a と終端 40 b とが所定の長さだけ重ね合わされて接合 (オーバーラップ・ジョイント) されるジョイント部 40 c が形成される。なお、ジョイント部としては、始端 40 a と終端 40 b との間に隙間がないように付き合わせて接合 (バット・ジョイント) される場合もある。

#### 【 0 0 2 8 】

ドラム回転装置 22 は、図 1 に示すように、主軸 21 J に変速機 22 a を介して連結された駆動用モータ 22 b を備え、成型ドラム 21 の回転軸である主軸 21 J を所定の速度で回転させる。

エンコーダー 23 は、主軸 21 J の回転を検出する回転位置検出センサーで、成型ドラム 21 の回転位置を検出するとともに、成型ドラム 21 が所定角度 回転する毎に、パルス信号を、成型ドラム 21 の回転速度を制御する成型ドラム制御装置 24 と変位計制御手段 16 とにそれぞれ出力する。本例では、エンコーダー 23 として AB 相出力タイプのロータリーエンコーダーを用いているが、A B Z 相出力タイプのロータリーエンコーダーを用いてもよい。

10

20

30

40

50

成型ドラム制御装置 24 は、エンコーダー 23 からのパルス信号のパルス間隔と予め設定されたドラム回転速度とを比較して、成型ドラム 21 を所定のタイムチャートに沿って回転するよう駆動用モータ 22b を駆動・制御する。

#### 【0029】

変位計制御手段 16 は、エンコーダー 23 からのパルス信号に基づいて 4 台のレーザー装置 121 ~ 124 のうちの 2 台ずつを交互に点灯させるとともに、撮像手段 14 の撮影のタイミングを制御する。

ところで、成型ドラム 21 に帯状部材 40 を貼り付ける際には、成型ドラム 21 は、図 5 (a) のタイムチャートに示すように、巻き始めでは低速回転するが、その後加速されて一定速度で高速回転（定常運転）に移行する。そして巻き終わりが近づくと減速され、巻き終わると停止する。このとき、エンコーダー 23 からは、図 5 (b) に示すように、成型ドラム 21 が所定角度 回転するごとパルス信号が出力される。このパルス信号のパルス間隔は、図 5 (b) に示すように、加速時である巻き始めと減速時である巻き終わりとは広く、定常運転時には狭くなる。

#### 【0030】

しかしながら、帯状部材 40 の計測においては、巻き始めと巻き終わりでの計測データが重要である。

本例では、変位計制御手段 16 に変調式 PLL 回路を設け、図 5 (c) に示すような、同期信号を変調したパルス信号を生成する。この変調されたパルス信号は、帯状部材 40 の計測に使用される 2 台のレーザー装置を交互に点灯させるとともに、撮像手段 14 の撮影の時間タイミングを制御する信号である。以下、変調されたパルス信号を基準パルス信号という。この基準パルス信号はレーザー装置 12 と撮像手段 14 とに送られる。

基準パルス信号のパルス間隔は、成型ドラム 21 の回転速度が低いときが短く、回転速度が高いときが長く設定されているので、巻き始めや巻き終わりのような、成型ドラム 21 の加減速時には細かいサンプリングを行うことができる。したがって、図 5 (c) に示した時間領域 S で示すジョイント部の貼り付け先端周辺部分と時間領域 F で示すジョイント部の貼り付け後端周辺部分とを高分解能に撮影することが可能となるので、帯状部材 40 のジョイント部における段ずれ計測を精度良く計測することができる。

一方、高い測定精度を必要としない定速回転時には、粗いサンプリングとなるので、演算処理時間を短くでき、装置の負担を軽減できる。

また、測定に使用される 2 台のレーザー装置は交互に点灯するので、2 台のレーザー装置からのレーザー光が干渉することがない。

#### 【0031】

ここで、変位量計測手段 15 の詳細について説明する。

変位量計測手段 15 は、記憶手段 15a と、レーザーライン抽出手段 15b と、補間手段 15c と、計測手段 15d とを備える。

記憶手段 15a は、撮像手段 14 で撮影された帯状部材 40 の反射像を撮影時刻  $t_k$  毎に記憶して保存する。

撮影時刻  $t_k$  に、図 6 に示すように、図示しないレーザー装置 121 から帯状部材 40 表面の段差 40D にカーテン状のレーザー光が照射されると、レーザー装置 121 に近い部分、すなわち、凸部 41 からの反射光と、遠い部分、すなわち、凹部 42 からの反射光とでは反射光の方向が異なる。したがって、撮像手段 14 の撮影画像である反射像は、段差 40D にて屈曲したライン（以下、レーザーラインという）となる。

具体的には、帯状部材 40 の長手方向に延長する方向に広がるレーザー光 T1 ~ T3 の反射像は、3 本とも凸部 41 と凹部 42 とに照射されるので全て屈曲している。一方、帯状部材 40 の幅方向に延長する方向に広がるレーザー光 R1 ~ R3 の反射像は、レーザー光 R1 とレーザー光 R2 とは凸部 41 と凹部 42 とに照射されるので屈曲しているが、レーザー光 R3 は凹部 42 のみに照射されるので屈曲していない。したがって、このレーザーラインの屈曲量から、周知の三角測距法を用いて、帯状部材 40 の表面の変位量を計測することができる。

10

20

30

40

50

撮影時刻  $t_{k+1}$  には、レーザー装置 122 からのレーザー光が帯状部材 40 の表面に照射されるので、レーザー装置 121 からのレーザー光が帯状部材 40 の右半分に照射されるとすると、記憶手段 15a には、帯状部材 40 の左半分の反射像が記憶される。

【0032】

レーザーライン抽出手段 15b は、記憶手段 15a に保存された撮影時刻  $t_k$  毎の反射像から、図 7 (a) に示すような、帯状部材 40 の長手方向に繋げた 3 本の長手方向のレーザーライン  $t_1 \sim t_3$  を抽出する。このレーザーライン  $t_1 \sim t_3$  は、レーザー装置 121 からのレーザー光  $T_1 \sim T_3$  によるレーザーライン (帯状部材 40 の右側のレーザーライン) である。

補間手段 15c は、図 7 (b) に示すように、記憶手段 15a から、撮影時刻  $t_k$  における帯状部材 40 の 3 本の幅方向に延長するレーザー光  $R_1 \sim R_3$  によるレーザーライン  $r_{11} \sim r_{13}$  を抽出するとともに、長手方向のレーザーライン  $t_1 \sim t_3$  と幅方向のレーザーライン  $r_{11} \sim r_{13}$  との交点の座標を求め、隣接する 2 本の幅方向のレーザーライン  $r_{12}, r_{13}$  間にある長手方向のレーザーライン  $t_1 \sim t_3$  を補間する。次に、図 7 (c) に示すように、次の撮影時刻  $t_{k+2}$  で計測した 3 本の幅方向のレーザーライン  $r_{21} \sim r_{23}$  を読み出して、補間された長手方向のレーザーライン  $t_1 \sim t_3$  との交点の座標を求め、この交点の座標から、隣接する 2 本の幅方向のレーザーライン  $r_{12}, r_{13}$  間にある長手方向のレーザーライン  $t_1 \sim t_3$  を更に補間する。

【0033】

計測手段 15d では、図 7 (c) に示した補間された 3 本の長手方向のレーザーラインの変位量  $h_{11}(y), h_{12}(y), h_{13}(y)$  を計測する。

なお、本例では、変位量  $h(y) = 0$  となる位置を、帯状部材 40 が貼り付けられていないときの成型ドラム 21 の表面で、成型ドラム 21 の表面と撮像手段 14 と成型ドラム 21 の中心を結んだ線との交点に設定している。

レーザーライン抽出手段 15b, 補間手段 15c, 及び、計測手段 15d は、同様の操作を、レーザー装置 122 からのレーザー光によるレーザーラインについても行って、左側の 3 本の長手方向のレーザーラインの変位量  $h_{21}(y), h_{22}(y), h_{23}(y)$  を計測する。

形状測定手段 25 は、変位センサー 181 の変位量計測手段 15 で計測した反射像中の長手方向に延長する 3 本のレーザーラインから求めた変位量  $h_{1k}(y)$  ( $k = 1 \sim 3$ ) と、変位センサー 182 の変位量計測手段 15 で計測した反射像中の長手方向に延長する 3 本のレーザーラインから求めた変位量  $h_{2k}(y)$  ( $k = 1 \sim 3$ ) とを、それぞれ帯状部材 40 の長手方向に繋げることで、帯状部材 40 のプロファイルを帯状部材 40 の全幅に亘って測定する。

【0034】

次に、本例の形状測定装置 10 を用いた帯状部材 40 の表面形状を測定する方法について説明する。ここでは、領域可変対応型レーザー変位計 11 の変位センサー 181 と変位センサー 182 とを使用する場合について説明する。変位センサー 183 と変位センサー 184 とは OFF 状態にある。

まず、図 4 (a) に示すように、成型ドラム 21 の回転速度と同じ速度で走行する搬送コンベヤ 31 により成型ドラム 21 の上部に搬送された帯状部材 40 を、押付けローラー 32 により、成型ドラム 21 の周面上に順次貼り付ける。成型ドラム 21 の周面上に順次貼り付けられた帯状部材 40 は成型ドラム 21 の回転に伴って円弧状に屈曲しながら長手方向に移動する。

成型ドラム 21 が所定角度 回転する毎に、エンコーダー 23 から変位計制御手段 16 にパルス信号が送られる。変位計制御手段 16 では、このパルス信号を成型ドラム 21 の回転速度に応じて PLL 変換し、レーザー装置 121, 122 を交互に点灯させるとともに、撮像手段 14 の撮影タイミングを制御する基準パルス信号を作成し、領域可変対応型レーザー変位計 11 に送る。

【0035】

10

20

30

40

50

領域可変対応型レーザー変位計 11 では、変位センサー 181 と変位センサー 182 とを用いて、帯状部材 40 の厚み方向の変位量を測定する。具体的には、レーザー装置 121 とレーザー装置 122 を交互に点灯させるとともに、帯状部材 40 表面に照射されたレーザー装置 121 のレーザー光の反射像とレーザー装置 122 のレーザー光の反射像とを撮像手段 14 で撮影し、そのデータを変位量計測手段 15 に設けられた記憶手段 15a に記憶して保存するとともに、レーザーライン抽出手段 15b、補間手段 15c、及び、計測手段 15d を用いて帯状部材 40 の厚み方向の変位量を計測し、この計測された変位量のデータを形状測定手段 25 に送る。

#### 【0036】

ここで、変位センサー 181 の動作について説明する。

10

図 2 に示すように、帯状部材 40 の厚さ方向である成型ドラム 21 の径方向を z 軸方向、帯状部材 40 の幅方向を x 方向、帯状部材 40 の表面の周方向ベクトルの方向を y 方向とすると、帯状部材 40 の表面には、レーザー装置 121 から、y 方向に延長するカーテン状に広がったレーザー光が照射される。

この照射されたレーザー光はコリメータレンズ 13a により平行光線に変換された後ビームスプリッター 13b に入射し、透過光と直交光とに分離される。

透過光は、ビームスプリッター 13b を通過してそのまま z 軸方向に直進して第 1 のパウエルレンズ 13c に導かれ、第 1 のパウエルレンズ 13c により、均一な強度分布を有するレーザー光に変換されて第 1 の透過型回折格子 13p に入射する。

一方、直交光は、ビームスプリッター 13b で y 軸方向に反射されて、第 2 のパウエルレンズ 13d に導かれ、第 2 のパウエルレンズ 13d により、均一な強度分布を有するレーザー光に変換されて第 2 の透過型回折格子 13q に入射する。

20

#### 【0037】

透過光は、第 1 の透過型回折格子 13p にて 0 次ビーム、+1 次ビーム、及び、-1 次ビームの 3 本のレーザー光に回折分離される。透過光である 0 次ビームはそのまま z 軸方向に直進し、帯状部材 40 の表面に照射される。一方、回折光である +1 次ビームと -1 次ビームとはそれぞれ、x 軸の (+) 方向と (-) 方向とに回折されて、帯状部材 40 の表面に照射される。すなわち、帯状部材 40 の表面には、それぞれが帯状部材 40 の長手方向に延長する 3 本のレーザー光 T1 ~ T3 が、帯状部材 40 の幅方向 (x 軸方向) に所定の間隔を隔てて照射されることになる。

30

#### 【0038】

直交光は、第 2 の透過型回折格子 13q にて 0 次ビーム、+1 次ビーム、及び、-1 次ビームの 3 本のレーザー光に回折分離された後、直交光反射ミラー 13r で反射されて、帯状部材 40 の表面に照射される。したがって、帯状部材 40 の表面には、それぞれが帯状部材 40 の幅方向に延長する 3 本のレーザー光が、帯状部材 40 の長手方向に所定の間隔を隔てて照射される。

これにより、帯状部材 40 の表面には、レーザー装置 121 から、帯状部材 40 の長手方向と幅方向とに延長する 3 本ずつの格子状のレーザー光が照射されることになる。

#### 【0039】

透過光の照射方向と直交光の照射方向とは異なっているので、帯状部材 40 の表面で反射された透過光の反射光の方向と直交光の反射光の方向とは異なる。

40

透過光の反射光は第 1 の反射光反射ミラー 13m により反射され、プリズム 13z を介して、撮像手段 14 に入射される。一方、直交光の反射光は第 2 の反射光反射ミラー 13n により反射され、プリズム 13z を介して、撮像手段 14 に入射される。

撮像手段 14 は、帯状部材 40 表面に照射された帯状部材 40 の長手方向と幅方向とに延長する 3 本ずつの格子状のレーザー光の反射像を撮影する。

なお、透過型回折格子 13p, 13q と帯状部材 40 との間、帯状部材 40 と第 1 及び第 2 の反射光反射ミラー 13m, 13n との間に光路調整用の反射ミラーやレンズを配置すれば、反射像をさらに鮮明に撮影することができる。

#### 【0040】

50

本例では、レーザー装置 1 2 1 とレーザー装置 1 2 2 を交互に点灯させことにより、帯状部材 4 0 の幅方向の一方の端部を含む領域からのレーザー光の反射像と、他方の端部を含む領域からレーザー光の反射像を計測時間毎に撮影する。

撮影された反射像が、図 6 の右上の図に示すような屈曲したレーザーラインとなった場合には、帯状部材 4 0 表面には段差 4 0 D が存在する。すなわち、変位量  $h(y)$  が変化していることがわかる。

例えば、図 6 において、凸部 4 1 が帯状部材 4 0 で、凹部 4 2 が成型ドラム 2 1 の表面なら、段差 4 0 D の位置は帯状部材 4 0 の始端 4 0 a の位置を示す。また、凸部 4 1 も凹部 4 2 も帯状部材 4 0 であるなら段差 4 0 D の位置は終端 4 0 b の位置を示す。

変位センサー 1 8 1 は、帯状部材 4 0 の表面に、帯状部材 4 0 の長手方向と幅方向とに延長する 3 本ずつの格子状のレーザー光を照射するので、撮像手段 1 4 の撮影画像は、図 6 の右上の図に示すような、帯状部材 4 0 の長手方向に延長するラインと幅方向に延長するラインとが交差する格子状のパターンとなる。格子状のパターンの屈曲部が段差の位置であり、屈曲量が変位量である。

変位センサー 1 8 2 の動作も変位センサー 1 8 1 と同様である。

#### 【 0 0 4 1 】

本例では、レーザー装置 1 2 1 とレーザー装置 1 2 2 を交互に点灯させことにより、帯状部材 4 0 の幅方向の一方の端部を含む領域からのレーザー光の反射像と、他方の端部を含む領域からレーザー光の反射像を計測時間毎に撮影し、この撮影された反射像のデータを変位量計測手段 1 5 に送る。このとき、プリズム 1 3 z の手前に、例えば、液晶式の電子シャッターを配置して、レーザー装置 1 2 1 の反射光とレーザー装置 1 2 2 の反射光とが干渉しないようにすることが好ましい。

変位量計測手段 1 5 では、撮影された反射像から帯状部材 4 0 の厚み方向の変位量を計測し、この計測されたデータを形状測定手段 2 5 に送る。

形状測定手段 2 5 では、変位量計測手段 1 5 から送られてきた変位量のデータを帯状部材 4 0 の長手方向に繋げ、帯状部材 4 0 のプロファイルを、帯状部材 4 0 の全幅に亘って測定する。

これにより、始端 4 0 a 及び終端 4 0 b の三次元形状を測定することができるとともに、始端 4 0 a の座標と終端 4 0 b の座標とから、帯状部材 4 0 のジョイント量を正確に測定することができる。

#### 【 0 0 4 2 】

具体的には、図 8 ( a ) , ( b ) に示すように、測定開始位置 ( パルス数 = 0 の位置から始端 4 0 a の位置までは、レーザー装置 1 2 1 からのレーザー光とレーザー装置 1 2 2 レーザー光とは成型ドラム 2 1 の表面で反射される。そして、各レーザー光が始端 4 0 a に照射されると、変位量が急激に増加する段差部が出現し、その後、ほぼ変位量が一定となる。この最初の段差部が始端 4 0 a の位置であり、この最初の段差部における変位量の増加分が帯状部材 4 0 の厚さに相当する。そして、終端 4 0 b 近傍で変位量は更に増加し、終端 4 0 b の位置で変位量が急激に減少する第 2 の段差部が出現する。終端 4 0 b 近傍での変位量の増加は帯状部材 4 0 のジョイント部 4 0 c における重なり部分に相当し、第 2 の段差部の位置が終端 4 0 b の位置である。

そこで、図 8 ( b ) に示したエンコーダーの出力パルス数と変位量との関係を示すグラフから、始端 4 0 a の位置座標を示すパルス数  $P_S$  と、終端 4 0 b の位置座標を示すパルス数  $P_E$  とを算出すれば、帯状部材 4 0 のジョイント量  $J$  を算出することができる。ここで、成型ドラム 2 1 の一回転当りのパルス数  $P_0$  とすれば、帯状部材 4 0 の部材長  $L$  は、 $L = a ( P_E - P_S )$  となり、ジョイント量  $J$  は、 $J = a \{ ( P_E - P_S ) - P_0 \}$  となる。なお、 $a$  はパルス数をドラム位置に換算する係数で、 $J > 0$  のときが、本例で示したラップジョイントで、 $J < 0$  のときがオープンジョイント、 $J = 0$  のときがバット・ジョイントである。

また、始端 4 0 a と終端 4 0 b との間の変位量の変化から、帯状部材 4 0 に折れ重なりやシワ異常があった場合なども検出することができる。すなわち、図 8 ( c ) に示すよう

に、変位量の大きさに対して予め閾値 K を設定しておき、変位量が閾値 K を超えたときに帯状部材 40 に折れ重なりもしくはシワ異常があると判定すればよい。

したがって、帯状部材 40 のジョイント量の検査や、しわ異常や段ずれ、あるいは、ジョイント部の開きなどの検査を精度よく行うことができる。

#### 【0043】

このように、本例では、2台のレーザー装置 121, 122 と1台の撮像手段 14 とを備えた領域可変対応型レーザー変位計 11 により、帯状部材 40 の幅方向の6箇所にて計測しているので、移動機構を設けることなく、帯状部材 40 の幅方向の測長を行うことができる。また、長手方向の3箇所についても同時に計測できるので、長手方向の分解能を向上させることができる。すなわち、幅方向の形状と継ぎ目部位の形状とを同時に高分解能で測定することができる。

10

更に、本例では、成型ドラム 21 の低速回転時には細かいサンプリングを行い、高速回転時には粗いサンプリングを行うようにしているので、ジョイント部の貼り付け先端周辺部分とジョイント部の貼り付け後端周辺部分とを高分解能に撮影することが可能となる。したがって、帯状部材 40 の始端 40 a と終端 40 b とを精度よく測定することができる。

#### 【0044】

なお、前記実施の形態では、成型ドラム 21 の周面に貼付けられた帯状部材 40 の表面形状を測定する場合について説明したが、本発明の形状測定装置の使用例はこれに限るものではなく、例えば、押出機から押し出され定尺状に切断されて搬送されるトレッド等の帯状ゴム部材の測長や、切断部の形状測定などの、搬送コンベヤにより移動される帯状部材の形状測定や形状検査に使用することができる。

20

また、本発明の測定対象物は、カーカスプライ、サイドウォール、ベルト、トレッド等の帯状部材 40 に限るものではなく、フィルムのような他の帯状部材やシート状のような他の帯状部材にも適用可能である。

#### 【0045】

また、前記例では、帯状部材 40 の長手方向に延長する1本のカーテン状のレーザー光を、ビームスプリッター 13 b、直交光反射ミラー 13 r、及び、第1及び第2の透過型回折格子 13 p, 13 q を用いて、帯状部材 40 の長手方向と幅方向とに延長する3本ずつの格子状のレーザー光に分離して照射する変位センサー 181 ~ 184 について説明したが、ビームスプリッター 13 b と直交光反射ミラー 13 r とを省略することで、1本のレーザー光を帯状部材 40 の長手方向に延長する3本のレーザー光に分離して照射する変位センサーを作製することも可能である。

30

なお、カーテン状のレーザー光の広がり方向を幅方向とすれば、直交光反射ミラー 13 r を省略しても、帯状部材 40 の幅方向に延長する3本のレーザー光に分離して照射する変位センサーも作製可能である。

#### 【0046】

また、前記例では、ビームスプリッター 13 b と透過型回折格子 13 p, 13 q とを用いてレーザー装置 121 からのレーザー光を6本のレーザー光に分離して帯状部材 40 の表面に照射したが、図9に示すように、レーザー装置 121 に代えて、3個のレーザー素子(レーザーダイオード) 12 a ~ 12 c を備えたレーザー装置 12 Z を用いて、帯状部材 40 に6本のレーザー光を照射してもよい。

40

レーザーダイオード 12 a ~ 12 c からのレーザー光は、コリメータレンズ 13 a を通ってビームスプリッター 13 b に入射し、ビームスプリッター 13 b にて透過光と直交光に分離される。

透過光は、第1のパウエルレンズ 13 c でほぼ均一な強度分布を有するレーザー光に変換されて帯状部材 40 表面に照射される。このレーザー光は、図9の実線で示すような、帯状部材 40 の長手方向に延長する3本のレーザー光となる。

一方、直交は、第2のパウエルレンズ 13 d でガウス分布型の強度分布を有する透過光と直交光とをほぼ均一な強度分布を有するレーザー光に変換された後、直交光反射ミラー

50

13rで反射されて帯状部材40表面に照射される。このレーザー光は、図8の一点鎖線で示すような、帯状部材40の幅方向に延長する3本のレーザー光となる。

【0047】

本例では、ビームスプリッター13bと第2のパウエルレンズ13dとの間にイメージローテーター19が設けられている。このイメージローテーター19は、台形プリズムとも呼ばれ、ビームスプリッター13bを通過した透過光(平行光線)を入射して全反射させて元の入射方向に出射させることで、透過光の照射位置を調整する。

これにより、帯状部材40の表面に、帯状部材40の長手方向と幅方向とに延長する3本ずつの格子状のレーザー光を照射することができる。

なお、帯状部材40の表面からの反射光を図示しない撮像手段14に導く光学系については、前記実施の形態と同様であるので、その説明を省略する。

【0048】

以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は前記実施の形態に記載の範囲には限定されない。前記実施の形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者にも明らかである。そのような変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲から明らかである。

【産業上の利用可能性】

【0049】

本発明によれば、簡単な構成で、帯状部材の形状を容易にかつ正確に測定することができるので、これを帯状部材の測長、ジョイント量、3次元形状測定等のタイヤ構成部材の形状検査に適用すれば、形状検査を効率良く行うことができるとともに、検査精度を向上させることができる。

【符号の説明】

【0050】

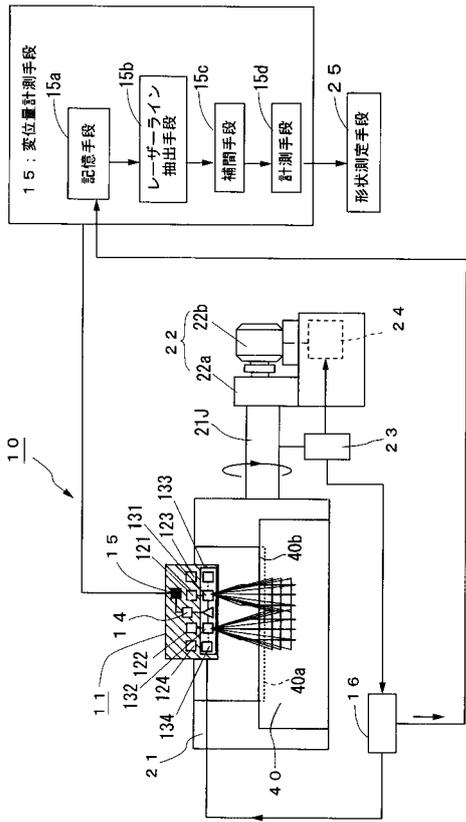
10 タイヤ構成部材の形状測定装置、11 領域可変対応型レーザー変位計、  
 121~124 レーザー装置、131~134 光学素子群、  
 13a コリメータレンズ、13b ビームスプリッター、  
 13c, 13d パウエルレンズ、13r 直交光反射ミラー、  
 13p, 13q 透過型回折格子、13m, 13n 反射光反射ミラー、  
 13z プリズム、14 撮像手段、15 変位量計測手段、15a 記憶手段、  
 15b レーザーライン抽出手段、15c 補間手段、15d 計測手段、  
 16 変位計制御手段、181~184 変位センサー、  
 21 成型ドラム、22 ドラム回転装置、23 エンコーダー、  
 24 成型ドラム制御装置、25 形状測定手段、  
 31 搬送コンベヤ、32 押付けローラー、40 帯状部材、40a 始端、  
 40b 終端。

10

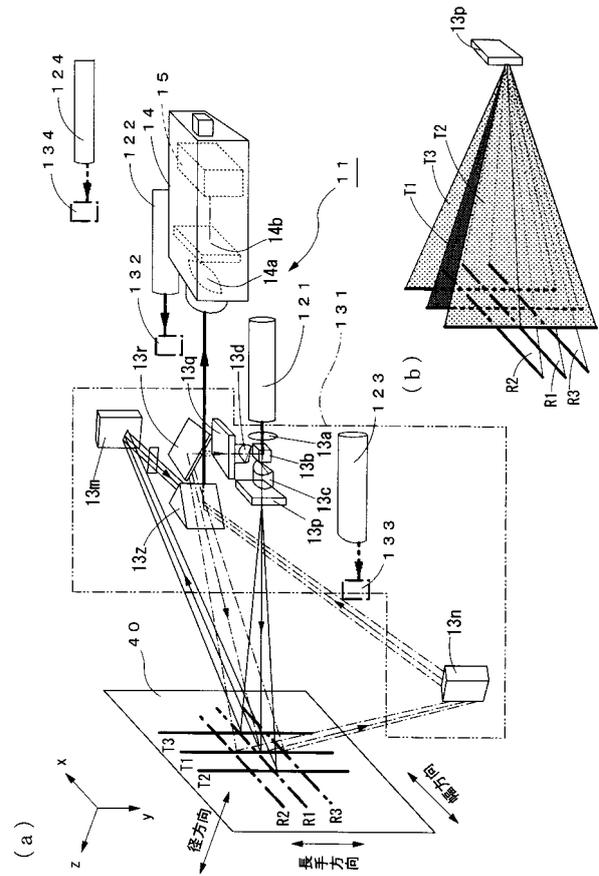
20

30

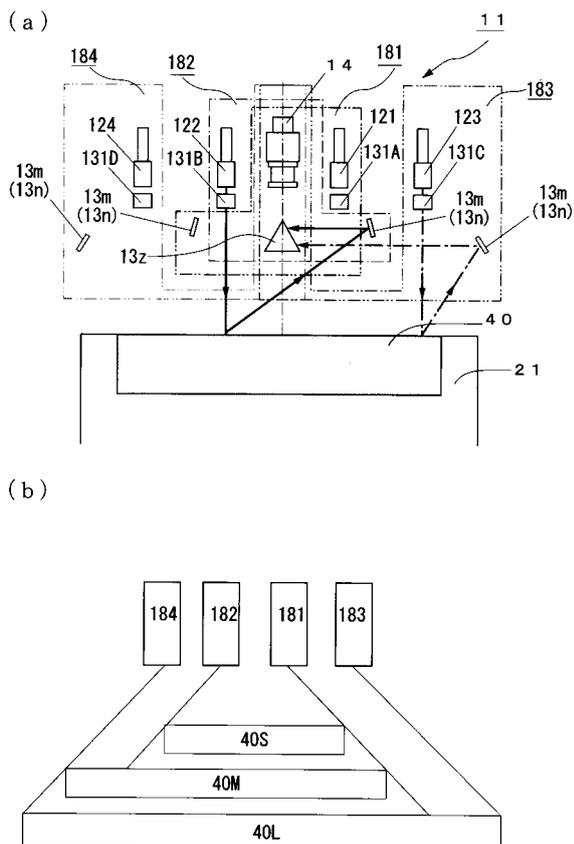
【 図 1 】



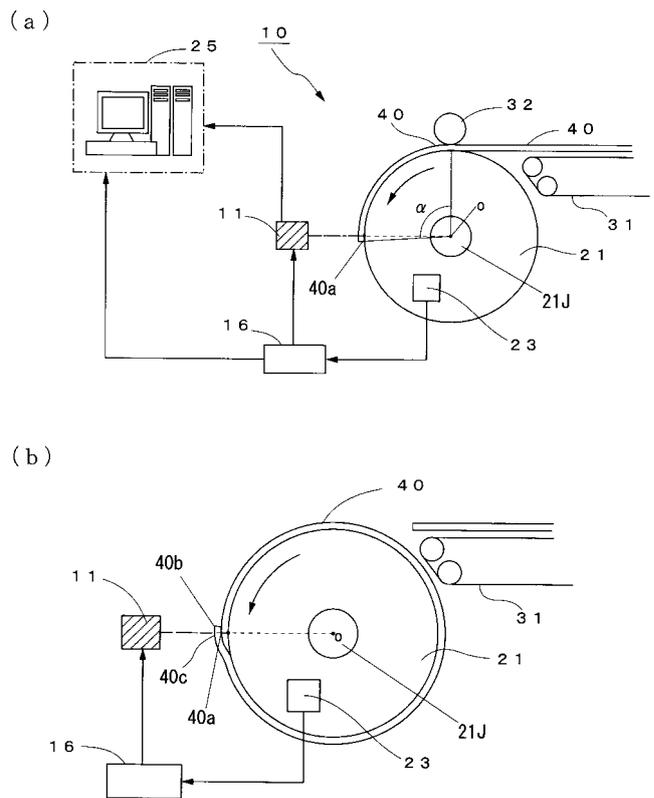
【 図 2 】



【 図 3 】

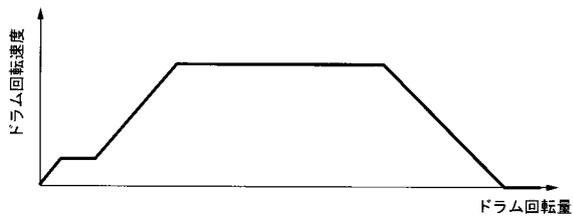


【 図 4 】

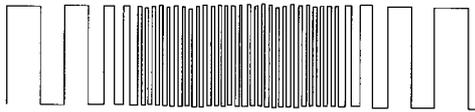


【図 5】

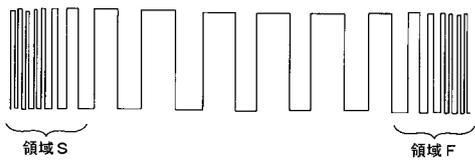
(a) ドラム回転のタイムチャート



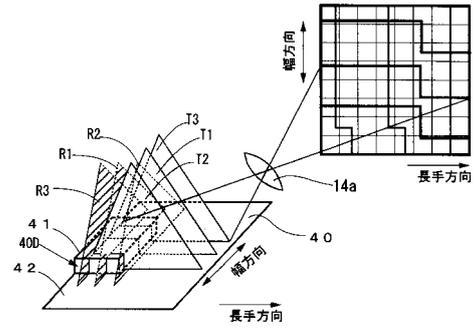
(b) エンコーダーのパルス出力



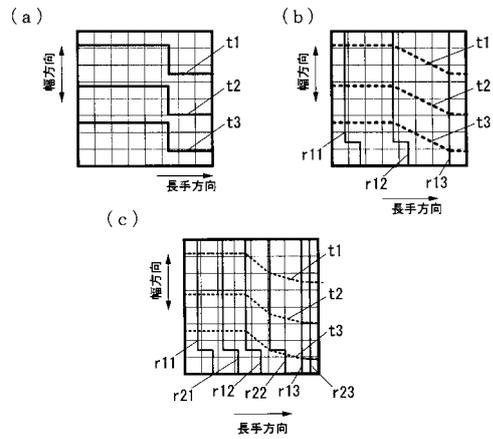
(c) 変調されたパルス信号 (基準パルス信号)



【図 6】

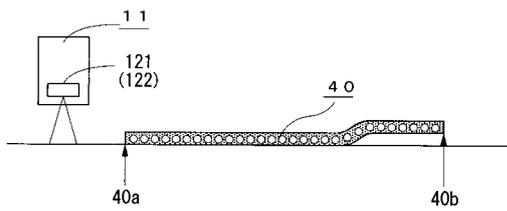


【図 7】

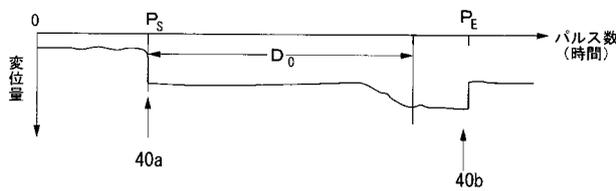


【図 8】

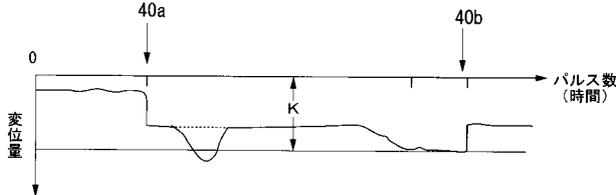
(a)



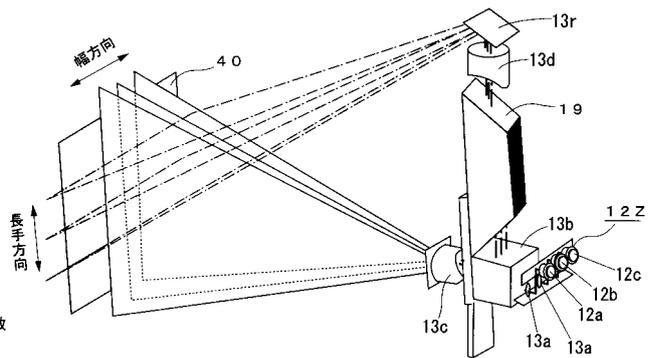
(b)



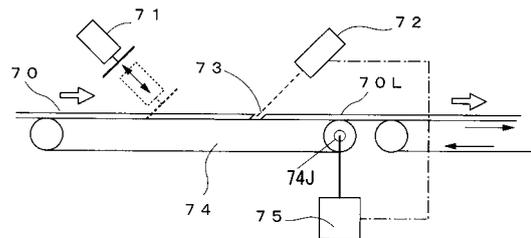
(c)



【図 9】

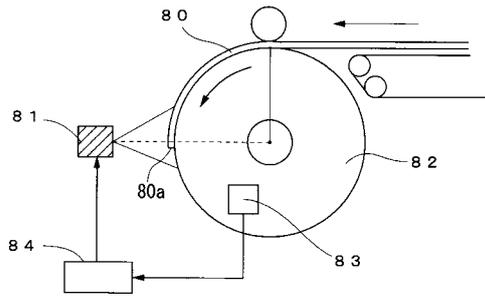


【図 10】



【 図 1 1 】

(a)



(b)

