

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4339048号  
(P4339048)

(45) 発行日 平成21年10月7日(2009.10.7)

(24) 登録日 平成21年7月10日(2009.7.10)

(51) Int.Cl.

GO 1 M 1/16 (2006.01)  
GO 1 M 17/02 (2006.01)  
B 60 C 19/00 (2006.01)

F 1

GO 1 M 1/16  
GO 1 M 17/02  
B 60 C 19/00B  
H

請求項の数 29 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2003-300241 (P2003-300241)  
 (22) 出願日 平成15年8月25日 (2003.8.25)  
 (65) 公開番号 特開2005-69885 (P2005-69885A)  
 (43) 公開日 平成17年3月17日 (2005.3.17)  
 審査請求日 平成18年8月11日 (2006.8.11)

(73) 特許権者 391046414  
 国際計測器株式会社  
 東京都多摩市永山6丁目21番1号  
 (74) 代理人 100078880  
 弁理士 松岡 修平  
 (72) 発明者 松本 繁  
 東京都多摩市永山6丁目21番1号 国際  
 計測器株式会社内

審査官 福田 裕司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タイヤのユニフォーミティ計測方法及び装置、並びにタイヤ修正方法及び装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

タイヤをスピンドルに設置し、  
 回転ドラムの円周面を前記タイヤのトレッド面に所定の荷重で押し当て、  
 前記タイヤをその回転軸周りに回転させ、  
 前記タイヤが回転している時に、前記回転軸に垂直かつ前記タイヤの一方のサイドウォール側の第1面と前記回転軸に垂直かつ前記タイヤの他方のサイドウォール側の第2面のそれぞれに前記タイヤが作用させる力を、前記タイヤからの回転軸方向の距離の異なる第1の位置及び第2の位置で前記タイヤから前記スピンドルに伝達された力を計測した計測結果に基づいて算出する、

ことを特徴とする、タイヤのユニフォーミティ計測方法。

## 【請求項 2】

前記方法は、前記第1面と前記第2面のそれぞれに作用する力の、前記回転軸から前記回転ドラムに向かう方向に沿った成分を算出する、ことを特徴とする請求項1に記載のユニフォーミティ計測方法。

## 【請求項 3】

前記方法は、前記第1面と前記第2面のそれぞれに作用する力の、前記タイヤと前記回転ドラムの接線方向成分を算出する、ことを特徴とする請求項1または請求項2に記載のユニフォーミティ計測方法。

## 【請求項 4】

10

20

前記第1面および前記第2面は、それぞれ前記タイヤのサイドウォールを含む面であることを特徴とする、請求項1から請求項3のいずれかに記載のユニフォーミティ計測方法。

【請求項5】

前記所定の荷重は、タイヤが取り付けられる車両の車体重量を、前記車両に取り付けられるタイヤ数で割った値であることを特徴とする、請求項1から請求項4のいずれかに記載のユニフォーミティ計測方法。

【請求項6】

前記所定の荷重は、200[kgf]から1000[kgf]までの間である、ことを特徴とする請求項5に記載のユニフォーミティ計測方法。

【請求項7】

前記タイヤは前記回転ドラムによって回転駆動され、前記所定の荷重は前記回転ドラムが空転しないだけの大きさの摩擦力であってかつ前記第1及び第2の位置で計測される力の測定誤差以下の摩擦力を前記回転ドラムと前記タイヤとの間に働く力である、ことを特徴とする請求項1から請求項4のいずれかに記載のユニフォーミティ計測方法。

【請求項8】

前記所定の荷重は、50[kgf]から80[kgf]までの間である、ことを特徴とする請求項5に記載のユニフォーミティ計測方法。

【請求項9】

前記回転軸に垂直かつ前記タイヤの一方のサイドウォール側の第1面と前記回転軸に垂直かつ前記タイヤの他方のサイドウォール側の第2面のそれぞれに前記タイヤが作用させる力が所定値を越えた場合は、前記所定の荷重を前記回転ドラムが空転しないだけの大きさの摩擦力であってかつ前記第1及び第2の位置で計測される力の測定誤差以下の摩擦力を前記回転ドラムと前記タイヤとの間に働く大きさに変更し、その状態で前記回転軸に垂直かつ前記タイヤの一方のサイドウォール側の第1面と前記回転軸に垂直かつ前記タイヤの他方のサイドウォール側の第2面のそれぞれに前記タイヤが作用させる力を算出する、ことを特徴とする、請求項5または請求項6に記載のユニフォーミティ計測方法。

【請求項10】

バランス調整済みのタイヤの前記第1面上の所定位置に所定重量の錘を取り付けたときの前記第1及び第2の位置での力の計測結果を用いて、前記回転軸に垂直な第1面と第2面のそれぞれに前記タイヤが作用させる力を算出する為のキャリブレーションを行うことを特徴とする、請求項1から請求項9のいずれかに記載のユニフォーミティ計測方法。

【請求項11】

タイヤをその回転軸周りに回転させるスピンドルと、  
前記タイヤのトレッドに所定の荷重で押しつけられる回転ドラムであって、前記タイヤの回転に伴って前記回転ドラムの回転軸周りに回転可能となっているものと、

前記タイヤから前記スピンドルに伝達された力を前記タイヤからの回転軸方向成分の距離の異なる第1の位置及び第2の位置で計測するセンサと、

前記センサの計測結果に基づいて前記回転軸に垂直かつ前記タイヤの一方のサイドウォール側の第1面と前記回転軸に垂直かつ前記タイヤの他方のサイドウォール側の第2面のそれぞれに前記タイヤが作用させる力を算出する演算手段と、

を有することを特徴とするタイヤのユニフォーミティ計測装置。

【請求項12】

前記演算手段は、前記第1面と前記第2面のそれぞれに作用する力の、前記回転軸から前記回転ドラムに向かう方向成分を算出する、ことを特徴とする請求項11に記載のユニフォーミティ計測装置。

【請求項13】

前記演算手段は、前記第1面と前記第2面のそれぞれに作用する力の、前記タイヤと前記回転ドラムの接線方向成分を算出する、ことを特徴とする請求項11または請求項12に記載のユニフォーミティ計測装置。

【請求項14】

10

20

30

40

50

前記第1面および前記第2面は、それぞれタイヤのサイドウォールを含む面であることを特徴とする、請求項11から請求項13のいずれかに記載のユニフォーミティ計測装置。

【請求項15】

前記所定の荷重は、タイヤが取り付けられる車両の車体重量を、前記車両に取り付けられるタイヤ数で割った値であることを特徴とする、請求項11から請求項14のいずれかに記載のユニフォーミティ計測装置。

【請求項16】

前記所定の荷重は、200[kgf]から1000[kgf]までの間である、ことを特徴とする請求項15に記載のユニフォーミティ計測装置。

【請求項17】

前記タイヤは前記回転ドラムによって回転駆動され、前記所定の荷重は前記回転ドラムが空転しないだけの大きさの摩擦力であってかつ前記第1及び第2の位置で計測される力の測定誤差以下の摩擦力を前記回転ドラムと前記タイヤとの間に働く力である、ことを特徴とする請求項11から請求項14のいずれかに記載のユニフォーミティ計測装置。

【請求項18】

前記所定の荷重は、50[kgf]から80[kgf]までの間である、ことを特徴とする請求項17に記載のユニフォーミティ計測装置。

【請求項19】

前記回転軸に垂直かつ前記タイヤの一方のサイドウォール側の第1面と前記回転軸に垂直かつ前記タイヤの他方のサイドウォール側の第2面のそれぞれに前記タイヤが作用させる力が所定値を越えた場合は、前記所定の荷重を前記回転ドラムが空転しないだけの大きさの摩擦力であってかつ前記第1及び第2の位置で計測される力の測定誤差以下の摩擦力を前記回転ドラムと前記タイヤとの間に働く大きさに変更し、その状態で前記回転軸に垂直かつ前記タイヤの一方のサイドウォール側の第1面と前記回転軸に垂直かつ前記タイヤの他方のサイドウォール側の第2面のそれぞれに前記タイヤが作用させる力を算出する、ことを特徴とする、請求項15または請求項16に記載のユニフォーミティ計測装置。

【請求項20】

前記ユニフォーミティ計測装置は、前記第1面に前記タイヤが作用させる力の変動幅と、前記第2面に前記タイヤが作用させる力の変動幅とが低減するように前記タイヤを切削する、タイヤ切削手段を有する、ことを特徴とする請求項17または請求項18に記載のユニフォーミティ計測装置。

【請求項21】

前記ユニフォーミティ計測装置は、前記第1面に前記タイヤが作用させる力の変動幅と、前記第2面に前記タイヤが作用させる力の変動幅とがそれぞれ低減する位置及びタイヤ切削量を記入する、マーキング手段を有する、ことを特徴とする請求項17または請求項18に記載のユニフォーミティ計測装置。

【請求項22】

前記ユニフォーミティ計測装置は、前記所定の荷重を前記回転ドラムが空転しないだけの大きさの摩擦力であってかつ前記第1及び第2の位置で計測される力の測定誤差以下の摩擦力を前記回転ドラムと前記タイヤとの間に働く大きさに変更した後の、前記第1面に前記タイヤが作用させる力の変動幅と、前記第2面に前記タイヤが作用させる力の変動幅とが低減するように前記タイヤを切削する、タイヤ切削手段を有する、ことを特徴とする請求項19に記載のユニフォーミティ計測装置。

【請求項23】

前記ユニフォーミティ計測装置は、前記所定の荷重を前記回転ドラムが空転しないだけの大きさの摩擦力であってかつ前記第1及び第2の位置で計測される力の測定誤差以下の摩擦力を前記回転ドラムと前記タイヤとの間に働く大きさに変更した後の、前記第1面に前記タイヤが作用させる力の変動幅と、前記第2面に前記タイヤが作用させる力の変動幅とがそれぞれ低減する位置及びタイヤ切削量を記入する、マーキング手段を有す

10

20

30

40

50

る、ことを特徴とする請求項 1 9 に記載のユニフォーミティ計測装置。

【請求項 2 4】

請求項 7 または請求項 8 に記載の計測方法によって得られた前記第1面に前記タイヤが作用させる力の変動幅と、前記第2面に前記タイヤが作用させる力の変動幅とが低減するように前記タイヤを切削する、

ことを特徴とする、タイヤ修正方法。

【請求項 2 5】

請求項 9 に記載の計測方法によって得られた、前記所定の荷重を前記回転ドラムが空転しないだけの大きさの摩擦力であってかつ前記第1及び第2の位置で計測される力の測定誤差以下の摩擦力を前記回転ドラムと前記タイヤとの間に働くさせる大きさに変更した後の、前記第1面に前記タイヤが作用させる力の変動幅と、前記第2面に前記タイヤが作用させる力の変動幅とが低減するように前記タイヤを切削する、

ことを特徴とする、タイヤ修正方法。

【請求項 2 6】

請求項 7 または請求項 8 に記載の計測方法によって得られた前記第1面に前記タイヤが作用させる力の変動幅と、前記第2面に前記タイヤが作用させる力の変動幅とが低減するように、前記タイヤを切削する、タイヤ切削手段を有する、ことを特徴とする、タイヤ修正装置。

【請求項 2 7】

請求項 9 に記載の計測方法によって得られた、前記所定の荷重を前記回転ドラムが空転しないだけの大きさの摩擦力であってかつ前記第1及び第2の位置で計測される力の測定誤差以下の摩擦力を前記回転ドラムと前記タイヤとの間に働くさせる大きさに変更した後の、前記第1面に前記タイヤが作用させる力の変動幅と、前記第2面に前記タイヤが作用させる力の変動幅とが低減するように、前記タイヤを切削する、タイヤ切削手段を有する、ことを特徴とする、タイヤ修正装置。

【請求項 2 8】

請求項 7 または請求項 8 に記載の計測方法によって得られた前記第1面に前記タイヤが作用させる力の変動幅と、前記第2面に前記タイヤが作用させる力の変動幅とが低減するような位置及びタイヤ切削量を前記タイヤに記入する、マーキング手段を有する、ことを特徴とする、タイヤ修正装置。

【請求項 2 9】

請求項 9 の計測方法によって得られた、前記所定の荷重を前記回転ドラムが空転しないだけの大きさの摩擦力であってかつ前記第1及び第2の位置で計測される力の測定誤差以下の摩擦力を前記回転ドラムと前記タイヤとの間に働くさせる大きさに変更した後の、前記第1面に前記タイヤが作用させる力の変動幅と、前記第2面に前記タイヤが作用させる力の変動幅とが低減するような位置及びタイヤ切削量を前記タイヤに記入する、マーキング手段を有する、ことを特徴とする、タイヤ修正装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、タイヤのユニフォーミティを計測する方法及び装置、及びタイヤを修正する方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

タイヤは真円で、かつ内部の剛性、寸法、重量分布などがタイヤ全周で均一であることが理想である。しかしながら、一般的なタイヤの構造や製造工程では、このような理想的なタイヤを量産することは困難である。すなわち、生産されたタイヤには剛性、寸法、重量分布等の不均一がある程度発生する。この結果、車の走行時に、タイヤに加振力が発生する。この加振力による振動は、車体に伝播してシェイク、フラッタ、こもり音、ビート音など、様々な車体振動や騒音の原因となる。このような加振力を生じる不均一性をノン

10

20

30

40

50

ユニフォーミティという。

【0003】

ノンユニフォーミティの評価方法としては、非特許文献1に記載されているような試験方法が使用されている。この試験方法においては、回転可能に保持されたタイヤに代用路面としての回転ドラムを所定荷重(数100kg)で押しつける(或いは所定荷重でタイヤを回転ドラムに押しつける)。タイヤ及び回転ドラムは、それぞれの回転軸周りに回転可能となっており、一方を回転させると他方も回転するようになっている。

【0004】

この状態で、タイヤの回転数が60[rpm]となるようにタイヤまたは回転ドラムを回転駆動する。タイヤのノンユニフォーミティによって生じる加振力がタイヤの回転に伴って発生する。その加振力はタイヤまたは回転ドラムを回転可能に支持する軸受、またはこの軸受と一体となった部材に取り付けられた力計測手段(ロードセル等)によって計測される。計測された値からタイヤのノンユニフォーミティを評価する指標を算出する。以上の計測をユニフォーミティ計測という。このユニフォーミティ計測によって得られる指標は、タイヤを1枚の円盤としてモデル化し、その円盤の中心に力が集中して加えられているものとして算出される。

【0005】

次いで、計測の行われたタイヤは、上記指標からノンユニフォーミティが許容範囲であると判断されるものとそうでないものとに分別する。ノンユニフォーミティが許容範囲外であると判断されたタイヤには、可能であればノンユニフォーミティ軽減のための処理が施される。処理が施されたタイヤは、再度上記のユニフォーミティ計測を行ってノンユニフォーミティが許容範囲であると判断されるものを選別する。

【0006】

以上の手順で「ノンユニフォーミティが許容範囲である」と判断されたタイヤのみが選別され、出荷される(または他のタイヤ評価工程に送られる)。

【非特許文献1】自動車規格「自動車用タイヤのユニフォーミティ試験方法」JASO C 607  
【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

近年、上記のユニフォーミティ計測方法ではノンユニフォーミティが許容範囲内であると判定されたにもかかわらず、特に高速運転時に自動車のシャフトにタイヤから加振力が加わり、車体振動や車内騒音が発生する、という現象が発生するものがあった。その振動や騒音の発生要因は、従来のユニフォーミティ計測の計測結果では評価できなかったノンユニフォーミティによるものと考えられる。従って、これらの現象を起こしうるノンユニフォーミティを評価可能なユニフォーミティ計測方法が望まれている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するため、本発明によるタイヤのユニフォーミティ計測方法は、タイヤが回転している時に、タイヤの回転軸に垂直かつタイヤの一方のサイドウォール側の第1面と回転軸に垂直かつタイヤの他方のサイドウォール側の第2面のそれぞれにタイヤが作用させる力を、タイヤからの回転軸方向成分の距離の異なる第1の位置及び第2の位置でタイヤから前記スピンドルに伝達された力を計測した計測結果に基づいて算出する、ことを特徴とする。

【0009】

本発明は、タイヤの横方向(すなわちタイヤの回転軸方向)における、ノンユニフォーミティによって生じる加振力のばらつきに着目したものである。すなわち、従来のユニフォーミティ計測方法においては、タイヤの横方向の一端と他端で逆位相のノンユニフォーミティによる加振力が発生している場合であっても、この逆位相の加振力同士が相殺された状態で検出されていた。このような逆位相の加振力は、相殺されずに車のシャフトに加えられる可能性がある。従って、本発明によれば、タイヤの横方向の一端と他端で逆位相の

10

20

30

40

50

加振力が発生している状態であっても、車体振動や車内騒音を発生しうるタイヤをより正確に検知可能な指標を検出可能となる。

【0010】

また、本発明によれば、所定荷重を回転ドラムが空転しないだけの大きさの摩擦力であってかつ第1及び第2の位置で計測される力の測定誤差以下の摩擦力を回転ドラムとタイヤとの間に働くさせる大きさとし、第1面に前記タイヤが作用させる力の変動幅と、前記第2面に前記タイヤが作用させる力の変動幅とが低減するように前記タイヤを切削するタイヤ修正方法が提供される。

【0011】

本発明の修正方法において、回転ドラムが空転しないだけの大きさの摩擦力であってかつ第1及び第2の位置で計測される力の測定誤差以下の摩擦力を回転ドラムとタイヤとの間に働くさせる程度の荷重で、回転ドラムをタイヤに押し当てて、第1面および第2面に前記タイヤが作用させる力を算出する場合、そのそれぞれの変動は、タイヤの質量分布の不均一性から来る遠心力による影響が支配的になる。従って、第1面に前記タイヤが作用させる力の変動幅と、前記第2面に前記タイヤが作用させる力の変動幅のそれぞれを低減するようにタイヤを切削することによって、タイヤの質量分布の不均一性から来るノンユニフォーミティを除去することが可能になる。従って、本発明によれば、従来の方法では除去しえなかつた、ノンユニフォーミティを低減させることができることである。

【0012】

また、本発明によれば、回転軸に垂直かつタイヤの一方のサイドウォール側の第1面と回転軸に垂直かつタイヤの他方のサイドウォール側の第2面のそれぞれにタイヤが作用させる力が所定値を越えた場合は、所定の荷重を回転ドラムが空転しないだけの大きさの摩擦力であってかつ第1及び第2の位置で計測される力の測定誤差以下の摩擦力を回転ドラムと前記タイヤとの間に働くさせる大きさに変更し、その状態で回転軸に垂直かつタイヤの一方のサイドウォール側の第1面と回転軸に垂直かつタイヤの他方のサイドウォール側の第2面のそれぞれにタイヤが作用させる力を算出する、タイヤ修正方法が提供される。

【0013】

従って、この方法によれば、タイヤのノンユニフォーミティが大きい場合は直ちに、タイヤの質量分布の不均一性から来るノンユニフォーミティを計測することができる。

【発明の効果】

【0014】

以上のように、本発明によれば、従来のユニフォーミティ計測方法では検出できなかつたタイヤの不良要因を検出可能であり、さらに、この検出方法によって検出された不良要因を除去可能である。従って、本発明によれば、車体振動や車内騒音を生じにくいタイヤを製造することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、本発明の実施形態を説明する。

【0016】

図1は、本発明の実施形態によるタイヤの高速ユニフォーミティ計測装置の正面図を示したものである。本実施形態による計測装置1は、タイヤの高速ユニフォーミティと、JAS 0 C 607準拠のユニフォーミティと、タイヤの動的バランスを計測し、またタイヤのアンバランス除去用のマーキングをタイヤに記入可能な装置である。動的バランスは、タイヤをフリーで回転させ、その時に発生する遠心力を計測することによって行われるものであるが、本発明においては、回転ドラムをタイヤのトレッド面に押圧した状態で回転ドラムごとタイヤを回転させている。また、タイヤを押圧する荷重を50-80[kgf]と低く設定し、かつタイヤに発生する力のうち、タイヤの回転軸およびタイヤの押圧方向に垂直な方向成分の変動を検出している。この変動にはタイヤの押圧荷重は含まれず、かつタイヤを押圧荷重が低く設定されているため、この変動幅は、タイヤをフリーで回転させたときにタイヤの回転軸が受ける遠心力のタイヤ半径方向成分とほぼ等価と見なせる。従って、この変

10

20

30

40

50

動を用いて得られる指標は、タイヤをフリーで回転させたときにタイヤの回転軸が受ける遠心力のタイヤ半径方向成分から算出されるタイヤの動的バランスとほぼ等価である。

【0017】

計測装置1は、ホイール付きタイヤWを回転可能に保持するスピンドル部200を有する。スピンドル部200は、タイヤが取り付けられてタイヤと共に回転するスピンドル201と、軸受204を介してスピンドル201を回転可能に支持するスピンドルハウジング202と、タイヤをスピンドル201上に固定するトップアダプタ203と、を有する。

【0018】

スピンドルハウジング202には、鉛直方向に穿孔された貫通孔202aが形成されており、スピンドル201はこの貫通孔202aに挿入されている。また、スピンドル201は、チャック部201aと、チャック部201aから下方に延びるシャフト部201bと、を有する。スピンドル201のシャフト部201aは、複数の軸受204を介してスピンドルハウジング202の貫通孔202aに嵌入されている。従って、スピンドル201は、スピンドルハウジング202に回転可能に支持される。

【0019】

トップアダプタ203は、鉛直下方に延びているシャフト203aを有している。このシャフト203aは、チャック部201aの上面に形成された穴201cに挿入可能となっている。チャック部201aの穴203cは、チャック部201aと同心に形成されている。また、チャック部201aは、本出願人による特開2003-4597Aと同様の、シャフト203aをロックするロック機構を備えている。タイヤのハブ穴とチャック部201aの穴201cとが同心となるように、スピンドル201のチャック部201aの上面にホイール付きタイヤWを載置し、次いでトップアダプタ203のシャフト203aを穴201cに挿入してトップアダプタがタイヤWのホイールをチャック部201aの上面に向かって押圧するようにし、更にシャフト203aをロックすることによってタイヤWはスピンドル201と一体となってスピンドル201に固定される。このとき、特開2003-4597Aに記載された機構を用いることによって、タイヤWのハブ穴とスピンドル201とが同心となるようにタイヤWは固定される。この結果、タイヤWは、その回転軸周りに回転可能となる。また、スピンドルハウジング202に取り付けられたロータリーエンコーダ205によって、スピンドル201の回転数およびスピンドル201の位相を検出することができる。ロータリーエンコーダ205の出力は、計測装置1の制御部400に送られる。

【0020】

なお、本実施形態においては、ホイール付きタイヤWをスピンドルに取り付ける構成としているが、特開2002-350293A号に開示された装置のように、ホイールが取り付けられていないタイヤをリム間に挟んでスピンドルに取り付ける構成としてもよい。

【0021】

スピンドル201及び、スピンドル201に取り付けられたタイヤWは、回転ドラム部300によって回転駆動される。

【0022】

回転ドラム部300は回転ドラム301を有する。回転ドラム301は円筒形状の部材であり、その回転軸周りに回転可能である。回転ドラム301の回転軸とスピンドル201の回転軸は略平行である。また、回転ドラム部300は、回転ドラム301を回転駆動するモータ302を有する。すなわち、モータ302の回転軸の回転運動が、伝達系303によって、回転ドラム301の回転軸に伝達されるようになっている。

【0023】

伝達系303は、駆動ブーリ303aと、従動ブーリ303bと、無端ベルト303cと、を有する。駆動ブーリ303aはモータ302の回転軸に、従動ブーリ303bは回転ドラム301の回転軸に、それぞれ取付けられている。無端ベルト303cは、この駆動ブーリ303aと従動ブーリ303bに渡されており、このベルト・ブーリ機構によってモータ302の回転運動は回転ドラム301に伝達される。すなわち、モータ302を駆動することによって回転ドラム301を回転させることが可能である。なお、モータ302はステッピングモータであり、制御部400によってその回転数を制御可能である。従って、本実施形態の高速ユニフォーミティ計測装置1において

10

20

30

40

50

は、回転ドラム301を所望の回転数で回転させることが可能である。

【0024】

回転ドラム荷重機構304は、ベース部100に設けられており、回転ドラム301の円筒面301aがタイヤWのトレッド面に対して離接可能に、回転ドラム301、モータ302および伝達系303を水平方向(図中左右方向)に平行移動させることができる。更に、回転ドラム荷重機構304は、回転ドラム301の円筒面301aがタイヤWのトレッド面のある荷重で押しつけることができる。回転ドラム荷重機構304は、ラック-ピニオン機構によって回転ドラム301、モータ302および伝達系303を水平方向に平行移動させる。制御部400は、このラック-ピニオン機構を制御することによって、回転ドラム301、モータ302および伝達系303の位置、および回転ドラム301の円筒面301aがタイヤWのトレッド面を押しつける荷重の大きさを制御することができる。なお、回転ドラム荷重機構のラック-ピニオン機構には、ロードセル304aが取り付けられており、回転ドラム301の円筒面301aがタイヤWのトレッド面を押しつける荷重の大きさを計測することが可能である。

【0025】

ここで、スピンドルハウジング202の一側面202aは、ベース部100の剛体壁102と対向している。スピンドルハウジング202の一側面202aはスピンドル201の回転軸と平行かつ回転ドラム301がタイヤを押しつける方向と垂直な平面となっている。また、一側面202aと剛体壁102は略平行であり、一側面202aと剛体壁102との間のギャップGには上側ロードセル501及び下側ロードセル502が配置されている。ロードセル501及び502は共に平板上の部材であり、その両面がそれぞれスピンドルハウジング202の一側面202a及び剛体壁102に当接するように設置されている。ロードセル501及び502は、スピンドル201の軸方向に配列されている。ベース部100の剛体壁102はほとんど変位も変形もしないよう構成されている。従って、剛体壁102は、回転ドラム301がタイヤWを押しつける力と釣り合う抗力をスピンドルハウジング202に供給する。また、剛体壁102とスピンドルハウジング202に挟まれたロードセル501及び502が、スピンドルハウジング202の変位によって生じた荷重を検出することが可能となる。なお、ロードセル501及び502は、そのそれに加わる荷重の直交3成分を計測可能である。すなわち、ロードセル501及び502は、そのそれに加えられた荷重を3次元ベクトル量として検出可能である。

【0026】

タイヤWがスピンドル201にセットされた状態で回転ドラム301の円筒面301をタイヤWのトレッド面に所定荷重で押しつけ、更にモータ302を駆動することによって、回転ドラム301とタイヤWは共に回転する。この時、ロードセル501及び502は、回転ドラム301がタイヤWを押圧する荷重と、タイヤWのノンユニフォーミティに起因する加振力が加えられる。ロードセル501及び502の出力は制御部400に送られ、制御部400はロードセルの出力結果を処理して、タイヤのユニフォーミティの指標値、およびタイヤのノンユニフォーミティを低減するためのタイヤ切削位置及び切削量を演算する。さらに、制御部400は、マーキング手段600を制御して、上記演算したタイヤ切削位置に切削量を示すマークを記入する。マークが記入されたタイヤは、適切なタイヤ切削装置にてバフ修正され、タイヤのノンユニフォーミティが低減される。なお、マーキング手段600を使用する代わりに、バイト等の切削手段を用いて、計測装置1がノンユニフォーミティ低減のためのバフ修正を実施可能な構成としてもよい。

【0027】

制御部400の構成に付き、以下説明する。図2は、図1の制御部400の詳細なブロック図を示したものである。制御部400は、CPU401と、メモリ402と、I/Oコントローラ403と、入力手段404と、ビデオコントローラ405と、モニタ406と、第1～第3のフィルタ411、421、431と、第1～第3のA/Dコンバータ412、422、432と、を有する。

【0028】

入力手段404は、例えばキーボードであり、計測装置1のオペレータは、この入力手段404を操作して、各種計測や、キャリブレーションを計測装置1に指示する。入力手段404は、I/Oコントローラ403に接続されており、CPU401は、I/Oコントローラ403を制御して、入

10

20

30

40

50

力手段404によって入力された入力内容を読み取ることができる。

【0029】

CPU401は、入力手段404による入力内容に含まれる指示の内容に応じて、各種計測やキャリブレーションを行うために、I/Oコントローラ403を制御する。I/Oコントローラ403には、回転ドラム301を駆動するためのモータ302(図1)や、ロータリーエンコーダ205や、回転ドラム荷重機構304のラック・ピニオン機構を駆動するためのモータが接続されている。CPU401は、I/Oコントローラ403を制御することによって、タイヤWが任意の回転速度になるように回転ドラム301を回転させたり、回転ドラム301をタイヤWに対して離接させたりすることができる。

【0030】

上側ロードセル501の出力は、第1のフィルタ411(図2)に送信される。第1のフィルタ411は、入力された信号からノイズを除去する。ノイズが除去された信号は、第1のA/Dコンバータ412に送られる。第1のA/Dコンバータは、入力された信号を離散化してI/Oコントローラ403に送信する。

【0031】

同様に、下側ロードセル502(図1)の出力は、第2のフィルタ421(図2)でノイズを除去され、次いで、第2のA/Dコンバータ422にて離散化され、次いでI/Oコントローラ403に送信される。また、回転ドラム荷重機構304(図1)のラック・ピニオン機構に備えられたロードセル304a(図1)の出力は、第3のフィルタ431(図2)でノイズを除去され、次いで、第3のA/Dコンバータ432にて離散化され、次いでI/Oコントローラ403に送信される。

【0032】

CPU401は、I/Oコントローラ403を制御して、第1、第2、および第3のA/Dコンバータから送信された離散化信号を読み取ってデジタルデータとしてメモリ402に記録可能である。さらに、CPU401は、メモリ402に記憶されているデジタルデータを処理して、各種計測値を演算する。CPU401は、ビデオコントローラ405を制御して、演算された計測値に関する画像情報(タイヤの位相に対するタイヤの加振力の変動を示すグラフなど)をモニタ406に表示させることができる。

【実施例】

【0033】

以上説明した、本実施形態の計測装置1による、タイヤのユニフォーミティおよび動的バランスの計測手順を以下に説明する。

【0034】

最初に、キャリブレーションが行われる。ここでいうキャリブレーションとは、ロードセルの出力信号からロードセルが実際に受けている力を算出するための係数、およびロードセルが受けている力から、タイヤの図1中上側のサイドウォールを含む面(以下、上面と称す)に作用する力と、タイヤの図1中下側のサイドウォールを含む面(以下、下面と称す)

に作用する力をそれぞれ算出するための係数を求める作業である。なお、ロードセルの出力信号からロードセルが実際に受けている力を算出するための係数を求めるためのキャリブレーションは定期的(例えば1週間おきに)行えばよく、タイヤの計測を行う度にこのキャリブレーションを行う必要はない。また、ロードセルが受けている力からタイヤ上面と下面のそれぞれに発生している力を算出するための係数を求めるキャリブレーションは、タイヤの種類毎に1回行えばよい。

【0035】

まず、回転ドラム荷重機構304のロードセル304aの出力レベルからロードセル304aが受けた力を得るための係数を求めるキャリブレーションを行う。このキャリブレーションでは、回転ドラム荷重機構304による加荷方向、すなわち回転ドラム荷重機構304が回転ドラム301を移動させる方向(図1中左右方向)に既知の負荷を加え、その時の出力から回転ドラム荷重機構304のロードセル304aの出力レベルからロードセル304aが受けた力を得るための係数を求める。本実施例においては、ロードセル304aの出力 $O_1$ とロードセル304cに加わる力 $F_1$ は、式 $F_1 = a_1 \times O_1 + b_1$ を満たす。無負荷状態での $O_1$ と既知の大きさの負荷を回

10

20

30

40

50

転ドラムに加えたときの $O_1$ から、係数 $a_1$ と $b_1$ を算出する。算出された $a_1$ 及び $b_1$ は、メモリ402に記憶される。

【0036】

同様に、上側ロードセル501および下側ロードセル502についても、ロードセルの出力レベルからロードセルが受けた力を得るための係数を求めるキャリブレーションを行う。この場合、スピンドルハウジング202に既知の大きさの力を加え、その時のロードセル501、502の出力レベルを用いて、ロードセルの出力レベルからロードセルが受けた力を得るための係数を求める。なお、上側ロードセル501および下側ロードセル502は、直交3成分(以下、これらの各成分をそれぞれx,y,z成分と称する)を計測するロードセルであるので、キャリブレーションは各成分毎に行う。また、図1に記載されているように、スピンドルハウジング202は、ロードセル501、502を支持点とする一種の片持ちばりであり、スピンドルハウジング202に係る荷重はロードセル501と502に分散される。

10

【0037】

従って、スピンドルハウジング202にx成分方向の力 $F_x$ が加えられた時に、ロードセル501が受けるx成分方向の力の大きさ $F_{x_1}$ 、ロードセル501の出力のx成分 $O_{x_1}$ 、ロードセル502が受けるx成分方向の力の大きさ $F_{x_2}$ 、ロードセル502の出力のy成分 $O_{x_2}$ には、数1の関係が成立する。

【数1】

$$F_x = F_{x_1} + F_{x_2}$$

20

$$F_{x_1} = a_{x_1} \times O_{x_1} + b_{x_1}$$

$$F_{x_2} = a_{x_2} \times O_{x_2} + b_{x_2}$$

【0038】

無負荷状態での $O_{x_1}$ 、 $O_{x_2}$ と既知の大きさ(少なくとも2種類)の負荷をスピンドルハウジング202に加えたときの $O_{x_1}$ 、 $O_{x_2}$ から、係数 $a_{x_1}$ 、 $b_{x_1}$ 、 $a_{x_2}$ 、 $b_{x_2}$ を算出する。以上の手順で、上側ロードセル501および下側ロードセル502について、ロードセルの出力レベルからロードセルが受けた力のx成分を得るために係数が算出される。同様の手順によって、ロードセルの出力レベルからロードセルが受けた力のy及びz成分を得るために係数が算出される。

30

【0039】

続いて、ロードセルが受けている力からタイヤ上面と下面のそれぞれに作用している力を算出するための係数を求めるキャリブレーションが実行される。このキャリブレーションでは、ノンユニフォーミティ及びアンバランスが無いと見なせるタイヤ(以下、マスタータイヤと称する)、及び既知重量の錘を使用する。

【0040】

マスタータイヤの上面の、タイヤの回転軸から距離s離れた所定位置に質量Mの錘を取り付ける。この時、マスタータイヤの上面には錘によるアンバランスが発生しており、一方下面是アンバランスの無い状態である。

【0041】

次いで、マスタータイヤをスピンドル201に取り付ける。次いで、回転ドラム荷重機構304を駆動して、50-80[kgf]程度の力で回転ドラム301がマスタータイヤを押しつけるようにする。換言すれば、ロードセル304aの出力が50-80[kgf]を示すように、回転ドラム荷重機構304を駆動する。

40

【0042】

次いで、モータ302を駆動して回転ドラム301を回転する。この時、マスタータイヤは回転ドラムの回転に伴って回転する。ロータリーエンコーダ205の出力からマスタータイヤの回転数が所定回転数Nになったことが検知されると、CPU401(図2)は、I/Oインターフェース403を制御して、ロードセル501及び502の出力を取得する。

【0043】

50

CPU401(図1)は、ロードセルの出力から、マスターイヤ1回転分の、ロードセル501及び502が受けた力の前後方向(マスターイヤと回転ドラムの接触位置における回転ドラムの接線方向、すなわち図1において手前から奥に向かう方向)成分を得る。得られた値をTF<sub>1</sub>( )、TF<sub>2</sub>( )とする。TF<sub>1</sub>( )は上側ロードセル501の出力から得られた値であり、TF<sub>2</sub>( )は下側ロードセル502の出力から得られた値である。また、 はスピンドル201の位相である。

#### 【0044】

この時、イヤに発生する力は、イヤのアンバランスによって発生する遠心力とほぼ等価と見なせる力と、回転ドラム301がイヤを押しつける力とが合成された力である。回転ドラム301がイヤを押しつける力はイヤの前後方向にほぼ垂直な方向の力であるため、マスターイヤ上面に発生する遠心力の前後方向成分は、イヤのアンバランスによって発生する遠心力の前後方向成分とほぼ等価と見なせる。従っても、マスターイヤ上面に発生する力の前後方向成分は、最大値および最小値が $M \times s \times (2 \times N)^2$ である正弦波に近似され、その位相は錘の取り付けた位置によって決まる。この関数をFm<sub>1</sub>( )とする。マスターイヤ上面に働く力の前後方向成分のうち、上面ロードセル501が受ける力の比率<sub>1</sub>、および下面ロードセル502が受ける比率(1-<sub>1</sub>)は、マスターイヤ上面に働く力に働く力の大きさにかかわらず一定であると考えられる。従って、Fm<sub>1</sub>( )とTF<sub>1</sub>( )、TF<sub>2</sub>( )を比較することによって、<sub>1</sub>を算出することができる。具体的には、<sub>1</sub> = Fm<sub>1</sub>( ) / TF<sub>1</sub>( )である。

#### 【0045】

次いで、一旦回転ドラム301の回転を停止する。次いで、マスターイヤの上面から錘を取り外す。

#### 【0046】

次いで、マスターイヤの下面の、イヤの回転軸から距離s離れた所定位置に質量Mの錘を取り付ける。この時、マスターイヤの下面には錘によるアンバランスが発生しており、一方上面はアンバランスの無い状態である。

#### 【0047】

次いで、回転ドラム荷重機構304を駆動して、50-80[kgf]程度の力で回転ドラム301がマスターイヤを押しつけるようにする。換言すれば、ロードセル304aの出力が50-80[kgf]を示すように、回転ドラム荷重機構304を駆動する。

#### 【0048】

次いで、モータ302を駆動して回転ドラム301を回転する。この時、マスターイヤは回転ドラムの回転に伴って回転する。ロータリーエンコーダ205の出力からマスターイヤの回転数が所定回転数Nになったことが検知されると、CPU401(図2)は、I/Oインターフェース403を制御して、ロードセル501及び502の出力を取得する。

#### 【0049】

CPU401(図1)は、ロードセルの出力から、マスターイヤ1回転分の、ロードセル501及び502が受けた力の前後方向成分を得る。得られた値をBF<sub>1</sub>( )、BF<sub>2</sub>( )とする。BF<sub>1</sub>( )は上側ロードセル501の出力から得られた値であり、BF<sub>2</sub>( )は下側ロードセル502の出力から得られた値である。また、 はスピンドル201の位相である。

#### 【0050】

この時、イヤに発生する力は、イヤのアンバランスによって発生する遠心力とほぼ等価と見なせる力と、回転ドラム301がイヤを押しつける力とが合成された力である。回転ドラム301がイヤを押しつける力はイヤの前後方向にほぼ垂直な方向の力であるため、マスターイヤ下面に発生する遠心力の前後方向成分は、イヤのアンバランスによって発生する遠心力の前後方向成分とほぼ等価と見なせる。従っても、マスターイヤ下面に発生する力の前後方向成分は、最大値および最小値が $M \times s \times (2 \times N)^2$ である正弦波に近似され、その位相は錘の取り付けた位置によって決まる。この関数をFm<sub>2</sub>( )とする。マスターイヤ下面に働く力の前後方向成分のうち、上面ロードセル501が受ける力の比率<sub>2</sub>、および下面ロードセル502が受ける比率(1-<sub>2</sub>)は、マスターイヤ下面に働く

10

20

30

40

50

く力に働く力の大きさにかかわらず一定であると考えられる。従って、 $Fm_2(\ )$ と $BF_1(\ )$ 、 $BF_2(\ )$ を比較することによって、 $\alpha_2$ を算出することができる。具体的には、 $\alpha_2 = Fm_2(\ ) / BF_1(\ )$ である。

#### 【0051】

以上求めた $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ を使用することにより、ロードセル501、502の出力から、タイヤ上面で発生した加振力と、タイヤ下面で発生した加振力とを算出することが可能となる。すなわち、あるタイヤにおいて、上面に発生した加振力の前後方向成分をTTW、下面に発生した加振力の前後方向成分がTBWであるとする。また、上側ロードセル501によって検出された力の前後方向成分を $MF_1$ 、下側ロードセル502によって検出された力の前後方向成分を $MF_2$ とする。このとき、TTW、TBW、 $MF_1$ 、 $MF_2$ の間には数2のような関係が成立する。

10

#### 【数2】

$$MF_1 = TTW \times \alpha_1 + TBW \times \alpha_2$$

$$MF_2 = TTW \times (1 - \alpha_1) + TBW \times (1 - \alpha_2)$$

#### 【0052】

数2より、TTW、TBWは数3によって算出されることがわかる。

#### 【数3】

$$TTW = ((1 - \alpha_2)MF_1 - \alpha_2MF_2) / (\alpha_1 - \alpha_2)$$

$$TBW = ((1 - \alpha_1)MF_1 - \alpha_1MF_2) / (\alpha_2 - \alpha_1)$$

20

#### 【0053】

以上求めた $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ は、ロードセル501、502が受けた力の前後方向成分から、タイヤの上面および下面のそれぞれに発生した加振力の前後方向成分を求めるものである。

#### 【0054】

次いで、ロードセル501、502が受けた力の半径方向(マスターイヤと回転ドラムの接触位置からスピンドルの回転軸に向かう方向、すなわち図1における左右方向)成分から、タイヤの上面が受けた力とタイヤの上面に発生した加振力の合計値の半径方向成分と、タイヤの下面が受けた力とタイヤの下面に発生した加振力の合計値の半径方向成分と、を求めるための係数を求めるためのキャリブレーションを行う。

30

#### 【0055】

マスターイヤの上面の、タイヤの回転軸から距離s離れた所定位置に質量Mの錘を取り付ける。この時、マスターイヤの上面には錘によるアンバランスが発生しており、一方下面是アンバランスの無い状態である。

#### 【0056】

次いで、回転ドラム荷重機構304を駆動して、50-80[kgf]程度の力で回転ドラム301がマスターイヤを押しつけるようにする。換言すれば、ロードセル304aの出力が50-80[kgf]を示すように、回転ドラム荷重機構304を駆動する。回転ドラム301がマスターイヤを押しつける力の大きさは本キャリブレーションを通じて一定であり、その大きさをFDとする。

40

#### 【0057】

次いで、モータ302を駆動して回転ドラム301を回転する。この時、マスターイヤは回転ドラムの回転に伴って回転する。ロータリーエンコーダ205の出力からマスターイヤの回転数が所定回転数Nになったことが検知されると、CPU401(図2)は、I/Oインターフェース403を制御して、ロードセル501及び502の出力を取得する。

#### 【0058】

CPU401(図1)は、ロードセルの出力から、マスターイヤ1回転分の、ロードセル501及び502が受けた力の半径方向成分を得る。得られた値を $TF_3(\ )$ 、 $TF_4(\ )$ とする。 $TF_3(\ )$ は上側ロードセル501の出力から得られた値であり、 $TF_4(\ )$ は下側ロードセル502の出力

50

から得られた値である。また、<sub>1</sub>はスピンドル201の位相である。

【0059】

この時、タイヤに発生する力は、タイヤのアンバランスによって発生する遠心力とほぼ等価と見なせる力と、回転ドラム301がタイヤを押しつける力とが合成された力である。従って、マスターイヤ上面に働く力の半径方向成分は、最大値が $M \times s \times (2 \times N)^2 + FD/2$ 、最小値が $M \times s \times (2 \times N)^2 - FD/2$ である正弦波に近似され、その位相は錐の取り付けた位置によって決まる。この関数を $Fm_3(\theta)$ とする。マスターイヤ上面に働く力の半径方向成分のうち、上面ロードセル501が受ける力の比率<sub>1</sub>、および下面ロードセル502が受ける比率 $(1 - \theta_1)$ は、マスターイヤ上面に働く力に働く力の大きさにかかわらず一定であると考えられる。従って、 $Fm_3(\theta)$ と $TF_3(\theta)$ 、 $TF_4(\theta)$ を比較することによって、<sub>1</sub>を算出することができる。具体的には、 $\theta_1 = Fm_3(\theta) / TF_3(\theta)$ である。10

【0060】

次いで、一旦回転ドラム301の回転を停止する。次いで、マスターイヤの上面から錐を取り外す。

【0061】

次いで、マスターイヤの下面の、タイヤの回転軸から距離s離れた所定位置に質量Mの錐を取り付ける。この時、マスターイヤの下面には錐によるアンバランスが発生しており、一方上面はアンバランスの無い状態である。

【0062】

次いで、回転ドラム荷重機構304を駆動して、力FDで回転ドラム301がマスターイヤを押しつけるようにする。20

【0063】

次いで、モータ302を駆動して回転ドラム301を回転する。この時、マスターイヤは回転ドラムの回転に伴って回転する。ロータリーエンコーダ205の出力からマスターイヤの回転数が所定回転数Nになったことが検知されると、CPU401(図2)は、I/Oインターフェース403を制御して、ロードセル501及び502の出力を取得する。

【0064】

CPU401(図1)は、ロードセルの出力から、マスターイヤ1回転分の、ロードセル501及び502が受けた力の半径方向成分を得る。得られた値を $BF_3(\theta)$ 、 $BF_4(\theta)$ とする。 $BF_3(\theta)$ は上側ロードセル501の出力から得られた値であり、 $BF_4(\theta)$ は下側ロードセル502の出力から得られた値である。また、<sub>1</sub>はスピンドル201の位相である。30

【0065】

この時、タイヤに発生する力は、タイヤのアンバランスによって発生する遠心力とほぼ等価と見なせる力と、回転ドラム301がタイヤを押しつける力とが合成された力である。従って、マスターイヤ下面に働く力の半径方向成分は、最大値が $M \times s \times (2 \times N)^2 + FD/2$ 、最小値が $M \times s \times (2 \times N)^2 - FD/2$ である正弦波に近似され、その位相は錐の取り付けた位置によって決まる。この関数を $Fm_4(\theta)$ とする。マスターイヤ下面に働く力の半径方向成分のうち、上面ロードセル501が受ける力の比率<sub>2</sub>、および下面ロードセル502が受ける比率 $(1 - \theta_2)$ は、マスターイヤ下面に働く力に働く力の大きさにかかわらず一定であると考えられる。従って、 $Fm_4(\theta)$ と $BF_3(\theta)$ 、 $BF_4(\theta)$ を比較することによって、<sub>2</sub>を算出することができる。具体的には、 $\theta_2 = Fm_4(\theta) / BF_3(\theta)$ である。40

【0066】

以上求めた<sub>1</sub>、<sub>2</sub>を使用することにより、ロードセル501、502の出力から、タイヤ上面に加えられた力とタイヤ上面で発生した加振力の合計、およびタイヤ下面に加えられた力とタイヤ下面で発生した加振力の合計を算出することが可能となる。すなわち、あるタイヤにおいて、タイヤ上面に加えられた力とタイヤ上面で発生した加振力の合計の半径方向成分をRTW、タイヤ下面に加えられた力とタイヤ下面で発生した加振力の合計の半径方向成分がRBWであるとする。また、上側ロードセル501によって検出された力の半径方向成分を $MF_3$ 、下側ロードセル502によって検出された力の半径方向成分を $MF_4$ とする。このとき、RTW、RBW、 $MF_3$ 、 $MF_4$ の間には数4のような関係が成立する。50

## 【数4】

$$MF_3 = RTW \times \beta_1 + RBW \times \beta_2$$

$$MF_4 = RTW \times (1 - \beta_1) + RBW \times (1 - \beta_2)$$

## 【0067】

数4より、RTW、RBWは数5によって算出されることがわかる。

## 【数5】

$$RTW = ((1 - \beta_2)MF_3 - \beta_2 MF_4) / (\beta_1 - \beta_2)$$

$$RBW = ((1 - \beta_1)MF_3 - \beta_1 MF_4) / (\beta_2 - \beta_1)$$

10

## 【0068】

以上のキャリブレーションによって算出された係数を用いて、タイヤの動的バランス及びユニフォーミティの計測が行われる。

## 【0069】

図3は、計測装置1を用いたタイヤの動的バランスとユニフォーミティの計測手順を示すタイムチャートである。においては、1つのタイヤについて、動的バランス計測、高速ユニフォーミティ計測、JASO C 607規格によるユニフォーミティ計測を連続して実施する。なお、図3は横軸に経過時間、縦軸にタイヤの回転数をとったタイムチャートである。なお、以下の一連の試験は計測装置1のメモリ402(図2)に格納されたプログラムをCPU401が実行することによって実施される。

20

## 【0070】

最初に、タイヤをスピンドル201に取付け、トップアダプタ203によってタイヤをスピンドル201に固定する。

## 【0071】

次いで、回転ドラム301をタイヤに当接させる。次いで回転ドラム301をタイヤに150[kgf]の力で押し付ける(図3: S101(0[sec]))。次いで、この状態で回転ドラム301を回転させ(従って回転ドラム301に当接しているタイヤも回転ドラム301に伴って回転する)、タイヤの回転数が1000[rpm]になるまで回転ドラム301を加速する(図3: S102(0-2[sec]))。次いで、回転ドラム301がタイヤを押し付ける押圧荷重を50[kgf]にする(図3: S103(2-3[sec]))。

30

## 【0072】

本発明の実施の形態においては、回転ドラム301の回転の開始からタイヤの回転数が1000[rpm]になるまでに要する時間は2秒である。また、タイヤの回転数が1000[rpm]になった後、回転ドラム301がタイヤを押し付ける押圧荷重が50[kgf]になるまでに要する時間は1秒である。従って、タイヤの加振力の測定開始までにタイヤは水平方向に50-150[kgf]の荷重を受けながら30回以上回転する。その結果、タイヤは下方に押し込まれ、タイヤの回転軸とスピンドル201の回転軸とがほぼ一致するようになる。

40

## 【0073】

次いで、スピンドル201の回転中にロードセル501及び502にかかる負荷の変動を検出する(図3: S104(3-6[sec]))。これは、タイヤの動的バランスを計測するための検出である。ロードセル501及び502は直交3成分を計測可能であるが、動的バランスを計測する際に必要なのは任意の水平方向にかかる成分である。本発明の実施の形態においては、回転ドラム301からタイヤに加わる荷重の影響を除去するために、負荷変動の前後方向成分を検出している。検出された負荷変動の成分を数3に代入することによって、タイヤの上面と下面のそれぞれについて、動的アンバランスによって生じる遠心力とほぼ等価な値が求められる。これらの遠心力は、タイヤの位相の関数として示される。ここでは、タイヤの上面に働く遠心力を $FT_1(\cdot)$ 、タイヤの下面に働く遠心力を $FT_2(\cdot)$ とする。なお、 $FT_1(\cdot)$ および $FT_2(\cdot)$ の単位は[kgf]である。

50

## 【 0 0 7 4 】

FT<sub>1</sub>( )およびFT<sub>2</sub>( )から、タイヤのアンバランスの発生する位相およびアンバランスの大きさを、タイヤの上面と下面のそれについて算出する。すなわち、タイヤ上面においてアンバランスが発生している位相はFT<sub>1</sub>( )が最大となる位相(以下、この位相を<sub>max1</sub>とする)であり、タイヤ下面においてアンバランスが発生している位相はFT<sub>2</sub>( )が最大となる位相(以下、この位相を<sub>max2</sub>とする)である。さらに、タイヤ上面におけるアンバランスの大きさUB<sub>1</sub>及びタイヤ下面におけるアンバランスの大きさUB<sub>2</sub>は、数6によって算出される。

## 【 数 6 】

$$UB_1 = FT_1(\theta_{max1}) \times 9.8 / (6000 \times 2\pi)^2$$

$$UB_2 = FT_2(\theta_{max2}) \times 9.8 / (6000 \times 2\pi)^2$$

10

## 【 0 0 7 5 】

UB<sub>1</sub>及びUB<sub>2</sub>の単位は[kg m]である。従って、上面側のアンバランスを除去するには、タイヤ上面の、位相が<sub>max1</sub>かつタイヤの回転軸から距離s<sub>1</sub>[m]離れた位置で、重量UB<sub>1</sub>/s<sub>1</sub>のタイヤを削ればよい。同様に、下面側のアンバランスを除去するには、タイヤ上面の、位相が<sub>max2</sub>かつタイヤの回転軸から距離s<sub>2</sub>離れた位置で、重量UB<sub>2</sub>/s<sub>2</sub>のタイヤを削ればよい。なお、これらのアンバランスはタイヤのノンユニフォーミティの一要因であるため、これらのアンバランスを除去することによって、タイヤのノンユニフォーミティは低減される。

20

## 【 0 0 7 6 】

次いで、回転ドラム301がタイヤを押し付ける押圧荷重を500[kgf]として、高速ユニフォーミティ試験を行う(図3: S 1 0 5 (6-11[sec]) )。本実施例においては、高速ユニフォーミティ試験時のタイヤの回転数は動的バランス計測時のタイヤの回転数と同一である。なお、本実施例においては、高速ユニフォーミティ試験のタイヤ回転数を1000[rpm]としているが、これは、直径600-700mmの乗用車タイヤを載せた乗用車が時速110-130[km]で走行している状態を模したものである。したがって、より径の大きいまたは小さいタイヤの試験を行う場合は、タイヤの周速が時速100-140[km]となるような他の回転数で回転する。そして、ロードセル501及び502によりタイヤが受ける負荷変動を検出する。この負荷変動から、タイヤ上面のRFVおよびTFV、タイヤ下面のRFVおよびTFV、及びタイヤ全体のLFVを計測する。

30

## 【 0 0 7 7 】

すなわち、ロードセル501及び502が受けた3次元ベクトル量としての負荷は、CPU401によって半径方向、横方向(タイヤの回転軸方向)、前後方向に分解される。これらは、タイヤの位相の関数として示される。上側ロードセル501(図1)が受けた半径方向、横方向、前後方向の力を、それぞれTRF( )、TLF( )、TTF( )とする。また、下側ロードセル502が受けた半径方向、横方向、前後方向の力を、それぞれBRF( )、BLF( )、BTF( )とする。

## 【 0 0 7 8 】

40

次いで、数7を用いて、TRF( )、TLF( )、TTF( )、BRF( )、BLF( )、BTF( )から、タイヤ上面のRFVおよびTFV、タイヤ下面のRFVおよびTFV、及びタイヤ全体のLFVを演算する。

## 【数7】

タイヤ上面の RFV :  $((1-\beta_2)TRF(\theta) - \beta_2BRF(\theta)) / (\beta_1 - \beta_2)$  の変動幅  
 タイヤ上面の TFV :  $((1-\alpha_2)TTF(\theta) - \alpha_2BTF(\theta)) / (\alpha_1 - \alpha_2)$  の変動幅  
 タイヤ下面の RFV :  $((1-\beta_1)TRF(\theta) - \beta_1BRF(\theta)) / (\beta_2 - \beta_1)$  の変動幅  
 タイヤ上面の TFV :  $((1-\alpha_1)TTF(\theta) - \alpha_1BTF(\theta)) / (\alpha_2 - \alpha_1)$  の変動幅  
 タイヤ全体の LFV :  $TLF(\theta) + BLF(\theta)$  の変動幅

## 【0079】

次いで、JASO C607規格によるユニフォーミティ試験を実施する。すなわち回転ドラム301を減速し、タイヤを60[rpm]で回転させる(図3: S106(11-14[sec]))。そして、ロードセル501及び502により、タイヤCが受ける負荷変動を検出する(図3: S107(14-17[sec]))。すなわち、上側ロードセル501(図1)が受けた半径方向、横方向、前後方向の力を、それぞれTRF( )、TLF( )、TTF( )とする。また、下側ロードセル502が受けた半径方向、横方向、前後方向の力を、それぞれBRF( )、BLF( )、BTF( )とすると、タイヤのRFV、LFV、TFVは数8を用いて算出される。

## 【数8】

RFV :  $TRF(\theta) + BRF(\theta)$  の変動幅  
 LFV :  $TLF(\theta) + BLF(\theta)$  の変動幅  
 TFV :  $TTF(\theta) + BTF(\theta)$  の変動幅

10

20

## 【0080】

次いで、タイヤおよび回転ドラム301の回転を一端停止し、さらに反転させてタイヤを60[rpm]で回転させる(図3: S108(17-18[sec]))。次いで、慣らし運転を行う(図7: S109(18-20[sec]))。次いで、ロードセル501及び502により、タイヤが受ける負荷変動を検出し(図3: S110(20-23[sec]))、数8を用いて、検出された負荷変動に基づいてユニフォーミティを計算する。次いで、タイヤおよび回転ドラム301を減速し(図3: S111(23-24[sec]))、回転を停止する(図3: S112(24[sec]))。

30

## 【0081】

以上の手順による計測の終了したタイヤは、計測装置1から取り外されて、切削装置によりバフ修正されて、タイヤの上面及び/または下面のアンバランス成分が除去される。

## 【0082】

以上のように、本実施例に基づいてタイヤのユニフォーミティを計測することにより、タイヤの上面及び/または下面に大きなノンユニフォーミティのあるタイヤを判別可能となる。また、本実施例によれば、タイヤの上面及び/または下面に発生する動的アンバランスを除去可能である。従って、タイヤのノンユニフォーミティのうち、動的アンバランスに起因する要素を除去可能であり、すなわちタイヤのノンユニフォーミティを低減可能である。なお、本実施形態では、2つのロードセルが受けた力から、タイヤの上面が受けた力とタイヤの上面に発生した加振力の合計値と、タイヤの下面が受けた力とタイヤの下面に発生した加振力の合計値とを求める構成としているが、同様の原理に基づいて、より多くのロードセルの出力からタイヤの各面が受ける力とタイヤの各面に発生する加振力を計算する構成としてもよい。

40

## 【0083】

なお、上記の実施例においては、JASO C607規格のユニフォーミティ試験、高速ユニフォーミティ試験、および動的バランス試験を連続して行う構成としているが、本発明は上記構成に限定されるものではない。例えば、本発明による試験装置は、通常はユニフォーミティ試験のみを行い、ユニフォーミティ試験によって所定値以上のノンユニフォーミティが検出されたときのみ、動的バランス試験を行う構成としてもよい。このような実施例

50

を以下に説明する。

【0084】

図4は、第2実施例において、計測装置1を用いたタイヤの動的バランスとユニフォーミティの計測手順を示すタイムチャートである。本実施例においては、1つのタイヤについて、高速ユニフォーミティ計測、JASO C 607規格によるユニフォーミティ計測を実施する。また、高速ユニフォーミティの計測後、その結果に応じて、動的バランス試験を行う。なお、図4は図3と同様、横軸に経過時間、縦軸にタイヤの回転数をとったタイムチャートである。なお、以下の一連の試験は計測装置1のメモリ402(図2)に格納されたプログラムをCPU401が実行することによって実施される。また、上記計測に先立って、第1実施例と同様のキャリブレーションがあらかじめ行われている。

10

【0085】

最初に、タイヤをスピンドル201に取付け、トップアダプタ203によってタイヤをスピンドル201に固定する。

【0086】

次いで、回転ドラム301をタイヤに当接させる。次いで回転ドラム301をタイヤに150[kgf]の力で押し付ける(図4: S 201 (0[sec]) )。次いで、この状態で回転ドラム301を回転させ(従って回転ドラム301に当接しているタイヤも回転ドラム301に伴って回転する)、タイヤの回転数が1000[rpm]になるまで回転ドラム301を加速する(図4: S 202 (0-2[sec]) )。次いで、回転ドラム301がタイヤを押し付ける押圧荷重を500[kgf]にする(図4: S 203 (2-4[sec]) )。

20

【0087】

本発明の実施の形態においては、回転ドラム301の回転の開始からタイヤの回転数が100[rpm]になるまでに要する時間は2秒である。また、タイヤの回転数が1000[rpm]になった後、回転ドラム301がタイヤを押し付ける押圧荷重が500[kgf]になるまでに要する時間は2秒である。従って、タイヤの加振力の測定開始までにタイヤは水平方向に50-500[kgf]の荷重を受けながら30回以上回転する。その結果、タイヤは下方に押し込まれ、タイヤの回転軸とスピンドル201の回転軸とがほぼ一致するようになる。

【0088】

次いで、スピンドル201の回転中にロードセル501及び502にかかる負荷の変動を検出する(図4: S 204 (4-8[sec]) )。これは、タイヤの高速ユニフォーミティを計測するための検出である。なお、本実施例においても、高速ユニフォーミティ試験のタイヤ回転数は、直径600-700mmの乗用車タイヤを載せた乗用車が時速110-130[km]で走行している状態を模して1000[rpm]としているが、より径の大きいまたは小さいタイヤの試験を行う場合はタイヤの周速が時速100-140[km]となるような他の回転数で回転する。そして、ロードセル501及び502によりタイヤが受ける負荷変動を検出する。この負荷変動から、タイヤ上面のRFVおよびTFV、タイヤ下面のRFVおよびTFV、及びタイヤ全体のLFVを計測する。計測方法は、本発明の第1実施例と同様であるので、説明は省略する。

30

【0089】

次いで、タイヤ上面及び下面のRFVが所定の基準値(例えばRFV10[kgf·m]、TFV8[kgf·m])を上回っているかどうかを判定する(図4: S 204 a (8[sec]) )。タイヤ上面及び下面いずれかのRFVが基準値を上回っているのであれば、続いて動的バランスとJASO

40

C 607規格によるユニフォーミティの計測が行われる。この場合、タイヤの回転数は図4中の破線に従って変動する。

【0090】

次いで、回転ドラム301がタイヤを押し付ける押圧荷重を50[kgf]にして、タイヤの動的バランスを計測する(図4: S 214 (8-11[sec]) )。動的バランスの計測方法は、第1実施例のものと同様であるので、説明は省略する。

【0091】

次いで、JASO C 607規格によるユニフォーミティ試験を実施する。すなわち回転ドラム301を減速し、タイヤを60[rpm]で回転させるとともに、回転ドラム301がタイヤ

50

を押し付ける押圧荷重を500[kgf]にする(図4:S215(11-13[sec]))。そして、ロードセル501及び502により、タイヤCが受ける負荷変動を検出する(図4:S216(13-17[sec]))。負荷変動からユニフォーミティを計測する方法は、第1実施例のものと同様であるので、説明は省略する。

【0092】

次いで、タイヤおよび回転ドラム301の回転を一端停止し、さらに反転させてタイヤを60[rpm]で回転させる(図4:S217(17-18[sec]))。次いで、慣らし運転を行う(図4:S218(18-20[sec]))。次いで、ロードセル501及び502により、タイヤが受ける負荷変動を検出し(図4:S219(20-23[sec]))、検出された負荷変動に基づいてユニフォーミティを計算する。次いで、タイヤおよび回転ドラム301を減速し(図4:S220(23-24[sec]))、回転を停止する(図4:S221(24[sec]))。

10

【0093】

以上の手順による計測の終了したタイヤは、計測装置1から取り外されて、切削装置によりバフ修正されて、タイヤの上面及び/または下面のアンバランス成分が除去される。

【0094】

一方、S204aにおいて、タイヤ上面及び下面のRFVが双方共基準値を下回っているのであれば、続いてJASO C 607規格によるユニフォーミティの計測が行われる。この場合、タイヤの回転数は図4中の実線に従って変動する。

【0095】

回転ドラム301を減速し、タイヤを60[rpm]で回転させる(図4:S205(9-11[sec]))。そして、ロードセル501及び502により、タイヤCが受ける負荷変動を検出する(図4:S206(11-14[sec]))。負荷変動からユニフォーミティを計測する方法は、第1実施例のものと同様であるので、説明は省略する。

20

【0096】

次いで、タイヤおよび回転ドラム301の回転を一端停止し、さらに反転させてタイヤを60[rpm]で回転させる(図4:S207(17-18[sec]))。次いで、慣らし運転を行う(図4:S208(15-17[sec]))。次いで、ロードセル501及び502により、タイヤが受ける負荷変動を検出し(図4:S209(17-20[sec]))、検出された負荷変動に基づいてユニフォーミティを計算する。次いで、タイヤおよび回転ドラム301を減速し(図4:S210(20-21[sec]))、回転を停止する(図4:S211(21[sec]))。

30

【0097】

以上のように、本実施例によれば、ユニフォーミティ試験中に、回転ドラム301がタイヤを押圧する荷重を50-80[kgf]に低減させることによって動的アンバランスと等価と見なせる値を計測可能であるので、タイヤの回転を止めることなく、動的バランス計測が必要なときは直ちに動的バランス試験を開始することができる。

【図面の簡単な説明】

【0098】

【図1】本発明の実施形態による、タイヤの高速ユニフォーミティ計測装置の正面図を示したものである。

【図2】図1の制御部400の詳細なブロック図を示したものである。

40

【図3】本発明の第1実施例における、計測装置1を用いたタイヤの動的バランスとユニフォーミティの計測手順を示すタイムチャートである。

【図4】本発明の第2実施例における、計測装置1を用いたタイヤの動的バランスとユニフォーミティの計測手順を示すタイムチャートである。

【符号の説明】

【0099】

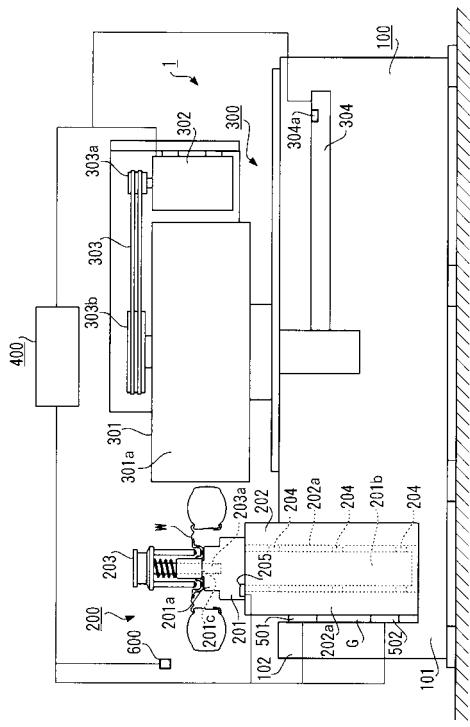
- |     |        |
|-----|--------|
| 1   | 計測装置   |
| 100 | ベース部   |
| 200 | スピンドル部 |
| 201 | スピンドル  |

50

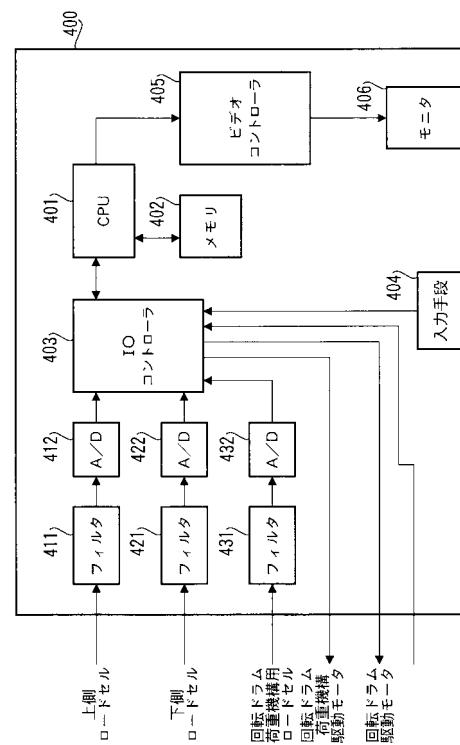
|       |            |
|-------|------------|
| 2 0 2 | スピンドルハウジング |
| 2 0 3 | トップアダプタ    |
| 3 0 0 | 回転ドラム部     |
| 3 0 1 | 回転ドラム      |
| 3 0 2 | モータ        |
| 3 0 3 | 伝達系        |
| 3 0 4 | 回転ドラム荷重機構  |
| 4 0 0 | 制御部        |
| 4 0 1 | CPU        |
| 4 0 2 | メモリ        |
| 4 0 3 | I/Oコントローラ  |
| 5 0 1 | 上側ロードセル    |
| 5 0 2 | 下側ロードセル    |
| 6 0 0 | マーキング手段    |

10

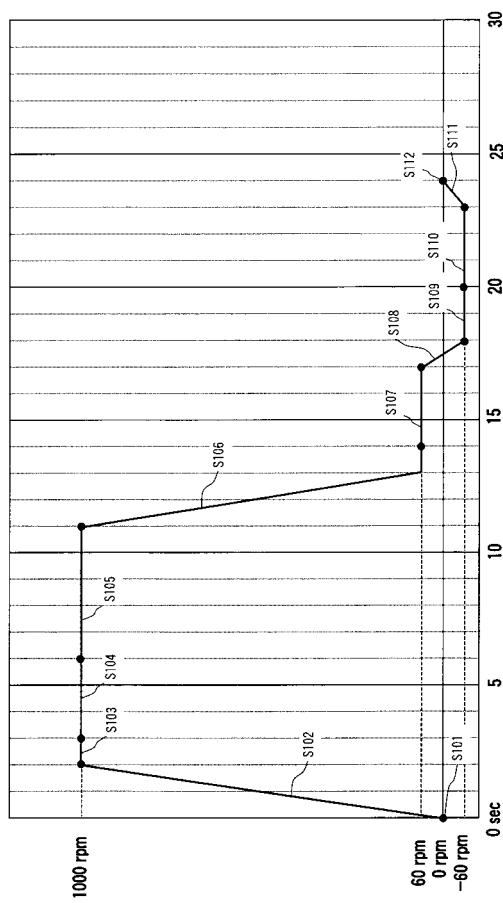
【 図 1 】



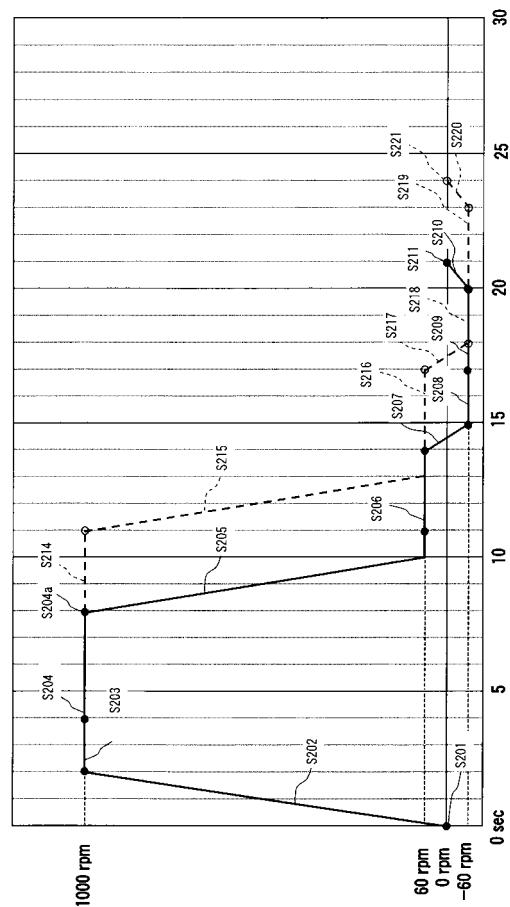
【図2】



【図3】



【図4】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-350293(JP, A)  
欧州特許出願公開第0897107(EP, A2)  
特開平04-049057(JP, A)  
米国特許第5467647(US, A)  
特開昭50-011276(JP, A)  
特開平04-310838(JP, A)  
特開平06-229866(JP, A)  
特開平11-183298(JP, A)  
特開昭57-157134(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 01 M 1 / 16  
B 60 C 19 / 00  
G 01 M 17 / 02