

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-120525  
(P2019-120525A)

(43) 公開日 令和1年7月22日(2019.7.22)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)
<b>GO 1 M</b> 17/02 (2006.01)		GO 1 M	17/02	2 F 0 6 5
<b>GO 1 B</b> 11/16 (2006.01)		GO 1 B	11/16	3 D 1 3 1
<b>B 6 0 C</b> 19/00 (2006.01)		B 6 0 C	19/00	H
				H

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2017-253623 (P2017-253623)	(71) 出願人	000003148 TOYO TIRE株式会社 兵庫県伊丹市藤ノ木2丁目2番13号
(22) 出願日	平成29年12月28日 (2017.12.28)	(74) 代理人	100100158 弁理士 鮫島 睦
		(74) 代理人	100101454 弁理士 山田 卓二
		(74) 代理人	100111039 弁理士 前堀 義之
		(72) 発明者	荒川 幸司 兵庫県伊丹市藤ノ木2丁目2番13号 東 洋ゴム工業株式会社内
		Fターム(参考)	2F065 AA65 BB16 CC13 FF05 JJ03 JJ05 JJ26 PP13 3D131 LA22

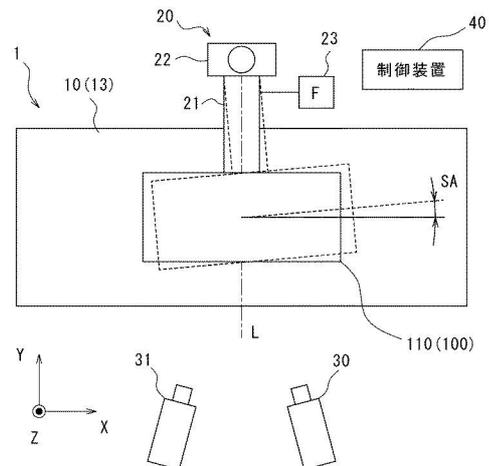
(54) 【発明の名称】 タイヤ評価方法およびタイヤ評価装置

(57) 【要約】

【課題】 空気入りタイヤにおいて、官能の剛性感を評価する。

【解決手段】 タイヤ評価方法は、タイヤ100を回転させ、スリップ角SAを0度から目標角度まで徐々に大きくしたときのタイヤ100の過渡的な横変形量を測定し、横変形量yの測定の際にタイヤ100に加えられる過渡的な横力Fyも同時に測定し、横力Fyを横変形量yで除算した値として過渡的な横剛性Kyを算出し、横剛性Kyとスリップ角SAとを対応させ、所定範囲のスリップ角SAに対応する横剛性Kyの最大値を第1の評価値として算出し、第1の評価値が大きいほど官能の剛性感が高いと評価することを含む。

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

タイヤを転動させ、  
スリップ角を 0 度から目標角度まで徐々に大きくしたときの前記タイヤの過渡的な横変形量を測定し、  
前記横変形量の測定の際に前記タイヤに加えられる過渡的な横力も同時に測定し、  
前記横力を前記横変形量で除算した値として過渡的な横剛性を算出し、  
前記横剛性と前記スリップ角とを対応させ、  
所定範囲の前記スリップ角に対応する前記横剛性の最大値を第 1 の評価値として算出し、  
前記第 1 の評価値が大きいほど官能の剛性感が高いと評価することを含み、タイヤ評価方法。

10

**【請求項 2】**

前記所定範囲のスリップ角は、0.1 度以上かつ 0.5 度以下の範囲の角度である、請求項 1 に記載のタイヤ評価方法。

**【請求項 3】**

タイヤを転動させ、  
スリップ角を 0 度から目標角度まで徐々に大きくしたときの前記タイヤの過渡的な横変形量を測定し、  
前記横変形量の測定の際に前記タイヤに加えられる過渡的な横力も同時に測定し、  
前記横力を前記横変形量で除算した値として過渡的な横剛性を算出し、  
前記横剛性と前記スリップ角とを対応させ、  
所定範囲の前記スリップ角に対応する前記横剛性の平均値を第 1 の評価値として算出し、  
前記第 1 の評価値が大きいほど官能の剛性感が高いと評価することを含み、タイヤ評価方法。

20

**【請求項 4】**

前記所定範囲のスリップ角は、0.2 度以上かつ 0.9 度以下の範囲の角度である、請求項 3 に記載のタイヤ評価方法。

**【請求項 5】**

前記タイヤの旋回内側と外側において、前記第 1 の評価値に基づく評価を行う、請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載のタイヤ評価方法。

30

**【請求項 6】**

前記所定範囲の前記スリップ角に対応する前記横剛性の最大値と、前記スリップ角の前記目標角度における定常状態での前記横剛性との差分または比率を第 2 の評価値として算出し、  
前記第 2 の評価値が大きいほど官能の剛性感の評価に前記第 1 の評価値が必要であると評価する、請求項 1, 2, または 5 に記載のタイヤ評価方法。

**【請求項 7】**

前記所定範囲の前記スリップ角に対応する前記横剛性の平均値と、前記スリップ角の前記目標角度における定常状態での前記横剛性との差分または比率を第 2 の評価値として算出し、  
前記第 2 の評価値が大きいほど官能の剛性感の評価に前記第 1 の評価値が必要であると評価する、請求項 3, 4, または 5 に記載のタイヤ評価方法。

40

**【請求項 8】**

前記タイヤの旋回内側と外側において、前記第 2 の評価値に基づく評価を行う、請求項 6 または請求項 7 に記載のタイヤ評価方法。

**【請求項 9】**

前記横変形量は、2 台のカメラによって撮影したデジタル画像にデジタル画像相関法を適用することによって測定され、

50

前記2台のカメラによる撮影タイミングは同時であって、前記撮影タイミングを前記タイヤの回転周期と同期させることで、前記タイヤの同位置における前記横変形量を測定し、

前記タイヤの2箇所以上にて前記横変形量を測定する、請求項1から請求項8のいずれか1項に記載のタイヤ評価方法。

【請求項10】

前記タイヤの所定の高さ範囲かつ周方向範囲における前記横変形量を平均することで横変形量を算出する、請求項1から請求項9のいずれか1項に記載のタイヤ評価方法。

【請求項11】

前記タイヤの回転軸の直下の各高さについて前記横変形量を測定する、請求項1から請求項10のいずれか1項に記載のタイヤ評価方法。

10

【請求項12】

前記横変形量を、レーザ変位計によって単点またはライン上で測定する、請求項1から請求項8のいずれか1項に記載のタイヤ評価方法。

【請求項13】

タイヤを転動させる路面部と、

前記路面部上にて前記タイヤを転動可能に支持する支持部と、

前記タイヤにスリップ角を付与するスリップ角調整機構と、

前記タイヤの横変形量を測定する横変形量測定部と、

前記タイヤにかかる横力を測定する横力測定部と、

20

制御装置と

を備え、

前記制御装置は、

前記スリップ角を0度から目標角度まで徐々に大きくして前記タイヤに入力するように前記スリップ角調整機構を制御するスリップ角制御部と、

前記横力を前記横変形量で除算した値として過渡的な横剛性を算出する横剛性算出部と

、前記横剛性と前記スリップ角とを対応させ、所定範囲の前記スリップ角に対応する前記横剛性の最大値を第1の評価値として算出する第1の評価値算出部と

を有する、タイヤ評価装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、タイヤ評価方法およびタイヤ評価装置に関する。

【背景技術】

【0002】

タイヤの過渡的な横剛性を評価する方法が知られている（例えば非特許文献1参照）。非特許文献1では、スリップ角を経時的に変化させて入力した場合の横変位と横力の過渡的变化を測定することにより、動的に変化する横剛性を算出している。当該文献内では、スリップ角入力直後の時間領域での動的に変化する横剛性が実車評価結果と何らかの関係があると推察されているが、詳細な検討はなされていない。

40

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0003】

【非特許文献1】花田亮治他著、「高速回転タイヤの横バネ測定手法の開発」、公益社団法人自動車技術会 2015年秋季大会学術講演会（2015年10月14日～16日）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、タイヤ性能を評価するために、官能の剛性感を考慮することがある。ここで

50

の官能の剛性感とは、運転手が自動車の旋回運転を行うときに感じるタイヤの剛性のことをいう。官能の剛性感の評価指標としてタイヤの非転動状態の静的な横剛性が使用されることもあるが、タイヤの静的な横剛性と官能の剛性感は必ずしも一致しない。運転手にとって官能の剛性感が高いほど操縦安定性は良好であると認識されるため、官能の剛性感を評価できる指標を確立することは有用である。そのため、官能の剛性感を評価するために、静的な横剛性以外の評価指標として、例えば転動状態で動的に変化する横剛性を評価指標として採用することが考えられる。特に、前述のようなスリップ角入力直後の時間領域での動的に変化する横剛性は、この官能の剛性感の評価指標として有用であると考えられる。

**【 0 0 0 5 】**

本発明は、タイヤの官能の剛性感を評価することを課題とする。

**【課題を解決するための手段】****【 0 0 0 6 】**

本発明の第1の態様は、

タイヤを転動させ、

スリップ角を0度から目標角度まで徐々に大きくしたときの前記タイヤの過渡的な横変形量を測定し、

前記横変形量の測定の際に前記タイヤに加えられる過渡的な横力も同時に測定し、

前記横力を前記横変形量で除算した値として過渡的な横剛性を算出し、

前記横剛性と前記スリップ角とを対応させ、

所定範囲の前記スリップ角に対応する前記横剛性の最大値を第1の評価値として算出し

、前記第1の評価値が大きいほど官能の剛性感が高いと評価する

ことを含む、タイヤ評価方法を提供する。

**【 0 0 0 7 】**

この方法によれば、過渡的な横剛性を測定して所定範囲での最大値（以降、ピーク値ともいう）を算出しているため、動的に変化する横剛性に基いて官能の剛性感を評価している。通常、横剛性は、スリップ角入力直後にピーク値をとり、その後徐々に一定値に収束する。そのため、静的な評価では非転動状態における横力に対応する変位量から一定値の横剛性を算出するのに対し、上記方法では、静的な評価では考慮されない転動状態において、横剛性のピーク値を考慮することができる。従って、旋回運転時の動的な横剛性の変化を捉え、特に運転手にとって認識され易いピーク値を評価指標（第1の評価値）とすることによって、官能の剛性感を評価できる。なお、所定範囲のスリップ角で横剛性がピーク値をとらないときは、当該範囲の境界値の大きい方を第1の評価値として算出することとなる。また、タイヤを転動させるとともにスリップ角を付与した状態で横変形量と横力を測定するため、実車条件に近い条件で横剛性を算出できる。

**【 0 0 0 8 】**

前記所定範囲のスリップ角は、0.1度以上かつ0.5度以下の範囲の角度であってもよい。

**【 0 0 0 9 】**

この方法によれば、スリップ角入力直後の横剛性の最大値（ピーク値）を検出し、第1の評価値とすることができる。また、多くのタイヤでは、スリップ角が0.1～0.5度の範囲で横剛性がピーク値をとる。そのため、上記範囲で横剛性の最大値を検出することで、ピーク値を検出できる。また、スリップ角が0.1度未満では、測定値が安定しないことがあるため、0.1～0.5度の範囲で最大値を検出することで、安定した測定を可能にしている。官能の剛性感は、スリップ角入力直後の横剛性から大きく影響を受ける傾向にあることを本願発明者らは見出した。従って、スリップ角の変化によって動的に変化する横剛性の全範囲（0度～目標角度）での最大値ではなく、スリップ角入力直後（0.1～0.5度）の横剛性のピーク値で評価することによって、官能の剛性感を一層確実に安定して評価できる。

10

20

30

40

50

## 【0010】

本発明の第2の態様は、  
タイヤを転動させ、  
スリップ角を0度から目標角度まで徐々に大きくしたときの前記タイヤの過渡的な横変形量を測定し、  
前記横変形量の測定の際に前記タイヤに加えられる過渡的な横力も同時に測定し、  
前記横力を前記横変形量で除算した値として過渡的な横剛性を算出し、  
前記横剛性と前記スリップ角とを対応させ、  
所定範囲の前記スリップ角に対応する前記横剛性の平均値を第1の評価値として算出し、  
前記第1の評価値が大きいほど官能の剛性感が高いと評価することを含み、タイヤ評価方法を提供する。

10

## 【0011】

この方法によれば、過渡的な横剛性を測定して所定範囲での平均値を算出しているため、動的に変化する横剛性に基いて官能の剛性感を評価している。この方法では、静的な評価では考慮されない転動状態での動的に変化する横剛性の平均値を評価指標としている。従って、旋回運転時の動的な横剛性の一点ではなく変化全体を評価でき、特異なピーク値などによる影響を緩和して官能の剛性感を評価できる。また、前述のように、タイヤを転動させるとともにスリップ角を付与した状態で横変形量と横力を測定するため、実車条件に近い条件で横剛性を算出できる。

20

## 【0012】

前記所定範囲のスリップ角は、0.2度以上かつ0.9度以下の範囲の角度であってもよい。

## 【0013】

この方法によれば、官能の剛性感を一層確実に評価できる。スリップ角が0度付近の範囲は、横剛性の値がピーク値に向かって立ち上がる範囲である。当該範囲は横剛性の変化の幅が大きい範囲であるため、当該範囲を除いて（即ち、上記所定範囲の下限を0.2度に規定して）平均値を算出することで安定して平均値を算出できる。また、多くのタイヤでは、スリップ角が0.9度では横剛性の変動が概ね落ち着く。そのため、上記所定範囲の上限を0.9度に規定することで、安定して平均値を算出できる。従って、官能の剛性感を一層確実に安定して評価できる。

30

## 【0014】

前記タイヤの旋回内側と外側において、前記第1の評価値に基づく評価を行ってもよい。

## 【0015】

この方法によれば、第1の評価値を指標として官能の剛性感を向上させるためにはタイヤの内側と外側のいずれの変形を改善することが好ましいかを判断できる。旋回運転時には、タイヤの内側と外側にかかる負荷は異なるため、求められる官能の剛性感もタイヤの内側と外側とでは異なる。これに対し、官能の剛性感の向上に必要な改善度合いをタイヤの内側と外側とでそれぞれ確認することができる。また、第1の評価値を指標としてタイヤ全体の官能の剛性感を評価する際にもタイヤの内側と外側との測定結果を平均化することによって、特定位置ではなく平均化されたタイヤ全体の官能の剛性感を評価できる。

40

## 【0016】

前記所定範囲の前記スリップ角に対応する前記横剛性の最大値と、前記スリップ角の前記目標角度における定常状態での前記横剛性との差分または比率を第2の評価値として算出し、

前記第2の評価値が大きいほど官能の剛性感の評価に前記第1の評価値が必要であると評価してもよい。

## 【0017】

また、前記所定範囲の前記スリップ角に対応する前記横剛性の平均値と、前記スリップ

50

角の前記目標角度における定常状態での前記横剛性との差分または比率を第2の評価値として算出し、

前記第2の評価値が大きいほど官能の剛性感の評価に前記第1の評価値が必要であると評価してもよい。

【0018】

これらの方法によれば、静的な非転動状態における横剛性ではもとより、転動状態におけるスリップ角が一定値の定常状態での横剛性では評価しきれない官能の剛性感を評価できる。第2の評価値が大きいことは、過渡的な横剛性の変化が大きいことを示す。即ち、スリップ角が目標角度となり定常状態となったときの横剛性に比べ、スリップ角が動的に変化しているときの横剛性の最大値または平均値が大きいことを示している。従って、第2の評価値が大きなタイヤには、第1の評価値を指標とした評価が必要であることがわかる。換言すれば、第2の評価値が小さなタイヤでは、定常状態の横剛性によって官能の剛性感を一定程度評価できることがわかる。

10

【0019】

前記タイヤの旋回内側と外側において、前記第2の評価値に基づく評価を行ってもよい。

【0020】

この方法によれば、第2の評価値を指標として官能の剛性感を向上させるためにはタイヤの内側と外側のいずれの変形を改善することが好ましいかを判断できる。また、第2の評価値を指標としてタイヤ全体の官能の剛性感を評価する際にもタイヤの内側と外側との測定結果を平均化することによって、特定位置ではなく平均化されたタイヤ全体の官能の剛性感を評価できる。

20

【0021】

前記横変形量は、2台のカメラによって撮影したデジタル画像にデジタル画像相関法を適用することによって測定され、

前記2台のカメラによる撮影タイミングは同時であって、前記撮影タイミングを前記タイヤの回転周期と同期させることで、前記タイヤの同位置における前記横変形量を測定し、

前記タイヤの2箇所以上にて前記横変形量を測定してもよい。

【0022】

この方法によれば、デジタル画像相関法によって横変形量を確実に測定できる。特に、1台のカメラではなく2台のカメラで測定することによって立体的な変形量を測定できる。また、撮影タイミングをタイヤの回転周期と同期させることでタイヤの同位置における横変形量を精度よく測定できる。上記方法では、この測定を2箇所以上で行っているため、タイヤの複数箇所における変形を同時に評価できる。

30

【0023】

前記タイヤの所定の高さ範囲かつ周方向範囲における前記横変形量を平均することで横変形量を算出してもよい。

【0024】

この方法によれば、横変形量を、単点で測定するのではなく、特定の範囲の平均で測定することで、測定の際のばらつきを低減し、測定精度を向上させることができる。

40

【0025】

前記タイヤの回転軸の直下の各高さについて前記横変形量を測定してもよい。

【0026】

この方法によれば、タイヤの側面におけるビード部からトレッド部までの各高さにおける横剛性をそれぞれ算出できるため、これらの部分が官能の剛性感に与える影響をそれぞれ評価できる。

【0027】

前記横変形量を、レーザ変位計によって単点またはライン上で測定してもよい。

【0028】

50

この方法によれば、カメラを使用する場合に比べて簡易的に横変形量を測定できる。

【0029】

本発明の第3の態様は、

タイヤを転動させる路面部と、

前記路面部上にて前記タイヤを転動可能に支持する支持部と、

前記タイヤにスリップ角を付与するスリップ角調整機構と、

前記タイヤの横変形量を測定する横変形量測定部と、

前記タイヤにかかる横力を測定する横力測定部と、

制御装置と

を備え、

前記制御装置は、

前記スリップ角を0度から目標角度まで徐々に大きくして前記タイヤに入力するように前記スリップ角調整機構を制御するスリップ角制御部と、

前記横力を前記横変形量で除算した値として過渡的な横剛性を算出する横剛性算出部と

、  
前記横剛性と前記スリップ角とを対応させ、所定範囲の前記スリップ角に対応する前記横剛性の最大値を第1の評価値として算出する第1の評価値算出部と

を有する、タイヤ評価装置を提供する。

【発明の効果】

【0030】

本発明によれば、過渡的な横剛性を評価値に取り入れているため、タイヤの官能の剛性感を評価することができる。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】本発明の一実施形態に係るタイヤ評価方法に用いるタイヤ評価装置の側面図

【図2】タイヤ評価装置の平面図

【図3】測定点を示すタイヤの側面図

【図4】制御装置のブロック図

【図5】スリップ角の入力方法を示すグラフ

【図6】タイヤの旋回外側の横剛性とスリップ角との関係を示すグラフ

【図7】タイヤの旋回内側の横剛性とスリップ角との関係を示すグラフ

【図8】測定点の他の例を示すタイヤの側面図

【発明を実施するための形態】

【0032】

以下、添付図面を参照して本発明の実施形態を説明する。

【0033】

本実施形態のタイヤ評価方法は、主にタイヤの官能の剛性感を評価する方法である。ここでの官能の剛性感とは、運転手が自動車の旋回運転を行うときに感じるタイヤの剛性のことをいう。

【0034】

(タイヤ評価装置)

図1および図2は、本実施形態のタイヤ評価方法に用いるタイヤ評価装置1の側面図および平面図である。タイヤ100は、タイヤ本体110をホイール120に装着することによりタイヤ本体110とホイール120との間に空気層を形成した空気入りタイヤである。本実施形態では、タイヤ本体110の変形に基づいて、官能の剛性感を評価する。以下では、タイヤ100を載置する路面部10が延びる方向(図1および図2ではタイヤ100の転動方向)をX方向とし、路面部10の上面内にてX方向と直交する方向をY方向とし、路面部10の上面に垂直な方向をZ方向とする。

【0035】

タイヤ評価装置1は、タイヤ100を載置する路面部10と、タイヤ100を支持する

10

20

30

40

50

支持部 20 と、タイヤ 100 を撮影する 2 台のカメラ 30, 31 と、制御装置 40 とを備える。

【0036】

路面部 10 は、2 つのローラ 11, 12 と、ベルト 13 とを備える。2 つのローラ 11, 12 は、図示しないモータに機械的に接続されている。2 つのローラ 11, 12 は、モータによって同方向に回転駆動される。また、ベルト 13 は、2 つのローラ 11, 12 を囲むように 2 つのローラ 11, 12 に跨って架けられている。具体的には、2 つのローラ 11, 12 が回転すると、ベルト 13 が回転されるようになっている。タイヤ 100 は、ベルト 13 の上面に載置され、ベルト 13 の回転に伴ってベルト 13 の上を転動する。

【0037】

支持部 20 は、軸部材 21 と、スリップ角調整機構 22 とを備える。軸部材 21 は、タイヤ 100 をタイヤ軸（回転軸）L まわりに回転可能に支持する部材である。軸部材 21 は回転軸 L 方向に延び、軸部材 21 の一端はタイヤ 100 の中心に接続され、他端はスリップ角調整機構 22 に接続されている。軸部材 21 には、軸力センサ 23 が取り付けられている。軸力センサ 23 は、タイヤ 100 に加えられる縦力（X 軸方向の力）と、横力（Y 軸方向の力）と、荷重（Z 軸方向の力）とを検出できる。また、スリップ角調整機構 22 は、エンコーダ等を含み、軸部材 21 の他端を中心として Z 軸まわりに軸部材 21 を回転させ、タイヤ 100 に所望のスリップ角 SA を付与することができる。図 2 では、スリップ角 SA を付与した状態（旋回状態）のタイヤ 100 を仮想的に破線で示している。このようにして、旋回状態のタイヤ 100 を再現できる。

【0038】

2 台のカメラ 30, 31 は、同じものであり、ともに高速度カメラであり、高速で回転するタイヤ 100 の変形を鮮明に撮影できる程度のフレームレートを有している。2 台のカメラ 30, 31 は、タイヤ 100 の同位置を撮影するように配置されており、Y 軸方向においてタイヤ 100 に対して支持部 20 と反対側に配置されている。本実施形態では、2 台のカメラ 30, 31 によって撮影した画像にデジタル画像相関（DIC: Digital Image Correlation）法を適用することによって、タイヤ本体 110 の横変形量を測定する。横変形量とは、Y 軸方向におけるタイヤ本体 110 の変形量である。横変形量の測定点は、単点であってもよいし、複数点であってもよい。本実施形態の測定点は、図 3 に示すように、タイヤ軸 L の下方の扇形領域 S 内に円弧状に等間隔に配置された 3 点である。3 点における横変形量を平均化することで、扇形領域 S における平均的な横変形量を算出でき、単点測定に比べて測定ばらつきを低減できる。なお、図示の扇形領域 S の設定の仕方や測定点の配置および数は一例であり、これらは任意に変更し得る。

【0039】

制御装置 40 は、CPU、メモリ、記憶装置、および入出力装置を備えた周知のコンピュータと、コンピュータに実装されたソフトウェアとにより構成されている。制御装置 40 は、タイヤ評価装置 1 の動作を統括的に制御するものである。

【0040】

図 4 に示すように、制御装置 40 は、データ受信部 41 と、スリップ角制御部 42 と、DIC 演算部 43 と、横剛性算出部 44 と、第 1 の評価値算出部 45 と、第 2 の評価値算出部 46 とを備える。

【0041】

データ受信部 41 は、2 台のカメラ 30, 31 からのデジタル画像と、軸力センサ 23 からの横力と、スリップ角調整機構 22 からのスリップ角とを受信する。

【0042】

スリップ角制御部 42 は、図 5 に示すように、スリップ角 SA の入力制御として、例えば 0.25 秒間で 0 度から 1.0 度（目標角度）のスリップ角 SA を線形的に付与する。その後、少なくとも 1.0 秒間は 1.0 度のスリップ角 SA を維持する。ただし、これは、スリップ角 SA の入力制御の一例であり、スリップ角 SA の入力は図 5 に示すものに限定されない。例えば、スリップ角 SA を 1.0 度（目標角度）にて維持する時間を増やし

10

20

30

40

50

てもよい。スリップ角  $S A$  を  $1.0$  度（目標角度）にて維持する時間は、試験条件に応じて、特に走行速度に応じて変更することが好ましく、最大で  $5$  秒間程度であってもよい。また、スリップ角  $S A$  の目標角度も  $1.0$  度に限定されず、任意の角度を設定してもよい。例えば、車両のレーンチェンジの走行条件を模擬する際には、スリップ角  $S A$  の目標角度を  $3.0$  度に設定し得る。

#### 【0043】

D I C 演算部 4 3 は、データ受信部 4 1 にて受信したデジタル画像に D I C 法を適用し、横変形量  $y$  を算出する。D I C 法自体は公知の手法であり、ここでの詳細な説明は省略する。

#### 【0044】

横剛性算出部 4 4 は、D I C 演算部 4 3 にて算出された横変形量  $y$  と、データ受信部 4 1 にて受信した横力  $F y$  とに基づいて、横剛性  $K y$  を算出する。具体的には、横剛性算出部 4 4 は、時系列データである横力  $F y$  を対応する時系列の横変形量  $y$  で除算した値として横剛性  $K y$  を算出する（ $K y = F y / y$ ）。即ち、得られる横剛性  $K y$  も時系列データである。

#### 【0045】

第 1 の評価値算出部 4 5 は、所定範囲における横剛性  $K y$  の最大値（ピーク値）を第 1 の評価値として算出する。第 1 の評価値が大きいほど、官能の剛性感が高く、良好なタイヤであると判断できる。

#### 【0046】

図 6 は、タイヤ 1 0 0 の旋回外側の横剛性  $K y$  とスリップ角  $S A$  との関係を示すグラフである。図 7 は、タイヤの旋回内側の横剛性  $K y$  とスリップ角  $S A$  との関係を示すグラフである。両グラフともに、横軸がスリップ角  $S A$  を表し、縦軸が横剛性  $K y$  を表している。図 6 および図 7 では、2 種類のタイヤ A およびタイヤ B について、横剛性  $K y$  とスリップ角  $S A$  との関係が示されている。

#### 【0047】

図 6 および図 7 に示すように、横剛性  $K y$  はスリップ角  $S A$  の入力直後にピーク値をとる傾向にある。通常、この傾向は、タイヤ 1 0 0 の種類やスリップ角  $S A$  の入力の仕方によっても概ね変わらないものである。即ち、スリップ角  $S A$  の目標角度を  $1.0$  度から  $3.0$  度に変更した場合であっても、横剛性  $K y$  の最大値（ピーク値）をとるスリップ角  $S A$  の範囲は実質的に変わらない。従って、本実施形態では、スリップ角  $S A$  の入力直後の範囲、即ちスリップ角  $S A$  が  $0$  度以上かつ  $0.5$  度以下の範囲を上記所定範囲とし、この範囲における横剛性  $K y$  の最大値を算出する。図 5 に示すように、時間の観点では、この最大値は、スリップ角  $S A$  の入力開始から  $0.125$  秒間の横剛性  $K y$  の最大値に対応する。なお、横剛性  $K y$  の最大値を検出する所定範囲は、スリップ角  $S A$  の  $0$  度以上かつ  $0.5$  度以下の範囲に限らず、他の範囲を設定してもよい。好ましくは、スリップ角  $S A$  が  $0.1$  度未満では、測定値が安定しないため、 $0.1$  度以上かつ  $0.5$  度以下の範囲で最大値を検出する。

#### 【0048】

図 6 に示すように、タイヤ 1 0 0 の旋回外側では、タイヤ A のピーク値  $K y 1$  と、タイヤ B のピーク値  $K y 2$  とを比較すると、ピーク値  $K y 1$  の方がピーク値  $K y 2$  よりも大きい。従って、タイヤ 1 0 0 の旋回外側では、タイヤ A の方が官能の剛性感が高く、良好なタイヤであると判断できる。

#### 【0049】

図 7 に示すように、タイヤ 1 0 0 の旋回内側では、タイヤ A のピーク値  $K y 3$  と、タイヤ B のピーク値  $K y 4$  とを比較すると、ピーク値  $K y 3$  の方がピーク値  $K y 4$  よりも大きい。従って、タイヤ 1 0 0 の旋回内側でも、タイヤ A の方が官能の剛性感が高く、良好なタイヤであると判断できる。

#### 【0050】

第 2 の評価値算出部 4 6 は、上記の横剛性  $K y$  のピーク値と、スリップ角  $S A$  の目標角

10

20

30

40

50

度での定常状態の横剛性  $K_y$  との差分を第 2 の評価値として算出する。本実施形態では、スリップ角  $S_A$  が  $0 \sim 0.5$  度の範囲における横剛性  $K_y$  の最大値  $K_{y1}$ ,  $K_{y2}$ ,  $K_{y3}$ ,  $K_{y4}$  と、スリップ角  $S_A$  が  $1.0$  度での定常状態における横剛性  $K_{y5}$ ,  $K_{y6}$ ,  $K_{y7}$ ,  $K_{y8}$  とのそれぞれの差分  $K_{y1}$ ,  $K_{y2}$ ,  $K_{y3}$ ,  $K_{y4}$  を第 2 の評価値として算出する。第 2 の評価値が大きいほど、官能の剛性感と定常状態の横剛性との間にずれが生じると判断できる。なお、本実施形態では、横剛性  $K_{y5}$ ,  $K_{y6}$  は一致し、横剛性  $K_{y7}$ ,  $K_{y8}$  も一致している。ただし、横剛性  $K_{y5}$ ,  $K_{y6}$  は必ずしも一致するものではなく、同様に横剛性  $K_{y7}$ ,  $K_{y8}$  も必ずしも一致するものではない。

#### 【0051】

図 6 に示すように、タイヤ 100 の外側では、タイヤ A の横剛性  $K_y$  のピーク値  $K_{y1}$  と、 $1.0$  度のスリップ角  $S_A$  での横剛性（定常状態での横剛性） $K_{y5}$  との差分が  $K_{y1}$  である。また、タイヤ B の横剛性  $K_y$  のピーク値  $K_{y2}$  と、 $1.0$  度のスリップ角  $S_A$  での横剛性（定常状態での横剛性） $K_{y6}$  との差分が  $K_{y2}$  である。差分  $K_{y1}$  と  $K_{y2}$  とを比較すると、差分  $K_{y1}$  の方が大きいため、タイヤ A の方が官能の剛性感と定常状態の横剛性との間におけるずれが大きいと判断できる。

10

#### 【0052】

図 7 に示すように、タイヤ 100 の内側では、タイヤ A の横剛性  $K_y$  のピーク値  $K_{y3}$  と、 $1.0$  度のスリップ角  $S_A$  での横剛性（定常状態での横剛性） $K_{y7}$  との差分が  $K_{y4}$  である。また、タイヤ B の横剛性  $K_y$  のピーク値  $K_{y4}$  と、 $1.0$  度のスリップ角  $S_A$  での横剛性（定常状態での横剛性） $K_{y8}$  との差分が  $K_{y3}$  である。差分  $K_{y3}$  と  $K_{y4}$  とを比較すると、差分  $K_{y3}$  の方が大きいため、タイヤ A の方が官能の剛性感と定常状態の横剛性との間におけるずれが大きいと判断できる。

20

#### 【0053】

（タイヤ評価方法）

以下、タイヤ評価装置 1 を使用したタイヤ評価方法について説明する。本実施形態のタイヤ評価方法は、準備工程と、横変形量測定工程と、横力測定工程と、横剛性算出工程と、第 1 の評価値算出工程と、第 2 の評価値算出工程と、比較工程とを含んでいる。以下、各工程を順に説明する。

#### 【0054】

準備工程では、タイヤ 100 を、タイヤ評価装置 1 の支持部 20 に取り付け、路面部 10 のベルト 13 上に載置する。タイヤ 100 をベルト 13 上に載置した状態で路面部 10 のベルト 13 を回転させることによって、タイヤ 100 をベルト上で転動させる。

30

#### 【0055】

横変形量測定工程では、タイヤ 100 を転動させている状態で、スリップ角調整機構 22 によって図 5 に示すようにスリップ角  $S_A$  をタイヤ 100 に付与するとともに、2 台のカメラ 30, 31 によって図 3 に示す測定箇所を含む範囲を撮影する。このとき、2 台のカメラ 30, 31 による撮影タイミングは同時である。また、この撮影タイミングをタイヤ 100 の回転周期と同期させている。これにより、タイヤ 100 の同位置を撮影できる。本実施形態では、このような測定をタイヤ 100 の 2 箇所以上にて行う。そして、このようにして得られたデジタル画像データに対し、DIC 演算部 43 で DIC 法を適用することによって横変形量  $y$  を算出する。特に、本実施形態では、図 3 に示す 3 点における横変形量  $y$  を測定し、これらを平均化することで、扇形領域  $S$  における平均的な横変形量  $y$  を算出する。

40

#### 【0056】

横力測定工程では、2 台のカメラ 30, 31 による撮影とともに、軸力センサ 23 によって横力  $F_y$  を測定する。軸力センサ 23 は軸部材 21 に取り付けられており、軸部材 21 にかかる軸力を各軸方向（ $Y$ ,  $Y$ ,  $Z$  軸方向）に分解して出力する。従って、任意のスリップ角  $S_A$  が付与された場合でも、常に横力  $F_y$  を出力するため、正確な横力  $F_y$  を測定できる。なお、横変形量測定工程と横力測定工程は、説明上 2 つの工程として分けて記載しているが、これらは同時に行われるものである。

50

## 【 0 0 5 7 】

横剛性算出工程では、横剛性算出部 4 4 によって、上記工程で得られた横変形量  $y$  と横力  $F_y$  に基づいて、横剛性  $K_y$  を算出する。具体的には、横力  $F_y$  を横変形量  $y$  で除算した値として横剛性  $K_y$  を算出する。

## 【 0 0 5 8 】

第 1 の評価値算出工程では、第 1 の評価値算出部 4 5 によって、上記工程で得られた横剛性  $K_y$  をスリップ角  $S A$  に対応させる。即ち、横剛性  $K_y$  の時系列データを、スリップ角  $S A$  を基準としたものに変換する。この変換は、スリップ角  $S A$  と時間との対応グラフ（図 5 参照）から容易に行われることができる。これにより、図 6 および図 7 のようなスリップ角  $S A$  に対応した横剛性  $K_y$  のグラフを得ることができる。そして、第 1 の評価値算出部 4 5 によって、当該グラフからスリップ角  $S A$  が  $0 \sim 0.5$  度での横剛性  $K_y$  の最大値を第 1 の評価値として算出する。第 1 の評価値が大きいほど、官能の剛性感が高く、良好なタイヤであると判断できる。

## 【 0 0 5 9 】

第 2 の評価値算出工程では、第 2 の評価値算出部 4 6 によって、 $0 \sim 0.5$  度のスリップ角  $S A$  での横剛性  $K_y$  の最大値  $K_{y1}, K_{y2}, K_{y3}, K_{y4}$  と、 $1.0$  度（目標角度）のスリップ角  $S A$  での横剛性  $K_{y5}, K_{y6}, K_{y7}, K_{y8}$  との差分  $K_{y1}, K_{y2}, K_{y3}, K_{y4}$  を第 2 の評価値として算出する。第 2 の評価値が大きいほど、官能の剛性感と定常状態の横剛性との間にずれが生じると判断できる。

## 【 0 0 6 0 】

比較工程では、タイヤ 1 0 0 の旋回内側と外側において、第 1 の評価値と、第 2 の評価値とを算出し、タイヤ 1 0 0 を評価する。これにより、第 1 の評価値と第 2 の評価値を指標として官能の剛性感を向上させるためにはタイヤ 1 0 0 の内側と外側のいずれの変形を改善することが好ましいかを判断できる。また、第 1 の評価値と第 2 の評価値を指標としてタイヤ 1 0 0 の全体の官能の剛性感を評価する際にもタイヤ 1 0 0 の内側と外側との測定結果を平均化することによって、特定位置ではなく平均化されたタイヤ 1 0 0 の全体の官能の剛性感を評価できる。

## 【 0 0 6 1 】

本実施形態のタイヤ評価方法によれば次のような利点がある。

## 【 0 0 6 2 】

( 1 ) 過渡的な横剛性  $K_y$  を測定してピーク値を算出しているため、動的に変化する横剛性  $K_y$  に基づいて官能の剛性感を評価している。通常、横剛性  $K_y$  は、スリップ角  $S A$  の入力直後にピーク値をとり、その後徐々に一定値に収束する。そのため、静的な評価では非転動状態において一定値の横剛性  $K_y$  による評価を行うのに対し、上記方法では、静的な評価では考慮されない横剛性  $K_y$  のピーク値を考慮することができる。従って、旋回運転時の動的な横剛性  $K_y$  の変化を捉え、特に運転手にとって認識され易いピーク値を評価指標（第 1 の評価値）とすることによって、官能の剛性感を評価できる。また、本実施形態で使用するタイヤ評価装置によって、タイヤ 1 0 0 を転動させるとともにスリップ角  $S A$  を付与した状態で横変形量  $y$  と横力  $F_y$  を測定するため、実車条件に近い条件で横剛性を算出できる。

## 【 0 0 6 3 】

( 2 ) スリップ角  $S A$  の入力直後の横剛性  $K_y$  の最大値（ピーク値）を検出し、第 1 の評価値とすることができる。また、多くのタイヤでは、スリップ角が  $0 \sim 0.5$  度の範囲で横剛性  $K_y$  がピーク値をとる。そのため、上記範囲で横剛性  $K_y$  の最大値を検出することで、ピーク値を検出できる。ただし、スリップ角  $S A$  が  $0.1$  度未満では、測定値が安定しないことがあるため、 $0.1 \sim 0.5$  度の範囲で最大値を検出することが好ましい。特に、官能の剛性感は、スリップ角  $S A$  の入力直後の横剛性  $K_y$  から大きく影響を受ける傾向にあることを本願発明者らは見出した。従って、スリップ角  $S A$  の変化によって動的に変化する横剛性  $K_y$  の全範囲での最大値ではなく、スリップ角  $S A$  の入力直後の横剛性のピーク値で評価することによって、官能の剛性感を一層確実に評価できる。

## 【 0 0 6 4 】

( 3 ) 静的な非転動状態における横剛性ではもとより、転動状態におけるスリップ角が一定値の定常状態での横剛性では評価しきれない官能の剛性感を評価できる。第 2 の評価値が大きいことは、過渡的な横剛性  $K_y$  の変化が大きいことを示す。即ち、スリップ角  $S_A$  が目標角度となり定常状態となったときの横剛性に比べ、スリップ角  $S_A$  が動的に変化しているときの横剛性  $K_y$  のピーク値が大きいことを示している。従って、第 2 の評価値が大きなタイヤ 100 には、第 1 の評価値を指標とした評価が必要であることがわかる。換言すれば、第 2 の評価値が小さなタイヤでは、定常状態の横剛性によって官能の剛性感を一定程度評価できることがわかる。

## 【 0 0 6 5 】

( 4 ) DIC 法によって横変形量  $y$  を確実に測定できる。特に、1 台のカメラではなく 2 台のカメラ 30, 31 で測定することによって横変形量  $y$  を確実に測定できる。また、撮影タイミングをタイヤ 100 の回転周期と同期させることでタイヤ 100 の同位置における横変形量  $y$  を精度よく測定できる。本実施形態では、この測定を 2 箇所以上で行っているため、タイヤ 100 の複数個所における変形を同時に評価できる。

## 【 0 0 6 6 】

以上より、本発明の具体的な実施形態について説明したが、本発明は上記形態に限定されるものではなく、この発明の範囲内で種々変更して実施することができる。

## 【 0 0 6 7 】

例えば、第 1 の評価値算出部 45 は、所定範囲のスリップ角における横剛性  $K_y$  の平均値を第 1 の評価値として算出してもよい。このとき、上記所定範囲のスリップ角は、0.1 度以上であり、かつ、横剛性が目標角度での定常状態値の  $\pm 5\%$  内に収束したときの角度以下である範囲の角度であることが好ましい。このように、過渡的な横剛性を測定して所定範囲での平均値を第 1 の評価値として算出しても、上記実施形態と同様に動的に変化する横剛性に基いて官能の剛性感を評価できる。特に、旋回運転時の動的な横剛性の一点ではなく変化全体を評価でき、特異なピーク値などによる影響を緩和して官能の剛性感を評価できる。また、スリップ角が 0 度付近の範囲は、横剛性の値がピークに向かって立ち上がる範囲である。そのため、当該範囲を除いて（即ち、上記所定範囲の下限を 0.1 度に規定して）平均値を算出することが好ましく、これにより安定して平均値を算出できる。さらに好ましくは、一層安定して平均値を算出するために、上記所定範囲のスリップ角の下限は、0.2 度とする。また、横剛性の変動が収束して定常状態となるまでの横剛性の平均値を第 1 の評価値として算出することで、安定して平均値を算出できる。特に、スリップ角が 0.9 度では概ね横剛性の変動が落ち着くことから、上記所定範囲の上限を 0.9 度にしてもよい。さらに言えば、変動が落ち着くスリップ角が実験的に予め判明していれば、判明したスリップ角を上記所定範囲の上限に設定してもよい。例えば、変動が落ち着くスリップ角が 0.5 度と判明していれば、上記所定範囲の上限を 0.5 度にしてもよい。このようにして、官能の剛性感を一層確実に安定して評価できる。

## 【 0 0 6 8 】

また、上記実施形態では、差分  $K_{y1}$ ,  $K_{y2}$ ,  $K_{y3}$ ,  $K_{y4}$  を第 2 の評価値として算出しているが、第 2 の評価値はこれに限定されない。例えば、横剛性  $K_y$  の最大値  $K_{y1}$ ,  $K_{y2}$ ,  $K_{y3}$ ,  $K_{y4}$  と、スリップ角  $S_A$  が 1.0 度での定常状態における横剛性  $K_{y5}$ ,  $K_{y6}$ ,  $K_{y7}$ ,  $K_{y8}$  とのそれぞれの比率  $K_{y1}/K_{y5}$ ,  $K_{y2}/K_{y6}$ ,  $K_{y3}/K_{y7}$ ,  $K_{y4}/K_{y8}$  を第 2 の評価値として算出してもよい。このようにしても上記実施形態と実質的に同じ評価が可能である。

## 【 0 0 6 9 】

また、タイヤ本体 110 の横変形量の測定点は、図 3 に示すものに限らず、図 8 に示すように、タイヤ 100 の回転軸 L の直下における複数点（図示の例では 3 点）であってもよい。本変形例によれば、タイヤ 100 の側面におけるビード部からトレッド部までの各高さにおける横剛性をそれぞれ算出できるため、これらの部分が官能の剛性感に与える影響をそれぞれ評価できる。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 0 】

また、タイヤ本体 1 1 0 の横変形量の測定は、カメラ 3 0 , 3 1 を使用したものに限定されず、レーザ変位計を使用してもよい。レーザ変位計を使用すると、D I C 法を使用することなく、カメラを使用する場合に比べて簡易的に横変形量を測定できる。

【 符号の説明 】

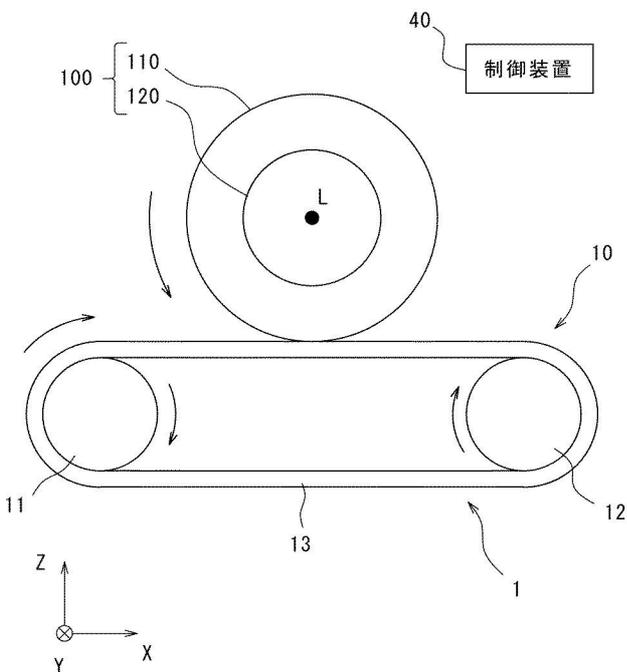
【 0 0 7 1 】

- 1 タイヤ評価装置
- 1 0 路面部
- 1 1 , 1 2 ローラ
- 1 3 ベルト
- 2 0 支持部
- 2 1 軸部材
- 2 2 スリップ角調整機構
- 2 3 軸力センサ
- 3 0 , 3 1 カメラ
- 4 0 制御装置
- 4 1 データ受信部
- 4 2 スリップ角制御部
- 4 3 D I C 演算部
- 4 4 横剛性算出部
- 4 5 第 1 の評価値算出部
- 4 6 第 2 の評価値算出部
- 1 0 0 タイヤ
- 1 1 0 タイヤ本体
- 1 2 0 ホイール

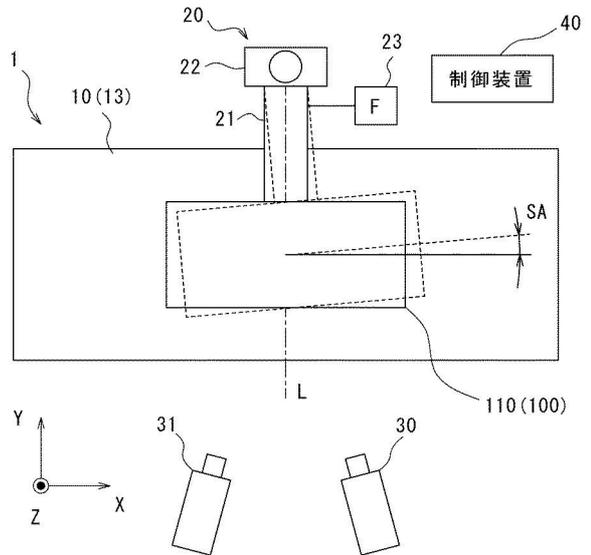
10

20

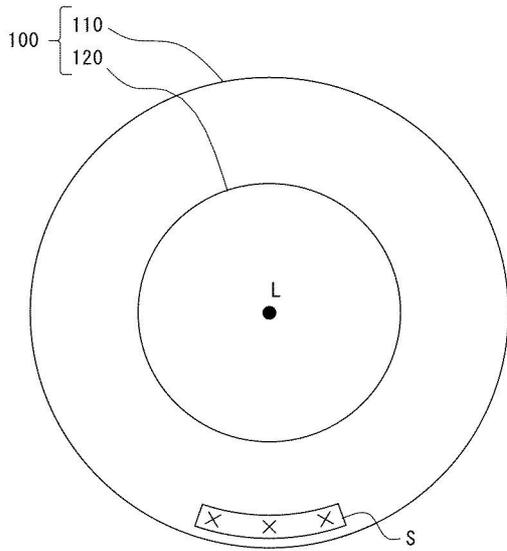
【 図 1 】



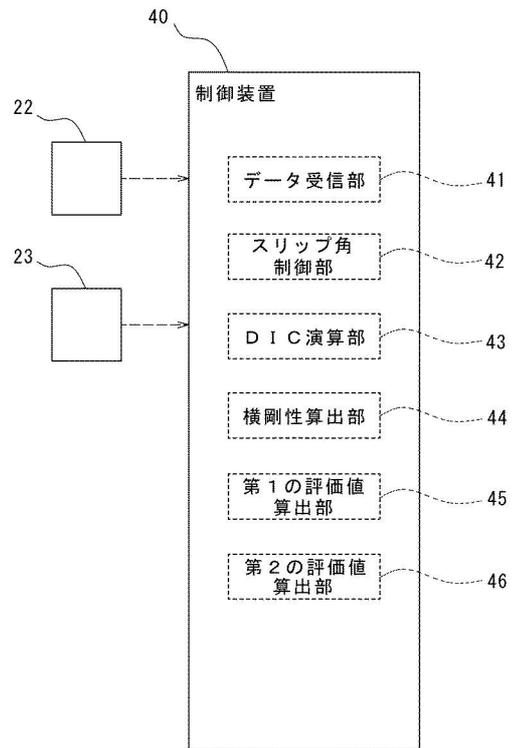
【 図 2 】



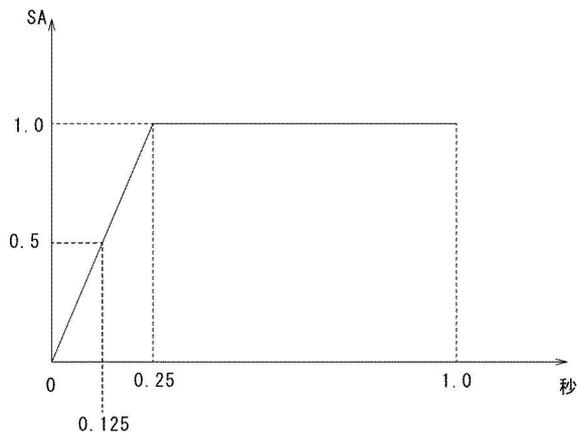
【図3】



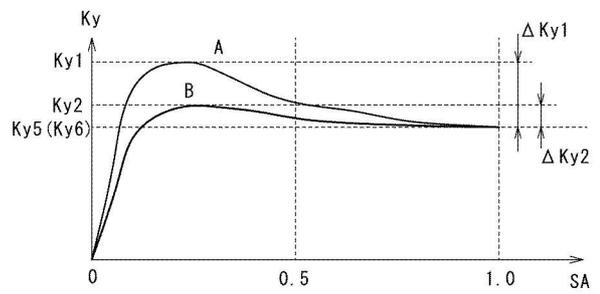
【図4】



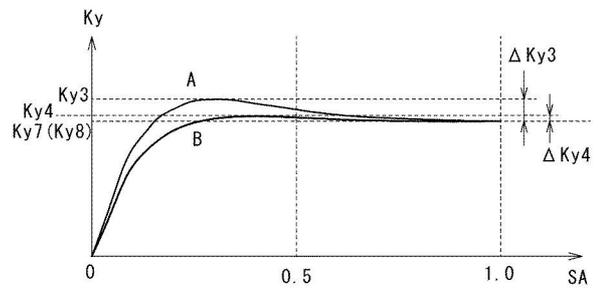
【図5】



【図6】



【図7】



【 図 8 】

