

(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
2011年3月3日(03.03.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/024877 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 3/56 (2006.01) B60C 19/00 (2006.01)
B60C 11/24 (2006.01) G01M 17/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/064423
- (22) 国際出願日: 2010年8月25日(25.08.2010)
- (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 2009-194161 2009年8月25日(25.08.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社ブリヂストン(BRIDGESTONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1048340 東京都中央区京橋一丁目10番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 倉本 祐輔 (KURAMOTO, Yusuke) [JP/JP]; 〒1048340 東京都中央区京橋一丁目10番1号 株式会社ブリヂストン内 Tokyo (JP). 柴田 智史 (SHIBATA, Tomonori) [JP/JP]; 〒1048340 東京都中央区京橋一

丁目10番1号 株式会社ブリヂストン内 Tokyo (JP).

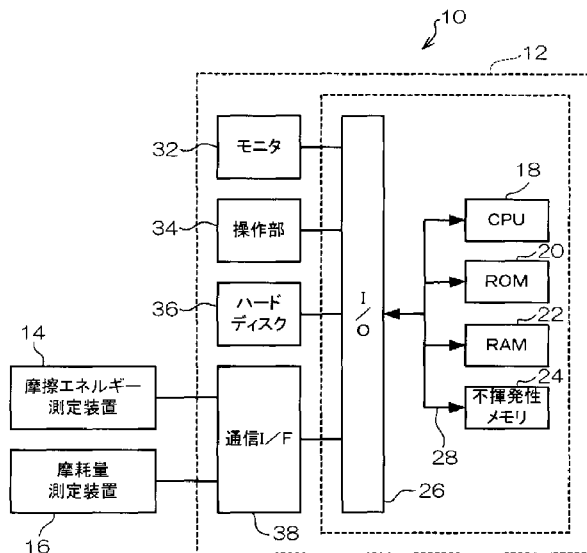
- (74) 代理人: 中島 淳, 外(NAKAJIMA, Jun et al.); 〒1600022 東京都新宿区新宿4丁目3番17号 HK新宿ビル7階 太陽国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

[続葉有]

(54) Title: TIRE RUBBER INDEX CALCULATING METHOD, DEVICE, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: タイヤのゴムインデックス算出方法、装置、及びプログラム

[図1]



(57) Abstract: Provided is a rubber index calculating device which calculates a tire rubber index with high accuracy. The rubber index calculating device (12) is such that a frictional energy measuring device (14) is made to measure tire frictional energy supplied to a tire under a plurality of tire input conditions, on the basis of the shear forces and slip amounts of the contact surface of the tire, that the frictional energy measuring device (14) is made to measure the frictional energy of a sample made of the same material as that of the tire, under sample input conditions which are set on the basis of the tire frictional energy measured under the aforementioned plurality of tire input conditions, that the measurement conditions for the sample wear amount are set on the basis of the tire frictional energy measured under the plurality of tire input conditions and on the basis of the sample frictional energy measured under the plurality of tire input conditions, that a wear amount measuring device (16) is made to measure the wear amount of the sample under the set measuring conditions, and that the tire rubber index is calculated on the basis of the sample frictional energy and wear amount which are measured.

(57) 要約:

[続葉有]

- 14 FRICTIONAL ENERGY MEASURING DEVICE
- 16 WEAR AMOUNT MEASURING DEVICE
- 24 NONVOLATILE MEMORY
- 32 MONITOR
- 34 OPERATION UNIT
- 36 HARD DISK
- 38 COMMUNICATION I/F

WO 2011/024877 A1



(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

タイヤのゴムインデックスを精度良く算出する。ゴムインデックス算出装置(12)は、タイヤに与える複数のタイヤ入力条件におけるタイヤの摩擦エネルギーを、タイヤ接地面のせん断力及び滑り量に基づいて測定する摩擦エネルギー測定装置(14)に測定させ、前記タイヤと同一材料のサンプルの摩擦エネルギーを、測定された各タイヤ入力条件におけるタイヤの摩擦エネルギーに基づいて設定されたサンプル入力条件で摩擦エネルギー測定装置(14)により測定させ、測定された各タイヤ入力条件におけるタイヤの摩擦エネルギーと、測定された各タイヤ入力条件におけるサンプルの摩擦エネルギーと、に基づいて、サンプルの摩耗量を測定するための測定条件を設定し、設定された測定条件でサンプルの摩耗量を摩耗量測定装置(16)に測定させ、測定されたサンプルの摩擦エネルギーと摩耗量とに基づいて、タイヤのゴムインデックスを算出する。

明 細 書

発明の名称：

タイヤのゴムインデックス算出方法、装置、及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、タイヤのゴムインデックス算出方法、装置、及びプログラムに係り、特に、自動車等に使用される空気入りタイヤなどのタイヤのゴムインデックスを算出するゴムインデックス算出方法、装置、及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 従来、自動車等に使用される空気入りタイヤなどのタイヤの摩耗を予測する方法として、例えば特許文献1には、タイヤの摩耗量と摩擦エネルギーとを測定し、これらに基づいて定められるゴムインデックスによりタイヤの摩耗を予測する技術が開示されている。

[0003] また、摩擦エネルギーを測定する装置として、例えば特許文献1及び特許文献2には、タイヤにマーキングを付してタイヤ接地面をカメラにより撮影し、その画像に基づいてタイヤ接地面のせん断力及び滑り量を測定して摩擦エネルギーを測定するタイヤ接地面の接地部測定装置が開示されている。

[0004] また、特許文献1及び特許文献3には、タイヤのトレッド部に使用されるゴムのサンプル（試験片）の摩耗を所謂ランボーン試験により測定するランボーン試験装置が開示されている。

[0005] また、特許文献4には、ドラム摩耗試験によりタイヤの摩耗量を測定する装置が開示されている。

特許文献1：特許第3277155号公報

特許文献2：特許第3406643号公報

特許文献3：特開2006-242697号公報

特許文献4：特開2003-50190号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0006] タイヤの摩耗を予測するには、タイヤの摩耗量と摩擦エネルギーとから求まるゴムインデックスを精度良く求めることが重要となるが、ランボーン試験は、タイヤのサンプルを砥石ドラムに押し付けて回転させることによりサンプルの摩耗量を測定するものであり、摩擦エネルギーを測定することはできない。このため、摩擦エネルギーを算出する場合、サンプルに加えられる軸力と滑り量とに基づいて、平均化された摩擦エネルギーとして算出していた。この場合の軸力は、図7、8に示すように、接地前方端の力（ドライビング力）の総和と接地後方端の力（ブレーキング力）の総和との和によって求められるが、ドライビング力の発生する方向とブレーキング力の発生する方向とは逆向きとなるため、ドライビング力の総和の絶対値とブレーキング力の総和の絶対値とが同一の場合、ドライビング力の総和とブレーキング力の総和との和が零となり、軸力が零になってしまう場合がある。これにより、摩擦エネルギーが零になってしまう場合がある。
- [0007] しかしながら、実際には、図9に示すように、タイヤの接地後方端近傍にタイヤが摩耗する領域が存在し、特に摩擦エネルギーが低い領域では、軸力に基づいて摩擦エネルギーを算出したのでは平均化された摩擦エネルギーが算出されてしまうため、精度良く摩擦エネルギーを求めることができない。従って、軸力に基づいて摩擦エネルギーを求めるのではなく、せん断力に基づいて摩擦エネルギーを求める必要がある。
- [0008] せん断力に基づいて摩擦エネルギーを測定する装置は、前述したように特許文献1及び特許文献2に記載されており、この装置を用いて摩擦エネルギーを測定し、特許文献4に記載されたようなドラム摩耗試験装置を用いてタイヤの摩耗量を測定してゴムインデックスを算出する方法も考えられるが、これらの装置は、サンプルではなく実際のタイヤのタイヤ接地面のせん断力及び滑り量を測定して摩擦エネルギーを測定したり、摩耗量を測定したりするものである。このため、測定精度は優れるものの、測定の準備や実際の測定に長時間を要すると共にコストが高くなる、という問題があった。この問

題を解決するため、ミニチュアサイズのタイヤを作製して測定する方法も考えられるが、ミニチュアサイズのタイヤを製造するのも高い製造精度が要求されるため、現実的ではない。

[0009] 本発明は、上記事実を考慮して、自動車等に使用される空気入りタイヤなどのタイヤのゴムインデックスを精度良く算出することができるタイヤのゴムインデックス算出方法、装置、及びプログラムを得ることが目的である。

課題を解決するための手段

[0010] 上記目的を達成するために、請求項1に係るタイヤのゴムインデックス算出方法は、タイヤに与える複数のタイヤ入力条件におけるタイヤのタイヤ摩擦エネルギーを、タイヤ接地面のせん断力及び滑り量に基づいて測定する摩擦エネルギー測定装置に測定させるタイヤ摩擦エネルギー測定ステップと、前記タイヤと同一材料のサンプルのサンプル摩擦エネルギーを、測定された各タイヤ入力条件におけるタイヤ摩擦エネルギーに基づいて設定されたサンプル入力条件で求め、測定された各タイヤ入力条件におけるタイヤ摩擦エネルギーと、各サンプル入力条件で求めたサンプル摩擦エネルギーと、に基づいて、前記サンプルのサンプル摩耗量を測定するための測定条件を設定する設定ステップと、設定された測定条件で前記サンプルのサンプル摩耗量を摩耗量測定装置に測定させるサンプル摩耗量測定ステップと、測定された前記サンプル摩擦エネルギーと前記サンプル摩耗量とに基づいて、前記タイヤのゴムインデックスを算出するゴムインデックス算出ステップと、を含むことを特徴とする。

[0011] この発明によれば、サンプルの摩擦エネルギーをタイヤ接地面のせん断力及び滑り量に基づいて測定する摩擦エネルギー測定装置により測定し、測定したサンプルの摩擦エネルギーとタイヤの摩擦エネルギーとに基づいて設定された測定条件でサンプルの摩耗量を測定してゴムインデックスを算出する。このため、従来のように軸力に基づいて平均化された摩擦エネルギーを算出する場合と比較して、精度良く摩擦エネルギーを測定することができ、ゴムインデックスを精度良く算出することができる。

[0012] なお、請求項 2 に記載したように、前記設定ステップは、前記タイヤ入力条件と前記タイヤ摩擦エネルギーとの対応関係を示す摩擦エネルギー関数を前記タイヤ入力条件の種類毎に算出するステップと、前記タイヤを用いた実車走行において測定したタイヤ入力と当該タイヤ入力の頻度との関係を示す頻度データと、前記タイヤ入力条件の種類毎の摩擦エネルギー関数と、に基づいて、前記タイヤ摩擦エネルギーの期待値を算出するステップと、前記サンプルのサンプル摩擦エネルギーを前記摩擦エネルギー測定装置により測定させるための前記サンプルに与えるサンプル入力条件を設定するサンプル入力条件設定ステップと、設定されたサンプル入力条件で前記サンプルのサンプル摩擦エネルギーを測定し、測定された前記サンプル摩擦エネルギーが、前記タイヤ摩擦エネルギーの期待値と一致するまで、前記サンプル入力条件を変更しながら前記サンプル摩擦エネルギーを測定させるサンプル摩擦エネルギー測定ステップと、前記測定された前記サンプル摩擦エネルギーが、前記タイヤ摩擦エネルギーの期待値と一致するサンプル入力条件を、前記サンプル摩擦量を測定するための測定条件として設定するサンプル摩擦量測定条件設定ステップと、を含み、前記サンプル摩擦量測定ステップは、前記サンプル摩擦量測定条件設定ステップで設定された測定条件で前記サンプルのサンプル摩擦量を測定するようにしてもよい。

[0013] また、請求項 3 に記載したように、前記設定ステップは、前記複数のタイヤ入力条件の各々について、前記サンプルのサンプル摩擦エネルギーを前記摩擦エネルギー測定装置により測定させるための前記サンプルに与えるサンプル入力条件を設定するサンプル入力条件設定ステップと、設定されたサンプル入力条件で前記サンプルのサンプル摩擦エネルギーを測定し、測定された前記サンプル摩擦エネルギーが、対応する前記タイヤ入力条件で測定された前記タイヤ摩擦エネルギーと一致するまで、前記サンプル入力条件を変更しながら前記サンプル摩擦エネルギーを測定させるサンプル摩擦エネルギー測定ステップと、前記測定された前記サンプル摩擦エネルギーが、対応する前記タイヤ入力条件で測定された前記タイヤ摩擦エネルギーと一致するサン

プル入力条件を、前記サンプル摩耗量を測定するための測定条件として設定するサンプル摩耗量測定条件設定ステップと、を含み、前記サンプル摩耗量測定ステップは、前記複数のタイヤ入力条件の各々について、前記サンプル摩耗量測定条件設定ステップで設定された測定条件で前記サンプルのサンプル摩耗量を測定し、前記ゴムインデックス算出ステップは、前記複数のタイヤ入力条件の各々について、前記摩擦エネルギーと前記サンプル摩耗量とに基づいてゴムインデックスを算出するステップと、前記複数のタイヤ入力条件の各々について算出したゴムインデックスに基づいて、前記タイヤ入力条件と前記タイヤのゴムインデックスとの対応関係を示すゴムインデックス関数を前記タイヤ入力条件の種類毎に算出するステップと、前記タイヤを用いた実車走行において測定したタイヤ入力と当該タイヤ入力の頻度との関係を示す頻度データと、前記タイヤ入力条件の種類毎のゴムインデックス関数と、に基づいて、前記ゴムインデックスの期待値を算出するステップと、を含むようにしてもよい。

[0014] また、請求項4に記載したように、前記設定ステップは、前記タイヤ入力条件と前記タイヤ摩擦エネルギーとの対応関係を示す摩擦エネルギー関数を前記タイヤ入力条件の種類毎に算出するステップと、前記タイヤを用いた実車走行において測定したタイヤ入力と当該タイヤ入力の頻度との関係を示す頻度データと、前記タイヤ入力条件の種類毎の摩擦エネルギー関数と、に基づいて、前記タイヤ摩擦エネルギーの期待値を算出するステップと、前記サンプルのサンプル摩擦エネルギーを前記サンプルのサンプルモデルに基づいて演算するための前記サンプルに与えるサンプル入力条件を設定するサンプル入力条件設定ステップと、設定されたサンプル入力条件で前記サンプルのサンプル摩擦エネルギーを演算し、演算された前記サンプル摩擦エネルギーが、前記タイヤ摩擦エネルギーの期待値と一致するまで、前記サンプル入力条件を変更しながら前記サンプル摩擦エネルギーを演算させるサンプル摩擦エネルギー演算ステップと、前記演算された前記サンプル摩擦エネルギーが、前記タイヤ摩擦エネルギーの期待値と一致するサンプル入力条件を、前記

サンプル摩耗量を測定するための測定条件として設定するサンプル摩耗量測定条件設定ステップと、を含み、前記サンプル摩耗量測定ステップは、前記サンプル摩耗量測定条件設定ステップで設定された測定条件で前記サンプルのサンプル摩耗量を測定するようにしてもよい。

- [0015] また、請求項5に記載したように、前記設定ステップは、前記複数のタイヤ入力条件の各々について、前記サンプルのサンプル摩擦エネルギーを前記サンプルのサンプルモデルに基づいて演算するための前記サンプルに与えるサンプル入力条件を設定するサンプル入力条件設定ステップと、設定されたサンプル入力条件で前記サンプルのサンプル摩擦エネルギーを演算し、演算された前記サンプル摩擦エネルギーが、対応する前記タイヤ入力条件で測定された前記タイヤ摩擦エネルギーと一致するまで、前記サンプル入力条件を変更しながら前記サンプル摩擦エネルギーを演算させるサンプル摩擦エネルギー演算ステップと、前記演算された前記サンプル摩擦エネルギーが、対応する前記タイヤ入力条件で測定された前記タイヤ摩擦エネルギーと一致するサンプル入力条件を、前記サンプル摩耗量を測定するための測定条件として設定するサンプル摩耗量測定条件設定ステップと、を含み、前記サンプル摩耗量測定ステップは、前記複数のタイヤ入力条件の各々について、前記サンプル摩耗量測定条件設定ステップで設定された測定条件で前記サンプルのサンプル摩耗量を測定し、前記ゴムインデックス算出ステップは、前記複数のタイヤ入力条件の各々について、前記摩擦エネルギーと前記サンプル摩耗量とに基づいてゴムインデックスを算出するステップと、前記複数のタイヤ入力条件の各々について算出したゴムインデックスに基づいて、前記タイヤ入力条件と前記タイヤのゴムインデックスとの対応関係を示すゴムインデックス関数を前記タイヤ入力条件の種類毎に算出するステップと、前記タイヤを用いた実車走行において測定したタイヤ入力と当該タイヤ入力の頻度との関係を示す頻度データと、前記タイヤ入力条件の種類毎のゴムインデックス関数と、に基づいて、前記ゴムインデックスの期待値を算出するステップと、を含むようにしてもよい。

[0016] なお、前記タイヤのゴムインデックス算出方法は、次の装置によって容易に実現することができる。詳細には、請求項6記載のタイヤのゴムインデックス算出装置は、タイヤに与える複数のタイヤ入力条件におけるタイヤのタイヤ摩擦エネルギーを、タイヤ接地面のせん断力及び滑り量に基づいて測定する摩擦エネルギー測定装置に測定させるタイヤ摩擦エネルギー測定手段と、前記タイヤと同一材料のサンプルのサンプル摩擦エネルギーを、測定された各タイヤ入力条件におけるタイヤ摩擦エネルギーに基づいて設定されたサンプル入力条件で求め、測定された各タイヤ入力条件におけるタイヤ摩擦エネルギーと、各サンプル入力条件で求めたサンプル摩擦エネルギーと、に基づいて、前記サンプルのサンプル摩耗量を測定するための測定条件を設定する設定手段と、設定された測定条件で前記サンプルのサンプル摩耗量を摩耗量測定装置に測定させるサンプル摩耗量測定手段と、測定された前記サンプル摩擦エネルギーと前記サンプル摩耗量とに基づいて、前記タイヤのゴムインデックスを算出するゴムインデックス算出手段と、を備える。

[0017] また、コンピュータによってタイヤのゴムインデックスを算出する場合、請求項7に記載したように、タイヤに与える複数のタイヤ入力条件におけるタイヤのタイヤ摩擦エネルギーを、タイヤ接地面のせん断力及び滑り量に基づいて測定する摩擦エネルギー測定装置に測定させるタイヤ摩擦エネルギー測定ステップと、前記タイヤと同一材料のサンプルのサンプル摩擦エネルギーを、測定された各タイヤ入力条件におけるタイヤ摩擦エネルギーに基づいて設定されたサンプル入力条件で求め、測定された各タイヤ入力条件におけるタイヤ摩擦エネルギーと、各サンプル入力条件で求めたサンプル摩擦エネルギーと、に基づいて、前記サンプルのサンプル摩耗量を測定するための測定条件を設定する設定ステップと、設定された測定条件で前記サンプルのサンプル摩耗量を摩耗量測定装置に測定させるサンプル摩耗量測定ステップと、測定された前記サンプル摩擦エネルギーと前記サンプル摩耗量とに基づいて、前記タイヤのゴムインデックスを算出するゴムインデックス算出ステップと、の各ステップを含むタイヤのゴムインデックス算出プログラムをコン

コンピュータに実行させるようにすればよい。

発明の効果

- [0018] 以上説明したように本発明によれば、自動車等に使用される空気入りタイヤなどのタイヤのゴムインデックスを精度良く算出することができる、という効果がある。

図面の簡単な説明

- [0019] [図1] ゴムインデックス算出システムの概略構成図である。
- [図2] (A) はサンプルの一例を示す斜視図、(B) はサンプルのせん断力の特性を示す線図である。
- [図3] 第1実施形態に係るゴムインデックス算出装置で実行されるゴムインデックス算出処理の流れを示すフローチャートである。
- [図4] 第2実施形態に係るゴムインデックス算出装置で実行されるゴムインデックス算出処理の流れを示すフローチャートである。
- [図5] 第3実施形態に係るゴムインデックス算出装置で実行されるゴムインデックス算出処理の流れを示すフローチャートである。
- [図6] 第4実施形態に係るゴムインデックス算出装置で実行されるゴムインデックス算出処理の流れを示すフローチャートである。
- [図7] タイヤの接地前方端から接地後方端までに入力されるドライビング力とブレーキング力との関係を示す図である。
- [図8] タイヤの軸力について説明するためのイメージ図である。
- [図9] タイヤの接地前方端から接地後方端までの間でタイヤが摩耗する領域について説明するための図である。
- [図10] 第1実施形態で説明したシミュレーションの結果及び従来のシミュレーションの結果から求めたタイヤの摩耗に関する評価値である室内摩耗評価 *I n d e x* と、実車で走行して測定したタイヤの摩耗量等から求めたタイヤの摩耗に関する評価値である実車摩耗試験 *I n d e x* と、の関係を示すグラフである。
- [図11] 第2実施形態で説明したシミュレーションの結果及び従来のシミュレ

ーションの結果から求めたタイヤの摩耗に関する評価値である室内摩耗評価 I n d e x と、実車で走行して測定したタイヤの摩耗量等から求めたタイヤの摩耗に関する評価値である実車摩耗試験 I n d e x と、の関係を示すグラフである。

[図12]第3実施形態で説明したシミュレーションの結果及び従来のシミュレーションの結果から求めたタイヤの摩耗に関する評価値である室内摩耗評価 I n d e x と、実車で走行して測定したタイヤの摩耗量等から求めたタイヤの摩耗に関する評価値である実車摩耗試験 I n d e x と、の関係を示すグラフである。

[図13]第4実施形態で説明したシミュレーションの結果及び従来のシミュレーションの結果から求めたタイヤの摩耗に関する評価値である室内摩耗評価 I n d e x と、実車で走行して測定したタイヤの摩耗量等から求めたタイヤの摩耗に関する評価値である実車摩耗試験 I n d e x と、の関係を示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

[0020] (第1実施形態)

図1には、本実施形態に係るタイヤのゴムインデックス算出システム10を示した。同図に示すように、タイヤのゴムインデックス算出システム10は、タイヤのゴムインデックス算出装置12、摩擦エネルギー測定装置14、及び摩耗量測定装置16を含んで構成されている。

[0021] タイヤのゴムインデックス算出装置12は、図1に示すように、CPU (Central Processing Unit) 18、ROM (Read Only Memory) 20、RAM (Random Access Memory) 22、不揮発性メモリ24、及び入出力インターフェース (I/O) 26がバス28を介して各々接続されたコンピュータ30を含んで構成されている。

[0022] I/O 26には、液晶ディスプレイ等で構成されたモニタ32、キーボードやマウス等で構成された操作部34、ハードディスク36、及び通信イン

ターフェース（I/F）38が接続されている。通信I/F38には、摩擦エネルギー測定装置14及び摩耗量測定装置16が接続されている。

[0023] 摩擦エネルギー測定装置14は、例えばゴムインデックスの算出対象のタイヤのトレッド部と同一材料で例えば円板状のサンプルの接地面の摩擦エネルギーを測定する。このような装置としては、例えば前述した特許文献1及び特許文献2に記載されたタイヤ接地面の接地部測定装置を用いることができる。なお、本実施形態では、タイヤそのものではなく、タイヤよりもサイズが大幅に小さいサンプルの接地面の摩擦エネルギーを測定するため、サンプルの接地面を撮影するカメラの解像度や撮影のサンプリングレートを、タイヤ接地面の摩擦エネルギーを測定する場合よりも高くすることが好ましい。

[0024] なお、サンプルとしては、例えば図2（A）に示すようなサンプル40が用いられる。この場合、幅Wが5mm以上、直径2Rが80mm未満、厚み（サンプル40の外径－内径）Dが5mm以上であることが好ましい。また、同図（B）に示すように、せん断力の傾きKが負となるようなサンプルを用いることが好ましい。

[0025] 摩耗量測定装置16は、ゴムインデックス算出対象のタイヤの摩耗量を測定する。このような装置としては、特許文献1及び特許文献3に記載されたような所謂ランボーン試験によりタイヤの摩耗量を測定する摩耗試験装置を用いることができる。

[0026] 次に、タイヤのゴムインデックス算出装置12のCPU18で実行される処理について、図3に示すフローチャートを参照して説明する。なお、図3に示す処理ルーチンのプログラムは、例えばハードディスク36に予め格納されており、CPU18がハードディスク36からプログラムを読み出すことにより実行される。

[0027] まず、図3に示すステップ100では、ゴムインデックス算出対象のタイヤの摩擦エネルギーを、複数のタイヤ入力条件で測定するように、ゴムインデックス算出対象のタイヤがセットされた摩擦エネルギー測定装置14に指

示する。タイヤ入力の種類には、例えばタイヤに作用する駆動力（前後力）や横力（左右力）、制動力等があるので、例えばこれらのタイヤ入力の種類各々について複数のタイヤ入力条件を設定する。以下では、説明を簡単にするために、タイヤ入力条件として駆動力及び横力が設定された場合について説明する。

[0028] 摩擦エネルギー測定装置 14 は、ゴムインデックス算出装置 12 から測定を指示されると、指示された複数のタイヤ入力条件の各々について、タイヤの摩擦エネルギーを測定する。これにより、例えば複数の異なる駆動力をタイヤに付与したときの各摩擦エネルギー、複数の異なる横力をタイヤに付与したときの各摩擦エネルギーがそれぞれ摩擦エネルギー測定装置 14 によって測定される。測定された各摩擦エネルギーは、ゴムインデックス算出装置 12 に出力される。

[0029] ステップ 102 では、タイヤ入力と摩擦エネルギーとの対応関係を示す摩擦エネルギー関数をタイヤ入力条件の種類毎に算出する。すなわち、異なる複数の駆動力をタイヤに付与して測定した摩擦エネルギーに基づいて、駆動力と摩擦エネルギーとの対応関係を示す摩擦エネルギー関数 f_1 を算出する。この摩擦エネルギー関数の算出は、例えば最小自乗法等を用いて求めることができる。同様にして、横力と摩擦エネルギーとの対応関係を示す摩擦エネルギー関数 f_2 を算出する。

[0030] ステップ 104 では、ゴムインデックス算出対象のタイヤを装着した車両で実際に所定の走行コースを走行したときに測定したタイヤ入力とその頻度との関係を示す頻度データと、ステップ 102 で求めた摩擦エネルギー関数と、に基づいて、タイヤ入力の種類毎の摩擦エネルギーの期待値を算出する。

[0031] 頻度データは、例えば以下のようにして得られる。まず、タイヤに入力される駆動力及び横力を測定するセンサを車両に取り付けて上記走行コースを走行し、走行中の駆動力及び横力を測定する。そして、測定された駆動力及び横力のデータに基づいて、各入力の頻度を求める。これにより、実車にお

いて測定した駆動力及び横力と、これらの頻度（％）と、の関係を示す頻度データが得られる。得られた頻度データは、例えば予めハードディスク36に格納しておく。

[0032] そして、頻度データのうちタイヤの摩擦エネルギーを測定したときの各駆動力のデータに対応する摩擦エネルギーを摩擦エネルギー関数 f_1 により各々算出し、算出した各摩擦エネルギーに、対応する頻度を各々乗算して、これらを全て加算する。これにより、駆動力の摩擦エネルギーの期待値 E_{wd} が算出される。例えば、測定された駆動力の摩擦エネルギーの種類を E_{wd_1} 、 E_{wd_2} 、 \dots 、 E_{wd_n} (n は駆動力の摩擦エネルギーの種類の数) とし、その頻度を h_1 、 h_2 、 \dots 、 h_n (n は駆動力の摩擦エネルギーの種類の数) とした場合、駆動力の摩擦エネルギー関数の期待値 E_{wd} は、次式により算出される。

$$E_{wd} = E_{wd_1} \times h_1 + E_{wd_2} \times h_2 + \dots + E_{wd_n} \times h_n \quad \dots (1)$$

横力についても同様にして、摩擦エネルギー E_{wc} を求める。すなわち、測定された横力の摩擦エネルギーの種類を E_{wc_1} 、 E_{wc_2} 、 \dots 、 E_{wc_n} (n は横力の摩擦エネルギーの種類の数) とし、その頻度を h_1 、 h_2 、 \dots 、 h_n (n は横力の摩擦エネルギーの種類の数) とした場合、横力の摩擦エネルギー関数の期待値 E_{wc} は、次式により算出される。

$$E_{wc} = E_{wc_1} \times h_1 + E_{wc_2} \times h_2 + \dots + E_{wc_n} \times h_n \quad \dots (2)$$

ステップ106では、ステップ104で求めた駆動力の摩擦エネルギーの期待値 E_{wd} と横力の摩擦エネルギーの期待値 E_{wc} とを加算することにより、トータルの摩擦エネルギーの期待値 E_w を算出する。

[0033] ステップ108では、ステップ106で求めた摩擦エネルギーの期待値 E_w に基づいて、ゴムインデックス算出対象のタイヤのトレッド部と同一材料の円板状のサンプルの摩擦エネルギーを測定するための測定条件を定める。最初にこのステップを実行した場合には、ステップ106で求めた駆動力の

摩擦エネルギーの期待値 $E_w d$ に対応する駆動力及び横力の摩擦エネルギー $E_w c$ の期待値 $E_w c$ に対応する横力を摩擦エネルギー関数 f_1 、 f_2 を用いて各々求め、求めた駆動力及び横力をサンプルの摩擦エネルギーを測定するための測定条件（サンプル入力条件）として設定する。

[0034] ステップ 110 では、サンプルがセットされた摩擦エネルギー測定装置 14 に対して、ステップ 108 で設定した測定条件でサンプルの摩擦エネルギーを測定するように指示する。これにより、摩擦エネルギー測定装置 14 は、ゴムインデックス算出装置 12 から指示された測定条件でサンプルの摩擦エネルギーを測定する。このサンプルの摩擦エネルギーの測定は、サンプルの接地面に加わるせん断力及び滑り量を測定し、これらに基づいて摩擦エネルギーを求めることにより行われる。測定された摩擦エネルギーは、ゴムインデックス算出装置 12 に出力される。

[0035] ステップ 112 では、ステップ 106 で求めたタイヤの摩擦エネルギーの期待値 E_w とステップ 110 で摩擦エネルギー測定装置 14 により測定されたサンプルの摩擦エネルギーとが一致するか否かを判断し、一致しない場合には、ステップ 108 へ戻って測定条件を変更して上記と同様の処理を繰り返す。そして、タイヤの摩擦エネルギーの期待値 E_w とサンプルの摩擦エネルギーとが一致した場合は、ステップ 114 へ移行する。このように、タイヤの摩擦エネルギーの期待値 E_w とサンプルの摩擦エネルギーとが一致するまで測定条件を変更してサンプルの摩擦エネルギーを測定する処理を繰り返す。

[0036] ステップ 114 では、タイヤの摩擦エネルギーの期待値 E_w とサンプルの摩擦エネルギーとが一致する測定条件を、サンプルの摩耗量を測定するための測定条件として設定する。

[0037] ステップ 116 では、ステップ 114 で設定された測定条件、すなわち、タイヤの摩擦エネルギーの期待値 E_w とサンプルの摩擦エネルギーとが一致したときの測定条件（駆動力及び横力）で摩耗量を測定するように、摩耗量測定装置 16 に指示する。これにより、摩耗量測定装置 16 は、ゴムインデ

ックス算出装置 12 により指示された測定条件でサンプルの摩耗量 m を測定する。測定された摩耗量はゴムインデックス算出装置 12 に出力される。

[0038] ステップ 118 では、求めたサンプルの摩擦エネルギーの期待値 E_w と摩耗量 m とに基づいて、ゴムインデックス G を算出し、算出結果を例えばモニタ 32 やハードディスク 36 に出力し、算出結果をモニタ 32 に表示させたり、ハードディスク 36 に記憶させたりする。なお、ゴムインデックス G は、次式により求められる。

$$G = M / E_w \quad \dots (3)$$

このように、本実施形態では、サンプルの摩擦エネルギーをタイヤ接地面のせん断力及び滑り量に基づいて測定する摩擦エネルギー測定装置 14 により測定し、測定したサンプルの摩擦エネルギーがタイヤの摩擦エネルギーと一致するようにサンプルの測定条件を合わせ、この測定条件で測定されたサンプルの摩耗量とサンプルの摩擦エネルギーとに基づいてゴムインデックスを算出している。このため、従来のように軸力に基づいて平均化された摩擦エネルギーを算出する場合と比較して、精度良く摩擦エネルギーを測定することができ、ゴムインデックスを精度良く算出することができる。

[0039] (第 2 実施形態)

次に、本発明の第 2 実施形態について説明する。なお、第 1 実施形態と同一部分には同一符号を付し、その詳細な説明は省略する。

[0040] 第 1 実施形態では、タイヤ入力条件の種類毎に摩擦エネルギー関数を求め、トータルのタイヤの摩擦エネルギーの期待値を求めてからゴムインデックスを算出したが、本実施形態では、各タイヤ入力条件についてゴムインデックスを算出し、これらのゴムインデックスからゴムインデックスの期待値を算出する場合について説明する。

[0041] 本実施形態に係るゴムインデックス算出装置は第 1 実施形態と同一であるので、説明は省略する。

[0042] 次に、タイヤのゴムインデックス算出装置 12 の CPU 18 で実行される処理について、図 4 に示すフローチャートを参照して説明する。なお、図 4

に示す処理ルーチンのプログラムは、例えばハードディスク 36 に予め格納されており、CPU 18 がハードディスク 36 からプログラムを読み出すことにより実行される。

- [0043] まず、図 4 に示すステップ 200 では、図 3 のステップ 100 と同様に、ゴムインデックス算出対象のタイヤの摩擦エネルギーを、複数のタイヤ入力条件で測定するように、ゴムインデックス算出対象のタイヤがセットされた摩擦エネルギー測定装置 14 に指示する。
- [0044] これにより、摩擦エネルギー測定装置 14 は、ゴムインデックス算出装置 12 から指示された複数のタイヤ入力条件の各々について、タイヤの摩擦エネルギーを測定する。これにより、例えば複数の異なる駆動力をタイヤに付与したときの各摩擦エネルギー、複数の異なる横力をタイヤに付与したときの各摩擦エネルギーがそれぞれ摩擦エネルギー測定装置 14 によって測定される。測定された各摩擦エネルギーは、ゴムインデックス算出装置 12 に出力される。
- [0045] ステップ 202 では、ステップ 200 で摩擦エネルギーを求めた複数のタイヤ入力条件のうち何れかのタイヤ入力条件を、サンプルの摩擦エネルギーを測定するための測定条件として設定する。
- [0046] ステップ 204 では、サンプルがセットされた摩擦エネルギー測定装置 14 に対して、ステップ 202 で設定した測定条件でサンプルの摩擦エネルギーを測定するように指示する。これにより、摩擦エネルギー測定装置 14 は、ゴムインデックス算出装置 12 から指示された測定条件でサンプルの摩擦エネルギーを測定する。測定された摩擦エネルギーは、ゴムインデックス算出装置 12 に出力される。
- [0047] ステップ 206 では、ステップ 200 で求めたタイヤの摩擦エネルギーとステップ 204 で摩擦エネルギー測定装置 14 により測定されたサンプルの摩擦エネルギーとが一致するか否かを判断し、一致しない場合には、ステップ 202 へ戻って測定条件を変更して上記と同様の処理を繰り返す。そして、タイヤの摩擦エネルギーとサンプルの摩擦エネルギーとが一致した場合は

、ステップ208へ移行し、その測定条件をハードディスク36に記憶する。このように、タイヤの摩擦エネルギーとサンプルの摩擦エネルギーとが一致するまで測定条件を変更してサンプルの摩擦エネルギーを測定する処理を繰り返す。

[0048] ステップ210では、ステップ200で測定した全てのタイヤ入力条件について上記のステップ202～208の処理を実行したか否かを判断し、実行した場合にはステップ212へ移行し、まだ実行していないタイヤ入力条件がある場合には、ステップ202へ戻って上記と同様の処理を繰り返す。これにより、ステップ200で測定した複数のタイヤ入力条件の各々に対応するサンプルの摩耗量を測定するための測定条件が各々設定される。

[0049] ステップ212では、各タイヤ入力条件についてタイヤの摩擦エネルギーとサンプルの摩擦エネルギーとが一致したときの測定条件（駆動力及び横力）で摩耗量を各々測定するように、摩耗量測定装置16に指示する。これにより、摩耗量測定装置16は、ゴムインデックス算出装置12により指示された各測定条件でサンプルの摩耗量を各々測定する。測定された各摩耗量はゴムインデックス算出装置12に出力される。

[0050] ステップ214では、各タイヤ入力条件について、サンプルの摩擦エネルギーと摩耗量とに基づいてゴムインデックスを各々算出する。

[0051] ステップ216では、ステップ214で求めたタイヤ入力条件毎のゴムインデックスに基づいて、タイヤ入力とゴムインデックスとの対応関係を示すゴムインデックス関数をタイヤ入力条件の種類毎に算出する。すなわち、複数の駆動力のタイヤ入力条件について算出された各ゴムインデックスに基づいて、駆動力とゴムインデックスとの対応関係を示すゴムインデックス関数 f_3 を算出する。このゴムインデックス関数 f_3 の算出は、例えば最小自乗法等を用いて求めることができる。同様にして、横力とゴムインデックスとの対応関係を示すゴムインデックス関数 f_4 を算出する。これらのゴムインデックス関数の算出は、例えば最小自乗法等を用いて求めることができる。

[0052] ステップ218では、ゴムインデックス算出対象のタイヤを装着した車両

で実際に所定の走行コースを走行したときに測定したタイヤ入力とその頻度との関係を示す頻度データと、ステップ216で求めたタイヤ入力条件の種類毎のゴムインデックス関数と、に基づいて、ゴムインデックスの期待値をタイヤ入力条件の種類毎に算出する。

- [0053] すなわち、頻度データのうちタイヤの摩擦エネルギーを測定したときの各駆動力のデータに対応するゴムインデックスをゴムインデックス関数 f_3 により各々算出し、算出した各ゴムインデックスに、対応する頻度を各々乗算して、これらを全て加算する。これにより、駆動力のゴムインデックスの期待値 G_d が算出される。例えば、駆動力のゴムインデックスの種類を G_{d_1} 、 G_{d_2} 、 \dots 、 G_{d_n} (n は駆動力のゴムインデックスの種類の数) とし、その頻度を h_1 、 h_2 、 \dots 、 h_n (n は駆動力のゴムインデックスの種類の数) とした場合、駆動力のゴムインデックスの期待値 G_d は、次式により算出される。

$$G_d = G_{d_1} \times h_1 + G_{d_2} \times h_2 + \dots + G_n \times h_n \quad \dots (4)$$

横力についても同様にして、ゴムインデックス G_c を求める。すなわち、横力のゴムインデックスの種類を G_{c_1} 、 G_{c_2} 、 \dots 、 G_{c_n} (n は横力のゴムインデックスの種類の数) とし、その頻度を h_1 、 h_2 、 \dots 、 h_n (n は横力のゴムインデックスの種類の数) とした場合、横力のゴムインデックスの期待値 G_c は、次式により算出される。

$$G_c = G_{c_1} \times h_1 + G_{c_2} \times h_2 + \dots + G_{c_n} \times h_n \quad \dots (5)$$

ステップ220では、ステップ218で求めた駆動力のゴムインデックスの期待値 G_d と横力のゴムインデックスの期待値 G_c とを加算することにより、トータルのゴムインデックスの期待値 G を算出する。

- [0054] このように、本実施形態では、サンプルの摩擦エネルギーをタイヤ接地面のせん断力及び滑り量に基づいて測定する摩擦エネルギー測定装置14により測定し、測定したサンプルの摩擦エネルギーがタイヤの摩擦エネルギーと一致するようにサンプルの測定条件を合わせ、この測定条件で測定されたサンプルの摩擦量とサンプルの摩擦エネルギーとに基づいてゴムインデックス

を算出している。このため、従来のように軸力に基づいて平均化された摩擦エネルギーを算出する場合と比較して、精度良く摩擦エネルギーを測定することができ、ゴムインデックスを精度良く算出することができる。

[0055] (第3実施形態)

次に、本発明の第3実施形態について説明する。なお、第1実施形態と同一部分には同一符号を付し、その詳細な説明は省略する。

[0056] 第1実施形態では、サンプルの摩擦エネルギーを摩擦エネルギー測定装置14により測定したが、本実施形態では、サンプルを複数の要素に分割したサンプルモデルを用いて、サンプルの接地面の摩擦エネルギーを、有限要素法(FEM)を用いたシミュレーションにより求める場合について説明する。

[0057] なお、本実施形態に係るゴムインデックス算出装置は、第1実施形態と同一であるので、説明は省略する。

[0058] 次に、タイヤのゴムインデックス算出装置12のCPU18で実行される処理について、図5に示すフローチャートを参照して説明する。なお、図5に示す処理ルーチンのプログラムは、例えばハードディスク36に予め格納されており、CPU18がハードディスク36からプログラムを読み出すことにより実行される。また、図3に示すフローチャートと異なる処理のステップの符号に‘A’を付し、同一の処理については同一符号を付して、その詳細な説明は省略する。

[0059] ステップ100~106は、図3に示す処理と同一であるので説明は省略する。

[0060] ステップ108Aでは、ステップ106で求めた摩擦エネルギーの期待値 E_w に基づいて、ゴムインデックス算出対象のタイヤのトレッド部と同一材料の円板状のサンプルの摩擦エネルギーをシミュレーションするためのシミュレーション条件を定める。最初にこのステップを実行した場合には、ステップ106で求めた駆動力の摩擦エネルギーの期待値 E_{wd} に対応する駆動力及び横力の摩擦エネルギー E_{wc} の期待値 E_{wc} に対応する横力を摩擦エ

エネルギー関数 f_1 、 f_2 を用いて各々求め、求めた駆動力及び横力をサンプルの摩擦エネルギーをシミュレーションするためのシミュレーション条件（サンプル入力条件）として設定する。

[0061] ステップ 110A では、ステップ 106 で設定したシミュレーション条件でサンプルの摩擦エネルギーをシミュレーションする。例えばサンプルを複数の要素にメッシュ分割したサンプルモデルを作成し、有限要素法を用いた公知の手法により、ステップ 106 で設定したシミュレーション条件でサンプルモデルについて転動解析することにより、サンプルの接地面のせん断力及び滑り量を求める。そして、求めたせん断力及び滑り量に基づいてサンプルの摩擦エネルギーを算出する。

[0062] ステップ 112～118 は、処理に用いられるタイヤの摩擦エネルギーが、シミュレーションにより算出された摩擦エネルギーである点を除いて、図 3 に示す処理と同一であるので説明は省略する。

[0063] このように、本実施形態では、サンプルの摩擦エネルギーを、シミュレーションにより求めたタイヤ接地面のせん断力及び滑り量に基づいて算出し、算出したサンプルの摩擦エネルギーがタイヤの摩擦エネルギーと一致するようにサンプルのシミュレーション条件を合わせ、この条件で測定されたサンプルの摩耗量とサンプルの摩擦エネルギーとに基づいてゴムインデックスを算出している。このため、従来のように軸力に基づいて平均化された摩擦エネルギーを算出する場合と比較して、精度良く摩擦エネルギーを測定することができ、ゴムインデックスを精度良く算出することができる。

[0064] （第 4 実施形態）

次に、本発明の第 4 実施形態について説明する。なお、第 2 実施形態と同一部分には同一符号を付し、その詳細な説明は省略する。

[0065] 第 2 実施形態では、サンプルの摩擦エネルギーを摩擦エネルギー測定装置 14 により測定したが、本実施形態では、サンプルを複数の要素に分割したサンプルモデルを用いて、サンプルの接地面の摩擦エネルギーを、有限要素法を用いたシミュレーションにより求める場合について説明する。

- [0066] なお、本実施形態に係るゴムインデックス算出装置は、第1実施形態と同一であるので、説明は省略する。
- [0067] 次に、タイヤのゴムインデックス算出装置12のCPU18で実行される処理について、図6に示すフローチャートを参照して説明する。なお、図6に示す処理ルーチンのプログラムは、例えばハードディスク36に予め格納されており、CPU18がハードディスク36からプログラムを読み出すことにより実行される。また、図4に示すフローチャートと異なる処理のステップの符号に‘A’を付し、同一の処理については同一符号を付して、その詳細な説明は省略する。
- [0068] 図6に示すステップ200は、図4のステップ200と同様であるので説明は省略する。
- [0069] ステップ202Aでは、ステップ200で摩擦エネルギーを求めた複数のタイヤ入力条件のうち何れかのタイヤ入力条件を、サンプルの摩擦エネルギーをシミュレーションするためのシミュレーション条件として設定する。
- [0070] ステップ204Aでは、図5のステップ108Aと同様に、ステップ202で設定したシミュレーション条件でサンプルの摩擦エネルギーをシミュレーションにより算出する。
- [0071] ステップ206では、ステップ200で求めたタイヤの摩擦エネルギーとステップ204で算出されたサンプルの摩擦エネルギーとが一致するか否かを判断し、一致しない場合には、ステップ202Aへ戻って測定条件を変更して上記と同様の処理を繰り返す。そして、タイヤの摩擦エネルギーとサンプルの摩擦エネルギーとが一致した場合は、ステップ208Aへ移行し、そのシミュレーション条件をハードディスク36に記憶する。このように、タイヤの摩擦エネルギーとサンプルの摩擦エネルギーとが一致するまでシミュレーション条件を変更してサンプルの摩擦エネルギーをシミュレーションする処理を繰り返す。
- [0072] ステップ210では、ステップ200で測定した全てのタイヤ入力条件について上記のステップ202A～208Aの処理を実行したか否かを判断し

、実行した場合にはステップ212へ移行し、まだ実行していないタイヤ入力条件がある場合には、ステップ202Aへ戻って上記と同様の処理を繰り返す。これにより、ステップ200で測定した複数のタイヤ入力条件の各々に対応するサンプルの摩耗量を測定するための測定条件が各々設定される。

[0073] ステップ212～220は、処理に用いられるタイヤの摩擦エネルギーが、シミュレーションにより算出された摩擦エネルギーである点を除いて、図4に示す処理と同一であるので説明は省略する。

[0074] このように、本実施形態では、サンプルの摩擦エネルギーをタイヤ接地面のせん断力及び滑り量に基づいてシミュレーションにより算出し、算出したサンプルの摩擦エネルギーがタイヤの摩擦エネルギーと一致するようにサンプルのシミュレーション条件を合わせ、このシミュレーション条件で測定されたサンプルの摩耗量とサンプルの摩擦エネルギーとに基づいてゴムインデックスを算出している。このため、従来のように軸力に基づいて平均化された摩擦エネルギーを算出する場合と比較して、精度良く摩擦エネルギーを測定することができ、ゴムインデックスを精度良く算出することができる。

実施例

[0075] 次に、本発明の実施例について説明する。

[0076] 図10には、第1実施形態で説明したシミュレーションの結果及び従来のシミュレーションの結果から求めたタイヤの摩耗に関する評価値である室内摩耗評価 *Index* と、実車で走行して測定したタイヤの摩耗量等から求めたタイヤの摩耗に関する評価値である実車摩耗試験 *Index* と、の関係を示した。

[0077] 実車による走行試験で用いた車両は、前輪が操舵1軸、後輪が駆動2軸であるトラックであり、タイヤサイズが11R22.5、内圧が900kPa、荷重が25kN、走行速度が0～100km/hの条件で走行し、摩耗量等を測定した。この測定結果から実車摩耗評価 *Index* を求めた。

[0078] 一方、シミュレーションでは、実車による走行試験と同様の条件で第1実施形態で説明した方法及び従来の方法により各々シミュレーションし、その

結果に基づいてタイヤの摩耗に関する室内摩耗評価 I n d e x を各々求めた。なお、従来の方法のシミュレーションは、タイヤのスリップ率を一定にして摩耗量等を求める方法である。

[0079] 図 10 の破線で示すように、室内摩耗評価 I n d e x と実車摩耗評価 I n d e x とが一致するのが理想であるが、従来のシミュレーション結果では、理想の場合の傾きと逆の傾きとなっている。これに対し、本発明の第 1 実施形態に係るシミュレーション結果では、理想の場合と傾きが同じとなっている。

[0080] 同様に、図 11 ~ 図 13 には、第 2 ~ 第 4 実施形態で説明したシミュレーションの結果及び従来のシミュレーションの結果から求めたタイヤの摩耗に関する評価値である室内摩耗評価 I n d e x と、実車で走行して測定したタイヤの摩耗量等から求めたタイヤの摩耗に関する評価値である実車摩耗試験 I n d e x と、の関係をそれぞれ示した。

[0081] 図 11 ~ 図 13 に示すように、第 2 ~ 第 4 実施形態に係るシミュレーション結果についても、理想の場合と傾きが同じとなっている。

[0082] このように、本発明の第 1 ~ 第 4 実施形態に係るシミュレーションにより、室内摩耗評価 I n d e x と実車摩耗評価 I n d e x との関係を理想の状態に近づけることができ、その結果、精度良くゴムインデックスを算出できることが判った。

符号の説明

- [0083] 10 タイヤのゴムインデックス算出システム
- 12 タイヤのゴムインデックス算出装置
- 14 摩擦エネルギー測定装置
- 16 摩耗量測定装置
- 30 コンピュータ
- 32 モニタ
- 34 操作部
- 36 ハードディスク

38 通信 I / F

請求の範囲

[請求項1]

タイヤに与える複数のタイヤ入力条件におけるタイヤのタイヤ摩擦エネルギーを、タイヤ接地面のせん断力及び滑り量に基づいて測定する摩擦エネルギー測定装置に測定させるタイヤ摩擦エネルギー測定ステップと、

前記タイヤと同一材料のサンプルのサンプル摩擦エネルギーを、測定された各タイヤ入力条件におけるタイヤ摩擦エネルギーに基づいて設定されたサンプル入力条件で求め、測定された各タイヤ入力条件におけるタイヤ摩擦エネルギーと、各サンプル入力条件で求めたサンプル摩擦エネルギーと、に基づいて、前記サンプルのサンプル摩耗量を測定するための測定条件を設定する設定ステップと、

設定された測定条件で前記サンプルのサンプル摩耗量を摩耗量測定装置に測定させるサンプル摩耗量測定ステップと、

測定された前記サンプル摩擦エネルギーと前記サンプル摩耗量とに基づいて、前記タイヤのゴムインデックスを算出するゴムインデックス算出ステップと、

を含むタイヤのゴムインデックス算出方法。

[請求項2]

前記設定ステップは、

前記タイヤ入力条件と前記タイヤ摩擦エネルギーとの対応関係を示す摩擦エネルギー関数を前記タイヤ入力条件の種類毎に算出するステップと、

前記タイヤを用いた実車走行において測定したタイヤ入力と当該タイヤ入力の頻度との関係を示す頻度データと、前記タイヤ入力条件の種類毎の摩擦エネルギー関数と、に基づいて、前記タイヤ摩擦エネルギーの期待値を算出するステップと、

前記サンプルのサンプル摩擦エネルギーを前記摩擦エネルギー測定装置により測定させるための前記サンプルに与えるサンプル入力条件を設定するサンプル入力条件設定ステップと、

設定されたサンプル入力条件で前記サンプルのサンプル摩擦エネルギーを測定し、測定された前記サンプル摩擦エネルギーが、前記タイヤ摩擦エネルギーの期待値と一致するまで、前記サンプル入力条件を変更しながら前記サンプル摩擦エネルギーを測定させるサンプル摩擦エネルギー測定ステップと、

前記測定された前記サンプル摩擦エネルギーが、前記タイヤ摩擦エネルギーの期待値と一致するサンプル入力条件を、前記サンプル摩耗量を測定するための測定条件として設定するサンプル摩耗量測定条件設定ステップと、

を含み、

前記サンプル摩耗量測定ステップは、前記サンプル摩耗量測定条件設定ステップで設定された測定条件で前記サンプルのサンプル摩耗量を測定する

請求項 1 記載のタイヤのゴムインデックス算出方法。

[請求項3]

前記設定ステップは、

前記複数のタイヤ入力条件の各々について、

前記サンプルのサンプル摩擦エネルギーを前記摩擦エネルギー測定装置により測定させるための前記サンプルに与えるサンプル入力条件を設定するサンプル入力条件設定ステップと、

設定されたサンプル入力条件で前記サンプルのサンプル摩擦エネルギーを測定し、測定された前記サンプル摩擦エネルギーが、対応する前記タイヤ入力条件で測定された前記タイヤ摩擦エネルギーと一致するまで、前記サンプル入力条件を変更しながら前記サンプル摩擦エネルギーを測定させるサンプル摩擦エネルギー測定ステップと、

前記測定された前記サンプル摩擦エネルギーが、対応する前記タイヤ入力条件で測定された前記タイヤ摩擦エネルギーと一致するサンプル入力条件を、前記サンプル摩耗量を測定するための測定条件として設定するサンプル摩耗量測定条件設定ステップと、

を含み、

前記サンプル摩耗量測定ステップは、前記複数のタイヤ入力条件の各々について、前記サンプル摩耗量測定条件設定ステップで設定された測定条件で前記サンプルのサンプル摩耗量を測定し、

前記ゴムインデックス算出ステップは、

前記複数のタイヤ入力条件の各々について、前記摩擦エネルギーと前記サンプル摩耗量とに基づいてゴムインデックスを算出するステップと、

前記複数のタイヤ入力条件の各々について算出したゴムインデックスに基づいて、前記タイヤ入力条件と前記タイヤのゴムインデックスとの対応関係を示すゴムインデックス関数を前記タイヤ入力条件の種類毎に算出するステップと、

前記タイヤを用いた実車走行において測定したタイヤ入力と当該タイヤ入力の頻度との関係を示す頻度データと、前記タイヤ入力条件の種類毎のゴムインデックス関数と、に基づいて、前記ゴムインデックスの期待値を算出するステップと、

を含む請求項 1 記載のタイヤのゴムインデックス算出方法。

[請求項4]

前記設定ステップは、

前記タイヤ入力条件と前記タイヤ摩擦エネルギーとの対応関係を示す摩擦エネルギー関数を前記タイヤ入力条件の種類毎に算出するステップと、

前記タイヤを用いた実車走行において測定したタイヤ入力と当該タイヤ入力の頻度との関係を示す頻度データと、前記タイヤ入力条件の種類毎の摩擦エネルギー関数と、に基づいて、前記タイヤ摩擦エネルギーの期待値を算出するステップと、

前記サンプルのサンプル摩擦エネルギーを前記サンプルのサンプルモデルに基づいて演算するための前記サンプルに与えるサンプル入力条件を設定するサンプル入力条件設定ステップと、

設定されたサンプル入力条件で前記サンプルのサンプル摩擦エネルギーを演算し、演算された前記サンプル摩擦エネルギーが、前記タイヤ摩擦エネルギーの期待値と一致するまで、前記サンプル入力条件を変更しながら前記サンプル摩擦エネルギーを演算させるサンプル摩擦エネルギー演算ステップと、

前記演算された前記サンプル摩擦エネルギーが、前記タイヤ摩擦エネルギーの期待値と一致するサンプル入力条件を、前記サンプル摩耗量を測定するための測定条件として設定するサンプル摩耗量測定条件設定ステップと、

を含み、

前記サンプル摩耗量測定ステップは、前記サンプル摩耗量測定条件設定ステップで設定された測定条件で前記サンプルのサンプル摩耗量を測定する

請求項 1 記載のタイヤのゴムインデックス算出方法。

[請求項5]

前記設定ステップは、

前記複数のタイヤ入力条件の各々について、

前記サンプルのサンプル摩擦エネルギーを前記サンプルのサンプルモデルに基づいて演算するための前記サンプルに与えるサンプル入力条件を設定するサンプル入力条件設定ステップと、

設定されたサンプル入力条件で前記サンプルのサンプル摩擦エネルギーを演算し、演算された前記サンプル摩擦エネルギーが、対応する前記タイヤ入力条件で測定された前記タイヤ摩擦エネルギーと一致するまで、前記サンプル入力条件を変更しながら前記サンプル摩擦エネルギーを演算させるサンプル摩擦エネルギー演算ステップと、

前記演算された前記サンプル摩擦エネルギーが、対応する前記タイヤ入力条件で測定された前記タイヤ摩擦エネルギーと一致するサンプル入力条件を、前記サンプル摩耗量を測定するための測定条件として設定するサンプル摩耗量測定条件設定ステップと、

を含み、

前記サンプル摩耗量測定ステップは、前記複数のタイヤ入力条件の各々について、前記サンプル摩耗量測定条件設定ステップで設定された測定条件で前記サンプルのサンプル摩耗量を測定し、

前記ゴムインデックス算出ステップは、

前記複数のタイヤ入力条件の各々について、前記摩擦エネルギーと前記サンプル摩耗量とに基づいてゴムインデックスを算出するステップと、

前記複数のタイヤ入力条件の各々について算出したゴムインデックスに基づいて、前記タイヤ入力条件と前記タイヤのゴムインデックスとの対応関係を示すゴムインデックス関数を前記タイヤ入力条件の種類毎に算出するステップと、

前記タイヤを用いた実車走行において測定したタイヤ入力と当該タイヤ入力の頻度との関係を示す頻度データと、前記タイヤ入力条件の種類毎のゴムインデックス関数と、に基づいて、前記ゴムインデックスの期待値を算出するステップと、

を含む請求項 1 記載のタイヤのゴムインデックス算出方法。

[請求項6]

タイヤに与える複数のタイヤ入力条件におけるタイヤのタイヤ摩擦エネルギーを、タイヤ接地面のせん断力及び滑り量に基づいて測定する摩擦エネルギー測定装置に測定させるタイヤ摩擦エネルギー測定手段と、

前記タイヤと同一材料のサンプルのサンプル摩擦エネルギーを、測定された各タイヤ入力条件におけるタイヤ摩擦エネルギーに基づいて設定されたサンプル入力条件で求め、測定された各タイヤ入力条件におけるタイヤ摩擦エネルギーと、各サンプル入力条件で求めたサンプル摩擦エネルギーと、に基づいて、前記サンプルのサンプル摩耗量を測定するための測定条件を設定する設定手段と、

設定された測定条件で前記サンプルのサンプル摩耗量を摩耗量測定

装置に測定させるサンプル摩耗量測定手段と、

測定された前記サンプル摩擦エネルギーと前記サンプル摩耗量とに基づいて、前記タイヤのゴムインデックスを算出するゴムインデックス算出手段と、

を備えたタイヤのゴムインデックス算出装置。

[請求項7]

タイヤに与える複数のタイヤ入力条件におけるタイヤのタイヤ摩擦エネルギーを、タイヤ接地面のせん断力及び滑り量に基づいて測定する摩擦エネルギー測定装置に測定させるタイヤ摩擦エネルギー測定ステップと、

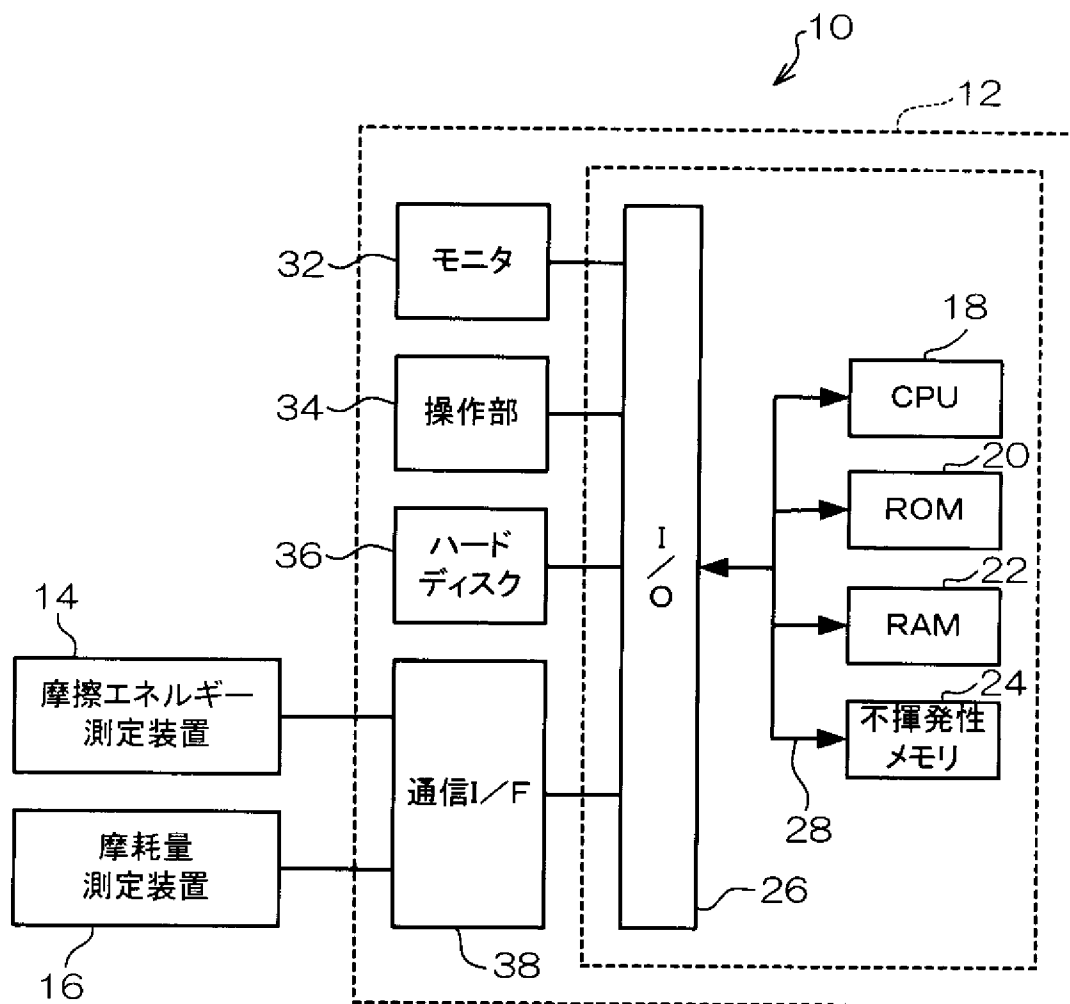
前記タイヤと同一材料のサンプルのサンプル摩擦エネルギーを、測定された各タイヤ入力条件におけるタイヤ摩擦エネルギーに基づいて設定されたサンプル入力条件で求め、測定された各タイヤ入力条件におけるタイヤ摩擦エネルギーと、各サンプル入力条件で求めたサンプル摩擦エネルギーと、に基づいて、前記サンプルのサンプル摩耗量を測定するための測定条件を設定する設定ステップと、

設定された測定条件で前記サンプルのサンプル摩耗量を摩耗量測定装置に測定させるサンプル摩耗量測定ステップと、

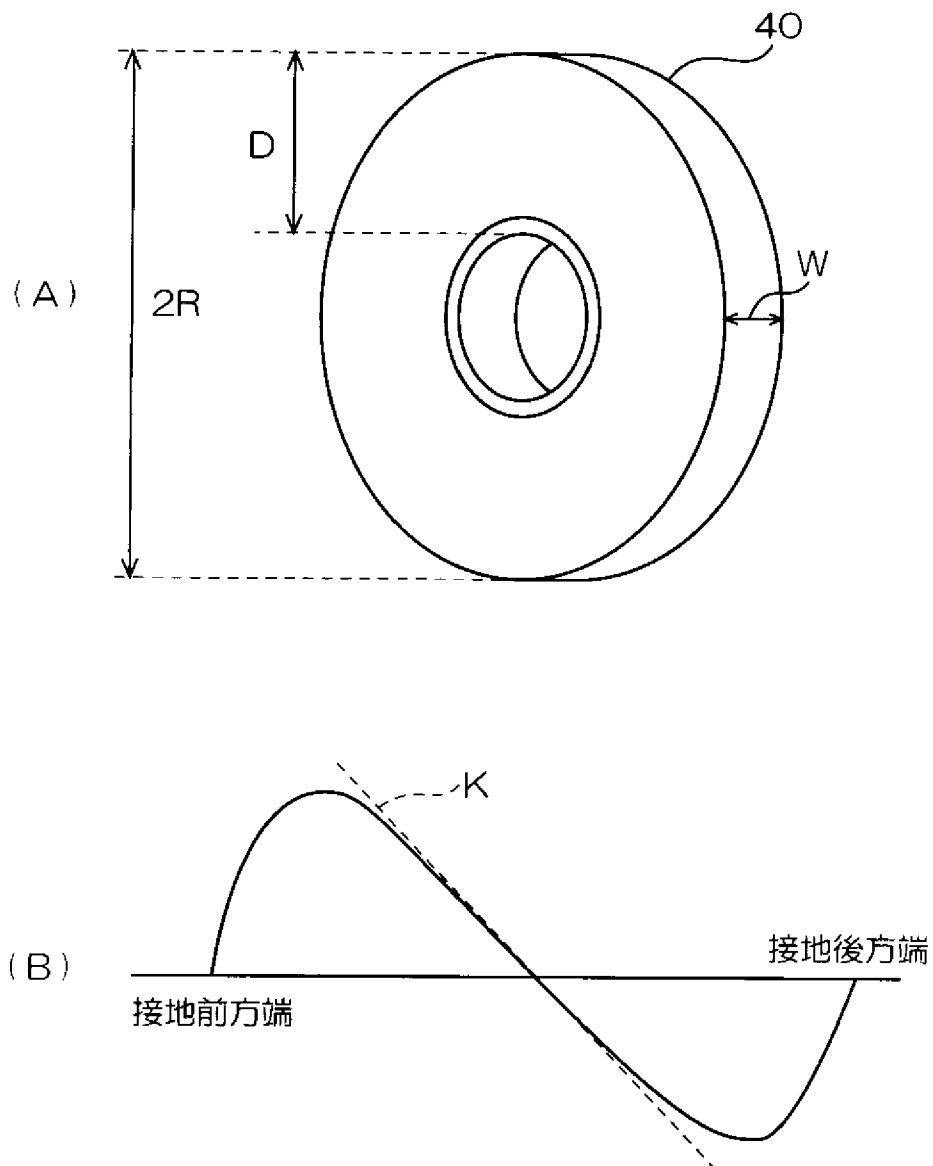
測定された前記サンプル摩擦エネルギーと前記サンプル摩耗量とに基づいて、前記タイヤのゴムインデックスを算出するゴムインデックス算出ステップと、

を含む処理をコンピュータに実行させるためのタイヤのゴムインデックス算出プログラム。

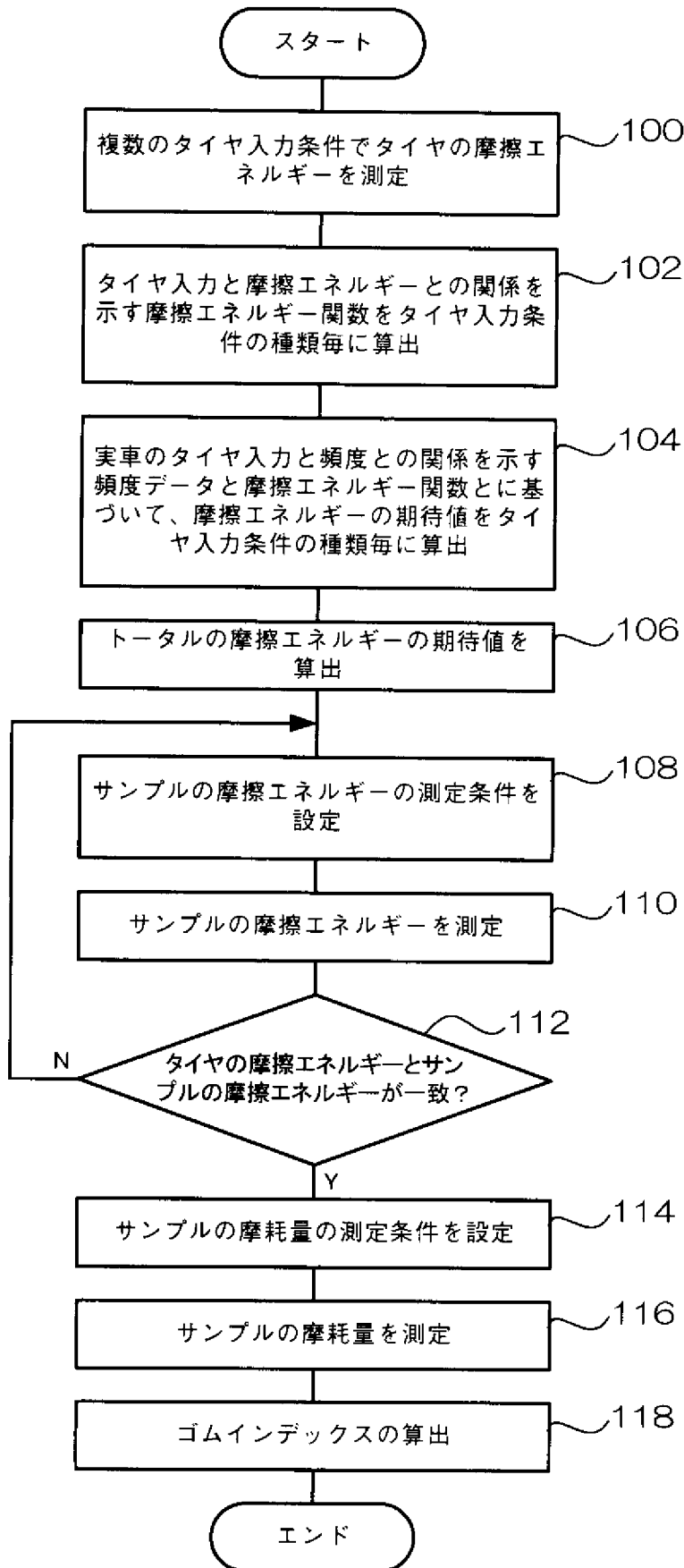
[図1]



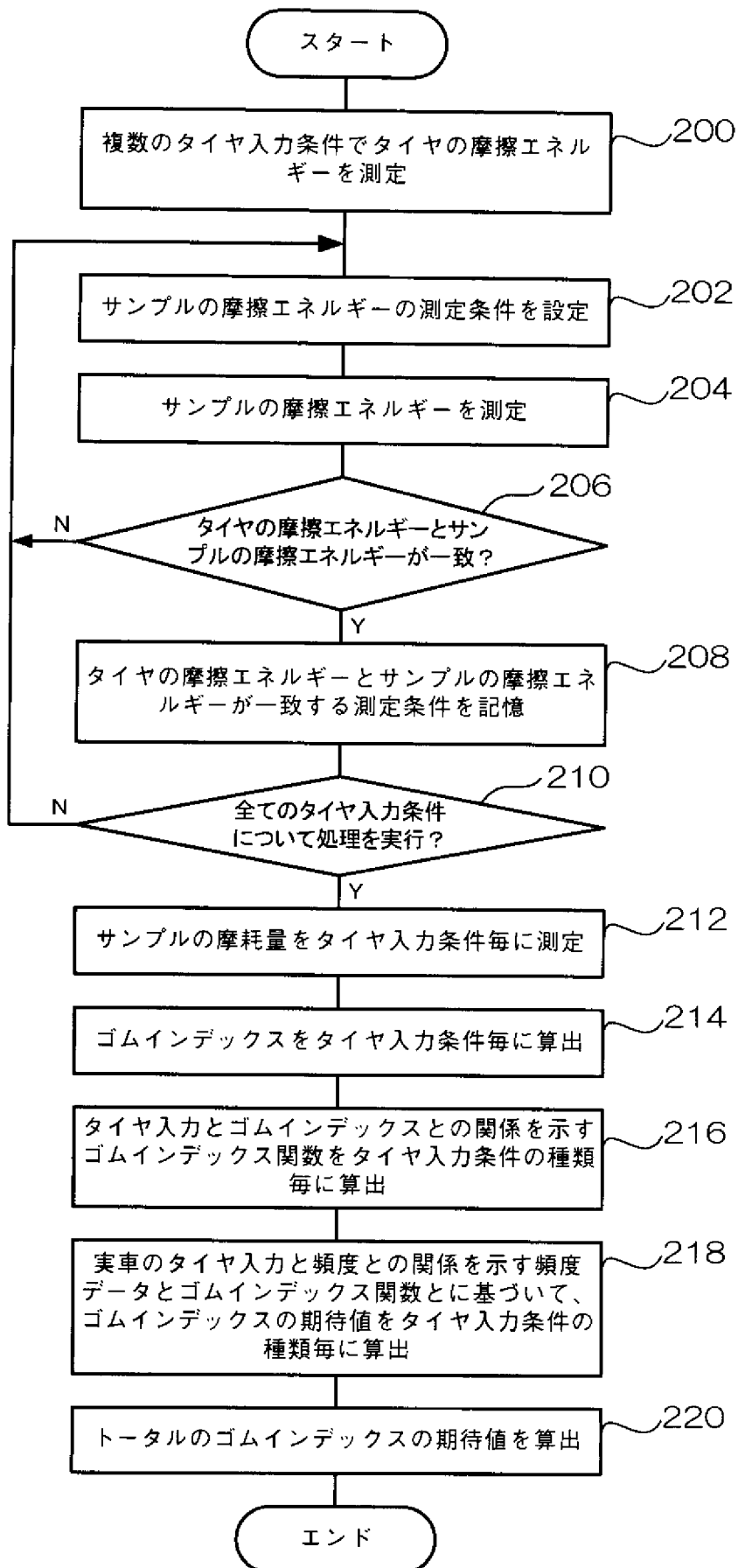
[図2]



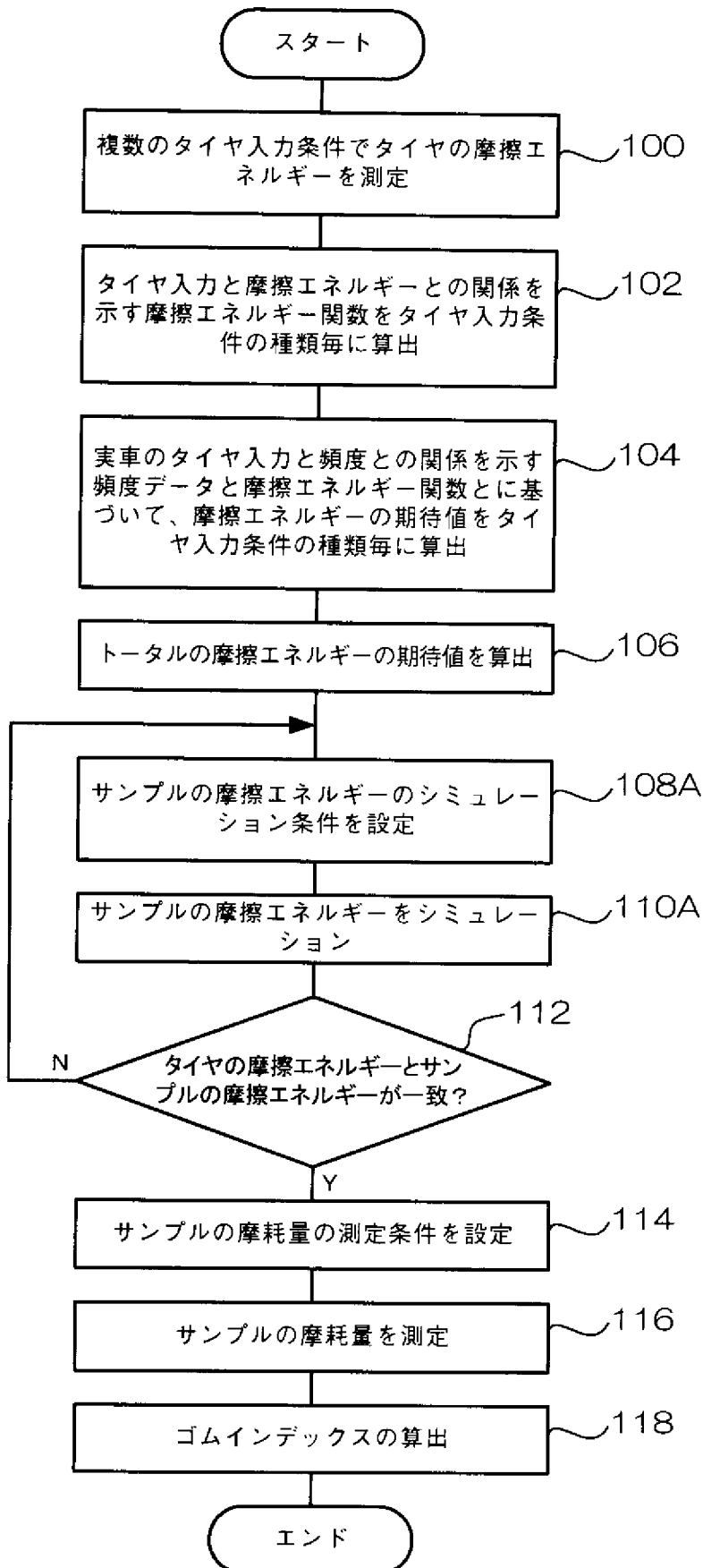
[図3]



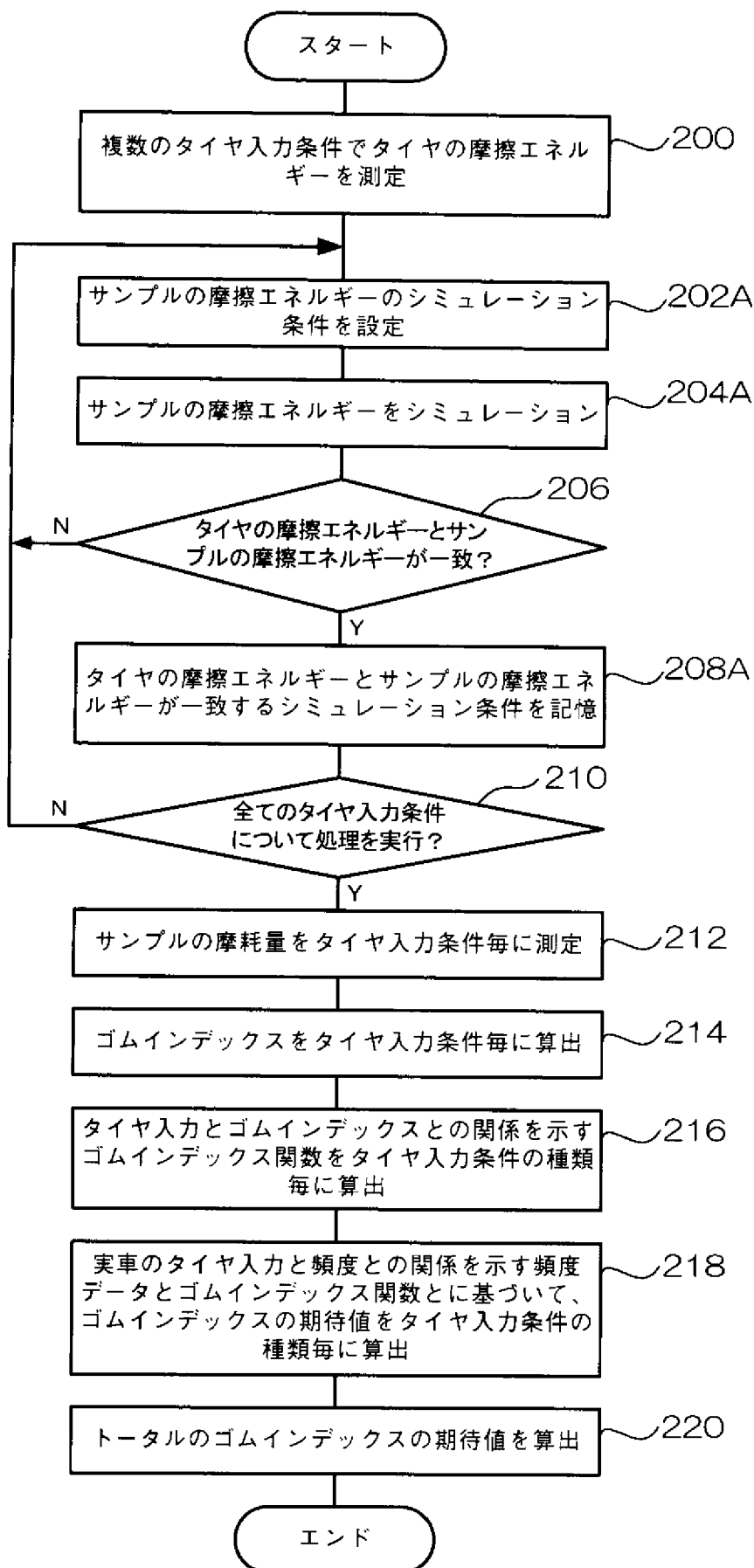
[図4]



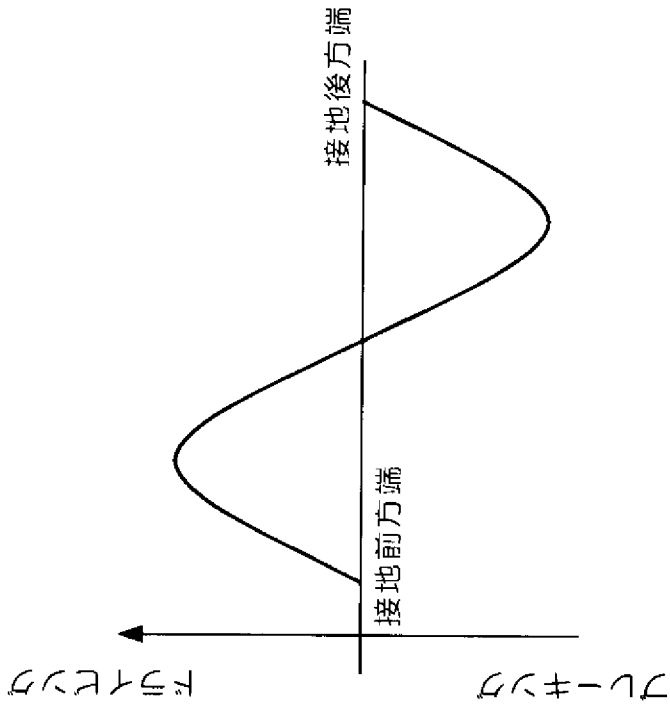
[図5]



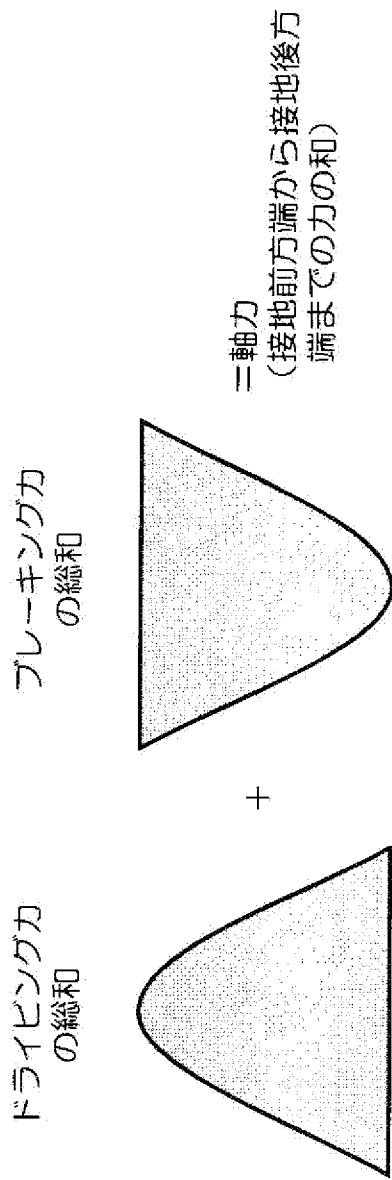
[図6]



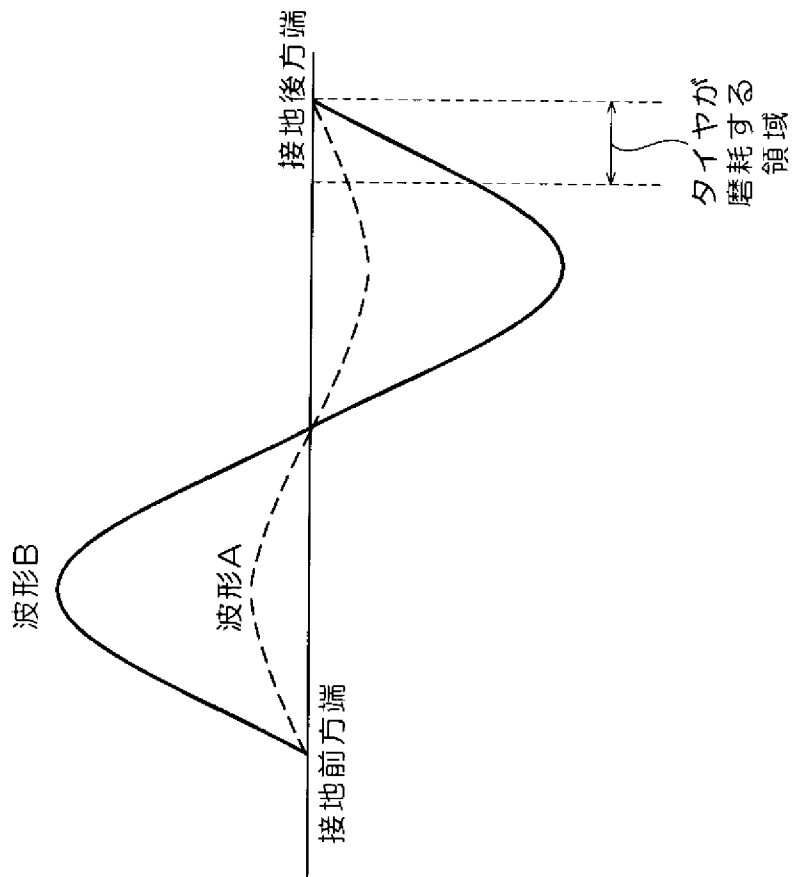
[図7]



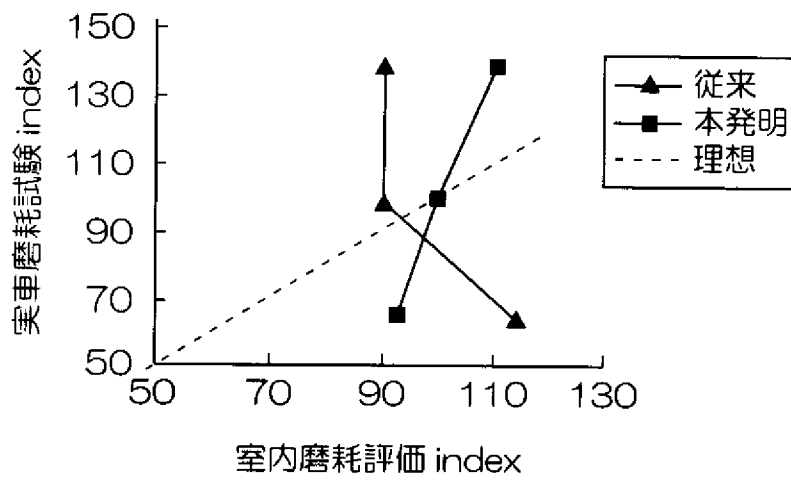
[図8]



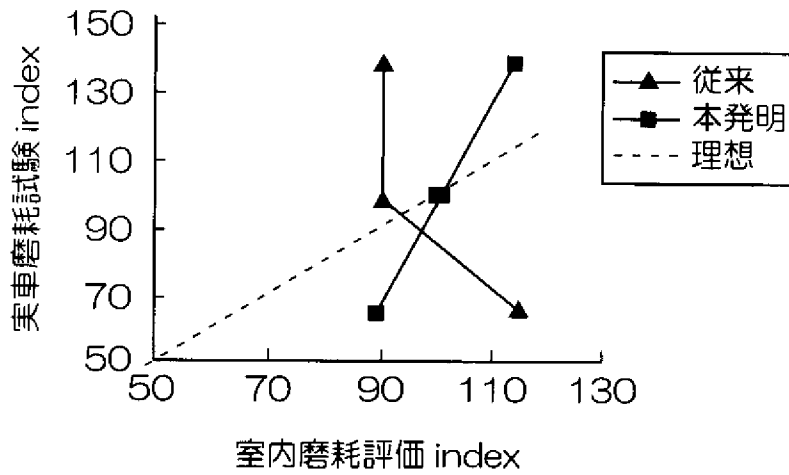
[図9]



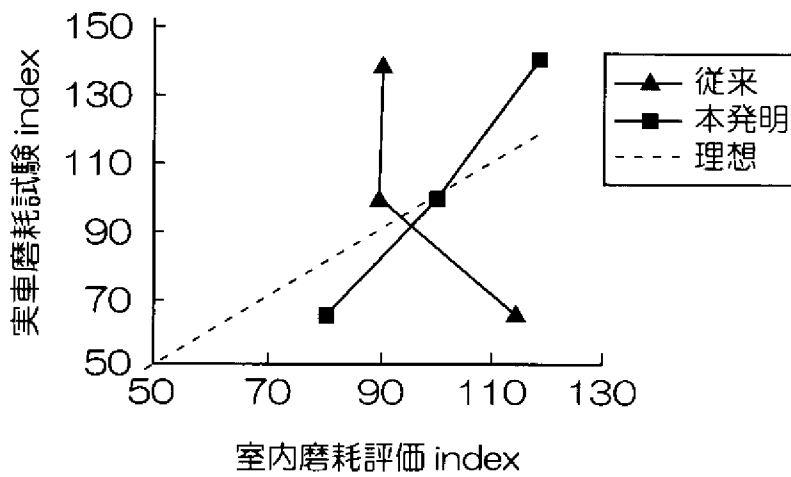
[図10]



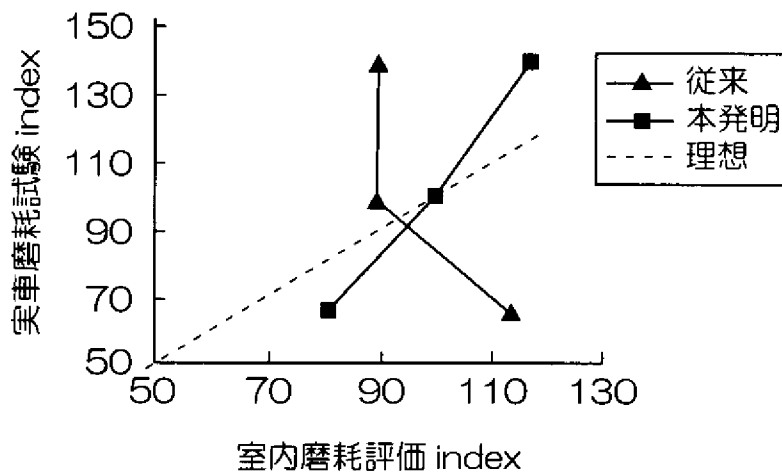
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/064423

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01N3/56(2006.01) i, B60C11/24(2006.01) i, B60C19/00(2006.01) i, G01M17/02(2006.01) i 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) G01N3/56, B60C11/24, B60C19/00, G01M17/02 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2010 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010 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.
A	JP 11-326144 A (Bridgestone Corp.), 26 November 1999 (26.11.1999), entire text; all drawings & US 6269690 B1 & EP 969276 A2 & EP 1429135 A2 & DE 69918610 D & DE 69929545 D & ES 2222664 T & ES 2257716 T	1-7
A	JP 2008-082914 A (The Yokohama Rubber Co., Ltd.), 10 April 2008 (10.04.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 19 October, 2010 (19.10.10)		Date of mailing of the international search report 02 November, 2010 (02.11.10)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer Telephone No.
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/064423

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-242697 A (Bridgestone Corp.), 14 September 2006 (14.09.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 2006-232011 A (The Yokohama Rubber Co., Ltd.), 07 September 2006 (07.09.2006), entire text; all drawings & US 2008/0228411 A1 & EP 1857301 A1 & WO 2006/090686 A1	1-7
A	JP 2001-047822 A (Toyo Tire and Rubber Co., Ltd.), 20 February 2001 (20.02.2001), entire text; all drawings & US 6263728 B1	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01N3/56(2006.01)i, B60C11/24(2006.01)i, B60C19/00(2006.01)i, G01M17/02(2006.01)i										
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)) Int.Cl. G01N3/56, B60C11/24, B60C19/00, G01M17/02										
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>1971-2010年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2010年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2010年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2010年	日本国実用新案登録公報	1996-2010年	日本国登録実用新案公報	1994-2010年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2010年									
日本国実用新案登録公報	1996-2010年									
日本国登録実用新案公報	1994-2010年									
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)										
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								
A	JP 11-326144 A (株式会社ブリヂストン) 1999.11.26, 全文, 全図 & US 6269690 B1 & EP 969276 A2 & EP 1429135 A2 & DE 69918610 D & DE 69929545 D & ES 2222664 T & ES 2257716 T	1-7								
A	JP 2008-082914 A (横浜ゴム株式会社) 2008.04.10, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7								
A	JP 2006-242697 A (株式会社ブリヂストン) 2006.09.14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7								
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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、一般的技術水準を示すもの 「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矛盾するものではなく、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 19. 10. 2010	国際調査報告の発送日 02. 11. 2010									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 高橋 亨 電話番号 03-3581-1101 内線 3252	2 J 4 0 7 6								

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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
A	JP 2006-232011 A (横浜ゴム株式会社) 2006.09.07, 全文, 全図 & US 2008/0228411 A1 & EP 1857301 A1 & WO 2006/090686 A1	1 - 7
A	JP 2001-047822 A (東洋ゴム工業株式会社) 2001.02.20, 全文, 全図 & US 6263728 B1	1 - 7