

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5652589号
(P5652589)

(45) 発行日 平成27年1月14日(2015. 1. 14)

(24) 登録日 平成26年11月28日(2014. 11. 28)

(51) Int. Cl.		F I		
GO 1 B 11/275	(2006. 01)	GO 1 B 11/275		H
GO 1 M 17/007	(2006. 01)	GO 1 M 17/00		R

請求項の数 18 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2009-520866 (P2009-520866)	(73) 特許権者	594174105
(86) (22) 出願日	平成19年8月31日(2007. 8. 31)		スナップ - オン インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2010-503826 (P2010-503826A)		アメリカ合衆国ウィスコンシン州, キノウ
(43) 公表日	平成22年2月4日(2010. 2. 4)		シャ, エイテイス ストリート 2801
(86) 国際出願番号	PCT/US2007/019171	(74) 代理人	100064746
(87) 国際公開番号	W02008/039289		弁理士 深見 久郎
(87) 国際公開日	平成20年4月3日(2008. 4. 3)	(74) 代理人	100085132
審査請求日	平成21年3月13日(2009. 3. 13)		弁理士 森田 俊雄
審査番号	不服2013-18316 (P2013-18316/J1)	(74) 代理人	100083703
審査請求日	平成25年9月24日(2013. 9. 24)		弁理士 仲村 義平
		(74) 代理人	100096781
			弁理士 堀井 豊
		(74) 代理人	100098316
			弁理士 野田 久登

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両ホイールアライメントシステムおよび方法体系

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ホイールアライメントシステムであって、

前記ホイールアライメントシステムの動作によって測定される車両のホイールの第1の対に装着される1対の受動ヘッドを含み、各受動ヘッドはターゲットを含み、

前記車両のホイールの第2の対に装着される1対の能動検知ヘッドを含み、前記能動検知ヘッドのうち1つはそれぞれ、ターゲットのうち1つの透視図画像の表現を含む画像データを生成するための2次元画像センサを含み、

前記能動検知ヘッドのうち少なくとも1つに関連付けられ、前記能動検知ヘッドが車両のホイールに装着されたときの前記能動検知ヘッド間の関係を測定するための空間関係センサと、

前記ターゲットの透視観察に関連する画像データおよび前記空間関係センサからの関係データを処理して3次元空間における前記車両のホイールの正確な位置および方位の少なくとも1つの寸法を計算するためのコンピュータを含む、ホイールアライメントシステム。

【請求項 2】

前記能動検知ヘッドのうち少なくとも1つに関連付けられた前記空間関係センサは、2つの相対角度検知モジュールを含み、一方のモジュールは前記能動検知ヘッド各々に関連付けられる、請求項1に記載のホイールアライメントシステム。

【請求項 3】

10

20

前記検知モジュールは各々、
光のビームを発するための発光体と、
開口と、

前記開口を通して入射する光のビームの角度を検知するための画像センサとを含む、請求項 2 に記載のホイールアライメントシステム。

【請求項 4】

前記能動検知ヘッドのうち少なくとも 1 つに関連付けられた前記空間関係センサは、前記能動検知ヘッドのうち第 1 の能動検知ヘッドに装着された照明器およびカメラを含む、請求項 1 に記載のホイールアライメントシステム。

【請求項 5】

前記能動検知ヘッドのうち少なくとも 1 つはさらに、前記 1 つの能動検知ヘッドが前記車両のホイールに装着されたときの前記 1 つの能動検知ヘッドの傾斜角度を検知するための少なくとも 1 つの傾斜センサをさらに含み、

前記コンピュータは、前記検知された傾斜角度に応答して前記車両の少なくとも 1 つの寸法を計算する処理を行なうようプログラムされる、請求項 1 に記載のホイールアライメントシステム。

【請求項 6】

前記少なくとも 1 つの傾斜センサは、ピッチ傾斜センサおよびキャンバ傾斜センサを含む、請求項 5 に記載のホイールアライメントシステム。

【請求項 7】

前記能動検知ヘッドの各々は、画像センサ動作の間ターゲットを照射するための照明器をさらに含む、請求項 1 に記載のホイールアライメントシステム。

【請求項 8】

前記能動検知ヘッドの各々は、重力センサをさらに含む、請求項 1 に記載のホイールアライメントシステム。

【請求項 9】

前記車両上でない位置に装着される前記能動検知ヘッドの少なくとも 1 つの画像センサによって画像処理するための付加的なターゲットをさらに含む、請求項 1 に記載のホイールアライメントシステム。

【請求項 10】

前記付加的なターゲットは、固定された基準位置に装着される、請求項 9 に記載のホイールアライメントシステム。

【請求項 11】

前記付加的なターゲットは、ホイールアライメント測定手続きの間、車両のホイールをサポートするように構成されるターンテーブルでの回転のために装着される、請求項 9 に記載のホイールアライメントシステム。

【請求項 12】

車両の少なくとも 1 つの寸法を測る方法であって、

前記車両の第 1 のホイールに装着されたターゲットの透視図画像を、前記車両の第 2 のホイールに装着された第 1 のヘッドにある 2 次元画像センサを用いて取込み第 1 の透視図画像データを生成するステップと、

前記車両の第 3 のホイールに装着されたターゲットの透視図画像を、前記車両の第 4 のホイールに装着された第 2 のヘッドにある 2 次元画像センサを用いて取込み第 2 の透視図画像データを生成するステップと、

前記第 1 のヘッドおよび第 2 のヘッド間の空間関係を測定するステップと、

前記第 1 の透視図画像データおよび第 2 の透視図画像データならびに前記空間関係の測定値を処理して 3 次元空間における前記車両のホイールの正確な位置および方位の少なくとも 1 つの寸法を計算するステップとを含む、方法。

【請求項 13】

前記第 1 のヘッドおよび第 2 のヘッド間の空間関係を測定するステップは、

10

20

30

40

50

光ビームを前記第 1 のヘッドから送るステップと、
前記第 2 のヘッドにおける前記光ビームの入射角度を検出するステップとを含む、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記第 1 のヘッドおよび第 2 のヘッド間の空間関係を測定するステップは、
別の光ビームを前記第 2 のヘッドから送るステップと、
前記第 1 のヘッドにおける前記別の光ビームの入射角度を検出するステップとを含む、
請求項 1 3 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記第 1 のヘッドおよび第 2 のヘッド間の空間関係を測定するステップは、前記第 2 の
ヘッド上のターゲットの画像を、前記第 1 のヘッドの画像センサを用いて取込むステップ
を含む、請求項 1 2 に記載の方法。

10

【請求項 1 6】

前記第 1 のヘッドおよび前記第 2 のヘッドのうち少なくとも 1 つの傾斜角度を測定する
ステップをさらに含み、
前記処理して車両の少なくとも 1 つの寸法を計算するステップは、前記傾斜角度の寸法
を処理することも含む、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記少なくとも 1 つのヘッドの傾斜角度を測定するステップは、
キャンバ面に対する前記第 1 のヘッドの重力ベクトルを測定するステップと、
ピッチ面に対する前記第 1 のヘッドの重力ベクトルを測定するステップとを含む、請求
項 1 6 に記載の方法。

20

【請求項 1 8】

前記第 2 のヘッドの傾斜角度を、
前記キャンバ面に対する前記第 1 のヘッドの測定された重力ベクトルを処理するステッ
プと、
前記ピッチ面に対する前記第 1 のヘッドの測定された重力ベクトルを処理するステッ
プと、

前記第 1 のヘッドおよび第 2 のヘッド間の空間関係を処理することにより、前記キャン
バ面に対する前記第 2 のヘッドの重力ベクトルおよび前記ピッチ面に対する前記第 2 のヘ
ッドの重力ベクトルを計算するステップとを含むステップにより、求めるステップをさら
に含む、請求項 1 7 に記載の方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願の主題は、画像処理に基づくアライメント技術および 1 つ以上の他のアライメント
技術の組合せを利用した、車両ホイールアライメントのための技術および機器に関する。

【背景技術】

【0002】

背景

40

現在従来の車両ホイールアライメントシステムは、車両のホイールに取付けられたセン
サまたはヘッドを用いてホイールおよびサスペンションのさまざまな角度を測定する。こ
れらの角度は、ホストシステムに伝えられ、ホストシステムにおいて車両のアライメント
角度の計算に使用される。標準的な従来のアライナ構成では、4 つのアライメントヘッド
が車両のホイールに取付けられる。各センサヘッドは、2 つの水平またはトウ測定センサ
と、2 つの垂直またはキャンバ/ピッチセンサとを含む。各センサヘッドはまた、全体的
なセンサデータ収集を支援するとともに、アライナコンソール、ローカルユーザ入力、な
らびに状態フィードバック、診断および較正支援のためのローカルディスプレイとの通信
を支援するための、電子機器を含む。上記 4 つのセンサと、電子機器と、各ヘッドを構成
する機械的ハウジングとは、各ホイールに 1 つずつとして、必然的に 4 回繰り返される。

50

【 0 0 0 3 】

最近では、自動車のホイールのアライメントを、コンピュータ支援三次元（3D）マシンビジョンアライメントシステムを用いて行なう店舗がある。このようなシステムでは、1台以上のカメラが、車両のホイールに取付けられたターゲットを観察し、アライメントシステムのコンピュータが、ターゲットの画像を分析し、ホイールの位置データから、ホイール位置および車両のホイールのアライメントを判断する。典型的には、コンピュータは、オペレータが、画像データを処理することにより得られた計算値に基づいてホイールを適切に調整して正確なアライメントを実現できるようにする。この画像処理型のホイールアライメントシステムまたはアライナは、「3Dアライナ」と呼ばれることがある。このような画像処理を用いた車両ホイールアライナの一例として、スナップ - オン社の一部門であるアーカンソー州コンウェイ（Conway、Arkansas）のジョンビーン社（John Bean Company）から販売されているVisualiner 3Dまたは「V 3 D」がある。

10

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

従来の、センサが直接車両のホイールに装着された、ビジョンを用いないアライメントシステムは、大量生産される商品になりつつある。従来のシステムの市場価格は、競争のため、および、センサをホイールに装着しない画像処理型のアライメントシステムがより広く受け入れられているために、下落し続けている。主流の従来のアライメントシステムは、高精度および確立された特徴が揃っていることを必要とし続けているが、より低コストの技術および製造プロセスが好ましい。残念ながら、進歩してもまだ徐々にコストを改善しているにすぎないかもしれない。コストを削減するが精度および特徴は維持する、新たな模範となるホイール装着センサヘッドを用いたシステムが望まれる。

20

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 5 】

概要

本明細書における教示は、従来のアライメントシステムと比較して、1つ以上のヘッドの画像処理アライナ型ターゲットと、それ以外のホイールヘッドのカメラ撮像機器および位置 / 方位センサとを組み合わせることによる、改良を示す。

【 0 0 0 6 】

たとえば、ホイールアライメントシステムは、1対の受動ヘッドと1対の能動検知ヘッドとを含んでいてもよい。受動ヘッドは、ホイールアライメントシステムの動作によって測定される車両のホイールの第1の対と関連付けて装着されるようにされる。能動検知ヘッドは、車両のホイールの第2の対と関連付けて装着されるようにされる。受動ヘッドは各々、たとえば画像センサによって観察できるターゲットを含む。各能動検知ヘッドは、これら種々のヘッドが車両のホイールそれぞれにまたは車両のホイールそれぞれと関連付けて装着されたときの受動ターゲットの画像を含むと予想される画像データを生成するための画像センサを含む。このシステムはまた、少なくとも1つの能動検知ヘッドと関連付けられた空間関係センサを含む。空間関係センサにより、能動検知ヘッドが車両のホイールに装着されたときのこれら能動検知ヘッド間の空間関係を測定することができる。システムはコンピュータも含む。このコンピュータは、ターゲットの観察に関連する画像データを処理するとともに、少なくとも1つの空間関係センサからの位置データを処理する。データ処理により、車両の少なくとも1つの寸法を計算することができる。

30

40

【 0 0 0 7 】

本願の開示の別の局面に従うと、ホイールアライメントシステムで使用する能動検知ヘッドは、ホイールアライメントシステムの動作によって測定される車両のホイールに装着するためのハウジングと、ハウジングに装着される画像センサとを含む。画像センサは画像データを生成する。測定動作では、この画像データは典型的に、車両の別のホイールに関連付けられたターゲットの画像を含む。検知ヘッドはまた、ハウジングに装着され、能動検知ヘッドが車両のホイールに装着されたときのこの能動検知ヘッドの傾斜角を検知す

50

るための少なくとも1つの傾斜センサを含む。空間関係センサが、ハウジングに装着され、能動検知ヘッドと、車両の異なるホイールに装着された別の能動検知ヘッドとの空間関係を測定する。通信インターフェイスにより、上記画像データ、上記検知された傾斜角およびクロスポジションセンサによって測定された上記位置関係に回答して、データを能動検知ヘッドからホイールアライメントシステムのホストコンピュータに送信することができる。

【0008】

本明細書で教示される原理に従う、車両の少なくとも1つの寸法を測定する方法は、車両の第1のホイールに関連付けられたターゲットの画像を、車両の第2のホイールに関連付けて装着された第1のヘッドの画像センサを用いて取込み、第1の画像データを生成することを含む。車両の第3のホイールに関連付けられたターゲットの画像は、車両の第4のホイールに関連付けて装着された第2のヘッドの画像センサを用いて取込まれ、第2の画像データを生成する。この方法はさらに、第1のヘッドおよび第2のヘッド間の空間関係を測定することを必要とする。第1および第2の画像データならびに空間関係測定値が処理されて車両の少なくとも1つの寸法を計算する。

10

【0009】

さらに他の利点および新たな特徴の、一部は以下に記載され、一部は、当業者には以下の説明および添付の図面を検討すれば明らかになるであろう、または、挙げられた例の製造または操作からわかるであろう。ここでの教示の利点は、請求の範囲において具体的に示される方法体系、手段、および組合せを実行または使用することによって実現され獲得されるであろう。

20

【0010】

図面は、本願の教示に従う1つ以上の実現化例を、限定としてではなく例示として示すものである。図中、同じ参照番号は同一のまたは類似する構成要素を示す。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】車両のホイールと関連したターゲットおよび能動検知ヘッドの第1の配置を模式的に示す。

【図1A】受動ヘッド上で使用し得るターゲットを示す。

【図1B】受動ヘッド上で使用し得る図1Aとは種類が異なるターゲットを示す。

30

【図2】ハイブリッドホイールアライメントシステムの機能ブロック図であり、このシステムの構成要素は対象となる車両のホイールに装着されている（車両の他の構成要素は便宜上省略している）。

【図3】ホイールに装着されたシステム構成部品のうちいくつかの側面図であり、能動センサヘッドのうち1つの一部断面を詳細に示す。

【図4】カメラ軸と、測定される重力ベクトルのピッチ面との関係を説明するのに役立つ、能動センサヘッドのうち1つの側面図である。

【図5】カメラと、測定される重力ベクトルのキャンバ面との関係を説明するのに役立つ、能動センサヘッドのうち1つの背面図である。

【図6】能動センサヘッドのうち1つの構成部品の機能ブロック図である。

40

【図7】車両のホイールと関連したターゲットおよび能動検知ヘッドの別の配置を模式的に示し、この場合、能動ヘッド間の空間関係を測定するために追加のターゲットおよび画像検知を用いている。

【図8】図7のシステムの、ホイールに装着された構成要素のうちいくつかの側面図であり、能動センサヘッドのうち1つの一部断面を詳細に示し、これは図3とほぼ同じであるが空間関係センサが別のカメラを用いている。

【図9】図7の詳細図に示された能動センサヘッドの構成部品の機能ブロック図である。

【図10】車両ホイールの異なる組合せに関連付けられた種々のヘッド/ターゲットを備え、空間関係を検知するための種々の異なる構成または機器を用いる一連の配置選択肢のうち1つを模式的に示す。

50

【図11】車両ホイールの異なる組合せに関連付けられた種々のヘッド/ターゲットを備え、空間関係を検知するための種々の異なる構成または機器を用いる一連の配置選択肢のうち1つを模式的に示す。

【図12】車両ホイールの異なる組合せに関連付けられた種々のヘッド/ターゲットを備え、空間関係を検知するための種々の異なる構成または機器を用いる一連の配置選択肢のうち1つを模式的に示す。

【図13】車両ホイールの異なる組合せに関連付けられた種々のヘッド/ターゲットを備え、空間関係を検知するための種々の異なる構成または機器を用いる一連の配置選択肢のうち1つを模式的に示す。

【図14】車両ホイールの異なる組合せに関連付けられた種々のヘッド/ターゲットを備え、空間関係を検知するための種々の異なる構成または機器を用いる一連の配置選択肢のうち1つを模式的に示す。

10

【図15】車両ホイールの異なる組合せに関連付けられた種々のヘッド/ターゲットを備え、空間関係を検知するための種々の異なる構成または機器を用いる一連の配置選択肢のうち1つを模式的に示す。

【図16】車両ホイールの異なる組合せに関連付けられた種々のヘッド/ターゲットを備え、空間関係を検知するための種々の異なる構成または機器を用いる一連の配置選択肢のうち1つを模式的に示す。

【図17】車両ホイールの異なる組合せに関連付けられた種々のヘッド/ターゲットを備え、空間関係を検知するための種々の異なる構成または機器を用いる一連の配置選択肢のうち1つを模式的に示す。

20

【図18】車両ホイールの異なる組合せに関連付けられた種々のヘッド/ターゲットを備え、空間関係を検知するための種々の異なる構成または機器を用いる一連の配置選択肢のうち1つを模式的に示す。

【発明を実施するための形態】

【0012】

詳細な説明

以下の詳細な説明では、関連する教示が十分に理解されるようにするために、多数の具体的な詳細事項を例示として述べている。しかしながら、当業者には、ここでの教示はこういった詳細事項なしで実施し得ることが明らかなはずである。他の例では、ここでの教示の局面を不必要に曖昧にすることを避けるために、周知の方法、手順、構成要素および回路について、詳細事項なしで相対的に高レベルで記載している。

30

【0013】

さまざまな図面において示される例は、比較的低コストのアライメントシステムを提供する。例示のシステムは、画像処理の特徴を、1つ以上の他の種類の測定技術と組合せているという点で、「ハイブリッド」な性質を有する。このようなハイブリッドシステムは、被検車両の2つのホイールの、たとえば受動ヘッド上の可視ターゲットを用い、このシステムは、車両の他の2つのホイールに取付けられた、光学撮像センサ（たとえばカメラ）と能動検知ヘッドの他のアライメントセンサとの組合せを用いる。この受動ヘッドは実質的に、従来のアライメントシステムで使用されるヘッドよりも製造費が安い。一般的に、能動検知ヘッドのコストは、従来のホイールアライメントシステムの2つのヘッドのコストに匹敵し得る。

40

【0014】

車両のフロントホイールの位置および向きを、撮像技術を用いて測定することには、抵コストシステムでは通常得られない、画像処理に基づいたホイールアライメントに関連する測定値を得ることができる点を含め、さらに他の利点がある。これらさらに他の測定値には、スクラブ半径（米国特許第6,532,062号）、ロール半径（米国特許第6,237,234号）およびキャストトレール（米国特許第6,661,751号）が含まれてもよい。

【0015】

50

次に、添付の図面に示され以下で説明される例について詳細に述べる。

図1は、たとえば1つ以上のホイールアライメントパラメータを測定するために検査を受ける車両20のホイールに関連する、ターゲットおよび能動検知ヘッドの第1の配置を示す。車両の構成要素は、ホイールを除き、説明を簡単にするために省略している。

【0016】

このホイールアライメントシステムは、この第1の例では前の操舵輪である、車両のホイール22および24それぞれに装着された1対の受動ヘッド21および23を含む。能動検知ヘッド25および27は、この例では後輪である、車両のホイール26および28それぞれに関連付けて装着されるようにされている。能動検知ヘッドは各々、これら種々のヘッドが車両20のホイールそれぞれに装着されたときの受動ターゲットの画像を含むと予想される画像データを生成するための、画像センサ29または31を含む。この第1の例では、能動検知ヘッド25および27の画像センサ29および31は、たとえばカメラといった二次元(2D)撮像装置である。

10

【0017】

ヘッド21および23は、ターゲットを含むが検知素子を含まないという点で受動的である。受動ヘッド21および23は各々、能動ヘッド25および27の画像センサ29または31のうち1つが観察できるタイプのターゲットを含む。受動ヘッド21または23上のターゲットは、別のヘッド上のセンサによるイメージセンシングの対象として、能動的でも受動的でもよい。発光ダイオード(LED)といった能動ターゲットは、電力によって駆動され、センサが検出し得るエネルギー(たとえば赤外線または可視光線)を放出する光源である。受動ターゲットは、電力によって駆動されずセンサによって検出されるエネルギーを放出しない要素である。ヘッド25または27に画像センサがあると仮定すると、受動ターゲットとは、それぞれの画像センサが検出できるように光または他のエネルギーを反射する(または反射しない)物体であろう。この例では、ターゲットは、1つ以上の発光素子を含む場合があるが、ターゲットは、他の光源によって照射されると検出可能な、能動検知ヘッド25および27のカメラ等で撮像される、明領域および暗領域を含む。

20

【0018】

受動ホイールヘッド21のいずれかで使用できるターゲットの第1の例を図1Aに示す。この第1の例ではターゲットは矩形である。受動ホイールヘッド21のいずれかで使用できるターゲットの第2の例を図1Bに示す。この第2の例ではターゲットは円形である。いずれの場合も、ターゲットは、予め定められたフォーマットおよびパターンでプレートの表面上に印されたまたは取付けられた、大きさが異なる円形のパターンを有する、平板からなる。図1Aおよび図1Bには特定のパターンが示されているが、各ターゲットにおいて多数の異なるパターンを使用できることは明らかであろう。たとえば、より数の多いまたは少ないドットを含めてもよく、他の大きさおよび形状をこのドットに用いることができる。別の例として、多面の板または物をターゲットとして使用することもできる。多くの例は、各ターゲットを形成するように配置された多数の逆反射要素を利用する。さらなる情報については、ジャクソン(Jackson)への米国特許第5,724,743号に注目されたい。

30

【0019】

このシステムはまた、能動検知ヘッド25または27のうち少なくとも1つに関連付けられた空間関係センサを含む。この空間関係センサにより、能動検知ヘッド25および27が車両のホイールに装着されたときの能動検知ヘッド25および27の空間関係を測定することができる。一般的に、空間関係センサは、使用されるセンサの種類に応じて、相対的な位置および/または向きを測定し得る。位置測定値とは、測定されたアイテムの、透視図で見た、または測定装置の座標系における、相対的な位置のことである。位置の測定には一般的に、デカルト座標または極座標といった標準座標系を用いる。向きは三次元位置測定値から得てもよく、または、向きは位置とは別に測定してもよい。向きは、測定装置に対する被測定装置の回転位置を、標準座標系で表わしたものを指す。一般的に、向きは3つの直交する基準面における回転角度で表わされる。

40

50

【 0 0 2 0 】

本明細書で説明するホイールアライメントシステムはさまざまな異なる種類の空間関係センサを用いて実現し得ることが、当業者には容易に明らかになるであろう。この第1の例において、上記システムは、2つの従来の(1D)角度センサ33および35を用いて、トウ面における、能動検知ヘッド25および27の相対角度を測定する。

【 0 0 2 1 】

能動ヘッド25および27はまた、ヘッドの傾斜、典型的にはキャンバおよびピッチを測定するための重力センサなどを含む。この第1の例では、ヘッド25は1つ以上の傾斜センサ37を含み、ヘッド27は1つ以上の傾斜センサ39を含む。

【 0 0 2 2 】

後に(図2に関する)より詳細な例で示すように、このシステムはコンピュータも含む。コンピュータは、能動検知ヘッドからの、ターゲットの観察および傾斜データに関連する画像データを処理する。このコンピュータはまた、少なくとも1つの空間関係センサからの空間関係データを処理する。このデータ処理により、車両の少なくとも1つの寸法を計算することができる。

【 0 0 2 3 】

画像処理技術を用いる測定は、ホイールアライメントシステムにおいて従来の角度測定技術を用いる測定とは根本的に異なる。基本的な画像処理技術は、当業者には周知であるが、明確にするために簡単に説明する。物体の画像は、この物体が見られるときの透視図によって変化し、この画像の変化は、この物体が見られるときの視線の、透視図の角度に直接関係があり、この角度から特定できる。さらに、物体が見られるときの透視図の角度は、この物体の透視図の角度を、この物体の真の非透視図画像に関連付けるだけで、求めることができることは周知である。逆に言えば、物体が視線(またはそれに垂直な面)に対して向けられている角度を、物体の透視図画像をその物体の非透視図画像と比較することによって求めることができる。

【 0 0 2 4 】

実際、真の画像(すなわちターゲットをその主面に対して垂直方向に見て撮った画像)に対応する数学的表現またはデータ、およびターゲットの寸法が、コンピュータのメモリに予めプログラムされ、アライメントプロセス中に、コンピュータには、ターゲットの透視図画像と比較できる基準画像が存在するようにする。

【 0 0 2 5 】

コンピュータがターゲットの向きを計算する方法は、ターゲット上のいくつかの幾何学的特徴を識別し、これらの透視図寸法を測り、測定した寸法をコンピュータのメモリに前もってプログラムされている真の画像と比較することである。

【 0 0 2 6 】

さらに、ターゲットの真の寸法がコンピュータのメモリに予めプログラムされているため、この発明の方法および装置を用いて、三次元空間におけるホイールの正確な位置を求めることができる。これは次のようにして行なうことができる。まず、ターゲット上のパターンの要素のうちいくつかの透視図画像を決定し(たとえば円の間の距離)、この画像の寸法を、これらの要素の真の寸法と比較する。これにより、この要素したがってターゲットの、画像センサからの距離を求めることができるであろう。

【 0 0 2 7 】

本明細書で説明するホイールアライメントシステムにおいて、能動ヘッドの画像センサは、ホイールに取付けられたターゲットを観察し、このターゲットの透視図画像を表わす画像データを生成する。コンピュータは、ターゲットの透視図画像データを、ターゲットの真の形状と関連付ける。こうすることによって、コンピュータは、ターゲットの既知の幾何学的要素のいくつかの寸法を、透視図画像において対応する要素の寸法と関連付け、いくつかの三角法演算を行なうことにより(または他の適切な算術的または数値的方法により)、車両のホイールのアライメントを計算する。コンピュータはまた、受動ターゲットに関連付けられたホイールの回転軸(ホイール軸)の三次元での位置および向きを計算

10

20

30

40

50

することができる。

【 0 0 2 8 】

ターゲットの画像の処理に基づく測定については、ジャクソンへの米国特許第 5 , 7 2 4 , 7 4 3 号に注目されたい。

【 0 0 2 9 】

図 2 は、低コストハイブリッドホイールアライメントシステム 5 0 ならびに車両の 4 つのホイール 4 1、4 3、4 5 および 4 7 (これ以外の場合は単純化するために図示しない) のよりわかりやすい例を示す。システム 5 0 は、図で様式的に示されているホイール 4 1、4 3、4 5 および 4 7 に装着された、またはこれらのホイールに関連付けられた 4 つのヘッド 5 1、5 3、5 5 および 5 7 を含む。さまざまな異なる種類の装着装置を用いてもよい。この例では、受動ヘッド 5 1 および 5 3 はフロントホイール 4 1 および 4 3 に装着され、フロントヘッド 5 1 および 5 3 は逆反射ターゲットを用いる。図示のようにホイールに装着されたときに、逆反射ターゲットは、それぞれの能動検知ヘッドの画像センサによって観察されることができるよう、後方を向く。逆反射ターゲットは、三次元 (3 D) マシンビジョンアライメントシステムで使用されるのと同様のものでもよい。リヤホイール 4 5 および 4 7 に装着されたヘッド 5 5 および 5 7 は、画像検知素子を含むという点において能動検知ヘッドである。この例では、ヘッド 5 5 および 5 7 はさらに、ホイールアライメントシステム 5 0 のホストコンピュータシステム 1 0 0 が処理する情報を取得するために、以下で説明する傾斜および空間関係検知素子を含む。

【 0 0 3 0 】

画像センサは、V 3 D カメラと同様、各リヤヘッドに位置する。このようなカメラ各々の光軸は、フロントホイールに取付けられたターゲットの位置および向きを測定するために、車両の軌道に沿って前方を向いている。カメラは、必ずしも車両のホイールの軌道上に直接設けられていなくてもよい。すなわち、ホイールのロールライン上にあってもよい。カメラは、フロントホイールに関連付けられた受動ヘッド 5 1、5 3 上のターゲットの画像を観察し取込むのに十分となるよう、ホイール軌道に並んで面しているだけでよい。この例では、能動検知ヘッド 5 5 は、左のホイールの軌道に沿って前を向いているカメラ 6 1 の形状の画像センサを含む。このように装着されたとき、カメラ 6 1 の視野は、左のフロントホイール 4 1 に装着された受動ヘッド 5 1 のターゲット位置を含む。同様に、能動検知ヘッド 5 7 は、右のホイールの軌道に沿い前を向くカメラ 6 3 の形状の画像センサを含む画像検知モジュールなどを含む。このように装着されると、カメラ 6 3 の視野は、右側のフロントホイール 4 3 に装着された受動ヘッド 5 3 のターゲット位置を含む。

【 0 0 3 1 】

1 つ以上のセンサがリヤヘッド 5 5、5 7 に装着され、2 つの能動検知ヘッド間の空間関係を測定するように位置決めされる。さまざまな利用できる検知技術を用いることができ、以下においてはその 2 つの例について述べる。図 2 に示す例では、能動検知ヘッド 5 5 はセンサ 6 5 を含み、能動検知ヘッド 5 7 はセンサ 6 7 を含む。本願におけるセンサ 6 5 および 6 7 は、能動検知ヘッド 5 5 および 5 7 間の相対的な角度的関係を検知するために用いられ、カメラ 6 1 および 6 4 からの画像信号は処理されて、キャンバおよびトウといった通常のフロントホイールアライメントパラメータを計算する。

【 0 0 3 2 】

リヤヘッド 5 5 および 5 7 は各々、1 つ以上の傾斜計も組込んでおり、傾斜計を傾斜センサとして用いて、重力に対する各リヤヘッドの相対キャンバおよびピッチ角度を測定する。これらの傾斜計はたとえば、軌道カメラプリント回路基板と一体化するように設計された MEMS 型装置を含んでもよい。

【 0 0 3 3 】

図 3 は、システムのホイール装着構成部品のうちいくつかの側面図である。この左側面図は左のフロントヘッド 5 1 を示し、その受動ターゲットは左のフロントホイール 4 1 に装着されている。この側面図は、左のリヤホイール 4 5 に取付けられた左のリヤ能動検知ヘッド 5 5 も示している。図 3 はまた、能動検知ヘッド 5 5 の構成要素の部分断面を拡大

10

20

30

40

50

して詳細に示す。

【 0 0 3 4 】

図に示されているように、ヘッド 5 5 はハウジング 7 1 を含む。ハウジングをホイールに装着するためのハードウェアは、明確にするために省略している。ハウジング 7 1 は、前方を向く軌道カメラ 6 1 を含む。この例では、空間関係センサ 6 5 は、図 6 に関して以下で説明するビーム角度検出技術を用いるが、他の種類のセンサを用いてもよい。ハウジングはまた、ヘッド 5 5 をユーザが起動するためのキーパッド 7 4、ならびに、カメラおよび他のセンサからのデータおよびホストコンピュータとの通信を処理するためのデータ処理電子機器を含むプリント回路基板 7 5 を含む。ハイブリッドシステムの検知ヘッドを形成するために、基板 7 5 は、ピッチ傾斜センサ 7 7 およびキャンバ傾斜センサ 7 9 も支持する。2つの傾斜センサ 7 7、7 9 は、別々に示されているが、単一の傾斜計モジュールの構成要素でもよい。センサ 7 7、7 9 は、傾斜の読取値を、カメラデータとともにホストコンピュータシステム 1 0 0 に送信するために、基板 7 5 上のプロセッサに伝える。

10

【 0 0 3 5 】

図 4 および図 5 は、能動検知ヘッド 5 5 をやや様式化して示した側面図および背面図であり、傾斜センサによって測定される軸と他の要素との関係を示す。ここでの説明のために、傾斜センサ 7 7 - 7 9 は、単一の MEMS 傾斜計の構成要素であると想定する。傾斜計は、ピッチ面（図 4）に関する重力ベクトルを求めるとともに、キャンバ面（図 5）に関する重力ベクトルを求める。当然ながら、同様の寸法を、他の能動検知ヘッド 5 7（図 2）について、測定することができる。このようにして、重力に対する各ヘッドの向きを処理し、各軌道方向カメラの光軸を重力に関連付けることができる（図 4 および図 5）。このようにして、各フロントターゲットと重力の関係も、画像データおよび重力ベクトルデータの処理によって測定することができる。

20

【 0 0 3 6 】

図 6 は、この場合はヘッド 5 5 である能動検知ヘッドのうち 1 つの構成要素の機能ブロック図であるが、この第 1 の例ではヘッド 5 7 の構成要素は概ね同じである。

【 0 0 3 7 】

上述のように、能動検知ヘッド 5 5 は、軌道カメラ 6 1 の形の画像センサを含む画像検知モジュール 8 1 などを含む。このモジュールは、使用時には左のホイールの軌道に沿って前方を向き、カメラが受動ヘッド 5 1 のターゲットを含む画像を取得できるようにする（図 2 も参照）。図 6 に示される軌道方向画像センサモジュール 8 1 は、車両の同じ側にある車両ホイール 4 1 に装着されたヘッド 5 1 上のターゲットの所望の照明のための光を発する照明器として機能する LED アレイ 8 3 を含む。カメラ 6 1 は、ホイールアライメントに用いられる画像を検知するデジタルカメラである。動作中、カメラ 6 1 は、各画像画素の値を、この画素に対応する画像中のポイントにおいて検知された光のアナログ強度に基づいて、生成する。この値はデジタル化されプリント回路基板 7 5 上の回路に読出される。この値は、カメラセンサチップ上でまたはこのチップの外でデジタル化されてもよい。

30

【 0 0 3 8 】

この実現化例において、空間関係センサモジュール 6 5 は、赤外 LED 8 5 と、開口 8 6 と、電荷結合素子（CCD）または CMOS ユニットといった線形画像センサ 8 7 とを含む。赤外 LED 8 5 は、対向するヘッド 5 7 の同様のトウセンサモジュールに向けて光ビームを発する。同様に、対向するヘッド 5 7 は、ヘッド 5 5 に向けて光ビームを発する赤外 LED を含む。

40

【 0 0 3 9 】

対向するヘッド 5 7 の赤外 LED からの赤外線 / 放射は、開口 8 6 を介し線形画像センサ 8 7 によって検知される。他方のヘッドからの赤外線が検出される、センサ 8 7 上の正確なポイントは、このヘッド 5 5 のセンサ 8 7 で、対向するヘッドからの光が入射する相対角度を示す。同様に、ヘッド 5 5 の赤外 LED 8 5 からの赤外線 / 放射は、対向するヘッド 5 7 の開口を介して線形画像センサによって検知され、LED 8 5 からの赤外線が検

50

出される、対向する線形画像センサ上の正確なポイントは、ヘッド57の線形センサで、ヘッド55からの光が入射する相対角度を示す。2つの線形センサからの角度検出データを処理することにより、2つの能動検知ヘッドにおけるカメラ61および63の光学カメラ軸間の角度関係を求めることができる。

【0040】

回路基板75は、デジタル信号プロセッサ(DSP)または他の画像プロセッサ型回路および関連するデータ/プログラムメモリ91を含む。動作中、各カメラ61、63は、デジタル画像データを画像処理回路89に与える。図示のように、能動検知ヘッド55はまた、キャンバ傾斜センサ79およびピッチ傾斜センサ77を含む。これらの傾斜計素子は、重力角度測定値(図4および図5の説明参照)をプロセッサ89に送る。画像処理回路89は、データに対して1つ以上の演算を行ない、このデータを、ホストコンピュータシステム100に送信するために通信インターフェイス93に与える。

10

【0041】

回路89の画像処理動作は、通信のためにさまざまなデータをフォーマット化することを含んでもよい。これに代えて、プロセッサ89は、ホストコンピュータシステム100への送信前の前処理をいくらか行なうようにしてもよい。画像データに関しては、画像前処理は、傾斜の計算、背景の減算および/またはランレングス符号化または他のデータ圧縮を含んでもよい(例としてロブ他(Robb et al.)による米国特許第6,871,609号参照)。プロセッサ89も、傾斜センサ77、79からの傾斜センサおよび/または空間関係測定データに回答して、画像データのある程度処理してもよい。これに代えて、傾斜およびクロス位置データを、単にホストコンピュータに転送し、画像データのさらなる処理に用いられるようにしてもよい。

20

【0042】

能動ヘッドのうち1つのプロセッサ89は、他のヘッドからのデータを受け、内部でホイールアライメントパラメータ計算を行ない、次に車両測定結果のみをホストコンピュータシステム100に送信するように構成されてもよい。加えて、能動ヘッドのうち1つのプロセッサ89は、すべてのアライメント値を計算するとともに、ユーザインターフェイスも生成するように構成されてもよい。この場合、能動ヘッドは、ホイールアライメントシステムのためのユーザインターフェイスを実現するウェブページを提供するウェブサーバとして機能してもよく、ホストコンピュータは、ウェブブラウザを備えホイールアライメント専用ソフトウェアは備えていない任意の汎用コンピュータからなるものとしてもよい。しかしながら、コストを最小限に抑えるために、データ処理の主要な部分はホストで行なわれるようにしてもよく、この場合、DSP/処理回路89による処理(およびその複雑性)を最小に留めるようにしてもよい。

30

【0043】

回路基板75上のプロセッサ89または別のコントローラ(別々に示されていない)も、能動検知ヘッド55の動作を制御する。たとえば、制御素子(プロセッサ89または他のコントローラ)は、LEDアレイ83および赤外LED85による発光のタイミングおよび強度を制御するとともに、カメラ81および線形画像センサ87のタイミングおよびあれば他の動作パラメータを制御するであろう。能動検知ヘッド55はまた、ユーザがヘッド55を起動するためのキーパッド74を含み、プロセッサ89または他のコントローラは、キーパッド74を介した入力を検知しこれに回答するであろう。

40

【0044】

コンピュータ通信インターフェイス93は、能動検知ヘッド55の構成部品とホストコンピュータ100(図2)との間および構成によっては能動ヘッド間で双方向データ通信が行なえるようにする。通信インターフェイス93は、適切なデータプロトコル標準に従い、所望の物理媒体との結合によって、ホストコンピュータ100へおよびホストコンピュータ100から、所望の速度で、特定の設備に望ましいやり方で、データ通信を行なえるようにする。たとえば、ホスト通信インターフェイスは、ホストコンピュータ100の整合するインターフェイスへのケーブル接続のためのUSBコネクタを備えたUSBイン

50

ターフェイスでもよい。当業者は、ホイールアライメントシステムにおいて、Ethernet（登録商標）、RS-232、RS-422、RS-485、WiFiまたは無線Ethernet（登録商標）、Zigbee（登録商標）、Bluetooth（登録商標）、UWB（超広帯域）、IrDA、または他の適切な狭帯域または広帯域データ通信技術といった、他のデータ通信インターフェイスを使用できることを理解するであろう。

【0045】

基板75上の電子回路ならびに画像検知モジュール81および空間関係センサモジュール85の素子は、電源94から電力を受ける。適切なレベルの電圧および電流を供給する従来の電源を用いることができる。システム50がケーブルを使用する場合、電源は、従来の直流電力供給網から続く、または、電力をUSBまたはEthernet（登録商標）ケーブル布線から受けるものとすればよい。ヘッド55および57が無線の場合、電源は、再充電可能なバッテリーまたは使い捨てのバッテリーいずれかのバッテリー電力を利用すればよい。これに代えて、無線ヘッド用の蓄電媒体がスーパーキャパシタからなるものでもよい。

【0046】

図2に戻って、ホストコンピュータシステム100は、能動検知ヘッド55、57からのデータを処理するとともに、システム50のユーザインターフェイスを提供する。上記のように、データ処理は、能動検知ヘッド55、57のうち1つ以上のDSPなどで行なうことができる。しかしながら、ヘッド55および57のコストを最小に抑えるには、主な処理能力を、ホストコンピュータシステム100または同様のデータ処理機器から提供するようにすればよい。この例では、システム100は、デスクトップ型パーソナルコンピュータ（PC）またはノートブックコンピュータ、UMPC（ウルトラモバイルPC）または同様の装置といった他のコンピュータ装置で実現できる。クライアント・サーバ構成を用いてもよい。この場合、サーバがホスト処理を行ない、能動ヘッドのうち1つまたは別のユーザ装置がクライアントの役割を果たしてユーザインターフェイスを提供するであろう。高度なホイールアライメント技術分野における当業者は、種々の適切なコンピュータシステムの構成部品、プログラミングおよび動作に精通しているであろうが、簡単な例を挙げることが役に立つであろう。

【0047】

コンピュータシステム100は、中央処理装置（CPU）101と、関連する、ユーザインターフェイスを提供するための要素とを含む。CPU部101は、情報通信のためのバス102または他の通信メカニズム、および、バス102に結合され情報を処理するためのプロセッサ104を含む。コンピュータシステム100はまた、バス102に結合され、プロセッサ104によって処理される情報および命令を格納するための、ランダムアクセスメモリ（RAM）または他の動的記憶装置といったメインメモリ106を含む。メインメモリ106は、プロセッサ104による命令実行中に、一時的変数または他の中間情報を格納するためにも使用される。コンピュータシステム100はさらに、バス102に結合され、プロセッサ104に関する情報および命令を格納するための、読出専用メモリ（ROM）108または他の静的記憶装置を含む。磁気ディスクまたは光ディスクといった記憶装置110が設けられ、バス102に結合されて情報および命令を格納する。示されているのは1つだけであるが、多くのコンピュータシステムは2つ以上の記憶装置110を含む。

【0048】

例示されたコンピュータシステム100の実施例はまた、たとえば、ローカルユーザインターフェイスを提供して、このシステムが、ホイールアライメント室または自動車サービスショップで使用されるかもしれないパーソナルコンピュータまたはワークステーションのように見えるようにする。コンピュータシステム100は、バス102を介し、陰極線管（CRT）またはフラットパネルディスプレイといった、情報をコンピュータユーザに対して表示するための表示装置112に結合されもよい。英数字およびその他のキーを

10

20

30

40

50

含む入力装置 114 が、情報およびコマンド選択をプロセッサ 104 に伝えるためにバス 102 に結合される。別の種類のユーザ入力装置は、方向情報およびコマンド選択をプロセッサ 104 に伝えるための、マウス、トラックボールまたはカーソル方向キーといったカーソル制御 116 である。この情報およびコマンド選択を今度は CPU 101 が用いて表示装置 112 上のカーソルの動きを制御する。カーソル入力装置 116 は典型的に、第 1 の軸（たとえば x）および第 2 の軸（たとえば y）という 2 本の軸における 2 つの自由度を有し、これにより、カーソル入力装置は面における位置を特定できる。ユーザインターフェイス素子 112 - 116 および CPU 101 間の結合には、有線、または光もしくは無線周波数無線通信技術を用いてもよい。

【0049】

CPU 101 はまた、能動検知ヘッド 55 および 57 との双方向データ通信のための、例としてインターフェイス 118 として示される、通信のための 1 つ以上の入力/出力インターフェイスを含む。ホイールアライメントに使用するために、インターフェイス 118 は、CPU が、画像データ、空間関係測定データおよび傾斜データを能動検知ヘッド 55 および 57 から受信できるようにする。典型的には、インターフェイス 118 はまた、ホストコンピュータシステム 100 が、動作コマンドおよび場合によってはソフトウェアダウンロードを、能動検知ヘッド 55 および 57 に送ることができるようにする。たとえば、通信インターフェイス 118 は、能動検知ヘッド 55、57 の整合するインターフェイス 93 へのケーブル接続のための USB コネクタを備えた USB インターフェイスでもよい。当業者は、ホイールアライメントシステムにおいて、Ethernet（登録商標）、RS-232、RS-422、RS-485、WiFi または無線 Ethernet（登録商標）、Zigbee（登録商標）、Bluetooth（登録商標）、UWB、IrDA、または他の適切な狭帯域または広帯域データ通信技術といった、他のデータ通信インターフェイスを使用できることを理解するであろう。

【0050】

図には示されていないが、要望に応じて、別の通信インターフェイスがネットワークを介して通信を提供してもよい。このような追加のインターフェイスはモデムでもよく、Ethernet（登録商標）カードでもよく、または他の適切なデータ通信装置でもよい。この追加の通信インターフェイスへのおよびこの通信インターフェイスからの物理的なリンクは、任意であり、無線でも有線でもよい。

【0051】

コンピュータ 100 は、店舗では他の目的を果たす場合もあるであろうが、アライメントシステム 50 は、コンピュータシステム 100 を、ヘッド 55、57 からのデータを処理し、ヘッドが提供するデータから所望のアライメント測定値を得るため、および、システム 50 のためのユーザインターフェイスを提供するために、使用する。コンピュータシステム 100 は典型的に、さまざまなアプリケーションプログラムを実行しデータを格納することにより、112 - 116 といった構成要素を通して提供される、ユーザインターフェイスを介した 1 つ以上の対話が行なえるようにし、所望の処理を実現する。ホイールアライメントで使用される場合、プログラミングは、ヘッド 55 および 57 からのさまざまなデータから、所望の車両ホイールアライメント測定パラメータを得るための計算を含めて、ヘッド 55、57 の特定の実現化例から受けたデータの処理のための適切なコードを含むであろう。ホストコンピュータ 100 は典型的に、汎用オペレーティングシステムを実行するとともに、特にアライメントに関連するデータ処理を実行するようにされたアプリケーションまたはシェルを実行し、アライメント測定値および関連するサービスに関する所望の情報を入力および出力するためのユーザインターフェイスを提供する。システム 100 は、汎用システムであるため、広範囲にわたる他の所望のアプリケーションプログラムのうちいずれか 1 つ以上を実行し得る。

【0052】

コンピュータシステム 100 に含まれる構成要素は、サーバ、ワークステーション、パーソナルコンピュータ、ネットワーク端末等として使用される汎用コンピュータシステム

10

20

30

40

50

において通常設けられているものである。実際、これらの構成要素は、当該技術では周知であるコンピュータの構成要素の広いカテゴリを表わすことを意図している。

【0053】

いろいろなときに、ホイールアライメントアプリケーションに関連するプログラミングは、異なるいくつかの媒体のうち1つ以上に存在する。たとえば、プログラミングのうちいくつかまたはすべては、ハードディスクまたは他の種類の記憶装置110に格納され、プロセッサ104によって実行されるようCPU101のメインメモリ106にロードされてもよい。このプログラミングは、他の媒体に存在するか、または、システム100へのアップロードのために他の媒体によって送られて、原則的にそのプログラミングをインストールおよび/またはアップグレードしてもよい。したがって、異なるときに、ソフトウェア要素のうちいずれかまたはすべてに関する実行可能な符号またはデータのすべてまたは一部は、物理媒体に存在するか、または電磁媒体に保持されているか、またはさまざまな異なる媒体を介して送られて、能動検知ヘッド55、57の特定のシステムおよび/または電子機器をプログラムする。したがって、本明細書で使用するコンピュータまたは機械「読取可能媒体」といった用語は、命令をその実行のためにプロセッサに提供することに関わる何らかの媒体を指す。このような媒体は、不揮発性媒体、揮発性媒体および（たとえばワイヤ、ファイバなどの）送信媒体、ならびに、システム間またはシステム構成要素間でデータまたは命令を搬送し得るさまざまな種類の信号を含め、数多くの形態を取り得るが、これらに限定されるものではない。

【0054】

ヘッドのランアウト(runout)補償は、伝統的な従来のアライメントヘッドの場合のように、リヤホイールを持上げキャンバセンサを用いてランアウトベクトルを測定し、次に、フロントホイールを持上げカメラを用いて、ターゲットがフロントホイールの軸を中心として回転するときのターゲットを撮像することにより、行なうことができるであろう。これに代わる方法は、固定された座標系を構築するために、車両をリフトに沿って運転し、軌道カメラが前のターゲットおよびリフト上の固定されたターゲットを撮像するとき、傾斜計を用いてヘッド上でのランアウト測定を行なうことによって、ホイールを持上げることができることを回避することであろう。

【0055】

上記のように、リヤヘッド55、57は、重力に対する、各リヤヘッドの相対的キャンバ角およびピッチ角を測定するために、傾斜計型傾斜センサを組み込んでいる。ランアウトが測定され傾斜計角度値が測定されると、重力に対する各ヘッドの向きを処理し、各軌道方向カメラの光軸を重力に関連付けることができる。軌道方向カメラと重力との関係およびフロントターゲットと軌道方向カメラとの測定された関係を用いて、フロントターゲットと重力との関係を計算することができる。空間関係をセンサ65および67によって測定して軌道カメラ61および63の空間関係を求める。

【0056】

フロントトゥ、キャスト、およびSAIは、V3Dアライナといった撮像アライナで実現されるのと同様の技術を用いて測定されるであろう。リヤスラスト角、各リヤ個別トゥおよび軌道カメラ間の水平角度関係は、リヤ空間関係センサが取得する測定値から得られるであろう。傾斜計は、各軌道カメラを、共通する重力ベクトル基準を通して互いに関連付けるであろう。リヤスラスト線の軸に沿って互いに効果的に関連付けられた軌道カメラを用いて、各フロントターゲットの場所および向きを、スラスト角および重力に直接関連付けられた座標系において求めることができる。

【0057】

較正は、各リヤヘッドを、直線状の較正バー上に、現在の従来のヘッドの較正方法とほぼ同じようにして装着することによって行なうことができる。このバーがまず回転してランアウトを補償する。次に、リヤ空間関係センサのゼロオフセットを設定することができる。較正バーを水平にすることによって、各キャンバセンサゼロオフセットを設定することができる。ピッチゼロオフセットは、ヘッドを精密レベルバブル(precision level bubb

10

20

30

40

50

le)を用いて水平にし、ピッチ傾斜計値を記録することによって、設定される。カメラ較正を、軌道カメラに鑑みフロントターゲットに装着するのに適した別の較正バーを追加することにより、改善してもよい(例としてジェームズ・デール・ジュニア (James Dale, Jr.) による米国特許出願公開番号第2004/0244463号参照)。この最初の較正が行なわれた後、軌道カメラは、ターゲットおよびバーがフロント較正バーの軸を中心として回転しているときに、フロントターゲットの向きを測定する。1つのカメラと他のカメラとの関係は計算することができるので、各カメラと後部の空間関係との関係を検査または較正することができる。フロントターゲット較正バーを水平にすることにより、各軌道カメラとローカル傾斜器との固定された関係も検査することができる。この冗長検査はおそらく、測定精度トレーサビリティを要求する顧客のためのISO検査を構成するかもしれない。

10

【0058】

加えて、各フロントターンテーブルに小さなターゲットを貼り付けて、回転角度のさらなる測定または照合を行なえるようにしてもよい。

【0059】

V3D車高ポイントを使用して、車高またはその他ボディ指標を目的としてフロントボディポイントを測定してもよい。

【0060】

当業者には、本明細書で説明するホイールアライメントシステムを、異なるさまざまな種類の空間関係センサを用いて実現し得ることが容易に明らかになるであろう。画像センサは一種の空間関係センサである。画像センサは、センサの視野内のターゲットを含むと予想される画像を表わすデータを生成する検知素子の二次元アレイを備えたカメラからなる。画像センサからのデータを処理することにより、観察したターゲット、したがって、ターゲットが関連付けられたヘッド、ホイールまたはその他の対象物に関連する、位置および向き情報を求めることができる。先行技術の画像センサの一例は、スナップ・オン社の一部門であるアーカンソー州コンウェイのジョンビーン社から市販されているVisualiner 3Dで使用されるカメラである。角度センサは、別の種類の適用可能な空間関係センサである。角度センサは、あるポイントに関連するセンサからの角度を表わすデータを生成する。さまざまな種類の角度センサが一般的に知られている。角度センサの一例は、ジョンビーン社から販売されているVisualinerで使用される線形CCDセンサである。

20

30

【0061】

したがって、ここで一例として、図3および図6に関して先に述べた開口および線形画像センサ型の空間関係検知機構を、軌道カメラと同様の撮像型カメラと置き換えたものについて考察することが役立つであろう。図7~図9は、図1、図3および図6と同様の図であるが、この第2の実現化例の図は、空間関係検知機能についてターゲットおよび画像センサを用いた代替方法体系を示す。図1、図3および図6の実現化例と同様のホイールおよび構成要素は、同一の番号が付され、上記と基本的に同じように構成されて動作する。この例は、フロントホイール41および43上の受動二次元ターゲット51および53を用い、図1の例とほぼ同じように、車両の軌道に沿う測定値に対してリヤホイールにある能動ヘッド55 および57 を用いる。リヤ能動検知ヘッドは、カメラ61、63または同様の二次元画像センサを用いて、フロントヘッド51、53上のターゲットの画像を得るとともに、ターゲットと能動ヘッドとの相対的な位置および向きを求める。これは図2に関して先に詳述したとおりである。しかしながら、2つの能動ヘッド55、57

40

の空間関係は、対向する能動ヘッドに装着された二次元ターゲット67の画像を取得する少なくとも1つの二次元画像センサ97によって求めることができる。この例では、能動ヘッド57は、ヘッド51および53上のターゲットの1つと同様の関連するターゲット67を有しているが、ヘッド57は、空間関係測定機能のためのセンサを備えていない。能動検知ヘッド55は、ターゲット67の撮像に基づく車両の後部横方向における空間関係測定に対し、画像処理型の手法を用いる。典型的に、画像センサ97は、図2の例での二次元画像センサで使用されるカメラ等と似ているであろう。

50

【 0 0 6 2 】

図 8 および図 9 においてより詳細に示されているように、空間関係センサ 9 5 は、軌道方向画像センサモジュール 8 1 と同様の画像検知モジュールを用いる。空間関係画像検知モジュール 9 5 は、デジタルカメラ 9 7 および LED アレイ 9 9 を含む。LED アレイ 9 9 は照明器の役割を果たす。空間関係検知に使用するために、LED アレイ 9 9 は赤外 (IR) 光を生成する。他方のリヤヘッド 5 7 は、LED アレイ 9 9 によって照射される IR 感知逆反射ターゲット 6 7 (図 7) を含み、これは次にカメラ 9 7 によって検知される。

【 0 0 6 3 】

空間関係カメラ 9 7 は、他の空間関係センサの代わりに、(車両の後部横方向反対側の) 関連のあるヘッド上に配置されたターゲット 6 7 を撮像する。カメラ 6 1 および 9 7 双方ともに、一方のヘッドの共通処理基板を共有することができ、他方のヘッドは単純に 1 つのカメラ (軌道方向) およびターゲット (横断方向) を用いる。カメラ 9 7 が取得したターゲット画像の処理によって、リヤヘッド間の角度空間関係を、図 1 および図 2 の例において能動ヘッドカメラからの画像を処理してホイールに装着されたターゲットの相対的な角度および / または位置を求めたのとほぼ同じやり方で、計算することができる。前の例のように空間関係角度を測定するのではなく、画像検知モジュールおよび関連する画像処理によって、対向する能動ヘッド上のターゲットの三次元空間関係を測定する。ターゲットの画像の処理に基づく測定に関するさらなる情報については、ジャクソンへの米国特許第 5, 7 2 4, 7 4 3 号を再び参照されたい。

【 0 0 6 4 】

図 7 ~ 図 9 のシステムにおいて、少なくとも 1 つの能動ヘッドは、ヘッドのキャンバおよびピッチを測定するための重力センサを含む。対向する能動ヘッドに装着されたターゲットを撮像することによってシステムは 2 つの能動ヘッド間の三次元 (3D) 空間関係測定値を得ることができるため、重力センサを設けるために必要な能動ヘッドは 1 つだけである。それ以外、構造、動作および計算は全体的に先の例のものと同様である。

【 0 0 6 5 】

上記の例において、能動ヘッドはリヤホイールに関連付けられ、ターゲットは車両のフロントホイールに関連付けられている。しかしながら、当業者は、上記の基本的な構成には数多くの変形例があることを理解するであろう。また、使用し得る、空間関係を求めるための、撮像センサと他のセンサとのさまざまな異なる組合せがある。そのうちいくつかを以下で説明し示す。

【 0 0 6 6 】

たとえば図 10 は、図 1 と同様の配置において能動ヘッドとターゲットヘッドが逆になっている配置を示す。図 10 のホイールアライメントシステムは、この例ではリヤホイールである、車両 2 2 0 のホイール 2 2 2 および 2 2 4 それぞれに装着された 1 対の受動ヘッド 2 2 1 および 2 2 3 を含む。能動検知ヘッド 2 2 5 および 2 2 7 は、車両 2 2 0 のフロントホイール 2 2 6 および 2 2 8 それぞれに関連付けて装着されるようになっている。ここでも、各能動検知ヘッドは、種々のヘッドが車両のそれぞれのホイールに装着されたときの受動ターゲットの画像を含むと予想される画像データを生成するための、画像センサ 2 2 9 または 2 3 1 を含む。この例では、能動検知ヘッド 2 2 5 および 2 2 7 ある画像センサ 2 2 9 および 2 3 1 は、たとえば先の例の軌道カメラと同様のカメラである、二次元 (2D) 撮像装置である。

【 0 0 6 7 】

ヘッド 2 2 1 および 2 2 3 は、能動ヘッド 2 2 5 および 2 2 7 の画像センサのうち 1 つによって観察できる種類のターゲットを含むが、検知素子を含まないという点で、受動的である。典型的に、これらターゲットは、他の光源によって照射されると検出可能であり、能動検知ヘッド 2 2 5 および 2 2 7 のカメラなどによって撮像可能な明領域および暗領域を含む。

【 0 0 6 8 】

先の例と同様に、このシステムはまた、能動検知素子 2 2 5 または 2 2 7 の少なくとも 1 つに関連付けられた空間関係センサを含む。この空間関係センサにより、能動検知ヘッド 2 2 5 および 2 2 7 が車両のホイールに装着されたときの能動検知ヘッド 2 2 5 および 2 2 7 間の空間関係を測定することができる。この例では、このシステムは、2 つの従来の (1 D) 角度センサ 3 3 3 および 3 3 5 を用いて、トウ面における、能動検知ヘッド 2 2 5 および 2 2 7 の相対的な角度を測定する。能動ヘッド 2 2 5 および 2 2 7 はまた、ヘッドの傾斜、典型的にはキャンバおよびピッチを測定するための重力センサなどを含む。したがって、ヘッド 2 2 5 は、1 つ以上の傾斜センサ 3 3 7 を含み、ヘッド 2 2 7 は 1 つ以上の傾斜センサ 3 3 9 を含む。

【 0 0 6 9 】

先の例で示したように (たとえば図 2)、このシステムは、コンピュータも含む。コンピュータは、能動検知ヘッドからのターゲットの観察および傾斜データに関連する画像データを処理する。コンピュータはまた、少なくとも 1 つの空間関係センサからの空間関係データを処理する。このデータ処理により、車両の少なくとも 1 つの寸法を計算することができる。

【 0 0 7 0 】

上記のように、この例は本質的に、図 1 の例のターゲット / 能動検知ヘッド位置を前後逆にしたものである。すべての変形が示されているわけではないが、当業者は、同様の種類の前後の変形および / または左右の変形は、本明細書で説明する他の代替配置すべてについても実現できることを理解するであろう。

【 0 0 7 1 】

図 1 1 は、別の代替配置を示す。この例では、2 つの能動検知ヘッドが車両の片側に装着され、2 つの受動センサが車両の反対側に装着される。示されているように、ターゲットを受動ヘッドに装着することによっていくぶんホイールから離れて外側に延長する部分を設け、能動ヘッドの画像センサからターゲットが見えるようかつ画像センサがターゲットを撮像できるようにしている。各能動ヘッドは画像センサを含み、この画像センサは、車両の反対側の対応するホイールに取付けられたターゲットの画像を取得する。先の例のように、各能動ヘッドは、ヘッドのキャンバおよびピッチを測定するための重力センサを含む。ここで、2 つの能動ヘッドの空間関係は、2 つのヘッド間のトウ面角度を測定する 2 つの従来の角度センサによって求められる。構造、動作および計算は全体的に先の例のものと同様であるので、当業者は、図 1 1 の例を、ここでのさらに詳細な説明がなくとも理解するはずである。

【 0 0 7 2 】

図 1 2 は、別の代替配置を示す。この例では、2 つの能動センサが車両の片側に装着され、2 つの受動センサが車両の反対側に装着される。能動ヘッドは各々、車両の反対側の対応するホイールに取付けられたターゲットの画像を取得する画像センサを含む。ここで、2 つの能動ヘッドの空間関係は、対向する能動ヘッドに装着されたターゲットの画像を取得する 1 つ以上の画像センサによって求められる。この例では、フロント能動ヘッドがターゲットを含み、リヤ能動ヘッドが、図 7 ~ 図 9 の例における三次元空間関係測定と同様のやり方で、ターゲットの画像を取得するための二次元撮像センサを含む。少なくとも 1 つの能動ヘッドがヘッドのキャンバおよびピッチを測定するための重力センサを含む。このシステムは、2 つの能動ヘッド間の三次元位置および向き測定値を得るので、重力センサを設けるのに必要な能動ヘッドは 1 つだけである。ここでも、構造、動作および計算は全体的に先の例のものと同様であるので、当業者は、図 1 2 の例を、ここでのさらに詳細な説明がなくとも理解するはずである。

【 0 0 7 3 】

図 1 3 はさらに別の代替配置を示す。この例が用いる第 1 の能動検知ヘッドは、車両の同じ側の他方のホイールに装着された第 1 の受動ヘッド上の受動ターゲットの画像を取得するための 1 つの二次元画像センサを含む。第 1 の受動ヘッドは、第 1 の能動ヘッドと同じ車両の側のホイールに装着される。図に示される特定の例では、第 1 の能動ヘッドが左

10

20

30

40

50

のリアホイールに装着され、第1の受動ヘッドが左のフロントホイールに装着される。第1の受動ヘッドの1つのターゲットを、左のリアホイールに関連付けられた、すなわち車両のその側の車両軌道に沿う、二次元画像センサによる撮像に利用できる。

【0074】

しかしながら、第1の受動ヘッドは、その第1の受動ターゲットに関連する既知の相対位置にある第2の受動ターゲットも含む。この第2の受動ターゲットは、ホイールの前に延在するため、車両の反対側の対応する二次元画像センサによって、空間関係測定における撮像のために、観察されることができる。したがって、第2の能動ヘッドが、第1の受動ヘッドから横方向反対側に、すなわち示された配置では右のフロントホイールに装着される。第2の能動ヘッドは2つの二次元画像センサを含む。これらのセンサのうち1つは、空間関係測定のために対向する（左の前の）ホイールに取付けられた第1の受動ヘッドに装着されたターゲットの画像を取得する。第2の能動ヘッドにある他方の二次元画像センサは、車両の同じ側、すなわちこの例では右のリアホイールに装着された第2の受動ヘッドに装着されたターゲットの画像を取得する。第2の受動ヘッドは1つのターゲットを含み、このヘッドは第1の能動ヘッドから横方向反対側に装着される。

10

【0075】

図13の配置において、能動ヘッドのうち少なくとも1つが、ヘッドのキャンバおよびピッチを測定するための重力センサを含む。このシステムは、2つの能動ヘッド間の三次元位置および向き測定値を得るため、重力センサを設けるのに必要な能動ヘッドは1つだけである。一般的に、図13のシステムの実現化および動作についての詳細事項は、この概要での説明および図1～図9の例の上記詳細な開示から明らかなはずである。

20

【0076】

図14に示した例は全体的に、図14のシステムでは第1の能動ヘッドも第2の画像センサを含むことを除き、図13の例と同様である。このヘッドにおける第2の画像センサは、第2の受動ヘッドに装着された第2のターゲットの画像を取得する。この構成の、図13の配置に対する利点は、4つではなく2つの独自のヘッドハードウェア構成のみが必要であるという点にある。どちらの能動ヘッドも同じであり、どちらの受動ヘッドも同じである。能動ヘッド各々は、図8および図9に示されたヘッド55と同様である。一方の能動ヘッドがフロントヘッドとして識別され他方がリアヘッドとして識別されるはずである。これは一般的に、埋込まれたプロセッサのファームウェアによって行なうことができる。

30

【0077】

この構成（図14）の第2の利点は、第2の空間関係測定値が、ホイールアライメントの計算には必要ない冗長情報であるという点である。この冗長情報をシステムの較正検査として使用することができる。いずれの能動ヘッドも重力センサを含む場合、キャンバおよびトゥ双方を検証できる。一方の能動ヘッドのみが重力センサを含む場合、トゥ較正のみを検証できる。

【0078】

図15に示された例では、このシステムは、本質的には図1～図9の例のように、フロントホイール各々に装着されたターゲットを備えた受動ヘッドを用いる。リアホイール上に示された能動ヘッドは二次元画像センサを含む。各端部にターゲットを備えた基準バーは、各能動ヘッドが、基準バー上のターゲットのうち1つと、車両の同じ側のフロントホイール上のターゲットとを観察できるように、配置される。基準バー上の2つのターゲットの相対的な位置および向きは既知である。システムは、2つの能動ヘッドの空間関係を、能動ヘッドによって測定された2つの基準ターゲットの三次元位置および向き、ならびに2つの基準ターゲットの既知の関係から、発見することができる。これにより、図7～図9の例の空間関係センサ-ターゲットによって得られた空間関係情報がもたらされる。基準ターゲットの位置が固定されているため、これら基準ターゲットは、回転ランアウト中の測定値の基準として用いることもできる。当業者は、この例の詳細な構造および動作を、図面、ここでの説明、および同様の他の例に関する先の説明から、理解するはずであ

40

50

る。

【0079】

図16に示された例は全体的に、基準ターゲットが1つのみであるという点を除き、図15の例と同様に機能する。能動ヘッドにおける画像センサの視野角は、車両の同じ側にある受動ヘッドターゲットおよび1つの基準ターゲット双方を観察することができるほど十分広くなければならない。

【0080】

図17は、ハイブリッドホイールアライメントシステムのさらに別の例を示す。ここでは、システムは、各フロントホイールに装着されたターゲットが取り付けられた受動ヘッドを用いる。能動ヘッドは、先の例のいくつかと同様にリヤホイールに装着される。各能動ヘッドは、車両のそれぞれの側にある受動ヘッドターゲットの画像を取得する二次元画像センサを含む。

10

【0081】

画像センサは、リヤホイールの中心から前方に向かって延在するので、リヤホイールタイヤの前方に位置し、車両下で車両を横断する視線を提供する。この例では左のリヤホイールに装着された能動ヘッド上のセンサである、画像センサの1つは、受動ターゲットからの画像を通す、または、車両の反対側にある対応する能動ヘッドに装着されたターゲットからの画像を反射する、部分鏡を含む。この鏡の動作は、図18において詳細に示されている。

【0082】

20

車両の同じ側、すなわち例示された配置では左のフロントホイール上に装着された受動ヘッド上の受動ターゲットからの光は、半透明の鏡を直接通過し、左のリヤホイールに装着された能動検知ヘッド上の二次元画像センサに到達する。反対側の能動ヘッド、すなわち例示された配置では右のリヤホイールに装着された能動ヘッドからの光は、鏡の部分的に反射する側に対してある角度で到達し、反射され、左のリヤホイールに装着された能動検知ヘッドの二次元画像センサに到達する。このシステムの利点は、センサのうち1つが異なる2つのターゲットを観察できるようにし、1つの画像センサを除去する点である。

【0083】

ベストモードおよび/または他の例と考えられるものについて述べてきたが、その中でさまざまな変形を行ない得ること、本明細書に開示する主題はさまざまな形態および例で実現し得ること、および教示は数多くの用途に適用し得るがその一部のみを本明細書で述べていることが、理解されるであろう。以下の請求の範囲は、この教示の真の範囲に含まれる任意のかつすべての用途、変形例および変更例を請求することを意図している。

30

【図1】

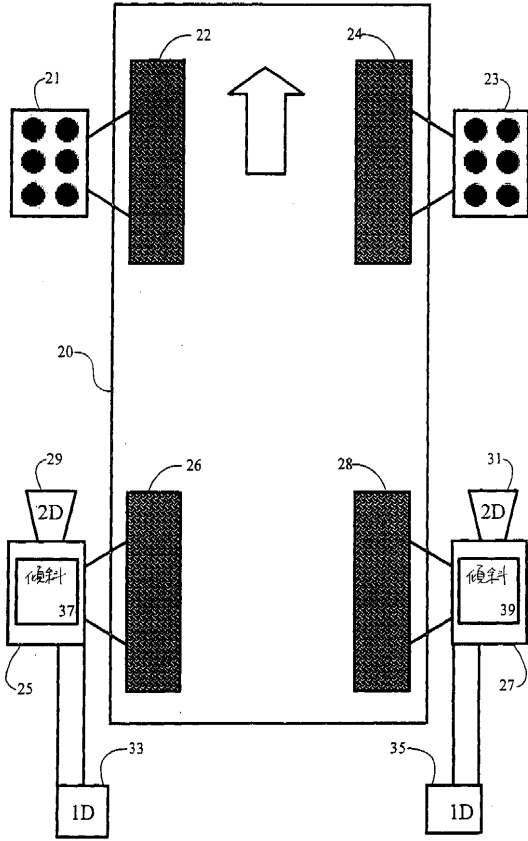


FIG. 1

【図1A】

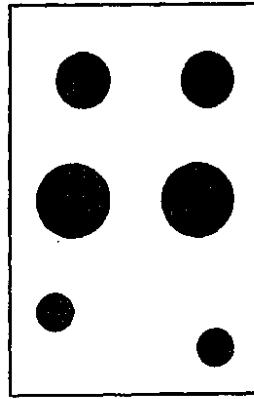


FIG. 1A

【図1B】

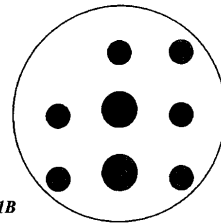


FIG. 1B

【図2】

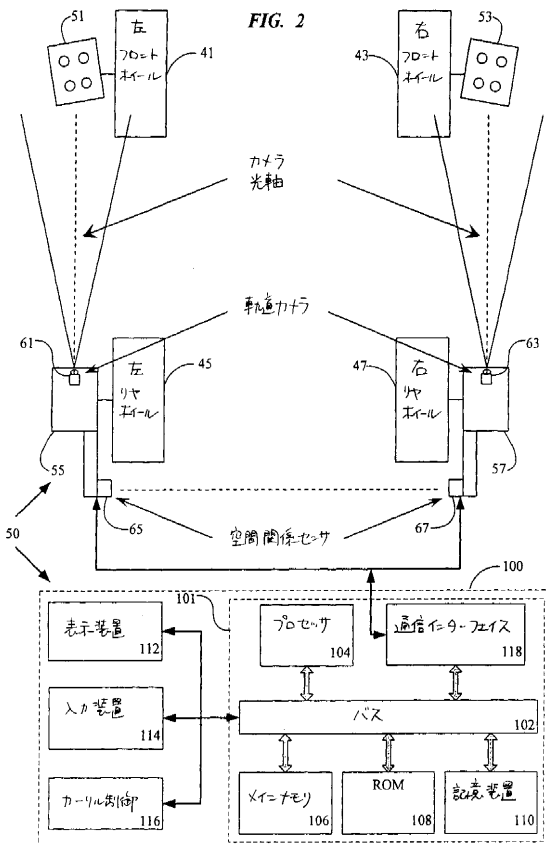


FIG. 2

【図3】

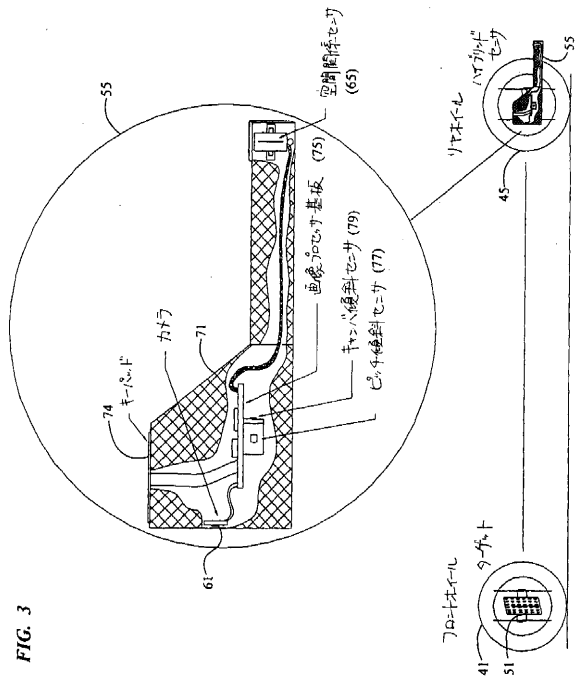


FIG. 3

【図4】

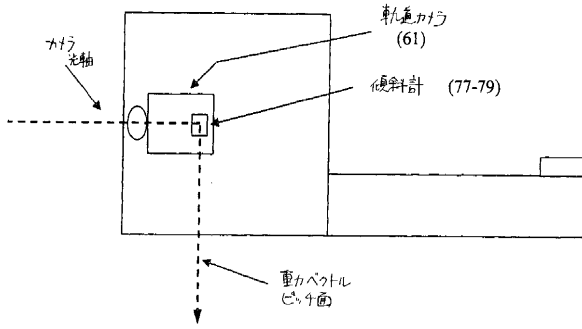


FIG. 4

【図5】

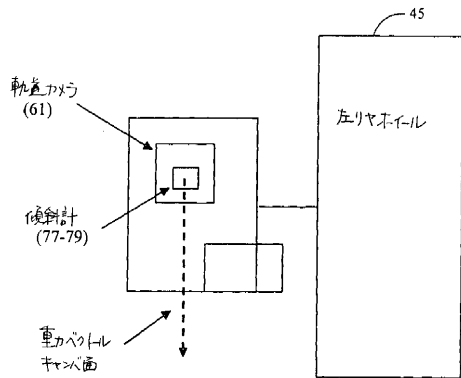


FIG. 5

【図6】

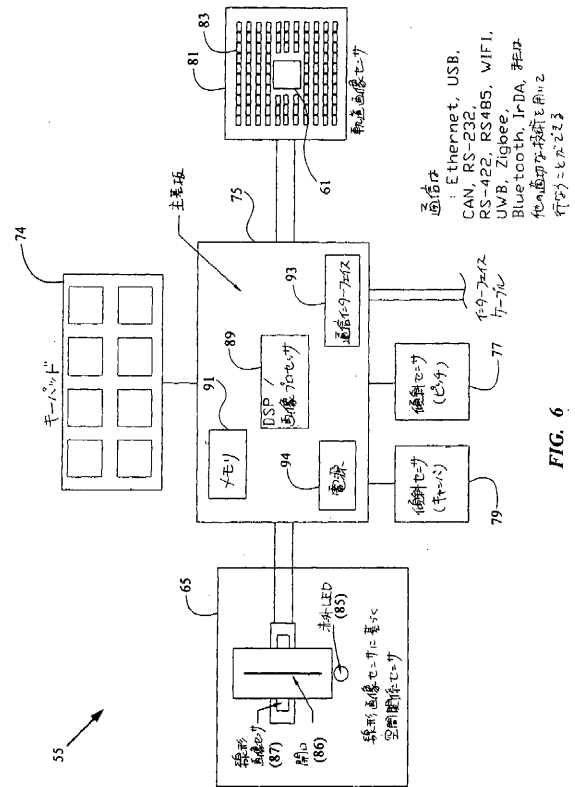


FIG. 6

【図7】

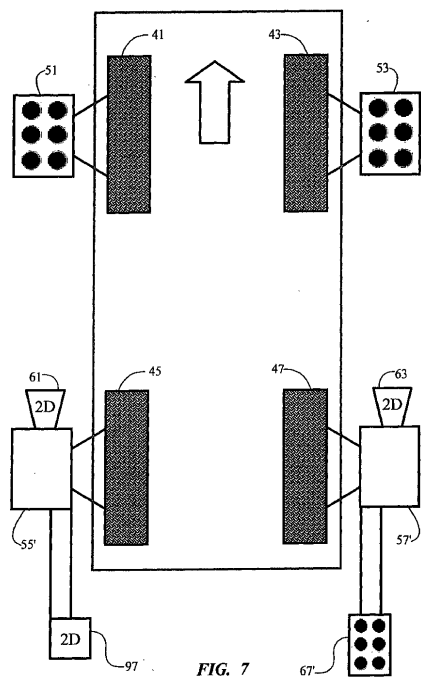


FIG. 7

【図8】

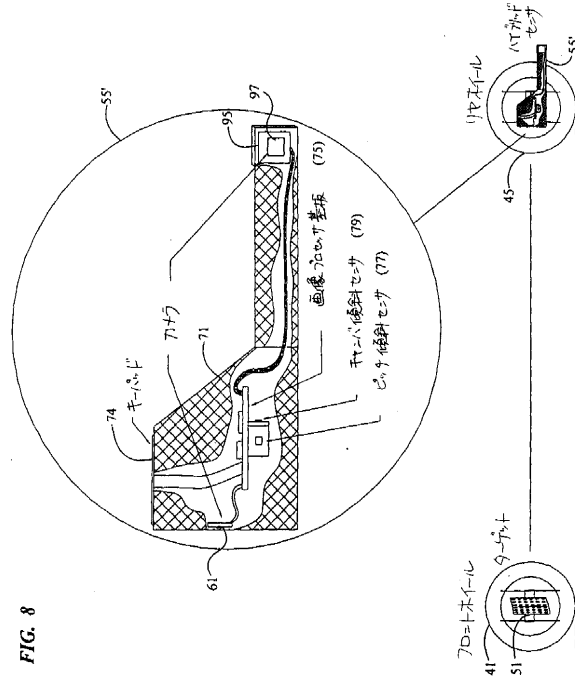


FIG. 8

【 図 9 】

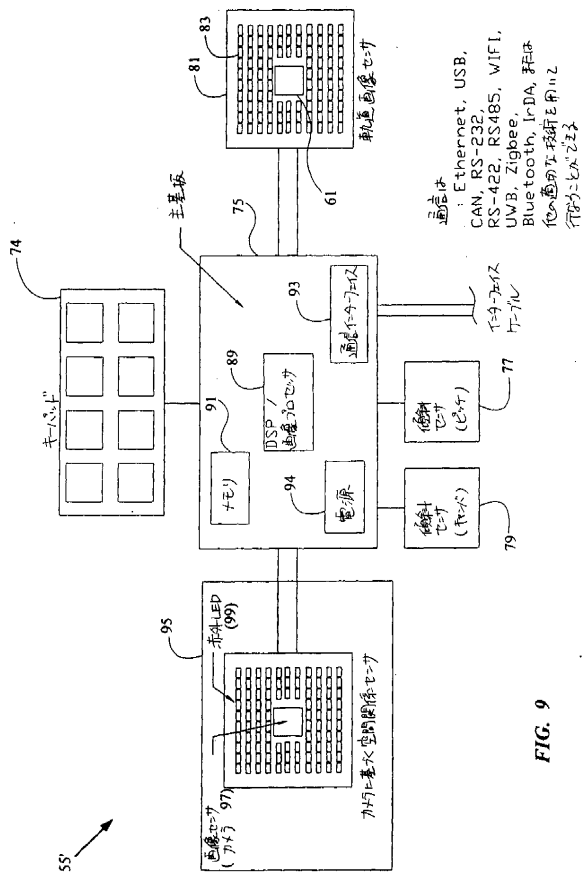


FIG. 9

【 図 10 】

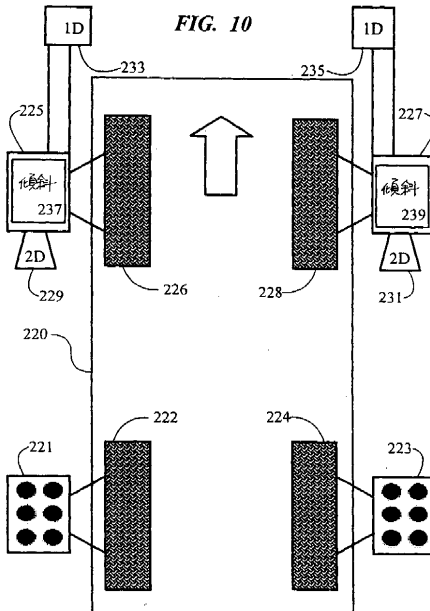


FIG. 10

【 図 11 】

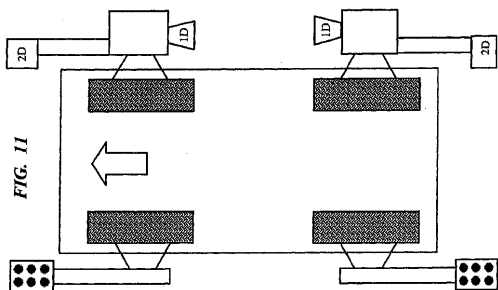


FIG. 11

【 図 12 】

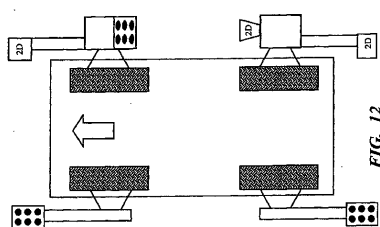


FIG. 12

【 図 13 】

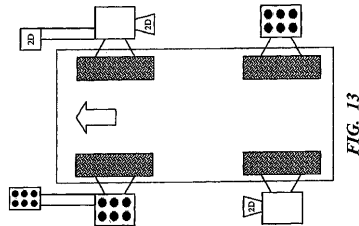


FIG. 13

【 図 14 】

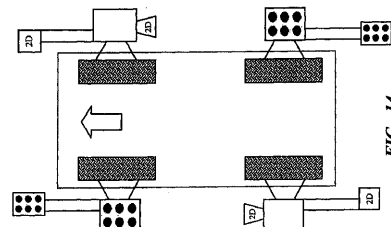


FIG. 14

【図15】

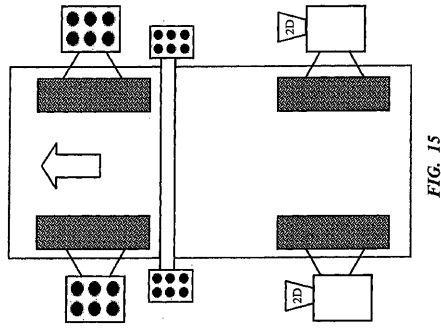


FIG. 15

【図16】

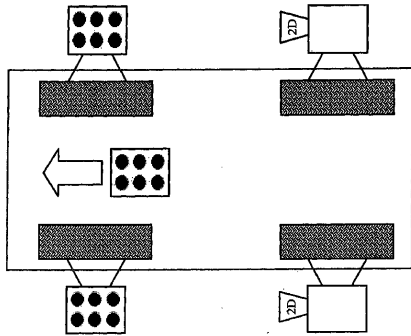


FIG. 16

【図17】

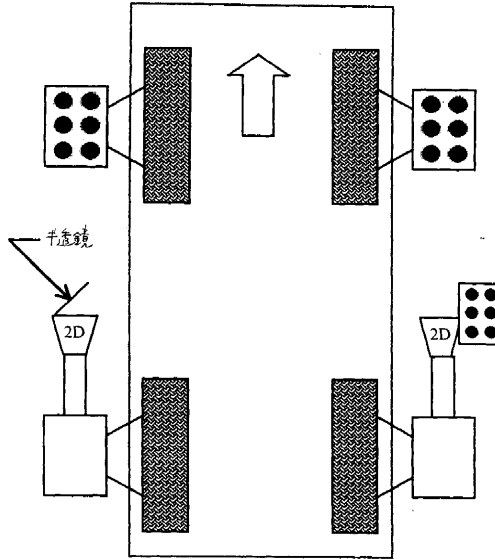


FIG. 17

【図18】

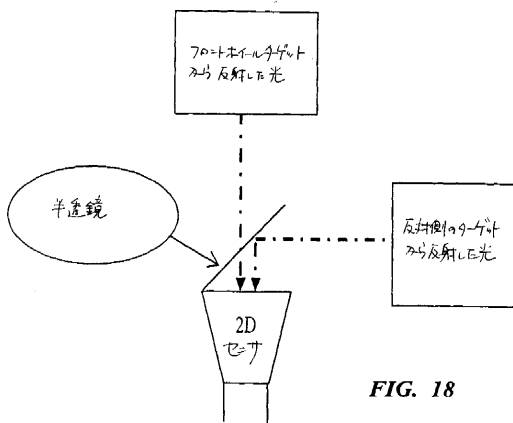


FIG. 18

フロントページの続き

(74)代理人 100111246

弁理士 荒川 伸夫

(72)発明者 ロジャーズ, スティーブン・ダブリュ

アメリカ合衆国、72034 アーカンソー州、コンウェイ、ファジット・ストリート、4615

合議体

審判長 清水 稔

審判官 中塚 直樹

審判官 武田 知晋

(56)参考文献 特許第(JP, B2) 2936114

米国特許第(US, A) 5886781

特開平7 - 103738 (JP, A)

特開平7 - 103859 (JP, A)

特開2000 - 205815 (JP, A)

特開2003 - 42732 (JP, A)

特開2005 - 221243 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 11/00-11/30