



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201809596 A

(43)公開日：中華民國 107 (2018) 年 03 月 16 日

(21)申請案號：106127697

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 08 月 16 日

(51)Int. Cl.：

G01B11/275 (2006.01)

G06T7/00 (2017.01)

(30)優先權：2016/08/16

美國

62/375,716

2016/08/22

美國

62/377,954

(71)申請人：史奈帕安股份有限公司 (美國) SNAP-ON INCORPORATED (US)

美國

(72)發明人：庫尼特 喬爾 A KUNERT, JOEL A. (US)；陳 穎 CHEN, DARWIN Y. (US)；吉爾 喬治 M GILL, GEORGE M. (US)；葛雷 布萊恩 K GRAY, BRIAN K. (US)；羅吉斯 史蒂芬 W ROGERS, STEVEN W. (US)；史瑋恩 羅納德 D SWAYNE, RONALD D. (US)；傑克森 大衛 A JACKSON, DAVID A. (US)；哈瑞爾 羅迪尼 HARRELL, RODNEY (US)；達戈斯蒂諾 羅伯特 J D'AGOSTINO, ROBERT J. (US)；米諾爾 布萊恩 C MINOR, BRYAN C. (US)；賽勒斯 艾瑞克 R SELLERS, ERIC R. (US)；樂可羅恩 席恩 P LECRONE, SEAN P. (US)；克洛茲 拉瑞 D KLOTZ, LARRY D. (US)；史貝瑞 喬納森 A SPERRY, JONATHAN A. (US)

(74)代理人：李世章；彭國洋

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：16 項 圖式數：9 共 66 頁

(54)名稱

車輪對準方法與系統

VEHICLE WHEEL ALIGNMENT METHODS AND SYSTEMS

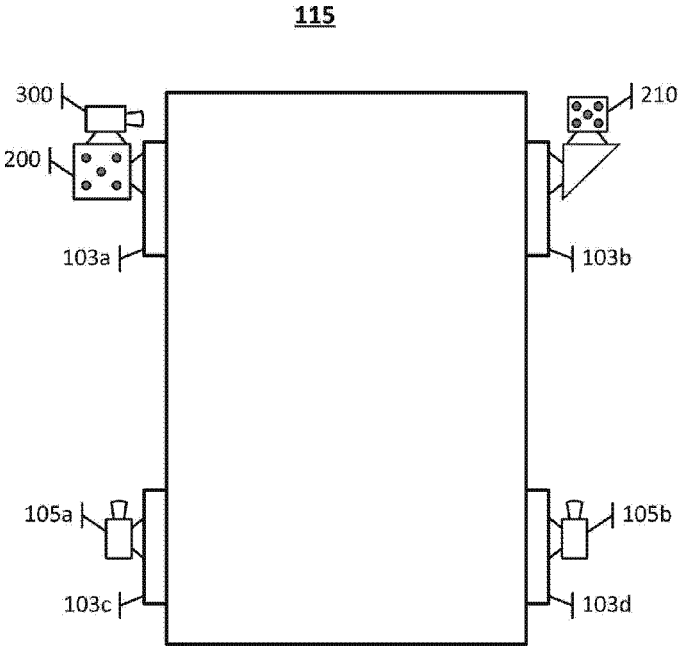
(57)摘要

一種輪子對準系統包括側對側參考基準，該側對側參考基準包括設置在車輛的相對側邊上的主動參考艙及被動參考艙。該主動參考艙包括參考影像感測器，該參考影像感測器固定地附接到參考目標，以便安裝在該車輛的該第一側上，使得該參考影像感測器產生影像資料，該影像資料包含被動參考艙的視角呈現，該被動參考艙設置在該車輛的第二側/相對側邊上。在運作中，在該車輛的相對側邊上的對準攝影機擷取目標的視角呈現，該目標安裝到車輪及該主動參考艙及該被動參考艙的該等目標。電腦處理影像資料，以基於該主動參考艙及該被動參考艙之間的空間關係來計算該車輛的對準量測，該空間關係是根據該參考影像感測器所產生的該影像資料來判定的。

A wheel alignment system includes a side-to-side reference including an active reference pod and a passive reference pod disposed on opposite sides of the vehicle. The active reference pod includes a reference image sensor fixedly attached to a reference target, for mounting on a first side of the vehicle such that the reference image sensor produces image data including a perspective representation of the passive reference pod disposed on a second/opposite side of the vehicle. In operation, alignment cameras on the opposite sides of the vehicle capture perspective representations of targets mounted to vehicle wheels and of targets of the active and passive reference pods. A computer processes the image data to compute an alignment measurement of the vehicle based on a spatial relationship between the active reference pod and the passive reference pod determined according to the image data produced by the reference image sensor.

指定代表圖：

圖1B



符號簡單說明：

- 103a . . . 輪子
- 103b . . . 輪子
- 103c . . . 輪子
- 103d . . . 輪子
- 105a . . . 對準攝影機
- 105b . . . 對準攝影機
- 115 . . . 輪子對準系統
- 200 . . . 第一參考目標
- 210 . . . 第二參考目標
- 300 . . . 校準攝影機

【發明說明書】

【中文發明名稱】車輪對準方法與系統

【英文發明名稱】VEHICLE WHEEL ALIGNMENT METHODS AND SYSTEMS

【技術領域】

【0001】 本申請案主張2016年8月16日所申請的美國臨時專利申請案第62/375,716號及2016年8月22日所申請的第62/377,954號的權益，該等申請案的揭示內容透過引用而整體併入本文中。

【0002】 本標的涉及用於量測車輪對準的設備及技術。

【先前技術】

【0003】 輪子對準設備用於量測車輪的對準。基於量測，判定將對車輛及輪子所進行的調整，以使輪子對準。作為對準量測過程的一部分，對準設備通常分開量測設置在車輛每側（例如，在左側及右側）的輪子的相對對準。為了將在車輛的一側所進行的量測與在車輛的另一側/相反側所進行的量測做關聯，對準設備通常需要具有精確的參考基準，以用於將在一側上進行的量測與在另一側/相對側所進行的量測做關聯。

【0004】 對準系統包括習知對準器、視覺對準器及自我校準對準器。在習知對準器中，趾規（toe gauge）被提供在車輛的一側上附接到車輪的一個輪子對準頭中。趾規可量測至另一個趾規的角度，該另一個趾規被提供於附接至車輛另一側的輪子的另一個輪子對準頭中。對準器接著

可基於趾規量測以將車輛的一側所進行的對準量測與車輛的另一側進行的對準量測做關聯。

【0005】 然而，用於習知對準器的趾規附接到對準頭，且通常需要使用從對準頭延伸的吊桿(b o o m)，以觀看其所附接的輪子周圍。這種吊桿的存在導致大型、笨重且昂貴的對準頭，且趾規可輕易地被車輛遮蔽，因為該等趾規處於對準頭上的固定位置(例如，由車輛向前或向後滾動所造成的對準頭的任何旋轉，可能導致趾規被遮蔽)。

【0006】 在視覺對準器(例如，基於攝影機的對準器)中，安裝到固定結構(例如，店面牆壁)的固體樑保持兩個對準攝影機，每個對準攝影機俯瞰車輛的相對側邊。兩個對準攝影機的相對位置由固體樑固定地保持，且一旦相對位置被量測且儲存在記憶體中，對準攝影機的相對位置可被用於將在車輛的一側上進行的對準量測(透過一個對準攝影機)與在車輛的另一側進行的對準量測(透過另一個對準攝影機)做關聯。

【0007】 然而，視覺對準器的攝影機固定地附接到大樑。大樑可能會妨礙店面運作，且大樑的存在導致了大型、笨重且昂貴的系統。此外，大樑具有最小的配置選項，且樑的任何變形會導致對準量測不準確。

【0008】 在自我校準對準器的情況中，除了提供各自俯瞰車輛的相對側邊的兩個對準攝影機之外，還提供校準攝影機。校準攝影機對兩個對準攝影機之其中一者具有固定且已知的相對位置，且校準攝影機經定向以朝著兩個對準

攝影機的另一者指過車輛的寬度。具體而言，校準攝影機經定向以指向校準目標，該校準目標附接到另一個對準攝影機，其中校準目標本身具有對另一個對準攝影機的固定且已知的相對位置。在此設置中，校準可儘可能經常是必需取得校準目標的影像。順次地，基於校準攝影機及一個對準攝影機之間以及校準目標及另一個對準攝影機之間的已知相對位置，對準系統可精確地判定兩個對準攝影機的相對位置。所判定的相對位置資訊用於將對準攝影機在車輛的兩側進行的量測做關聯。

【0009】 然而，儘管自我校準對準器解決了上述習知對準器及視覺對準器的一些缺點，但是自我校準對準器依賴於附接到每個對準攝影機的校準攝影機或校準目標。因此，對準器通常需要以使得校準攝影機(附接到一個對準攝影機)可看見校準目標(附接到另一個對準攝影機)的方式設置，而對準攝影機各自經定向以看見在車輛的相對側邊上的車輪對準目標。這種設置複雜性限制了對準攝影機的可接受位置(每個對準攝影機都有校準攝影機及校準目標的其中一者附接於其上)，並限制了系統可使用的一些可接受位置。

【0010】 為了解決上述缺陷，存在著在量測車輛對準時可用的側對側(side-to-side)參考的需求。

【發明內容】

【0011】 本文的教示減輕了習知對準系統中的一或更多個上述問題。

【0012】 根據本揭示內容的一個態樣，輪子對準系統包括一對第一被動頭及第二被動頭、主動參考艙、被動參考艙、一對第一主動頭及第二主動頭及電腦。各自具有目標的該對第一被動頭及第二被動頭用於與第一對輪子相關聯的安裝，該第一對輪子分別設置在車輛的第一側及第二側上，該車輛將由輪子對準系統的運作來量測。主動參考艙包括參考影像感測器，該參考影像感測器固定地附接到參考目標，以便安裝在車輛的第一側上，使得參考影像感測器產生包括被動參考艙的視角呈現的影像資料，該影像資料包括設置在車輛的第二側上的至少一個目標。各自具有影像感測器的該對第一主動頭及第二主動頭分別用於與車輛的第一側及第二側相關聯的安裝。第一主動頭的影像感測器產生影像資料，該影像資料包括第一被動頭及主動參考艙的目標的視角呈現，且第二主動頭的影像感測器產生影像資料，該影像資料包括第二被動頭及被動參考艙的目標的視角呈現。電腦處理來自影像感測器的關於目標觀測的影像資料，以基於主動參考艙及被動參考艙之間的空間關係來計算車輛的至少一個對準量測，該空間關係是根據參考影像感測器所產生的影像資料來判定的。

【0013】 在一些實施例中，電腦基於由參考影像感測器產生的影像資料且包括被動參考艙的視角呈現，並基於參考影像感測器及主動參考艙的參考目標之間的已知空間關係來計算主動參考艙與被動參考艙之間的空間關係。

【0014】 在一些實施例中，被動參考艙包括第一及第二目標，該參考影像感測器產生影像資料，該影像資料包括被動參考艙的第一目標的視角呈現，且第二主動頭的影像感測器產生影像資料，該影像資料包括被動參考艙的第二目標的視角呈現。被動參考艙的第一目標及第二目標可彼此具有已知的空間關係，且電腦可根據由影像感測器產生的影像資料及被動參考艙的第一目標及第二目標之間的已知空間關係來計算主動參考艙及被動參考艙之間的空間關係。

【0015】 主動參考艙及被動參考艙可用於安裝到靜止參考基準。第一主動頭及第二主動頭可用於安裝到靜止參考基準。第一主動頭及第二主動頭可用於安裝到車輛上，該車輛將透過輪子對準系統的運作來量測。第一主動頭及第二主動頭可用於與第二對輪子相關聯地安裝，該第二對輪子設置在車輛的第一側及第二側上。

【0016】 根據本揭示內容的進一步態樣，一種用於量測車輛對準的方法以下步驟：將各自包括目標的一對第一被動頭及第二被動頭相關聯地與第一對輪子附接，該第一對輪子分別設置在待測車輛的第一側及第二側。主動參考艙設置於車輛的第一側，該主動參考艙包括參考影像感測器，該參考影像感測器固定地附接到參考目標。利用設置在車輛的第一側上的主動參考艙的參考影像感測器來擷取影像資料，該影像資料包括被動參考艙的視角呈現，該被動參考艙包括設置在車輛的第二側上的至少一個目

標。使用與車輛的第一側相關聯地安裝的第一主動頭的影像感測器來擷取影像資料，該影像資料包括第一被動頭及主動參考艙的目標的視角呈現。使用與車輛的第二側相關聯地安裝的第二主動頭的影像感測器來擷取影像資料，該影像資料包括第二被動頭及被動參考艙的目標的視角呈現。基於根據參考影像感測器所產生的影像資料所判定的主動參考艙及被動參考艙之間的空間關係，處理來自影像感測器的關於目標觀察之影像資料以計算車輛的至少一個對準量測。

【0017】 在一些實施例中，該處理包括以下步驟：基於參考影像感測器所產生的影像資料且包括被動參考艙的視角呈現，且基於參考影像感測器及主動參考艙的參考目標之間的已知空間關係，來計算主動參考艙與被動參考艙之間的空間關係。

【0018】 在一些實施例中，被動參考艙包括第一目標及第二目標，使用參考影像感測器擷取影像資料之步驟包括以下步驟：擷取包括被動參考艙的第一目標的視角呈現的影像資料，及使用第二主動頭的影像感測器擷取影像資料之步驟包括以下步驟：擷取包括被動參考艙的第二目標的視角呈現的影像資料。被動參考艙的第一目標及第二目標可具有彼此已知的空間關係，且處理影像資料之步驟可包括以下步驟：根據影像感測器所產生的影像資料及被動參考艙的第一目標及第二目標之間的已知空間關係，來計算主動參考艙與被動參考艙之間的空間關係。

【0019】 該方法可進一步包括以下步驟：在使用參考影像感測器及第一主動頭及第二主動頭的影像感測器擷取影像資料之前，將主動參考艙及被動參考艙安裝到靜止參考基準。該方法可進一步包括以下步驟：在使用第一主動頭及第二主動頭的影像感測器擷取影像資料之前，將第一主動頭及第二主動頭安裝到固定參考基準。該方法可進一步包括以下步驟：在使用第一主動頭及第二主動頭的影像感測器擷取影像資料之前，透過輪子對準系統的運作，將第一主動頭及第二主動頭相關聯地與待測車輛安裝。該安裝之步驟可選擇性地包括以下步驟：將第一主動頭及第二主動頭相關聯地與第二對輪子安裝，該第二對輪子設置在車輛的第一側及第二側上。

【0020】 額外的優點及新穎特徵將部分地在下方描述中闡述，且部分可由本領域技術人員經由查看以下及附隨之繪圖而輕易得知或可透過示例的產生或運作而得知。本教示的優點可透過實踐或使用下方探討的詳細示例所闡述的方法、工具及組合的各種態樣來實現及取得。

【圖式簡單說明】

【0021】 繪圖僅透過示例的方式而非限制的方式來描繪根據本教示的一或更多個實作。在圖式中，相同的參考符號表示相同或相似的元件。

【0022】 圖1A及圖2A顯示根據本揭示內容的原理的說明性側對側參考系統，該參考系統可用於輪子對準及其他系統及程序。

【0023】圖1B及圖2B是顯示例如圖1A及圖2A中所示的側對側參考系統的方塊圖，該側對側參考系統根據本揭示內容的原理以在輪子對準程序中使用。

【0024】圖3A及圖4A顯示說明性的固定主動頭輪子對準系統，該主動頭輪子對準系統可根據本揭示內容的原理以在車輪量測的程序中使用。

【0025】圖3B及圖4B是顯示例如圖3A及圖4A所示的固定主動頭輪子對準系統在根據本揭示內容的原理的輪子量測程序使用中所涉及的步驟的高層流程圖。

【0026】圖5A顯示根據本揭示內容的原理的說明性固定主動頭輪子對準系統，該主動頭輪子對準系統在輪子對準程序中使用。

【0027】圖5B是顯示例如圖5A的固定主動頭輪子對準系統在根據本揭示內容的原理的輪子量測程序使用中所涉及的步驟的高層流程圖。

【0028】圖6A及圖6C顯示根據本揭示內容的原理的四輪對準程序中使用的說明性側對側參考系統。

【0029】圖6B是顯示例如圖6A的側對側參考系統在根據本揭示內容的原理的輪子對準程序使用中所涉及的步驟的高層流程圖。

【0030】圖7顯示根據本揭示內容的原理的安裝件，該安裝件用於將主動或被動參考艙附接到機架、升降器或車輛升降器。

【0031】 圖8A顯示對例如圖1A及圖2A所示的側對側參考系統執行校準過程所涉及的元件。

【0032】 圖8B是顯示例如圖1A、圖2A及圖8A所示的側對側參考系統之校準所涉及的步驟的高層流程圖。

【0033】 圖9是電腦硬體平台的簡化功能方塊圖，該電腦硬體平台可被配置為例如本揭示內容整體描述的輪子對準系統的處理平台。

【實施方式】

【0034】 在下方的詳細描述中，透過示例的方式闡述了許多具體細節，以便提供相關教示的透徹理解。然而，本領域技術人員可輕易瞭解到，本教示可在沒有該等細節的情況下實踐。在其他情況下，熟知的方法、程序、組件及/或電路在相對高層處省略細節地描述，以避免不必要地遮蔽本教示的態樣。

【0035】 本文揭示的各種系統及方法有關於執行車輪對準的改進設備及方法，包括用於執行輪子的對準量測的改進設備及方法，該輪子設置在車輛的相對側邊上。

【0036】 為了解決上述缺陷，提供了側對側參考，該側對側參考可在量測車輛的對準時使用，且該側對側參考不一定附接到輪子對準頭或對準攝影機。因此，側對側參考可被設置或安裝在許多不同的位置，以便被車輪對準量測系統輕易地看見或參考。這種側對側參考可致使具有簡化流線設計(例如，具有較低的複雜度)的對準頭之使用。

【0037】圖1A顯示可根據本揭示內容的原理使用的說明性側對側參考系統100。如圖1A所示，側對側參考系統100包括主動參考艙105及被動參考艙110，該主動參考艙及被動參考艙分別包括第一參考目標200及第二參考目標210。具有第一參考目標200的主動參考艙105具有附接到其上的參考影像感測器，例如校準攝影機300(或其他類型的影像感測器)。校準攝影機300具有對第一參考目標200的固定且已知的相對位置及定向。此外，當第一參考目標200及第二參考目標210與輪子對準系統一起使用時，校準攝影機300經設置以朝著(且對望)被動參考艙110而定向，該被動參考艙包括第二參考目標210。在輪子對準系統中使用時，主動參考艙105及被動參考艙100可定位在任何位置，前提是只要主動參考艙105的校準攝影機300可看得到被動參考艙110的第二參考目標210，如圖1A所示，且只要第一參考目標200及第二參考目標210可被輪子對準系統的各自對準攝影機看見。

【0038】如所示地，每個目標200、210具有其上(例如，在其表面上)的特徵圖案，例如由點、圓或其他幾何形狀所形成的特徵圖案。幾何形狀可具有相同或不同的顏色或尺寸。由幾何形狀形成的圖案大致是旋轉不對稱的，使得可基於所觀察到的圖案來判定目標的旋轉定向。更概略地，儘管圖1A中顯示目標在其上具有圖案，但可使用其他類型的目標，包括：包含發光二極體(LED)的目標、

具有高反射性表面的目標、三維目標，其中圖案(或LED)設置在多個不同的平面或表面上，或類者。

【0039】 側對側參考系統100顯示為其可用在圖1B的說明性實例中的輪子對準系統115中。在該實例中，車輛具有四個輪子103a-103d，該四個輪子正經歷輪子對準程序，且每個輪子具有安裝到其上的各自對準頭。側對側參考系統100作為被動對準頭的一部分安裝到一組輪子103a、103b，該組輪子設置在車輛的相對側邊，然而在其他實例中，側對側參考系統100可被安裝到固定或靜止的表面(參見例如下方描述的圖6A及圖6C)。例如，主動參考艙105及第一參考目標200可作為第一被動對準頭以使用輪子安裝夾具或其他適當的安裝機構而安裝到車輛的第一側上的車輛的第一輪子103a。形成主動參考艙105的一部分且固定地附接到第一參考目標200的校準攝影機300亦經由主動參考艙105的固定附件支架而安裝到第一輪子103a。被動參考艙110及第二參考目標210作為被動對準頭以使用輪子安裝夾具或其他適當的安裝機構而安裝到車輛的第二側(例如，相對於第一側)上的車輛的第二輪子103b。(主動參考艙105的)校準攝影機300及(被動參考艙110的)第二參考目標210經設置以使得校準攝影機300可看見車輛對面的第二參考目標210。

【0040】 另外，在圖1B的說明性實例中，顯示了視覺對準器的其他部件。分別包括第一影像感測器及第二影像

感測器(例如,對準攝影機105a及105b或其他影像感測器)的第一主動對準頭及第二主動對準頭被安裝到第三輪子103c及第四輪子103d,該第三輪子及第四輪子設置在車輛的相對側邊上,然而在其他實施例中,第一對準攝影機105a及第二對準攝影機105b可被安裝到固定參考基準(例如,安裝到地面、牆壁、地板、三腳架、架子、升降器等),其中被動對準頭安裝到第三輪子及第四輪子。第一對準攝影機105a經設置以使得其可看見包括第一參考目標200的主動參考艙105,該第一參考目標在與第一對準攝影機105a相同的車輛側邊上安裝到第一輪子103a,且第二對準攝影機105b經設置以使得其可看見包括第二參考目標210的被動參考艙110,該第二參考目標在與第二對準攝影機105b相同的車輛側邊上安裝到第二輪子103b。如上所述地,第一參考目標200固定地附接到校準攝影機300,並例如透過使用輪夾以固定到第一輪子103a,而第二參考目標210透過使用輪夾以安裝到第二輪子103b。

【0041】 如上所述地,校準攝影機300具有相對於主動參考艙105中的第一參考目標200的已知相對位置。該相對位置關係可在製造時固定並在該時刻判定,或者在後續時刻固定並透過校準過程進行量測。在一些實例中,相對位置關係能為可調整的,且可透過位置關係中的任何調整之後的校準過程來量測。在使用中,第一參考目標200及第二參考目標210的相對位置因此可至少部分基於校準

攝影機 300 對第一參考目標 200 的已知 (例如, 量測的) 相對位置以及校準攝影機 300 對第二參考目標 210 的相對位置來判定, 該校準攝影機 300 對第二參考目標 210 的相對位置是基於使用校準攝影機 300 所取得的第二參考目標 210 的一或更多個視角影像 (及相關聯的影像資料) 來判定。順次地, 可基於所判定的第一參考目標 200 及第二參考目標 210 的相對位置與其他對準量測的結合來判定輪子對準。具體而言, 在執行輪子對準量測時, 第一參考目標 200 及第二參考目標 210 經定位以使得: (i) 校準攝影機 300 可看見第二參考目標 210; 及 (ii) 輪子對準系統的對準攝影機可看見第一參考目標 200 及第二參考目標 210。接著可基於, 例如, 由校準攝影機 300 擷取的第二參考目標 210 的一或更多個視角影像 (及相關聯的影像資料) 來量測第一參考目標 200 及第二參考目標 210 的相對位置。

【0042】 此外, 輪子對準系統 (例如, 115) 的每個對準攝影機 (例如, 105a 及 105b) 可看見第一參考目標 200 及第二參考目標 210 各自的至少一者, 且對準攝影機 105a 及 105b 的相對位置因此可基於第一參考目標 200 及第二參考目標 210 的相對位置來判定, 該第一參考目標 200 及第二參考目標 210 的相對位置是基於校準攝影機 300 所擷取的影像來判定。如此, 透過輪子對準系統 115 的對準攝影機 105a、105b 在車輛的相對側邊上取得的量測可彼此做關聯, 以判定車輛的整體輪子對準量測。

【0043】 在一個實例中，輪子對準系統基於所判定的第一參考目標200及第二參考目標210的相對位置與其他對準量測的結合來判定輪子對準，如隨後段落中所詳細描述。具體而言，主動參考艙105與被動參考艙110之間的空間關係是根據由參考影像感測器300所產生的影像資料且包括被動參考艙110的至少一個目標的視角呈現來判定。接著使用所判定的空間關係來建立對準攝影機105a及105b所執行的量測之間的位置關係。

【0044】 透過將相對於一個目標(例如，200)所量測的坐標變換為相對於另一個目標所量測的坐標(例如，210)來判定輪子對準。使用從第一參考目標到第二參考目標的坐標變換鏈來執行變換，如下方的等式1所示：

$$T_{r1} = T_1(T_0)$$

等式1：從第一參考目標200變換到第二參考目標210

其中：

T_0 是從第一參考目標坐標系統200到校準攝影機坐標系統300的3D剛體變換，

T_1 是從校準攝影機坐標系統300到第二參考目標坐標系統210的3D剛體變換，及

T_{r1} 是從第一參考目標坐標系統200到第二參考目標坐標系統210的複合3D剛體變換。

【0045】 在等式1及所有隨後的等式中，每個變換 $T_i()$ 表示從一個坐標系統到另一個坐標系統的三維剛體變換(旋轉及/或平移)。可使用許多不同的坐標變換形式來實

現本文所定義的變換，包括但不限於：歐幾里得坐標中的均質(homogeneous)變換矩陣、單獨旋轉矩陣及平移向量，以及由四元數(quaternions)表示的旋轉等。本揭示內容不限於使用或描述任何特定坐標變換，而是通常可與任何適當的坐標變換一起使用。

【0046】 圖2A顯示側對側參考系統201的替代形式。被動參考艙110與其如圖1A所示地僅包括單一個第二參考目標210，圖2A的被動參考艙110包括校準目標310，該校準目標由目標托架410剛性地附接到第二參考目標210。如此，被動參考艙110中的第二參考目標210及其相關聯的校準目標310可為非共平面的目標，例如為了在對準過程期間提供被動參考艙110及第二參考目標210更寬範圍的定位。例如，圖2B顯示利用側對側參考201的說明性視覺對準系統。如圖2B所示，校準目標310可實質上面向校準攝影機300(例如，跨越車輛的方向)，而第二參考目標210面向第二對準攝影機105b(例如，朝向車輛的前部或後部的方向，沿著車輛的同一側)。

【0047】 利用校準攝影機300對主動參考艙105中的第一參考目標200的已知固定關係，以及校準目標310對被動參考艙110中的第二參考目標210的已知固定關係，可基於校準目標310相對於校準攝影機300的位置之量測來判定第一參考目標200及第二參考目標210的相對位置，該校準目標310相對於校準攝影機300的位置之

量測是基於校準攝影機300所擷取的校準目標310的一或更多個視角圖(及相關聯的影像資料)。

【0048】 透過以中介坐標變換的方式以用於將相對於第一參考目標200來表達的坐標變換為相對於第二參考目標210來表達的坐標的坐標變換鏈描繪於以下等式2：

$$T_{r1} = T_2(T_1(T_0))$$

等式2：使用中介坐標變換以從第一參考目標變換到第二參考目標

其中：

T_0 是從第一參考目標坐標系統200到校準攝影機坐標系統300的3D剛體變換，

T_1 是從校準攝影機坐標系統300到校準目標坐標系統310的3D剛體變換，

T_2 是從校準目標坐標系統310到第二參考目標坐標系統210的3D剛體變換，及

T_{r1} 是從第一參考目標坐標系統200到第二參考目標坐標系統210的複合3D剛體變換。

等式1中的每個變換 T_i 表示從一個坐標系統到另一個坐標系統的三維剛體變換(旋轉及/或平移)。

【0049】 在此實例中，主動參考艙105及被動參考艙110及其第一參考目標200及第二參考目標210經定位以使得主動參考艙105的校準攝影機300可看見被動參考艙110的校準目標310，並使得輪子對準系統215的對準攝影機(例如，圖2B中的105a及105b)可分別看見主

動參考艙及被動參考艙105及110及其第一參考目標200及第二參考目標210。注意到在每個該等實例中，在主動參考艙及/或被動參考艙105及/或110或參考目標200及/或210移動的任何時候，應該取得主動參考艙105相對於被動參考艙110的相對位置的新量測(量測為校準目標310及校準攝影機300的相對位置)。

【0050】 在車輪定位過程期間，其輪子對準被量測的車輛通常向前及/或向後滾動以使輪子旋轉，例如以便量測輪子的偏轉(run-out)或補償。具體而言，安裝在輪子上的對準頭的輪子對準目標之量測是與車輛在第一位置取得，接著車輛移動到第二位置，使得其輪子向前或向後旋轉(例如，大約20°或更多)，且在車輛處於第二位置時，取得安裝到輪子上的輪子對準目標之量測。

【0051】 通常，在習知對準器及某些其他類型的對準器中，為了使形成安裝或附接到車輪的被動對準頭的一部分的輪子對準目標(及/或為了使形成安裝或附接到車輪的主動對準頭的一部分的輪子對準攝影機或其他輪子對準感測器或量測元件)在車輛處於第一位置及第二位置兩者時維持正確的定向，輪子對準目標(及/或輪子對準攝影機或其他輪子對準感測器)繞著軸桿旋轉。具體而言，經配置以作為對準頭的一部分安裝或附接到車輪的每個目標、攝影機或感測器被附接到對準頭的輪夾，該輪夾可牢固地夾緊到輪子上，且目標、攝影機或感測器可繞著軸桿的旋轉軸以相對於輪夾旋轉。因此，隨著車輛向前或向後

移動時使得車輪旋轉，目標、攝影機或感測器繞著軸桿旋轉以保持相同的定向（例如，相對於重力或垂直或水平參考基準的相同定向）。當車輛從第一位置移動到第二位置時，附接到軸桿的角度量測感測器隨著車輪旋轉而量測輪子相對於目標、攝影機或感測器的旋轉角度。旋轉軸、軸承及輪子對準頭內部的其他移動部件的存在增加了成本且降低靈敏度，且可能增加誤差到對準量測中（例如，由於軸承中的黏性的結果）。

【0052】 在視覺對準器中，對準頭通常不包含移動部件或敏感部件。反而，形成被動對準頭的一部分的目標被固定地附接到車輪，且目標的位置是由位於車輛外的對準攝影機來量測。通常，對準攝影機安裝在外部設備（包括前述的固體樑）上的精確校準位置，該外部設備附接到地板、操作台、升降梯或機架。此舉使得現有的基於視覺的對準器更昂貴、更難以移動（例如，在車輛維修廠的機架之間移動），且需要在外部設備上的攝影機及安裝在車輪上的目標之間的無障礙視覺路徑。

【0053】 為了解決車輪定位系統中的上述缺點，固定的主動頭輪子對準系統包括輪子對準量測頭，該輪子對準量測頭可固定地附接到車輪，且不包括旋轉軸桿及軸承。在固定的主動頭輪子對準系統中，對準量測頭相對於其各自的車輪保持固定位置，並在車輪旋轉時（例如，當執行補償程序時）旋轉。在固定的主動頭輪子對準系統中，當車

輪旋轉時，輪子對準量測頭的所有部件因此相對於車輪保持不動。

【0054】 在固定的主動頭輪子對準系統中，如圖3A所繪示，包含攝影機組件(該攝影機組件包含對準攝影機100)的主動對準頭使用輪夾500剛性地安裝到車輪200。包含對準攝影機100的攝影機組件固定地附接到輪夾500，且當輪子200旋轉時，該攝影機組件不相對於輪夾500自動旋轉(例如，當輪子200旋轉時，對準攝影機100反而可自動地與輪夾500一起旋轉)。作為結果，當車輪200從位置1旋轉到位置2時(例如，當車輛在位置1及位置2之間移動時)，攝影機組件及攝影機100的定向如圖3A所繪示地改變。對準攝影機100在一個方向中具有夠大的視野(field of view, FOV)300，例如約30度或更大，使得固定的參考目標400(例如，安裝到地面或其他固定的參考表面)及/或輪子安裝目標(例如，安裝在被動對準頭中)隨著輪子200在補償程序期間從位置1旋轉到位置2而保持在FOV 300內，如圖3A所示。注意到，輪子200的滾動角通常為大約20°(範圍：15°至30°)，且FOV 300大到足以使對準攝影機100隨著輪子200旋轉大約20°(例如，高達30°)而將固定的參考目標400及/或安裝在輪子的目標維持在FOV 300內。

【0055】 在運作中，固定的主動頭輪子對準系統可用於執行諸如關於圖3B所描述的對準程序350。程序或方法350在步驟351中開始，其中輪子對準夾具被附接到車

輪。輪子對準夾具可為固定主動頭，該固定主動頭包括附接到夾具機構的攝影機組件，該夾具機構經配置以將輪子對準夾具固定地附接至車輪。攝影機組件包括對準攝影機100。順次地，在步驟353中，對準攝影機100在車輪200處於位置1時擷取第一影像，該第一影像包括固定目標400。在擷取第一影像後，在步驟355中，車輛被移動使得車輪旋轉到與第一位置不同的第二位置。在步驟357中，對準攝影機100接著在車輪200處於位置2時擷取第二影像，該第二影像包括目標400。在步驟359中，連接到對準攝影機100的處理器接著從第一影像及第二影像中的固定目標400的位置來判定輪子200的旋轉軸的位置及定向（因為攝影機在兩個影像之間已繞著輪子200的旋轉軸旋轉）。具體而言，處理器對第一影像及第二影像執行影像處理，以識別固定目標在第一影像及第二影像中的地點及位置，並在引起固定目標於第一影像及第二影像之間的位置改變後，透過判定對準攝影機100的移動來計算旋轉軸的位置及定向。

【0056】 注意到在視覺對準器中，輪子的旋轉軸是透過將目標放置在輪子上並使用固定攝影機擷取旋轉目標的影像來判定。相反地，在本情況下，被判定位置及方向的輪子的旋轉軸是攝影機本身的旋轉軸，該旋轉軸對應於攝影機100所固定安裝在其上的輪子200的旋轉軸。旋轉軸的位置及定向是在固定目標400的坐標系統（例如，在輪

子 200 及車輛於位置 1 及位置 2 之間移動時不跟著移動的固定坐標系統)中判定。

【0057】 旋轉攝影機的旋轉軸計算的數學描述如下。有兩種不同的計算情況：(1)在觀察固定參考目標時，剛性地附接到輪子的攝影機的旋轉軸，以及(2)由亦在旋轉的攝影機觀察的同時，剛性地附接到輪子的目標的旋轉軸。

【0058】 對於第一種情況，其中攝影機在觀察靜止參考目標的同時旋轉：

$$V_1 = V_{01} V_0$$

等式 3：對準攝影機 100 相對於固定參考目標 400 從初始位置到第二位置的旋轉

其中：

V_0 是在初始位置從固定參考目標坐標系統 400 到對準攝影機坐標系統 100 的 3D 旋轉，

V_1 是在第二位置從固定參考目標坐標系統 400 到對準攝影機坐標系統 100 的 3D 旋轉，及

V_{01} 是對準攝影機坐標系統 100 從初始位置到第二位置的 3D 旋轉。

【0059】 可執行以下計算來計算 V_{01} ：

$$V_{01} = V_1 V_0^{-1}$$

等式 4：對準攝影機坐標系統 100 的初始定向及第二定向之間的複合 3D 旋轉的計算

【0060】 旋轉軸 $\hat{u}$ 是所有旋轉發生的主軸。其可計算為旋轉矩陣 V_{01} 的主要特徵向量 (eigenvector)，該旋轉矩陣從初始定向旋轉到第二定向：

$$\hat{u} = \text{eig}(V_{01})$$

等式 5：在兩個定向之間旋轉的對準攝影機坐標系統的旋轉軸的計算

其中： $\text{eig}(V_{01})$ 表示應用到旋轉矩陣 V_{01} 的特徵向量 / 特徵值分解。此特徵分解可用各種不同的標準方法來計算，包括但不限於：特徵多項式根方法、QR 分解、冪迭代法 (power iteration methods) 及瑞利商數迭代法 (Rayleigh quotient iterations)。

$\hat{u}$ 是對應於在特徵分解中所計算的最大獨立特徵值的特徵向量。

【0061】 對於目標剛性地附接到輪子，該輪子由亦在旋轉的攝影機觀察的情況而言，處理鏈是類似的 (參見例如圖 5A)。在此實例中，形成主動對準頭的一部分的攝影機 100 安裝到經受旋轉的第一輪子 800，形成被動對準頭的一部分的輪子安裝目標 600 安裝到經受旋轉的第二輪子 700，且參考目標 900 具有固定位置 (例如，安裝到地面或其他固定參考框架)，如圖 5A 所示。如同先前旋轉軸的情況，使 U_0 及 U_1 成為從兩個不同的位置中的旋轉攝影機坐標系統觀察到的固定參考目標坐標系統 (例如，連結至固定參考目標 900 的坐標系統) 的三維定向。令 W_0 及 W_1 為相對於觀察固定參考目標的相同參考攝影機坐標系統

所量測的旋轉及平移目標坐標系統的三維定向。在此情況下，攝影機坐標系統呈現剛體變換，而輪子安裝目標坐標系統亦呈現出剛體變換(儘管不一定是相同的變換)。參考目標900不經歷剛體變換。隨著參考目標在攝影機及輪子安裝目標旋轉及平移的時候維持固定姿態，該參考目標可用作為參考坐標系統，其中可對旋轉的輪子安裝目標計算旋轉軸。在這種情況下，可採用從攝影機坐標系統至參考基準目標坐標系統的變換。相對於位置0及位置1處的固定參考目標的輪子安裝目標的三維定向可計算為：

$$P_0 = W_0 U_0^{-1}$$

等式6：在初始位置相對於固定參考目標坐標系統的輪子安裝目標坐標系統的3D定向

其中：

U_0^{-1} 是在初始位置從對準攝影機坐標系統到固定參考目標坐標系統的反向旋轉；亦即，是在初始位置從固定參考目標坐標系統到對準攝影機坐標系統的旋轉，

W_0 是在初始位置從對準攝影機坐標系統到輪子安裝目標坐標系統的旋轉，及

P_0 是在初始位置從固定參考目標坐標系統到輪子安裝目標坐標系統的旋轉。

【0062】 類似地，可使用類似的公式來計算第二位置處的輪子安裝目標坐標系統相對於固定參考坐標系統的定向：

$$P_1 = W_1 U_1^{-1}$$

等式7：在第二位置處相對於固定參考目標坐標系統的輪子安裝目標坐標系統的3D定向

其中：

U_1^{-1} 是在第二位置從對準攝影機坐標系統到固定參考目標坐標系統的反向旋轉；亦即，在第二位置從固定參考目標坐標系統到對準攝影機坐標系統的旋轉，

W_1 是在第二位置從對準攝影機坐標系統到輪子安裝目標坐標系統的旋轉，及

P_1 是在第二位置從固定參考目標坐標系統到輪子目標坐標系統的旋轉。

【0063】將輪子安裝目標坐標系統軸從 P_0 旋轉到 P_1 的旋轉矩陣 P_{01} 可計算為：

$$P_{01} = P_1 P_0^{-1}$$

等式8：輪子安裝目標坐標系統從初始定向到第二定向的3D旋轉

【0064】旋轉軸 $\hat{w}$ 定義三維向量，其中所有旋轉皆繞著該三維向量執行。如同先前的情況，該三維向量可計算為：

$$\hat{w} = \text{eig}(P_{01})$$

等式9：在兩個定向之間旋轉的輪子安裝目標坐標系統的旋轉軸的計算

其中：

$\text{eig}(P_{01})$ 表示應用到 P_{01} 的特徵向量/特徵值分解。此特徵分解可用各種不同的標準方法來計算，包括但不限於：

特徵多項式根方法、QR分解、冪迭代法及瑞利商數迭代法，及

$\hat{w}$ 定義為對應於最大獨立特徵值的主要特徵向量。

【0065】由於固定目標400佔據攝影機100的一些FOV 300(參見例如圖3A)，且由於輪子200的滾動角度增加了在位置1及位置2兩者之處觀察固定目標400所需的FOV 300，故攝影機100可能需要具有非常大的FOV 300以便擷取目標400的適當影像，如上所述。通常，攝影機在FOV及攝影機的影像解析度之間面臨設計權衡：可由較低解析度的代價取得更大的FOV。因此，為了取得大的FOV，攝影機可能具有較低的解析度。然而，在本情況下，對準攝影機100必須具有高解析度，以使用於高精準度的輪子對準程序。因此，僅僅以降低解析度為代價來增加攝影機的FOV通常是不理想的。反而，為了在維持高解析度的同時提供寬的FOV 300，圖4中呈現了替代解決方案。

【0066】在圖4A中，包括兩個(或更多個)對準攝影機120及140以形成主動對準頭的一部分的攝影機組件被剛性地安裝到相同的輪夾。具體而言，主動對準頭包括夾具機構，該夾具機構經配置以將對準頭固定地附接到車輪，且包括兩個攝影機的攝影機組件剛性地附接到夾具機構。攝影機組件中的兩個對準攝影機120及140相對於彼此固定地安裝，以便在輪子滾動的方向中具有角度間隔。例如，對準攝影機120及140可經安裝以使得該等對準攝

影機的中心軸(該中心軸在每個攝影機的FOV的中心延伸)形成非零角度。包括攝影機120及140的攝影機組件使用輪夾(例如，圖3A的500)以附接到待量測的輪子。在該組件中，每個攝影機120及140不需要具有大的FOV，反而可分別具有較小的FOV 320及340。然而，包括兩個(或更多個)攝影機120及140的攝影機組件具有大的組合FOV，該組合FOV是由較小的FOV 320及340組合而成。在對準程序期間，只要攝影機120及140中的至少一者可在輪子處於位置1時對目標(例如，固定目標400)進行成像，且只要攝影機120及140中的同一者或另一者在輪子處於位置2時可對目標進行成像，則可判定輪子對準量測。

【0067】 例如，在圖4A的實例中，當輪子處於位置1時，固定目標400僅在下位攝影機140的FOV 340中，且當輪子處於位置2時，固定目標400僅在上位攝影機120的FOV 320中。因此，即使在圖3A及圖4A的每一者中的輪子滾動經過位置1及位置2之間的相同角度，但攝影機120及140(其具有比攝影機100的FOV 300更小的FOV 320及340)可被使用，因為攝影機120及140被安裝成一對。

【0068】 在運作中，如圖4B所示的程序450所示，在步驟451中，當車輛及車輪處於位置1時，使用第一攝影機140擷取對準目標400的第一影像。在步驟453中，在擷取第一影像之後，車輛經移動以使得車輪旋轉到與第一

位置不同的第二位置。在步驟455中，當車輛及車輪處於位置2時，接著使用第二攝影機120擷取對準目標400的第二影像。在步驟457中，基於所擷取的對準目標400的第一影像及第二影像以及第一攝影機相對於第二攝影機的已知位置來判定車輪的旋轉軸的位置，該車輪具有攝影機組件(包括攝影機120及140)附接於其上。

【0069】 注意到，一旦攝影機120及140的相對位置固定了，則執行校準過程以精確地判定攝影機相對於彼此的相對位置。接著使用攝影機的相對位置的知識來判定目標的相對位置，該等目標是由一個攝影機在另一個攝影機的坐標系統中成像。在攝影機120及140的FOV 320及340重疊的實例中，可透過利用每個攝影機擷取位於FOV的重疊區域中的目標的影像來執行校準，並基於所擷取的影像來判定攝影機的相對位置。

【0070】 將一個攝影機的坐標變換為另一者的過程可涉及以下等式：

$$T_u = T_{1u}(T_1)$$

等式10：目標坐標系統400從下位攝影機坐標系統140
至上位攝影機坐標系統120的變換

其中：

T_1 是下位攝影機坐標系統140中的目標坐標系統400的姿態，

T_u 是上位攝影機坐標系統120中的目標坐標系統400的姿態，

T₁₀是從下位攝影機坐標系統140到上位攝影機坐標系統120的3D剛體變換。

【0071】 在攝影機120及140的FOV 320及340不重疊(例如，以便取得更寬的總FOV)的實例中，可使用例如上述的第一目標200及第二目標210來判定攝影機的相對位置。在此類實例中，一個目標(例如，200)用一個攝影機(例如，120)成像，而另一個目標(例如，210)使用另一個攝影機(例如，140)成像，且攝影機120及140的相對位置是基於目標200及210的擷取影像以及目標200及210的已知相對位置來判定。

【0072】 圖5A顯示輪子對準的實作實例，該輪子對準使用側對側參考系統及固定主動頭輪子對準系統兩者以在車輛上執行。

【0073】 如圖5A所示，包括輪子目標600的被動頭使用輪夾(例如，圖3A的500)剛性地安裝到車輛的前輪700。包括對準攝影機100的主動頭使用輪夾(例如，圖3A的500)剛性地安裝到車輛的後輪800。參考目標900剛性地附接到滾動表面1000，其中車輛以參考支撐件而支撐於該滾動表面。參考目標900位於對準攝影機100的FOV內，使得該參考目標可被攝影機100看見。

【0074】 在運作中，如圖5B的程序550所示，在步驟551中，對準攝影機100及輪子目標600被安裝到車輛的各自輪子，且參考目標900被附接到靜止參考基準。在步驟553中，對準攝影機100接著擷取輪子目標600及參考

目標 900 兩者的第一影像，且基於所擷取的該第一張影像來計算輪子目標 600 及參考目標 900 相對於攝影機 100 的位置。車輛接著被移動（例如，向前移動約 8 英吋），如圖 5A 的下半部及步驟 555 中所顯示。對準攝影機 100 接著在步驟 557 中擷取輪子目標 600 及參考目標 900 的第二影像，且基於所擷取的第二影像來計算輪子目標 600 及參考目標 900 相對於攝影機 100 的位置。在步驟 559 中，後輪的旋轉軸的位置（及定向）是基於在兩個攝影機位置處所擷取的第一影像及第二影像中的參考目標 900 的位置之改變來計算，該後輪的旋轉軸對應於具有對準攝影機 100 的主動頭所安裝到的輪子。此外，亦在步驟 559 中，前輪的旋轉軸的位置（及定向）的計算如下：首先將前方目標的位置變換成在每個車輛位置處的參考座標系統，並接著從參考目標座標系統中的前方目標 600 的位置改變來計算旋轉軸，該前輪的旋轉軸對應於具有對準目標 600 的主動頭所安裝到的輪子。基於該等計算，兩個輪軸的位置在車輛的一側被判定。類似的過程可在車輛的另一側執行，以判定在車輛的另一側上的兩個輪軸的位置。

【0075】 在上方的描述中，攝影機 100 被描述為附接到後輪，且目標 600 被描述為附接到車輛的前輪。然而，目標可附接到後輪且攝影機可附接到前輪。替代地，參考目標 600 可附接到機架、地板、三腳架或其他類型的附接件，例如在僅判定一個輪子的旋轉軸的情況下（例如，對準攝影機所安裝到的輪子的旋轉軸）。

【0076】圖5A的描述集中在車輛的一側所執行的量測。圖6A提供了在車輛兩側所執行的量測的額外細節。

【0077】對於四輪對準而言，第二組對準攝影機及目標可安裝在車輛的另一側，如圖6A所示。作為參考目標(例如，900)，上方關於圖1A及圖2A描述的側對側參考基準100可被使用。如圖6A所示，包含對準攝影機2000的左輪主動頭擷取主動參考艙的左參考目標2100及左輪目標2200的影像，而包含對準攝影機2300的右輪主動頭擷取被動參考艙的右參考目標2400及右輪目標2500的影像。主動參考艙的校準攝影機2700在車輛的寬度上擷取被動參考艙的右參考目標2400的影像。利用校準攝影機2700對主動參考艙的參考目標2100的先前校準或已知相對位置，來判定主動參考艙及被動參考艙的相對位置(以及其兩個參考目標2100及2400的相對位置)。順次地，基於所判定的主動參考艙及被動參考艙及參考目標2100及2400的相對位置，基於由右攝影機2300擷取的影像所建立的量測之坐標參考框架可被變換為與基於左攝影機2000擷取的影像所建立的量測相關聯的坐標參考框架。

【0078】在運作中，如圖6B的程序650所示，側對側參考基準經安裝以使得主動參考艙的參考目標2100是主動對準頭(及對準攝影機2000)在車輛的一側可看見的，且主動參考艙的校準攝影機2700看見在車輛另一側的被動參考艙的參考目標2400(步驟651)。在步驟653中，

利用在車輛的第一位置及第二位置的其中一者或兩者處的主動對準頭的對準攝影機2000及2300兩者來擷取對準影像。例如，方法550的步驟551至557可利用安裝在車輛的每一側的對準攝影機及目標來執行，以取得第一、第二、第三及第四影像。替代地，可僅擷取兩個影像：利用與車輛的第一側相關聯地安裝的第一主動頭的影像感測器2000來擷取影像資料，該影像資料包括第一被動頭及主動參考艙的目標2200及210的視角呈現，而利用與車輛的第二側相關聯地安裝的第二主動頭的影像感測器2300來擷取影像資料，該影像資料包括第二被動頭及被動參考艙的目標2500及2400的視角呈現。此外，在步驟655中，使用主動參考艙的校準攝影機2700擷取在車輛另一側上的被動參考艙的參考目標2400的進一步影像。最後，在步驟657中，基於所擷取的影像，並基於主動參考艙及被動參考艙之間根據參考影像感測器所產生的影像資料所判定的空間關係，來判定車輛的一或更多個輪子對準量測，包括一些或所有輪子的輪子對準量測。例如，主動參考艙與被動參考艙之間的空間關係可基於由參考影像感測器2700所產生的影像資料並包含被動參考艙2400的視角呈現，且基於參考影像感測器或校準攝影機2700與在主動參考艙中附接於其上的參考目標2100之間的已知空間關係來判定。

【0079】 具體而言，首先從右對準攝影機2300在以右對準攝影機2300為中心的坐標系統中所擷取的影像，來

判定被動參考艙(包括右參考目標2400)及右被動頭(包括輪子目標2500)的位置；所判定的位置接著變換為坐標，該坐標以被動參考艙及第一參考目標2400為中心；接著基於主動參考艙及被動參考艙及參考目標2100及2400所判定的相對位置，將經變換的坐標再次變換為以主動參考艙及第二參考目標2100為中心的坐標；且最後，將變換後的坐標進一步變換成以左主動頭為中心的坐標，該左主動頭包括對準攝影機2000。

【0080】 將坐標從攝影機到目標到目標到攝影機的變換過程可涉及以下等式：

$$T_{lcam_rref} = T_{calcam_rref}(T_{lref_calcam}(T_{lcam_lref}))$$

等式11：從左攝影機坐標系統2000到右參考目標坐標系統2400的變換

其中：

T_{lcam_lref} 是從左攝影機坐標系統2000到左參考目標坐標系統2100的3D剛體變換，

T_{lref_calcam} 是從左參考目標坐標系統2700到校準攝影機坐標系統2700的3D剛體變換，

T_{calcam_rref} 是從校準攝影機坐標系統2700到右參考目標坐標系統2400的3D剛體變換，以及

T_{lcam_rref} 是從左攝影機坐標系統2000到右參考目標坐標系統2400的3D剛體變換。

【0081】 等式11中所表達的變換可用於執行從右輪目標2500到左攝影機坐標系統2000的坐標變換：

$$T_{lcam_rw} = T_{rcam_rw} (T_{rcam_rref}^{-1} (T_{lcam_rref}))$$

等式 12：從左攝影機坐標系統 2000 到右輪目標坐標系統 2500 的變換

其中：

T_{lcam_rref} 是從左攝影機坐標系統 2000 到右參考目標坐標系統 2400 (如上方等式 11 所計算) 的 3D 剛體變換，

$T_{rcam_rref}^{-1}$ 是從右攝影機坐標系統 2300 到右參考目標坐標系統 2500 的 3D 剛體變換的反向計算。亦即從右參考目標坐標系統到右攝影機坐標系統的 3D 剛體變換，

T_{rcam_rw} 是從右攝影機坐標系統 2300 到右輪目標坐標系統 2500 的 3D 剛體變換，

T_{lcam_rw} 是從左攝影機坐標系統 2000 到右輪目標坐標系統 2500 的 3D 剛體變換。

【0082】 基於所判定的各種對準頭及參考艙 (包括各種攝影機及目標) 的相對位置，兩個主動對準頭 (包括攝影機 2000 及 2300) 因此能夠量測目標的位置並將量測的位置變換成相同的坐標系統。因此，例如透過將輪軸投影在車輛底座平面中，可量測整個車輛的對準。使用左攝影機來量測的目標位置可由類似的方式變換為以右攝影機為中心的坐標系統。替代地，位置 (及坐標) 可變換為以參考目標之其中一者 (例如，2100) 為中心的參考框架。在任何情況下，由於使用共同的坐標系統，故可量測所有輪子的對準。

【0083】 在圖5A及圖6A的實例中，亦可能使用包括兩個或更多個攝影機的主動對準頭及攝影機組件，例如上方關於圖4A描述的該等元件。此類攝影機組件可用於需要更寬的FOV的情況。此外，在圖6A的實例中，包括右參考目標2400的被動參考艙可包括雙目標，例如上方關於圖2A探討的被動參考艙110。此外，儘管包括校準攝影機2700的主動參考艙被描述為位於車輛的左側，但主動參考艙及校準攝影機2700可替代地位於車輛的右側（例如，附接到參考目標2400，並對望至包括左參考目標2100的被動參考艙）。

【0084】 在上方呈現的各種實例中，參考目標（例如，400、900、900'、2100、2400）經定位以位於相應的對準攝影機的FOV中。在一些實例中，對準攝影機經定位以在其FOV中同時亦包括對準目標（例如，600、600'、2200、2500）。為了將參考目標定位在對準攝影機的FOV中且不被FOV中的對準目標遮擋的位置處，參考目標可附接到車輛所在的表面1000（例如，附接到機架或車輛升降器、附接到地面或類者）。具體而言，參考目標可經定位以與安裝到輪子的對準目標處於一致的相對位置，但亦經定位以使得參考目標與車輛一起移動（例如，若車輛被定位在機架上或車輛升降器上，且機架或車輛升降器升高）。

【0085】 在上方的描述及圖式中，主動參考艙及被動參考艙被描述且顯示為可選擇地與被動對準頭安裝到被量

測的車輛的輪子(參見例如圖1B及圖2B)或安裝到固定或靜止的參考基準(例如,地面、機架或升降器或類者)(參見例如圖6A)。如所述地,結合主動參考艙及被動參考艙的輪子對準系統經配置以在兩種安裝情況下量測車輛的對準值。

【0086】此外,儘管上方的描述及圖式已將包括攝影機(或影像感測器)的主動對準頭描述並顯示為安裝在車輪上,但主動對準頭可替代地安裝到固定或靜止的參考基準(例如,地面、機架或升降器或類者)。例如,圖6C顯示對準系統670,其中主動頭被安裝到固定參考基準,使得即使車輛移動,影像感測器(例如,對準攝影機105a及105b)在整個對準過程中保持靜止。包括在對準攝影機(105a及105b)中的主動頭可安裝到地面(例如,使用三腳架、牆壁結構或類者),使得即使車輛在升降器上升高,該等主動頭亦可保持不動,或者主動頭可安裝到車輛升降器或機架上,使得當車輛升高或下降時,該等主動頭隨著車輛升高或下降。在此類實例中,主動對準頭仍然與車輛的相對側邊相關聯地安裝,使得一個主動對準頭可對位於車輛一側的目標進行成像,而另一個主動對準頭可對位於車輛的相對側邊上的目標進行成像。

【0087】在圖6C的實例中,主動參考艙及被動參考艙亦安裝到固定或靜止參考基準(例如,地面、機架或升降器或類者),儘管該等主動參考艙及被動參考艙可替代地安裝到車輛(例如,如圖1B及圖2B所示)。此外,為了使

對準系統 670 量測車輛的所有四個輪子的對準，被動對準頭（每個包括目標）被設置在車輛的所有四個輪子上，該車輛將被靜止安裝的主動對準頭的攝影機 105a 及 105b 成像。

【0088】 存在著各種選擇來將主動參考艙或被動參考艙或其他參考目標安裝到機架、車輛升降器或類者。將吊架支架栓固在機架上的第一選項可能需要鑽入機架，此舉可能會損害機架的結構完整性，且在某些情況下可能無法達成。進一步而言，鑽入機架造成耗時的安裝過程。由於這些原因，可能不期望此第一選項。理想地，主動參考艙或被動參考艙或其他參考目標將可移除地附接到機架或為可滑動的，使得參考艙或目標在不使用時可被移開。為了此目的，可優選第二種快速附接到機架的方法。進一步而言，可優選能夠致使輕易地附接參考艙或目標的附接件，且該等附接件可致使參考艙或目標被移開並同時保持附接到機架上。

【0089】 為了提供上述優點，圖 7 中顯示安裝件。安裝件用於將參考艙或目標 5500 附接到機架 5100 或升降器（例如，車輛升降器）。安裝件包括粗略寬度調整器 5200，該粗略寬度調整器致使安裝件能被調整的寬度，使得該安裝件能夠在各種尺寸的機架上使用並牢固地安裝。此外，精細調整件 5300 鎖定到機架表面的一側，並用於將安裝件固定或夾緊到機架上。進一步而言，滑動部分 5400 致使參考艙或目標 5500（及 / 或持有參考艙或目標 5500 的

臂)能夠滑入及滑出機架5100，使得參考艙或目標5500在對準過程期間可向外定位(到對準攝影機或其他影像感測器的FOV中)，且後續容易地向內滑動，以便在一旦完成對準後避開路線且不妨礙進一步的運作。在一些情況下，參考艙或目標5500沿著滑動部分5400橫向向外滑動，使得參考艙或目標5500從任何輪子安裝的目標橫向向外定位，以便確保參考艙或目標5500在對準程序期間不被任何輪子安裝的目標物遮蔽。

【0090】 如上所述，關於圖1A至圖1B、圖2A至圖2B及圖6A至圖6C探討的側對側參考基準的使用依賴於待知的參考目標200及校準攝影機300之間的位置關係。該位置關係可在側對側參考基準的製造期間設定，且可基於設備的製造規格來得知。替代地，位置關係可為可調整的或可變的。在這兩種情況下，可使用下方關於圖8A及圖8B所描述的校準過程，以便量測在對準過程期間使用的相對位置。

【0091】 校準過程可在工廠製造之後執行，或者可在現場執行(例如，在可能損壞側對側參考基準後，更換側對側參考基準的一部分之後，或僅確認工廠規格仍然準確)。

【0092】 為了執行校準，可使用圖8B所顯示的程序850。在步驟851中，第二參考目標4000及主動參考艙5000(包括第一參考目標5600及固定地附接到其上的校準攝影機5700)經定位以相對於彼此，使得校準攝影機5700可擷取參考目標4000的影像並量測參考目標4000

相對於校準攝影機 5700 的位置。此外，額外的攝影機 6000 經定位以使得第一參考目標 5600 及第二參考目標 4000 位於其 FOV 內。額外的攝影機 6000 接著可擷取參考目標 5600 及 4000 兩者的影像，並建立參考目標 5600 及 4000 相對於攝影機 6000 的位置。

【0093】 一旦攝影機及目標就位，在步驟 853 中攝影機 6000 擷取第一參考目標 5600 及第二參考目標 4000 的第一影像，以便量測第一參考目標 5600 及第二參考目標 4000 的姿態。所量測的姿態用於計算從參考目標 4000 到參考目標 5600 的旋轉矩陣。此外，在步驟 855 中，校準攝影機 5700 擷取參考目標 4000 的第二影像，以便量測參考目標 4000 相對於校準攝影機 5700 的姿態。利用參考目標 4000 到參考目標 5600 的旋轉矩陣，且利用參考目標 4000 相對於校準攝影機 5700 的姿態，來判定使來自參考目標 5600 的量測與校準攝影機 5700 相關聯的旋轉矩陣。如此，可基於所擷取的第一影像及第二影像來判定校準攝影機 5700 及附接到其上的對準目標 5600 之間的固定空間關係。接著，在校準攝影機 5700 每次量測參考目標 4000 的姿態時（如在對準程序期間），可使用旋轉矩陣來更新兩個參考目標 5600 及 4000 之間的相對位置（旋轉矩陣）。

【0094】 為了實現適當的坐標變換，可使用兩種不同的坐標變換：「RTTP」，其中在結合目標坐標變換至校準攝影機坐標後可提供「RCTP」結果。

【0095】 從第二參考目標到第一參考目標的變換可計算為：

$$T_{ref2_ref1} = T_{refcam_ref1} (T_{refcam_ref2}^{-1})$$

等式13：從第二參考目標坐標系統4000到第一參考目標坐標系統5600的3D剛體變換

其中：

$T_{refcam_ref2}^{-1}$ 是從參考攝影機坐標系統6000到第二參考目標坐標系統4000的3D剛體變換的反向計算；亦即，從第二參考目標坐標系統到參考攝影機坐標系統的變換，

T_{refcam_ref1} 是從參考攝影機坐標系統6000到第一參考目標坐標系統5600的3D剛體變換，

T_{ref2_ref1} 是從第二參考目標坐標系統4000到第一參考目標坐標系統5600的3D剛體變換。

【0096】 可使用從第二參考目標到第一參考目標的變換(結合額外資訊)來計算從第一參考目標5600到校準攝影機5700的變換。此過程可計算為：

$$T_{ref1_calcam} = T_{ref2_ref1} (T_{calcam_ref2})$$

等式14：從第一參考目標坐標系統5600到校準攝影機坐標系統5700的3D剛體變換

其中：

T_{calcam_ref2} 是從校準攝影機坐標系統5700到第二參考目標坐標系統4000的3D剛體變換，

T_{ref2_ref1} 是從第二參考目標坐標系統 4000 到第一參考目標坐標系統 5600 的 3D 剛體變換 (如先前在等式 13 中所計算)，及

T_{ref1_calcam} 是從第一參考目標坐標系統 5600 到校準攝影機坐標系統 5700 的 3D 剛體變換。

【0097】 圖 9 提供了電腦硬體平台的功能方塊繪圖，該電腦硬體平台經配置以在上述車輛對準系統中使用，以提供所述的系統功能性。如圖 9 所示，主機平台包括資料通訊介面，以便與諸如上述的一或更多個對準攝影機或校準攝影機進行資料通訊。電腦平台還包括一或更多個處理器形式的中央處理單元 (CPU)，以用於執行程式指令。電腦平台通常包括內部通訊匯流排、程式儲存器及資料儲存器以處理各種資料檔案，以及輸入/輸出介面以便與一或更多個使用者或其他網路連接的設備進行通訊。電腦平台可額外地經配置以透過網路通訊來發送及接收程式、資料及控制指令。當然，電腦功能可分佈式地實現在多個類似的平台上，以分配處理負載。

【0098】 主機平台透過有線或無線通訊鏈路以與對準攝影機或校準攝影機通訊連接。為了此目的，主機平台及每個攝影機在其中具有有線或無線通訊收發器。具體而言，在無線通訊鏈路的情況下，主機平台及攝影機各自具有無線收發器，可透過該無線收發器建立無線通訊鏈路。有線或無線通訊鏈路用於將擷取的影像資料從攝影機通

訊到主機平台，且還可用於將來自主機平台的控制命令或軟體更新通訊到攝影機。

【0099】 在運作中，當執行輪子定位程序或校準程序時，主機平台的CPU使一或更多個連接的對準攝影機及/或校準攝影機擷取影像。通常，影像經擷取以便根據可判定哪些位置而在其中顯示一或更多個對準目標或參考目標。擷取單一個影像或複數個影像，包括在車輛移動之前及之後所擷取的影像，特別是在將判定輪子的旋轉軸的情況下。

【0100】 主機平台可在記憶體中儲存所擷取的影像。此外，已知的位置關係(當已知時)被儲存在記憶體中，包括例如校準攝影機(例如，300)及側對側參考系統100的參考目標(例如，200)之間的已知位置關係；校準目標(例如，310)及參考目標(例如，210)之間的已知位置關係；在攝影機組件中安裝在一起的兩個攝影機(120、140)之間的已知位置關係；及類者。

【0101】 主機平台經運作以處理所擷取的影像，以便識別其中的對準目標或參考目標，且基於所擷取之影像中的目標的位置來判定對準目標或參考目標相對於攝影機的位置。例如，在美國專利第7,313,869號及7,369,222號及7,415,324號中描述的方法，其整體內容透過引用併入本文。順次地，主機平台可基於目標相對於攝影機所判定的位置以及在此詳述的進一步步驟(包括上述基於儲存的位置關係資料的步驟)來判定車輪的對準。

【0102】 因此，上方詳述的對準量測方法的態樣可體現在程式中，該程式儲存在電腦平台的記憶體中且經配置以在電腦平台的CPU上執行。進一步而言，包括目標及/或攝影機的已知相對位置資料的對準目標資料、對準攝影機及校準攝影機的資料及類者可儲存在電腦平台的記憶體中，以用於計算對準量測。

【0103】 在本文件中呈現的繪製圖式以示例的方式而非限制性的方式來描繪根據本教示的一或更多個實作。在圖式中，相同的參考符號表示相同或相似的元件。

【0104】 在上方的詳細描述中，透過示例闡述了許多具體細節，以便提供對相關教示的透徹理解。然而，本領域技術人員應明顯理解到可在沒有這些細節的情況下實行本教示。在其他案例中，方法、程序、部件及/或電路已在相對較高位準處描述(沒有細節)，以避免不必要地遮蔽本教示的態樣。

【0105】 除非另有說明，否則在本說明書中列出的(包括下方請求項中的)所有量測、數值、評價、位置、大小、尺寸及其他規格是近似值，而非準確值。該等規格是意於具有合理的範圍，該合理範圍與該等規格相關的功能以及與該等規格所屬的技藝慣例一致。

【0106】 保護範圍僅受現在下方的請求項限制。當根據本說明書以及後續申請過程歷史來詮釋時，該範圍意圖且應被解釋為與請求項中所使用的術語之一般涵義一樣寬廣，並涵蓋所有結構及功能等同物。儘管如此，沒有任何

請求項是意圖涵蓋不符合專利法所要求的標的，亦不應以這種方式詮釋該等請求項。特此否認任何意外涵蓋的這種標的。

【0107】除了正上方所述外，沒有任何陳述或說明是意圖或應被詮釋為導致任何組件、步驟、特徵、物件、利益、優點或等同物奉獻於公眾，無論其是否記載於請求項中。

【0108】應理解到，本文所用的術語及表述具有一般涵義，該等一般涵義是根據這種術語及表述相對於其各自調查及研究的相應領域，除非在此另外闡述具體涵義。諸如第一及第二或類者的關係術語可僅用於區分一個實體或動作與另一個實體或動作，而不必然要求或表示任何實體與動作之間的這種實際關係或順序。術語「包含」、「包括」或其任何其他變化是意圖涵蓋非排他性的加入，使得包括一系列元件的過程、方法、製品或設備不僅包括該等元件，還可包括未明確列出的或固有的這種過程、方法、製品或設備。「一(a、an)」後方的元件不會在沒有進一步約束的情況下而排除包含該元件的過程、方法、製品或設備中的額外相同元件之存在。

【0109】本揭示內容的摘要經提供以便讀者快速地判定技術揭示內容的性質。提交摘要一併理解到，該摘要將不被用於詮釋或限制請求項的範圍或涵義。此外，上方的詳細描述中，可看出各種特徵在各種實施例中聚集在一起，以為了簡化揭示內容的目的。本揭示內容的此方法不應被詮釋為反映所請求的實施例要求比每個請求項中明

確記載更多特徵之意圖。反而，如以下請求項所反映地，新穎的標的比單一個揭示實施例的所有特徵更少。因此，以下請求項在此併入詳細描述中，其中每個請求項獨立地作為單獨請求的標的。

【0110】 儘管上方已經描述了所認定的最佳模式及/或其他實例，但應當理解到，可在其中進行各種修改，且本文揭示的標的可以各種形式及示例來實現，且教示內容可應用於許多應用中，在此僅描述其中一些應用。以下請求項意圖請求落入本教示內容的真實範圍內的任何及所有應用、修改及變化。

【符號說明】

【0111】

100 側對側參考系統

103 a 輪子

103 b 輪子

103 c 輪子

103 d 輪子

105 主動參考艙

105 a 對準攝影機

105 b 對準攝影機

110 被動參考艙

115 輪子對準系統

200 第一參考目標

210 第二參考目標

3 0 0 校 準 攝 影 機

3 1 0 校 準 目 標

3 2 0 F O V

3 4 0 F O V

3 5 0 程 序 / 方 法

3 5 1 步 驟

3 5 3 步 驟

3 5 5 步 驟

3 5 7 步 驟

3 5 9 步 驟

4 0 0 目 標

4 1 0 目 標 托 架

4 5 0 程 序

4 5 1 步 驟

4 5 3 步 驟

4 5 5 步 驟

4 5 7 步 驟

5 0 0 輪 夾

5 5 0 程 序

5 5 1 步 驟

5 5 3 步 驟

5 5 5 步 驟

5 5 7 步 驟

5 5 9 步 驟

6 0 0 輪 子 目 標

6 0 0 ' 對 準 目 標

6 5 0 程 序

6 5 1 步 驟

6 5 3 步 驟

6 5 5 步 驟

6 5 7 步 驟

7 0 0 第 二 輪 子

8 0 0 後 輪

8 5 0 程 序

8 5 1 步 驟

8 5 3 步 驟

8 5 5 步 驟

8 5 7 步 驟

9 0 0 參 考 目 標

9 0 0 ' 參 考 目 標

1 0 0 0 滾 動 表 面

2 0 0 0 對 準 攝 影 機

2 1 0 0 參 考 目 標

2 2 0 0 對 準 目 標

2 3 0 0 對 準 攝 影 機

2 4 0 0 參 考 目 標

2 5 0 0 對 準 目 標

2 7 0 0 校 準 攝 影 機

4 0 0 0 第二參考目標
5 0 0 0 主動參考艙
5 1 0 0 機架
5 2 0 0 粗略寬度調整器
5 3 0 0 精細調整件
5 4 0 0 滑動部分
5 5 0 0 參考艙或目標
5 6 0 0 第二參考目標
5 7 0 0 校準攝影機
6 0 0 0 攝影機

【生物材料寄存】

【 0 1 1 2 】 國內寄存資訊 (請依寄存機構、日期、號碼順序註記)
無

【 0 1 1 3 】 國外寄存資訊 (請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)
無



201809596

申請日: 106/08/16

IPC分類:

【發明摘要】**【中文發明名稱】** 車輪對準方法與系統**【英文發明名稱】** VEHICLE WHEEL ALIGNMENT METHODS AND SYSTEMS**【中文】**

一種輪子對準系統包括側對側參考基準，該側對側參考基準包括設置在車輛的相對側邊上的主動參考艙及被動參考艙。該主動參考艙包括參考影像感測器，該參考影像感測器固定地附接到參考目標，以便安裝在該車輛的該第一側上，使得該參考影像感測器產生影像資料，該影像資料包含被動參考艙的視角呈現，該被動參考艙設置在該車輛的第二側/相對側邊上。在運作中，在該車輛的相對側邊上的對準攝影機擷取目標的視角呈現，該目標安裝到車輪及該主動參考艙及該被動參考艙的該等目標。電腦處理影像資料，以基於該主動參考艙及該被動參考艙之間的空間關係來計算該車輛的對準量測，該空間關係是根據該參考影像感測器所產生的該影像資料來判定的。

【英文】

A wheel alignment system includes a side-to-side reference including an active reference pod and a passive reference pod disposed on opposite sides of the vehicle. The active reference pod includes a reference image sensor fixedly attached to a reference target, for mounting on a first side of the vehicle such that the reference image sensor produces image data including a perspective representation of the passive reference pod disposed on a second/opposite side of the vehicle. In operation, alignment cameras on the opposite sides of the vehicle capture perspective

representations of targets mounted to vehicle wheels and of targets of the active and passive reference pods. A computer processes the image data to compute an alignment measurement of the vehicle based on a spatial relationship between the active reference pod and the passive reference pod determined according to the image data produced by the reference image sensor.

【指定代表圖】第（ 1B ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

1 0 3 a 輪 子

1 0 3 b 輪 子

1 0 3 c 輪 子

1 0 3 d 輪 子

1 0 5 a 對 準 攝 影 機

1 0 5 b 對 準 攝 影 機

1 1 5 輪 子 對 準 系 統

2 0 0 第 一 參 考 目 標

2 1 0 第 二 參 考 目 標

3 0 0 校 準 攝 影 機

【特徵化學式】

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種輪子對準系統，包括：

一對第一被動頭及第二被動頭，其各自包括一目標，該等目標與一第一對輪子相關聯地安裝，該第一對輪子分別設置在一車輛的第一側及第二側上，該車輛將被該輪子對準系統的運作所量測；

一主動參考艙，該主動參考艙包括一參考影像感測器，該參考影像感測器固定地附接到一參考目標，以便安裝在該車輛的該第一側上，使得該參考影像感測器產生影像資料，該影像資料包含一被動參考艙的一視角呈現，該被動參考艙包括設置在該車輛的該第二側上的至少一個目標；

一對第一主動頭及第二主動頭，其各自包括一影像感測器，該等影像感測器分別與該車輛的該第一側及該第二側相關聯地安裝，該第一主動頭的該影像感測器產生包含該第一被動頭及該主動參考艙的該等目標的一視角呈現的影像資料，該第二主動頭的該影像感測器產生包含該第二被動頭及該被動參考艙的該等目標的一視角呈現的影像資料；及

一電腦，該電腦用於處理來自該等影像感測器的有關該等目標之觀察的影像資料，以基於該主動參考艙及該被動參考艙之間的一空間關係來計算該車輛的至

少一個對準量測，該空間關係是根據該參考影像感測器所產生的該影像資料來判定。

【第2項】如請求項1所述之輪子對準系統，其中該電腦基於該參考影像感測器所產生的該影像資料並包含該被動參考艙的該視角呈現，且基於該參考影像感測器及該主動參考艙的該參考目標之間的一已知空間關係，來計算該主動參考艙及該被動參考艙之間的該空間關係。

【第3項】如請求項1所述之輪子對準系統，其中該被動參考艙包括第一目標及第二目標，該參考影像感測器產生包含該被動參考艙的該第一目標的一視角呈現的影像資料，且該第二主動頭的該影像感測器產生包含該被動參考艙的該第二目標的一視角呈現的影像資料。

【第4項】如請求項3所述之輪子對準系統，其中該被動參考艙的該第一目標及該第二目標彼此具有一已知的空間關係，且該電腦根據該等影像感測器所產生的該影像資料以及該被動參考艙的該第一目標及該第二目標之間的該已知空間關係來計算該主動參考艙及該被動參考艙之間的該空間關係。

【第5項】如請求項1所述之輪子對準系統，其中該主動參考艙及該被動參考艙用於安裝至一固定參考基

準。

【第6項】 如請求項 1 所述之輪子對準系統，其中該第一主動頭及該第二主動頭用於安裝至一固定參考基準。

【第7項】 如請求項 1 所述之輪子對準系統，其中該第一主動頭及該第二主動頭用於安裝至該車輛，該車輛將被該輪子對準系統的運作所量測。

【第8項】 如請求項 7 所述之輪子對準系統，其中該第一主動頭及該第二主動頭用於與一第二對輪子相關聯地安裝，該第二對輪子設置在該車輛的該第一側及該第二側上。

【第9項】 一種用於量測一車輛的一對準的方法，該方法包括以下步驟：

將一對第一被動頭及第二被動頭相關聯地與一第一對輪子附接，該第一被動頭及該第二被動頭各自包括一目標，該第一對輪子分別設置在待量測的該車輛的第一側及第二側上；

在該車輛的該第一側上設置一主動參考艙，該主動參考艙包括一參考影像感測器，該參考影像感測器固定地附接到一參考目標；

利用該主動參考艙的該參考影像感測器來擷取影像資料，該主動參考艙設置在該車輛的該第一側上，該

影像資料包括一被動參考艙的一視角呈現，該被動參考艙包括至少一個目標，該至少一個目標設置在該車輛的該第二側上；

使用一第一主動頭的一影像感測器來擷取影像資料，該第一主動頭與該車輛的該第一側相關聯地安裝，該影像資料包括該第一被動頭及該主動參考艙的該等目標的一視角呈現；

使用一第二主動頭的一影像感測器來擷取影像資料，該第二主動頭與該車輛的該第二側相關聯地安裝，該影像資料包括該第二被動頭及該被動參考艙的該等目標的一視角呈現；及

基於該主動參考艙及該被動參考艙之間的一空間關係，處理來自該等影像感測器的有關於該等目標之觀察的影像資料，以計算該車輛的至少一個對準量測，該空間關係是根據該參考影像感測器所產生的該影像資料所判定的。

【第10項】 如請求項9所述之方法，其中該處理之步驟包括以下步驟：基於該參考影像感測器所產生的該影像資料且包括該被動參考艙的該視角呈現，且基於該參考影像感測器及該主動參考艙的該參考目標之間的一已知空間關係，來計算該主動參考艙與該被動參考艙之間的該空間關係。

【第11項】 如請求項9所述之方法，其中該被動參考艙包括第一目標及第二目標，

使用該參考影像感測器來擷取影像資料之該步驟包括以下步驟：擷取影像資料，該影像資料包含該被動參考艙的該第一目標的一視角呈現，及

使用該第二主動頭的該影像感測器來擷取影像資料之該步驟包括以下步驟：擷取影像資料，該影像資料包含該被動參考艙的該第二目標的一視角呈現。

【第12項】 如請求項11所述之方法，其中該被動參考艙的該第一目標及該第二目標彼此具有一已知的空間關係，且處理該影像資料的該步驟包括以下步驟：根據該等影像感測器所產生的該影像資料及該被動參考艙的該第一目標及該第二目標之間的該已知空間關係，來計算該主動參考艙及該被動參考艙之間的該空間關係

【第13項】 如請求項9所述之方法，進一步包括以下步驟：在使用該參考影像感測器及該第一主動頭及該第二主動頭的該等影像感測器擷取影像資料之前，將該主動參考艙及該被動參考艙安裝到一固定參考基準。

【第14項】 如請求項9所述之方法，進一步包括以下步驟：在使用該第一主動頭及該第二主動頭的該等影

像感測器擷取影像資料之前，將該第一主動頭及該第二主動頭安裝到一固定參考基準。

【第15項】 如請求項9所述之方法，進一步包括以下步驟：在使用該第一主動頭及該第二主動頭的該等影像感測器擷取影像資料之前，將該第一主動頭及該第二主動頭相關聯地與該車輛安裝，該車輛將被該輪子對準系統的運作所量測。

【第16項】 如請求項15所述之方法，其中該安裝之步驟包括以下步驟：將該第一主動頭及該第二主動頭相關聯地與一第二對輪子安裝，該第二對輪子設置在該車輛的該第一側及該第二側上。

