

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5202958号
(P5202958)

(45) 発行日 平成25年6月5日(2013.6.5)

(24) 登録日 平成25年2月22日(2013.2.22)

(51) Int.Cl. F I
GO 1 C 15/00 (2006.01) GO 1 C 15/00 1 0 3 B
 GO 1 C 15/00 1 0 4 C

請求項の数 3 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2007-548825 (P2007-548825)	(73) 特許権者	501116608
(86) (22) 出願日	平成17年12月28日 (2005.12.28)		ライカ ジオシステムズ アクチェンゲゼ ルシャフト
(65) 公表番号	特表2008-525811 (P2008-525811A)		Leica Geosystems AG
(43) 公表日	平成20年7月17日 (2008.7.17)		スイス国 ヘールブルグ シーエイチー9 435 ヘインリッヒーウィルドーシュト ラッセ
(86) 国際出願番号	PCT/EP2005/057203		Heinrich-Wild-Stras se, CH-9435 Heerbru gg, Switzerland
(87) 国際公開番号	W02006/070009	(74) 代理人	100078662
(87) 国際公開日	平成18年7月6日 (2006.7.6)		弁理士 津国 肇
審査請求日	平成20年10月24日 (2008.10.24)	(74) 代理人	100131808
(31) 優先権主張番号	04030884.3		弁理士 柳橋 泰雄
(32) 優先日	平成16年12月28日 (2004.12.28)		
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 少なくとも1つの目標の姿勢情報の項目を決定するための方法およびそのための回転レーザー

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定の位置 (P₁) に設置された回転レーザー (2) を使用して、目標の位置を測定するための方法であって、

回転レーザー (2) が、垂直方向の回転軸を中心に回転しながら、水平方向にレーザー放射を放出することにより、高さ基準面となる擬レーザー平面 (2 1) を生成するステップと、

第1の位置 (P_{ob}) の目標 (1) の検出器 (6 a) が、擬レーザー平面 (2 1) 内において第1のレーザー放射 (5) を受信する第1の受信ステップと、

第2の位置 (P_{ob}') の前記目標 (1') の前記検出器 (6 a') が、擬レーザー平面 (2 1) 内において第2のレーザー放射 (5') を受信する第2の受信ステップと、

第1の受信ステップで前記検出器 (6 a) が受信した第1のレーザー放射 (5) に含まれる角度依存情報に基づいて、回転レーザー (2) から放出された第1のレーザー放射 (5) の第1の放出方向 (1) を導出するステップと、

第2の受信ステップで前記検出器 (6 a') が受信した第2のレーザー放射 (5') に含まれる角度依存情報に基づいて、回転レーザー (2) から放出された第2のレーザー放射 (5') の第2の放出方向 (2) を導出するステップと、

第1の放出方向 (1)、第2の放出方向 (2)、及び第1の受信ステップから第2の受信ステップまでの間における前記検出器の位置変化に基づいて、回転レーザー (2) に対する前記目標の距離、位置の少なくとも1つを導出するステップと、を含み、

10

20

前記第1の受信ステップから前記第2の受信ステップまでの間における前記検出器の前記位置変化は、前記検出器を固定した前記目標が、回転レーザー(2)に対して、既知の方向()へ既知の距離(x)を移動することにより生じる、ことを特徴とする方法。

【請求項2】

所定の位置(P₁)に設置された回転レーザー(2)を使用して、目標(1)の位置を測定するための方法であって、

回転レーザー(2)が、垂直方向の回転軸を中心に回転しながら、水平方向にレーザー放射を放出することにより、高さ基準面となる擬レーザー平面(21)を生成するステップと、

目標(1)に設置した第1の受信位置の検出器(6a)が、擬レーザー平面(21)内において第1のレーザー放射(5)を受信する第1の受信ステップと、

前記目標(1)に設置した第2の受信位置の前記検出器(6a')が、擬レーザー平面(21)内において第2のレーザー放射(5')を受信する第2の受信ステップと、

第1の受信ステップで第1の受信位置の前記検出器(6a)が受信した第1のレーザー放射(5)に含まれる角度依存情報に基づいて、回転レーザー(2)から放出された第1のレーザー放射(5)の第1の放出方向()を導出するステップと、

第2の受信ステップで第2の受信位置の前記検出器(6a')が受信した第2のレーザー放射(5')に含まれる角度依存情報に基づいて、回転レーザー(2)から放出された第2のレーザー放射(5')の第2の放出方向()を導出するステップと、

第1の放出方向()、第2の放出方向()、及び第1の受信ステップから第2の受信ステップまでの間における前記検出器の前記第1及び第2の受信位置の変化に基づいて、回転レーザー(2)に対する前記目標の距離、位置の少なくとも1つを導出するステップと、を含み、

前記第1の受信ステップから前記第2の受信ステップまでの間における前記検出器(6a、6a')の前記第1及び第2の受信位置の変化は、垂直方向の回転軸を中心とした円形経路(10)に沿った前記検出器の旋回により生じる、ことを特徴とする方法。

【請求項3】

第1の受信ステップにおいては、前記検出器が円形経路(10)上の第1の受信位置(P_a)にあり、第2の受信ステップにおいては、前記検出器が前記第1の受信位置(P_a)から旋回した前記円形経路(10)上の第2の受信位置(P_b)にあり、第1及び第2の受信位置(P_a、P_b)とは、円形経路(10)上で互いに正反対の位置であり、

前記第1及び第2の受信位置(P_a、P_b)を接続する線(11)が、円形経路(10)の中心(13)と回転レーザー(2)とを結ぶ線(12)に直交していることを特徴とする請求項2に記載した方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、請求項1のはじめの特徴の部分による少なくとも一つ回転レーザーを使用して少なくとも一つの目標の水平方向の姿勢情報の項目を決定するための方法、および請求項12のはじめの特徴の部分により回転放出方向にレーザー放射を放出するための回転レーザーに、関する。

【背景技術】

【0002】

非常に能率的な地上移動機および高性能に設計された地ならし機械の導入により、道路建設と土木工学、土地開発と露天掘りの領域での仕事の速度に関して、最近十年間におおきな進歩がなされた。近代の位置決定の技術によって、自動化の高い程度と少人数配置を組み合わせでの仕事で、高精度を達成することもまた可能である。自動化された方法によって、移動式作業機械は、移動式作業機械のそれぞれの実際の位置がコンピューター生成の理論モデルから得られる理論的な位置と比較され、適切な相互作用が始動される手順によってコンピューター生成の理論的な輪郭を追従する。さらに表面の地ならしに加えて、

10

20

30

40

50

いかなる所望の平らでない輪郭でも作り出すことができる。この重要な部分は、個々の作業機械の位置決定の技術である。

【 0 0 0 3 】

移動式作業機械の位置の比較的正確な決定のための可能な現代技術は、例えば、GPSシステムのような衛星位置決定システムから成る。このために、GPS受信ユニットは、移動式作業機械に取付けられ、作業機械の絶対位置が数メートルの精度で決定できる結果を用いる。この精度が一般に不十分であるので、GPS技術からずーっと知られた方法、例えば、差動GPS、RTKまたはRTCMのような方法は、位置精度を高めるために使用される。これらの方法では、補正値は、直接あるいは間接に基準基地から送信され、その補正値がイオン圏および対流圏の屈折が特に原因となり、受け取る位置に特定である衛星信号での誤差を再生する。移動式作業機械に取付けられたGPS受信ユニットにより、最寄の基準基地により送信された誤差および補正値を含む衛星信号の同時受信によって、センチメートルの精度の位置決定が可能である。

10

【 0 0 0 4 】

しかし、GPS技術のシステムに関係した問題は、垂直方向の測定の精度が水平方向の測定の精度より低いことである。しかし、特に道路工事の区域で、垂直方向の処理の精度に関する要求が、水平方向の処理の精度に関する要求よりも大きく、望ましくない凸凹と起伏がいずれにしても避けるべきことであるので、GPS位置決定システムの単独使用は、しばしば不十分である。さらに、GPSを介する位置決めのための少なくとも3、できれば少なくとも4の衛星との視覚接触が常にあるべきで、しかし、場合によっては必ずしも

20

【 0 0 0 5 】

GPS技術の更なる問題は、位置がGPSによってすることができたとしても、作業機械の方向付け、特に方位角の方向付けが、それぞれの場合に一つのGPS受信器だけしか使用されないとき、位置の変化からだけしか得ることができない。従って、作業機械上で水平方向に間隔を置かれた複数のGPS受信器あるいは追加の方位センサー、例えば、ジャイロコンパスシステムあるいは磁気コンパスシステムが使用されなければならない、それは、離れた磁界に対し感度が高い。

【 0 0 0 6 】

従って、最近の衛星位置の決定システムの存在にもかかわらず、正確さに関する条件に対応する場合に測地学から知られているように、高精度の光学測定方法の使用を省略することはできない。

30

【 0 0 0 7 】

事実上水平面内で回転するレーザ光線を生成する回転レーザーシステムは、移動式作業機械の作業高さの厳密な調整のため比較的長い時間使用されている。これらは少なくとも1台の移動式作業機械のための理論的な平面を定義する平らな擬レーザー円板を形成する。その回転レーザ光線は、複数の垂直に配置された検出器の、作業機械に取付けられた受信器により受信され、高さについて任意に調節可能であり、その結果、高さ情報の項目が高い精度の方法で得ることができる。その位置も、望まれるなら、GPSシステムの支援により、さらに決定される。

40

【 0 0 0 8 】

US 4, 807, 131は、地ならし機械から離れて置かれた回転レーザーにより放出されるレーザー放射を受信する検出器と少なくとも一つの基準点に関し地ならし機械の水平方向の位置を決定するための距離測定手段が移動式地ならし機械に配置された地上地ならしシステムを開示している。従って、2つの異なる測定システムの使用により、十分な精度で垂直方向と水平方向に地ならし機械の実際の位置を決定することが可能である。ジャイロスコープによって、方向および位置の変化を検出することができる。地ならしすべき理論的な輪郭が、記憶媒体に保存されている。実際の測定値は保存された理論的な輪郭から得られる理論的な値と比較される。偏差は、理論的なものと実際の輪郭の画像表示によ

50

って示され、および/または、地ならし機械の操縦を調整するために働く。このシステムの不利な点は、十分な精度で垂直方向と水平方向の両方に車両を制御できるために、少なくとも2つの測定システムの使用の必要である。

【0009】

DE19755324A1は、地上に固定された座標系について移動車両の位置および姿勢を測定するための方法および装置を記述している。車両は無線の少なくとも2つの距離および/あるいは角度測定装置を備え、その装置はある間隔で離れ、基準点が間隔を置いて離れ、地上に固定された座標系で測定された隣接の地形内の基準経路の事前選択可能な基準点に対して方向付け可能である。位置の決定は三角測量によって実行される。保存された理論的な三次元カーブから得られる理論的な位置と実際の位置との比較によって、車両の制御コマンドが計算される。高さ情報の項目の十分な精度の決定はこの方法によって可能ではない。

10

【0010】

EP0744494A1は、表面の機械的検出により基準面に関連して道路舗装のうねりを決定するための形状測定器と、水平位置の成分を決定するためのGPSユニットとを備える道路仕上げシステムを記述している。その基準面は、細長いキャリッジによって形成され、それにより形成された基準面が、検出された表面の低域濾過に対応する。但し、それにより可能な高さ制御は、要求された精度に対し不十分である。さらに、この方法は、検出可能なレベル基板で、高さ調整のためにだけ適している。必要な細長いキャリッジのために、この検出方法は建築敷地のバケット・ホイール掘削機の高さ制御のためには不適当である。

20

【0011】

DE19940404C2は、GPS信号と静止した場所にある調節可能な回転レーザーの使用する建設機械の三次元制御のための方法を開示している。GPS信号の受信によって、移動式建設機械の水平位置の座標は決定され、この建設機械の作業工具の理論的な高さが、前述の位置座標に座標化される。この作業工具の理論的な高さを示す高さ信号を生成するために、回転レーザーは座標化された理論的な高さに従って傾斜することにより調節される。これにより、高さ信号の作用として建設機械の作業工具を正確に制御することを可能にする。しかし、この方法を実行するために、光学および衛星支援の測定方法の両方が使用されなければならない。トンネルの中、橋の下そして家の狭い列の町中で、衛星によってカバーされない区域では、この方法は覆いのために実行することができない。複数の測定方法は、作業機械の方向付けを決定するために使用しなければならない。

30

【0012】

US2003/0137658A1は、建設機械を制御するためのシステムを記述している。回転レーザーは、軸について回転し、水平では形成されない平面内で広がる少なくとも2つの扇状レーザー光線を放出する。少なくとも2つの扇状レーザー光線の傾斜は異なっている。建設機械に搭載された光学センサーは、扇状レーザー光線を受信するために作用する。水平位置の決定は、建設機械に配置されたGPS受信器を介し実行される。演算計算ユニットにより、高さ信号は、少なくとも2つの扇状の垂直に広がるレーザー光線が光学センサーに到着する時間の遅れから得られる。この方法を実行するために、水平方向と垂直方向の両方の位置を、十分な精度で決定するように、光学および衛星支援の測定方法を使用する必要がある。さらに、この方法では、衛星有効範囲が常に要求される。さらなる測定方法は方向付けの決定のために使用しなければならない。

40

【0013】

US3,687,566は、船、航空機、等の位置決定のため、位置決定方法および対応する装置を記述している。水平面上で狭く焦点を合わせられ、垂直面内で強く広がる扇状ビーム、特にレーザー光線は、垂直軸の回りを回転し、それで、その光線は大きな垂直の領域で受信される。回転の角度を再生する情報の項目は、ビーム上に重畳される。水平位置が決定されるべき目標は、光線が受信され、回転角度が検出されることにより、離れて置かれた2つの受信器を備える。それぞれ受信された回転角度と、2つの受信器間の距

50

離と、回転速度の情報から、その目標の水平位置が決定される。記述されたこの方法によって、水平位置だけを定めることはできるが、正確な高さ情報を得ることはできない。同じような方法は、DE3526564A1に記述されている。

【0014】

DE3107674A1は、固定基準点でまたは目標の一つ以上の送信器により放出される回転し変調されたレーザ光線の支援で、目標の動きを制御するための方法を記述している。目標の瞬間の入射角および望ましい軌道は、レーザ光線と共に送信される。情報のこれらの項目は、目標の姿勢を決定し、軌道修正を計算するために、目標にある受信器によって記録される。この目標が平面上だけ移動するならば、この平面内のレーザ光線の回転だけが要求される。三次元で目標を案内する場合に、回転する、三次元ビーム場が放出され、送信器は2軸について回転する。いずれの場合も、この送信器は順々に移動し、情報の項目に従って変調される短い持続期間のレーザ光線が、各休止位置で放出される。レーザ光線は、情報の項目、特に位置データを送信するための媒体として作用する。上述の方法の不利な点は、レーザ光線の大きい領域が、水平方向と垂直方向の両方に目標を方向づけるために三次元でスキャンされなければならないので、情報伝達が大きい間隔となることである。

10

【0015】

US5,600,436は、回転軸の周りで、平面内で一つあるいは2つのレーザ光線を回転するための回転レーザー手段を有する基準場所を備える位置決定システムを開示している。可能な実施例において、レーザ光線が、レーザ光線の放出の角度に関連するデータ信号を含んでいることが記述されている。例えば、データ信号の振幅あるいは周波数が、相応じて調整される。検出器を備える位置決め手段は、回転レーザー光線を受信し、放出角度を検出するために作用する。複数の基準場所の使用により、位置決め手段の水平位置は、三角測量によって決定できる。高さあるいはZ座標を決定可能にするため、高さに関しオフセットされた複数の検出器を備え、第3の基準場所の信号を受信する位置決め手段が記述されている。このシステムは、多くの基準場所を要求する。上述のシステムにより、位置決め手段を備える目標、例えば、移動式作業機械の方向付けを決定することが不可能で、さらに検出システム、特に、磁気コンパスシステムに頼ることが必要となる。

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0016】

従って本発明の目的は、高さの基準面、特に水平基準面に対し高精度で方向付けられた目標、例えば、できれば単一の測定システムだけを使用する移動式作業機械の水平位置、および水平方向の方向付けの正確な決定および/あるいは制御のための効率的で経済的な方法および装置を提供することである。

【0017】

本発明の更なる目的は、移動式作業機械の姿勢情報の項目の精度を決定あるいは高めるために、付加的な測定方法および付加的な測定システムを提供することである。

【0018】

これらの目的は、独立の請求項の特徴の実現によって達成される。更に代わりまたは有利な発明を開発する特徴が、縦続の請求項から明白である。

40

【課題を解決するための手段】

【0019】

少なくとも一つの目標の姿勢情報の項目を決定するための方法において、回転ユニットと回転放出方向のレーザー放射を放出するためのレーザー源を備える回転レーザーが、発明に従って使用される。そのレーザー放射は、垂直方向、すなわち縦方向内の経路にはわずかだけ、あるいは、全く、広がらないレーザー光線で形成され、そして、狭く集中され、垂直方向に平行である。従って、従来例で記述したように、擬レーザー面を形成することにより、目標のために垂直方向に高い精度の基準面、あるいは、高さの基準面を定義するが可能である。この擬レーザー面は、平面擬レーザー円板または任意の所望の円錐表面

50

を通る回転レーザーの適切な制御によって形成することができる。回転する水平な放出方向に回転するレーザーによって放出されるレーザー放射は、その放出方向が定められる角度の情報の項目を運び、その放出方向は、回転レーザーからそのレーザー放射を受信する目標への方向と関連する。レーザー放射は、以下により詳しく説明される別の方法で角度情報を含んでもよい。従って、一方、レーザー放射の放出の時刻で、実際の放出方向を得ることができる信号を、レーザー放射の搬送周波数でモデル化することは可能である。さらに、レーザー放射の更なる放射パラメータは、放出方向が受信のレーザー放射の適切な評価によって定めることができるように影響を受ける。これは、放出角度の関数として、る過、偏光または一時停止によって実行することができる。

【 0 0 2 0 】

回転レーザーにより放出され、角度情報を含んでいるレーザー放射は、目標の検出器によって受信される。受信されたレーザー放射から、放出方向は、回転レーザーから目標への方向が決定できるように、角度情報から得られる。この方向情報、更に、回転レーザーに付加の光学距離測定あるいは検出方向の決定のような更なる測定を実施することにより、あるいは、第2の回転レーザーの放出する第2のレーザー放射を受信することにより、少なくとも1つの回転レーザーに対する目標の姿勢、すなわち方位および/あるいは位置を正確に決定でき、目標を、少なくとも1つの回転レーザーに対して制御することができる。少なくとも1つのレーザー放射の受信に加えて、少なくとも1つの回転レーザーと整合された目標とシステム間の通信、あるいは、回転レーザーシステムに加えて更なる測定システムを使用することは、絶対必要がない。従って、少なくとも1つの回転レーザーの位置に対する受信の場所の水平位置および方位、特に角度方位を決定するために、三角測量による1つ以上の回転レーザーによって放出されるレーザー放射の受信によるだけで、可能である。

【 0 0 2 1 】

しかし、例えば姿勢情報の更なる項目を得るため、付加的に、データ冗長により姿勢決定の正確さそして信頼性を高めために、衛星位置決定方法と共に、この方法を使用することはもちろん可能である。上記の方法は、道路工事、地ならし作業、土地開発、露天掘り、地下鉱山で、農業あるいは他の領域で使用される移動式仕事機械の位置を決定するため、あるいは、仕上げ領域、建設区域あるいは基準場所に対する目標の位置が決定されるべき他の用途のために、道路車両、輸送システムあるいは移動荷役システムの位置を決定するための両方に適している。本発明による方法の更なる利点は、姿勢情報の同時伝送と基準面の生成の組合せである。これは、本発明によると、従来例、特に、回転レーザー技術で記述されているように、基準面に高精度で垂直に方向付けが可能になるよう生成された基準面だけでなく、この平面内の方向付けが可能であるように、同時に、レーザー放射の放出方向の形の姿勢情報の項目もレーザー放射自体によって送信される。

【 0 0 2 2 】

従って、本発明による方法は、地ならし機械あるいは道路工事機械の位置決定に適しており、これらの使用に分野では、しばしば2センチメートル以下でなければならぬ高さ情報の正確さが、特に重要である。本発明による方法で、多くの領域で任意の場合に方向付けがされる回転レーザーにより生成された基準面に対する方向付けと、そのレーザー放射の受信場所で、姿勢、特に、方向付けおよび/あるいは位置を同時決定に結合することは可能である。従って、GPS、磁気コンパスシステムまたはジャイロコンパスシステムのような更なる測定システムを省くことは可能かもしれない。もちろん、回転放出方向に円錐状あるいは平坦な形状を有する広がるレーザー光線を放出することも可能で、一様な擬表面厚さを有する平坦擬基準面は、生成されない。これは、放出方向の放出されたレーザー放射の受信が、回転レーザーの回転の軸に平行な大きい領域内で可能であるならば、これは都合がいい。

【 0 0 2 3 】

本発明の範囲で、垂直方向あるいは高さは、回転レーザーあるいは回転の軸の方向によって定義される表面、特に平面に垂直と意味するとして理解されるべきで、水平位置は、

10

20

30

40

50

この表面あるいは平面内の二次元の位置を意味すると理解されるべきである。対照的に、これが一般に実際に事実であるとしても、水平および垂直は、引力方向づけられた、絶対地球座標系に必然な関係でない。

【0024】

平坦な擬レーザー円板の形状、あるいは、回転レーザーの適切な制御により、所望の円錐表面の形状になる擬レーザー面が形成される回転放出方向に、放射の放出がなるよう、回転ユニットはレーザー源に有効に結合される。ここに、放出は360度に亘って連続して生じるか、または少なくとも1つの区分に限定される。ある放出角度範囲内で、レーザー源を遮断することにより、あるいは、角度範囲内でレーザー放射を扇状に広げるような回転ユニットの目標動作により、アパーチャを用いて、放出の区域を限定することができる。このような区域への放出の限定は、受信する目標の移動の自由度が可能な擬レーザー表面の部分区域に制限されるとき、特に有効となる。従って、本発明の内容で、回転は、軸について連続回転を必要とするだけでなく、放出角度範囲のレーザー放射の扇状旋回をも付加して意味するよう理解されるべきである。本発明による回転レーザーは、放出方向を得ることができる角度情報の項目にレーザー放射の少なくとも1つの放射パラメータを関連付けるための手段を備える。

10

【0025】

可能な実施例において、放出方向が、全体の放出角度範囲内の角度情報から明白に得ることができる。代替の実施例において、この明白な誘導は、全体の放出角度範囲の複数の区分、例えば0から180度へ、180度から360度へだけに限定され、放出方向の明白な割り当ては、これらの範囲内のそれぞれの場合に可能であるが、その範囲自体を必ずしも直接決定することができない。これは目標が複数の区分の1つ内でだけ動く用途では、特に重大でない。複数の放出角度範囲への分配より、放出方向の決定の精度を高めることができる。少なくとも1つの放射パラメータを関連付ける手段は、本発明により、例えば、回転レーザー放射を囲む環状の光フィルタあるいは偏光子により、ビーム経路内にある光学要素により、あるいは、レーザー源および放出方向検出手段とを結合した回路により形成することができる。後者の場合、放出方向は、回転ユニットに動作的な結合を有する角度検出器に形成された放出方向検出手段を介して検出され、レーザー源によるレーザー放射の生成の少なくとも1つの放射パラメータが回路を介し角度情報と関連付けられる。これは、レーザー放射の搬送周波数に信号を変調させることにより、もたらされる。代わりに、情報の結合は、動作している変調器、例えば電気光学的変調器(EOM)あるいは音響光学変調器(AOM)によってレーザー放射の生成の後に起こる。適した電気光学変調器は、例えば、ポッケルスセルである。さらに、EOMsおよびAOMsが従来例で、開示されている。

20

30

【実施例1】

【0026】

図1は、回転レーザー放射5を発生するための回転レーザー2が基準点で垂直に立てられ、上向きの座標系に対して正確に方向づけられる建築敷地20を示す。レーザー放射5の回転によって、建築敷地20のための高さの基準として働く擬レーザー平面21が生成される。建築敷地20上の建設機械1の形で目標は、検出器6aが回転レーザー放射5によって形成された擬レーザー平面21内に存在するよう、放射が検出器6aを通るとすぐに、検出器6aにより、しばらくレーザー放射5を受信する。示されている例において、レーザー放射5が、垂直方向の僅かに小さい相違、すなわち、垂直方向のビーム経路は事実上平行なので、建設機械1、特に、建設機械1の工具、例えば、基準高さに対しレーザー放射5による建設機械1の少なくとも1つの部品の高精度の高さの方向付けの形で、バケットを方向づけることが可能である。この方法は従来技術に開示されている。一つの可能な実施例において、検出器6aを有するレーザー放射5の交信領域が検出できる、擬レーザー平面に垂直方向に延在する検出領域を、検出器6aは有し、基準高さからの偏差が正確に検出できる。比較的大きい高さの差の場合に、擬レーザー平面を置かなければならないことを回避し、高さ基準を失うことを回避するために、検出器6は、垂直方向に、高

40

50

さについて自動的に調節可能である。

【0027】

この方法の可能な実施例は、図2の、原理を説明するダイアグラムで説明される。位置 P_1 に置かれる回転レーザー2は、回転放出方向 θ_1 にレーザー放射5を放出する。回転レーザー2の回転軸は、頂点を指している。放出は水平面で起こる。平面図では、0度と360度との間で回転する放出方向 θ_1 内で、回転は反時計方向に起こる。レーザー放射5は、それぞれの放出方向 θ_1 が得ることができる角度情報の項目を搬送し、レーザー放射の情報結合はレーザー放射の搬送周波数に信号を合わせることにより、実行される。レーザー放射5の受信領域では、建設機械1の形での目標が、位置 P_{0b} にある。回転レーザー2によって放出されるレーザー放射5が、建設機械1に配置された検出器6aによって受信される。検出器6は、レーザー放射5からの角度情報を受信し、第1の放出方向 θ_1 がそれから得られるように処理するように設計される。上向きの座標系について回転レーザー2の方向付けの情報から、位置 P_{0b} において、レーザー放射5の純粋な受信に加えて P_1 と P_{0b} の間で起こらなければならない通信なしで、建設機械1にたいする回転レーザー2の方向を決定することが可能である。

10

【0028】

回転レーザー2の位置 P_T に対する建設機械1の位置 P_{0b} を決定できるように、検出器6aと回転レーザー2の間の距離 d_1 は、図3に示されているように、図2で説明された方法の継続でさらに決定される。上述の例で、距離測定は、検出器6aに近接し、および建設機械1に在るよう配置されたレーザー距離計7によって実行される。レーザー距離計7は、回転レーザー2にある点まで自動的に測定し、その結果、距離 d_1 が決定される。検出器6と回転レーザー2の間の放出方向 θ_1 と距離 d_1 との情報から、回転レーザー2の位置 P_1 に対する建設機械1の位置 P_{0b} を、特に、局座標 θ_1 および d_1 をデカルト座標に変換することにより、得ることは可能である。当然、回転レーザー2に対する建設機械の位置だけ決定し、建設機械1の相対位置と回転レーザー2の絶対位置 P_T の情報から、建設機械の絶対位置 P_{0b} を得ることは可能である。同じことが、建設機械1の方向付けに適用する。

20

【0029】

図4は、原理を説明するダイアグラムで、建設機械1の方向付けの誘導を説明する。図2のように、位置 P_1 に置かれている回転レーザー2は建設機械1に配置された検出器6aによって受信される回転放出方向 θ_1 のレーザー放射5を放出する。但し、図2の検出器6aと比較して、検出器6aaは、放出方向 θ_1 の誘導に加えて、レーザー放射5が建設機械1の方向付けに関連して検出器6aaに到達する検出の方向 θ_1 の決定を可能にする拡張機能を有する。0度から360度の受信範囲でレーザー放射を受信し、角度検出を受信するための全周検出器が、従来例で開示されている。放出方向 θ_1 と検出方向 θ_1 の情報から、回転レーザー2の方位に関連する建設機械1の方位 θ_1 は減算によって得ることができる。従って、回転レーザー2を介し磁気コンパスまたはジャイロコンパスシステムの使用なしで、建設機械1の方位角の方向付けを定めることは可能である。

30

【0030】

図3に示す方法において、分離されたレーザー距離計7による距離測定が、回転レーザー2により放出されたレーザー放射5の受信に追加され実行され、回転レーザー2により放出され、角度情報を含むレーザー放射5の受信によるだけで、位置 P_{0b} および/あるいは位置 P_T に対する建設機械1の距離が、異なった位置でのレーザー放射の多数受信による三角法工程により得られる方法が、図5、6および7に示される。

40

【0031】

本発明において、レーザー放射5の第1の受信の位置に対して定義された水平距離の目標 1 、 $1'$ でのレーザー放射5の第2の受信は、ここで実行される。第1の受信の間に第1の検出器6aによって受信されたレーザー放射5の第1の放出方向 θ_1 および/あるいは第2の受信の間に受信されたレーザー放射5の第2の放出方向 θ_2 は、角度情報から得られる。回転レーザー2の位置 P_1 に対する目標 1 、 $1'$ の距離 d_1 あるいは水平位置 P_{0b} 、 P_{0b}' は、第1の放出方向 θ_1 、第2の放出方向 θ_2 、および第2の受信に対する第1の受信の

50

位置の相違あるいは相対的な位置の相違の情報から得られる。この方法は、図5から7で以下により詳しく記述される。

【0032】

図5は、位置 P_1 に配置され、回転速度 ω で、回転放出方向 θ_1 、 θ_2 のレーザー放射5、5'を放出する回転レーザー2を示す。レーザー放射5、5'は、放出の時に実際の放出方向 θ_1 、 θ_2 を得ることができる角度情報を伝達する。レーザー放射5、5'の回転は、上から見て時計方向で、天頂の方を指す回転軸について、実行される。第1の検出器6aおよび第2の検出器6bは、レーザー放射5、5'の受信範囲内で位置 P_{0b} に、建設機械1上に配置される。検出器6aおよび6bは、互いに対し所定の検出器間隔を有する。2つの検出器6aおよび6bの高さは、両方の検出器がレーザー放射5、5'の受信範囲内に配置されるようになっている。検出器6aおよび6bは、レーザー放射5、5'の垂直発散の場合に絶対に必要ではないが、同じ高さにある。建設機械1の方位 α_1 につながる回転レーザー2に対する検出器方位 β は同様に知られている。方位 α_1 は、図4で説明したように、受信角度の検出、または磁気コンパスあるいはジャイロコンパスシステムによる測定から得られる。従って、第1の検出器6aと第2の検出器6bの間の位置の違いあるいは相対的な位置相違が知られる。例に示すように、レーザー放射5、5'は、はじめに第1の検出器6aを越えて通り、そしてその後まもなく回転レーザー2の1回転内で第2の検出器6bを超える。最初に、第1の検出器6aは、回転レーザー2によって放出されるレーザー放射5を受信し、その回転レーザー2から、第1の放射 θ_1 は角度情報から得ることができる。その後まもなく、回転によって動くレーザー放射5'は、第2の検出器6bに当たり、第2の放出方向 θ_2 が角度情報から得ることができる。

10

20

【0033】

検出器の建設機械1の方位 α_1 と、回転レーザー2に対する検出器の方位 β と、検出器間隔aとの情報から、回転レーザー2に対して検出器間隔aの垂直投影と、第1の放出方向 θ_1 と第2の放出方向 θ_2 の差を使用して、建設機械1と回転レーザー2の位置 P_1 との間の距離 d_1 が、基本的な三角法の関係によって得られる。距離 d_1 および第1の放出方向 θ_1 の平均値と第2の放出方向 θ_2 の平均値の情報から、回転レーザー2の位置 P_T に対する建設機械1の位置 P_{0b} を決定することは同様に可能である。

【0034】

図5に示されている例では、第1の放出方向 θ_1 および第2の放出方向 θ_2 の両方はレーザー放射5、5'の角度情報から得られる。但し、角度情報から第1の放出方向 θ_1 だけを得て、そして、第1の検出器6aによるレーザー放射5の受信と第2の検出器6bによるレーザー放射5'の受信の間の時間差 t の決定によって、または逆に、レーザー放射の回転速度 ω および第1の放出方向 θ_1 の情報から、第2の放出方向 θ_2 を得ることができる。この方法で、2つの検出器6aあるいは6bのうち1つだけが、放出方向 θ_1 か θ_2 を得るための手段として装備される必要があるので、コスト低減を達成することができる。

30

【0035】

図5で説明される方法において、間隔を置いた2つの検出器6a、6bが使用される。しかし、代わりに、この方法の上述の原理によって、間隔を置いた2つの検出器の代わりに、2つの受信時間の間の定義方法で位置が変わる単一の検出器だけ使用することが可能である。2つのこのような方法が、図6および図7に示されている。両方の方法において、変えられた位置へのレーザー放射5の第1の受信の間の位置に対する建設機械1の検出器6aの位置の定義された変更は、レーザー放射の第1の受信および第1の放出方向 θ_1 の誘導の後に、実行される。その後、レーザー放射5が同じ検出器6a'によって二度目の受信がされ、第2の受信時、検出器6a'により受信されたレーザー放射5'の第2の放出方向 θ_2 が、角度情報から可能となる。従って、回転レーザー2の位置 P_1 に対する距離 d_1 あるいは位置 P_{0b} は、第1の放出方向 θ_1 と、第2の放出方向 θ_2 と、第1の受信と第2の受信の間の検出器の位置の定義された変更の情報から得ることができる。

40

【0036】

図5の実施例のように、図6において、レーザー放射5、5'は、位置 P_1 に置かれた回

50

転レーザー 2 によって回転放出方向に放出される。単一の検出器 6 a を有する建設機械 1 の位置 P_{0b} で、レーザー放射 5 の第 1 の受信および第 1 の放出方向 θ_1 の第 1 の誘導が、実行される。その後、建設機械 1 の検出器 6 a の位置は、建設機械 1、1' に対する検出器 6 a、6 a' の固定位置を有する回転レーザー 2 に対し、建設機械 1、1' 全体を既知の距離 X をとおり、既知の方向 θ_2 へ移動させることにより、レーザー放射 5 の第 1 の受信の間の位置に対して変化させられる。図 6 において、建設機械 1 とその検出器 6 a は、元の位置 P_{0b} に影で示され、検出器 6 a' を有する建設機械 1' は、変化された位置 $P_{0b'}$ に黒で示されている。建設機械 1' の変えられた位置 $P_{0b'}$ で、レーザー放射 5' は二回目の受信をされ、第 2 の放出方向 θ_2 は、角度情報から決定される。距離 X およびその方向 θ_2 の情報から、回転レーザー 2 への方向に対する距離 X の垂直な投影は三角法的に決定され、同様に基本的な三角法の関係を使用して、距離 d_l あるいは回転レーザー 2 の位置 P_T に対する建設機械 1' の位置 $P_{0b'}$ は、それから得られる。

10

【 0 0 3 7 】

図 5 および 6 において説明された方法の不利な点は、位置が建設機械 1 のあらゆる方位に決定できないことである。図 5 の実施例において、建設機械 1 がレーザー放射 5、5' の受信方向に横切るならば、検出器 6 a および 6 b の両方は、レーザー放射の到着を同時に検出し、距離 d_1 も位置 P_{0b} も三角法的に得ることができない。建設機械 1 がレーザー放射 5、5' の方向に、あるいは、反対の方向に、方向付けられるときに、この問題が図 6 の実施例で生じる。さらに、図 6 の方法は、車両が静止しているとき、距離あるいは位置の決定に使用することができない。

20

【 0 0 3 8 】

図 7 に示されている実施例は、建設機械 1 の固定位置 P_{0b} の場合に、単一の検出器 6 a、6 a' の定義された移動により、これらの問題を解決する。図 8 は、図 7 の詳細で、建設機械 1 の回転検出器 6 a の配置を示す。検出器 6 a は、回転レーザー 2 の回転軸にほぼ平行な軸について円形軌道 1 0 に沿って回転する。回転する検出器 6 a は、円形軌道 1 0 に接するレーザー放射 5、5' だけの受信を許す直径方向に対向する二つの検出地域 1 4 a、1 4 b を有する。このような検出器は、検出範囲を検出器への入射角を丁度 0 度と 1 8 0 度に限定することにより実現することができる。検出器 6 a の完全な一回転で、検出器 6 a は、円形の軌道 1 0 上の位置 θ_1 の (図 8 の実線により示されている) 位置 p_a での直径方向に対向する二つの検出範囲 1 4 a および 1 4 b の検出範囲 1 4 a で放出角度 θ_1 で放出されるレーザー放射 5 をはじめに受信する。検出器 6 a、6 a' のさらにおよそ半分の回転の後、直径方向で対向する検出範囲 1 4 a' および 1 4 b' の検出範囲 1 4 b' での放出角度 θ_2 で放出されるレーザー放射 5 の第 2 の受信のために、図 8 で破線によって示されている位置 θ_2 で第 1 の位置 P_a の直径方向に対向する位置 P_b に、それは到達する。直径方向に対向する二つの位置 P_a の P_b の間の接続線 1 1 は、回転レーザー 2 と、平行軸上に置かれた円形軌道の中心 1 3 の間の接続線 1 2 の垂直に走っている。距離 d_1 あるいは建設機械の位置 P_{0b} 、更に、回転レーザー 2 に対する建設機械 1 の方位 θ_2 は、第 1 の放出方向 θ_1 と、第 2 の放出方向 θ_2 と、円形の軌道 1 0 の直径 d および検出時刻および θ あるいは第 1 と第 2 の受信の間の検出器 6 a、6 a' の位置 θ_1 、 θ_2 の情報から三角法によって得ることができる。検出器 6 a、6 a' の位置 θ_1 、 θ_2 は、角度検出器によって決定することができる。一定の回転速度においては、それぞれの検出時刻から検出器 6 a、6 a' の位置 θ_1 、 θ_2 を決定することが、既知の方法で可能である。

30

40

【 0 0 3 9 】

車両のある特定の位置で、位置の三角法での決定が不可能となることを避けるために、固定された水平の等辺三角形の角部で、車両に配置された 3 つの検出器を使用することもまた可能である。三角状の配置のために、少なくとも 2 つの同一面でない検出器が、回転レーザーの視界の範囲に常にある。

【 0 0 4 0 】

単一の回転レーザーが上記の実施例で常に使用されるが、間隔を置いた 2 つの回転レーザーを有する方法を図 9 に記述する。位置 P_1 にある第 1 の回転レーザー 2 および位置 P_{TT}

50

にあるさらなる回転レーザー2TTは、それぞれ回転放出方向 θ_1 および θ_2 の、各レーザー放射5および5IIを放出する。レーザー放射5および5IIの両方は、放出方向 θ_1 および θ_2 をそれぞれ得ることができる角度情報の項目を搬送し、放出方向 θ_1 および θ_2 が、それぞれ、実施例の建設機械1の、レーザー放射5および5IIを受信する目標に、回転レーザー2および2IIの二つの方向に連結されている。位置 P_{0b} にある建設機械1は、レーザー放射5および5IIを受信し、それぞれ放出方向 θ_1 および θ_{TT} を得るための検出器6aを備える。角度情報を有するレーザー放射の連携は、搬送周波数上に信号を倣わせる、例えば2つの搬送周波数、あるいは2つのレーザー放射5および5IIがそれぞれの回転レーザー2および2IIを有する検出器6aによって関連付けることができることで異なる2つの回転レーザー2および2IIの倣わせる信号により実行される。第1の放出方向 θ_1 と、更なる放出方向 θ_{TT} と、二つの回転レーザー2および2IIの位置 P_T および P_{TT} の情報から、二つの回転レーザー2および2IIに対する建設機械の位置 P_{0b} の誘導が、三角法の方法によって実行される。それぞれレーザー放射5および5IIが一つの検出器6aによって受信できるように、二つの回転レーザー2および2IIは形成され、方向づけられる。二つの回転レーザー放射5および5IIが、高さの基準として共通の擬レーザー平面を形成することが好ましい。代わりとして、高さの基準を不要にすることにより、垂直に強く広がったレーザー放射5および5TTがそれぞれ検出器6aにより受信される、異なるよう方向付けられた回転レーザー2および2TTを使用することが可能である。もちろん、影による受信の失敗を避け、位置の決定の精度を高めるために、2つの回転レーザーが使用されるこの方法と上述の方法の変形を結合することは可能である。

【0041】

図10は、概略図において角度情報の項目と放射パラメータを関連付けるための回路を備える回転レーザーを示す。回転放出方向のレーザー放射の放出のための回転レーザーは、レーザー放射5aを発生させるためのレーザー源4を備える。レーザー源、特にダイオードレーザーの異なる実施例は、従来技術で開示されている。レーザー放射5aは、ビーム経路内で、例に示されているように、90度でレーザー光線5aを偏向するレーザー放射偏向ユニット15に当たる。レーザー放射偏向ユニット15は、入射角と関係なく90度でレーザー放射5aを常に偏向させるPentaミラーのような、レーザー放射5aに対し45度傾斜したミラーで形成される。レーザー放射偏向ユニット15がモータ駆動により回転軸8について回転可能なように、レーザー放射偏向ユニット15は回転ユニット3に操作可能に結合されている。回転ユニット3は、玉軸受に取付けられ、レーザー放射5aのビーム経路を囲み、そして電動機により、ベルト駆動によって駆動されるスリーブで形成される。従って、レーザー放射5、5aの放出は、図1に示されている擬レーザー平面21が形成されるように、回転放出方向 θ に実行される。回転軸8と擬レーザー平面21の交差点は、回転の中心19と定義される。レーザー放射5aが全然影響されないうで出口窓18を介し外側に通るように、回転の中心19は透明な出口窓18により囲まれ、作り出されたレーザー放射5aは、出口窓18を介し通ったレーザー放射5とほとんど等しい。レーザー放射検出ユニット15の角度方位従ってレーザー放射5のそれぞれの放出方向 θ の検出が可能である、角度検出器16で形成された放出方向検出手段は、回転ユニット3に間接的に配置される。レーザー源4と角度検出器16の連度は、結合された回路により成り、レーザー源4によるレーザー放射5aの生成において、レーザー放射5aの少なくとも一つの放射パラメータが、放出方向 θ を得ることができる角度情報と関連付けられる。

【0042】

例えば、角度検出器16によって決定された、レーザー放射偏向ユニット15の位置によって、信号から放出方向 θ が明瞭に得ることができるレーザー放射5aの搬送周波数に、信号は倣わされる。この信号は、二つの正弦波オフセット $\pi/2$ あるいは傾斜によって、形作られる。放出方向 θ は、0度から360度の範囲で明瞭に導出できる。しかし、ある応用に対しては、0度から180度および180度から360度だけの放出方向に対し、明瞭な割り当てを許可することで十分だろうし、それぞれの場合、90度でのレーザー放

射は270度のレーザー放射に等しい。しかし、移動式作業機械の姿勢の決定の範囲での使用のため、角度情報から回転放出方向の少なくとも4分円内の放出方向を明確に得られることが一般に必要である。レーザー放射の搬送周波数に独特の信号を倣わせるための方法は、従来技術、特に光学データ伝送で開示されている。代わりに、あるいは、さらに、レーザー源4によるレーザー放射5aの生成において、レーザー放射5aが、中断により角度情報と結合されるように、回路17を接続することはもちろん可能である。放出方向を得ることができる角度情報の項目と、生成の間のレーザー放射5aの少なくとも一つの放射パラメータを結合するための更なる方法は、この発明の範囲内で当然また実現することができる。

【0043】

図11は、平面図で回転レーザーの更なる実施例を示す。図11の回転レーザーは、回転ユニット3およびレーザー放射偏向ユニット15に関する図10の回転レーザーに対応する。但し、図11の回転レーザーは、放出方向を検出するための角度検出器16を備えておらず、その結果、レーザー源が、角度情報を伝えない連続的なレーザー放射5aを生成する。その代り、環状光学フィルタあるいは偏光子18aが、図10の出口窓18の代りに使用される。そのフィルタあるいは偏光子は、回転放出方向の回転の中心19を囲み、影響を及ぼされ、レーザー放射5の形で外側に通過する、少なくとも一つの放射パラメータを有する、フィルタあるいは偏光子18aを介しレーザー放射5aが通る。放出方向がレーザー放射5から、少なくとも一つの放射パラメータの作用から得ることができるよう、フィルタあるいは偏光子18aは、連続して光学的性質が異なる環状の円周に沿う少なくとも一つの区分を有する。このようなフィルタは、環状の円周に沿って連続して異なる伝達特性を有する色フィルタとして、実現される。この色フィルタを通るレーザー放射5のスペクトル放射分布から、放出方向を決定することが可能である。偏光子は、環状の円周に沿って異なる偏光特性を有している線形偏光子で形成され、放出方向が、偏光子を通るレーザー放射5の偏光方向から得ることができる。

【0044】

フィルタあるいは偏光子18aの代りに、または、それに付加して、図12に示されているように、環状のバーコードキャリア18bは、放出方向の機能としてレーザー放射5を中断するために使用することが可能である。放出方向をレーザー放射5の中断から得るため、レーザー放射5aが一部の領域でバーコードキャリアを通るように、バーコードキャリアは、回転放出方向の回転の中心19を囲む。この場合、レーザー放射5の受信は、受信のバーコードを読み出せるある角度範囲で実行されなければならない。これは、レーザー放射5を受信するための検出器アレーのような、直列に配置された、大きな領域の検出器あるいは多重検出器が必要とされる。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】受信と第1の検出器を介し実施されることによる、回転レーザーによって放出されるレーザー放射の姿勢情報の項目を受け取る建設機械を概略図で示す。

【図2】レーザー放射の第1の放出方向を得ることによって、建設機械に対する回転レーザーの方向を得ることの原理を説明する概略図を示す。

【図3】さらに距離を決定することによって、建設機械の位置を得ることの原理を説明する概略図を示す。

【図4】さらに第1の検出方向を決定することによって、建設機械の方位を得ることの原理を説明するが概略図を示す。

【図5】第2の検出器によって、さらに第2の放出方向を得ることによって、建設機械の距離あるいは位置を得ることの原理を説明する概略図を示す。

【図6】第1の検出器の位置の定義された変化と、第2の放出方向のさらに得ることにより、建設機械の距離あるいは位置を得ることの原理を説明する概略図を示す。

【図7】その回転によって第1の検出器の位置の定義された変化によって、建設機械の距離あるいは位置を得ることの原理を説明する概略図を示す。

10

20

30

40

50

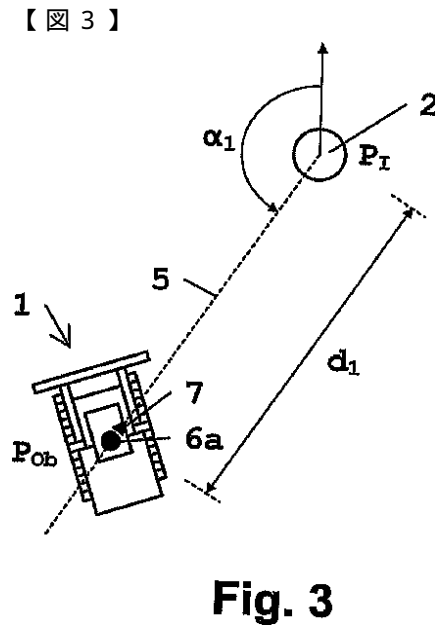
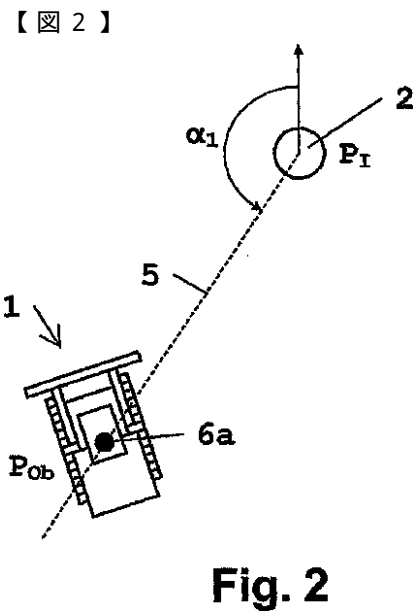
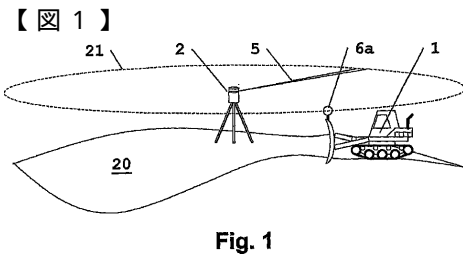
【図8】直径方向に対向する二つの検出領域を有する回転検出器の配置を示す概略図である。

【図9】第2の回転レーザーのレーザー放射の第2の放出方向を得ることによって、建設機械の距離あるいは位置を得ることの原理を説明する概略図を示す。

【図10】角度情報の項目と放射パラメータを結合するための回路を有する回転レーザーの概略図を示す。

【図11】環状の円周に沿って連続して異なる光学的性質を有する環状の光学フィルタが偏光子を有する回転レーザーの平面図を示す。

【図12】放出方向の機能としてレーザー放射を中断するための環状のバーコードキャリアの斜視図を示す。



【 図 4 】

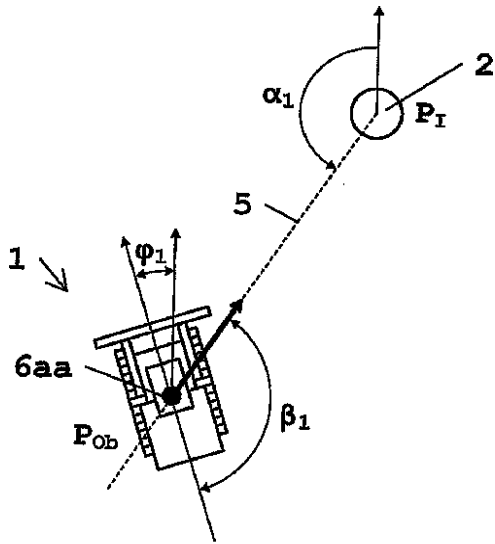


Fig. 4

【 図 5 】

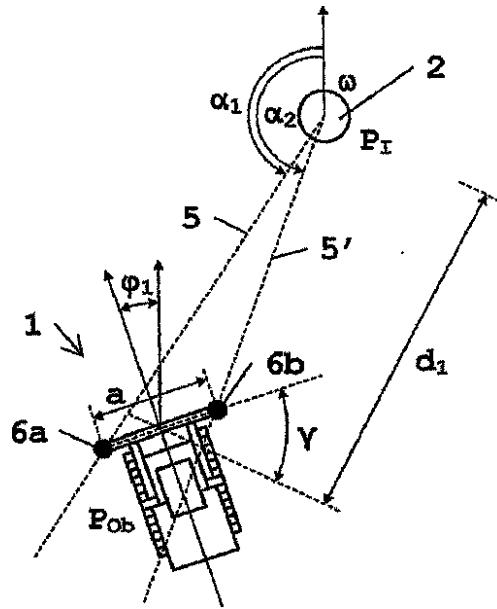


Fig. 5

【 図 6 】

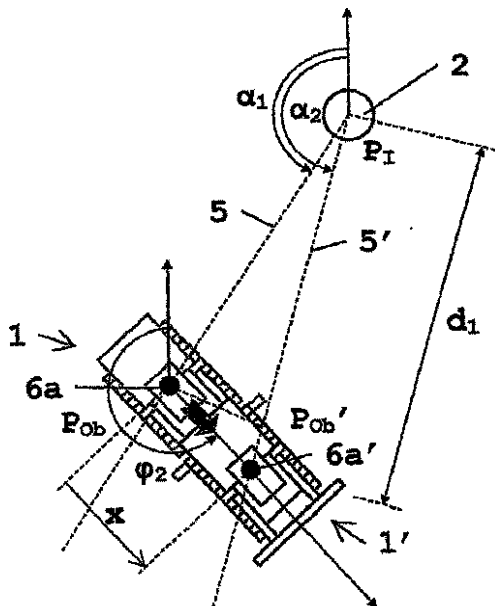


Fig. 6

【 図 7 】

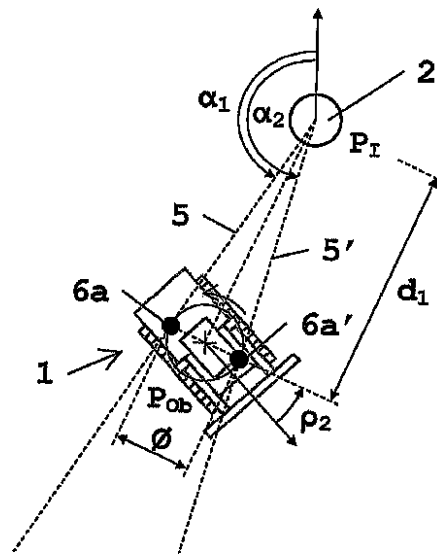


Fig. 7

【 8 】

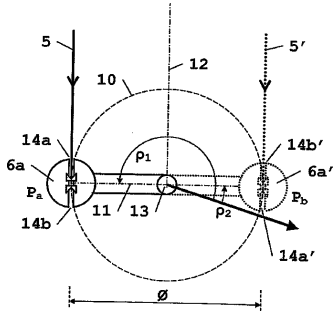


Fig. 8

【 9 】

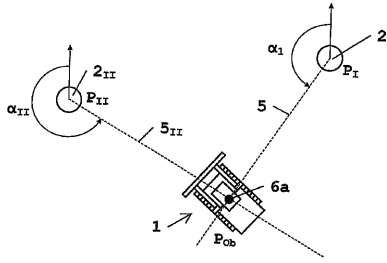


Fig. 9

【 10 】

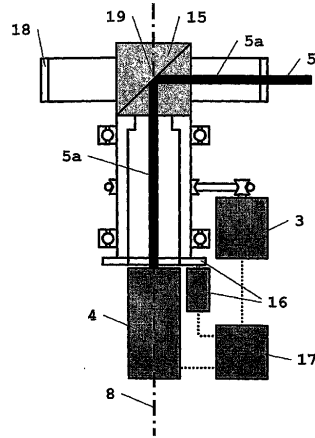


Fig. 10

【 11 】

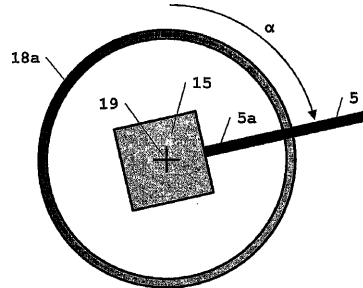


Fig. 11

【 12 】

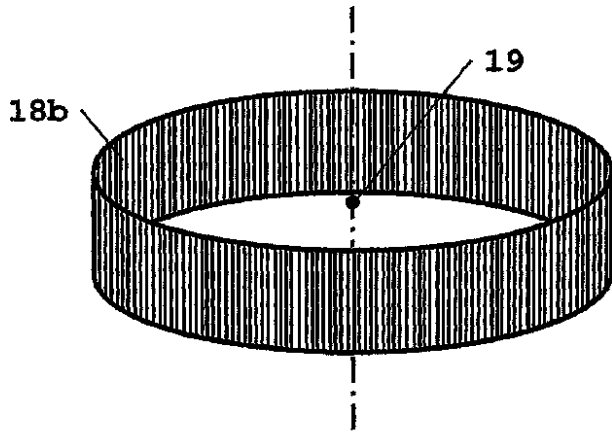


Fig. 12

フロントページの続き

(72)発明者 シュテクマイヤー、ペーター、アー
スイス国 ツェーハー - 8707 ユティコン アーノエス、アルト ベルクシュトラッセ 18
1

審査官 有家 秀郎

(56)参考文献 特開昭62-172279(JP,A)
特開昭55-025198(JP,A)
特開昭62-232008(JP,A)
特開平10-019567(JP,A)
特開昭63-259411(JP,A)
特開2003-214850(JP,A)
特開平11-236716(JP,A)
特開平10-339633(JP,A)
特開昭58-102177(JP,A)
特開昭58-211215(JP,A)
特開平10-047961(JP,A)
特開昭58-198772(JP,A)
特開平06-059725(JP,A)
特開平09-243364(JP,A)
米国特許第05600436(US,A)
米国特許第06324455(US,B1)
米国特許第06052181(US,A)
米国特許第03687556(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 1/00-1/82

G01C 15/00-15/14