

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-507266

(P2017-507266A)

(43) 公表日 平成29年3月16日(2017.3.16)

(51) Int.Cl.
E01C 23/20 (2006.01)F1
E01C 23/20テーマコード (参考)
2D053

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 48 頁)

(21) 出願番号 特願2016-570922 (P2016-570922)
 (86) (22) 出願日 平成27年2月23日 (2015.2.23)
 (85) 翻訳文提出日 平成28年10月19日 (2016.10.19)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2015/017034
 (87) 国際公開番号 W02015/127340
 (87) 国際公開日 平成27年8月27日 (2015.8.27)
 (31) 優先権主張番号 61/942,847
 (32) 優先日 平成26年2月21日 (2014.2.21)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 516249920
 リムテック エルエルシー
 アメリカ合衆国、18964 ペンシルバ
 ニア州、ソーダートン、515 ハイギー
 ロード
 (74) 代理人 100104411
 弁理士 矢口 太郎
 (72) 発明者 ドリナー、ダグラス、ディー、
 アメリカ合衆国、18902 ペンシルバ
 ニア州、ドイルズタウン、3075 ナイ
 ツ ウェイ
 (72) 発明者 ハラー、ウィリアム、アール、
 アメリカ合衆国、18015 ペンシルバ
 ニア州、ベツレヘム、1760 ウィンダ
 ム テラス

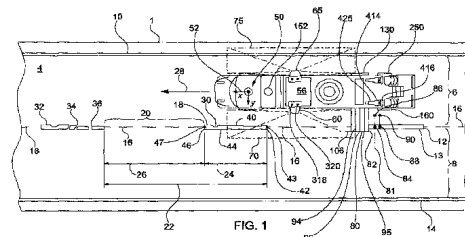
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 道路用メンテナンス・ストライピング装置

(57) 【要約】

【解決手段】 既存の路面標示の上方に標示生成装置を位置決めする制御システム。この制御システムは、前記標示生成装置に取り付けられた電磁放射源であって、前記路面に標示パターンを生成する電磁放射源を有する。撮像装置は、前記制御システムが、前記既存の路面標示と、前記電磁放射源により生成された前記標示パターンとの双方を撮像できるようにする。コンピュータは、前記撮像装置にตอบสนองして、(a) 前記既存の路面標示の画像と、(b) 前記電磁放射源により生成された前記標示パターンの画像との位置差に基づき誤差信号を生成する。アクチュエータは、前記誤差信号にตอบสนองして、前記既存の道路標示の上方に前記標示生成装置を位置決めする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

既存の路面標示の上方に標示生成装置 (m a r k e r) を位置決めする制御システムであって、

前記標示生成装置に取り付けられ、路面に標示パターンを生成する電磁放射源と、

前記既存の路面標示、および前記電磁放射源により生成された前記標示パターンの双方を撮像する撮像装置と、

前記撮像装置に応答するコンピュータであって、(a) 前記既存の路面標示の画像と、(b) 前記電磁放射源により生成された前記標示パターンの画像との間の位置差に基づいて誤差信号を生成するものである、前記コンピュータと、

前記誤差信号に応答して、前記既存の道路標示の上方に前記標示生成装置を位置決めするアクチュエータと

を有する制御システム。

【請求項 2】

請求項 1 記載の制御システムにおいて、前記電磁放射源はレーザーである制御システム。

【請求項 3】

請求項 1 記載の制御システムにおいて、前記電磁放射源はレーザーラインジェネレータである制御システム。

【請求項 4】

請求項 1 記載の制御システムにおいて、前記撮像装置は、前記電磁放射源に選択的に応答するものである制御システム。

【請求項 5】

請求項 4 記載の制御システムにおいて、前記撮像装置は、前記電磁放射源に応答する光学バンドパスフィルタを有するものである制御システム。

【請求項 6】

請求項 1 記載の制御システムにおいて、前記アクチュエータは、さらに、

油圧ステアリングユニットを制御する電気モーターを有するものである制御システム。

【請求項 7】

実質的に長方形の既存の道路標示を再ストライピングする装置であって、前記道路標示は、以前に道路標示経路に沿って路面上に配置されたものであり、当該装置は、

前記道路標示経路に沿って移動する自動車であって、前記既存の道路標示上に道路標示材料を定量供給する道路標示生成装置 (r o a d w a y m a r k e r) を有するものである、前記自動車と、

前記自動車に取り付けられ、路面の方向に向かって下向きに焦点が合うように配置された撮像装置であって、長手方向に位置が異なり且つ側方へ方向付けられた、前記道路標示の少なくとも 2 つの線分を撮像するものである、前記撮像装置と、

前記撮像装置に応答して、前記長手方向に位置が異なり且つ側方へ方向付けられた少なくとも 2 つの線分の画像から、(i) 前記道路標示経路を予測して当該予測された道路標示経路の上方に前記道路標示生成装置を位置合わせし、(i i) 前記道路標示生成装置の再ストライピング定量供給時間を決定するシステムと

を有する装置。

【請求項 8】

請求項 7 記載の装置において、前記道路標示生成装置は、当該標示生成装置に取り付けられ、前記路面に標示パターンを生成する電磁放射源を有し、前記標示パターンは、さらに前記撮像装置により撮像されるものである装置。

【請求項 9】

請求項 7 記載の装置において、前記撮像装置に応答して、前記長手方向に位置が異なり且つ側方へ方向付けられた少なくとも 2 つの線分の画像から、前記道路標示経路を予測して当該予測された道路標示経路の上方に前記道路標示生成装置を位置合わせするシステム

10

20

30

40

50

は、前記撮像装置に応答するコンピュータであって、前記長手方向に位置が異なり且つ側方へ方向付けられた少なくとも2つの線分の画像の各中心点から、画像空間において前記道路標示経路を数学的にモデル化するプログラムを有する、前記コンピュータを有するものである装置。

【請求項10】

請求項8記載の装置において、前記予測された道路標示経路の上方に前記道路標示生成装置を位置合わせするシステムは、前記撮像装置に応答するコンピュータであって、(a)前記既存の路面標示の画像と、(b)前記電磁放射源により生成された前記標示パターンの画像との間の位置差に基づいて誤差信号を生成するプログラムを有する、前記コンピュータを有するものである装置。

10

【請求項11】

請求項10記載の装置において、前記道路標示生成装置は、前記誤差信号に応答して、前記道路標示の上方に位置合わせされるものである装置。

【請求項12】

請求項11記載の装置において、さらに、
前記誤差信号に応答して、前記道路標示の上方に前記道路標示生成装置を位置決めするアクチュエータを有するものである装置。

【請求項13】

請求項12記載の装置において、前記アクチュエータは、油圧ステアリングユニットを制御する電気モーターをさらに有するものである装置。

20

【請求項14】

請求項8記載の装置において、前記電磁放射源はレーザーを有するものである装置。

【請求項15】

請求項8記載の装置において、前記電磁放射源はレーザーラインジェネレータを有するものである装置。

【請求項16】

請求項8記載の装置において、前記撮像装置は、前記電磁放射源に選択的に応答するものである装置。

【請求項17】

請求項16記載の装置において、前記撮像装置は、前記電磁放射源に応答する光学バンドパスフィルターを有するものである装置。

30

【請求項18】

破線道路標示経路に沿って移動する自動車のスピードを自動的に決定する装置であって、

時間決定性トリガー信号を生成する信号発生器と、

物体空間を校正する撮像装置であって、前記信号発生器に応答して、破線道路標示の同様な形状特徴を有するトリガーされた画像を生成するものである、前記撮像装置と、

前記信号発生器および前記撮像装置に応答するコンピュータであって、トリガーされた画像間の時間差および前記破線道路標示の同様な形状特徴の物体空間における位置差を決定し、当該時間差および物体空間における位置差から前記自動車のスピードを決定するコンピュータと

40

を有する装置。

【請求項19】

請求項18記載の装置において、前記時間決定性信号は周期信号である装置。

【請求項20】

請求項18記載の装置において、前記破線道路標示の前記同様な形状特徴は、前記道路標示の開始側方縁線および終了側方縁線を有するものである装置。

【請求項21】

路面上に破線道路標示パターンを再ストライピングするように構成されている自動車により、移動距離を自動的に決定する装置であって、

50

前記破線道路標示パターンの一連の画像を撮像する撮像装置と、
前記自動車の前記移動距離を表す信号を生成するトランスデューサと、
前記撮像装置および前記トランスデューサに応答するコンピュータであって、(a)前記破線道路標示画像の同様な形状特徴間の等価空間距離を決定するプログラムと、(b)前記空間距離に基づき、前記トランスデューサにより生成された距離信号を調整するプログラムとを有するコンピュータと
を有する装置。

【請求項 2 2】

請求項 2 1 記載の装置において、前記自動車の移動距離を表す信号を生成する前記トランスデューサは、

前記自動車の回転する駆動軸に取り付けられ、外周上に配置された磁石を有するカラーと、

ホール効果センサーを含み、前記カラーの変化する磁束に応答して一連のパルスを生成する回路と

を有するものである装置。

【請求項 2 3】

請求項 2 1 記載の装置において、前記空間距離は画像または物体空間距離を有するものである装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本出願は、2012年12月27日付で出願された米国特許出願第13/728,062号の一部継続出願であり、この米国特許出願第13/728,062号は転じて、2012年1月17日付で出願され2013年1月18日付で米国特許第8,467,968号として交付された米国特許出願第13/351,829号の一部継続出願であり、本出願は、また、2014年2月21日付で出願された米国仮特許出願第61/942,847号および2015年1月12日付で出願された米国特許出願第14/594,726号のそれぞれの優先権の利益を主張するものであり、本出願はこの参照によりこれらすべての先願を全目的のため本明細書に組み込むものである。

【0002】

本発明は、道路表面の道路車線区分標示を塗布する機器に関し、特に、マシンビジョン（機械視覚）技術を使って走行中の自動車から既存道路標示の上面に直接新規の道路標示材料を自動塗布することにより既存の道路車線標示を維持する機器に関する。

【背景技術】

【0003】

既存の路面は、通常、交通を制御し導くための車線を自動車の運転者が視覚的に識別しやすいよう道路車線区分標示を含む。多くの場合、道路標示は路面上に直接配置され、通常、種々の色、例えば、アスファルトで覆われた道路用の白色または黄色の塗料、あるいは路面と標示間で鮮明なコントラストをなすよう黒く塗装された背景上の白色または黄色の塗料（特に、明るい色のコンクリート道路に使用される）から成る。その他の場合、道路標示は、予め路面にフライス加工された溝に配置されることもある。

【0004】

路面と道路標示の認識可能なコントラストは、日中でも夜間でも、路面が乾燥し若しくは湿った運転条件でも、自動車の運転者が迅速かつ確実に正しい車線を認識できるようにする上で重要な検討事項である。

【0005】

道路標示には、これまで種々の材料が完成されている。最も一般的な道路標示材料は液状で（総称的に「塗料」と呼ばれる）、望ましい道路標示経路に沿って前方へ走行する塗装車から路面にスプレーされる。次いで前記液体材料が乾燥、硬化、または固化して、乾燥した半永久的な道路標示を形成する。塗布される液体標示材料の厚さは、およそ10

10

20

30

40

50

00分の1インチの20倍(0.5mm)だが、路面の粗さ、塗布仕様、および標示材料のタイプに応じて異なる。一般的ないくつかの液体標示材料としては、エポキシ、ポリ尿素、路面塗料、または道路標示産業用に特に配合された一般に使用される他の標示材料などがある。道路標示材料の製造元の例としては、Sherwin-Williams(米国メリーランド州Baltimore)およびEpoplex Inc.(米国ニュージャージー州Maple Shade)などがある。

【0006】

高温熱可塑性材料も、道路標示材料として一般に使用されている。この材料は、まず加熱および溶融されたのち、液化した溶融状態で、(圧力下で)スプレーされ、リボン状に押出成形され、あるいはトラフまたはシュー(スクリード)から路面に塗布される。また、低温の予備成形済み熱可塑性材料セクション(通常3フィート、すなわち91cm長)を望ましい道路標示経路に沿って配置してからトーチで半液化させることもできる。半液化した熱可塑性材料は、まず路面に適合してから急速に冷めて固化し、路面に結合して望ましい道路標示を形成する。

【0007】

道路標示に使用されるもう1つの材料は、テープ形態で供給される。特別に配合されたその道路標示テープは、実際の道路標示が連続した柔軟な形態になったもので、この道路標示テープを路面に貼付するため、底面に接着剤コーティングを有する。この製品は、路面に直接適用し、高温のアスファルト道路に直接はめこみ、または予め路面にフライス加工された溝に好適に適用することができる。連続した道路標示テープ製品の一例は、3M Company(米国ミネソタ州St. Paul)製のStamark(商標)Pavement Marking Tapeである。

【0008】

上記すべての道路標示材料は、日中に晴天条件で道路車線の区分標示を可視的に画成するには有効であるが、湿潤および夜間条件では効果が損なわれる。

【0009】

湿潤および夜間条件における道路標示の可視性を高めるため、道路標示材料の適用工程中、当該道路標示材料に反射エレメントが適用されている。これらの反射エレメントは、近づいてくる自動車から入射するヘッドライト光をその自動車の運転者へと反射して、道路標示の夜間可視性を著しく改善する。スプレー直後の道路標示または溶融された熱可塑性材料の頂面に反射エレメントを定量供給すると、道路標示の夜間可視性をさらに改善することができる。テープ製品の場合も、反射エレメントをテープ面に一体化することで複合反射面を形成できる。

【0010】

最も一般的な反射エレメントのうち、液体または熱可塑性の道路標示材料とともに適用されるのは、小寸法で一般に球形のガラスビーズである。それらのビーズは近づいてくるヘッドライトからの光を効率的に裏面反射することにより自ら道路標示を照らすよう形成される。この現象の説明には用語「再帰反射性」が使用される。

【0011】

液体ベースのスプレー材料の場合は、一般に、前方へ走行する塗装トラックと逆方向に等しい速さでビーズを定量供給して、それらのビーズが重力で略垂直に落下してスプレー直後の標示材料頂面に一部埋め込まれるようにする。前記ビーズの頂部は露出するため、近づいてくる自動車のヘッドライト光を再帰反射することができる。

【0012】

道路ビーズのサイズは場合により異なるが、最も一般的なビーズ直径は、1000分の1インチの約15~50倍(0.4~1.2mm)の範囲である。シェアの高い道路標示ガラスビーズ製造元は、Potters Industries LLC(米国ペンシルバニア州Malvern)である。

【0013】

液体標示材料が乾燥、硬化し、または液化(溶融)熱可塑性材料の場合は冷却および固

10

20

30

40

50

化するに伴い、前記ビーズは当該標示材料に、したがって路面に、実質的に接着および固定される。標示材料（しばしばバインダー（結合剤）と呼ばれる）は、埋め込まれたビーズとともに、面が粗く隆起・露出した頂面を有する硬質複合構造を形成する。硬化したバインダーから露出したビーズ部分は、自動車のヘッドライトからの入射光の一部を捉えて再帰反射する。完成した道路標示の厚さは、硬化したバインダーの厚さと、硬化した液体材料面より上のビーズ露出部分の厚さとを含む。

【 0 0 1 4 】

また、2若しくはそれ以上の異なる直径のビーズを同時にまとめて定量供給すると、種々の道路環境条件用に種々の反射特性を実現できる。また、他の非球形の反射エレメントも、単独で、または他種の反射エレメントと組み合わせて定量供給できる。

10

【 0 0 1 5 】

例えば、直径が1000分の1インチの20倍（0.5mm）のビーズを、直径が1000分の1インチの50倍（1.25mm）のビーズと同時に定量供給すると、湿潤（雨天）夜間道路での反射率を改善できる。タイプの異なる2つの反射成分の定量供給は、一般にダブルドロップ工程と呼ばれる。タイプの異なる3つの反射成分の定量供給（例えば、サイズの異なる2種類のビーズと、1種類の不規則サイズの反射エレメント）は、トリブルドロップ工程と呼ばれる。

【 0 0 1 6 】

直径が大きいほうのビーズ部分は、湿った路面で水の膜の厚みより上に突出し、近づいてくるヘッドライトからの光を再帰反射し続けることができる。ただし、直径の大きいほうのビーズは路面から有意に突出するため、時とともに、より劣化しやすい。これと対照的に、直径が小さいほうのビーズは、湿った路面で水の膜の厚みに完全に沈んでしまい、近づいてくるヘッドライトからの光を有効に捉えず、再帰反射もしないが、サイズが小さいため経時劣化の影響は受けにくい。湿潤道路条件での道路標示の反射率をさらに改善するため、他の不規則形状および寸法の反射エレメントがビーズとともに追加で定量供給される場合もある。

20

【 0 0 1 7 】

テープ形態で供給される道路標示材料の場合、反射エレメントは、通常、テープに直接一体化されて、連続した複合構造を形成する。一部のテープ製品は、多角形状の隆起した外形に埋め込まれ、ワッフル状パターンに構成されて乾燥および湿潤双方の夜間条件で、近づいてくる自動車のヘッドライトからの光を捉えて再帰反射する反射エレメントを有する。

30

【 0 0 1 8 】

上記すべての解決策は、種々の運転環境条件下において道路標示と路面間に初期に高コントラストの差別化をもたらす上で効果的である。ただし、この初期の高コントラスト差別化は、種々の理由で経時的に劣化する傾向がある。例えば、道路標示の認識可能な反射形状（通常、長方形）を画成する実際のバインダー材料は、自動車の通交および時間経過により摩耗し、さらに太陽の紫外線放射への長期露出により退色するおそれがある。さらに、道路標示の表面にタイヤの黒い擦り跡が生じて、標示の可視性がより劣化する場合もある。

40

【 0 0 1 9 】

また、バインダー材料と路面の熱膨張率の差により両者が物理的に分離して一貫して認識可能な道路標示を保つ能力がさらに損なわれるおそれがある。季節ごとの経時的な道路温度変動も、道路標示の亀裂と剥離を生じて標示の有効性をさらに劣化させる可能性がある。

【 0 0 2 0 】

液体、熱可塑性材料、およびテープ用途の反射エレメントは、各々のバインダーとともに導入されるが、通過する自動車のタイヤと適用された道路標示とが摩擦接触する結果、急速に摩耗するおそれがある。道路標示の劣化は、北方の気候における除雪車の路面除雪作業により、バインダーとその反射ビーズまたは反射エレメントが部分的または完全に削

50

り取られることによっても起こる。通常、道路車線、ひいてはそれらの車線を画定する道路標示の厳密な位置は、除雪工程中に見ることはできないため、除雪車により標示が誤って削り取られてしまう可能性が高まる。

【 0 0 2 1 】

道路標示と路面に効果的なコントラストを保つため、道路交通局等は、定期的に種々の道路標示再適用工程を使って、道路標示のコントラストおよび可視性を維持できる。その工程の1つでは、まず特殊な研削機械（一般に「grinding trucks」（研削トラック）と呼ばれる）または加圧循環水流（一般に「water blasting」（ウェットブラスト）と呼ばれる）で、摩耗した既存の標示を抹消する。次いで、路面の標示を抹消したほぼ同じ位置に新たな道路標示が適用される。この特定の適用工程では、高価な専用機器（一般に「研削トラック」または「ウェットブラスター」と呼ばれる）または標示抹消機の組み合わせを使って、まず摩耗した既存のラインを除去する必要があるため、コスト高で非効率的であり、その後も新たな道路標示経路を描いて新たな道路標示を適用するために付加的な時間と人件費がかかる。さらに、道路標示の抹消とその後のレイアウトおよび再適用の双方を行う際に車線が閉鎖されるため、往来する一般者が不便をこうむってしまう。

【 0 0 2 2 】

比較的普及している廉価な別の再適用工程では、摩耗した既存の道路標示を抹消せず、新たな道路標示材料（例えば塗料と、必要に応じて反射エレメント）を直接既存の道路標示上から適用する。道路標示材料を直接既存の道路標示上から再適用するこの工程は、一般に「maintenance striping」（メンテナンス・ストライピング）と呼ばれ、これが本発明の主題である。一般的なメンテナンス・ストライピング工程としては完全に手作業で制御する工程があるが、この完全に手作業で制御する工程は一部自動化することもできる。以下、両タイプのメンテナンス・ストライピング工程について説明する。

【 0 0 2 3 】

完全に手作業で制御するメンテナンス・ストライピング工程の場合は、まず運転者が既存の道路標示経路に沿って塗装トラックを位置決めし、前記標示経路に沿って、道路標示材料の定量供給適用工程に合ったスピードで、長手方向に前記トラックを前方移動させる。既存道路標示が前方に明確に見えている前記運転者は、塗装トラックの位置およびトラックの経路を実質的に既存の道路標示経路と平行に保つ。

【 0 0 2 4 】

前記塗装トラックが既存の道路標示経路に沿って進むに伴い、当該塗装トラックの後方に位置し視野を遮られずに既存の道路標示を見ることのできる第1の作業者は、道路標示材料を定量供給するハードウェア（通常、可動式のキャリッジ。以下でより詳しく説明する）の側方位置を制御し、当該塗装トラックの片側を処理する（例えば、米国で中央線を塗装する場合は左側）。また、第2の作業者も前記塗装トラックの後方に位置して、道路標示を定量供給するハードウェアと、当該塗装トラックの反対側（例えば、車道外側線を塗装するための右側）での工程とを制御することができる。これらの作業者は、既存の道路標示の上から材料を定量供給するハードウェアを適切に位置合わせし、かつ、道路標示材料の定量供給を開始および終了するタイミングを制御する責任を負う。

【 0 0 2 5 】

実線の道路標示（例えば、道路中央線）を定量供給する距離は長いため、前記作業者は、主に、前記定量供給ハードウェアを既存標示の上方に位置合わせすることのみに関与し、前記実線標示の開始・終了時以外は道路標示材料の定量供給の開始および終了のタイミングを継続的に制御することには係わらない。ただし破線パターンが反復される場合は例外で、その場合、前記作業者は、絶えず前記定量供給ハードウェアを既存道路標示の上方で位置合わせし、同時に道路標示材料の定量供給を開始および終了するタイミングを定期的に手作業で補正することにより、前記塗装トラックの定量供給システムを監視および調整して、新規適用される標示が確實かつ正確に既存の破線パターンを再現するようにしな

ければならない。

【 0 0 2 6 】

そのため、道路標示を手作業でメンテナンス・ストライピングするには、既存の道路標示経路に沿って塗装トラックを操作および位置合わせする運転者、ならびに道路標示を定量供給するハードウェアの側方位置および道路標示材料の定量供給を開始および終了するタイミングの双方を制御する作業者が少なくとも1人、場合により2人必要である。

【 0 0 2 7 】

液体（または他種の）標示材料（例えば、エポキシバインダー）の定量供給ハードウェアは、通常、塗装トラックの対向しあう両側に取り付けられた側方へ延出可能な2つの油圧制御式キャリッジから成る。左右のキャリッジは、通常、塗装トラックが道路標示経路に沿って動くに伴って中央線および側線が（単独で若しくは同時に）塗布され、各々の作業

10

【 0 0 2 8 】

業者により制御されるよう設けられる。前記キャリッジは、さらに、当該キャリッジに取り付けられて下方へ向けられたガンを有し、このガンは、道路標示バインダー材料（例えば、塗料）を路面にスプレーする。反射媒体を定量供給するガンを、道路標示バインダー・スプレーガンの後方へ前記キャリッジに固定することもできる。他の道路標示材料には、特定の道路標示材料に適合した異なる定量供給ハードウェアが必要な場合もある。

20

【 0 0 2 9 】

キャリッジごとの油圧制御システムには、可動ピストン（さらに、ピストンロッドに取り付けられた）を有する1若しくはそれ以上の油圧操作可能なシリンダーと協働する従来の油圧ステアリング制御ユニットを含めて、前記キャリッジを側方へ延出させ、また引き込むことができる（前記シリンダーの一端は、前記塗装トラックの本体に固定され、前記ピストンロッドは、前記キャリッジに取り付けられる）。前記油圧ステアリング制御ユニットは、油圧に反応するピストンへの油圧作動液の方向を制御し、転じてそのピストンが各々のキャリッジを側方へ延出させ、または引き込む。

30

【 0 0 3 0 】

作業者は、従来のステアリングホイールで油圧ステアリング制御ユニットを制御可能に回転させることにより、前記左右に取り付けられたキャリッジの側方位置および動き（ひいては、液体バインダーおよびビーズガンの側方位置）を手作業で制御する。前記ステアリングホイールを1方向へ回転させると前記キャリッジは延出する一方、当該ステアリングホイールを逆方向へ回転させると当該キャリッジは後退し、当該キャリッジの側方速度は、作業者がいかにすばやくステアリングホイールを物理的に回転させられるかにより決定される。

【 0 0 3 1 】

油圧式キャリッジの制御システムにより、各前記作業者は、既存の道路標示経路の上から道路標示材料を定量供給するハードウェアを側方へ位置合わせし、運転者が道路標示経路に沿って塗装トラックを位置決めする際、特に湾曲した道路標示経路の周辺で、わずかな位置のずれにも対応してキャリッジの位置を調整することができる。

既存の道路標示経路に対して前記ガンを正しい側方位置に位置合わせたら、作業者は、塗装トラックが既存の道路標示経路に沿って進むに伴い、道路標示材料の定量供給をいつ開始および終了するか決定しなければならない。通常、作業者は、既存線分の開始縁部から標示材料の定量供給の開始を試みる。この作業を行うため、作業者は、まず目視で前記線分の先端を見つけ、次いで定量供給バルブをオンにしたときの固有の遅延と、当該車のスピードとを考慮して道路標示材料の定量供給をいつ開始すべきか推定しなければならない。トラックスピード、定量供給バルブのオン遅延、および作業者の応答時間の変動により、通常は、実際の開始位置、すなわち既存の道路標示線分の先端と、新規適用される標示線分の開始縁部とに位置的なずれが生じる。既存道路標示線分の実際の先端と、新規適用される標示線分の開始縁部との位置合わせ許容誤差が、通常、大部分の交通局または道路標示維持に関する他の所轄当局により許されている。標示縁部の位置的な許容誤差は、±数インチ（数センチメートル）であり、交通局その他で定義された仕様に依じて異なる

40

50

。

【 0 0 3 2 】

既存標示の上から道路標示材料の定量供給を開始したら、作業者は道路標示材料の定量供給を継続し、既存標示線分の後縁が視野に入った時点で、当該定量供給工程を停止すべき適切な時間の判断を試みる。既存標示と新規に適用された標示の後縁の位置誤差は、トラックスピード、定量供給バルブのオフ遅延、および作業者の応答時間の変動により生じうる。開始時間および終了時間について判断を行う時間を作業者に与えるには自動車の減速が必要な場合もあり、これにより標示材料の定量供給における標示の先端および後縁の位置合わせ誤差が最小限に抑えられる。ただし、走行するトラックを減速させると、既存標示の上から標示材料を再適用するために必要な時間は長くなる。

10

【 0 0 3 3 】

新規道路標示材料は既存道路標示の上から適切に定量供給できるものの、この手作業工程は、作業者が定量供給ハードウェアを側方へ位置合わせすると同時に、標示材料の定量供給を開始および終了するタイミングを制御しなければならないことによるヒューマンエラー（人的ミス）を生じやすい。

【 0 0 3 4 】

また、作業者は線分の実際の長さを正確に決定することはできず、通常、元の線分仕様には無関係に、見えている既存線分の全長にわたり新たな道路標示材料を定量供給する。例えば、一般的な 15 / 40 破線パターンは、15 フィート（450 cm）の線分および 25 フィート（750 cm）の間隔を含むべきである。しかし、過去の再ストライピング活動により、15 フィート（450 cm）の線分は、上から長めにスプレーされて 17 フィート（520 cm）の線分になってしまっているかもしれない。再ストライピング工程を手作業で制御した場合、作業者は、元の仕様では 15 フィート（450 cm）の線分が要求されていたとしても過剰な定量供給を行って 17 フィート（520 cm）の線分全体を再ストライピングしてしまい、道路標示材料を無視できない割合だけ不要に浪費することになる。あるいは、作業者が破線パターンの線分に本来より短く定量供給するおそれもある。例えば、15 フィート（450 cm）の塗装線分が必要とされるところ、以前にそれより短い 13 フィート（400 cm）長しかスプレーされていなかった場合、作業者は、目に見える最も最近の 13 フィート（400 cm）の線分しか再ストライピングしない可能性がある（元の 15 フィート（450 cm）の線分のうち、残り 2 フィート（60 cm）の線分は摩損する）。

20

30

【 0 0 3 5 】

縁部の位置誤差を最小限に抑えて指定された線分長だけストライピングする試みとして、再ストライピング工程中に作業者を補助する「タイマーベースの」コントローラシステムがこれまで作製されている。これらの一部自動化されたシステムは、通常、道路標示経路に沿って塗装トラックが移動した距離を決定し、この情報を使って塗装ガン（または、例えばビーズ定量供給システムを含む、道路標示材料を定量供給する他の機器）を適切にオンおよびオフにして、望ましい破線パターンを生じる。道路標示材料の定量供給を制御する市販システムの一例には、Skip-Line Inc.（米国オレゴン州 La Grande）製のモデル SM-5 がある。

40

【 0 0 3 6 】

塗装トラックが移動した距離は、一定数の永久磁石を外周に埋め込んだアルミ製リングを駆動軸に取り付けたものにより決定できる。駆動軸（したがって、それに取り付けられたリング）が回転すると、永久磁石の磁束が空間的に変化し、シャーシに取り付けた従来のホール効果センサーまたは他の磁気反応性センサーがその変化を検出して、一連の電気パルスを出力する。例えば、前記リングに 20 の永久磁石が埋め込まれている場合、駆動軸の各回転につき 20 のパルスが生じる。駆動軸の回転により、リアアクスルおよびディファレンシャルを通じて後輪の回転も生じるため、駆動軸の回転で生じるパルス数は後輪の回転に比例し、したがって当該車が移動した直線距離に比例する。パルスごとの移動等価直線距離は、通常、まず道路を再ストライピングする前に較正手続きで決定される。

50

【 0 0 3 7 】

前記システムを較正するため、運転者は、まず道路の既知の長さを物理的に測定する（例えば、1,000フィートすなわち300m）。次に、路上でこの既知の長さに沿ってトラックを運転すると、前記磁気反応性センサーにより生成されたパルス数がタイマーにより記録される。移動した距離（フィートその他の便宜的な長さ単位で）とこの距離にわたって磁気反応性センサーにより生成されたパルス数がわかっているため、前記システムは、パルスごとの移動等価直線距離（フィート）を計算でき、これを使って、マイル単位の時速で自動車のスピードを計算することもできる（パルスあたりのフィート数×1秒あたりのパルス×1時間3,600秒×1マイルあたり5,280フィート）。次に、パルス数を計数することにより塗装トラックの移動距離が決定できるため、これを使って、道路標示を定量供給するための正確な線分および間隔の長さが決定できる。

10

【 0 0 3 8 】

例えば、較正手続きの完了後、磁気反応性センサーからの1パルスが1.2インチ（30mm）の移動距離に対応することがわかったとする。15/40破線を再ストライピングするものと仮定すると、前記コントローラは、道路標示材料を定量供給するためのバルブを、150パルス（（15フィート×1フィートあたり12インチ）/（1パルスあたり1.2インチ））分だけオンにしたのち、250パルス分だけ前記バルブをオフにして道路標示材料を定量供給しないようにする。この定量供給バルブのオン・オフ・サイクルは、破線の全長にわたって繰り返される。また前記コントローラは、前記定量供給バルブのオン・オフ遅延時間、ならびにタイミングの前倒しまたは遅れの他の問題について補正を行うこともできる。

20

【 0 0 3 9 】

前記較正距離 - パルス比が前記再ストライピング工程全体にわたり一定であると仮定すると、これらのタイプのコントローラは、塗布される線分および間隔の長さを、良好な位置的正確さで反復できる。

【 0 0 4 0 】

ただし、距離 - パルス比は前記再ストライピング工程中に変化することもある。例えば、タイヤ直径がタイヤ空気圧の関数であり、タイヤ空気圧がタイヤ温度の関数であることはよく知られている。そのため、タイヤ温度の変動はタイヤ直径の変化を生じ、ひいては、以前に較正された距離 - パルス比の変化を生じる。例えば、前記再ストライピング工程中にタイヤ温度が上昇すると、タイヤ空気圧が変化する可能性がある。このタイヤ空気圧の変化によりタイヤ直径が変化して、タイヤ1回転あたりの距離誤差が生じるおそれがある。温度変化が最終的にタイヤ1回転あたりの移動距離に影響を及ぼすほか、作業者が、新規塗装適用の開始前に距離 - パルス比を再較正せず、代わりに以前の距離 - パルス比を基準にすることを決定する可能性もある。また、他の要因、例えばタイヤの損耗、ならびに空気漏れまたは操作不能なタイヤ弁によるタイヤの空気抜けが、タイヤ1回転あたりの移動距離に影響する可能性もある。

30

【 0 0 4 1 】

前記再ストライピング工程中の前記距離 - パルス比の変化に起因する誤差、または現在のものではない以前の比の使用は累積し、塗布される線分および間隔の長さに位置誤差を生じる。例えば、15/40破線を再ストライピングすると仮定し、かつ、初期にパルスあたり1.2インチ（30.5mm）の比を仮定すると、1.2インチ（30.5mm）/パルスから1.25インチ（31.75mm）/パルスへの変化は、望ましい15フィート（457cm）長の破線標示でなく、15.625フィート（476cm）の破線標示を生じ、7.5インチ（19cm）の差分を生じる。間隔の長さも25フィート（762cm）から26.04フィート（792cm）に変化し、1フィート（30cm）を超える差分を生じる。この定量供給サイクル誤差は累積し、前記再ストライピング工程全体にわたり続くため、迅速に補正しなければ、結果的に許容されない道路標示パターンをもたらす。

40

【 0 0 4 2 】

50

前記距離 - パルス比誤差その他の誤差に起因する道路標示材料の定量供給の位置的な微小変動に対応して定量供給サイクルを調整するため、作業者は、道路標示材料の定量供給が開始される位置を目視で観察し、その位置を既存道路標示の開始位置と目視で比較する。定量供給される道路標示の開始位置が既存標示の開始位置に位置合わせされない場合、作業者は、道路標示材料を定量供給（通称「ジョギング」）するタイミングを、手作業で先行させ（前倒しし）または遅延させ（遅らせ）て、それ以降の開始位置を再度位置合わせしなければならない。

【 0 0 4 3 】

既存の道路標示の上から厳密に再ストライピングする正確度は、材料を定量供給する作業者が、道路標示経路に沿った塗装トラックの移動に伴って前記キャリッジ（ひいては前記定量供給ハードウェア、すなわち前記塗料スプレーガン）を道路標示の上方で側方へ位置合わせする能力と、さらに、前記距離 - パルス比および他の要因の変動に合わせて道路標示材料の定量供給の開始位置を前倒しし若しくは遅らせる能力とに大きく依存する。そのため、一部自動化した再ストライピング工程の位置的な正確さは、前記較正手続きの正確さおよび一貫性と、上述のように材料を定量供給する作業者の判断力とに依存するため、誤差を生じやすい。

【 0 0 4 4 】

さらに、道路標示の上から前記キャリッジを側方へ位置合わせし、かつ、タイミングを合わせた定量供給サイクルを前倒しし若しくは遅らせるよう作業者が視野を遮られずに道路標示を見ることができるという要件により、通常、作業者は塗装車の後方に位置するため、高速で通過する、または一般車線を往来する自動車からの危険にさらされる。前記塗装トラック後部とそのそばを通過する、または一般車線の交通との衝突による作業者の負傷も文書に記録されている。

【 0 0 4 5 】

既存の道路標示のメンテナンス再ストライピングを完全に自動化するこれまでの試みは、特に予め適用された道路標示材料の光学特性を使って標示材料ガンの側方位置と、標示材料適用の開始および終了の実際のタイミングとを制御するシステムを含んでいる。

【 0 0 4 6 】

例えば、C a r l F . B r o w n に付与された米国特許第 3 , 1 0 1 , 1 7 5 号では、塗装トラックの運転者が道路標示経路に沿って当該車を誘導するのを支援するため使用される閉回路テレビジョン受信機システムを有した塗装トラックについて開示している。前記トラックの運転者は、既存の道路標示に隣接して当該車を慎重に位置決めし、前記テレビジョン受信機での既存の道路標示の画像を使って、既存の道路標示の上から、道路標示を定量供給するハードウェアを絶えず位置合わせしよう当該塗装トラックの操作を試みなければならない。前記運転者は、テレビジョン受信機を絶えず監視して、既存の標示位置の上方で前記定量供給ハードウェアの位置合わせを維持するとともに、いつ道路標示材料の定量供給を開始および停止するか制御しなければならない。この特許では、塗装トラックの後方から作業者を排除することを試みているが、既存の道路標示の上方で正確な定量供給位置を保つことは、精確な時間に道路標示材料を適切に定量供給しながら、前記トラックおよび道路材料定量供給ハードウェアの双方と現在の道路標示経路との位置合わせを維持し、かつ、既存の道路標示経路に沿って前記塗装トラックの位置制御を試みるという同時作業が前記運転者に要求されるため、難しい。

【 0 0 4 7 】

J . L . M c L u c a s らに付与された米国特許第 3 , 2 2 9 , 6 6 0 号では、幹線道路の舗装に道路標示材料を選択的に適用し、かつ、塗料適用車を所定の道路標示経路に沿って自動的に制御する機器について開示している。路面の下または上に配置された情報を含んだ信号素子は、所定の道路標示パターンを画成する。前記情報を含んだ素子は、路面に埋め込まれた金属または放射性材料のストリップ（帯状体）、あるいは予め固定された光学反応性の道路標示材料（塗料）を含むことができる。前記情報を含んだ素子の各々に応答する検出器は、新規道路標示材料の定量供給を制御する。塗布された道路標示の存在

10

20

30

40

50

を検出するフォトセルが開示されている。道路標示が検出されると信号が生成され、これを使って標示材料の定量供給が制御される。前記フォトセルが標示のある若しくはない表面を光学的に区別する上で十分な道路標示材料が路面上で利用できると仮定すれば、前記光検出器は適切に機能する。この状況は、道路を往来する交通により、以前に適用された標示を区別する光学特性が損なわれるため、または路面から標示が完全に消失してしまうため、まれにしか生じない。そのため、この発明は、以前に適用された道路標示材料が十分にあって現在光学的に検出可能な位置でしか、標示材料を適用することができない。

【0048】

Wilsonらに付与された米国特許第5,054,959号および第5,169,262号では、走行する塗装トラックに取り付けられる支持構造を有した舗装道路の線標示機器について開示しており、この機器は、古い線標示を検出する標示検出器（ラインスキャン・カメラ）と、前記古い線標示上に塗料を吐出する横方向へ移動可能で制御可能な塗料アプリケーションと、前記標示検出器からの信号に応答して前記古い線標示の上方の位置に塗料アプリケーションを動し、その古い線標示の上から塗料を制御可能に吐出する制御システムとを有する。これらの機器は、前記古い線標示が前記標示検出器により検出可能な場合は適切に機能するが、現在の道路標示経路上で前記古い線標示の一部が完全に消失してしまっている場合は機能しない。さらに、線標示の先頭が前記標示検出器により明確に識別されない場合、線標示縁部の先頭が前記標示検出器により明確に識別されるまで、塗料は吐出されない。

10

【0049】

20

William H. Hartmanに付与された米国特許第5,203,923号では、古い塗装標示を再塗装する制御システムについて開示しており、この制御システムは、既存の道路標示に光を当ててこれを電磁的に励起する光源を有する。分光検出器が既存の道路標示から反射されてくる光のスペクトル成分を解析して、標示材料について事前に選択された既知の化学成分の有無を決定し、道路標示材料の定量供給を制御するとともに、道路標示経路を追跡する。ただし、高い信頼性で道路標示を検出するには、道路標示材料の化学成分の電磁スペクトル放射応答が照明の波長に適合して、最大量の励起（蛍光）スペクトル放射を実現することが必要であり、交通により標示が摩損していると励起放射は得られない。

【0050】

30

Smyrkらに付与された米国特許第5,456,548号では、既存の道路標示構成の線を路面または舗装路面に適用して道路標示パターンを正確に反復する機器について開示している。この機器は、塗装車の前部付近に取り付けられた測量システムを有し、この測量システムは、路面を横方向にスキャンする道路標示検出器（電荷結合素子、すなわち「CCD」、ラインスキャン・カメラ）と、ニューラルネットワークから着想を得たパターン推移検出器であって、線パターンの変化を認識し、これに応答して標示材料の定量供給を制御し、線パターンの変化を正確に繰り返すパターン推移検出器とを有する。前記機器が、現在の線パターンおよびそれに続く線パターン（例えば、標示および破線間隔パターン）の間で推移が生じる厳密な点を決定する正確さ、ひいては道路標示材料の定量供給の正確さは、前記ニューラルネットワークが種々のパターン変化からいかに適切に学習できるかに依存する。

40

【0051】

以前に適用された道路標示材料の光学特性を使って道路標示材料の定量供給を制御する現在のメンテナンス・ストライピング技術は一部成功しているが、先行技術をさらに改善すると、再ストライピング工程をより完全に自動化してその正確さとスピードを高め、当該車の後方からキャリッジ作業員または作業員を排除することができるため、必要な作業員は再ストライピング工程を完了する（当該塗装車の運転者）ただ1人となる。

【0052】

例えば、再ストライピング工程を完全に自動化する機器は、（1）再ストライピング工程全体にわたり、道路標示材料を定量供給するガンを、第1のストライピングサイクルの

50

第1の標示の先頭縁部の位置と、それ以降の標示の先頭縁部の位置とに自動的かつ正確に位置合わせし、(2)既存の道路標示の上から道路標示材料を自動的かつ正確に定量供給し、(3)破線サイクルごとに標示および間隔の長さを正確に維持し、(4)単線、二重線、または陰影(コントラスト)線用に、道路標示材料(バインダー材料および反射成分を含む)を自動的に定量供給し、(5)道路標示材料の定量供給工程を監視し、(6)既存のラインストライピング車、特に、手作業で制御する油圧操作式キャリッジ位置決めシステムを有するラインストライピング車に容易に設置して、これを改修でき、(7)望ましい破線パターンを自動的に決定し、(8)再ストライピング工程中に距離-パルス比を自動的に自己較正し、(9)距離-パルス比の決定における誤差を低減し、(10)既存の道路標示が光学的に検出可能であるかどうかにかかわらず、新規適用する道路標示と既存の道路標示との開始および終了位置の位置合わせを改善しなければならない。他の改善事項は、本発明を参照することで明確に理解されるであろう。

10

【0053】

これらの要件すべてに対処する先行技術はない。そのため、道路標示産業では、より少ない手作業で、作業者の安全性を向上させ、今日利用可能な現在の道路メンテナンス・ストライピング技術より正確で効率的かつ廉価な道路標示メンテナンス・ストライピング機器が必要とされている。

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0054】**

20

以上で認められた必要性、ならびに現在のメンテナンス・ストライピング技術を見直しその目的を鑑みることによって明確に理解されるであろう他の必要性を満たすため、本発明は、現在の道路標示の状態に関係なく、かつ、作業者がメンテナンス・ストライピング工程を制御する必要なく、既存の道路標示の上から新規の線標示材料を正確に適用する改善された新しい装置および方法を提供する。

【0055】

現在の道路標示メンテナンス再ストライピング技術の難点を克服するため、道路標示経路に沿って既存の標示の上から標示を配置する新たな装置および方法が提供される。本発明の基本的な目的は、路面上または他の表面上の既存車線区分線を自動的に再塗装または再現する改善された装置を提供することである。

30

【0056】

本発明の別の目的は、路面上または他の表面上の部分的に消失した車線区分線を自動的に再塗装または再現する改善された装置を提供することである。

【0057】

本発明の別の目的は、路面上または他の表面上の完全に消失した視認不能な車線区分線を自動的に再塗装または再現する改善された装置を提供することである。

【0058】

本発明のさらに別の目的は、道路標示を定量供給するハードウェアを既存の道路標示の上方に自動的および正確に位置合わせする改善された装置を提供することである。

【0059】

40

本発明のさらに別の目的は、道路標示を定量供給するハードウェアを既存の実線単一または二重道路標示の上方に自動的および正確に位置合わせする改善された装置を提供することである。

【0060】

本発明のさらに別の目的は、道路標示を定量供給するハードウェアを既存の破線単一または二重道路標示の上方に自動的および正確に位置合わせする改善された装置を提供することである。

【0061】

本発明の別の目的は、道路標示材料を定量供給するハードウェアを直接既存の実線道路標示の上方に位置合わせするマシンビジョンベースの制御システムを提供することである

50

。

【 0 0 6 2 】

本発明の別の目的は、道路標示材料を定量供給するハードウェアを直接既存の破線道路標示の上方に位置合わせするマシンビジョンベースの制御システムを提供することである。

。

【 0 0 6 3 】

本発明のさらに別の目的は、破線標示について標示および間隔の長さを正確に維持する改善された装置を提供することである。

【 0 0 6 4 】

本発明のさらに別の目的は、新規適用される道路標示と既存の道路標示との間で正確な開始および終了位置の位置合わせを提供する改善された装置を提供することである。

【 0 0 6 5 】

本発明のさらに別の目的は、既存の道路標示ストライピング車または他の標示ストライピング車に設置しやすい装置を提供することである。

【 0 0 6 6 】

本発明のさらに別の目的は、従来の油圧制御式の塗装キャリッジを有する既存の道路標示ストライピング車または他の標示ストライピング車に設置しやすい装置を提供することである。

【 0 0 6 7 】

本発明の別の目的は、ストライピング車の移動距離を自動的および動的に較正する装置を提供することである。

【 0 0 6 8 】

本発明の別の目的は、マシンビジョンを使ってストライピング車の移動距離を自動的および動的に較正する装置を提供することである。

【 0 0 6 9 】

本発明のさらに別の目的は、道路標示経路を計算する装置を提供することである。

【 0 0 7 0 】

本発明の別の目的は、道路標示経路の予測を計算する装置を提供することである。

【 0 0 7 1 】

本発明の別の目的は、マシンビジョン技術を使って道路標示経路の予測を計算する装置を提供することである。

【 0 0 7 2 】

他の目的は、本発明を参照することで明確に理解されるであろう。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 7 3 】

本発明は、既存の路面標示の上方に標示生成装置 (m a r k e r) を位置決めする制御システムを含む。この制御システムは、前記標示生成装置に取り付けられ、路面に標示パターンを生成する電磁放射源を有する。撮像装置により、前記制御システムが、前記既存の路面標示、および前記電磁放射源により生成された前記標示パターンの双方を撮像することが可能となる。コンピュータは、前記撮像装置に応答して、(a) 前記既存の路面標示の画像と、(b) 前記電磁放射源により生成された前記標示パターンの画像との位置差に基づいて誤差信号を生成する。アクチュエータは、前記誤差信号に応答して、前記既存の道路標示の上方に前記標示生成装置を位置決めする。

【 0 0 7 4 】

本発明は、さらに、実質的に長方形の既存の道路標示を再ストライピング (r e s t r i p i n g) する装置を含む。前記道路標示は、以前に道路標示経路に沿って路面上に配置されたものである。当該装置は、前記道路標示経路に沿って移動する自動車に有し、当該自動車は前記既存の道路標示上に道路標示材料を定量供給する道路標示生成装置 (r o a d w a y m a r k e r) を有する。前記自動車に取り付けられた撮像装置は、路面の方向に向かって下向きに焦点が合うように配置され、長手方向に位置が異なり且つ側方へ

10

20

30

40

50

方向付けられた、前記道路標示の少なくとも２つの線分を撮像する。システムは、前記撮像装置に応答して、前記長手方向に位置が異なり側方へ方向付けられた少なくとも２つの線分の画像から、（ i ）前記道路標示経路を予測して当該予測された道路標示経路の上方に前記道路標示生成装置を位置合わせし、（ i i ）前記道路標示生成装置の再ストライピング定量供給時間を決定する。

【 0 0 7 5 】

本発明は、さらに、破線道路標示経路に沿って移動する自動車のスピードを自動的に決定する装置を含む。当該装置は、時間決定性トリガー信号を生成する信号発生器を有する。物体空間を較正する撮像装置は、前記信号発生器に응答して、破線道路標示の同様な形状特徴を有するトリガーされた画像を生成する。コンピュータは、前記信号発生器および前記撮像装置に응答して、トリガーされた画像間の時間差および前記破線道路標示の同様な形状特徴の物体空間における位置差を決定し、当該時間差および物体空間における位置差から前記自動車のスピードを決定する。

【 0 0 7 6 】

以上の全般的な説明および以下の詳細な説明は、どちらも例示的なものであり、本発明を限定するものではないことを理解すべきである。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 7 】

本発明は、添付の図面と併せて以下の詳細な説明を読むことにより最もよく理解される。一般的な慣行に従い、図面の種々の特徴は縮尺どおりでないことに留意されたい。むしろ種々の特徴の寸法は、明瞭性のため適宜拡大または縮小されている。図面に含まれる図は以下のとおりである。

【 図 1 】 図 1 は、本発明に係る装置の実施例を備えた自動車を図式的に示した平面図であり、この自動車は、中央破線道路標示パターンおよび道路外側線を有した道路に沿って移動する。

【 図 2 】 図 2 は、本発明に係る装置を備えた自動車を図式的に示した側面図であり、当該装置の追加構成要素を例示している。

【 図 3 A 】 図 3 A は、塗装キャリッジの図であり、当該キャリッジのフレームには路面にラインを投影するレーザーラインジェネレータが取り付けられており、ワイヤ式変位センサを当該キャリッジフレームに取り付ける連結点も示されている。

【 図 3 B 】 図 3 B は、塗装キャリッジの側部正面図であり、路面にラインを投影するレーザーラインジェネレータに加えて、自動車の前記フレームに取り付けられたワイヤ式変位センサも示されている。

【 図 4 】 図 4 は、従来の道路標示材料加圧空気制御システムの概略図である。

【 図 5 】 図 5 は、従来の N チャネルエンハンスメント型 MOSFET トランジスタを使って実装された空気弁制御スイッチの概略図である。

【 図 6 A 】 図 6 A は、本発明の撮像システムの正面図であり、３軸回転取り付け部に固定された撮像装置を示している。

【 図 6 B 】 図 6 B は、図 5 A の撮像システムの側面図であり、保護用半球形ブレキシングラス球および取り付けブラケットを具体的に例示している。

【 図 7 】 図 7 は、従来の手動操作可能な塗装キャリッジ油圧制御システムの概略図であり、この制御システムは、当該塗装キャリッジの側方の動きを制御する電気モーターで拡張されている。

【 図 8 】 図 8 は、自動車用駆動軸位置センサーの概略図である。

【 図 9 】 図 9 は、本発明の好適な一実施形態のマシンビジョンベースの制御システムの概略ブロック図である。

【 図 1 0 】 図 1 0 は、前記好適な一実施形態の前記マシンビジョンベースの制御システムの主要なソフトウェア要素のブロック図である。

【 図 1 1 A 】 図 1 1 A は、道路標示の生画像であり、光学的樽型歪曲およびパースペクティブ歪曲を示している。

【図 1 1 B】図 1 1 B は、道路標示の補正済み画像であり、光学的樽型歪曲およびパースペクティブ歪曲は実質的に排除されている。

【図 1 2 A】図 1 2 A は、撮像された道路標示の補正済み画像であり、所与の u 軸に沿ったピクセルグレースケールプロットと、所与の v 軸に沿ったピクセルグレースケールプロットとを示している。

【図 1 2 B】図 1 2 B は、図 1 2 A の撮像された道路標示の第 2 の補正済み画像であるが、のちの時間に撮像されたものである。

【図 1 2 C】図 1 2 C は、図 1 2 A の撮像された道路標示の第 3 の補正済み画像であるが、のちの時間に撮像され、前記自動車と道路標示経路間の相対距離が広がっており、道路標示経路の中間点も例示している。

【図 1 3】図 1 3 は、塗装およびピーズガンと各々のノズルを、道路標示の中央上方に位置合わせするマシンビジョンベースの制御システムを例示したものである。

【図 1 4】図 1 4 は、延出した塗装キャリッジおよび道路標示の上面展開図であり、前記塗装およびピーズガンと、物体空間原点と、道路標示の開始線との相対距離を示している。

【図 1 5 A】図 1 5 A は、本発明の前記好適な一実施形態の動作フローチャートの一部である。

【図 1 5 B】図 1 5 B は、本発明の前記好適な一実施形態の動作フローチャートの続きである。

【発明を実施するための形態】

【0078】

本発明は、路面上の既存の道路車線区分ラインの再塗装または複製に使用され、一般に「メンテナンス再ストライピング」と呼ばれる、マシンビジョンベースの道路標示システムを提供する。

【0079】

ここで図面を参照すると、当該図面を構成する種々の図にわたり同様な参照番号は同様な要素を表しており、図 1 は、路面 4 と、米国で一般的な呼称である従来の右および左の各車線 6 および 8 を有する 2 車線道路 1 を示している。車線 6 は、連続的な外側線 10 および単一の中央破線 12 により画成される。車線 8 は、連続的な外側線 14 および中央破線 12 により画成される。車線 6 および 8 は、同じまたは反対方向の自動車の交通流を有する。

【0080】

中央破線 12 は、通常、前記道路 1 の長手方向中央に沿っている。道路標示経路 16 は中央破線 12 が従う経路を画成し、中央破線 12 の長手方向の中央線は道路標示経路 16 と一致する。標示経路 16 は路面 4 上の破線として示されており、外側線 10 および 14 は、通常、道路標示経路 16 から横方向へ所与の距離だけオフセットされるため、中央破線 12 と実質的に平行である。道路標示経路 16 は路面 4 上では見えず、単に中央破線 12 の長手方向の中央線を例示し、示すものであることを理解すべきである。他の道路標示が道路標示経路 16 からオフセットされる場合もある。

【0081】

通常、道路の車道外側線 10 および 14 は連続した線であるが、標示されない中断部または区分を有する場合もある。道路交通の出口車線は、その好適な例であり、前記外側線 10 および 14 は途切れ、または標示経路 16 と平行ではない。同様に、中央破線 12 は、単一の実線、二重の実線、またはこれらまたは他の線の組み合わせである場合もある。

【0082】

中央破線 12 は、道路線の標示区分 18 に非標示の間隔区分 20 が続く周期的なパターンを有する。この標示および間隔区分のサイクルは、道路標示経路 16 に沿って路面 4 上で連続的に繰り返されるが、道路標示仕様に依拠して変化することもある。例えば、この中央破線パターンは、単一実線または二重実線に変わり、または場合により破線と並行した 1 本の実線標示を有する道路標示、例えば従来の道路追い越し標示に変わることがある。

10

20

30

40

50

本発明は、特定タイプの中央線または外側線パターンに限定されるものではなく、単一実線および二重実線パターン、破線パターン、他のパターン、または線パターンの各種組み合わせを含む。

【0083】

中央破線 12 は、長さ 24 を有する標示区分 18 および長さ 26 を有する間隔区分 20 を伴う周期的長さ 22 を有する。破線パターンは、2つの数値がデリミタで区切られたものとして記述され、その第1の数値は前記標示区分の長さ 24 を示し、次いで第2の数値は前記周期的長さ 22 を示す。例えば、15 / 40 (デリミタは「/」) 破線パターンは、標示区分 18 の長さ 24 である 15 フィート (450 cm) と、周期的長さ 22 である 40 フィート (1,200 cm) を定義し、間隔区分 20 の長さ 26 である 25 フィート (750 cm) が算出される。ほかにも多くの破線パターンが存在し、10 / 40 などが含まれる。また、破線パターンはメートル単位 (メートル) で表現されることもある。

10

【0084】

右手系の直交座標系 52 を有する従来の塗装車 50 は、さらに、車線 6 内で道路標示経路 16 に沿って前方長手方向 28 へ走行しながら、中央破線 12 の道路標示線分を再ストライピングしている状態で示されている。用語「自動車」(vehicle) は最も広義に意味づけられ、任意の搬送機関、電動装置、または乗員または機器を輸送する可動機械装置を含むことを理解すべきである。より具体的で好適な自動車の例は、トラックおよび道路標示機械である。

【0085】

20

図 1 に示すように、標示区分 18 は部分的に摩耗部分 30 を有するが、次の標示区分 32 は不連続な中断部 34 および 36 を有する。他の標示区分は、摩耗部分、中断部、またはバインダー材料および / または反射エレメントがそれぞれ道路標示区分の表面から除去された領域の組み合わせを有しうる。標示区分の再ストライピングでは新規の道路標示材料を実質的に各道路標示区分の上から適用し、新規の道路標示材料 (指定された場合は反射エレメントを含む) を、特に摩耗部分 30 と、中断部 34 および 36 の上から適用することにより、所与の破線について、または単線または二重線全体にわたり、またはこれらの任意の組み合わせについて、標示区分のコントラスト視認性を回復させ、維持する。

【0086】

道路標示区分は、通常、近位および遠位の長手方向 (縦方向) の縁線と、開始および終了側方 (横方向) 縁線とにより画成される長方形の標示により特徴付けられる。例えば、標示区分 18 は実質的に長方形で、この長方形は、近位の長手方向縁線 40 (すなわち、自動車 50 に最も近い長手方向の縁線) および遠位の長手方向縁線 44 (すなわち、自動車 50 から最も遠い長手方向の縁線) と、開始側方縁線 42 (すなわち、方向 28 へ移動する自動車 50 が近づく第 1 の横方向の縁線) および終了側方縁線 46 (すなわち、方向 28 へ移動する自動車 50 が近づく第 2 の横方向の縁線) とを有する。前記縁線は、前記道路標示 18 の実質的に長方形の境界を形成する。側方縁線 42 および 46 は、標示区分 18 の開始線および終了線をそれぞれ画成し、点 43 および 47 は、側方縁線 42 および 46 の中心点をそれぞれ画成する。

30

【0087】

40

さらに図 1 に示しているのは、下方へ焦点が向けられ密閉された撮像システム 60 および 65 であり、これらの撮像システムは、自動車 50 の運転席および助手席側にそれぞれ取り付けられる。撮像システム 60 は、領域 70 を撮像するよう自動車 50 に配置され、撮像システム 65 は、自動車 50 の助手席側の同様な領域 75 を撮像するよう自動車 50 に配置される。密閉された撮像システム 60 および 65 は同一であり、本書以降で図 6A ~ 6B を参照して、さらに詳しく開示する。

【0088】

追加で図 2 を参照すると、自動車 50 の運転席側は、側方へ移動可能に取り付けられた従来の塗装キャリッジ 80 を有し、このキャリッジ 80 は、自動車 50 から離れる方向へ延出した位置で、中央破線 12 の上方に位置付けられて示されている (図 1 に示す)。塗

50

装およびビーズガン支持部材 8 2 は、キャリッジ 8 0 に移動可能に取り付けられ（従来の取り付け機構は図示せず）、外側に位置付けられた塗装ガン 8 4 および内側に位置付けられた塗装ガン 8 6 と、外側および内側に位置付けられた各々の反射ビーズガン 8 8 および 9 0 とを支持する。垂直で回転可能な耐荷重ホイール 9 2 は、ガン支持部材 8 2 に取り付けられており、路面 4 に接触する。ホイール 9 2 は、キャリッジ 8 0 が、自動車 5 0 から離れる方向へ延出した位置にあるとき、ガン支持部材 8 2 を垂直方向に支持する。

【0089】

塗装ガン 8 4 および 8 6 間の側方距離は、手動で調整して、平行な二重線の再ストライピングに対応させることができる（例えば、破線と平行な実線は、通常、追い越しが許されるゾーンを示すため使用され、あるいは 2 本の実線は、通常、追い越し禁止ゾーンを示すため使用される）。同様な態様で、反射ビーズガン 8 8 および 9 0 間の側方距離は、手動で調整して、塗装ガン 8 4 および 8 6 との側方位置合わせをそれぞれ行うことができる。

10

【0090】

キャリッジ 8 0 にさらに取り付けられているのが、側方へ延出可能な円筒形の支持アーム 9 4 および 9 5 である。ピストンロッド 4 4 7 に連結されたピストン 4 4 0 を有する油圧シリンダー 4 1 1（油圧シリンダー 4 1 1、ピストン 4 4 0、およびピストンロッド 4 4 7 は、図 7 に示す）は、自動車 5 0 のフレーム 5 4 に取り付けられ、支持アーム 9 4 および 9 5 間に配置される。ピストンロッド 4 4 7 の遠端は、キャリッジ 8 0 の延出可能な端部の取り付け点 9 6 に取り付けられる。油圧式に動力を伝達するピストン 4 4 0 は、キャリッジピストンロッド 4 4 7 を（ひいては塗装キャリッジ 8 0 を）塗装車 5 0 から側方へ延出させ、または引き込むために必要な力を提供することにより、既存の道路標示の上における塗装ガン 8 4 および 8 6 と各々のビーズガン 8 8 および 9 0 との位置決めを制御する。キャリッジ 8 0 が側方へ延出および後退するに伴い、前記塗装ガン 8 4 および 8 6 のノズルの動きの路面 4 への垂直な突出部は、側方突出線 8 1 を生じ（図 1 に示す）、これは座標系 5 2 を基準とするものである（すなわち、線 8 1 の $x - y - z$ 座標が従来の較正方法を使って決定され、線 8 1 の式が決定される）。

20

【0091】

ここで図 3 A および 3 B を参照すると、従来のレーザーラインジェネレータ 1 0 2 がキャリッジ 8 0 のフレーム（前部、側部、および後部フレーム部材 1 1 6、1 1 8、および 1 2 0 をそれぞれ含む）の下に取り付けられた状態で示されている。レーザーラインジェネレータ 1 0 2 は、下向きに路面 4 に焦点が合わせられ、これと交差するレーザー光の扇形パターン 1 0 4 を生成して、ラインパターン 1 0 6 を生じる。前記レーザー光の扇形パターン 1 0 4 は、さらに、扇形の角度 1 0 8 により特徴付けられる。ラインジェネレータ 1 0 2 は、赤外および紫外線レーザー、または他の集束可能な電磁放射源を含むこともできる。ラインパターン 1 0 6 は、領域 7 0 に入るよう位置決めされ、撮像システム 6 0 により撮像される。撮像システム 6 0 は、次いでキャリッジ 8 0 の側方位置を決定でき（撮像システム 6 0 は、図 1 0 を参照してさらに詳しく説明するよう予め較正されている）、これにより、塗装ガン 8 4 および 8 6 と各々のノズル、ならびにビーズガン 8 8 および 9 0 の側方位置を決定することができる。撮像システム 6 0 には CCD カメラ 2 5 2 が含まれ、この CCD カメラ 2 5 2 は、ラインパターン 1 0 6 から反射されてきたレーザー光を通過させる光学バンドパスフィルター 2 6 2 を有する（図 6 A および 6 B を参照してさらに詳しく説明する）。

30

40

【0092】

そのため、キャリッジ 8 0 は、自動車 5 0 から側方内側および外側へ動くと、ラインパターン 1 0 6 も動いて、キャリッジ 8 0 の側方位置に関する視覚的な指標（可視光のレーザーラインジェネレータの場合）が得られる（カメラ 2 5 2 により撮像される）。そのため、前記塗装ガンとビーズガン間の固定されたオフセットとレーザーラインパターン 1 0 6 とを考慮すると、前記塗装ガン 8 4 および 8 6（と各々のノズル）の側方位置、ならびにビーズガン 8 8 および 9 0 も、ラインパターン 1 0 6 で視覚的に示される。また、レー

50

レーザーラインジェネレータ１０２は、キャリッジ８０のフレームに沿って側方へ動かすことができ、ラインパターン１０６が、前記塗装ガンの１つ、例えば塗装ガン８４に対して側方へ位置合わせされるよう配置できる。

【００９３】

また、レーザーラインジェネレータ１０２は、フレーム５４に取り付けられて前記レーザー光の扇形パターン１０４を投影し、その光はまず表面４に対し水平方向に、次いでキャリッジ８０に取り付けられたミラーにより下方へ反射されて、再び表面４にラインパターン１０６を形成する。キャリッジ８０は、さらに、キャリッジ８０の前部フレーム部材１１６に記された反射性の定規標示１１５を有することができ、この定規標示１１５は、撮像システム６０により撮像でき、キャリッジ８０の側方位置を示すことができる。レーザーラインジェネレータ１０２は、路面４および撮像される領域７０内に実質的に円形の「スポット」パターンを投影する従来のレーザーポインターを含むこともできる。

10

【００９４】

あるいは、従来のワイヤ式変位センサ１１０（図３Ｂでは破線外形で隠れた状態で示す）をフレーム５４に取り付けることもでき、このワイヤ式変位センサ１１０は、円筒形の支持アーム９４および９５間に配置された柔軟な鋼線１１２を有し、キャリッジ８０の遠端の取り付け点１１４に取り付けられる。また、前記鋼線１１２の延出可能な端部と、キャリッジ８０の前記側部フレーム部材１１８との間で、フレーム５４に対して、前記塗装ガンおよびビーズガンおよび取り付け点１１４間の固定されたオフセットをこの場合も考慮することにより、センサー１１０は、キャリッジ８０の相対的な側方運動を決定し、これにより塗装ガン８４および８６と各々のノズル、ならびにビーズガン８８および９０の側方位置を決定することができる。距離を決定する他のトランスデューサを使っても、フレーム５４に対するキャリッジ８０の側方位置を決定でき、これらはすべて座標系５２を基準にすることができる。

20

【００９５】

キャリッジ８０と同一の側方へ移動可能な塗装キャリッジ１３０は、自動車５０の助手席側に取り付けられ、図１では自動車５０の助手席側を超えてわずかに延出した位置で示されている。塗装キャリッジ１３０は、さらに塗装およびビーズガン支持部材１３２（図示せず）を含み、これら塗装およびビーズガン支持部材１３２は、キャリッジ１３０に移動可能に取り付けられて、外側に位置付けられた塗装ガン１３４（図示せず）および内側に位置付けられた塗装ガン１３６（図示せず）と、外側および内側に位置付けられた各々の反射ビーズガン１３８および１４０（図示せず）とを支持する。垂直で回転可能な耐荷重ホイール１４２（図示せず）は、ガン支持部材１３２に取り付けられており、路面４に接触する。ホイール１４２は、キャリッジ１３０が、自動車５０から離れる方向へ延出した位置にあるとき、ガン支持部材１３２を垂直方向に支持する。

30

【００９６】

キャリッジ１３０にさらに取り付けられているのが、側方へ延出可能な円筒形の支持アーム１４４および１４６（図示せず）である。油圧ピストン１４８（図示せず）は、支持アーム１４４および１４６間に配置される。油圧ピストン１４８の可動端部は、キャリッジ１３０の側部フレーム部材に取り付けられ、当該ピストンの他端は、塗装車５０のフレーム５４に固定される。油圧式に動力を伝達するピストン１４８は、キャリッジ１３０を塗装車５０から側方へ延出させ、または引き込むために必要な力を提供することにより、道路標示の上方において、塗装ガン１３４および１３６とともに各々のノズルと各ビーズガン１３８および１４０との位置決めを可能にする。

40

【００９７】

キャリッジ１３０は、さらに、そのフレームに取り付けられて路面４上の撮像領域７５内にレーザーの線を投影するレーザーラインジェネレータまたはレーザーポインターと、前記前部フレーム部材上の反射性定規標示と、キャリッジ１３０の側方位置を決定するワイヤ式変位センサまたは他のトランスデューサとを有する。

【００９８】

50

撮像される領域 70 は、自動車 50 が車線 6 内を移動しているとき、任意の既存道路 1 の中央破線 12 (または、単一または二重の実線か、破線と実線の組み合わせか、これらの任意の組み合わせを含む他の任意の中央線)を含む。同様に、撮像される領域 75 は、自動車 50 が車線 6 内を移動しているとき、任意の既存道路 1 の外側線 10 を含む。双方の撮像領域 70 および 75 は、各々のキャリッジ 80 および 130 の全側方延出長を越えて側方へ延出し、各々の路面 4 上でレーザーラインパターン 106、あるいはスポット画像および/またはキャリッジ定規標示 115 が撮像される。

【0099】

図 2 に示すように、自動車 50 には、さらに従来のリアルタイムキネマティック (real time kinematic: RTK) に対応したグローバルポジショニングシステム (global positioning system: GPS) が取り付けられ、これには自動車 50 の座席後部内に取り付けられたアンテナ 152 および GPS 受信機 154 が含まれる。アンテナ 152 は、人工衛星の GPS 信号 156 を受信する。通信ケーブル 158 は、アンテナ 152 を受信機 154 に電気接続する。

10

【0100】

撮像システム 60 は、キャリッジ 80 の固定可能に枢動可能な取り付け部にも取り付け可能で (すなわち、この取り付け部は、不要な際、自動車 50 の側部上で枢動して戻せる)、その場合、長手前方向への前方視野を有し、領域 70 およびラインパターン 106 を撮像するよう配置される。撮像システム 65 も、同様にキャリッジ 130 上に取り付けて領域 75 とそのレーザーラインパターンを撮像することができる。自動車 50 には、領域 70 および 75 をそれぞれ撮像するため撮像システム 60 および 65 を搭載できる他の位置もある。

20

【0101】

ここで図 4 を参照すると、従来の道路標示材料加圧空気制御システム 160 が示されており、さらに、自動車 50 の運転席側には、キャリッジ 80 に近接して空気注入導管 162、164、166、および 168 が取り付けられている。導管 162、164、166、および 168 の遠端は、圧縮空気槽 (図示せず) と流体連通している。導管 162、164、166、および 168 の近端は、さらに、従来の電磁弁 178、180、182、および 184 の入口ポート 170、172、174、および 176 にそれぞれ連結される。前記電磁弁は、各々の従来の塗装およびビーズガンへの加圧空気流を制御する。

30

【0102】

弁 178、180、182、および 184 の出口ポート 186、188、190、および 192 は、柔軟な導管 194、196、198、および 200 の近端にそれぞれ連結する。柔軟な導管 194 および 196 の遠端は、塗装ガン 84 および 86 に連結され柔軟な導管 198 および 200 の遠端は、塗装ガン 88 および 90 にそれぞれ連結される。

【0103】

各前記塗装およびビーズガンは、加圧空気流に応答して開き、加圧された塗料および/またはビーズを強制的に路面 4 に定量供給する。キャリッジが側方へ動いて前記塗装およびビーズガン (と各々のノズル) を既存の道路標示に位置合わせすると、前記柔軟な導管は、当該ガンへの空気送達を可能にする。それら各塗装およびビーズガンへの材料供給配

40

【0104】

電磁弁 178、180、182、および 184 は、それぞれ各々の弁スイッチソレノイドを作動させる電気エネルギーを供給する正負の電気接続部を別個に有する。弁 178、180、182、および 184 の正端子には、それぞれ端子 202、204、206、および 208 を通じて、ヒューズ付き電力が供給される。前記弁ソレノイドを操作するヒューズ付き電力は、自動車 50 の 12 ボルトバッテリー (図示せず) から得られる。

【0105】

前記弁 178 の負端子は、電子制御されたスイッチ 212 の端子の 1 つに、線 210 を通じて接続する。スイッチ 212 の他端は、線 214 を通じてグラウンドに接続する。

50

【 0 1 0 6 】

スイッチ 2 1 2 のオン - オフ状態は、制御線 2 1 6 を通じて制御端子 C に流れる外部生成された電気制御信号により制御される。同様な態様で、弁 1 8 0、1 8 2、および 1 8 4 の負端子も、線 2 1 8、2 2 0、および 2 2 2 を通じて、電子制御されるスイッチ 2 2 4、2 2 6、および 2 2 8 の端子の 1 つにそれぞれ接続する。スイッチ 2 2 4、2 2 6、および 2 2 8 の他端は、線 2 3 0、2 3 2、および 2 3 4 を通じて、グラウンドにそれぞれ接続する。同様に、スイッチ 2 2 4、2 2 6、および 2 2 8 のオン - オフ状態は、各々の制御線 2 3 6、2 3 8、および 2 4 0 を通じて制御端子 C に流れる外部生成された電気制御信号により制御される。

【 0 1 0 7 】

図 5 は、従来の N チャネル・エンハンスメント型の金属酸化膜半導体電界効果トランジスタ (M O S F E T) Q 1 (ゲート G、ドレイン D、およびソース S の電気端子を有する) を使って実装されたスイッチ 2 1 2 を例示したものである。この M O S F E T は、電気信号の増幅またはスイッチングに使用されるタイプのトランジスタである。抵抗 R 1 は、前記ゲート端子 Q 1 に接続し、正の電圧制御信号が外部から線 2 1 6 に与えられるまで、Q 1 のゲートを接地電位に保つ (したがって、Q 1 はオフ状態になる)。外部から正の信号電圧をかけて端子 C を制御すると、Q 1 がオン状態に切り替わる。これにより実質的にドレイン D とソース S の端子が短絡して、端子 2 0 2 から、電磁弁 1 7 8 のソレノイドを通じて、グラウンドに電流が流れ、これにより前記弁が作動して加圧空気が導管 1 6 2 から柔軟な導管 1 9 4 および塗装ガン 8 4 へと流れるようになる。スイッチ 2 2 4、2 2 6、および 2 2 8 も、同様な態様で制御および操作される。したがって、電磁弁 1 7 8、1 8 0、1 8 2、および 1 8 4 は、スイッチ 2 1 2、2 2 4、2 2 6、および 2 2 8 に流れる電気信号により個別に制御されることを理解すべきである。さらに、スイッチ 2 1 2、2 2 4、2 2 6、および 2 2 8 は、従来の N - P - N 型バイポーラトランジスタまたは他の電気制御スイッチ、例えばリレーで実装できる。コンピュータ 7 0 2 (図 9 および 1 0 に示す) は、各前記制御信号の流れをスイッチ 2 2 4、2 2 6、および 2 2 8 に送って、各ガンを通じた塗料および / またはビーズの流れを個別に制御できる。

【 0 1 0 8 】

また、各前記弁 1 7 8、1 8 0、1 8 2、および 1 8 4 は、それぞれ保護回路 2 4 2、2 4 4、2 4 6、および 2 4 8 (図示せず) を有する。この保護回路は、電磁弁のソレノイドによるスイッチング中、各前記正負のソレノイド電圧端子全般に生じるフライバック電圧を最小限に抑える。

【 0 1 0 9 】

同様に構成された道路標示材料加圧空気制御システム 2 5 0 (図 1 に示す) は、自動車 5 0 の助手席側に取り付けられて、キャリッジ 1 3 0 に設置された各前記塗装およびビーズガンへの加圧空気分配を制御する。空気、塗料、およびビーズの導管またはホースは明瞭性のため図 1 には示しておらず、キャリッジ 8 0 への空気導管 1 9 4、1 9 6、1 9 8、および 2 0 0 のみ図 2 に示した。

【 0 1 1 0 】

加圧空気の分配を制御して各ガンにおける塗料および / またはビーズの流れを制御する上で一般に使用される電磁弁の製造元は、M A C V a l v e s , I n c . (米国ミシガン州 W i x o m) である。

【 0 1 1 1 】

ここで図 6 A および図 6 B を参照すると、撮像システム 6 0 は、カメラ 2 5 2 と、3 軸調整可能な取り付け部 2 5 4 と、保護用プレキシグラス球 2 5 6 と、取り付け用 L 型ブラケット 2 5 8 とを有する。カメラ 2 5 2 は、レンズ 2 6 0 と、光学フィルター 2 6 2 と、光軸 2 6 4 とを有する従来の C C D 撮像装置またはカメラである。電力、データ、および制御信号は、ローカルバス 2 6 6 を通じてカメラ 2 5 2 と通信する。カメラ 2 5 2 については、上記の参照文献と併せ、さらに図 9 に示す。

【 0 1 1 2 】

取り付け部 254 により、カメラ 252 が、3つの軸 268、270、および 272 を中心として方向 274、276、および 278 へそれぞれ独立して回転することにより、カメラ 252 は領域 70 を撮像するよう空間配置できる。取り付け部 254 については、上記で参照した特許出願でさらに詳しく開示している。取り付け部 254 は、さらに、従来のボルト 282、284、286、および 288 により、L 型ブラケット 258 の垂直レッグ 280 に固定される。

【0113】

プレキシグラス球 256 は、カメラ 252 および取り付け部 254 の双方を密閉し、さらに遠位側の半球面 290 および近位側の取り付け用リップ 292 を有する。リップ 292 は、リング 296 を受容する長方形の溝 294 を有し、外周上に配列された従来のボルト 300、302、304、306、308、310、312、および 314 で球 256 をブラケット 258 の垂直レッグ 280 に取り付けるための表面領域 298 を付加的に提供する。直角 L 型ブラケット 258 の水平レッグ 281 は、取り付けボルト 318 および 320 により圧縮機筐体 56 (図 1 および図 2 を参照) の頂面に固定される。

10

【0114】

撮像システム 65 は、撮像システム 60 と同一で、カメラまたは撮像装置 330 を有し、3軸調整可能な取り付け部 332 と、保護用プレキシグラス球 334 と、取り付け用 L 型ブラケット 336 とを有する(これら構成要素の部品を含め、すべて図示せず)。撮像装置 330 は、撮像装置またはカメラ 252 と同一であり、レンズ要素 338 と、光学フィルター 340 と、光軸 342 とを有する。電力、データ、および制御信号は、電気ケーブル 344 を通じて撮像装置 330 と通信する(すべて図示せず)。

20

【0115】

ここで図 7 を参照すると、キャリッジ 80 の側方の動きを制御する油圧操縦装置 400 が示されており、この油圧操縦装置 400 は、油圧ポンプ 402 と、油圧作動液貯留槽 404 と、油圧作動液フィルター 406 と、圧力逃がし弁 408 と、油圧ステアリング制御ユニット 410 と、油圧操作式シリンダー 411 と、従来のステアリングホイール 416 とから成る。電気モーター(電動機) 414 も示されている。ポンプ 402、貯留槽 404、フィルター 406、逃がし弁 408、ステアリング制御ユニット 410、およびシリンダー 411 は、導管 418、420、422、424、426、428、および 430 を通じて互いに流体連通している。単一方向の油圧作動液流は一方向矢印で示しており(例えば、一方向矢印 432)、2つの矢が逆向きに接している矢印は、双方向の油圧流が可能であることを示している(例えば、2つの矢が逆向きに接している矢印 434 および 436)。ステアリング制御ユニットの製造元は、Eaton Corporation (米国オハイオ州 Beachwood) である。

30

【0116】

ステアリング制御ユニット 410 のスプライン軸 415 (図示せず) は、連結用のハブ 417 により電気モーター 414 の軸 412 と軸合わせされ、これに取り付けられる。ステアリングホイール 416 は、外周上に取り付けられる従来のボルト 419a、419b、および 419c を用いて、ハブ 417 により電気モーター 414 の軸 412 と軸合わせされ、これに取り付けられる。電気モーター 414 内部のプログラム可能なモーターコントローラー 413 は、通信バスまたはケーブル 421 経由でコンピュータ 702 (図 9 に示す) と外部通信し、ケーブル 421 で送信される信号を通じてコンピュータ 702 によりプログラムされて、ステアリング制御ユニット 410 の軸 412、ひいてはスプライン軸 415 の回転位置、速度、またはトルクを制御することができる。電力は、電力ケーブル 423 でモーター 414 に供給され、自動車 50 の 12 ボルトバッテリーから得られる。モーター 414 は、従来の直接駆動式永久磁石同期電動機(permanent magnet synchronous motor: PMSM) であってよく、高いトルクおよび低い動作回転速度を有する。モーター 414 は、さらに、ステアリングホイール 416、ステアリング制御ユニット 410、または支持スタンド 425 (支持スタンドは、図 1 および 2 に示す) のいずれにも特殊な修正をする必要なく、前記ステアリング制御ユ

40

50

ニット 4 1 0 に設置し、これを改修しやすくなっている。

【 0 1 1 7 】

貯留槽 4 0 4 は、導管 4 1 8 を通じてポンプ 4 0 2 の入口ポート 4 3 8 に連結する。ポンプ 4 0 2 の出口ポート 4 3 9 は、導管 4 2 4 を通じて、ステアリング制御ユニット 4 1 0 の圧力 (P) ポート 4 4 6 と、逃がし弁 4 0 8 の入口ポートとに連結する。逃がし弁 4 0 8 の出口ポートは、導管 4 2 2 を通じて貯留槽 4 0 4 に連結する。ステアリング制御ユニット 4 1 0 のタンク (T) ポート 4 4 1 は、導管 4 3 0 を通じてフィルター 4 0 6 の入口ポートに連結する。フィルター 4 0 6 の出口ポートは、導管 4 2 0 を通じて貯留槽 4 0 4 に連結する。ステアリングユニット 4 1 0 の右ポート (R) 4 4 2 は、導管 4 2 6 を通じてシリンダー 4 1 1 のポート 4 4 4 に連結し、ステアリングユニット 4 1 0 の左ポート (L) 4 4 3 は、導管 4 2 8 を通じてシリンダー 4 1 1 のポート 4 4 5 に連結する。

10

【 0 1 1 8 】

シリンダー 4 1 1 は、ピストンロッド 4 4 7 と接続されたピストン 4 4 0 を有し、ピストンロッド 4 4 7 は、導管 4 2 6 および 4 2 8 における油圧作動液の流れにตอบสนองして、方向 4 5 2 および 4 5 3 へそれぞれ延出および後退する。ピストンロッド 4 4 7 の近端はピストン 4 4 0 に連結し、ピストンロッド 4 4 7 の遠端は取り付け点 9 6 で U 字留め具 4 4 8 を使ってキャリッジ 8 0 の側部フレーム部材 1 1 8 の内部に取り付けられる。これにより、油圧式に延出するロッド 4 4 7 は、キャリッジ 8 0 を側方へ延出させ、油圧式に後退するロッド 4 4 7 は、キャリッジ 8 0 を側方へ引き込む。

【 0 1 1 9 】

20

ステアリング制御ユニット 4 1 0 のスプライン軸 4 1 5 の時計方向回転は、モーター 4 1 4 により自動的に、またはステアリングホイール 4 1 6 により手動で生成され、これによりピストン 4 4 0 の表面領域間に差圧が生じる。この差圧により、ピストン 4 4 0 、したがってピストンロッド 4 4 7 は方向 4 5 3 へと油圧シリンダー 4 1 1 内に強制的に動かされて、キャリッジ 8 0 が自動車 5 0 の運転席側へと側方へ引き込まれる。

【 0 1 2 0 】

ステアリング制御ユニット 4 1 0 の前記スプライン軸 4 1 5 の反時計方向は、モーター 4 1 4 により自動的に、またはステアリングホイール 4 1 6 により手動で生成され、これによりピストン 4 4 0 の表面領域間に差圧が生じる。この差圧により、ピストン 4 4 0 、したがってピストンロッド 4 4 7 は方向 4 5 2 へと油圧シリンダー 4 1 1 から外側へ延出に強制的に動かされて、キャリッジ 8 0 が自動車 5 0 の運転席側から外側へと側方へ延出する。

30

【 0 1 2 1 】

そのため、コンピュータ 7 0 2 は、ケーブル 4 2 1 を通じてコントローラ 4 1 3 に送信されるコマンドを介し、モーター 4 1 4 と通信できるため、キャリッジ 8 0 の側方位置を制御できることを理解すべきである。コンピュータ 7 0 2 により、モーター 4 1 4 を電氣的に接続解除 (軸 4 1 2 の自由回転を許すことと定義される) すると、モーター 4 1 4 からの干渉または補助を介さずに、ステアリング制御ユニット 4 1 0 のスプライン軸 4 1 5 をステアリングホイール 4 1 6 により手動で回転させられるようになる。モーター 4 1 4 を接続解除すると、キャリッジ 8 0 の側方位置は、モーター 4 1 4 が油圧操縦装置 4 0 0 内に実装されていない場合と同様に、手動で制御することができる。

40

【 0 1 2 2 】

油圧操縦装置 4 5 0 (図示せず) は、キャリッジ 1 3 0 の側方の動きを制御する。油圧操縦装置 4 5 0 は、前記ステアリングホイール (またはモーター) を反時計方向に回転させるとキャリッジ 1 3 0 が引き込まれ、前記ステアリングホイール (またはモーター) を時計方向に回転させるとキャリッジ 1 3 0 が延出されるよう油圧シリンダーで油圧連結部が逆になっている以外は、すべての点で油圧操縦装置 4 0 0 と同一である。キャリッジ 8 0 および 1 3 0 の動きを制御する上では、他の油圧操縦装置および他の構成も可能である。

。

【 0 1 2 3 】

50

図 8 を参照すると、従来の非磁性セパレートタイプのシャフトカラー 5 0 2 および 5 0 4 を含む駆動軸位置センサー 5 0 0 が示されており、前記シャフトカラー 5 0 2 および 5 0 4 は、非磁性間隔調整用スペーサー 5 0 6 で互いに離間される。シャフトカラー 5 0 2 および 5 0 4 の各半分、ならびに間隔調整用スペーサー 5 0 6 は、従来どおり自動車 5 0 の駆動軸 5 0 8 周囲で凹部を伴ったネジ（図示せず）によりクランプ固定される。

【 0 1 2 4 】

駆動軸 5 0 8 は、さらに、従来のリアアクスル・ディファレンシャルに連結され、転じて自動車 5 0 のリアアクスルを駆動する。さらに前記リアアクスルに取り付けられるのは、それぞれ自動車 5 0 の運転席および助手席側の後輪 5 7（図 2 を参照）および 5 8（図示せず）である。前記リアアクスル・ディファレンシャル、リアアクスル、および後輪 5 8 は、図示していない。駆動軸 5 0 8 は、前記リアアクスルを回転させ、したがって、自動車 5 0 の前記後輪 5 7 および 5 8 を回転させる。そのため、駆動軸 5 0 8 の回転（またはその一部）は、自動車 5 0 による後輪 5 7 の回転を介した長手方向の移動距離に対応する。

【 0 1 2 5 】

駆動軸 5 0 8 が方向 5 1 0 へ回転するに伴い、カラー 5 0 2 および 5 0 4 ならびにスペーサー 5 0 6 も同じ方向 5 1 0 へ回転する。円柱形の永久磁石 5 1 2 および 5 1 4 は、カラー 5 0 2 および 5 0 4 の外周にそれぞれ埋め込まれ、嵌装され、これに沿って動径方向に配列される。さらに、カラー 5 0 4 は、磁石 5 1 4 が磁石 5 1 2 間に動径方向に位置合わせされるよう、カラー 5 0 2 から回転可能に変位される。これらのタイプの磁性シャフトカラーの製造元は、Electro - Sensors, Inc.（米国ミネソタ州 Minnetonka、郵便番号 5 5 3 4 3）である。

【 0 1 2 6 】

従来のホール効果センサー 5 1 6 および 5 1 8 は、シャフトカラー 5 0 2 および 5 0 4 の外周にそれぞれ近接して配置され、従来の取り付け部（図示せず）で自動車 5 0 の本体フレーム 5 4 に取り付けられる。センサー 5 1 6 および 5 1 8 は、方向 5 1 0 への駆動軸 5 0 8 の回転に 응답してカラー 5 0 2 および 5 0 4 が回転するに伴い、それぞれ磁石 5 1 2 および 5 1 4 により変化する磁束を検出する。

【 0 1 2 7 】

変化する磁束に 응답して、センサー 5 1 6 および 5 1 8 は、有効なロー信号 5 2 0 および 5 2 2（図 8 の時間軸すなわち「t」軸に沿った例示において、パルス 5 2 4 および 5 2 6 でそれぞれ表す）を線 5 2 8 および 5 3 0 にそれぞれ生成し、次にこれらが従来の NAND ゲート 5 3 2 の入力部へと流れる。各前記ホール効果センサー 5 1 6 および 5 1 8 の出力は、外部のプルアップ抵抗 R_x および R_y にそれぞれ接続される。これらのプルアップ抵抗 R_x および R_y は、前記ホール効果センサー 5 1 6 および 5 1 8 内に実装してもよい。抵抗 R_x および R_y の他端は DC 電圧 V_{cc} に接続され、この DC 電圧 V_{cc} は自動車 5 0 の 1 2 ボルトバッテリーのものであってよい。入力信号 5 2 0 および 5 2 2 に 응답して、NAND ゲート 5 3 2 は、有効なハイ出力信号 5 3 4 を生成する。NAND ゲート 5 3 2 からの出力信号 5 3 4 は線 5 3 6 に流れバスインターフェース回路 5 3 8 への入力信号となる。NAND ゲート 5 3 2 は、明瞭性のため別個に示しているが、直接インターフェース回路 5 3 8 に実装してもよい。

【 0 1 2 8 】

信号 5 3 4 は、シャフトカラー 5 0 2 および 5 0 4 からの信号から成る。カラー 5 0 4 をカラー 5 0 2 から回転可能に変位させた場合、特定のシャフトカラーサイズおよびカラーごとの磁石数を考慮すると、カラーが 1 つだけの場合より 2 倍多くの磁気パルスが得られる。カラー 5 0 4 を追加することにより、駆動軸 5 0 8 のパルスごとの回転数に関する角度解像度が高まる。より多くのカラーを互いに回転可能に変位させると、駆動軸 5 0 8 の角度分解能をいっそう高めることができる。

【 0 1 2 9 】

例えば、カラー 5 0 2 が全 3 6 個の磁石を有する場合、有効な各ローパルス 5 2 4 は、

10

20

30

40

50

10度の回転角度分解能に対応する。第2のカラー504も36個の磁石を有し、磁石514がカラー502の磁石512間に位置合わせされるよう回転可能に変位されると、干渉しあわない第2の有効ローパルス526はパルス524間に生成され、実質的に5度の回転角度分解能が得られる。そのため、信号534の各パルスは、駆動軸508の既知の回転角度、ひいては後輪57の既知の回転角度に対応する。

【0130】

次に、自動車50の長手方向の移動距離（または長手方向の予測移動距離）は、信号534のパルス数を計測し、これに信号534のパルスごとの移動距離を乗算することで容易に決定される。このパルスごとの移動距離の値は、これまで、本明細書の背景技術の項で上述したように多数の誤差を生じる傾向があったが、それらの誤差は、本発明の好適な実施形態によると著しく低減される。

【0131】

インターフェース回路538は、バスインターフェース回路542と双方向に通信可能な従来のマイクロプロセッサ540を実装できる。インターフェース回路542は、ローカルバス544とマイクロプロセッサ540間のすべての双方向通信を扱う。マイクロプロセッサ540は、線536からの信号534の入力を受け、コンピュータ702によりプログラムされて、計算タスク、例えば従来のゲーティング信号により特定の時間間隔にわたって信号534の一定数のパルスを計数することを実行できる。例えば、コンピュータ702は、信号534のパルス計数を開始するよう回路538に命令する「計数開始」(start count) コマンドをインターフェース回路538に通信したのち、信号534のパルス計数を停止するよう回路538に命令する「計数停止」(stop count) コマンドをインターフェース回路538に通信することができる。次いでコンピュータ702が、「計数開始」と「計数停止」コマンド間に生じた信号534のパルス総数を回路538に要求すると、回路538は、ローカルバス544を通じて前記パルス総数をコンピュータ702に戻すか、あるいは信号534のパルス数が同期的または非同期的にコンピュータ702へ送信される。

【0132】

バスインターフェース回路542は、バス544に送信されるよう意図されたマイクロプロセッサ540の信号に対し、選択されたバス544の仕様と互換性を有するよう調整を行い、マイクロプロセッサ540に送信されるよう意図されたバス544からの受信信号に対し、当該マイクロプロセッサ540の仕様と互換性を有するよう調整を行う。バス544としては、例えば、従来のCANopenまたはEIA-485（正式にはRS-485と呼ばれる）通信プロトコル仕様のあるものがある。このように、インターフェース回路542は、ローカルバス544を通じてコンピュータ702（および図9に示した他の構成要素）と双方向に通信可能であり、また計算タスクを実行し、さらに、これらタスクの結果を同期的または非同期的に通信してコンピュータ702または他のシステム要素（図9に示す）に戻すようコンピュータ702によりプログラム可能である。

【0133】

ここで図9を参照すると、キャリッジ80用のマシンビジョンベースの制御システム700が示されており、この制御システム700は、コンピュータ702と、LCDディスプレイ704と、キーボード706と、撮像装置またはカメラ252と、第1のGPS受信機154と、加圧空気制御システム160と、電気モーター414と、ステアリング制御ユニット410と（油圧操縦装置400の一部）、リニア位置センサー110と、駆動軸位置センサー500と、電源708とを含む。同一のマシンビジョンコンピュータ制御システム750は、キャリッジ130を制御するが図では示しておらず、GPS受信機（RTK対応のGPS受信機154およびGPSアンテナ152は自動車50に1つだけ示されている）または駆動軸位置エンコーダまたはセンサー500（駆動軸位置エンコーダまたはセンサー500は、自動車50に1つだけに必要とされる）を含まない点で異なる。コンピュータ702は、同一のマシンビジョンベース制御システム750の同様なコンピュータ752（図示せず）と、双方向バス710を通じて双方向に通信可能である。あ

10

20

30

40

50

るいは、コンピュータ 752 により実行されるタスクは、コンピュータ 702 により完全に管理される。

【0134】

コンピュータ 702 は、GPS 受信機 154 と、カメラ 252 と、加圧空気制御システム 160 と、電気モーター 414 と、駆動軸位置センサー 500 と、リニア位置センサー（ワイヤ式変位センサ）110 とを含む種々の構成要素と通信可能であり（すなわち、データを送受信し）、またはそれらの構成要素間も双方向に通信可能であり、その通信は、マスターバス 712 およびローカルバス 724、266、714、421、544、および 716 を通じてそれぞれ行い、各構成要素は、双方向に通信可能である。

【0135】

マスターバス 712 は、いくつかの異なる個別のローカルバスから構成でき、各個別のローカルバスは、各々の通信仕様をサポートする異なる電気的および機械的仕様を有する。例えば、ローカルバス 266 は、カメラリンク互換バスであってよく、ローカルバス 421 は、CANopen 互換バスであってよく、まとめてグループ化またはバンドルされると、マスターバス 712 の一部を形成する。コンピュータ 752 により実行されるタスクが完全にコンピュータ 702 で代行される場合、マスターバス 712 は、コンピュータ制御システム 750 の残りの構成要素の個別のローカルバスを含むよう拡張される。

【0136】

キーボード 706 および液晶（または同様な）ディスプレイ 704 は、従来のコンピュータ周辺機器であり、双方向のユニバーサルシリアルバス（USB）718 および 720 を通じてそれぞれコンピュータ 702 に接続される。キーボード 706 により、作業者は英数字および他のデータをコンピュータ 702 に入力でき、ディスプレイ 704 は、コンピュータ 702 からの情報を作業者が見られるよう表示する。また、ディスプレイ 704 は従来の「タッチ」ディスプレイであってよく、その場合、作業者は、「スマート」な携帯電話、例えば Apple 6 携帯電話のディスプレイ同様に、ディスプレイ 704 上の領域に選択的に触れることにより、情報を見ることも、データを入力することもできる。さらに、従来のコンピュータと互換性のあるマウスおよびジョイスティックも、作業者によるコンピュータ 702 へのデータ入力用に提供される（図示せず）。

【0137】

電源 708 は、コンピュータ 702 と、カメラ 252 と、GPS 受信機 154 と、リニア位置センサー 110 と、駆動軸位置センサー 500 とに電力を供給し、主電源として自動車 50 の 12 ボルトバッテリーを使うことができる。加圧空気制御システム 160 およびモーター 414 は、自動車 50 の前記 12 ボルトバッテリーから直接受電するか、電源 708 から受電することができる。システム 750 は、各構成要素に電力を供給する電源 708 と同様な専用電源 762（図示せず）を有してよく、または電源 708 を適宜サイズ調整して、システム 700 およびシステム 750 の構成要素の双方に供电することもできる。

【0138】

また図 9 には図 7 のステアリング制御ユニット 410 も示しており、このステアリング制御ユニット 410 は、ステアリングホイール 416 の回転と、より具体的には電気モーター 414 の制御された軸 412 の回転（矢印 722 で表す）との双方に応答する。

【0139】

第 1 の GPS アンテナ 152 は、電気ケーブル 158 を通じて GPS 受信機 154 と電気的に通信可能である。アンテナ 152 および受信機 154 は、任意の GPS 衛星システム（例えば、ロシアの GLONASS システムまたは米国のグローバルポジショニングシステム）、あるいは GPS 擬似衛星システムから従来の GPS 信号 156 を受信するようになっている。また、受信機 154 は、さらに、別個の通信チャネル（図示せず）経由で RTK データを使用して、衛星から得られる GPS データを補完し、自動車 50 の GPS 位置精度を向上させるようになっている。

【0140】

10

20

30

40

50

図 9 に示した単一のアンテナ・受信機 GPS システムを拡張すると、2 つの追加 GPS アンテナおよび受信機を有した公知の GPS ベーストラック座標系 (慣用地球中心地球固定 (conventional Earth Centered Earth Fixed : conventional ECEF) 座標系を基準とする) が得られる。第 2 の GPS アンテナは、長手方向に位置合わせされ (座標系 5 2 の X 軸に沿って)、前記第 1 の GPS アンテナの後方にある。第 3 の GPS アンテナは、前記第 2 の GPS アンテナから側方へ反対側に位置する (座標系 5 2 の Y 軸に沿って)。自動車 5 0 に基づいた拡張 GPS システムにより、自動車 5 0 とその任意の固定または可動部品の前記 ECEF 座標が決定可能になり (オフセットは補正される)、各々の絶対 ECEF 位置が決定できる。GPS 受信機の一例としては、Trimble Navigation Limited (米国カリフォルニア州 Sunnyvale) 製の機種 BX - 982 がある。

10

【 0 1 4 1 】

GPS 受信機 1 5 4 は、アンテナ 1 5 2 により受信された信号をデコードし、RTK データを使って (別個の通信チャネル経由で) アンテナ 1 5 2 の地理的位置 (経度、緯度、および高度、または ECEF 位置) を決定する。アンテナ 1 5 2 の位置は、座標系 5 2 についてわかっている。

【 0 1 4 2 】

システム 7 0 0 の他の構成要素のうち GPS 受信機 1 5 4 との双方向通信は、ローカルバス 7 2 4 およびマスターバス 7 1 2 を経由する。上述のように、通常は、自動車 5 0 にただ 1 つの RTK 対応 GPS システムが必要とされる。この場合、コンピュータ 7 5 2 は、コンピュータ 7 0 2 から GPS データを要求できる。すると、コンピュータ 7 0 2 は、要求された GPS データを双方向バス 7 1 0 経由でコンピュータ 7 5 2 に送信する。その際、コンピュータ 7 0 2 はサーバーとして機能し、コンピュータ 7 5 2 はクライアントのように機能する。あるいは、コンピュータ 7 0 2 は、コンピュータ 7 5 2 から要求がなくともコンピュータ 7 5 2 に GPS データを送信し、基本的に、GPS 受信機 1 5 4 からローカルバス 7 2 4 およびマスターバス 7 1 2 を通じてコンピュータ 7 0 2 が GPS 位置および他のデータを受信し次第、これをコンピュータ 7 5 2 にストリーミングする。

20

【 0 1 4 3 】

撮像装置またはカメラ 2 5 2 は、光を電気信号に変換するよう通常長方形フォーマットに構成された長方形のピクセルアレイを備えた CCD センサーを有する従来の順次走査 CCD カメラであり、例えば JAI Inc. (米国カリフォルニア州 San Jose) 製の型番 RM / TM - 6740CL などがある。例えば、RM / TM - 6740CL 用の CCD センサーは 640 × 480 能動ピクセルのアレイを有する。

30

【 0 1 4 4 】

カメラ 2 5 2 には、光学バンドパスフィルター 2 6 2 (図 6 に示したもので、レーザー発光波長を光学的に通過させる) を有することのできる従来のレンズ 2 6 0 が取り付けられ、さらに、手動で若しくは電子的に調整可能な絞り 2 6 1 (図示せず) を有する。カメラ 2 5 2 は、前記 CCD センサーが受け取る光量を制御可能に決定するプログラム可能な電子シャッター 2 6 3 も有する。

【 0 1 4 5 】

カメラ 2 5 2 内には電子回路 (図示せず) が含まれ、この電子回路は、従来のカメラリンクインターフェースを使い、ローカルバス 2 6 6 およびマスターバス 7 1 2 を通じて、ステータス、制御、および画像データをコンピュータ 7 0 2 に通信する。さらに、カメラ 2 5 2 は、コンピュータ 7 0 2 により (画像取得システム 7 2 6 を介して) GPS 受信機 1 5 4 から直接得られる、または他の時間決定性トリガーソース (すなわち、トリガー信号が発生する時間がわかっている) から得られるトリガー信号から画像を取得するようトリガーされる。

40

【 0 1 4 6 】

リニア位置 (トランスデューサ) センサー 1 1 0 は、自動車 5 0 のフレーム 5 4 に対するキャリッジ 8 0 の相対的な側方の直線変位を測定する。例えば、リニア位置センサー 1

50

10は、Micro-Epsilon（米国ノースカロライナ州Raleigh）製の、従来の業務用デジタルCANopenワイヤ式変位センサ型番WDS-5000-P115であってよく、このWDS-5000-P115は、自動車50のフレーム54に取り付けられるセンサーハウジングと、キャリッジ80の取り付け点114で側部フレーム部材118に固定される柔軟な鋼（テフロン（登録商標）でコーティングされた）ワイヤーとを有する。また、リニアセンサー110は、フレーム54に固定されて反射性のターゲットに焦点を合わせ、かつ、キャリッジ80の側部フレーム部材118の内側に取り付けられる従来のレーザー距離計であってよく、または従来の線形可変差動変圧器（linear variable differential transformer：LVDT）であってよい。位置および他のデータがローカルバス716を通じてセンサー110とコンピュータ702間で通信されると、ローカルバス716はマスターバス712の構成要素になる。コンピュータ702は、位置情報についてセンサー110をポーリング（要求）することができ、あるいはセンサー110が位置データをコンピュータ702に連続的に送信することも可能である。キャリッジ80の位置は、座標系52に関し、センサー110を介してわかる（オフセットは調整される）。

10

20

30

40

50

【0147】

そのため、フレーム54に関するキャリッジ80の相対的な側方位置の動きは、センサー110により決定され、キャリッジ80が相対的に移動した距離は、位置の違いに加え、塗装およびビーズガンと各々のノズルの位置を含む、キャリッジ80に搭載された物体の位置（および距離）から計算でき、また、座標系52と相対的にも計算できる（オフセットは補正される）ことを理解すべきである。

【0148】

加圧空気制御システム160（以上で、図4について参照した）は、ローカルバス714およびマスターバス712を通じてコンピュータ702と通信可能である。線216、236、238、および240は、まとめてローカルバス714になる。これにより、コンピュータ702は、加圧空気制御システム160による道路標示材料の定量供給を制御できる。

【0149】

上述したように、モーター414は高トルク、低速で、好ましくは直接駆動の永久磁石同期電動機（PMSM）である。直接駆動モーターを有することで、単純な改修設置が可能になるとともに、手動またはモーター軸412回転によるキャリッジ80の側方の動きを等しく維持することができる。また、直接駆動モーター414は、機械的な伝動装置を不要にする。モーター414は、さらに、軸412の角位置、ひいてはスプライン軸415の角位置を決定するシャフトエンコーダ（図示せず）を有する。シャフトエンコーダは、例えば、従来の光または磁性シャフトエンコーダであってよい。

【0150】

電気モーター414内部のプログラム可能なモーターコントローラー413は、ローカルバス421およびマスターバス712経由でコンピュータ702と外部通信し、バス421およびマスターバス712で送信される信号を通じてコンピュータ702によりプログラムして、ステアリング制御ユニット410の軸412、ひいてはスプライン軸412の回転位置、速度、またはトルクを制御することができる。また、コンピュータ702は、コントローラ413、例えば電圧、電流、動作温度、エンコーダ位置、および他のデータを操作するモーターバスから、データを要求および受信できる。

【0151】

コンピュータ702は、外部周辺機器、例えば外部メモリ、メモリースティック、および他のUSB互換周辺機器と通信する通信ポート、例えばユニバーサルシリアルバス（USB）を有した従来のコンピュータである。付加的に設けられる通信ポートとしては、有線ポート、例えばイーサネット（登録商標）、EIA-232、EIA-422、EIA-485など、および無線ポート、例えばWi-Fi、Bluetooth（登録商標）などがある。

【0152】

コンピュータ702は、内部で利用可能な周辺機器相互接続(peripheral component interconnect: PCI)拡張スロットおよび/または周辺機器相互接続エクスプレス(peripheral component interconnect express: PCIe)拡張スロットも有する。例えば、コンピュータ702は、コンピュータ702から外部周辺機器、例えば従来の道路標示材料加圧空気制御システム160にデジタル制御信号を送信するため、また外部周辺機器からコンピュータ702にデジタル信号を受信するため、PCIe互換拡張スロットに挿入された従来のPCIe入出力基板を備えることができる。

【0153】

コンピュータ702は、さらに、カメラ252をコンピュータ702にインターフェース接続する画像取得システム726を含む。取得システム726には、従来のフレームグラバ-PCIe拡張スロットと互換性のある画像フレームグラバ-カード、例えば高性能カメラリンクフレームグラバ-カードであるNational Instruments Corporation(米国テキサス州Austin)製の型番NI PCIe-1433を含めることができる。システム726は、カメラ252から取得された画像を格納するランダムアクセスメモリ(RAM)バッファも含み、カメラ252をコンピュータ702にインターフェース接続するためのソフトウェアオーバーヘッド(制御、画像データ転送など)をすべて扱う。

【0154】

取得システム726は、さらに、外部撮像トリガー入力728を有する。入力728に送られる外部トリガー信号に応答し、取得システム726は、バス712および266を通じてカメラ252に制御信号を送信して、既知の時間に画像を取得または「スナップ」する。次に、画像データ(ピクセルグレースケールおよび位置値)が、カメラ252から各々のバスを通じて、取得システム726のオンボードバッファメモリに転送され、続いてコンピュータ702のデータメモリ806(図10に示す)に転送される。また、取得システム726は、ソフトウェア命令に応答して既知の時間にカメラ252から画像データを取得する。そのため、画像データは、ハードウェアまたはソフトウェアが既知の時間に発するトリガー信号に応答して取得できる。

【0155】

外部トリガーソース(図示せず)は、前記外部トリガー信号のタイミングを生成して正確に制御し、またコンピュータ702によりプログラムされて種々のトリガー信号を生成することができる。例えば、このトリガーソースは、既知の周波数を有した定期的なトリガー信号を生成するようプログラムできる。その定期的なトリガー信号に응答して、カメラ252は、各取得画像間に正確な既知の時間間隔を有する一連の画像を取得する。一連の画像は、次に、決定性外部トリガー信号に응答して取得される。前記トリガーソースは、従来のプログラム可能な信号発生器であってよく、またはコンピュータ内蔵タイマー、タイミングモジュール730、外部マイクロコントローラベースのシステム、またはGPS受信機154から(あるいは3つのGPS受信機・アンテナシステムから)得られる。

【0156】

そのため一連の画像は、外部または内部で生成されて(すなわちソフトウェアにより)前記トリガーソースかコンピュータ702によりタイミングがそれぞれ正確に維持および制御される決定性トリガー信号に응答して、カメラ252により取得してコンピュータ702のデータメモリ806に格納できることを理解すべきである。取得された画像は、前記ピクセルアレイと1対1の対応を有するグレースケール値のアレイとしてメモリ806に格納される。例えば、640×480のピクセルアレイを有するCCDセンサーは、640×480のアレイのグレースケール値(前記ピクセルアレイに整合する)を出力する。あるいは、カラー撮像装置を使うこともできる。

【0157】

コンピュータ702は従来のタイミングモジュール730も含み、このモジュールは、

10

20

30

40

50

コンピュータ 702 により、またはオンラインに配置された信号を通じて外部プログラミングソースからプログラムすることで一定のタイミングタスクを実行でき、既知の時間にカメラ 252 から画像を取得するためのトリガーソースとして使用できる。

【0158】

図 10 を参照すると、コンピュータ 702 のメモリ 800 のブロック図が示されている。メモリ 800 は、コンピュータ 702 のハードウェアおよび他のリソースを管理するオペレーティングシステムソフトウェア 802 と、本発明の好適な一実施形態に基づいてタスクを実行するいくつかのソフトウェアプログラムを有するプログラムメモリ 804 と、カメラ 252 から取得される画像データを含むシステムおよび他のデータを格納するデータメモリ 806 とを含む。

10

【0159】

オペレーティングシステムソフトウェア 802 は、リアルタイムオペレーティングシステム (real time operating system: RTOS)、ユニックス、リナックス (登録商標)、Windows (Microsoft 社製)、または他の互換オペレーティングシステムを含むことができ、従来のオペレーティングシステムソフトウェア機能を実行し、コンピュータ 702 のプログラムメモリ 804 に格納された種々のプログラムを実行することができる。

【0160】

プログラムメモリ 804 は、画像補正プログラム 808 と、ピクセル - 距離プログラム 810 と、画像解析プログラム 812 と、標示経路予測プログラム 814 と、マシンビジョンキャリッジ制御プログラム 816 と、動的な位置較正プログラム 818 と、定量供給制御プログラム 820 とを含む。

20

【0161】

画像補正プログラム 808 は、カメラ 252 から取得された生画像データを入力したのち、レンズ 260 (および可能性としてプレキシグラス球 256) により生じる光学的な糸巻き型または樽型歪曲について前記生画像データを補正し、続けて従来のホモグラフィアルゴリズムを使ってパースペクティブ歪曲に関する第 2 の補正を行う。生画像も補正された画像データも、データメモリ 806 に格納される。

【0162】

例えば、領域 70 の物体空間 (すなわち、カメラ 252 の実際の物理的視野) は、実質的に長方形の道路標示区分 18 を含み、この長方形は、近位の長手方向縁線 40 (すなわち、自動車 50 に最も近い長手方向の縁線) および遠位の長手方向縁線 44 (すなわち、自動車 50 から最も遠い長手方向の縁線) と、開始側方縁線 42 (すなわち、自動車 50 が最初に近づく第 1 の横方向の縁線) および終了側方縁線 46 (図 1 を参照) とを有する。前記縁線は、実質的に長方形の境界を伴う道路標示区分 18 を形成する。側方縁線 42 および 46 は、それぞれ一般に、標示区分 18 の開始線および終了線と呼ばれる。前記長方形の境界は、物体空間において実質的に「直線状の」線で明確に画成される。

30

【0163】

ここで図 11A を参照すると、領域 70 のひずんだ生画像 900 が示されている。領域 70 の当該生画像には、前記光学的およびパースペクティブ歪曲が明らかに見られ、特に、この生画像の標示区分 18 の長方形境界の一部はひずんでいる。標示区分 18 の元の直線状の縁線 40、44、および 42 (線 42 のみ、撮像領域 70 内に位置する) は、前記生画像データ 900 において、それぞれひずんだ線分 (すなわち、湾曲した区分) 902、906、および 904 になる。さらに図 11A に示したのは、カメラ 252 の視野に含まれる前記長方形画像 900 の画像境界 900a、900b、900c、および 900d (前記ピクセルアレイデータに対応する) である。

40

【0164】

図 11B を参照すると、領域 70 のひずみのない画像 914 が示されている。画像補正プログラム 808 は、ひずんだ生画像 900 のデータを入力し、光学的およびパースペクティブ双方の歪曲を補正することでひずんだ画像 900 を補正し、特にひずんだ線分 90

50

2、904、および906を元のひずみのない空間の線分908、910、および912（直線40、42、および44にそれぞれ対応する）にして、ひずみのない（補正された）画像914を生成する。補正されたひずみのない画像914を表すこのデータは、次に、データメモリ806に格納される。各画像（生および補正済み双方）は、タイムスタンプされて、各前記画像とともにデータメモリ806に格納される。

【0165】

また図11Aおよび11Bの双方に示しているのは、従来どおり画成されたピクセル（画像空間）の原点905と、物体空間の $x-y$ 軸に対応する画像座標軸 u および v と、原点905に対するキャリッジ80の側方位置を示し、したがって前記塗装およびビーズガン84、86、88、および90と各々のノズルのオフセット補正済み側方位置を示すレーザーラインパターン106を撮像したレーザーラインパターン106aである。

10

【0166】

画像補正プログラム808が光学的なひずみを補正する上で必要とする各前記ひずみパラメータは、従来の光学的ひずみ補正プログラム、例えばThe MathWorks, Inc.（米国マサチューセッツ州Natick）製のものにより決定され、これは当該カメラ校正技術分野で知られている。また、次にパースペクティブ歪曲は、光学的にひずみのない画像を平面ホモグラフィ変換して補正される（路面4はカメラ252の視野内で平面であると仮定される）。画像補正プログラム808は、寸法の定義された2D市松模様（チェッカー盤パターン）の画像データを適切なソフトウェアとともに使って、光学的およびパースペクティブ歪曲を最小限に抑えるために必要な補正を決定する。さらに、前記画像の $u-v$ 座標は、実際のひずみのない画像境界を超えて延長でき、この場合も路面4がカメラ252の視野内で平面であると仮定して、特に前記塗装およびビーズガンと各々のノズルの下にある領域を含む。

20

【0167】

ピクセル-距離変換プログラム810は、前記ひずみのない画像の各ピクセルを等価な物体空間距離に変換し（例えば、補正済み画像の画像空間における u 軸方向の1つのピクセルは、物体空間における x 方向の0.25インチすなわち6mmに対応する場合がある）、または各物体空間座標をそれに対応するひずみのない画像空間座標に変換する。さらに、従来の較正法により $x-y-z$ 物体空間における各ピクセルの位置が決定され、座標系52がその基準とされる。特に、ピクセル-距離変換プログラム810は、物体空間における他の全ピクセル座標を決定する際に基になるひずみのない画像の前記画像空間原点905について、物体空間における $x-y-z$ 座標を決定することができる。この変換の実行に必要なデータは、この場合も既知の物体空間で撮像された市松模様の x 軸および y 軸寸法から実験で決定され、路面4の z 軸座標が決定される。これにより、各ピクセル（画像空間における）は、それと等価な、座標系52を基準とする物体空間の $x-y-z$ 軸座標を有する。これらのピクセル-物体および物体-ピクセル距離変換データは、次いでデータメモリ806に格納される。

30

【0168】

画像解析プログラム812は、前記開始および終了側方縁線42および46、ならびにこれら開始および終了側方縁線42および46のそれぞれの中心点43および47の双方を、道路標示区分18前記ひずみのない画像から、当該技術分野で周知の画像処理方法を使って決定する。画像処理方法は、例えば、Rafael C. GonzalezおよびRichard E. Woodsによる『Digital Imaging Processing』（デジタル撮像処理）（第2版、Prentice Hall刊、2002年）を含む多くの文献で参照されている。また、画像解析プログラム812は、ピクセル-距離プログラム810からのデータを使って、線42および46と、中心点43および47との画像および物体空間座標も決定する。さらに、プログラム812は、撮像されたレーザーラインパターン106aの画像空間座標を決定し、それに対応する物体空間の x 軸、 y 軸、および z 軸座標も決定する。画像解析プログラム812の結果は、データメモリ806に格納される。

40

50

【 0 1 6 9 】

ここで図 1 2 A を参照すると、領域 7 0 の補正された（ひずみのない）画像 9 5 0 が示されており、座標系 5 2 について等価な物体空間座標を有することのできる画像空間の原点 9 0 5 と、画像の隅の $u - v$ 座標（ 640×480 ピクセルアレイを仮定する）とが含まれる。 u （ 640 ）で定義される垂直な画像線 9 5 2 に沿った画像ピクセルグレースケール値のグラフが、画像座標 v の関数としてグラフ 9 5 4 に示されている。このグレースケール値のグラフは、高グレースケール値の領域 9 6 0 の両側に低グレースケール値の領域 9 5 6 および 9 5 8 があることを示している。領域 9 6 0 は垂直な画像線 9 5 2 上の道路標示区分 1 8 の画像 9 6 2 に対応し、閾値 9 4 0 を超えるすべてのグレースケール値を考慮することのみにより決定される。閾値 9 4 0 は、前記領域 9 5 6、9 5 8、および 9 6 0 のグレースケール値（すなわち、領域 9 5 6、9 5 8、および 9 6 0 のコントラスト差に基づき、動的に閾値 9 4 0 を決定）および他のパラメータに基づいて動的に設定できる。当該撮像処理技術分野では、種々の閾値決定技術がよく知られている。

10

【 0 1 7 0 】

道路標示区分 1 8 については、領域 9 5 6 から閾値値 9 4 0 を越える移行により、補正済み画像における長手方向の縁線 4 4 のひずみのない線分 9 1 2 の v 座標 9 6 4 が決定され、領域 9 6 0 から閾値値 9 4 0 を越える領域 9 5 8 への移行により、補正済み画像における長手方向の縁線 4 0 のひずみのない線分 9 0 8 の v 座標 9 6 6 が決定される。前記 v 座標 9 6 4 および 9 6 6 の差から、画像空間における道路標示区分 1 8 の画像の幅が得られる。したがって、それに対応する画像のピクセル - 物体距離比が v 方向についてわかっているならば、物体空間における標示区分 1 8 の実際の物理的な幅を決定できる。また、 v 座標値 9 6 6 および 9 6 4 の平均から、道路標示区分 1 8 の画像の中央の v 座標値 9 6 8（例では v （ 200 ）と示している）、ひいては道路標示経路 1 6 の位置が得られる。

20

【 0 1 7 1 】

画像空間における画像の u および v 値は較正され、それと等価な $x - y$ 軸の物体距離をもたらしているため、画像空間で決定される任意ピクセルの $u - v$ 座標（およびピクセルから得られる）距離は、それに対応する $x - y - z$ 点の座標（および $x - y - z$ から得られる）距離を、座標系 5 2 を基準とする物体空間において有することを理解すべきである。また、前記画像および物体空間およびの双方における道路標示区分 1 8 の厳密な位置も決定される。

30

【 0 1 7 2 】

さらに図 1 2 A に示しているのは、 v 座標値 9 6 8 で定義される水平な道路標示経路の画像線 9 7 2 に沿った、画像座標 u の関数としての画像ピクセルグレースケール値のグラフ 9 7 0 である。このグレースケール値のグラフは、低グレースケール値の領域 9 7 4 および高グレースケール値の領域 9 7 6 を示している。領域 9 7 6 は、道路標示経路の画像線 9 7 2 に沿った道路標示区分 1 8 の画像に対応する。また、グラフ 9 7 0 は、グレースケール閾値 9 7 8 も示している。領域 9 7 6 から閾値値 9 7 8 を越える領域 9 7 4 への移行により、道路標示区分 1 8 の縁線 4 2 の u 座標値 9 8 0 が定義される。閾値 9 7 8 は、前記領域 9 7 4 および 9 7 6 のグレースケール値（領域 9 7 4 および 9 7 6 のコントラスト差に基づき、動的に閾値 9 7 8 を決定）および他のパラメータに基づいて動的に設定できる。レーザーラインパターン 1 0 6 の撮像されたレーザーラインパターン 1 0 6 a も示されている。

40

【 0 1 7 3 】

そのため、画像の $u - v$ 座標（それぞれ点 9 8 0 および 9 6 8）は、ひずみのない線分 9 1 0 の線画像の中心点 9 8 2 を定義する（したがって、座標系 5 2 を基準とする物体空間において、側方縁線 4 2 の中心点 4 3（すなわち、道路標示区分 1 8 の中央）を定義すること）を理解すべきである。また、ひずみのない線分 9 1 0 の線画像の端点 9 8 4 および 9 8 6 の画像空間座標も、同様に決定できる。例えば、端点 9 8 6 の $u - v$ 座標は、 u 座標 9 8 0 および v 座標 9 6 4 から成る。側方縁線 4 2 は、一般に、標示区分 1 8 の開始線（beginning line または starting line）と呼ばれる。画

50

像解析プログラム 8 1 2 は、同様な計算を行って側方終了線 4 6 の中心点 4 7 の位置のほか、物体または画像空間座標における側方線 4 6 の位置も決定することができる。中心点 4 3 および 4 7 は、実質的に直線状の道路標示区分 1 8 の長手方向の端点を画成するが、図 1 2 C を参照して説明したように、この目的で他の中間点を使用してもよい。

【 0 1 7 4 】

図 1 2 B を参照すると、再び領域 7 0 の遅延画像 9 9 0 が示されているが、自動車 5 0 が道路標示経路 1 6 に沿って長手方向 2 8 へ移動している結果、道路標示区分 1 8 の画像は、この時点で u 座標軸に沿って左方向へ変位し、原点 9 0 5 に近づいている。画像 9 5 0 および 9 9 0 間のタイムスタンプ差は、わかっている。また、レーザーラインパターン 1 0 6 の撮像されたレーザーラインパターン 1 0 6 a も示されている。またはレーザーポインター「スポット」の画像を撮像することもできる。画像点 9 8 2、9 8 4、および 9 8 6 の画像座標は、この場合も図 1 2 A を参照して説明したものと同様な技術を使って決定される。

10

【 0 1 7 5 】

また、画像解析プログラム 8 1 2 は、画像および物体空間データおよびの双方に計算を行い、例えば、図 1 2 A および 1 2 B の点 9 8 2 の $u - v$ 座標差を取得する。次に、この $u - v$ 差について、ピクセル - 距離プログラム 8 1 0 で決定されたピクセル - 距離比を使って物体距離と相関をとる。同様な差および他の計算は、点 9 8 4、9 8 2、および 9 8 6、ならびに撮像された線 4 6 の等価な画像点により定義される画像線分について行うことができる。

20

【 0 1 7 6 】

また、画像解析プログラム 8 1 2 は、駆動軸位置センサー 5 0 0 からのパルス数データを入力し、以上に述べたデータ等を使って計算を行うことができる。画像解析プログラム 8 1 2 は、画像空間計算および従来の画像処理アルゴリズムを使って、撮像された道路標示区分 1 8 が単一線または二重線、実線または破線、あるいは線パターンの任意の組み合わせを有するかも決定できる。撮像中の線のタイプは、位置および時間がタグ付けされて、データメモリ 8 0 6 に格納される。

【 0 1 7 7 】

図 1 2 C を参照すると、再び領域 7 0 の遅延画像 9 9 2 が示されているが、今回は、自動車 5 0 が道路標示区分 1 8 から逸れている結果（自動車 5 0 は右折中である）、標示区分 1 8 の部分的な画像が u および v 座標双方から変位している（この標示区分 1 8 の部分的な画像が傾斜している）。傾斜した画像は、以前の点 9 8 8（図 1 2 A を参照）を垂直な画像線 9 5 2 上の現在の点 9 9 4 と比較することにより決定される。例えば、図 1 2 A の点 9 8 8 の v 座標を図 1 2 C の点 9 9 4 の v 座標と比較すると、差があるため、自動車 5 0 および道路標示経路 1 6（ひいては道路標示区分 1 8）の相対距離の変化が示される。

30

【 0 1 7 8 】

画像間の逸脱が大きくならないようすばやく取得された画像の場合は、図 1 2 A および 1 2 B で説明したように、道路標示区分 1 8 の画像で開始および終了縁線 4 2 および 4 6 を決定する技術と同じ座標決定技術を使用できるが、この場合は、新たな中間垂直探索線（側方へ方向付けられた）9 5 2 a を使って、点 9 9 6 を決定する。ここでは両点 9 9 4 および 9 9 6 の $u - v$ 座標を使って、新しい傾斜した道路標示経路の画像線 9 7 2 a を定義し、次に図 1 2 A および 1 2 B を参照して説明した技術を使って中心点 9 8 2 を決定する。また、前記点 9 9 4 および 9 9 6（したがって、道路標示経路の画像線 9 7 2 a）は、線分 9 9 4 a の中心および線分 9 9 6 a の中心を決定することにより決定できる。そのため、線分 9 9 4 a および 9 9 6 a は、長手方向に位置が異なり側方へ方向付けられた線分であり、それぞれ探索線 9 5 2 および 9 5 2 a と前記道路標示画像の交点から得られ、それぞれの中心は、前記道路標示経路上の 2 点を画成し、さらに前記道路標示経路をモデル化する上で使用できる（線 9 7 2 a に直線モデルを仮定）。

40

【 0 1 7 9 】

50

また、画像解析プログラム 8 1 2 は、道路標示区分 1 8 の連続画像（例えば、前記開始線 4 2 の画像）の特徴間の $u - v$ 座標差を決定し、その差を、ピクセル - 距離プログラム 8 1 0 からのデータを使って物体空間距離に変換したのち、前記連続画像間の時間の差を得ることにより、自動車 5 0 のスピードを決定する。各画像が取得された時間および画像間の時間間隔は、トリガー入力 7 2 8 に送られるトリガー信号のタイミングにより、または上述した他の決定性から得られるトリガー信号（例えば、GPS 受信機 1 5 4 から得られるタイミング信号）により決定され、画像解析プログラム 8 1 2 で既知のものである。次いで、物体移動距離とこの距離を移動するための時間の双方がわかっていることから、自動車 5 0 のスピードが決定される（距離 / 時間）。GPS 受信機 1 5 4 からのデータを使用すると、距離および時間間隔、ひいては自動車 5 0 のスピードを決定することもできる。

10

【0 1 8 0】

また、画像解析プログラム 8 1 2 は、補正済み画像を分析して間隔および標示区分の長さを決定し、破線パターン（例えば、1 5 / 4 0 パターン）を決定することができる。

【0 1 8 1】

標示経路予測プログラム 8 1 4 は、一連の時間補正された画像および画像解析プログラム 8 1 2 から逐次決定された個々の中心点 9 8 2 の一連の $u - v$ 座標に基づき、画像空間において道路標示経路 1 6 を予測する方程式（数学モデル）を計算する。もう 1 つの利用可能な $u - v$ 点は、モデル開発用に、境界線 9 5 2（ u 座標が $u(6 4 0)$ に等しい）および水平線 9 7 2（ v 座標が $v(2 0 0)$ に等しい）の交点で定義することができる（図 1 2 A および図 1 2 B を参照）。他の画像点または画像から決定される線分、例えば図 1 2 C に示した点 9 9 4 および 9 9 6 は、この目的で使用することができる。また、標示経路予測プログラム 8 1 4 は、ピクセル - 距離プログラム 8 1 0 を使って物体空間における前記標示経路 1 6 を予測する方程式も決定できる。

20

【0 1 8 2】

例えば、2 つの $u - v$ 座標ペアを使用すると、画像または物体空間における道路標示経路 1 6 の直線数学モデル（従来の $y = mx + b$ 線型方程式）を開発でき、3 つの $u - v$ 座標ペアを使用すると、二次または他のタイプの補間曲線モデルを開発できる。次に、この情報を、ピクセル - 距離プログラム 8 1 0 からの画像空間 - 物体空間変換値とともに使って、道路標示経路 1 6 の物体空間予測モデルが開発され（標示経路に、例えば前記縁線 4 2 の中心点 4 3 が続くなど）、自動車 5 0 の後方、特にキャリッジ 8 0 および塗装・ビーズガン領域の上方における標示経路が予測される。

30

【0 1 8 3】

マシンビジョンおよびキャリッジ制御プログラム 8 1 6 は、塗装ガン 8 4 とその各々のノズル、ならびにそれに伴うビーズガン 8 8 が、既存の単一道路標示区分 1 8 の上方に配置されるよう、キャリッジ 8 0 を位置決めする。ガン 8 4 が各々の道路標示区分 1 8 と適切に位置合わせされている場合は、塗装ガン 8 6 およびビーズガン 9 0 が、第 2 の道路標示に対応するよう側方へ調整されているものと仮定される。塗装および / またはビーズガンは、どのような数であっても対応できる。マシンビジョンおよびキャリッジ制御プログラム 8 1 6 は、前記画像または物体空間のどちらかの道路標示経路 1 6 の数学予測モデルを、標示経路予測プログラム 8 1 4 から使用することができる。

40

【0 1 8 4】

マシンビジョンおよびキャリッジ制御プログラム 8 1 6 は、前記側方突出線 8 1 の画像空間方程式と、前記道路標示経路 1 6 の画像空間経路予測方程式との交点を計算する。前記交点の $u - v$ 座標は、道路標示材料を直接道路標示区分 1 8 の上から定量供給するための、塗装ガン 8 4 とそのノズル（およびビーズガン 8 8）の位置合わせ位置を定義する。

【0 1 8 5】

キャリッジ 8 0 の現在位置（したがって、オフセットを調整した塗装ガン 8 4 とそのノズルの現在位置）は、レーザーラインパターン 1 0 6 の撮像されたレーザーラインパターン 1 0 6 a を補正したものの $u - v$ 座標を使って、画像解析プログラム 8 1 2 により計算

50

できる。次いで、マシンビジョンおよびキャリッジ制御プログラム 8 1 6 は、前記側方突出線 8 1 の画像空間方程式と、前記道路標示経路 1 6 の画像空間経路予測方程式との画像空間交点を使って、レーザーラインパターン 1 0 6 の撮像されたレーザーラインパターン 1 0 6 a に必要とされる $u-v$ 座標位置を計算して、道路標示経路区分 1 8 の上から塗装ガン 8 4 とそのノズルを側方へ位置決めする。また、マシンビジョンおよびキャリッジ制御プログラム 8 1 6 は、塗装およびビーズガンとレーザーラインパターン 1 0 6 とのオフセット、ならびに他のシステムオフセットについて補正を行う。

【0186】

ここで図 1 3 を参照すると、マシンビジョンベースのキャリッジ制御システム 1 7 0 0 のブロック図が示されており、このキャリッジ制御システム 1 7 0 0 は、プログラム 8 0 8、8 1 2、8 1 4、および 8 1 6 と協働して、モーター 4 1 4 が油圧操縦装置 4 0 0 を介してガン 8 4 とそのノズル（およびビーズガン 8 8）を道路標示区分 1 8 の上方に位置合わせする方向へキャリッジ 8 0 を動かすようコマンド制御する。

10

【0187】

制御システム 1 7 0 0 は、標示経路予測システム 1 7 0 1（標示経路予測プログラム 8 1 4 を有することができる）と、マシンビジョンベースのキャリッジ制御システム 1 7 2 0（マシンビジョンおよびキャリッジ制御プログラム 8 1 6 を有することができる）と、モーター 4 1 4 と、油圧操縦装置 4 0 0 と、カメラまたは撮像装置 2 5 2 と、画像補正システム 1 7 2 5（画像補正プログラム 8 0 8 を有することができる）と、画像解析システム 1 7 3 0（画像解析プログラム 8 1 2 を有することができる）とを有する。システム 1 7 2 0 は、さらに、標示位置合わせ演算部 1 7 0 3 と、コンパレータ 1 7 0 5 と、キャリッジ位置コントローラ 1 7 1 0 とを有する。システム 1 7 0 1、1 7 2 0、1 7 2 5、および 1 7 3 0 は、ソフトウェア、ハードウェア（例えば、FPGA）、またはソフトウェアとハードウェアの組み合わせで実装できる。

20

【0188】

標示経路予測システム 1 7 0 1 は、図 1 2 A、1 2 B、および 1 2 C を参照して上述したように、線 1 7 4 0 を通じて画像解析システム 1 7 3 0 からのデータを入力し、道路標示経路 1 6 の数学的予測モデルを画像（および物体）空間に生成する。次に、このモデルは、標示位置合わせ演算部 1 7 0 3 により使用され、前記側方突出線 8 1 の画像空間方程式と、前記道路標示区分 1 8 の画像空間経路予測方程式との交点が計算されて、キャリッジ 8 0 下で画像空間における前記塗装ガン側方突出線 8 1 の位置を通過中の実際の道路標示区分 1 8 の画像空間側方位置が予測される（側方突出線 8 1 の画像空間方程式は、予め決定済みであると仮定される）。この交点は、塗装ガン 8 4 とそのノズルが既存の道路標示区分 1 8 の上から前記道路標示材料（塗装）を直接定量供給するための、画像空間における望ましい側方位置である。この望ましい側方位置の画像空間座標データは、次いでコンパレータ 1 7 0 5 の正の（+）入力部に入力される。

30

【0189】

また一連の補正済み画像から、画像解析システム 1 7 3 0 が、レーザーラインパターン 1 0 6 の撮像されたレーザーラインパターン 1 0 6 a の $u-v$ 座標を決定し、これにより前記塗装ガン 8 4 とそのノズルの実際の画像空間座標がわかる（オフセットは補正される）。次に、これらのデータは、コンパレータ 1 7 0 5 の負の（-）入力部にに入力される。

40

【0190】

コンパレータ 1 7 0 5 は、前記塗装ガン 8 4 とそのノズルが既存の道路標示区分 1 8 の上から道路標示材料を直接定量供給すべき前記望ましい側方位置と、レーザーラインパターン 1 0 6 の撮像されたレーザーラインパターン 1 0 6 a の位置により決定された前記塗装ガン 8 4 とそのノズルの前記実際の側方位置との差を取得し（オフセットは撮像領域 7 0 から画像解析プログラム 8 1 2 を使って補正および決定される）、誤差信号 1 7 0 7 を生成する。誤差信号 1 7 0 7 は、次いでキャリッジ位置コントローラ 1 7 1 0 に入力される。

50

【0191】

コントローラ1710は、モーター位置コマンドを（角速度および加速コマンドとともに）モーター414のコントローラ413へ送信する。コントローラ413は、道路標示システムと整合した速度プロファイルで、スムーズに調整された動きを提供する。キャリアッジ位置コントローラ1710から受信された前記位置コマンドに应答して、モーター軸412は、回転するか回転しないかのどちらから一方の動作を行う。前記誤差信号1707がゼロに等しい場合、モーター軸412は回転せず、前記油圧操縦装置400は、現在のキャリアッジ80の側方位置（ひいては、現在の塗装ガン84とそのノズルの側方位置）を維持する。モーター軸412の回転に应答して、油圧操縦装置400は、キャリアッジ80を延出させるか後退させるかのどちらかの動作を行って、前記塗装ガン84（およびピーズガン88も）の側方位置を変更する。キャリアッジ80の側方位置を変更すると、撮像されたレーザーラインパターン106aも側方へ動き、マシンビジョンベースのキャリアッジ制御システム1720は、側方へキャリアッジ80を移動させて誤差信号1707を最小化することにより、従来のサーボフィードバックシステムと同様に、塗装ガン84を道路標示区分18に位置合わせする。

10

【0192】

したがって、マシンビジョンおよび画像処理技術を使うことでキャリアッジ80の位置は動的に調整され、予測された道路標示区分18の上方に塗装ガン84とそのノズルが正しく位置決めされることを理解すべきである。ここで、前記塗装ガン84をいつオンおよびオフにするか決定して、既存の道路標示区分18を正しく正確に複製する必要がある。前記ガン86の制御は、システム700により同様に制御されることを理解すべきである。

20

【0193】

動的な位置較正プログラム818は、ピクセル - 距離プログラム810を使って図12Aおよび12Bの中心点982などの道路標示画像の一般的な特徴間の画像空間におけるピクセル差を計算して、それと等価な物体距離差分を計算し、この区間にわたってセンサー500により生成されたパルス数を計数することにより、駆動軸位置センサー500のパルス - 距離比を動的に較正する。単純に物体距離をパルス数で除算すると、正確な距離 - パルス比が得られる。

【0194】

例えば図12Aでの中心点982は、座標 $u(480)$ 、 $v(200)$ を有し、後続画像図12Bにおける中心点982は、座標 $u(224)$ 、 $v(200)$ を有する。図12Aおよび12Bの画像座標間の距離差を取得すると256が得られる。各ピクセルが物体空間で0.25インチ（約6mm）を表すことが（ピクセル - 距離プログラム810の結果を使って）以前に決定されている場合、全移動距離は256ピクセルで64インチ（163cm）に等しい。画像950と990間でセンサー500により生成されたパルス数が200パルスに等しいと、パルスあたりの距離は、 $(64 \text{ インチ}) / (200 \text{ パルス}) = .32 \text{ インチ} (8 \text{ mm}) / \text{パルス}$ に等しくなる。この技術は、タイヤの直径または圧力に依存しないため従来の方法より正確で動的であり、すなわち、この技術では、識別可能な特徴を有する画像が取得されるとその画像ごとに自動較正を行う。そのため、現在の距離 - パルス比は、画像ごとに絶えず新たに計算され、現在の当該産業で仮定されるように固定された値ではない。あるいは、パルスあたりのピクセル数も、 $256 \text{ ピクセル} / 200 \text{ パルス} = 1.28 \text{ ピクセル} / \text{パルス}$ と決定される。

30

40

【0195】

定量供給制御プログラム820は、加圧制御システム160を制御し、どの電磁弁を作動させるか、およびその時間長を決定する。作動オンおよびオフ遅延も、作動させる全バルブについて同時に決定される。

【0196】

ここで図14を参照すると、キャリアッジ80、ならびにガン支持部82、塗装ガン84、および86と各々のピーズ定量供給ガン88および90の拡大上面図が示されている。ホースまたは導管は、明瞭性を高めるため示していない。また、道路標示区分18の一部

50

を視野内に有した撮像領域 70 も示されている。自動車 50 は、長手方向に移動して道路標示区分 13 を通り過ぎ、標示区分 18 に塗料およびビーズを再適用する位置にあると仮定される。なお、キャリッジ 80 は、塗装ガン 84 を標示区分 18 に位置合わせするためシステム 1700 により適切に位置付けられており（延出または引き込みは、矢印 1014 で示す）、さらに、この現在位置で標示区分 18 がちょうど撮像されているものと仮定する。

【0197】

領域 70 の画像から、標示区分 18 の開始線 42 の物体空間位置は、この物体空間における $x-y$ 座標系の原点 1002 に対してわかっており（プログラム 810 および 812 が、この画像空間から物体空間への変換を行う）、特に線 42 から原点 1002 までの長手方向の距離 1004 は決定済みである。ガン 84 から原点 1002 までの長手方向の距離 1006 は、較正手続きで予め決定されており、距離 1008 は、定規または他の較正方法を使って決定されている。そのため、距離 1010 および 1012 は、単にそれぞれ距離 1004 および 1006 を足し合わせ、距離 1004、1006、および 1008 を足し合わせるにより決定される。塗装ガン 84 をオンにする時間は線 42 が塗装ガン 84 の下になるときであり、またはそれと同等に、線 42 が総距離 1010 だけ移動したときである。この移動距離 1010 は、動的位置較正プログラム 818 で予め決定される距離 - パルス比と、続いてセンサー 500 からのパルス 534 を計数することにより決定される。同様に、距離 1012 は、距離 1012 と等価なパルス 534 を計数することにより計算される。また、定量供給制御プログラム 820 は、各前記ガンのオンおよびオフ時間を考慮する。それと同等の計算は、画像空間でも行える。

【0198】

定量供給は、予めコンピュータ 702 にキーボード 706 で作業者が入力した道路標示区分の長さ 24 と、パルス 534 の数から計算される距離が等価になるまで続く。また、次の標示区分 32 のための定量供給は、累積パルス数が道路標示の間隔区分の長さ 26 の距離と等価になるまで起こらないことに注意すべきである。距離 - パルス比は継続的に更新され、動的に計算されるため、道路標示要素の正確なメンテナンス・ストライピングは、付加的なキャリッジ作業者が定量供給サイクル中に先行または遅延時間調整を強制する必要なく行われる。

【0199】

上記の説明では単一破線の道路標示区分 18 を参照しているが、二重破線の標示、あるいは単一または二重の実線標示に道路標示材料を適用する場合にも、同様な手順を実施できる。

【0200】

本発明の好適な一実施形態の動作を理解する際の明瞭性のため、道路標示区分 18 の画像は、図 12A および 12B に示したように、2 つだけ使用される。

【0201】

動作時は、また付加的に図 15A および図 15B を参照すると、本発明の好適な実施形態を使った既存破線道路標示のメンテナンス・ストライピング工程は、工程 1100 から開始する。

【0202】

工程 1100 において、作業者は、再ストライピングする必要のある道路標示を有した望ましい道路標示経路 16 に沿って、GPS 受信機 154 およびディスプレイ LCD 704 により供給される位置支援を用いて、自動車 50 を位置付ける。すべての較正およびオフセットデータは、予め取得され、データメモリ 806 に格納されているものと仮定する。次に、運転者は、望ましい線ストライプパターン（単一または二重、実線または破線、例えば 15/40）および定量供給する道路標示材料のタイプ（塗料、または塗料およびビーズ）をキーボード 706 から入力して、キーボード 706 の開始ボタンを押す。あるいは、システム 700 が画像解析システム 1730 を使って標示区分 18 の長さ 24 および間隔区分 20 の長さ 26 を決定することにより、線ストライプパターンを決定する。運

転者は、次いで再ストライピング工程に使用する道路標示材料のタイプに合ったスピードで、道路標示経路 16 に沿って自動車 50 を運転する。継続的に更新される GPS 位置データは、LCD ディスプレイ 704 に表示されて（現在、自動車で利用できるように）、正しい開始位置で前記道路標示経路 16 に沿って運転者が自動車 50 を位置決めできるよう支援する。プログラムフローは次に 1102 へ続く。

【0203】

工程 1102 では、開始ボタンが押されたことに応答して、システム 700（および、自動車 50 に備えられている場合はシステム 750）が、道路標示区分 18 先頭の第 1 のタイムスタンプされた生画像（図 11A を参照）および GPS 位置データを取得する。プログラムフローは次に 1104 へ続く。

10

【0204】

工程 1104 では、画像補正システム 1725 により、前記第 1 のタイムスタンプされた生画像データからひずみが除去され、道路標示区分 18 の前記第 1 のタイムスタンプされたひずみのない画像は、前記タイムスタンプとそれに対応する GPS 位置データとともに、データメモリ 806 に格納される（図 12A を参照）。プログラムフローは次に 1106 へ続く。

【0205】

工程 1106 では、前記第 1 の画像の第 1 の中心点 982 の $u-v$ 座標（図 12A を参照）が、画像解析システム 1730 により決定される。プログラムフローは次に 1108 へ続く。

20

【0206】

工程 1108 では、システム 700（および、自動車 50 に備えられている場合はシステム 750）が、道路標示区分 18 先頭の第 2 のタイムスタンプされた生画像（図 11A に示したものと同様）および GPS 位置データを取得する。この第 2 の画像は、前記第 1 の画像の後に、当該第 1 の画像から変位されて生成されるが、これは自動車 50 が前記道路標示経路 16 に沿って方向 28 へ動いているためである。プログラムフローは次に 1110 へ続く。

【0207】

工程 1110 では、画像補正システム 1725 により、前記第 2 のタイムスタンプされた生画像データからひずみが除去され、道路標示区分 18 の前記第 1 のタイムスタンプされたひずみのない画像は、前記タイムスタンプおよび GPS 位置データとともに、データメモリ 806 に格納される（図 12B を参照）。プログラムフローは次に 1112 へ続く。

30

【0208】

工程 1112 では、前記第 2 の画像の第 2 の中心点 982 の $u-v$ 座標が、画像解析システム 1730 により決定される。プログラムフローは次に 1114 へ続く。

【0209】

工程 1114 では、標示経路予測システム 1701 により、画像空間における道路標示経路 16 の予測方程式が、前記第 1 および第 2 の画像中心点 982 を使って計算される（この場合、当該方程式は線になる）。さらに、レーザーラインパターン 106 の前記撮像されたレーザーラインパターン 106a の $u-v$ 座標が、画像解析システム 1730 により決定される。プログラムフローは 1116 へ続く。

40

【0210】

工程 1116 では、標示経路予測システム 1701 から得られた前記標示経路予測方程式と、前記予め格納された側方突出線 81 方程式とに基づき、画像空間におけるこれら 2 つの方程式の交点が、マシンビジョンベースのキャリッジ制御システム 1720 のシステム標示位置合わせ演算部 1703 を使って決定される。キャリッジ 80 は、前記撮像されたレーザーラインパターン 106a およびキャリッジ制御システム 1700 を使って、塗装ガン 84 とそのノズルを（ひいてはビーズガン 88 も）直接道路標示区分 18 の上方に位置合わせするよう配置される（オフセットは補正される）。プログラムフローは 111

50

8へ続く。

【0211】

工程1118では、前記第1の中心点982のu-v座標が前記第2の中心点982のu-v座標から減算され、この差に対し、システム500により生成されたパルス数が画像解析システム1730により決定される。プログラムフローは1120へ続く。

【0212】

工程1120では、前記第2の中心点982から、前記標示経路予測方程式および前記予め格納された側方突出線81方程式の交点までの画像空間での距離が、画像解析システム1730により計算される。プログラムフローは1122へ続く。

【0213】

工程1122では、前記予測された道路標示経路16の画像線に沿って、直前に撮像された中心点982から前記交点までの画像距離をカバーするのに必要な前記システムにより生成されるパルス数が、画像解析システム1730により決定される。プログラムフローは1124へ続く。

【0214】

工程1124では、駆動軸位置センサー500により生成されたパルス数が工程1122で決定された数だけ起こった時点で、定量供給制御プログラム820が、システム160を通過してガン84（および、工程1100で作業者による事前入力に基づき、必要な場合はビーズガン88）へ流れる加圧空気流を制御する。前記加圧空気に応答して、ガン84（および必要な場合はビーズガン88）は、道路標示材料の定量供給を、道路標示区分18に位置合わせして開始し、前記システム500のパルス数が、作業者または運転者による事前入力に基づき、画像空間における望ましい標示区分の長さと同値になるまで、前記定量供給を行う。プログラムフローは次に1126へ続く。

【0215】

工程1126では、前記システム500のパルス数が、長さ24を有する標示区分18の前記必要な長さと同値になった後、塗装ガン84が（およびそれに伴うビーズガン88も、それまでオンであった場合は）オフにされ、前記間隔区分20の長さと同値な駆動軸位置センサー500のパルス数だけ、材料の定量供給が停止される。別の定量供給サイクルが始まり、中央破線12の望ましい全長が再ストライピングされるまで続く。

【0216】

動作時において、本発明の好適な実施形態を使った既存の実線道路標示のメンテナンス・ストライピング工程は、上記の工程と同様であるが、工程1106および1112において標示経路予測線を生成するため使用される前記第1および第2の点が、中間点、例えば図12Cの点996および994から得られる点で異なる（実線は連続的で、第1および第2の中心点982は識別不能）。マシンビジョンベースの制御システム1700は、前記キャリッジ80、ひいては塗装ガン84（とそのノズル）およびビーズガン88の側方位置を絶えず更新して、道路標示材料を直接道路標示区分18に、その上から継続的に定量供給する。工程1118～1124は実装されず、運転者が、キーボード706の停止キーを押すことにより、手動で道路標示の定量供給工程を終了する。

【0217】

そのため、二重線、例えば単一の破線と実線の組み合わせは、本発明の開示内容に基づいて再ストライピングされることを理解すべきである。

【0218】

以上、一定の具体的な実施形態および例を参照して例示および説明を行ったが、本発明は、上記で示した詳細に限定されることを意図したものではない。むしろ、請求項の均等物の範囲内で、かつ、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、細部に種々の変更形態が可能である。例えば、本文書で広義に記載された全範囲は、各々の範囲内で、比較的幅広い範囲内の比較的狭いすべての範囲を含むことが明示的に意図されている。

10

20

30

40

【図 1】

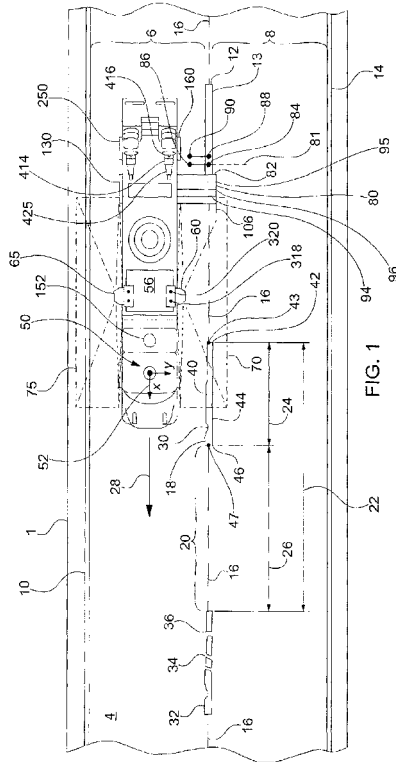


FIG. 1

【図 2】

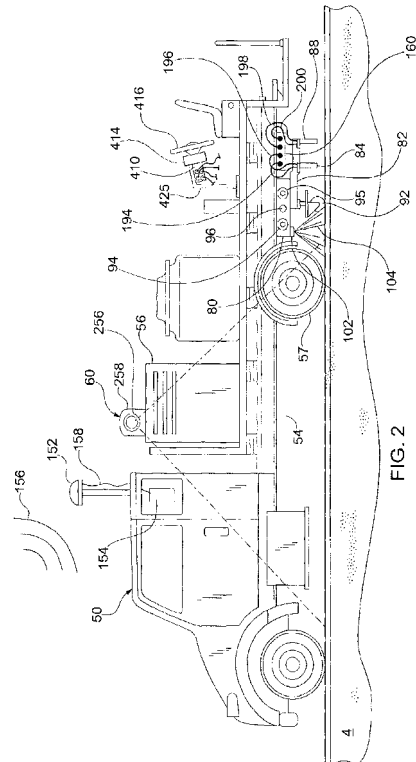


FIG. 2

【図 3 A】

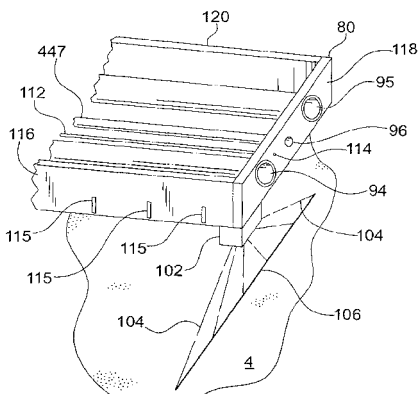


FIG. 3A

【図 3 B】

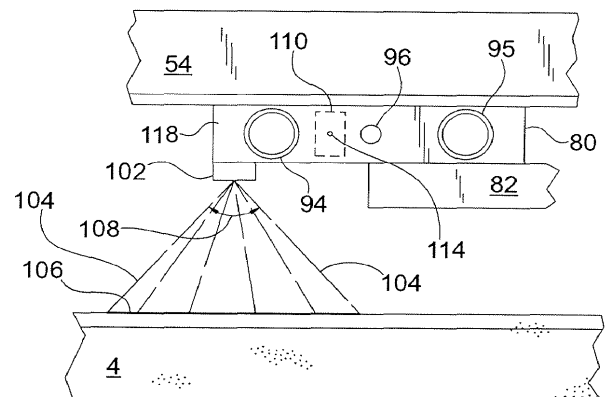
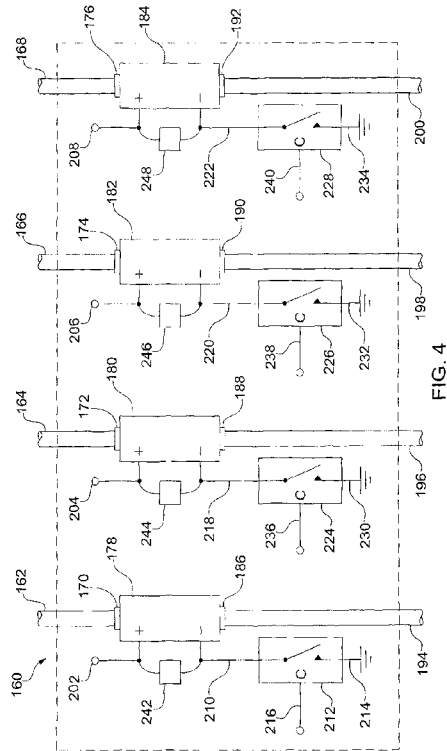
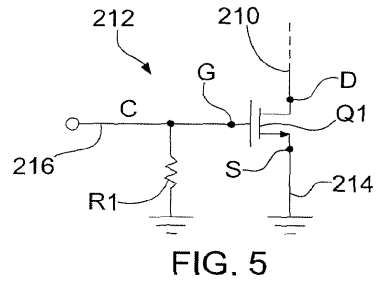


FIG. 3B

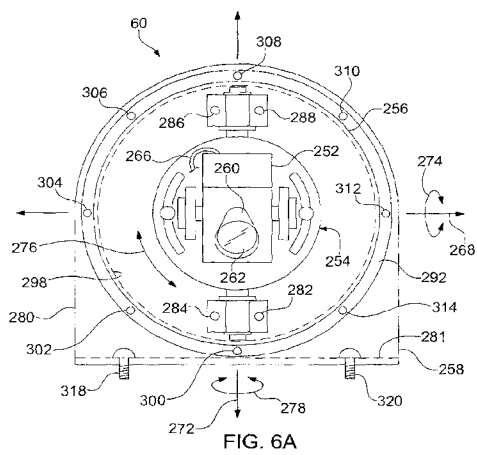
【 図 4 】



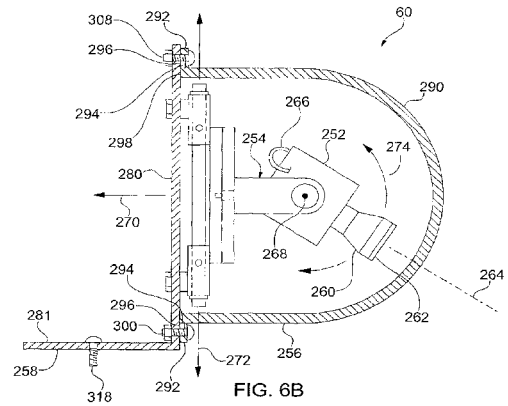
【 図 5 】



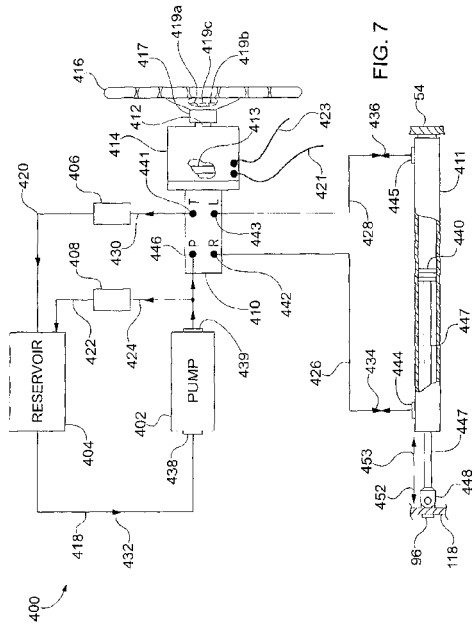
【 図 6 A 】



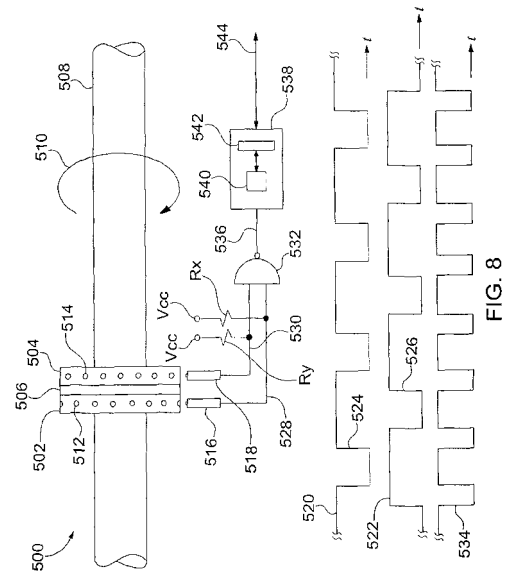
【 図 6 B 】



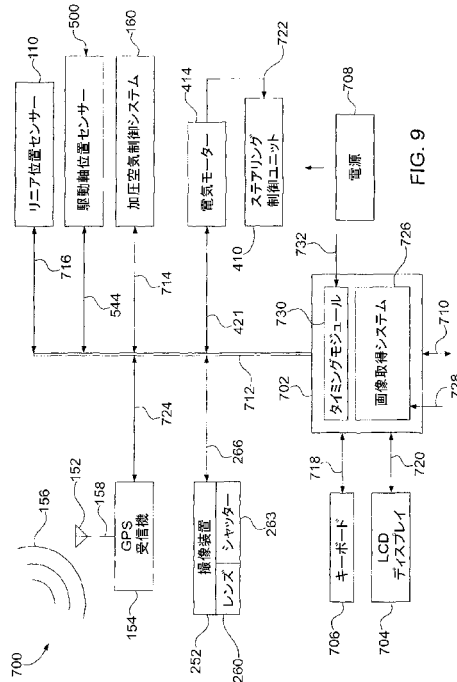
【 図 7 】



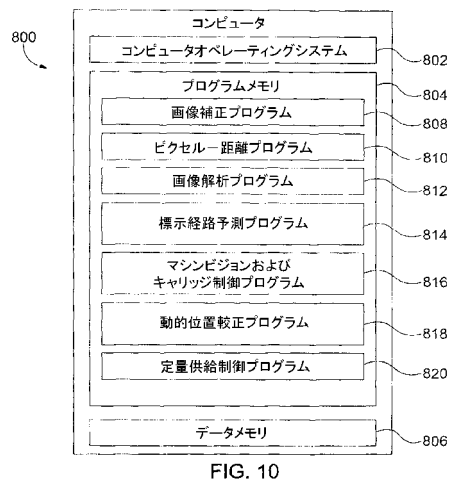
【 図 8 】



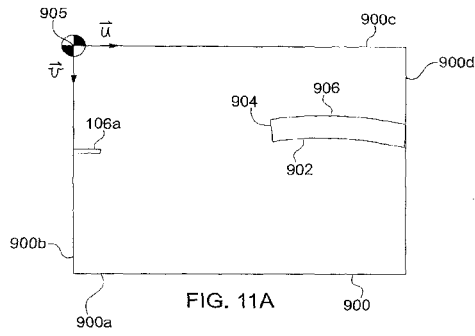
【 図 9 】



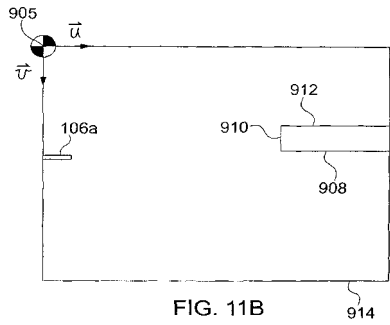
【 図 1 0 】



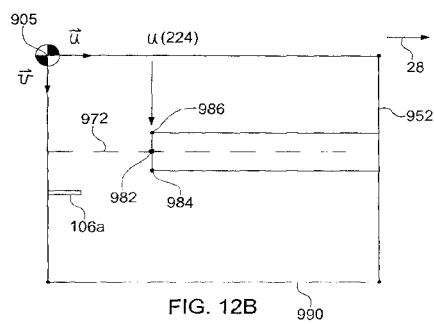
【 図 1 1 A 】



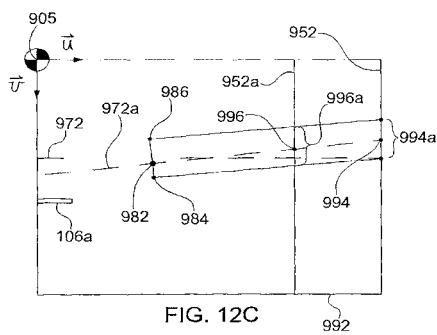
【 図 1 1 B 】



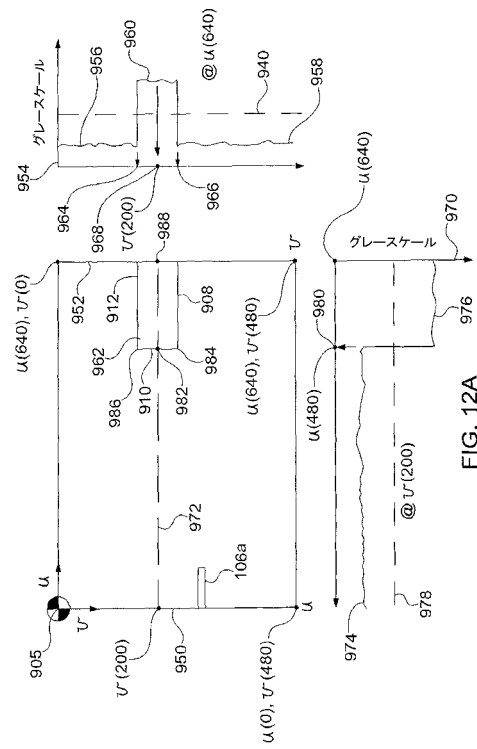
【 図 1 2 B 】



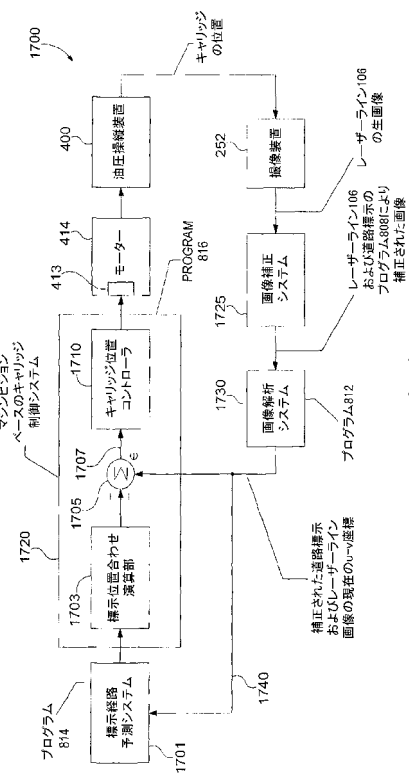
【 図 1 2 C 】



【 図 1 2 A 】



【 図 1 3 】



【図 14】

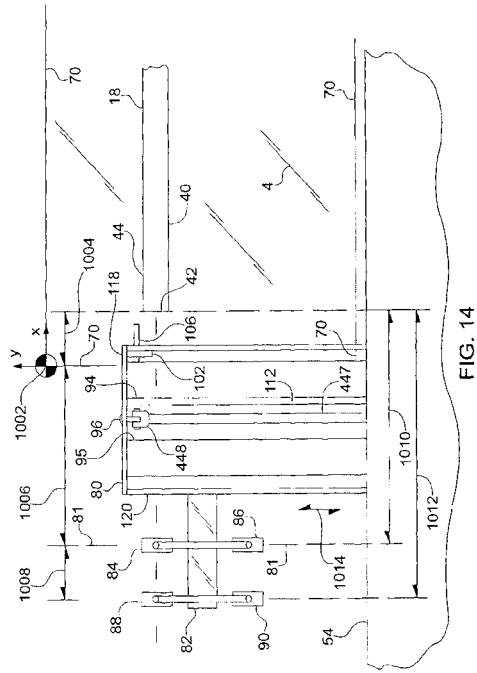


FIG. 14

【図 15A】

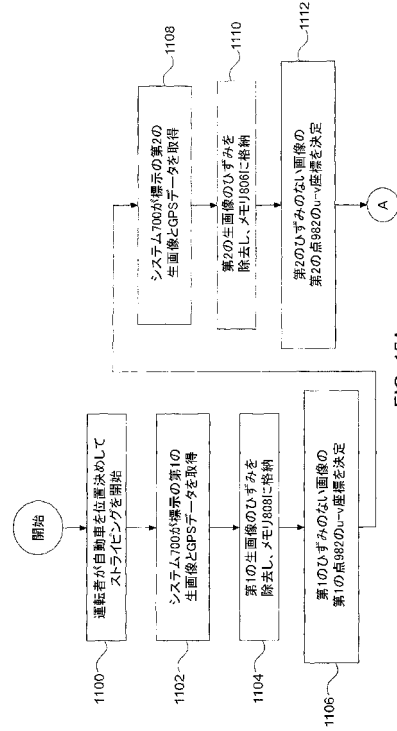


FIG. 15A

【図 15B】

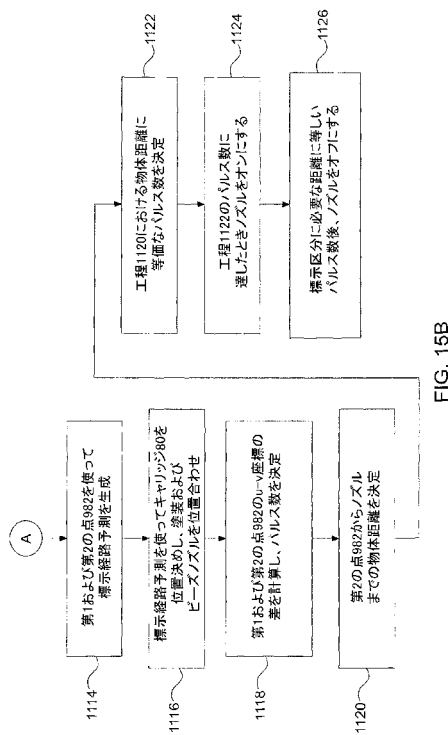


FIG. 15B

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US15/17034
Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)		
This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:		
1. <input type="checkbox"/>	Claims Nos.: because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:	
2. <input type="checkbox"/>	Claims Nos.: because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:	
3. <input type="checkbox"/>	Claims Nos.: because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).	
Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)		
This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows: -***Please See Supplemental Page-***		
1. <input checked="" type="checkbox"/>	As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.	
2. <input type="checkbox"/>	As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.	
3. <input type="checkbox"/>	As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:	
4. <input type="checkbox"/>	No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:	
Remark on Protest	<input type="checkbox"/> The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee. <input type="checkbox"/> The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation. <input type="checkbox"/> No protest accompanied the payment of additional search fees.	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US15/17034

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC(8) - E01C 23/16; G01P 3/80; G05D 1/02 (2015.01)

CPC - E01C 23/163; G01P 3/803; G05D 1/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC(8): G05D 1/02; G01C 15/04; E01C 23/01, 23/06, 23/16; G08G 1/054; G01M 17/00; G01P 3/68, 3/80 (2015.01)

CPC: G05D 1/02; G01C 15/04; E01C 23/16, 23/163; G08G 1/054; G01P 3/68, 3/806; USPC: 356/630; 73/146; 701/31.4

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

PatSeer (US, EP, WO, JP, DE, GB, CN, FR, KR, ES, AU, IN, CA, INPADOC Data); Google; Google Scholar; ProQuest; IP.com; keywords: laser, filter, error, paint, mark, road, street, pave, camera, magnet, hall sensor, speed, calibrate, sensor

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5,296,256 A (HARTMAN WH) March 22, 1994; figures 1, 3, 5; column 1, lines 20-25; column 5, lines 65-68; column 6, lines 1-5, 25, 30; column 7, lines 1-10; column 8, lines 20-25; column 9, lines 55-65	7 9
X	US 2008/0081315 A1 (KROKEL D et al.) April 17, 2008; figures 1a, 1b, 2; paragraphs [0002], [0003], [0006]; [0018], [0027]; [0036]	18-20 21-23
Y	US 2013/0190981 A1 (LIMNTECH LLC.) July 25, 2013; figure 4; paragraphs [0040], [0105]	9
Y	US 5,828,585 A (WELK DL et al.) October 27, 1998; column 2, lines 20-35; column 10, lines 25-45; claim 1	21-23
Y	DE 10 2011 119 312 A (GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS LLC.) May 23, 2013; figure 4; paragraphs [0018], [0037], [0039], [0044]	22
A	US 8,467,968 B1 (DOLINAR DD et al.) June 18, 2013; entire document	1-23
A	US 6,330,503 B1 (SHARP KAI et al.) December 11, 2001; entire document	1-23
A	US 2013/0167385 A1 (LEICA GEOSYSTEMS AG.) July 04, 2013; entire document	1-23
A	US 2004/0160595 A1 (ZIVKOVIC A et al.) August 19, 2004; entire document	1-23
A	US 2007/0081695 A1 (FOXLIN E et al.) April 12, 2007; entire document	1

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

08 July 2015 (08.07.2015)

Date of mailing of the international search report

24 JUL 2015

Name and mailing address of the ISA/

Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents
P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450

Facsimile No. 571-273-8300

Authorized officer

Shane Thomas

PCT Helpdesk: 571-272-4300

PCT OSF: 571-272-7774

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/US15/17034

---Continued from Box No. III: Observations where unity of invention is lacking---

This application contains the following inventions or groups of inventions which are not so linked as to form a single general inventive concept under PCT Rule 13.1. In order for all inventions to be examined, the appropriate additional examination fees must be paid.

Group I: Claims 1-6 are directed toward a control system for positioning a marker over a pre-existing roadway surface mark, the control system comprising: an electromagnetic radiation source and an error signal.

Group II: Claims 7-17 are directed toward an apparatus for restriping a pre-existing substantially rectangular roadway mark comprising: a vehicle and predicting a roadway mark path.

Group III: Claims 18-20 are directed toward an apparatus for automatically determining the speed of a vehicle travelling along a skip line roadway mark path comprising: trigger signals, triggered images, and determining a time difference.

Group IV: Claims 21-23 are directed toward an apparatus for automatically determining the distance travelled by a vehicle comprising: a signal representative of the distance travelled by the vehicle; determining the equivalent space distance between the similar feature characteristics of the skip line roadway mark images.

The inventions listed as Groups I-VI do not relate to a single general inventive concept under PCT Rule 13.1 because, under PCT Rule 13.2, they lack the same or corresponding special technical features for the following reasons.

The special technical features of Group I include an electromagnetic radiation source attached to the marker for producing a mark pattern on the roadway surface; an imager for imaging the mark pattern produced by the electromagnetic radiation source; a computer responsive to the imager for producing an error signal based upon the location difference between (a) the image of the pre-existing roadway surface mark and (b) the image of the mark pattern produced by the electromagnetic radiation source; and an actuator responsive to the error signal for positioning the marker over the preexisting roadway mark (which is not present in Groups II-IV).

The special technical features of Group II include: a vehicle for moving along the roadway mark path having a roadway marker for dispensing roadway mark material onto the pre-existing roadway mark; an imager mounted on the vehicle and downwardly focused onto the roadway surface; and a system responsive to the imager (i) for predicting the roadway mark path for aligning the roadway marker over the predicted roadway mark path and (ii) for determining the roadway marker restriping dispensing time from the at least two longitudinal displaced and laterally directed line segment images (which is not present in Groups I, III, or IV).

The special technical features of Group III include: a signal generator for producing time deterministic trigger signals; an object space calibrated imager responsive to the signal generator for producing triggered images of similar feature characteristics of the skip line roadway mark; and a computer responsive to the signal generator for determining the time difference between and object space location differences of similar feature characteristics of the skip line roadway mark between triggered images, and determining the speed of the vehicle from the time and object space location differences (which is not present in Groups I, II, or IV).

The special technical features of Group IV include: an imager for imaging a sequence of images of the skip line roadway mark pattern; a transducer for producing a signal representative of the distance travelled by the vehicle; a computer responsive to the transducer having (a) a program for determining the equivalent space distance between the similar feature characteristics of the skip line roadway mark images and (b) a program for adjusting the transducer-produced distance signal according to the space distance (which is not present in Groups I-III).

The common technical features of Groups I-IV include: an imager for imaging the pre-existing roadway surface mark; a computer responsive to the imager; and a signal generator.

These common technical features are disclosed by US 2004/0160595 A1 (ZIVKOVIC): an imager (140; paragraph [0025]) for imaging the pre-existing roadway surface mark (102; paragraphs [0025], [0026]); a computer responsive to the imager (116; paragraph [0025]); and a signal generator (178; paragraph [0037], claim 18).

Because the common technical features are disclosed by Zivkovic, the inventions are not so linked as to form a single general inventive concept. Therefore, Groups I-IV lack unity.

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

Fターム(参考) 2D053 AA28 AB02 EA01 EA11 EA22