(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4121642号
(P4121642)

(45)発行日　平成20年7月23日(2008.7.23)　(24)登録日　平成20年5月9日(2008.5.9)

(51)Int.Cl.		F I		
E02F 9/20	(2006.01)	E02F	9/20	N
G01C 5/00	(2006.01)	G01C	5/00	L
G01S 5/14	(2006.01)	G01S	5/14	
G01S 17/06	(2006.01)	G01S	17/06	

請求項の数 9　(全 15 頁)

(21)出願番号　特願平10-323474
(22)出願日　平成10年11月13日(1998.11.13)
(65)公開番号　特開2000-144812(P2000-144812A)
(43)公開日　平成12年5月26日(2000.5.26)
審査請求日　平成17年10月28日(2005.10.28)

(73)特許権者　000220343
株式会社トプコン
東京都板橋区蓮沼町７５番１号
(74)代理人　100083563
弁理士　三好　祥二
(72)発明者　大友　文夫
東京都板橋区蓮沼町７５番１号　株式会社トプコン内
(72)発明者　林　邦広
東京都板橋区蓮沼町７５番１号　株式会社トプコン内

審査官　石川　信也

最終頁に続く

(54)【発明の名称】建設機械制御システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

複数のレーザ光線を上下方向に分離して射出すると共に該複数のレーザ光線により複数のレーザ光線基準面を形成する回転レーザ装置と、整地器具、該整地器具に設けられ前記レーザ光線を受光検出するレベルセンサ、前記整地器具の高さを駆動する駆動部、駆動部を制御する制御装置を有する建設機械と、該建設機械の位置を検知するＧＰＳ受信装置とを具備し、前記制御装置がＧＰＳ受信装置により前記建設機械の位置を検知すると共に前記レベルセンサが前記複数のレーザ光線の少なくとも１つを選択し、前記レベルセンサのレーザ光線受光位置に基づき前記駆動部を制御することを特徴とする建設機械制御システム。

【請求項２】

前記制御装置に内蔵された施工の為の地形データを更に具備し、前記制御装置が前記ＧＰＳ受信装置が検知する建設機械の位置と前記回転レーザ装置の位置を前記地形データと関連付けると共に前記レベルセンサが前記複数のレーザ光線の少なくとも１つを選択し、前記建設機械の位置に於ける地形データと前記レベルセンサのレーザ光線受光位置に基づき前記駆動部を制御する請求項１の建設機械制御システム。

【請求項３】

前記ＧＰＳ受信装置を、前記建設機械に設け、前記建設機械の位置を検知する可動側ＧＰＳ受信装置として具備すると共に、前記回転レーザ装置の位置を検知する固定側ＧＰＳ受信装置と、該固定側ＧＰＳ受信装置に設けられた受信結果を前記建設機械に送信する送

信手段と、前記建設機械に設けられた前記送信手段からの送信を受信する受信手段とを更に具備する請求項１の建設機械制御システム。
【請求項４】
前記複数のレーザ光線はそれぞれ異なる様に変調される請求項１の建設機械制御システム。
【請求項５】
前記レーザ光線はそれぞれ回転方向に複数に拡散される請求項１又は請求項４の建設機械制御システム。
【請求項６】
前記レーザ光線はそれぞれ回転方向に複数に分割され、各レーザ光線毎に分割の態様が異なる請求項１の建設機械制御システム。
【請求項７】
前記レベルセンサはレーザ光線の受光の態様から複数のレーザ光線の内所定のレーザ光線を特定する受光状態判断部を有する請求項４又は請求項６の建設機械制御システム。
【請求項８】
複数のレーザ光線は複数の独立に駆動される発光素子によって発光され、該発光素子は独立して変調又は点滅が可能である請求項１の建設機械制御システム。
【請求項９】
レーザ光線は回折パターンにより分割される請求項６の建設機械制御システム。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、整地作業等の土木工事を行う場合の基準面を形成する回転レーザ装置及び土木工事を行う建設機械を運転する場合の建設機械制御システム、特に整地の高さの制御にレーザ光線の回転照射で形成されるレーザ基準面を利用する建設機械制御システムに関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
グレーダ、ブルドーザ等の建設機械を用いて造成地の整地作業、道路舗装工事の整地作業を行う場合、建設機械の位置検出及び整地の高さの基準となるものが必要である。近年、建設機械の整地位置をＧＰＳ（汎地球測位システム）により測定検出し、整地作業の基準となる高さを決定する為、レーザ光線を使用した建設機械制御システムが具体化されている。前記高さの基準面を形成するものとして回転レーザ装置が用いられる建設機械制御システムがある。
【０００３】
図１５はこの建設機械制御システムが、ブルドーザに対して採用された場合を示している。
【０００４】
図１５中、１は回転レーザ装置、２はブルドーザを示し、前記回転レーザ装置１は造成地の所定位置に三脚３を介して設置される。前記回転レーザ装置１は、水平方向にレーザ光線４を照射すると共に回転させ、該レーザ光線４による基準平面を形成するものである。
【０００５】
前記ブルドーザ２は上下動可能に支持したブレード５を有し、該ブレード５にはポール６が立設され、該ポール６にはレベルセンサ７が取付けられている。該レベルセンサ７は前記回転レーザ装置１からの前記レーザ光線４を受光し、受光位置を検出する様になっており、前記ブルドーザ２は前記レベルセンサ７からの受光信号を基に前記ブレード５の高さ位置を検出し、該検出結果より前記ブレード５の高さを制御する制御装置（図示せず）を具備している。
【０００６】
上記した様に前記レーザ光線４により水平基準面が形成されているので、該水平基準面と

前記ブレード５のブレード刃先５′迄の距離を一定にすることで水平に整地することができる。又、前記ブレード刃先５′に対する距離を変えることで、整地面の高さを変えることも可能である。

【０００７】

又、前記ブルドーザ２の位置を測定するＧＰＳ装置について図１６により略述する。

【０００８】

既知の位置にＧＰＳベースアンテナ８を設置し、前記ブルドーザ２にはＧＰＳアンテナ９を設置する。前記ＧＰＳベースアンテナ８、ＧＰＳアンテナ９がそれぞれ人工衛星１０からの信号を受信して位置を検出し、両者の位置を比較して前記ＧＰＳベースアンテナ８の既知点に対する前記ブルドーザ２の作業位置を演算し、所要範囲での整地作業が行われる。

【０００９】

【発明が解決しようとする課題】

比較的小規模の現場では１台の建設機械で行うこともあるが、通常の工事現場では複数の建設機械が同時に作業していることが一般的である。更に、複数の建設機械の作業している整地高さもそれぞれ異なっていることも多い。従って、複数の建設機械に対してそれぞれレベル設定を行う回転レーザ装置が必要となるという問題があり、又複数の回転レーザ装置を稼働した場合、受側の建設機械が複数のレーザ基準面を認識する場合があり、誤作動するという問題があった。

【００１０】

複数の建設機械を誤作動なく同時に制御する為には、１つの回転レーザ装置によるレベル設定が好ましいが、１つの回転レーザ装置でそれぞれの建設機械に対してレベル設定をするには、レーザ光線の１回転中でそれぞれの建設機械に対してレベル設定をする必要がある。従来、回転レーザ装置は数百ｒｐｍで回転する光学ヘッドからレーザ光線を回転照射し、基準面、基準線を設定している。又、水準、傾斜設定の為、前記光学ヘッドを傾斜させる為の傾斜機構を具備している。

【００１１】

ところが、前記傾斜機構ではレーザ光線の１回転中で複数方向のレベル設定を行う様な、高速な上下方向の調整は不可能であり、１つの回転レーザ装置により複数の建設機械に対して整地作業の制御を行う建設機械制御システムは実現されていない。

【００１２】

更に、整地作業は必ずしも水平面に整地するばかりでなく、むしろ傾斜面を伴った整地作業が多い。造成工事では水捌け勾配が必要であり、舗装工事では地形に応じた勾配と共に水捌け勾配が必要である。従来の建設機械制御システムでは平面に整地後、測量作業に基づいて所定の勾配の傾斜面を形成していた。

【００１３】

この為、水平面に整地することは熟練者でなくとも上記建設機械制御システムにより容易に作業し得るが、勾配を付けることは熟練を要する困難な作業であった。又、傾斜面の整地の仕上り状況は、作業者の熟練度によるところが大きく、熟練度に応じて作業の進捗状況が異なり、出来上りや工程管理の問題もあった。又、同一の土木作業現場でレベルの異なる２以上の水平面に整地する場合もあるが、この場合は回転レーザにより形成する基準面のレベル設定を再度行うという面倒な作業を行っていた。

【００１４】

本発明は斯かる実情に鑑み、１つの回転レーザ装置で複数の範囲でのレベル設定が可能である様にし、複数の建設機械を１つの回転レーザ装置で制御可能とすると共に、傾斜面、レベルの異なる複数の水平面を含む整地作業を熟練度に左右されることなく、容易に而も能率よく行える建設機械制御システムを提供しようとするものである。

【００１５】

【課題を解決するための手段】

本発明は、複数のレーザ光線を上下方向に分離して射出すると共に該複数のレーザ光線に

より複数のレーザ光線基準面を形成する回転レーザ装置と、整地器具、該整地器具に設けられ前記レーザ光線を受光検出するレベルセンサ、前記整地器具の高さを駆動する駆動部、駆動部を制御する制御装置を有する建設機械と、該建設機械の位置を検知するＧＰＳ受信装置とを具備し、前記制御装置がＧＰＳ受信装置により前記建設機械の位置を検知すると共に前記レベルセンサが前記複数のレーザ光線の少なくとも１つを選択し、前記レベルセンサのレーザ光線受光位置に基づき前記駆動部を制御する建設機械制御システムに係り、又前記制御装置に内蔵された施工の為の地形データを更に具備し、前記制御装置が前記ＧＰＳ受信装置が検知する建設機械の位置と前記回転レーザ装置の位置を前記地形データと関連付けると共に前記レベルセンサが前記複数のレーザ光線の少なくとも１つを選択し、前記建設機械の位置に於ける地形データと前記レベルセンサのレーザ光線受光位置に基づき前記駆動部を制御する建設機械制御システムに係り、又前記建設機械の位置を検知する可動側ＧＰＳ受信装置と、前記回転レーザ装置の位置を検知する固定側ＧＰＳ受信装置と、該固定側ＧＰＳ受信装置に設けられた受信結果を前記建設機械に送信する送信手段と、前記建設機械に設けられた前記送信手段からの送信を受信する受信手段とを更に具備する建設機械制御システムに係り、又前記複数のレーザ光線はそれぞれ異なる様に変調される建設機械制御システムに係り、又前記レーザ光線はそれぞれ回転方向に複数に拡散される建設機械制御システムに係り、又前記レーザ光線はそれぞれ回転方向に複数に分割され、各レーザ光線毎に分割の態様が異なる建設機械制御システムに係り、又前記レベルセンサはレーザ光線の受光の態様から複数のレーザ光線の内所定のレーザ光線を特定する受光状態判断部を有する建設機械制御システムに係り、又複数のレーザ光線は複数の独立に駆動される発光素子によって発光され、該発光素子は独立して変調又は点滅が可能である建設機械制御システムに係り、更に又レーザ光線は回折格子により分割される建設機械制御システムに係るものである。

【００１６】

而して、本発明の回転レーザ装置では同時に複数のレーザ基準面を形成することができ、複数箇所で異なるレベル設定が可能であり、又複数の建設機械によりそれぞれ異なる整地作業を同時に行わせることができ、又同一の回転レーザ装置により各建設機械毎のレベル設定を行い建設機械の誤作動を防止する。

【００１７】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態を説明する。尚、図中、図１５中で示したものと同等のものには同符号を付し、説明は省略する。

【００１８】

先ず、複数の基準面を同時に形成し、複数の建設機械を制御可能とする回転レーザ装置について説明する。

【００１９】

図１は回転レーザ装置１の主要部を示しており、該回転レーザ装置１は複数のレーザ光線４を射出する発光部１１、前記レーザ光線４を基準平面内に回転照射する回動部１２、該回動部１２の回転、前記発光部１１の発光状態を制御する制御部１４を具備している。前記回転レーザ装置１の上面には視準器１５を具備し、該視準器１５によりレベルセンサ７に対して前記回転レーザ装置１の向きを設定することができる。

【００２０】

前記発光部１１は所要数（図示では４個）のレーザダイオード１７ａ，１７ｂ，１７ｃ，１７ｄを直線上に配列した発光体２０、コリメートレンズ２１を有し、前記発光体２０から射出された前記各レーザ光線４を平行光束として、又光軸に対して所定の角度を持って射出する。

【００２１】

前記コリメートレンズ２１の光軸上には回転自在に支持されたイメージローテイタープリズム４１が配設されている。該イメージローテイタープリズム４１は１回転で像を２回転させる作用があり、後述する様に、該イメージローテイタープリズム４１は前記回動部１

２に対して１：２の回転比となる様に連結されている。

【００２２】

前記コリメートレンズ２１の上側には前記回動部１２が前記コリメートレンズ２１の光軸を中心に回転する様に回転自在に設けられる。前記回動部１２には走査ギア２２が設けられ、該走査ギア２２は前記回転レーザ装置１のフレーム（図示せず）に固着された走査モータ２３の駆動ギア２４に噛合する。該駆動ギア２４の駆動により、前記走査ギア２２を介して前記回動部１２が回転する。

【００２３】

前記走査ギア２２は回転自在に支持された回転筒２５に固着され、該回転筒２５の上面にはペンタプリズム２６が取付けられ、前記回転筒２５の所要位置には前記レーザ光線４の照射方向を検出するエンコーダ２８が設けられている。

【００２４】

前記イメージローテイタープリズム４１は回転自在に支持されたプリズムホルダ４２により保持され、該プリズムホルダ４２には同調ギア４３が設けられ、該同調ギア４３にアイドルギア４４を噛合させる。前記走査ギア２２にアイドルギア４５が噛合され、該アイドルギア４５と前記アイドルギア４４とが同軸に固着され、前記走査ギア２２、アイドルギア４５、アイドルギア４４、同調ギア４３により、前記走査ギア２２と前記同調ギア４３との回転比が２：１の減速比となるギア列４６が形成される。

【００２５】

前記制御部１４は主に演算器３５、走査モータ駆動部３６、発光体駆動部３７を具備し、前記演算器３５は前記走査モータ駆動部３６を制御して前記走査モータ２３を駆動し、又前記発光体駆動部３７を制御する。該発光体駆動部３７は前記レーザダイオード１７ａ，１７ｂ，１７ｃ，１７ｄを図３に示される様な所定の周波数に変調すると共に該レーザダイオード１７ａ，１７ｂ，１７ｃ，１７ｄをそれぞれ所定のタイミングで点滅させることが可能である。

【００２６】

前記発光体２０の前記レーザダイオード１７ａ，１７ｂ，１７ｃ，１７ｄより射出されたレーザ光線４ａ，４ｂ，４ｃ，４ｄは鉛直面内にある。前述した様に前記走査ギア２２と同調ギア４３とは前記ギア列４６により回転比が２：１で同期回転し、前述した様に該イメージローテイタープリズム４１は１回転で像を２回転させることから前記ペンタプリズム２６に入射する光軸は前記ペンタプリズム２６の回転に同期して１：１の割合で回転する。而して、前記ペンタプリズム２６の方向に拘らず、該ペンタプリズム２６より照射される前記レーザ光線４は上下方向に偏向される。

【００２７】

而して、前記発光体２０により前記レーザ光線４を発光させ、前記走査モータ駆動部３６を介して前記走査モータ２３を駆動すると、複数の前記レーザ光線４ａ，４ｂ，４ｃ，４ｄにより図４に示される様に水平基準面の外に円錐基準面が複数形成される。更に、受光側に前記レーザ光線４ａ，４ｂ，４ｃ，４ｄの変調を検出するフィルタ等を設けておけば特定の前記レーザ光線４を検出することができる。

【００２８】

次に、図５、図６により上述した回転レーザ装置１を用いた建設機械制御システムについて説明する。尚、図５中、図１５中で示したものと同等のものには同符号を付してある。

【００２９】

ブルドーザ２には前記レーザ光線４ａ，４ｂ，４ｃ，４ｄの変調状態を判別可能なレベルセンサ７、ブルドーザ２の屋根等、衛星からの電波を遮るものが少ない位置に設けられたＧＰＳアンテナ９、ＧＰＳベースアンテナ８からの信号を受信する受信部５３、該受信部５３及び前記ＧＰＳアンテナ９の受信結果を増幅し、或は所定の信号形態に変換して後述する制御装置５０に入力する信号処理部５４、及び該信号処理部５４からの位置情報信号に基づき前記ブルドーザ２の位置を演算し、更に施工状態を制御する制御装置５０、該制御装置５０の演算結果、施工状態を表示する表示部５５、前記制御装置５０に施工条件等

のデータを入力し或は前記表示部５５の表示に基づき直接手動操作することができる操作部５６が設けられている。又、前記制御装置５０に制御され、前記ブレード５を駆動するブレード駆動部７１が設けられている。

【００３０】

前記制御装置５０はパーソナルコンピュータに代表されるものであり、該制御装置５０は演算部５１、記憶部５２を有し、該記憶部５２には施工図に基づく地形データ、即ち平面座標に対する地面の高さデータが設定入力され、回転レーザ装置１の位置、照射されるレーザ光線の識別データ、機械高、更に前記ブレード刃先５′から前記レベルセンサ７の基準位置迄の距離が設定入力されている。更にプログラムとして、前記ブルドーザ２と回転レーザ装置１の位置を地形データと関連付ける演算プログラム、前記ブルドーザ２の位置に於けるレーザ光線が示す高さの演算プログラム、その位置於けるレーザ光線が示す高さと地形データを関連付けブレードの高さを決める演算プログラム等が設定されている。

【００３１】

前記ＧＰＳベースアンテナ８からの信号が無線送信機５７を介して前記受信部５３に受信され、前記した様に前記ＧＰＳアンテナ９の信号と共に前記信号処理部５４を経て前記演算部５１に入力される。該演算部５１に入力された位置に関する信号と前記演算プログラムにより前記ブルドーザ２の位置を演算可能となっている。尚、回転レーザ装置１は固定点にあり、頻繁に移動しないことから、回転レーザ装置１の位置を直接入力するのであれば、前記ＧＰＳベースアンテナ８を設けなくても制御は可能である。

【００３２】

前記レベルセンサ７について図７、図８により説明する。

【００３３】

非反射部６０の左右両側に帯状の反射部６１が設けられ、該反射部６１の更に外側には受光素子６２が上下に延びる帯状に配設されて受光部６４を形成し、又該受光部６４は前記反射部６１に対して角度を持って設けられている。背面には前記ポール６が嵌合する溝６３が設けられ、該溝６３に前記ポール６を嵌合した状態で前記レベルセンサ７は取付けられる。回転レーザ装置１に反射光検出器及び方向検出器が設けられている場合に、前記反射部６１からの反射光を基に、視準器１５に代えて初期の向きを設定することができる。

【００３４】

該レベルセンサ７は前記レーザ光線４ａ，４ｂ，４ｃ，４ｄの内特定なレーザ光線のみを検出可能な様に受光状態判断部６５、及び該受光状態判断部６５により駆動される表示部６９（図７には図示していない）を具備している。図８は前記受光状態判断部６５の概略を示している。

【００３５】

前記受光部６４からの受光信号は受光信号検出回路６６に入力される。該受光信号検出回路６６には増幅器、電気的フィルタ等の信号処理回路が含まれる。該受光信号検出回路６６からの信号は演算部６７に入力され、受光した信号が前記レーザ光線４ａ，４ｂ，４ｃ，４ｄの内いずれかを特定し、更に該レーザ光線４ａ，４ｂ，４ｃ，４ｄが前記受光素子６２のどの位置を照射しているかを判別する。

【００３６】

前記演算部６７は演算結果により、表示駆動部６８を介して受光状態に関する情報を前記表示部６９に表示させる。又、演算結果は前記制御装置５０に出力される。

【００３７】

前記ブレード駆動部７１について説明する。

【００３８】

前記レベルセンサ７は前記ポール６に取付けられ、前記ブレード５のブレード刃先５′と前記レベルセンサ７の基準位置との距離は既知の値となっている。該レベルセンサ７による前記レーザ光線４の検出信号は前記演算部５１に入力され、該演算部５１では前記ブレード刃先５′の高さが演算され、前記演算部５１は電気／油圧回路７２を介し油圧シリンダ７３を駆動して前記ブレード５を上下動させ位置を決定する。前記電気／油圧回路７２

は電磁弁を具備しており、前記演算部５１は所要のシーケンスに従って前記電気／油圧回路７２に開閉制御指令を発し、該電気／油圧回路７２が電磁弁を開閉することで前記油圧シリンダ７３への圧油の給排、或は流量調整により、該油圧シリンダ７３に所要方向に所要の速度で上下動させる。前記表示部５５には前記ブレード５の位置或はブレード５による掘削の状態が表示される。

【００３９】

前記操作部５６により前記表示部５５の表示に基づき直接手動操作をすることができる。前記表示部５５の表示を見ながら手動で前記ブレード５の位置決め操作をするものであり、前記操作部５６からの信号は前記演算部５１に入力され、該演算部５１は入力信号に基づき前記電気／油圧回路７２を介して前記油圧シリンダ７３を駆動する。

【００４０】

前記回転レーザ装置１の近く、基準点となる位置に前記ＧＰＳベースアンテナ８が設置され、該ＧＰＳベースアンテナ８の受信結果、前記ＧＰＳアンテナ９によりキネマチック測量による前記ブルドーザ２の位置検出が行われ、前記ＧＰＳベースアンテナ８、ＧＰＳアンテナ９及び前記制御装置５０により測量装置が構成される。

【００４１】

以下、図４、図５を参照し、ブルドーザ２によりレベルセンサ７の上下受光範囲を超える様な隆起のある地形を整地する場合の作動について説明する。

【００４２】

前記ＧＰＳベースアンテナ８を既知点に設置すると共に前記回転レーザ装置１を既知点に設置する。既地点の値は前記制御装置５０にデータとして入力される。

【００４３】

設置後先ず該回転レーザ装置１の整準を行う。既知点に設置される該回転レーザ装置１と前記ブルドーザ２の位置がキネマチック測量により求められると共に求められた２つの位置データにより前記演算部５１が演算により前記回転レーザ装置１とブルドーザ２との施工図に基づく地形データ上の相対位置を求める。既知となった該ブルトーザ２の前記ブレード５上に固定された前記レベルセンサ７が前記レーザ光線４を受光し、前記レベルセンサ７での受光位置を基に整地作業が行われる。

【００４４】

基準面を利用して整地作業を行う場合は、前記レベルセンサ７で検出した受光位置が記憶部５２に記憶された施工データに基づく受光位置に一致する様に前記ブレード駆動部７１を制御する。整地すべき地形がレベルセンサ７の範囲を超えて変化している場合には基準面の変更を行い、例えば水平の基準面から円錐の基準面に替え、施工データとの差を算出して作業を続行する。レーザ光線の射出角度と、前記回転レーザ装置１とブルドーザ２の地形データ上での位置が検出され、それに基づいて、前記レベルセンサ７で検出した基準面の受光位置と施工データに基づく受光位置とが合致する様に前記ブレード駆動部７１を制御する。

【００４５】

施工が進み再び水平の基準面が受光出来る様になった場合には、円錐の基準面から水平の基準面に替えて作業を続行する。受光した基準面を識別し、その地点に於けるブレードの高さを算出することから容易にその地点に地形データに基づき施工すべき高さと前記算出した高さとの比較が可能である。更に、地形の高低に拘らず作業が続行できる様に、レベルセンサ７が少なくとも１つの基準面を受光できる様に円錐の基準面の射出角度が決められ、複数の基準面が形成されている。

【００４６】

該ブレード駆動部７１は前記電気／油圧回路７２を介して前記油圧シリンダ７３を駆動し、前記ブレード５の上下位置を変化させる。前記レベルセンサ７は前記ブレード５に設けられているので、上下変化は前記レベルセンサ７の受光位置の変化として現れ、該レベルセンサ７の受光位置の変化を前記制御装置５０にフィードバックすれば精度のよい整地作業が自動で行える。

【００４７】
又、前記ブレード５の位置制御は前記制御装置５０により直接ブレード駆動部７１を制御してもよく、前記ブレード５の位置制御情報を前記表示部５５に表示し、作業者が手動で前記ブレード駆動部７１を操作する様にしてもよい。
【００４８】
図５を参照すると、ａ地点では水平なレーザ光線４ａによる水平基準面により整地作業が行われ、ｂ地点ではレーザ光線４ｂにより形成される円錐基準面により整地が行われる。前記レーザ光線４ｂの水平に対する射出角度は固定しており、既知の値であり、更に前記回転レーザ装置１とｂ地点での前記ブルドーザ２の位置は既知であるので、前述した様に前記レーザ光線４ｂ又は前記レーザ光線４ａから高さが演算により求められる。従って、ブルドーザ２がｂ地点に移動し前記レーザ光線４ａを受光できなくなっても、前記レーザ光線４ｂを受光して整地作業を続行することができる。更に、前記レーザ光線４ａ，４ｂを基準としてレベルの異なる２の水平面に整地が可能となる。
【００４９】
又、傾斜面となる様に整地する場合も同様に、レベルセンサ７の受光位置と施工データに基づく受光位置が一致する様に操作する。レーザ光線４ａ及びレーザ光線４ｂを選択し連続して受光することにより、回転レーザ装置１を再設定せずに広範囲の傾斜面を整地することが可能となる。又、曲面に整地する場合は、前記補正を曲面に合致する様にすればよい。
【００５０】
更に、前記円錐基準面の勾配を予め整地の勾配に一致させておき、前記レベルセンサ７の受光位置が前記受光素子６２の所定位置になる様に前記ブレード５の位置を制御することで円錐基準面の勾配に従った斜面の整地を行ってもよい。
【００５１】
次に、図９により複数台のブルドーザ２ａ、ブルドーザ２ｂ、ブルドーザ２ｃによりそれぞれ異なる整地作業を同時に行う場合について説明する。
【００５２】
回転レーザ装置１は基準光を発しているのみで、制御自身はブルドーザ側で行っていることから、複数台のブルドーザを制御する場合でも、基本的に１台のブルドーザの制御と同様である。前記ブルドーザ２ａ、ブルドーザ２ｂ、ブルドーザ２ｃは、各々レーザ光線（４ａ，４ｂ，４ｃ，４ｄ）を検出識別し、レーザ光線の受光位置と施工データに基づく受光位置が一致する様に、各々の前記ブレード駆動部７１を介してブレード５を制御する。
【００５３】
前記ＧＰＳベースアンテナ８、前記各ブルドーザ２ａ，２ｂ，２ｃの前記ＧＰＳアンテナ９ａ，９ｂ，９ｃで受信された信号は前記信号処理部５４ａ，５４ｂ，５４ｃを介して、刻々前記制御装置５０ａ，５０ｂ，５０ｃに入力される。該制御装置５０ａ，５０ｂ，５０ｃに於いて前記ブルドーザ２ａ，２ｂ，２ｃ自身の位置、前記回転レーザ装置１の位置との関係がリアルタイムで測量される。測量された結果は該各ブルドーザ２ａ，２ｂ，２ｃの平面位置情報であり、前記制御装置５０ａ，５０ｂ，５０ｃは該平面位置情報と前記記憶部５２に設定入力されている施工データとに基づき前記各ブルドーザ２ａ，２ｂ，２ｃ毎にそれぞれの前記ブレード５ａ，５ｂ，５ｃの位置を制御する。
【００５４】
而して、前記ブルドーザ２ａ，２ｂ，２ｃをそれぞれ独立して移動させ複数箇所で同時に整地作業が行われる。尚、水平の基準面、円錐の基準面を利用した個々の整地作業については図５で説明したのと同様であるので説明は省略する。
【００５５】
本システムを使用することで、自動で施工データに合致した整地を行うことができる。又、前記表示部５５に表示されたデータを基に作業者が手動により整地作業を実施する事ができる。
【００５６】

尚、上記実施の形態に於いて、前記レーザ光線４は全周走査を行ったが、個々の前記ブルドーザ２ａ，２ｂ，２ｃの整地範囲は限られており、従って、図１０に示す様に、該各ブルドーザ２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄに対応した範囲のみ基準面を形成する様にしてもよい。この場合、前記レーザダイオード１７ａ，１７ｂ，１７ｃ，１７ｄは同時に連続点灯するのではなく、前記個々のブルドーザ２ａ，２ｂ，２ｃ，２ｄが要求する必要レベルの基準面を形成するレーザダイオード１７を１つだけ点灯すればよく、電力の消費を低減できる。この場合、ブルドーザ２側にはブルドーザの位置を回転レーザ装置１側に知らせる通信手段を設ける。回転レーザ装置１にはブルドーザ２からの位置情報に基づいてブルドーザの方向を演算し、走査モータ２３の回転と発光部１１の発光を制御する制御手段が設けられる。尚、回転照射の回転位置は前記エンコーダ２８により求められる。

【００５７】

図１１は発光部１１の変更例を示しており、発光体２０に前記レーザダイオード１７ａ，１７ｂ，１７ｃ，１７ｄを設けるスペースがない場合、該レーザダイオード１７ａ，１７ｂ，１７ｃ，１７ｄを別の場所に設け、光ファイバ２９ａ，２９ｂ，２９ｃ，２９ｄにより導き、直線上の発光体を形成してもよい。

【００５８】

又、上述した様に複数の前記レーザ光線４を判別できる様に個々の該レーザ光線４について周波数が異なる様に変調させたが、周波数の周期と該レーザ光線４の走査速度との関係でパルス間隔が前記レベルセンサ７の通過時間より長い場合は、該レベルセンサ７が前記レーザ光線４を検知しない場合も生じる。この様な場合は、図１２に示す様に、前記ペンタプリズム２６の入射側又は出射側にシリンダレンズ８０を設け、各レーザ光線４ａ，４ｂ，４ｃ，４ｄを回転方向に拡散させ、扇状のレーザ光線を射出する様にしてもよい。レーザ光線が回転方向に広がることでパルス間隔が前記レベルセンサ７の通過時間より長い場合でも、該レベルセンサ７のレーザ光線非検知状態をなくすことができる。

【００５９】

更に又、上記実施の形態では前記レーザ光線４ａ，４ｂ，４ｃ，４ｄ毎に周波数を変えて変調させたが、レーザ光線を変調する代わりに、前記各レーザ光線４を回転方向に複数分割し、各レーザ光線毎に分割のパターンを変えてもよい。

【００６０】

斯かる分割したレーザ光線で回転走査すると、前記レベルセンサ７から発せられる受光信号は各レーザ光線特有のものとなり、前記レーザ光線４ａ，４ｂ，４ｃ，４ｄそれぞれを信号パターンにより特定することが可能となる。

【００６１】

図１３は回折パターン８１をレーザ光線透過面に設け、前記各レーザ光線４ａ，４ｂ，４ｃ，４ｄを回転方向に３分割し、更に該各レーザ光線４ａ，４ｂ，４ｃ，４ｄ毎に分割の態様が異なってくる様に回折パターンの内容を異ならせたものである。尚、前記回折パターン８１は透過面だけでなく、反射面にも設けることができる。

【００６２】

分割の態様の一例を図１４（Ａ）に示し、前記レーザ光線４は３分割し、分割した最初の分割レーザ光線と中間の分割レーザ光線との間隔は前記レーザ光線４ａ，４ｂ，４ｃ，４ｄ全て同一とし、中間の分割レーザ光線と最後の分割レーザ光線との間隔は漸次拡大する様にしたものである。従って、受光信号は図１４（Ｂ）に示す様に、最初のパルスと２番目のパルスとの間隔が該レーザ光線４ａ，４ｂ，４ｃ，４ｄ全てについて同一となり、２番目のパルスと３番目のパルスとの間隔は漸次長くする。従って、パルスの発生パターンを識別することで該レーザ光線４ａ，４ｂ，４ｃ，４ｄの内いずれかであるかを特定できる。

【００６３】

更に又、上記実施の形態では前記レベルセンサ７は前記ブレード５に設けたが、前記油圧シリンダ７３の伸縮状態、或は前記ブレード５を支持するアームの位置を介して前記ブレード刃先５′の位置を検出する様にすれば、前記レベルセンサ７は前記ブルドーザ２の車

体に設けることも可能である。又、上記ＧＰＳ測位システムはキネマチック方式を説明したが、移動点を即座に検出するＧＰＳ測位システムであればいずれの方式でもよいことは言う迄もない。又、前記回動部１２の回転位置を検出する前記エンコーダ２８の出力に基づいて、前記レベルセンサ７の範囲を往復走査させてもよいし、該レベルセンサ７の範囲のみレーザ光線の発光を限定して回転させてもよい。

【００６４】

【発明の効果】

以上述べた如く本発明に係る建設機械制御システムによれば、１回転中での限定された複数の範囲でのレベル設定が可能であり、１台の回転レーザ装置により複数位置での土木、建設作業が可能となる。又、レーザ光線により形成される基準面により整地作業を行う場合に、水平面ばかりでなく、傾斜面、或は曲面を伴う整地作業が作業者の熟練を要することなく容易に而も確実に行え、施工工期が短縮する。又複数の建設機械によりそれぞれ異なる整地作業を同時に行わせることができ、又同一の回転レーザ装置による各建設機械毎にレベル設定が可能であり、建設機械の誤動作がないという優れた効果を発揮する。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明に係る建設機械制御システムに用いられる回転レーザ装置の要部を示すブロック図である。

【図２】該回転レーザ装置に用いられる発光部の説明図である。

【図３】該発光部から発せられるレーザ光線の変調状態を示す説明図である。

【図４】本発明に係る実施の形態の説明図である。

【図５】本発明に係る実施の形態の説明図である。

【図６】本実施の形態に係る建設機械制御システムのブロック図である。

【図７】本発明に使用されるレベルセンサの斜視図である。

【図８】該レベルセンサに設けられる受光状態判断部のブロック図である。

【図９】複数の建設機械を対象とした本発明に係る実施の形態の説明図である。

【図１０】本発明の実施の形態の応用例であり、基準面を部分形成する場合の説明図である。

【図１１】本発明の実施の形態の応用例であり、発光部の他の例を示す説明図である。

【図１２】本発明の実施の形態の応用例であり、射出するレーザ光線を拡散する場合の説明図である。

【図１３】本発明の実施の形態の応用例であり、射出するレーザ光線を回転方向に分割する場合の説明図である。

【図１４】（Ａ）（Ｂ）は該応用例に於けるレーザ光線の分割態様、及び受光信号の態様を示す説明図である。

【図１５】従来の建設機械制御システムの説明図である。

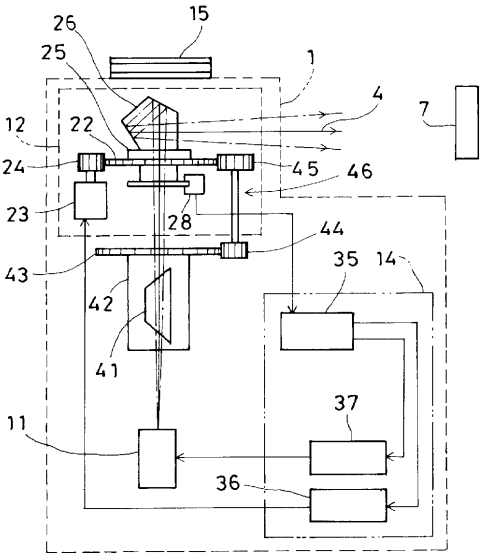
【図１６】従来の建設機械制御システムの説明図である。

【符号の説明】

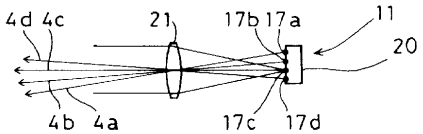
１　回転レーザ装置
２　ブルドーザ
４　レーザ光線
５　ブレード
７　レベルセンサ
８　ＧＰＳベースアンテナ
９　ＧＰＳアンテナ
１１　発光部
１２　回動部
１４　制御部
１７　レーザダイオード
２０　発光体
２２　走査ギア

２６　　ペンタプリズム
３５　　演算器
４１　　イメージローテイタープリズム
４４　　アイドルギア
４３　　同調ギア
４６　　ギア列
５０　　制御装置
５１　　演算部
５４　　信号処理部
７１　　ブレード駆動部
７２　　電気／油圧回路
７３　　油圧シリンダ

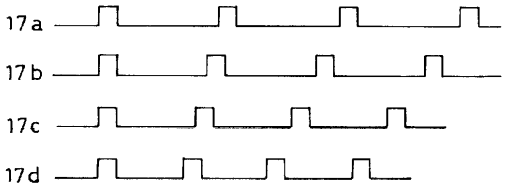
【図１】



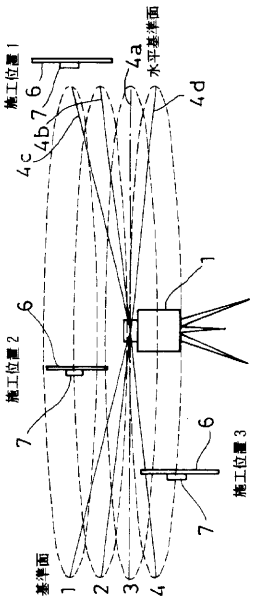
【図２】



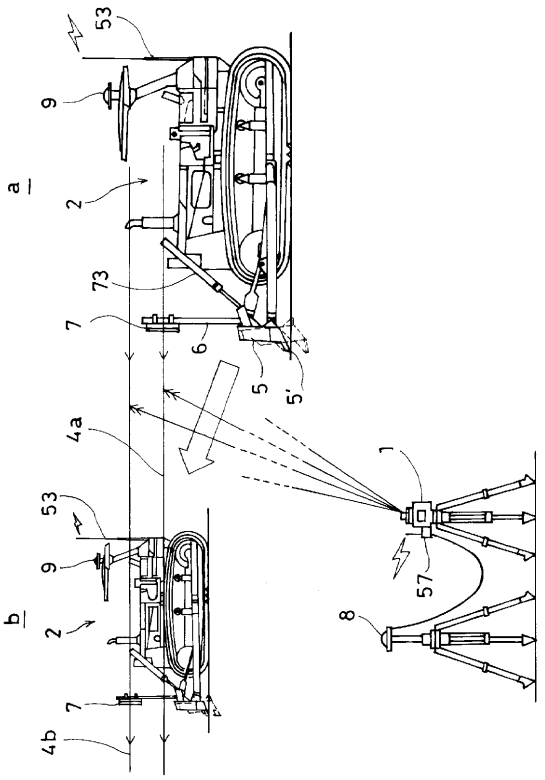
【図３】



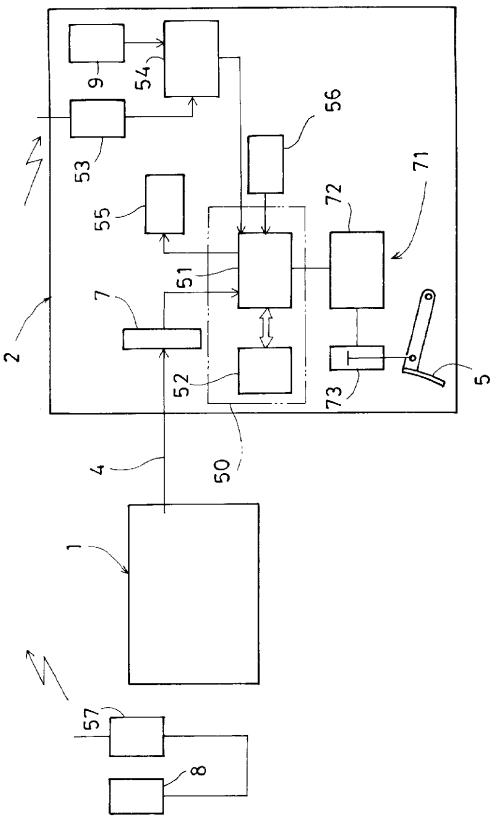
【図４】



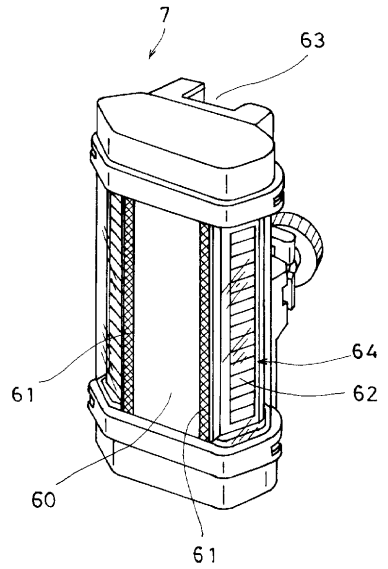
【図５】


53
9
a
2
73
7
6
5
5'
4a
1
53
9
b
2
7
4b
57
8

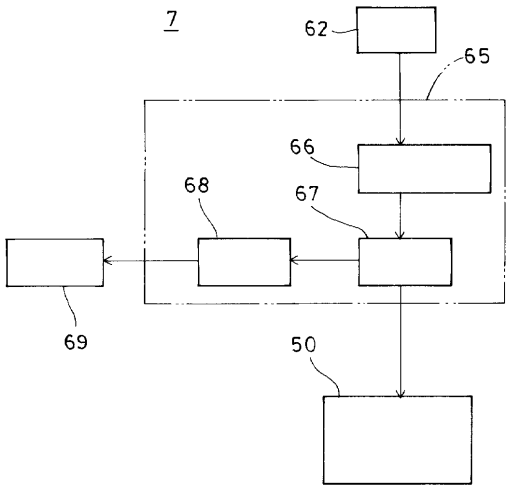
【図６】


9
54
56
53
55
72
71
51
7
2
52
73
5
4
50
1
57
8

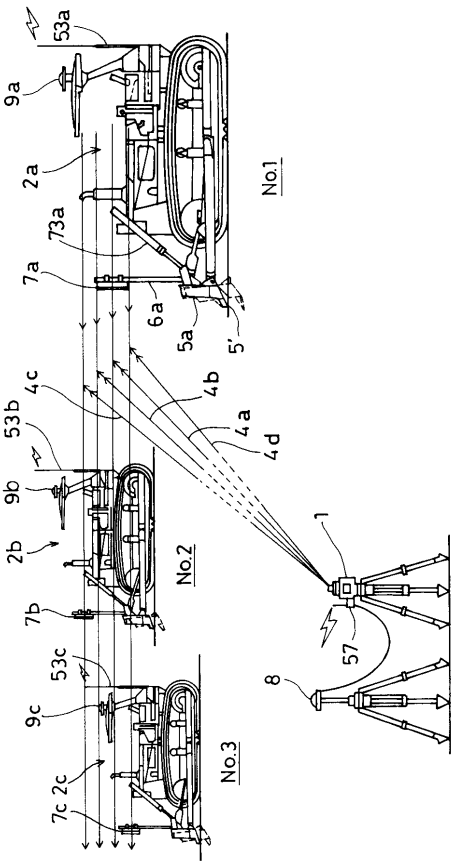
【図７】


7
63
64
61
62
60
61

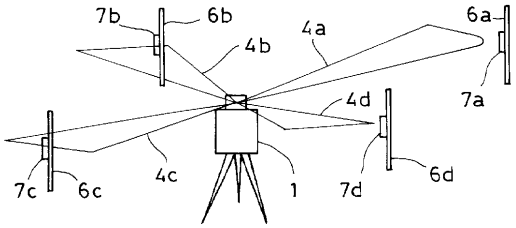
【図８】


7
62
65
66
68
67
69
50

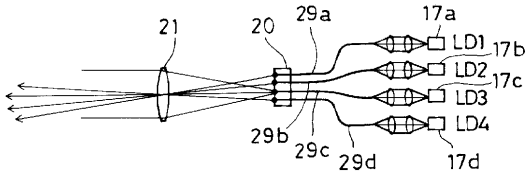
【図９】



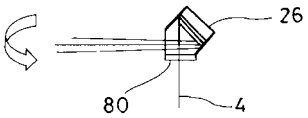
【図１０】



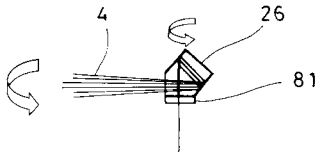
【図１１】



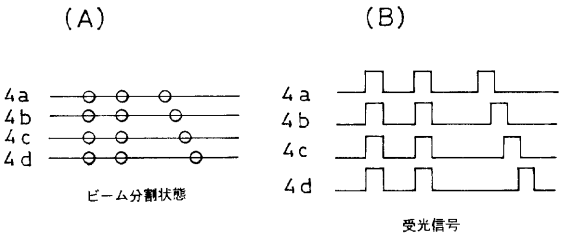
【図１２】



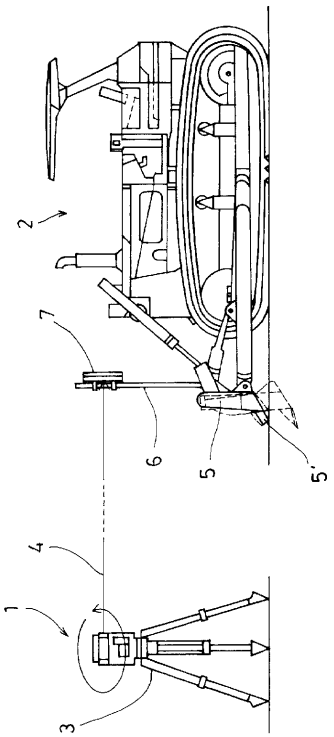
【図１３】



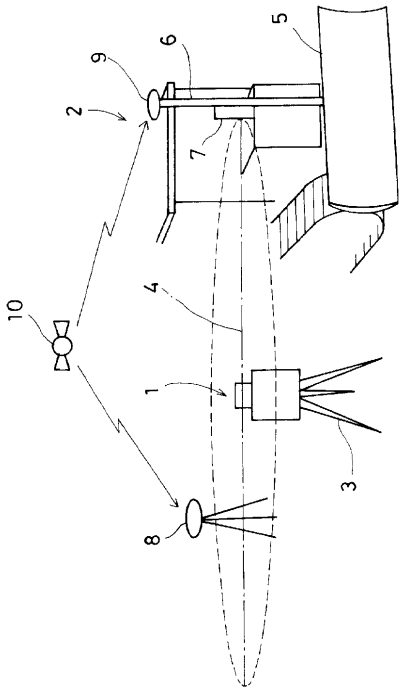
【図１４】



【図１５】



【図１６】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平１０－０４７９６１（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－１４１９５５（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－２２１０７５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
E02F 9/20
G01C 5/00
G01C 15/00
G01S 5/14
G01S 17/06