

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6582144号
(P6582144)

(45) 発行日 令和1年9月25日(2019.9.25)

(24) 登録日 令和1年9月6日(2019.9.6)

(51) Int. Cl.	F I
E O 2 F 9/26 (2006.01)	E O 2 F 9/26 A
B 6 0 K 35/00 (2006.01)	B 6 0 K 35/00 A

請求項の数 17 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2018-557554 (P2018-557554)	(73) 特許権者 306037311 富士フイルム株式会社 東京都港区西麻布2丁目26番30号
(86) (22) 出願日 平成29年10月5日(2017.10.5)	(74) 代理人 110002505 特許業務法人航栄特許事務所
(86) 国際出願番号 PCT/JP2017/036270	(72) 発明者 藤田 広大 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324 番地 富士フイルム株式会社内
(87) 国際公開番号 W02018/116577	審査官 石川 信也
(87) 国際公開日 平成30年6月28日(2018.6.28)	
審査請求日 令和1年5月10日(2019.5.10)	
(31) 優先権主張番号 特願2016-245679 (P2016-245679)	
(32) 優先日 平成28年12月19日(2016.12.19)	
(33) 優先権主張国・地域又は機関 日本国(JP)	

早期審査対象出願

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 投写型表示装置、投写型表示装置の制御方法、投写型表示装置の制御プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

可動の作業機と、前記作業機が取り付けられかつ運転室を有する本体部とを有する乗り物に搭載される投写型表示装置であって、

前記乗り物の位置及び前記運転室の向きを検出する検出部と、

光源から出射される光を、入力される画像情報に基づいて空間変調する光変調部を含み、前記光変調部により空間変調して得られた画像光を前記運転室に搭載された投写面に投写して前記画像光に基づく虚像を表示する投写表示部と、

前記光変調部に入力する前記画像情報を制御して前記投写表示部により表示させる虚像を制御する表示制御部と、を備え、

前記表示制御部は、記憶部に記憶された前記乗り物の位置、前記運転室の向き、及び、前記作業機の姿勢を指定する作業計画情報と前記検出部により検出された前記位置及び前記向きとに基づいて、計画上の前記作業機の状態を示す、前記作業機を模した作業機虚像を前記投写表示部に表示させる投写型表示装置。

【請求項2】

請求項1記載の投写型表示装置であって、

前記表示制御部は、前記作業機虚像の表示位置を、前記作業計画情報によって指定される前記向きと、前記検出部により検出された前記向きとの差に基づいて制御する投写型表示装置。

【請求項3】

請求項 1 又は 2 記載の投写型表示装置であって、

前記表示制御部は、前記作業機虚像の表示サイズを、前記作業計画情報によって指定される前記位置と、前記検出部により検出された前記位置との差に基づいて制御する投写型表示装置。

【請求項 4】

請求項 2 記載の投写型表示装置であって、

前記表示制御部は、前記作業計画情報によって指定される前記向きと、前記検出部により検出された前記向きとの差が閾値以上の場合には、前記作業機虚像に代えて前記運転室の向きの変更を指示する情報を前記投写表示部に表示させる投写型表示装置。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項記載の投写型表示装置であって、

前記投写表示部によって表示される前記作業機虚像と前記作業機とが前記運転室の運転席から見て重なるか否かを判定する重なり判定部を更に備え、

前記表示制御部は、前記重なり判定部によって前記作業機虚像と前記作業機とが重なりと判定された場合に、前記作業機が最適姿勢になったことを前記運転室にいる作業者に報知する投写型表示装置。

【請求項 6】

請求項 5 記載の投写型表示装置であって、

前記表示制御部は、前記重なり判定部によって前記作業機虚像と前記作業機とが重なりと判定された場合に、前記作業機が前記最適姿勢になったことを前記運転室にいる前記作業者に報知するための報知情報を前記投写表示部に表示させる投写型表示装置。

【請求項 7】

請求項 5 記載の投写型表示装置であって、

前記表示制御部は、前記重なり判定部によって前記作業機虚像と前記作業機とが重なりと判定された場合に、前記作業機が前記最適姿勢になったことを音で前記運転室にいる前記作業者に報知する投写型表示装置。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項記載の投写型表示装置であって、

前記表示制御部は、前記作業機虚像を表示させている場合に、前記作業機の操作内容を指示するための情報を前記投写表示部に更に表示させる投写型表示装置。

【請求項 9】

可動の作業機と、前記作業機が取り付けられかつ運転室を有する本体部とを有する乗り物に搭載される投写型表示装置の制御方法であって、

前記投写型表示装置は、光源から出射される光を、入力される画像情報に基づいて空間変調する光変調部と、前記光変調部により空間変調して得られた画像光を前記運転室に搭載された投写面に投写して前記画像光に基づく虚像を表示する投写表示部と、を有し、

前記乗り物の位置及び前記運転室の向きを検出する検出ステップと、

記憶部に記憶された前記乗り物の位置、前記運転室の向き、及び、前記作業機の姿勢を指定する作業計画情報と、前記検出ステップにより検出された前記位置及び前記向きとに基づいて、計画上の前記作業機の状態を示す、前記作業機を模した作業機虚像を前記投写表示部に表示させる表示制御ステップを備える投写型表示装置の制御方法。

【請求項 10】

請求項 9 記載の投写型表示装置の制御方法であって、

前記表示制御ステップでは、前記作業機虚像の表示位置を、前記作業計画情報によって指定される前記向きと前記検出ステップにより検出された前記向きとの差に基づいて制御する投写型表示装置の制御方法。

【請求項 11】

請求項 9 又は 10 記載の投写型表示装置の制御方法であって、

前記表示制御ステップでは、前記作業機虚像の表示サイズを、前記作業計画情報によって指定される前記位置と、前記検出ステップにより検出された前記位置との差に基づいて

10

20

30

40

50

制御する投写型表示装置の制御方法。

【請求項 1 2】

請求項 1 0 記載の投写型表示装置の制御方法であって、

前記表示制御ステップでは、前記作業計画情報によって指定される前記向きと、前記検出ステップにより検出された前記向きとの差が閾値以上の場合には、前記作業機虚像に代えて前記運転室の向きの変更を指示する情報を前記投写表示部に表示させる投写型表示装置の制御方法。

【請求項 1 3】

請求項 9 ~ 1 2 のいずれか 1 項記載の投写型表示装置の制御方法であって、

前記投写表示部によって表示される前記作業機虚像と前記作業機とが前記運転室の運転席から見て重なるか否かを判定する重なり判定ステップを更に備え、

前記表示制御ステップでは、前記重なり判定ステップによって前記作業機虚像と前記作業機とが重なると判定された場合に、前記作業機が最適姿勢になったことを前記運転室内にいる作業者に報知する投写型表示装置の制御方法。

【請求項 1 4】

請求項 1 3 記載の投写型表示装置の制御方法であって、

前記表示制御ステップでは、前記重なり判定ステップによって前記作業機虚像と前記作業機とが重なると判定された場合に、前記作業機が前記最適姿勢になったことを前記運転室内にいる前記作業者に報知するための報知情報を前記投写表示部に表示させる投写型表示装置の制御方法。

【請求項 1 5】

請求項 1 3 記載の投写型表示装置の制御方法であって、

前記表示制御ステップでは、前記重なり判定ステップによって前記作業機虚像と前記作業機とが重なると判定された場合に、前記作業機が前記最適姿勢になったことを音で前記運転室内にいる作業者に報知する投写型表示装置の制御方法。

【請求項 1 6】

請求項 9 ~ 1 5 のいずれか 1 項記載の投写型表示装置の制御方法であって、

前記表示制御ステップでは、前記作業機虚像を表示させている場合に、前記作業機の内容を指示するための情報を前記投写表示部に更に表示させる投写型表示装置の制御方法。

【請求項 1 7】

可動の作業機と、前記作業機が取り付けられかつ運転室を有する本体部とを有する乗り物に搭載される投写型表示装置の制御プログラムであって、

前記投写型表示装置は、光源から出射される光を、入力される画像情報に基づいて空間変調する光変調部と、前記光変調部により空間変調して得られた画像光を前記運転室に搭載された投写面に投写して前記画像光に基づく虚像を表示する投写表示部と、を有し、

前記乗り物の位置及び前記運転室の向きを検出する検出ステップと、

記憶部に記憶された前記乗り物の位置、前記運転室の向き、及び、前記作業機の姿勢を指定する作業計画情報と、前記検出ステップにより検出された前記位置及び前記向きとに基づいて、計画上の前記作業機の状態を示す、前記作業機を模した作業機虚像を前記投写表示部に表示させる表示制御ステップと、をコンピュータに実行させるための投写型表示装置の制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、投写型表示装置、投写型表示装置の制御方法、及び、投写型表示装置の制御プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

油圧ショベル、ホイールローダー、ブルドーザ、又は、モーターグレーダー等の作業者

10

20

30

40

50

が作業機を運転室から観察できる各種の作業用機械を用いて建設作業又は土木作業を行う際の作業効率を、HUD (Head - up Display) を利用して向上させる技術が特許文献 1 及び特許文献 2 に開示されている。

【0003】

特許文献 1 には、バケットの昇降方向と昇降量の情報を HUD によって運転席前方に表示する油圧シヨベルが記載されている。

【0004】

特許文献 2 には、施工計画図を HUD によって運転席前方に表示する油圧シヨベルが記載されている。

【0005】

また、特許文献 3 には、施工計画図と、施工の現況を示す情報と、現況におけるバケットの位置を示すバケット画像とを、運転室内の表示装置に表示する油圧シヨベルが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2014 - 129676 号公報

【特許文献 2】特開 2010 - 018141 号公報

【特許文献 3】特開 2012 - 255286 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献 2 及び特許文献 3 の技術によれば、施工計画図を確認しながら作業用機械を操作することができるため、作業効率を向上させることが可能である。しかし、施工計画図や現在のバケットの位置が表示されるだけでは、熟練度の低い作業者にとっては目標通りの施工を行うことは難しい。

【0008】

特許文献 1 の技術によれば、施工計画図と共にバケットの昇降量が表示されるため、熟練度の低い作業者に対する作業支援として有効となる。しかし、施工すべき範囲は広範囲となる場合もあり、この場合には、施工すべき範囲におけるどの位置においてバケットを昇降させる必要があるかを作業者は判断する必要がある。特許文献 1 にはこのような判断の支援の必要性については考慮していない。

【0009】

また、特許文献 1 の油圧シヨベルでは、作業者が車体を旋回又は前進させることでバケットを適当な位置に移動させて停止し、その位置で HUD によって表示される昇降量にしたがってバケットを操作する手順を繰り返すことが考えられる。このような手順では、作業者の熟練度によっては車体が無駄に動いている可能性もあり、作業効率が低下する可能性がある。

【0010】

ここでは建設機械を例に説明したが、運転席前方において運転者が操作可能な作業機を搭載する乗り物 (例えば、フォークリフト等) に搭載される HUD においても同様に作業効率の向上という課題が生じる。

【0011】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、作業機を有する乗り物による作業効率を向上させることのできる投写型表示装置、投写型表示装置の制御方法、及び、投写型表示装置の制御プログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の投写型表示装置は、可動の作業機と、上記作業機が取り付けられかつ運転室を有する本体部とを有する乗り物に搭載される投写型表示装置であって、上記乗り物の位置

10

20

30

40

50

及び上記運転室の向きを検出する検出部と、光源から出射される光を、入力される画像情報に基づいて空間変調する光変調部を含み、上記光変調部により空間変調して得られた画像光を上記運転室に搭載された投写面に投写して上記画像光に基づく虚像を表示する投写表示部と、上記光変調部に入力する上記画像情報を制御して上記投写表示部により表示させる虚像を制御する表示制御部と、を備え、上記表示制御部は、記憶部に記憶された上記乗り物の位置、上記運転室の向き、及び、上記作業機の姿勢を指定する作業計画情報と上記検出部により検出された上記位置及び上記向きとに基づいて、計画上の上記作業機の状態を示す、上記作業機を模した作業機虚像を上記投写表示部に表示させるものである。

【 0 0 1 3 】

本発明の投写型表示装置の制御方法は、可動の作業機と、上記作業機が取り付けられかつ運転室を有する本体部とを有する乗り物に搭載される投写型表示装置の制御方法であって、上記投写型表示装置は、光源から出射される光を、入力される画像情報に基づいて空間変調する光変調部と、上記光変調部により空間変調して得られた画像光を上記運転室に搭載された投写面に投写して上記画像光に基づく虚像を表示する投写表示部と、を有し、上記乗り物の位置及び上記運転室の向きを検出する検出ステップと、記憶部に記憶された上記乗り物の位置、上記運転室の向き、及び、上記作業機の姿勢を指定する作業計画情報と、上記検出ステップにより検出された上記位置及び上記向きとに基づいて、計画上の上記作業機の状態を示す、上記作業機を模した作業機虚像を上記投写表示部に表示させる表示制御ステップを備えるものである。

【 0 0 1 4 】

本発明の投写型表示装置の制御プログラムは、可動の作業機と、上記作業機が取り付けられかつ運転室を有する本体部とを有する乗り物に搭載される投写型表示装置の制御プログラムであって、上記投写型表示装置は、光源から出射される光を、入力される画像情報に基づいて空間変調する光変調部と、上記光変調部により空間変調して得られた画像光を上記運転室に搭載された投写面に投写して上記画像光に基づく虚像を表示する投写表示部と、を有し、上記乗り物の位置及び上記運転室の向きを検出する検出ステップと、記憶部に記憶された上記乗り物の位置、上記運転室の向き、及び、上記作業機の姿勢を指定する作業計画情報と、上記検出ステップにより検出された上記位置及び上記向きとに基づいて、計画上の上記作業機の状態を示す、上記作業機を模した作業機虚像を上記投写表示部に表示させる表示制御ステップと、をコンピュータに実行させるためのものである。

【発明の効果】

【 0 0 1 5 】

本発明によれば、作業機を有する乗り物による作業効率を向上させることのできる投写型表示装置、投写型表示装置の制御方法、及び、投写型表示装置の制御プログラムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 6 】

【図 1】本発明の投写型表示装置の一実施形態である HUD 10 を搭載する建設機械 1 の概略構成を示す模式図である。

【図 2】図 1 に示す建設機械 1 における運転室 5 の内部構成例を示す模式図である。

【図 3】図 1 に示す建設機械 1 における運転室 5 内の構成例を示す模式図である。

【図 4】図 1 及び図 2 に示す HUD 10 の内部構成を示す模式図である。

【図 5】図 4 に示すシステム制御部 60 の機能ブロック図である。

【図 6】図 5 に示すシステム制御部 60 の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 7】図 5 に示すシステム制御部 60 の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 8】図 1 に示す HUD 10 の投写表示部 50 による表示例を示す模式図である。

【図 9】図 1 に示す HUD 10 の投写表示部 50 による表示例を示す模式図である。

【図 10】図 1 に示す HUD 10 の投写表示部 50 による表示例を示す模式図である。

【図 11】図 1 に示す HUD 10 の投写表示部 50 による表示例を示す模式図である。

【図 12】図 1 に示す HUD 10 の投写表示部 50 による表示例を示す模式図である。

10

20

30

40

50

【図13】図1に示すHUD10の投写表示部50による表示例を示す模式図である。

【図14】図1に示すHUD10の投写表示部50による表示例を示す模式図である。

【図15】図1に示すHUD10の投写表示部50による表示例を示す模式図である。

【図16】図1に示すHUD10の投写表示部50による表示例を示す模式図である。

【図17】図1に示すHUD10の投写表示部50による表示例を示す模式図である。

【図18】図1に示すHUD10の投写表示部50による表示例を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

【0018】

図1は、本発明の投写型表示装置の一実施形態であるHUD10を搭載する建設機械1の概略構成を示す模式図である。

【0019】

建設機械1は、油圧ショベルであって、下部走行体2、下部走行体2に旋回可能に支持される上部旋回体3、及び、上部旋回体3によって支持されたフロント作業部4等の各部から構成されている。下部走行体2及び上部旋回体3は建設機械1の本体部を構成する。

【0020】

下部走行体2は、公道及び作業現場を走行するための金属製又はゴム製のクローラを備える。

【0021】

上部旋回体3は、フロント作業部4を操作するための操作装置及び作業者が着座するための運転席6が設置される運転室5と、運転室5の向きを検出する方位センサ14と、建設機械1の位置（緯度及び経度）を検出するGPS（Global Positioning System）受信機15と、を備える。

【0022】

フロント作業部4は、上部旋回体3によって重力方向と重力方向に直交する方向（図中の上下方向及び紙面に垂直な方向）とに移動可能に支持されたアーム4Cと、アーム4Cによってアーム4Cに対し回転可能に支持されたブーム4Bと、ブーム4Bによってブーム4Bに対して回転可能に支持されたバケット4Aと、を備える。バケット4Aは、地面又は搬出物等の作業対象物に対して直接接触可能な部分であり、作業機を構成する。

【0023】

なお、バケット4Aに代えて、鉄骨切断機、コンクリート圧砕機、つかみ機、又は、打撃式破砕具等の他の作業機がブーム4Bに装着された構成であってもよい。

【0024】

バケット4Aは、アーム4C及びブーム4Bを介して、運転室5に対して図中の上下方向に移動させることができる。また、バケット4Aは、運転席6に着座する作業者の視線方向及び重力方向と直交する方向を軸として回転可能となっている。また、ブーム4Bは、図中の紙面に垂直な方向を軸として回転可能となっている。

【0025】

図示省略されているが、フロント作業部4には、フロント作業部4の姿勢を検出するための角速度センサ及び3軸加速度センサ等のセンサ群が設けられている。

【0026】

運転室5には、運転席6の前方にフロントウインドシールド11が設けられており、このフロントウインドシールド11の一部は、後述する画像光を反射させる加工がなされた領域となっている。そして、この領域が、HUD10から出射された画像光が投写される投写範囲11Aを構成している。方位センサ14は、フロントウインドシールド11の正面の方向を検出するために設けられている。

【0027】

HUD10は、運転室5内に設置されており、フロントウインドシールド11の一部の領域である投写範囲11Aに投写する画像光により、運転席6に着座する作業者によって

10

20

30

40

50

フロントウインドシールド 11 前方において虚像を視認可能に表示する。

【 0 0 2 8 】

図 2 は、図 1 に示す建設機械 1 における運転室 5 の内部構成例を示す模式図である。

【 0 0 2 9 】

図 2 に示すように、HUD 10 は、作業者が運転席 6 に着座した状態で、作業者の上方かつ後方に設けられている。HUD 10 は、GPS 受信機 15 の検出信号と、方位センサ 14 の検出信号と、フロント作業部 4 に設けられたセンサ群の検出信号と、内部に予め記憶されている作業計画情報とに基づいて、作業支援のための虚像をフロントウインドシールド 11 の前方に表示する。

【 0 0 3 0 】

建設機械 1 の作業者は、フロントウインドシールド 11 の投写範囲 11 A に投写され、ここで反射された画像光を見ることで、建設機械 1 による作業を支援するための画像又は文字等の情報を虚像として視認することができる。また、投写範囲 11 A は、HUD 10 から投写された画像光を反射すると同時に、外部（外界）からの光を透過する機能を持つ。このため、作業者は、HUD 10 から投写された画像光に基づく虚像を外界の景色に重ねて視認することができる。

【 0 0 3 1 】

HUD 10 は、図 1 の例では油圧ショベルに搭載されて用いられるが、運転席前方において作業者が操作可能な作業機を搭載する作業用機械（例えば、ホイールローダー、ブルドーザ、モーターグレーダー、又は、フォークリフト等）であれば同様に搭載可能である。

【 0 0 3 2 】

図 3 は、図 1 に示す建設機械 1 における運転室 5 内の構成例を示す模式図である。

【 0 0 3 3 】

運転室 5 は、フロントウインドシールド 11、右サイドウインドシールド 21、及び、左サイドウインドシールド 22 に取り囲まれている。運転室 5 は、フロント作業部 4 の曲げ伸ばし及び上部旋回体 3 の旋回を操作するための左操作レバー 23 及びフロント作業部 4 のバケット 4 A の掘削及び開放を操作するための右操作レバー 24 等を運転席 6 周りに備える。なお、左操作レバー 23 と右操作レバー 24 への操作機能の割り当ては一例であり、これに限定されるものではない。

【 0 0 3 4 】

フロントウインドシールド 11 には、HUD 10 から出射された画像光が投写される投写範囲 11 A があり、この投写範囲 11 A が画像光を反射すると同時に、外部（外界）からの光を透過する。

【 0 0 3 5 】

なお、建設機械 1 は、図示省略されているが、下部走行体 2 によって走行する際に操作される走行用のハンドル、アクセル、及び、ブレーキ等が設けられている。

【 0 0 3 6 】

図 4 は、図 1 及び図 2 に示す HUD 10 の内部構成を示す模式図である。

【 0 0 3 7 】

HUD 10 は、光源ユニット 40 と、光変調素子 44 と、光変調素子 44 を駆動する駆動部 45 と、投写光学系 46 と、拡散板 47 と、反射ミラー 48 と、拡大鏡 49 と、光源ユニット 40 及び駆動部 45 を制御するシステム制御部 60 と、フラッシュメモリ等の記憶媒体により構成される記憶部 70 と、を備える。

【 0 0 3 8 】

光源ユニット 40 は、光源制御部 40 A と、赤色光を出射する赤色光源である R 光源 41 r と、緑色光を出射する緑色光源である G 光源 41 g と、青色光を出射する青色光源である B 光源 41 b と、ダイクロイックプリズム 43 と、R 光源 41 r とダイクロイックプリズム 43 の間に設けられたコリメータレンズ 42 r と、G 光源 41 g とダイクロイックプリズム 43 の間に設けられたコリメータレンズ 42 g と、B 光源 41 b とダイクロイック

10

20

30

40

50

クプリズム 4 3 の間に設けられたコリメータレンズ 4 2 b と、を備えている。

【 0 0 3 9 】

ダイクロイックプリズム 4 3 は、R 光源 4 1 r、G 光源 4 1 g、及び B 光源 4 1 b の各々から出射される光を同一光路に導くための光学部材である。すなわち、ダイクロイックプリズム 4 3 は、コリメータレンズ 4 2 r によって平行光化された赤色光を透過させて光変調素子 4 4 に出射する。また、ダイクロイックプリズム 4 3 は、コリメータレンズ 4 2 g によって平行光化された緑色光を反射させて光変調素子 4 4 に出射する。さらに、ダイクロイックプリズム 4 3 は、コリメータレンズ 4 2 b によって平行光化された青色光を反射させて光変調素子 4 4 に出射する。このような機能を持つ光学部材としては、ダイクロイックプリズムに限らない。例えば、クロスダイクロイックミラーを用いてもよい。

10

【 0 0 4 0 】

R 光源 4 1 r、G 光源 4 1 g、及び、B 光源 4 1 b は、それぞれ、レーザ又は LED (Light Emitting Diode) 等の発光素子が用いられる。R 光源 4 1 r、G 光源 4 1 g、及び、B 光源 4 1 b は、HUD 1 0 の光源を構成する。本実施形態では、HUD 1 0 の光源として、R 光源 4 1 r と G 光源 4 1 g と B 光源 4 1 b の 3 つの光源を含むものとしているが、光源の数は 1 つ、2 つ、又は、4 つ以上であってもよい。

【 0 0 4 1 】

光源制御部 4 0 A は、R 光源 4 1 r、G 光源 4 1 g、及び、B 光源 4 1 b の各々の発光量を予め決められた発光量パターンに設定し、この発光量パターンに従って R 光源 4 1 r、G 光源 4 1 g、及び、B 光源 4 1 b から光を順次出射させる制御を行う。

20

【 0 0 4 2 】

光変調素子 4 4 は、ダイクロイックプリズム 4 3 から出射された光を画像情報に基づいて空間変調し、空間変調した光 (赤色画像光、青色画像光、及び緑色画像光) を投写光学系 4 6 に出射する。

【 0 0 4 3 】

光変調素子 4 4 としては、例えば、LCOS (Liquid crystal on silicon)、DMD (Digital Micromirror Device)、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 素子、又は、液晶表示素子等を用いることができる。

【 0 0 4 4 】

駆動部 4 5 は、システム制御部 6 0 から入力される画像情報に基づいて光変調素子 4 4 を駆動し、画像情報に応じた光 (赤色画像光、青色画像光、及び緑色画像光) を光変調素子 4 4 から投写光学系 4 6 に向けて出射させる。

30

【 0 0 4 5 】

光変調素子 4 4 と駆動部 4 5 とは、HUD 1 0 の光変調部を構成する。

【 0 0 4 6 】

投写光学系 4 6 は、光変調素子 4 4 から出射された光を、拡散板 4 7 に投写するための光学系である。この光学系は、レンズに限らず、スキャナを用いることもできる。例えば、走査型スキャナから出射された光を拡散板 4 7 で拡散させて面光源化してもよい。

【 0 0 4 7 】

反射ミラー 4 8 は、拡散板 4 7 で拡散された光を拡大鏡 4 9 に向けて反射させる。

40

【 0 0 4 8 】

拡大鏡 4 9 は、反射ミラー 4 8 で反射されてきた光に基づく像を拡大させて投写範囲 1 1 A に投写する。

【 0 0 4 9 】

光源ユニット 4 0、光変調素子 4 4、駆動部 4 5、投写光学系 4 6、拡散板 4 7、反射ミラー 4 8、及び、拡大鏡 4 9 は、R 光源 4 1 r、G 光源 4 1 g、及び、B 光源 4 1 b から出射される光を、システム制御部 6 0 から入力された画像情報に基づいて空間変調し、空間変調して得られた画像光を投写範囲 1 1 A に投写する投写表示部 5 0 を構成する。投写範囲 1 1 A は、投写表示部 5 0 によって虚像を表示可能な表示範囲を構成している。

50

【 0 0 5 0 】

システム制御部 6 0 は、光源制御部 4 0 A 及び駆動部 4 5 を制御して、画像情報に基づく画像光を、投写光学系 4 6 を介して拡散板 4 7 に出射させる。

【 0 0 5 1 】

図 4 に示した拡散板 4 7、反射ミラー 4 8、及び、拡大鏡 4 9 は、投写範囲 1 1 A に投写された画像光に基づく画像が、フロントウインドシールド 1 1 前方の位置において虚像として視認可能となるように光学設計がなされている。

【 0 0 5 2 】

システム制御部 6 0 は、プロセッサを主体に構成されており、プロセッサの実行するプログラム等が記憶される ROM (Read Only Memory) 及びワークメモリ 10 としての RAM (Random Access Memory) 等を含む。

【 0 0 5 3 】

記憶部 7 0 は複数の作業計画情報を記憶している。

【 0 0 5 4 】

作業計画情報は、バケット 4 A によって掘削を開始すべき建設機械 1 の位置 (緯度及び経度)、その位置における運転室 5 の向き、その位置における掘削開始の際のバケット 4 A の姿勢 (バケット 4 A の上下方向の位置及びバケット 4 A の運転室 5 からの距離等を含む)、及び、その位置における掘削量をそれぞれ指定する情報である。なお、作業計画情報において掘削量の情報は省略されてもよい。

【 0 0 5 5 】

以下では、作業計画情報によって指定される建設機械 1 の位置を計画位置といい、作業計画情報によって指定される運転室 5 の向きを計画向きといい、作業計画情報によって指定されるバケット 4 A の姿勢を計画姿勢という。 20

【 0 0 5 6 】

図 4 に示すセンサ群 8 0 は、フロント作業部 4 に設けられた 3 軸加速度センサ及び角速度センサ等である。センサ群 8 0 で検出された加速度情報及び角速度情報と、方位センサ 1 4 によって検出された運転室 5 の向きを示す方位情報と、GPS 受信機 1 5 で検出された緯度及び経度を示す建設機械 1 の位置情報は、システム制御部 6 0 に入力される。

【 0 0 5 7 】

システム制御部 6 0 は、記憶部 7 0 から読み出した作業計画情報と、方位センサ 1 4 から入力された方位情報と、GPS 受信機 1 5 から入力された位置情報とに基づいて、バケット 4 A を模した作業機虚像を表示するための画像情報を生成し、この画像情報に基づく画像光を投写範囲 1 1 A に投写させる。なお、HUD 1 0 は、記憶部 7 0 を備えるとしたが、これに限らない。HUD 1 0 は、HUD 1 0 に外付けされた記憶媒体に記憶された作業計画情報を読み出しても良い。また、HUD 1 0 は、ネットワークを介して、建設機械 1 の外部にある記憶媒体から作業計画情報を読み出しても良い。 30

【 0 0 5 8 】

図 5 は、図 4 に示すシステム制御部 6 0 の機能ブロック図である。

【 0 0 5 9 】

システム制御部 6 0 は、検出部 6 1 と、重なり判定部 6 2 と、表示制御部 6 3 と、を備える。検出部 6 1、重なり判定部 6 2、及び、表示制御部 6 3 は、システム制御部 6 0 のプロセッサが ROM に記憶された制御プログラムを含むプログラムを実行することで形成される機能ブロックである。 40

【 0 0 6 0 】

検出部 6 1 は、センサ群 8 0 から入力された加速度情報及び角速度情報に基づいて、バケット 4 A の上下方向の位置及びバケット 4 A の運転室 5 からの距離によって決まるバケット 4 A の姿勢を検出する。検出部 6 1 によって検出されるバケット 4 A の姿勢を以下では検出姿勢という。

【 0 0 6 1 】

また、検出部 6 1 は、方位センサ 1 4 から入力された方位情報に基づいて、運転室 5 の 50

向き（フロントウインドシールド11の正面の向き）を検出する。検出部61によって検出される運転室5の向きを以下では検出向きという。

【0062】

更に、検出部61は、GPS受信機15から入力された位置情報に基づいて、建設機械1の位置を検出する。検出部61によって検出される建設機械1の位置を以下では検出位置という。

【0063】

表示制御部63は、駆動部45に入力する画像情報を制御して投写表示部50により表示させる虚像を制御する。

【0064】

表示制御部63は、記憶部70に記憶された複数の作業計画情報のいずれかと、検出部61によって検出される検出位置及び検出向きとに基づいて、投写範囲11Aの所定位置にバケット4Aを模したバケット虚像（作業機虚像）を投写表示部50に表示させることで、掘削作業を開始するのに適した建設機械1の位置、運転室5の向き、及び、バケット4Aの姿勢を作業者に提示する。

【0065】

重なり判定部62は、検出位置と計画位置が一致しかつ検出向きと計画向きが一致する場合に、検出姿勢と計画姿勢とに基づいて、投写表示部50によって表示されるバケット虚像と、バケット4Aとが、運転席6から見て重なる状態にあるか否かを判定する。バケット虚像とバケット4Aとが重なる状態とは、バケット虚像の外縁とバケット4Aの外縁とが完全に重なる状態の他、これら2つの外縁が僅かにずれている状態も含まれる。

【0066】

また、検出位置と計画位置とが一致するとは、検出位置と計画位置とが完全に一致する場合に限らず、検出位置と計画位置との差が予め決められた値以下となる場合を言う。検出向きと計画向きとが一致するとは、フロントウインドシールド11の正面が掘削作業を行う位置と対向しかつ検出向きと計画向きとが完全に一致する場合に限らず、フロントウインドシールド11の正面が掘削作業を行う位置と対向しかつ検出向きと計画向きとの差が予め決められた値以下となる場合を言う。

【0067】

具体的には、重なり判定部62は、検出姿勢と、記憶部70に記憶されている作業計画情報に基づく計画姿勢の差を求め、この差が閾値未満である場合には、バケット虚像とバケット4Aとが運転席6から見て重なっていると判定し、この差が閾値以上である場合には、バケット虚像とバケット4Aとが運転席6から見て重なっていないと判定する。

【0068】

なお、運転席6に着座する作業者の視界と同じ範囲を撮像することのできるデジタルカメラを運転室5内に設置しておき、重なり判定部62は、このデジタルカメラの撮像画像を解析することで、投写表示部50によって表示中のバケット虚像とバケット4Aとが運転席6から見て重なっているか否かを判定してもよい。

【0069】

表示制御部63は、重なり判定部62により、バケット虚像とバケット4Aとが運転席6から見て重なっていると判定された場合には、掘削作業を開始すべき状態になったことを作業者に報知するための報知情報を含む画像情報を生成して駆動部45に入力し、この報知情報を表示させる。

【0070】

報知情報とは、バケット4Aが計画姿勢と一致したことを報知するための情報であって、作業者が容易に視認することが可能な画像又は文字等の情報である。

【0071】

図6及び図7は、図5に示すシステム制御部60の動作を説明するためのフローチャートである。図8～図18は、投写表示部50による表示例を示す模式図である。

【0072】

10

20

30

40

50

HUD 10では、記憶部70に複数の作業計画情報 D_n (n は2以上の整数)が予め記憶されており、複数の作業計画情報 D_n の各々には作業の実行順序が対応付けて記憶されている。なお、“ n ”の値は、実行順序が早いものほど小さい値となっている。

【0073】

HUD 10が起動し、作業支援モードに設定されると、表示制御部63は、まず、実行順序が1番となる作業計画情報 D_n を記憶部70から読み出す(ステップS1)。

【0074】

次に、検出部61は、方位センサ14からの方位情報及びGPS受信機15からの位置情報に基づいて、建設機械1の位置と運転室5の向きとを検出する(ステップS2)。

【0075】

次に、表示制御部63は、ステップS1で記憶部70から読み出した作業計画情報に基づく計画位置と、ステップS2で検出された検出位置とが一致するか否かを判定する(ステップS3)。

【0076】

ステップS3の判定がYESの場合、表示制御部63は、ステップS1で記憶部70から読み出した作業計画情報に基づく計画向きと、ステップS2で検出された検出向きとが一致するか否かを判定する(ステップS4)。

【0077】

ステップS4の判定がYESの場合、表示制御部63は、ステップS1で記憶部70から読み出した作業計画情報によって指定される計画姿勢に基づいて、図8に示すように、バケット4Aを模したバケット虚像101Cと、このバケット虚像101Cにバケット4Aを重ねるよう指示するテキスト画像111とを投写表示部50に表示させる(ステップS5)。テキスト画像111は、バケット4Aの操作内容を指示するための情報である。なお、テキスト画像111の表示は必須ではない。

【0078】

バケット虚像101Cは、バケット4Aが計画姿勢にある状態で、運転席6から投写範囲11A内に観察されるこのバケット4Aを仮想的に示すものである。したがって、このバケット虚像101Cとバケット4Aとを重ね合わせる操作を行うことで、バケット4Aの空間上の位置を計画上の位置に一致させることが可能となる。

【0079】

ステップS5でバケット虚像が表示されると、重なり判定部62は、バケット虚像とバケット4Aとが重なっているか否かを判定する(ステップS6)。

【0080】

図8に示す状態から、作業者がバケット4Aを上方向に移動させることで図9に示す状態となり、バケット虚像101Cとバケット4Aとが重なったと判定されると(ステップS6: YES)、表示制御部63は、図9に示されるように、掘削開始の最適姿勢になったことを示すテキスト画像112と、バケット4Aの移動方向及び掘削量(10m)を指示する画像113とを投写表示部50により表示させる(ステップS7)。テキスト画像112は、報知情報を構成する。

【0081】

図9に示すように画像が表示された後、表示制御部63は、作業者のマニュアル操作による次の作業計画情報 D_n への移行の指示を待機し、この指示を受けると(ステップS8: YES)、“ n ”を“ $n+1$ ”に変更し(ステップS9)、ステップS1に処理を戻す。表示制御部63は、この指示を受けていない場合(ステップS8: NO)には、ステップS7に処理を戻して図9の表示を継続する。

【0082】

ステップS4において、表示制御部63は、ステップS1で記憶部70から読み出した作業計画情報に基づく計画向きと、ステップS2で検出された検出向きとが一致しないと判定した場合(ステップS4: NO)には、ステップS1で記憶部70から読み出した作業計画情報に基づく計画向きと、ステップS2で検出された検出向きとの差が閾値以上か

10

20

30

40

50

否かを判定する（図7、ステップS11）。

【0083】

ステップS11の判定がYESの場合、表示制御部63は、計画姿勢に基づくバケット虚像の表示は行わず、計画向きに運転室5の向きを近づけるために必要な運転室5の回転方向を指示する回転指示虚像を投写表示部50によって表示させる（ステップS12）。

【0084】

図10には、回転指示虚像として、運転室5を左旋回させることを指示する回転矢印画像102と、「バケット画像が表示されるまで左旋回させてください」といった文字を示すテキスト画像103とが表示されている。回転矢印画像102とテキスト画像103とは、運転室5の向きの変更を指示する情報である。

10

【0085】

ステップS11の判定がNOの場合、表示制御部63は、ステップS1で記憶部70から読み出した作業計画情報に基づく計画姿勢と、ステップS1で読み出した作業計画情報に基づく計画向きとステップS2で検出された検出向きとの差と、に基づいてバケット虚像の表示位置及び表示サイズを決定し、決定した表示位置に決定した表示サイズでバケット虚像を投写表示部50によって表示させる（ステップS13）。

【0086】

ステップS11の判定がNOとなる場合は、建設機械1の位置は計画通りとなっているが、運転室5の向きが計画向きよりも左にずれていたり、右にずれていたりする状態である。

20

【0087】

そこで、表示制御部63は、この向きのずれを表現するために、作業計画情報に含まれる計画姿勢に基づくバケット虚像の表示サイズはそのままに、このバケット虚像の表示位置を、計画向きと検出向きの差に基づいて制御する。

【0088】

具体的には、表示制御部63は、検出向きが計画向きよりも右側にある場合には、図11に示すように、バケット虚像101Aの表示サイズを、計画位置が検出位置と一致する場合の表示サイズ（図7に示すバケット虚像101Cのサイズ）と同じとし、その表示位置を、計画向きと検出向きが一致する場合の表示位置よりも、検出向きと計画向きとの差に比例した距離だけ左側に移動させる。なお、図11は、図10に示す状態から建設機械1の運転室5が左旋回された場合の表示例を示している。

30

【0089】

図12は、図11に示す状態から建設機械1の運転室5が更に左旋回された場合の表示例を示している。図12では、計画向きと検出向きの差が図11の場合よりも小さくなっているため、バケット虚像101Aよりも右側の位置にバケット虚像101Aが表示されている。

【0090】

ステップS13の処理の後、表示制御部63は、作業計画情報に基づく計画向きに運転室5の向きを近づけることを指示する回転指示虚像を投写表示部50によって表示させる（ステップS14）。

40

【0091】

図11及び図12には、回転指示虚像として、左旋回をイメージした回転矢印画像102と、「左旋回させてバケットをバケット画像に重なるよう操作してください」といったテキスト画像104とを表示する例が示されている。図11及び図12に示される回転矢印画像102とテキスト画像104は、バケット4Aの操作内容を指示するための情報である。

【0092】

ステップS12の処理またはステップS14の処理の後、図6のステップS4に処理が戻り、計画向きと検出向きとが一致するまでステップS11～ステップS14の処理が行われる。

50

【 0 0 9 3 】

ステップ S 3 において、表示制御部 6 3 は、ステップ S 1 で記憶部 7 0 から読み出した作業計画情報に基づく計画位置と、ステップ S 2 で検出された検出位置とが一致しないと判定した場合（ステップ S 3 : N O ）には、ステップ S 1 で記憶部 7 0 から読み出した作業計画情報に基づく計画向きと、ステップ S 2 で検出された検出向きとが一致するか否かを判定する（ステップ S 1 5 ）。

【 0 0 9 4 】

ステップ S 1 5 の判定が Y E S の場合、表示制御部 6 3 は、ステップ S 1 で記憶部 7 0 から読み出した作業計画情報に基づく計画姿勢と、ステップ S 1 で読み出した作業計画情報に基づく計画向きとステップ S 2 で検出された検出向きとの差と、に基づいてバケット虚像の表示位置及び表示サイズを決定し、決定した表示位置に決定した表示サイズでバケット虚像を投写表示部 5 0 によって表示させる（ステップ S 1 6 ）。

10

【 0 0 9 5 】

ステップ S 1 5 の判定が Y E S となる場合は、建設機械 1 の運転室 5 の向きは計画通りとなっているが、建設機械 1 の位置が計画位置よりも前方にあり後方にありする状態である。

【 0 0 9 6 】

そこで、表示制御部 6 3 は、この位置のずれを表現するために、作業計画情報に含まれる計画姿勢に基づくバケット虚像の表示位置はそのままに、このバケット虚像の表示サイズを、計画位置と検出位置の差に基づいて制御する。

20

【 0 0 9 7 】

具体的には、表示制御部 6 3 は、計画位置が検出位置よりも前方にある場合には、図 1 3 に示すように、バケット虚像 1 0 1 D の表示サイズを、計画位置が検出位置と一致する場合の表示サイズ（図 7 に示すバケット虚像 1 0 1 C のサイズ）よりも小さくする。表示制御部 6 3 は、計画位置と検出位置の差が大きいほど、バケット虚像 1 0 1 D の表示サイズを小さくする。

【 0 0 9 8 】

図 1 4 は、図 1 3 に示す状態から建設機械 1 が前進した場合の表示状態を示している。図 1 4 では、計画位置と検出位置との差が図 1 3 の場合よりも小さくなっているため、バケット虚像 1 0 1 D よりもサイズの大きいバケット虚像 1 0 1 E が表示されている。

30

【 0 0 9 9 】

また、表示制御部 6 3 は、計画位置が検出位置よりも後方にある場合には、図 1 5 に示すように、バケット虚像 1 0 1 F の表示サイズを、計画位置が検出位置と一致する場合の表示サイズ（図 7 に示すバケット虚像 1 0 1 C のサイズ）よりも大きくする。表示制御部 6 3 は、計画位置と検出位置の差が大きいほど、バケット虚像 1 0 1 F の表示サイズを大きくする。

【 0 1 0 0 】

ステップ S 1 6 の処理の後、表示制御部 6 3 は、作業計画情報に含まれる計画位置に建設機械 1 の位置を近づけることを指示する移動指示虚像を投写表示部 5 0 によって表示させる（ステップ S 1 7 ）。

40

【 0 1 0 1 】

図 1 3 及び図 1 4 には、移動指示虚像として、前進をイメージした矢印画像 1 2 1 と、「前進させてバケットをバケット画像に重なるよう操作してください」といったテキスト画像 1 2 2 とを表示する例が示されている。

【 0 1 0 2 】

図 1 5 には、移動指示虚像として、後退をイメージした矢印画像 1 2 3 と、「後退させてバケットをバケット画像に重なるよう操作してください」といったテキスト画像 1 2 4 とを表示する例が示されている。矢印画像 1 2 1 、テキスト画像 1 2 2 、矢印画像 1 2 3 、及び、テキスト画像 1 2 4 は、バケット 4 A の操作内容を指示するための情報である。

【 0 1 0 3 】

50

ステップS 17の処理の後、ステップS 2に処理が戻る。

【0104】

ステップS 15の判定がNOの場合、表示制御部63は、ステップS 1で記憶部70から読み出した作業計画情報に基づく計画向きと、ステップS 2で検出された検出向きとの差が閾値以上か否かを判定する(ステップS 18)。

【0105】

ステップS 18の判定がYESの場合、表示制御部63は、計画姿勢に基づくバケット虚像の表示は行わず、計画向きに運転室5の向きを近づけるために必要な建設機械1の移動方向を指示する移動指示虚像を投写表示部50によって表示させる(ステップS 19)。

10

【0106】

図16には、移動指示虚像として、左前方に移動することを指示するテキスト画像105が示されている。テキスト画像105は、建設機械1の位置及び運転室5の向きの変更を指示する情報となる。

【0107】

ステップS 18の判定がNOの場合、表示制御部63は、ステップS 1で記憶部70から読み出した作業計画情報に基づく計画姿勢と、ステップS 1で読み出した作業計画情報に基づく計画向きとステップS 2で検出された検出向きとの差と、ステップS 1で読み出した作業計画情報に基づく計画位置とステップS 2で検出された検出位置との差と、に基づいてバケット虚像の表示位置及び表示サイズを決定し、決定した表示位置に決定した表示サイズでバケット虚像を投写表示部50によって表示させる(ステップS 20)。

20

【0108】

ステップS 18の判定がNOとなる場合は、建設機械1の位置が計画からずれており、かつ、運転室5の向きが計画から僅かにずれている状態である。

【0109】

そこで、表示制御部63は、この位置と向きのずれを表現するために、作業計画情報に含まれる計画姿勢に基づくバケット虚像の表示位置を、計画向きと検出向きとの差に基づいて制御し、作業計画情報に含まれる計画姿勢に基づくバケット虚像の表示サイズを、計画位置と検出位置の差に基づいて制御する。

【0110】

具体的には、表示制御部63は、検出向きが計画向きよりも右側にあり、かつ、検出位置が計画位置よりも後方にある場合には、図17に示すように、バケット虚像101Gの表示サイズを、計画位置が検出位置と一致する場合の表示サイズ(図7に示すバケット虚像101Cのサイズ)よりも計画位置と検出位置の差に反比例させて小さくし、かつ、その表示位置を、計画向きと検出向きが一致する場合の表示位置よりも、検出向きと計画向きとの差に比例した距離だけ左側に移動させる。なお、図17は、図16に示す状態から建設機械1が左前方に移動してバケット虚像が表示された場合の表示例を示している。

30

【0111】

図18は、図17に示す状態から建設機械1が更に左前方に移動した場合の表示例を示している。図18では、計画向きと検出向きとの差が図17の場合よりも小さくなっているため、バケット虚像101Gよりも右側の位置にバケット虚像101Hが表示されている。また、計画位置と検出位置の差が図17の場合よりも小さくなっているため、バケット虚像101Gよりも大きなサイズでバケット虚像101Hが表示されている。

40

【0112】

ステップS 20の処理の後、表示制御部63は、作業計画情報に基づく計画向きと計画位置に、建設機械1の位置及び運転室5の向きを近づけることを指示する移動指示虚像を投写表示部50によって表示させる(ステップS 21)。

【0113】

図17及び図18には、移動指示虚像として、「左前方に移動してバケットをバケット画像に重ねてください」といったテキスト画像106を表示する例が示されている。

50

【 0 1 1 4 】

ステップ S 1 9 の処理またはステップ S 2 1 の処理の後は、ステップ S 2 に処理が戻る。

【 0 1 1 5 】

以上のように、HUD 1 0 によれば、記憶部 7 0 に記憶された作業計画情報と、建設機械 1 の検出位置及び運転室 5 の検出向きとに基づいて、バケット 4 A を模したバケット虚像を、計画上の掘削ポイントを示す位置に表示させることができる。

【 0 1 1 6 】

このため、作業者は、このバケット虚像によって、作業開始に適した建設機械 1 の位置、向き、及び、バケット 4 A の姿勢を確認することができる。したがって、熟練度の低い作業者が操作を行なう場合であっても、バケット虚像にバケット 4 A を重ね合わせることで、作業計画情報にしたがった適切な状態で作業を開始することができる。これにより、無駄な動きを行うことなく、計画通りの施工を行うことができ、作業効率の向上を図ることができる。

10

【 0 1 1 7 】

また、HUD 1 0 によれば、バケット虚像が表示されない場合、又は、バケット虚像は表示されるが建設機械 1 の位置又は運転室 5 の向きが計画通りになっていない場合には、図 1 0 ~ 図 1 8 に例示されるように、建設機械 1 の位置又は運転室 5 の向きの少なくとも一方を変更するよう指示する情報が表示される。この情報にしたがって建設機械 1 を操作することにより、建設機械 1 の位置及び運転室 5 の向きを、建設機械 1 の計画位置及び運転室 5 の計画向きを容易に合わせることができるようになるため、作業効率を向上させることができる。

20

【 0 1 1 8 】

また、HUD 1 0 によれば、バケット虚像とバケット 4 A とが重なったと判定されると、図 9 に示すように、報知情報としてのテキスト画像 1 1 2 が表示される。このため、作業者は、バケット 4 A が適切な姿勢になったことを容易に把握することができる。

【 0 1 1 9 】

なお、図 9 の表示例において、テキスト画像 1 1 2 を表示させる代わりに、バケット虚像 1 0 1 C の表示色を変更したり、バケット虚像 1 0 1 C を点滅表示させたりすることで、バケット 4 A の姿勢が計画姿勢に一致したことを作業者に報知してもよい。この場合には、バケット虚像 1 0 1 C の一部が報知情報を構成する。

30

【 0 1 2 0 】

また、テキスト画像 1 1 2 を表示させる代わりに、HUD 1 0 にスピーカを追加し、表示制御部 6 3 は、このスピーカによってバケット 4 A の姿勢が計画姿勢に一致したことを作業者に報知してもよい。また、テキスト画像 1 1 2 の表示と、バケット虚像 1 0 1 C の表示色変更又は点滅表示とを組み合わせたり、テキスト画像 1 1 2 の表示と、スピーカによる報知とを組み合わせたりしてもよい。このような構成とすることにより、作業者は、より正確に作業を進めることができる。

【 0 1 2 1 】

また、図 8 に示すテキスト画像 1 1 1、図 1 0 及び図 1 1 に示す回転矢印画像 1 0 2 及びテキスト画像 1 0 4、図 1 3 及び図 1 4 に示す矢印画像 1 2 1 及びテキスト画像 1 2 2、図 1 5 に示す矢印画像 1 2 3 及びテキスト画像 1 2 4、並びに、図 1 7 及び図 1 8 に示すテキスト画像 1 0 6 の表示は必須ではない。また、これらの画像の表示のオンオフを作業者の操作によって切り替えられるようにしてもよい。

40

【 0 1 2 2 】

例えば、投写範囲 1 1 A に投写される表示内容が作業の妨げになると作業者が感じた場合には、バケット虚像以外の画像の表示をオフにすることで、作業効率の安定化を図ることができる。

【 0 1 2 3 】

また、図 9 の表示例において、表示制御部 6 3 は、施工計画図面を更に表示させるよう

50

にしてもよい。このような構成とすることにより、作業者は、施工イメージを確認しながら施工を行うことができ、効率的に作業を進めることができる。

【0124】

以上説明してきたように、本明細書には以下の事項が開示されている。

【0125】

(1) 可動の作業機と、上記作業機が取り付けられかつ運転室を有する本体部とを有する乗り物に搭載される投写型表示装置であって、上記乗り物の位置及び上記運転室の向きを検出する検出部と、光源から出射される光を、入力される画像情報に基づいて空間変調する光変調部を含み、上記光変調部により空間変調して得られた画像光を上記運転室に搭載された投写面に投写して上記画像光に基づく虚像を表示する投写表示部と、上記光変調部に入力する上記画像情報を制御して上記投写表示部により表示させる虚像を制御する表示制御部と、を備え、上記表示制御部は、記憶部に記憶された上記乗り物の位置、上記運転室の向き、及び、上記作業機の姿勢を指定する作業計画情報と上記検出部により検出された上記位置及び上記向きとに基づいて、上記作業機を模した作業機虚像を上記投写表示部に表示させる投写型表示装置。

10

【0126】

(2) (1)記載の投写型表示装置であって、上記表示制御部は、上記作業機虚像の表示位置を、上記作業計画情報によって指定される上記向きと、上記検出部により検出された上記向きとの差に基づいて制御する投写型表示装置。

【0127】

(3) (1)又は(2)記載の投写型表示装置であって、上記表示制御部は、上記作業機虚像の表示サイズを、上記作業計画情報によって指定される上記位置と、上記検出部により検出された上記位置との差に基づいて制御する投写型表示装置。

20

【0128】

(4) (1)～(3)のいずれか1つに記載の投写型表示装置であって、上記表示制御部は、上記作業計画情報によって指定される上記向きと、上記検出部により検出された上記向きとの差が閾値以上の場合には、上記作業機虚像に代えて上記運転室の向きの変更を指示する情報を上記投写表示部に表示させる投写型表示装置。

【0129】

(5) (1)～(4)のいずれか1つに記載の投写型表示装置であって、上記投写表示部によって表示される上記作業機虚像と上記作業機とが上記運転室の運転席から見て重なるか否かを判定する重なり判定部を更に備え、上記表示制御部は、上記重なり判定部によって上記作業機虚像と上記作業機とが重なると判定された場合に、上記作業機が最適姿勢になったことを上記運転室にいる作業者に報知する投写型表示装置。

30

【0130】

(6) (5)に記載の投写型表示装置であって、上記表示制御部は、上記重なり判定部によって上記作業機虚像と上記作業機とが重なると判定された場合に、上記作業機が上記最適姿勢になったことを上記運転室にいる上記作業者に報知するための報知情報を上記投写表示部に表示させる投写型表示装置。

【0131】

(7) (5)に記載の投写型表示装置であって、上記表示制御部は、上記重なり判定部によって上記作業機虚像と上記作業機とが重なると判定された場合に、上記作業機が上記最適姿勢になったことを音で上記運転室にいる上記作業者に報知する投写型表示装置。

40

【0132】

(8) (1)～(7)のいずれか1つに記載の投写型表示装置であって、上記表示制御部は、上記作業機虚像を表示させている場合に、上記作業機の操作内容を指示するための情報を上記投写表示部に更に表示させる投写型表示装置。

【0133】

(9) 可動の作業機と、上記作業機が取り付けられかつ運転室を有する本体部とを有する乗り物に搭載される投写型表示装置の制御方法であって、上記投写型表示装置は、光源

50

から出射される光を、入力される画像情報に基づいて空間変調する光変調部と、上記光変調部により空間変調して得られた画像光を上記運転室に搭載された投写面に投写して上記画像光に基づく虚像を表示する投写表示部と、を有し、上記乗り物の位置及び上記運転室の向きを検出する検出ステップと、記憶部に記憶された上記乗り物の位置、上記運転室の向き、及び、上記作業機の姿勢を指定する作業計画情報と、上記検出ステップにより検出された上記位置及び上記向きとに基づいて、上記作業機を模した作業機虚像を上記投写表示部に表示させる表示制御ステップを備える投写型表示装置の制御方法。

【0134】

(10) (9)記載の投写型表示装置の制御方法であって、上記表示制御ステップでは、上記作業機虚像の表示位置を、上記作業計画情報によって指定される上記向きと上記検出ステップにより検出された上記向きとの差に基づいて制御する投写型表示装置の制御方法。

10

【0135】

(11) (9)又は(10)記載の投写型表示装置の制御方法であって、上記表示制御ステップでは、上記作業機虚像の表示サイズを、上記作業計画情報によって指定される上記位置と、上記検出ステップにより検出された上記位置との差に基づいて制御する投写型表示装置の制御方法。

【0136】

(12) (9)～(11)のいずれか1つに記載の投写型表示装置の制御方法であって、上記表示制御ステップでは、上記作業計画情報によって指定される上記向きと、上記検出ステップにより検出された上記向きとの差が閾値以上の場合には、上記作業機虚像に代えて上記運転室の向きの変更を指示する情報を上記投写表示部に表示させる投写型表示装置の制御方法。

20

【0137】

(13) (9)～(12)のいずれか1つに記載の投写型表示装置の制御方法であって、上記投写表示部によって表示される上記作業機虚像と上記作業機とが上記運転室の運転席から見て重なるか否かを判定する重なり判定ステップを更に備え、上記表示制御ステップでは、上記重なり判定ステップによって上記作業機虚像と上記作業機とが重なると判定された場合に、上記作業機が最適姿勢になったことを上記運転室内にいる作業者に報知する投写型表示装置の制御方法。

30

【0138】

(14) (13)記載の投写型表示装置の制御方法であって、上記表示制御ステップでは、上記重なり判定ステップによって上記作業機虚像と上記作業機とが重なると判定された場合に、上記作業機が上記最適姿勢になったことを上記運転室内にいる上記作業者に報知するための報知情報を上記投写表示部に表示させる投写型表示装置の制御方法。

【0139】

(15) (13)記載の投写型表示装置の制御方法であって、上記表示制御ステップでは、上記重なり判定ステップによって上記作業機虚像と上記作業機とが重なると判定された場合に、上記作業機が上記最適姿勢になったことを音で上記運転室内にいる作業者に報知する投写型表示装置の制御方法。

40

【0140】

(16) (9)～(15)のいずれか1つに記載の投写型表示装置の制御方法であって、上記表示制御ステップでは、上記作業機虚像を表示させている場合に、上記作業機の内容を指示するための情報を上記投写表示部に更に表示させる投写型表示装置の制御方法。

【0141】

(17) 可動の作業機と、上記作業機が取り付けられかつ運転室を有する本体部とを有する乗り物に搭載される投写型表示装置の制御プログラムであって、上記投写型表示装置は、光源から出射される光を、入力される画像情報に基づいて空間変調する光変調部と、上記光変調部により空間変調して得られた画像光を上記運転室に搭載された投写面に投写

50

して上記画像光に基づく虚像を表示する投写表示部と、を有し、上記乗り物の位置及び上記運転室の向きを検出する検出ステップと、記憶部に記憶された上記乗り物の位置、上記運転室の向き、及び、上記作業機の姿勢を指定する作業計画情報と、上記検出ステップにより検出された上記位置及び上記向きとに基づいて、上記作業機を模した作業機虚像を上記投写表示部に表示させる表示制御ステップと、をコンピュータに実行させるための投写型表示装置の制御プログラム。

【産業上の利用可能性】

【0142】

本発明によれば、建設機械又は農作機械等といった作業機を有する乗り物による作業効率を向上させることができる。

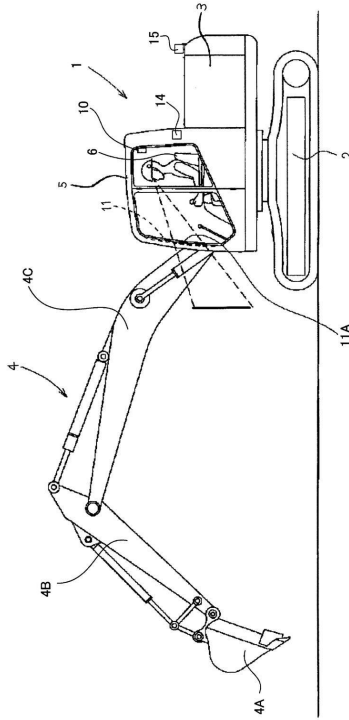
10

【符号の説明】

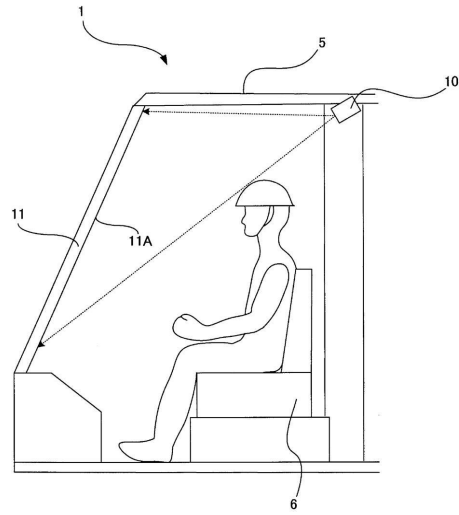
【0143】

- 1 建設機械
- 2 下部走行体
- 3 上部旋回体
- 4 フロント作業部
- 4 A バケット
- 5 運転室
- 6 運転席
- 10 HUD 20
- 11 フロントウインドシールド
- 11 A 投写範囲
- 14 方位センサ
- 15 GPS受信機
- 40 光源ユニット
- 40 A 光源制御部
- 41 r R光源
- 41 g G光源
- 41 b B光源
- 42 r、42 g、42 b コリメータレンズ 30
- 43 ダイクロイックプリズム
- 44 光変調素子
- 45 駆動部
- 46 投写光学系
- 47 拡散板
- 48 反射ミラー
- 49 拡大鏡
- 50 投写表示部
- 60 システム制御部
- 61 検出部 40
- 62 重なり判定部
- 63 表示制御部
- 70 記憶部
- 80 センサ群
- 101 A、101 C、101 D、101 E、101 F、101 G、101 H バケット虚像
- 103、104、105、106、111、112、122、124、 テキスト画像
- 102 回転矢印画像
- 113 画像
- 121、123 矢印画像 50

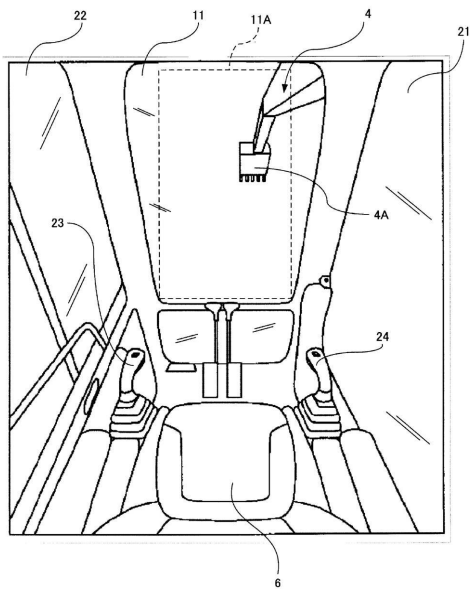
【図1】



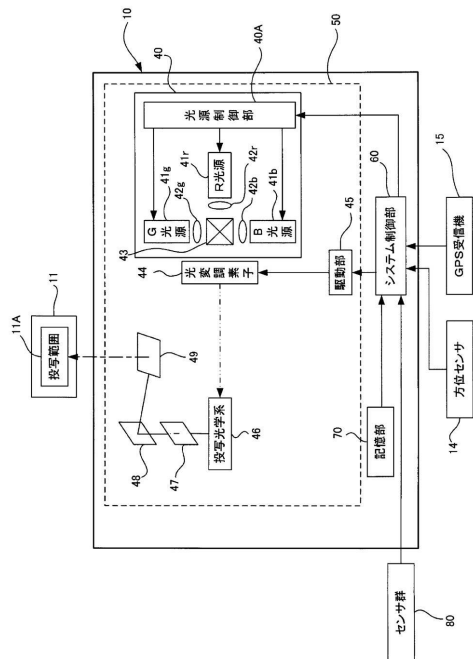
【図2】



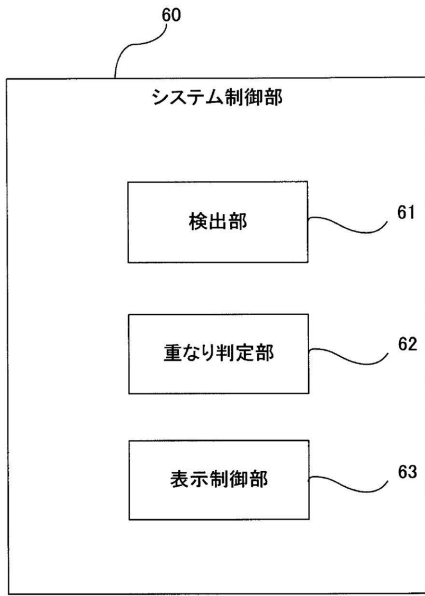
【図3】



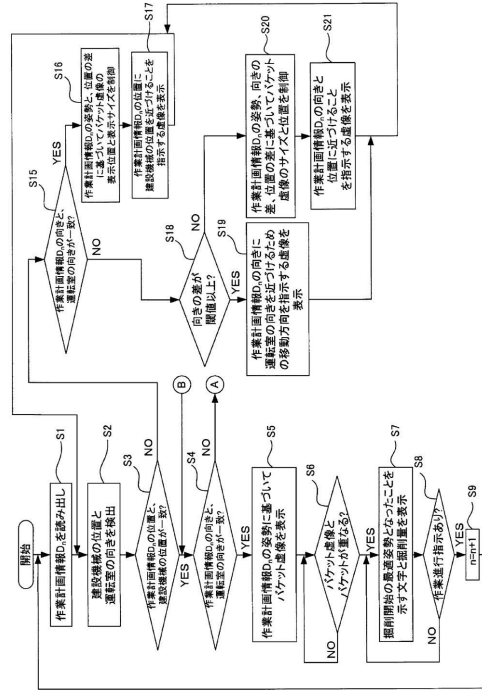
【図4】



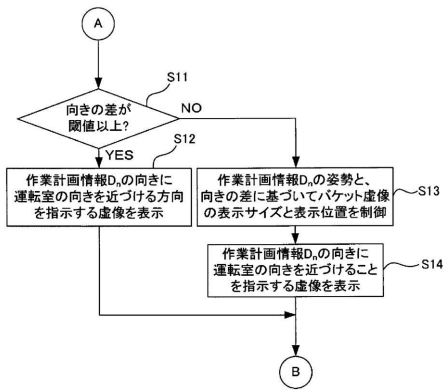
【図5】



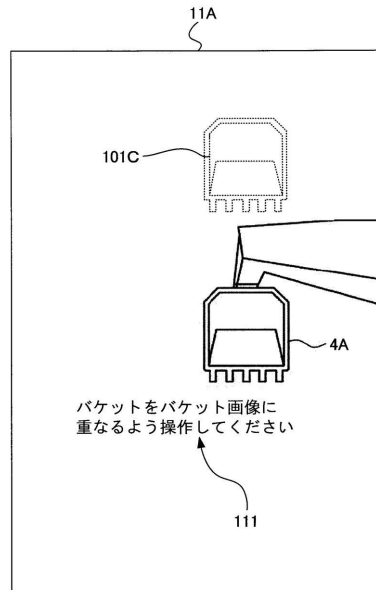
【図6】



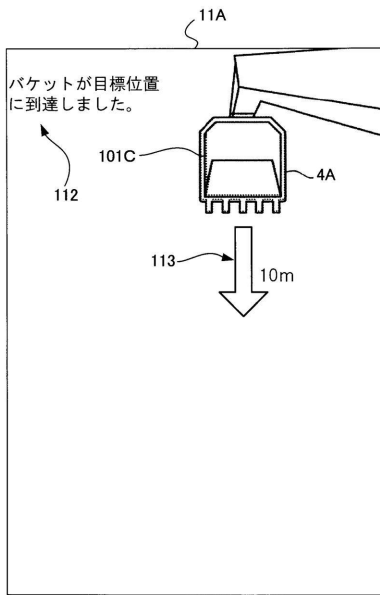
【図7】



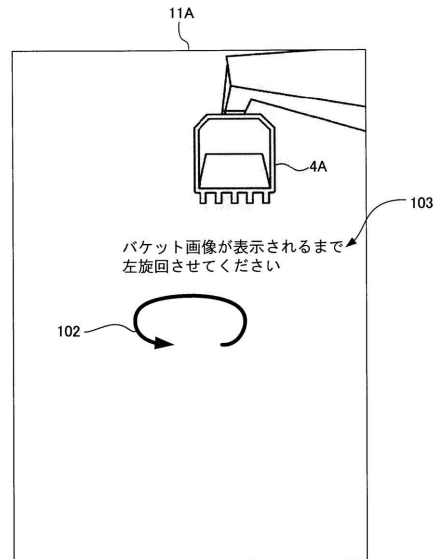
【図8】



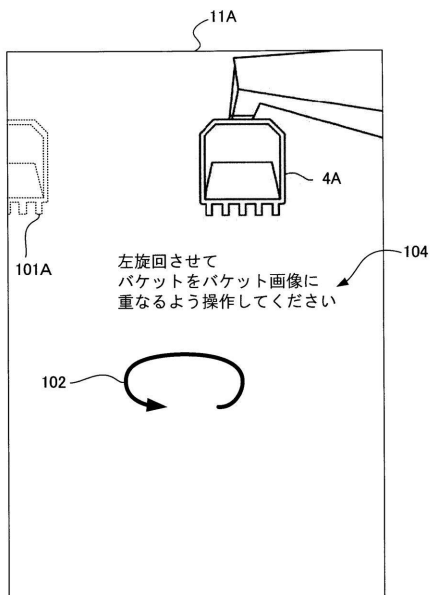
【図 9】



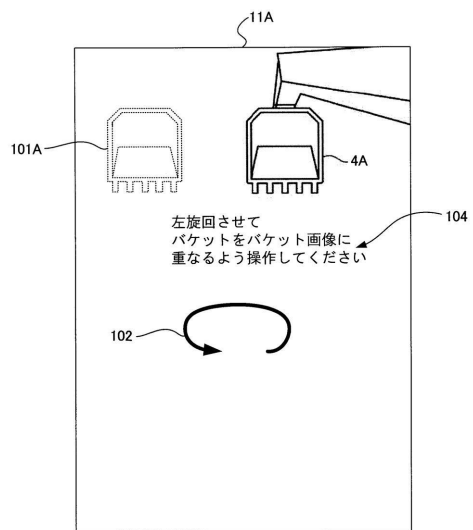
【図 10】



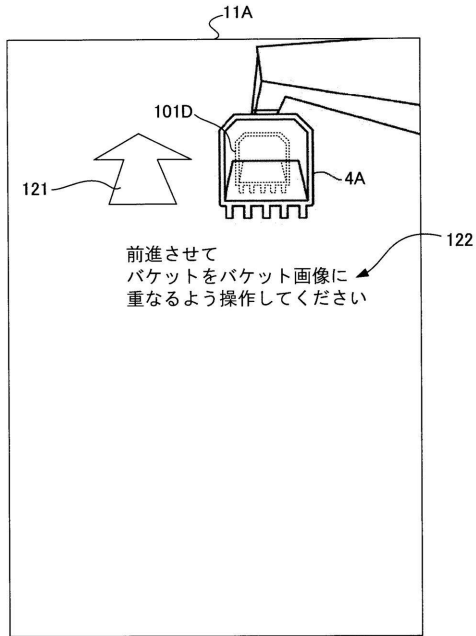
【図 11】



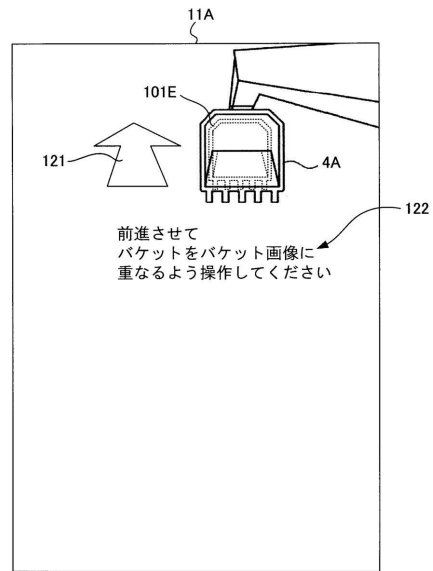
【図 12】



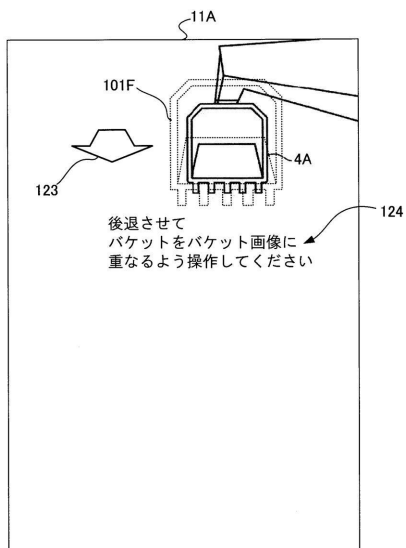
【図 13】



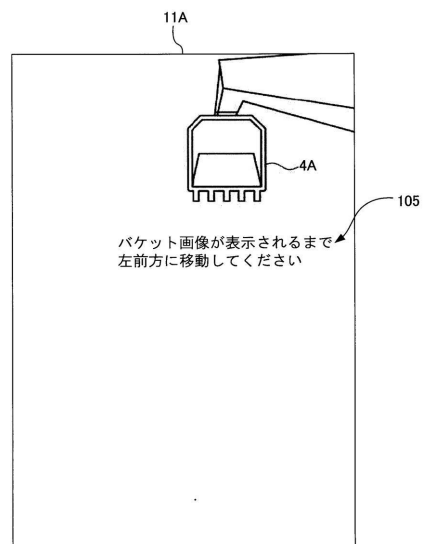
【図 14】



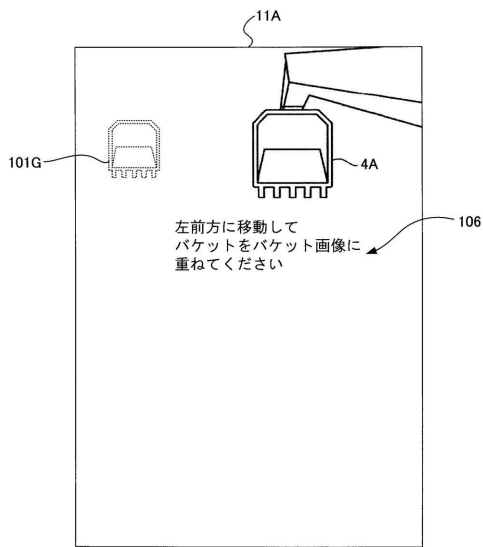
【図 15】



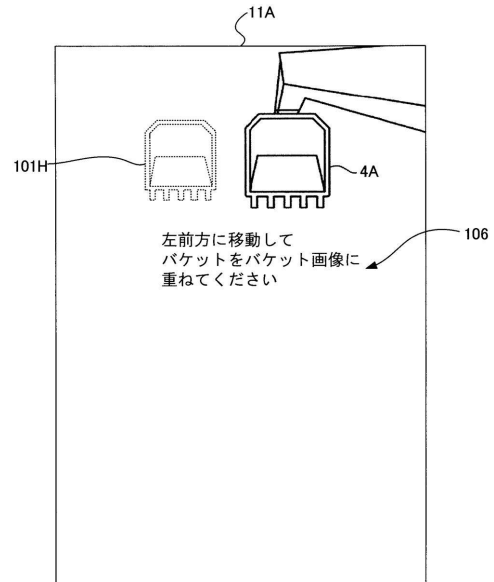
【図 16】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2016-205088(JP,A)
特開2009-243073(JP,A)
特開2014-129676(JP,A)
特開2010-018141(JP,A)
特開2012-255286(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E02F 9/26

B60K 35/00