

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 2 月 6 日(06.02.2014)



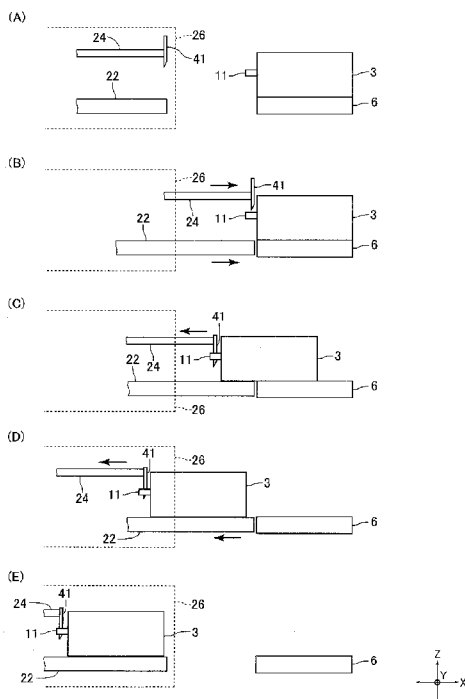
(10) 国際公開番号

WO 2014/021148 A1

- (51) 国際特許分類:
B60S 5/00 (2006.01) *B60L 11/18* (2006.01)
B25J 9/22 (2006.01) *H02J 7/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/069966
- (22) 国際出願日: 2013 年 7 月 24 日(24.07.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-170924 2012 年 8 月 1 日(01.08.2012) JP
特願 2012-170925 2012 年 8 月 1 日(01.08.2012) JP
特願 2012-170926 2012 年 8 月 1 日(01.08.2012) JP
特願 2012-170927 2012 年 8 月 1 日(01.08.2012) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 日本電産サンキョー株式会社(NIDEC SANKYO CORPORATION) [JP/JP]; 〒3938511 長野県諏訪郡下諏訪町 5 3 2 9 番地 Nagano (JP).
- (72) 発明者; および
- (71) 出願人(米国についてのみ): 戸崎 康一(TOZA-KI, Koichi) [JP/JP]; 〒3938511 長野県諏訪郡下諏訪町 5 3 2 9 番地日本電産サンキョー株式会社内 Nagano (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告(条約第 21 条(3))

(54) Title: METHOD FOR INSTRUCTING BATTERY-REPLACING ROBOT, AND BATTERY-REPLACING ROBOT

(54) 発明の名称: バッテリー交換ロボットの教示方法およびバッテリー交換ロボット



(57) Abstract: Provided is a method for instructing a battery-placing robot, whereby it is possible to smoothly replace a battery between a battery placement base of a vehicle and a battery mount part of the battery-replacing robot even when the configuration of the battery-replacing robot is simple. A method for instructing a battery-replacing robot provided with a battery mount part (22) on which a battery (3) is mounted when removing the battery (3) mounted on a vehicle or when inserting the battery (3) into the vehicle, and a battery engagement part (24) which engages with the battery (3) when the battery (3) is removed or inserted and which moves the battery (3) to the battery mount part (22). Said method provides instructions for the following positions: a vehicle mount position when the battery (3) is mounted on the battery placement base (6) of the vehicle, a battery switching position when the battery (3) is mounted on the battery placement base (6) and the battery mount part (22), and a robot mount position when the battery (3) is mounted on the battery mount part (22).

(57) 要約: バッテリー交換ロボットの構成が簡易であっても、車両のバッテリー置き台とバッテリー交換ロボットのバッテリー搭載部との間でバッテリーを円滑にやりとりすることが可能になるバッテリー交換ロボットの教示方法を提供する。車両に搭載されているバッテリー 3 の引抜き時や車両へのバッテリー 3 の差込み時にバッテリー 3 が搭載されるバッテリー搭載部 22 と、バッテリー 3 の引抜き時や差込み時にバッテリー 3 に係合してバッテリー搭載部 22 上でバッテリー 3 を移動させるバッテリー係合部 24 とを備えるバッテリー交換ロボットの教示方法では、車両のバッテリー置き台 6 にバッテリー 3 が搭載されているときの車両搭載位置と、バッテリー置き台 6 とバッテリー搭載部 22 との両方に

バッテリー 3 が搭載されているときのバッテリー乗継位置と、バッテリー搭載部 22 にバッテリー 3 が搭載されているときのロボット搭載位置とを教示する。

WO 2014/021148 A1

明 細 書

発明の名称：

バッテリー交換ロボットの教示方法およびバッテリー交換ロボット

技術分野

[0001] 第一の発明は車両に搭載されるバッテリーを交換するためのバッテリー交換ロボットの教示方法に関する。また、本発明は、かかるバッテリー交換ロボットの教示方法で教示されたバッテリー交換ロボットに関する。

第二の発明は車両に搭載されるバッテリーを交換するためのバッテリー交換ロボット、および、かかるバッテリー交換ロボットの制御方法に関する。

第三の発明は車両に搭載されるバッテリーを交換するためのバッテリー交換システム、および、かかるバッテリー交換システムの制御方法に関する。

第四の発明は車両に搭載されるバッテリーを交換するためのバッテリー交換ロボット、および、かかるバッテリー交換ロボットを有するバッテリー交換システムに関する。

背景技術

[0002] 従来、電気バスに搭載されるバッテリーを交換するためのバッテリー交換装置が提案されている（たとえば、特許文献 1 参照）。特許文献 1 に記載のバッテリー交換装置は、バッテリーが搭載されるバッテリートレーと、バッテリートレーを昇降させる垂直リフト装置と、バッテリートレーおよび垂直リフト装置が搭載されるとともに回転可能な回転プラットフォームと、回転プラットフォームが搭載されるとともに水平方向へ移動可能な平行移動プラットフォームとを備えている。電気バスのバッテリーの搭載部には、ドッキング孔が形成され、バッテリートレーには、このドッキング孔に係合可能なドッキングアームが設けられている。バッテリーの交換時には、ドッキングアームがドッキング孔に係合することで、電気バスのバッテリーの搭載部とバッテリートレーとの位置合わせが行われている。なお、特許文献 1 において、電気バスに搭載されるバッテリーの重量は、数百 k g である。

[0003] 従来、電気バスに搭載されるバッテリーを交換するためのバッテリー交換装置が知られている（たとえば、特許文献1参照）。このバッテリー交換装置は、電気バスの一方向の側面側に配置されており、電気バスの一方向の側面側からバッテリーの交換を行っている。

[0004] また、従来、バッテリーが搭載される電気バスとして、バッテリーが収容されるバッテリー室が両側面側に形成された電気バスが知られている（たとえば、特許文献2参照）。特許文献2に記載の電気バスでは、電気バスの両側面のそれぞれにバッテリー室の開口が形成されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特表2008-520173号公報

特許文献2：国際公開第2009/011162号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献1に記載のバッテリー交換装置では、バッテリーを交換する際にドッキングアームがドッキング孔に係合しているため、バッテリーの重量が重くても、電気バスのバッテリーの搭載部とバッテリートレイとの間でバッテリーが載り移るときに、バッテリーの搭載部とバッテリートレイとの間に高低差が生じるのを防止することが可能になる。したがって、このバッテリー交換装置では、バッテリーの搭載部とバッテリートレイとの間でバッテリーを円滑にやりとりすることが可能である。しかしながら、特許文献1に記載のバッテリー交換装置では、バッテリーの搭載部とバッテリートレイとの間でバッテリーを円滑にやりとりするために、ドッキングアームといった大掛かりな機構が必要になり、その結果、バッテリー交換装置の構成が複雑になる。

[0007] そこで、第一の発明の課題は、バッテリー交換ロボットの構成が簡易であっても、バッテリーが搭載される車両のバッテリー置き台と、バッテリーが

搭載されるバッテリー交換ロボットのバッテリー搭載部との間でバッテリーを円滑にやりとりすることが可能になるバッテリー交換ロボットの教示方法を提供することにある。また、第一の発明の課題は、かかるバッテリー交換ロボットの教示方法で教示されたバッテリー交換ロボットを提供することにある。

[0008] また、電気バスには、複数のバッテリーが搭載されることがある。特許文献 1 に記載のバッテリー交換装置では、バッテリーを交換する際にドッキングアームがドッキング孔に係合しているため、電気バスに複数のバッテリーが搭載されていても、複数のバッテリーのそれぞれとバッテリートレイとの位置ずれを防止して、複数のバッテリーのそれぞれを適切に交換することが可能である。しかしながら、特許文献 1 に記載のバッテリー交換装置では、複数のバッテリーのそれぞれとバッテリートレイとの位置ずれを防止して複数のバッテリーのそれぞれを適切に交換するために、ドッキングアームといった大掛かりな機構が必要になり、その結果、バッテリー交換装置の構成が複雑になる。

[0009] そこで、第二の発明の課題は、構成が簡易であっても、車両に搭載される複数のバッテリーのそれぞれを適切に交換することが可能なバッテリー交換ロボットを提供することにある。また、第二の発明の課題は、バッテリー交換ロボットの構成が簡易であっても、車両に搭載される複数のバッテリーのそれぞれを適切に交換することが可能となるバッテリー交換ロボットの制御方法を提供することにある。

[0010] さらに、上述のように、特許文献 1 には、電気バス的一方の側面側からバッテリーを交換するバッテリー交換装置が開示されている。また、特許文献 2 には、バッテリー室が両側面側に形成された電気バスが開示されている。しかしながら、特許文献 1 および 2 には、バッテリー室が両側面側に形成された電気バスのバッテリーを交換するための手段は開示されていない。

[0011] そこで、第三の発明の課題は、両側面側にバッテリー収容部が形成された車両のバッテリーを適切に交換することが可能なバッテリー交換システムを

提供することにある。また、第三の発明の課題は、両側面側にバッテリー収容部が形成された車両のバッテリーを適切に交換することが可能となるバッテリー交換システムの制御方法を提供することにある。

[0012] 特許文献 1 に記載のバッテリー交換装置では、バッテリーの交換時に、電気バスのバッテリーの搭載部に形成されたドッキング孔に係合するドッキングアームがバッテリートレイに設けられているため、上述のように、電気バスのバッテリーの搭載部とバッテリートレイとの位置合わせを行うことが可能である。

[0013] しかしながら、このバッテリー交換装置の場合、電気バスを所定の位置に精度良く停止させないと、ドッキング孔にドッキングアームに係合させることが困難になる。すなわち、このバッテリー交換装置の場合、電気バスの停止精度が低いと、電気バスのバッテリーの搭載部とバッテリートレイとの位置合わせを行うことが困難になり、電気バスのバッテリーの搭載部からバッテリートレイへバッテリーを載せ替えることが困難になる。したがって、このバッテリー交換装置の場合、電気バスの停止精度が低いと、電気バスに搭載されているバッテリーを適切に交換することが困難になるおそれがある。

[0014] そこで、第四の発明の課題は、車両の停止精度が低くても、車両に搭載されているバッテリーを適切に交換することが可能なバッテリー交換ロボットおよびバッテリー交換システムを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0015] 上記の課題を解決するため、第一の発明は請求項 1 から 6 に述べているが、第一の発明のバッテリー交換ロボットの教示方法は、車両に搭載されているバッテリーの引抜き時および／または車両へのバッテリーの差込み時にバッテリーが搭載されるバッテリー搭載部と、バッテリーの引抜き時および／または差込み時にバッテリーに係合してバッテリー搭載部上でバッテリーを移動させるバッテリー係合部とを備え、車両に搭載されているバッテリーを交換するバッテリー交換ロボットの教示方法であって、車両のバッテリー置き台にバッテリーが搭載されているときの車両搭載位置と、バッテリー置き

台とバッテリー搭載部との両方にバッテリーが搭載されているときのバッテリー乗継位置と、バッテリー搭載部にバッテリーが搭載されているときのロボット搭載位置とを教示することを特徴とする。

[0016] 第一の発明のバッテリー交換ロボットの教示方法では、車両のバッテリー置き台にバッテリーが搭載されているときの車両搭載位置、および、バッテリー交換ロボットのバッテリー搭載部にバッテリーが搭載されているときのロボット搭載位置に加えて、バッテリー置き台とバッテリー搭載部との両方にバッテリーが搭載されているときのバッテリー乗継位置を教示している。そのため、第一の発明のバッテリー交換ロボットの教示方法を用いれば、特許文献1に記載のバッテリー交換装置が有するドッキングアームをバッテリー交換ロボットが備えていなくても、バッテリー置き台とバッテリー搭載部との間でバッテリーが載り移る際に、バッテリー交換ロボットを適切に動作させて、バッテリー置き台とバッテリー搭載部との間に高低差が生じるのを抑制することが可能になり、その結果、バッテリー置き台とバッテリー搭載部との間でバッテリーを円滑にやりとりすることが可能になる。すなわち、第一の発明のバッテリー交換ロボットの教示方法を用いれば、バッテリー交換ロボットの構成が簡易であっても、バッテリー置き台とバッテリー搭載部との間でバッテリーを円滑にやりとりすることが可能になる。

[0017] 第一の発明において、たとえば、バッテリー交換ロボットは、バッテリー搭載部およびバッテリー係合部を保持する保持部材を備え、バッテリー搭載部およびバッテリー係合部は、車両に近づく方向および車両から離れる方向へ移動可能となっており、バッテリー乗継位置では、バッテリー搭載部は、車両に近づく方向へ移動して保持部材から突出している。この場合には、バッテリー乗継位置で、バッテリー搭載部が保持部材から突出しているため、バッテリー置き台からバッテリー搭載部へバッテリーが載り移るときにバッテリー搭載部が大きく撓んで、バッテリー置き台とバッテリー搭載部との間に大きな高低差が生じやすくなるが、第一の発明では、バッテリー置き台とバッテリー搭載部との間に大きな高低差が生じるのを抑制して、バッテリー

置き台とバッテリー搭載部との間でバッテリーを円滑にやりとりすることが可能になる。

[0018] 第一の発明において、車両搭載位置は、車両に近づいているバッテリー係合部がバッテリー置き台に搭載されているバッテリーに係合可能となるとともに、車両に近づいているバッテリー搭載部とバッテリーが搭載されているバッテリー置き台との間でバッテリーの載り移りが可能となる時の位置であることが好ましい。このように構成すると、バッテリー乗継位置により近い位置を車両搭載位置として教示しているため、バッテリー置き台からバッテリー搭載部へバッテリーが載り移る際に、バッテリー置き台とバッテリー搭載部との間に大きな高低差が生じるのを効果的に抑制することが可能になる。

[0019] 第一の発明において、ロボット搭載位置は、車両に近づいているバッテリー搭載部にバッテリーが完全に搭載されているとともに、バッテリー係合部がバッテリーに係合している時の位置であることが好ましい。このように構成すると、バッテリー乗継位置により近い位置をロボット搭載位置として教示しているため、バッテリー搭載部からバッテリー置き台へバッテリーが載り移る際に、バッテリー置き台とバッテリー搭載部との間に大きな高低差が生じるのを効果的に抑制することが可能になる。

[0020] 第一の発明では、バッテリー乗継位置として、バッテリー置き台からバッテリー搭載部へバッテリーが載り移り始めたとき、または、バッテリー搭載部からバッテリー置き台へバッテリーが載り移り終わるときの第1バッテリー乗継位置と、バッテリー搭載部からバッテリー置き台へバッテリーが載り移り始めたとき、または、バッテリー置き台からバッテリー搭載部へバッテリーが載り移り終わるときの第2バッテリー乗継位置とを教示することが好ましい。このように構成すると、バッテリー置き台とバッテリー搭載部との間でバッテリーをやりとりする際に、バッテリー置き台とバッテリー搭載部との間に高低差が生じるのを効果的に抑制することが可能になる。したがって、バッテリー置き台とバッテリー搭載部との間でバッテリーを円滑にやり

とりすることが可能になる。

[0021] 第一の発明のバッテリー交換ロボットの教示方法を用いてバッテリー交換ロボットの教示することができる。第一の発明のバッテリー交換ロボットの教示方法で教示されたバッテリー交換ロボットでは、その構成が簡易であっても、バッテリー置き台とバッテリー搭載部との間でバッテリーを円滑にやりとりすることが可能になる。

[0022] 上記の課題を解決するため、第二の発明は請求項 7 から 12 に述べているが、第二の発明のバッテリー交換ロボットは、車両に搭載されている複数のバッテリーを交換するためのバッテリー交換ロボットであって、車両からの複数のバッテリーのそれぞれの引抜きおよび／または車両への複数のバッテリーのそれぞれの差込みを行うバッテリー抜き機構と、車両に取り付けられるとともに複数のバッテリーのそれぞれが搭載される複数のバッテリー置き台のそれぞれに形成される複数の検出用マークのそれぞれを検出するための検出機構と、バッテリー交換ロボットを制御する制御部とを備え、制御部は、バッテリー抜き機構による複数のバッテリーのそれぞれの引抜きおよび／または差込みを行うために所定の基準位置に停止する車両を用いてバッテリー交換ロボットに教示された抜き位置の教示データである抜き位置教示データと、バッテリーが実際に交換される車両の複数の検出用マークのそれぞれの検出を検出機構によって行うときの基準となる検出用位置のデータである検出用位置データとを記憶するとともに、複数のバッテリーのうちの交換対象となる 1 つのバッテリーを第 1 バッテリーとし、第 1 バッテリーの引抜きおよび／または差込みを行うための抜き位置教示データを第 1 抜き位置教示データとし、複数の検出用マークのうちの第 1 バッテリーが搭載されるバッテリー置き台に形成される検出用マークを第 1 検出用マークとし、第 1 検出用マークの検出を行うときの検出用位置データを第 1 検出用位置データとすると、制御部は、バッテリーが実際に交換される車両に対する第 1 バッテリーの抜き時に、第 1 検出用位置データを第 1 バッテリーの交換用のデータとして読み出し、第 1 検出用位置データを基準にしてバッテリー交換ロボッ

トを動作させて第1検出用マークの検出を行うとともに、第1検出用マークの検出結果に基づいて、第1抜差位置教示データを補正し、補正後の第1抜差位置教示データに基づいてバッテリー交換ロボットを動作させることを特徴とする。

[0023] また、上記の課題を解決するため、第二の発明のバッテリー交換ロボットの制御方法は、車両に搭載されている複数のバッテリーのそれぞれの引抜きおよび／または車両への複数のバッテリーのそれぞれの差込みを行うバッテリー抜差機構と、車両に取り付けられるとともに複数のバッテリーのそれぞれが搭載される複数のバッテリー置き台のそれぞれに形成される複数の検出用マークのそれぞれを検出するための検出機構とを備え、車両に搭載されているバッテリーを交換するバッテリー交換ロボットの制御方法であって、バッテリー抜差機構による複数のバッテリーのそれぞれの引抜きおよび／または差込みを行うために所定の基準位置に停止する車両を用いてバッテリー交換ロボットに教示された抜差位置の教示データである抜差位置教示データと、バッテリーが実際に交換される車両の複数の検出用マークのそれぞれの検出を検出機構によって行うときの基準となる検出用位置のデータである検出用位置データとを記憶するとともに、複数のバッテリーのうちの交換対象となる1つのバッテリーを第1バッテリーとし、第1バッテリーの引抜きおよび／または差込みを行うための抜差位置教示データを第1抜差位置教示データとし、複数の検出用マークのうちの第1バッテリーが搭載されるバッテリー置き台に形成される検出用マークを第1検出用マークとし、第1検出用マークの検出を行うときの検出用位置データを第1検出用位置データとすると、バッテリーが実際に交換される車両に対する第1バッテリーの抜差し時に、第1検出用位置データを第1バッテリーの交換用のデータとして読み出し、第1検出用位置データを基準にしてバッテリー交換ロボットを動作させて第1検出用マークの検出を行うとともに、第1検出用マークの検出結果に基づいて、第1抜差位置教示データを補正し、補正後の第1抜差位置教示データに基づいてバッテリー交換ロボットを動作させることを特徴とする。

[0024] 第二の発明では、バッテリーが実際に交換される車両に対する第1バッテリーの抜き差し時に、複数の検出用マークのうちの第1バッテリーが搭載されるバッテリー置き台に形成される第1検出用マークの検出を行うときの第1検出用位置データを第1バッテリーの交換用のデータとして読み出し、第1検出用位置データを基準にしてバッテリー交換ロボットを動作させて第1検出用マークの検出を行うとともに、第1検出用マークの検出結果に基づいて、第1抜き差し位置教示データを補正し、補正後の第1抜き差し位置教示データに基づいてバッテリー交換ロボットを動作させている。

[0025] すなわち、第二の発明では、交換されるバッテリーが搭載されるバッテリー置き台に形成される検出用マークの検出結果に基づいて、交換されるバッテリーの抜き差し位置教示データを補正し、補正後の抜き差し位置教示データに基づいてバッテリー交換ロボットを動作させている。そのため、バッテリーにより近い位置に形成される検出用マークの検出結果に基づいて、交換されるバッテリーの抜き差し位置教示データを精度良く補正するとともに、精度良く補正された抜き差し位置教示データに基づいてバッテリー交換ロボットを精度良く動作させることが可能になる。したがって、第二の発明では、特許文献1に記載のバッテリー交換装置が有するドッキングアームをバッテリー交換ロボットが備えていなくても、車両に搭載される複数のバッテリーのそれぞれを適切に交換することが可能になる。すなわち、第二の発明では、バッテリー交換ロボットの構成が簡易であっても、車両に搭載される複数のバッテリーのそれぞれを適切に交換することが可能になる。また、第二の発明では、交換されるバッテリーが搭載されるバッテリー置き台に形成される検出用マークの検出後に、バッテリーの交換動作に移ることが可能であるため、バッテリーの交換時間を短縮することが可能になる。

[0026] 第二の発明において、基準位置に停止する車両を用い検出機構によって実際に検出される車両の位置である車両基準位置と、バッテリーが実際に交換される車両の、検出機構によって検出される位置である車両実際位置との差を車両位置偏差とすると、たとえば、制御部は、複数の検出用マークのそれ

ぞれの位置を検出するために基準位置に停止する車両を用いバッテリー交換ロボットに教示された検出用マーク教示位置と車両位置偏差とに基づいて、検出用位置を算出する。

[0027] 第二の発明において、制御部は、基準位置に停止する車両を用い検出機構によって実際に検出される検出用マークの位置である検出用マーク基準位置のデータである検出用マーク基準位置データを記憶するとともに、検出機構によって検出される第1検出用マークの位置である検出用マーク基準位置としての第1検出用マーク基準位置のデータを第1検出用マーク基準位置データとすると、制御部は、バッテリーが実際に交換される車両に対する第1バッテリーの抜き差し時に、第1検出用マーク基準位置データを第1バッテリーの交換用のデータとして読み出して、第1検出用マークの検出結果と第1検出用マーク基準位置データとに基づいて第1抜き差し位置教示データを補正することが好ましい。このように構成すると、交換されるバッテリーの抜き差し位置教示データをより精度良く補正することが可能になる。

[0028] この場合には、たとえば、バッテリーが実際に交換される車両の第1検出用マークの、検出機構によって検出される位置である第1検出用マーク実際位置と第1検出用マーク基準位置との差を第1検出用マーク位置偏差とすると、制御部は、第1バッテリーの抜き差しおよび／または差込みを行うための抜き差し位置である第1抜き差し位置を第1検出用マーク位置偏差に基づいて補正した第1補正位置を算出して第1抜き差し位置教示データを補正する。

[0029] また、第二の発明のバッテリー交換ロボットの制御方法では、基準位置に停止する車両を用い検出機構によって実際に検出される検出用マークの位置である検出用マーク基準位置のデータである検出用マーク基準位置データを記憶するとともに、検出機構によって実際に検出される第1検出用マークの位置である検出用マーク基準位置としての第1検出用マーク基準位置のデータを第1検出用マーク基準位置データとすると、バッテリーが実際に交換される車両に対する第1バッテリーの抜き差し時に、第1検出用マーク基準位置データを第1バッテリーの交換用のデータとして読み出して、第1検出用マ

ークの検出結果と第1検出用マーク基準位置データとに基づいて第1抜差位置教示データを補正することが好ましい。このように構成すると、交換されるバッテリーの抜差位置教示データをより精度良く補正することが可能になる。

[0030] 上記の課題を解決するため、第三の発明は請求項13から17に述べているが、第三の発明のバッテリー交換システムは、車両に搭載されているバッテリーを交換するバッテリー交換システムであって、車両の一方の側面側に取り付けられた第1バッテリー収容部に収容されているバッテリーを交換するための第1バッテリー交換ロボットと、車両の他方の側面側に取り付けられた第2バッテリー収容部に収容されているバッテリーを交換するための第2バッテリー交換ロボットと、バッテリー交換システムを制御する制御部とを備え、制御部は、車両からのバッテリーの引抜き時および車両へのバッテリーの差込み時に、第1バッテリー交換ロボットの動作と第2バッテリー交換ロボットの動作との同期をとることを特徴とする。

[0031] また、上記の課題を解決するため、第三の発明のバッテリー交換システムの制御方法は、車両の一方の側面側に取り付けられた第1バッテリー収容部に収容されているバッテリーを交換するための第1バッテリー交換ロボットと、車両の他方の側面側に取り付けられた第2バッテリー収容部に収容されているバッテリーを交換するための第2バッテリー交換ロボットとを備え、車両に搭載されているバッテリーを交換するバッテリー交換システムの制御方法であって、車両からのバッテリーの引抜き時および車両へのバッテリーの差込み時に、第1バッテリー交換ロボットの動作と第2バッテリー交換ロボットの動作との同期をとることを特徴とする。

[0032] 第三の発明では、第1バッテリー収容部および第2バッテリー収容部に収容されているバッテリーを適切に交換するために、たとえば、第1バッテリー交換ロボットおよび第2バッテリー交換ロボットにバッテリーの交換動作を教示（ティーチング）する。ここで、車両に搭載されるバッテリー1個の重量は、たとえば、数百kgである。そのため、第1バッテリー収容部に対

してバッテリーを抜き差しすると、第2バッテリー収容部の高さや傾きが変動して、第2バッテリー収容部に収容されるバッテリーの高さや傾きが変動する。同様に、第2バッテリー収容部に対してバッテリーを抜き差しすると、第1バッテリー収容部の高さや傾きが変動して、第1バッテリー収容部に収容されるバッテリーの高さや傾きが変動する。したがって、第1バッテリー交換ロボットによる第1バッテリー収容部に対するバッテリーの抜き差しと、第2バッテリー交換ロボットによる第2バッテリー収容部に対するバッテリーの抜き差しとを個別に行うと、たとえば、第1バッテリー交換ロボットによってバッテリーの抜き差しを行っている最中に第1バッテリー収容部や交換されるバッテリーの高さや傾きが予期せぬ変動をしたり、第2バッテリー交換ロボットによってバッテリーの抜き差しを行っている最中に第2バッテリー収容部や交換されるバッテリーの高さや傾きが予期せぬ変動をしたりして、第1バッテリー交換ロボットや第2バッテリー交換ロボットを教示結果に基づいて動作させても、バッテリーを適切に引き抜いたり、差し込んだりできない状況が生じうる。

- [0033] これに対して、第三の発明では、車両からのバッテリーの引抜き時および車両へのバッテリーの差込み時に、第1バッテリー交換ロボットの動作と第2バッテリー交換ロボットの動作との同期をとっている。たとえば、本発明では、第1バッテリー交換ロボットによるバッテリーの引抜き動作と第2バッテリー交換ロボットによるバッテリーの引抜き動作とを一緒に行うとともに、第1バッテリー交換ロボットによるバッテリーの差込み動作と第2バッテリー交換ロボットによるバッテリーの差込み動作とを一緒に行っている。そのため、第三の発明では、第1バッテリー交換ロボットによってバッテリーの抜き差しを行っているときの、第1バッテリー収容部や交換されるバッテリーの高さや傾きの予期せぬ変動を防止するとともに、第2バッテリー交換ロボットによってバッテリーの抜き差しを行っているときの、第2バッテリー収容部や交換されるバッテリーの高さや傾きの予期せぬ変動を防止することが可能になる。すなわち、第三の発明では、第1バッテリー交換ロボットに

よってバッテリーの抜き差しが行われているときの第1バッテリー収容部や交換されるバッテリーの高さや傾きの変動を予測した第1バッテリー交換口ロボットへの教示が可能になるとともに、第2バッテリー交換口ロボットによってバッテリーの抜き差しが行われているときの第2バッテリー収容部や交換されるバッテリーの高さや傾きの変動を予測した第2バッテリー交換口ロボットへの教示が可能になる。したがって、第三の発明では、第1バッテリー交換口ロボットおよび第2バッテリー交換口ロボットを教示結果に基づいて動作させれば、両側面側にバッテリー収容部が形成された車両のバッテリーを適切に交換することが可能になる。

[0034] また、第三の発明では、第1バッテリー交換口ロボットによるバッテリーの引抜き動作と第2バッテリー交換口ロボットによるバッテリーの引抜き動作とを一緒に行うとともに、第1バッテリー交換口ロボットによるバッテリーの差込み動作と第2バッテリー交換口ロボットによるバッテリーの差込み動作とを一緒に行うことで、バッテリーの交換時間を短縮することが可能になる。

[0035] 第三の発明において、たとえば、制御部は、第1バッテリー交換口ロボットを制御する第1制御部と、第2バッテリー交換口ロボットを制御する第2制御部と、第1制御部および第2制御部が並列に接続される共通制御部とを備え、共通制御部から第1制御部および第2制御部へ送られる制御指令のタイミングによって、第1バッテリー交換口ロボットの動作と第2バッテリー交換口ロボットの動作との同期をとる。

[0036] 第三の発明において、たとえば、第1バッテリー交換口ロボットおよび第2バッテリー交換口ロボットは、車両からのバッテリーの引抜き時および車両へのバッテリーの差込み時にバッテリーが搭載されるバッテリー搭載部と、車両からのバッテリーの引抜き時および車両へのバッテリーの差込み時にバッテリーに係合してバッテリー搭載部上でバッテリーを移動させるバッテリー係合部とを備え、バッテリー搭載部およびバッテリー係合部は、車両に近づく方向および車両から離れる方向へ移動可能となっており、車両からのバッテリーの引抜き時に、第1制御部は、車両に近づいているバッテリー搭載部

と車両との間でバッテリーの載り移りが可能となるととともに車両に近づいているバッテリー係合部が車両に搭載されているバッテリーに係合した引抜き可能状態で第1バッテリー交換ロボットを一時停止させ、第2制御部は、引抜き可能状態で第2バッテリー交換ロボットを一時停止させ、共通制御部は、第1バッテリー交換ロボットと第2バッテリー交換ロボットとが引抜き可能状態で一時停止していることを確認すると、第1制御部および第2制御部へ制御指令を送って、第1バッテリー交換ロボットのバッテリー係合部によるバッテリーの引抜き動作と第2バッテリー交換ロボットのバッテリー係合部によるバッテリーの引抜き動作とを開始させる。

[0037] この場合には、第1バッテリー交換ロボットによって第1バッテリー収容部からバッテリーを引き抜いているときの、第1バッテリー収容部や交換されるバッテリーの高さや傾きの予期せぬ変動を防止するとともに、第2バッテリー交換ロボットによって第2バッテリー収容部からバッテリーを引き抜いているときの、第2バッテリー収容部や交換されるバッテリーの高さや傾きの予期せぬ変動を防止することができる。したがって、両側面側にバッテリー収容部が形成された車両のバッテリーを適切に引き抜くことができる。

[0038] 第三の発明において、たとえば、第1バッテリー交換ロボットおよび第2バッテリー交換ロボットは、車両からのバッテリーの引抜き時および車両へのバッテリーの差込み時にバッテリーが搭載されるバッテリー搭載部と、車両からのバッテリーの引抜き時および車両へのバッテリーの差込み時にバッテリーに係合してバッテリー搭載部上でバッテリーを移動させるバッテリー係合部とを備え、バッテリー搭載部およびバッテリー係合部は、車両に近づく方向および車両から離れる方向へ移動可能となっており、車両へのバッテリーの差込み時に、第1制御部は、車両に近づいているバッテリー搭載部と車両との間でバッテリーの載り移りが可能となるととともにバッテリー搭載部に搭載されているバッテリーにバッテリー係合部が係合している差込み可能状態で第1バッテリー交換ロボットを一時停止させ、第2制御部は、差込み可能状態で第2バッテリー交換ロボットを一時停止させ、共通制御部は、

第1バッテリー交換ロボットと第2バッテリー交換ロボットとが差込み可能状態で一時停止していることを確認すると、第1制御部および第2制御部へ制御指令を送って、第1バッテリー交換ロボットのバッテリー係合部によるバッテリーの差込み動作第2バッテリー交換ロボットのバッテリー係合部によるバッテリーの差込み動作とを開始させる。

[0039] この場合には、第1バッテリー交換ロボットによって第1バッテリー収容部へバッテリーを差し込んでいるときの、第1バッテリー収容部や交換されるバッテリーの高さや傾きの予期せぬ変動を防止するとともに、第2バッテリー交換ロボットによって第2バッテリー収容部へバッテリーを差し込んでいるときの、第2バッテリー収容部や交換されるバッテリーの高さや傾きの予期せぬ変動を防止することができる。したがって、両側面側にバッテリー収容部が形成された車両へバッテリーを適切に差し込むことができる。

[0040] 上記の課題を解決するため、第四の発明は請求項18から23に述べているが、第四の発明のバッテリー交換ロボットは、車両に搭載されているバッテリーを交換するためのバッテリー交換ロボットであって、車両とバッテリー交換ロボットとが向き合う方向を前後方向とし、前後方向と上下方向とに略直交する方向を左右方向とすると、車両に取り付けられるとともにバッテリーが搭載されるバッテリー置き台またはバッテリーに左右方向に所定の間隔をあけた状態で形成される複数の検出用マークを検出するための検出機構と、検出機構が電氣的に接続されるバッテリー交換ロボットの制御部とを備え、検出機構は、レーザ光を射出する発光部と、発光部から射出されるレーザ光を反射する反射物で反射されたレーザ光を受光する受光部とを備えるレーザセンサであり、制御部は、検出機構から射出されるレーザ光が複数の検出用マークのそれぞれを左右方向で横切るように検出機構を左右方向へ移動させるとともに検出機構による検出用マークの検出結果に基づいてバッテリー置き台またはバッテリーの位置および傾きを算出することを特徴とする。

[0041] また、上記の課題を解決するため、第四の発明のバッテリー交換システムは、車両に搭載されているバッテリーを交換するためのバッテリー交換ロボ

ットを有するバッテリー交換システムであって、車両とバッテリー交換ロボットとが向き合う方向を前後方向とし、前後方向と上下方向とに略直交する方向を左右方向とすると、車両に取り付けられるとともにバッテリーが搭載されるバッテリー置き台と、バッテリー置き台またはバッテリーに左右方向に所定の間隔をあけた状態で形成される複数の検出用マークと、複数の検出用マークを検出するための検出機構と、検出機構が電氣的に接続されるバッテリー交換ロボットの制御部とを備え、検出機構は、レーザ光を射出する発光部と、発光部から射出されるレーザ光を反射する反射物で反射されたレーザ光を受光する受光部とを備えるレーザセンサであり、制御部は、検出機構から射出されるレーザ光が複数の検出用マークのそれぞれを左右方向で横切るように検出機構を左右方向へ移動させるとともに検出機構による検出用マークの検出結果に基づいてバッテリー置き台またはバッテリーの位置および傾きを算出することを特徴とする。

[0042] 第四の発明のバッテリー交換ロボットおよびバッテリー交換システムは、バッテリー置き台またはバッテリーに形成される複数の検出用マークを検出するための検出機構と、検出機構が電氣的に接続されるバッテリー交換ロボットの制御部とを備え、制御部は、検出機構から射出されるレーザ光が複数の検出用マークのそれぞれを左右方向で横切るように検出機構を左右方向へ移動させるとともに検出機構による検出用マークの検出結果に基づいてバッテリー置き台またはバッテリーの位置および傾きを算出している。すなわち、第四の発明では、制御部は、車両に搭載されているバッテリーの位置および傾きを直接的にあるいは間接的に算出している。そのため、第四の発明では、車両の停止精度が低くても、車両に搭載されているバッテリーの位置および傾きを適切に検出して、バッテリー交換ロボットとバッテリーとの位置合わせを行うことが可能になる。したがって、第四の発明では、車両に搭載されているバッテリーを適切に交換することが可能になる。

[0043] また、検出用マークを検出するための検出機構が、たとえば、イメージセンサである場合には、イメージセンサで撮影された画像を処理するための画

像処理装置等が必要となり、バッテリー交換ロボットやバッテリー交換システムが高価になる。これに対して、第四の発明では、検出機構がレーザセンサであるため、バッテリー交換ロボットやバッテリー交換システムのコストを低減することが可能になる。

[0044] 第四の発明において、検出機構は、検出機構と反射物との距離を測定することが可能となっており、検出用マークは、上側または下側に向かうにしたがって左右方向の幅が次第に狭くなるように形成され、検出機構から射出されるレーザ光が検出用マークを左右方向で横切るときに、検出用マークの、検出機構からのレーザ光を反射する部分を被検出部分とすると、制御部は、被検出部分の左右方向の幅に基づいてバッテリー置き台またはバッテリーの高さを算出し、被検出部分の左右方向の中心位置に基づいて左右方向におけるバッテリー置き台またはバッテリーの位置を算出し、被検出部分の左右方向の中心位置と検出機構との前後方向の距離に基づいて前後方向におけるバッテリー置き台またはバッテリーの位置を算出することが好ましい。このように構成すると、上側または下側に向かうにしたがって左右方向の幅が次第に狭くなるように検出用マークが形成されているため、比較的容易な処理で、上下方向、左右方向および前後方向におけるバッテリー置き台またはバッテリーの位置を算出することが可能になる。

[0045] 第四の発明において、バッテリー置き台またはバッテリーには、2個の検出用マークが形成され、バッテリー交換ロボットには、2個の検出用マークのそれぞれを左右方向で横切るように2個の検出機構が取り付けられ、検出機構は、検出機構と反射物との距離を測定することが可能となっており、検出用マークは、上側または下側に向かうにしたがって左右方向の幅が次第に狭くなるように形成され、一方の検出機構から射出されるレーザ光が一方の検出用マークを左右方向で横切るときに、一方の検出用マークの、一方の検出機構からのレーザ光を反射する部分を第1被検出部分とし、他方の検出機構から射出されるレーザ光が他方の検出用マークを左右方向で横切るときに、他方の検出用マークの、他方の検出機構からのレーザ光を反射する部分を

第2被検出部分とすると、制御部は、第1被検出部分の左右方向の幅と第2被検出部分の左右方向の幅とに基づいて、バッテリー置き台またはバッテリーの前後方向から見たときの左右方向に対する傾きを算出し、第1被検出部分の左右方向の中心位置と一方の検出機構との前後方向の距離と、第2被検出部分の左右方向の中心位置と他方の検出機構との前後方向の距離とに基づいて、バッテリー置き台またはバッテリーの上下方向から見たときの左右方向に対する傾きを算出することが好ましい。

[0046] このように構成すると、上側または下側に向かうにしたがって左右方向の幅が次第に狭くなるように検出用マークが形成されているため、比較的容易な処理で、バッテリー置き台またはバッテリーの、前後方向から見たときの左右方向に対する傾き、および、上下方向から見たときの左右方向に対する傾きを算出することが可能になる。また、このように構成すると、バッテリー置き台またはバッテリーに2個の検出用マークが形成され、2個の検出用マークのそれぞれをレーザ光が横切るように2個の検出機構がバッテリー交換ロボットに取り付けられているため、2個の検出機構のそれぞれによって、2個の検出用マークのそれぞれを同時に検出することが可能になる。したがって、バッテリー置き台またはバッテリーの、前後方向から見たときの左右方向に対する傾き、および、上下方向から見たときの左右方向に対する傾きを短時間で検出することが可能になる。

[0047] 第四の発明において、たとえば、バッテリー交換ロボットは、車両からのバッテリーの引抜きおよび／または車両へのバッテリーの差込みを行うバッテリー抜き差し機構を備え、制御部は、所定の基準位置に停止する車両のバッテリー置き台またはバッテリーの、検出機構での検出結果に基づいて算出される位置および傾きと、バッテリーが交換される車両のバッテリー置き台またはバッテリーの、検出機構での検出結果に基づいて算出される位置および傾きとに基づいて、バッテリー抜き差し機構によるバッテリーの引抜きおよび／または差込みを行うために基準位置に停止する車両を用いてバッテリー交換ロボットに教示された抜き差し位置の教示データを補正するための補正値を算出

る。この場合には、算出された補正值に基づいて、バッテリー交換ロボット
の抜差位置を補正して、車両に搭載されているバッテリーをバッテリー交換
ロボットによって適切に抜差しすることが可能になる。

[0048] 第四の発明において、検出用マークは、たとえば、上側または下側に向か
うにしたがって左右方向の幅が次第に狭くなる略三角形形状または略台形状に
形成されている。

発明の効果

[0049] 以上のように、第一の発明のバッテリー交換ロボットの教示方法を用いれ
ば、バッテリー交換ロボットの構成が簡易であっても、バッテリー置き台と
バッテリー搭載部との間でバッテリーを円滑にやりとりすることが可能にな
る。また、第一の発明のバッテリー交換ロボットの教示方法を用いて教示さ
れたバッテリー交換ロボットでは、その構成が簡易であっても、バッテリー
置き台とバッテリー搭載部との間でバッテリーを円滑にやりとりすることが
可能になる。

[0050] また、第二の発明では、バッテリー交換ロボットの構成が簡易であつても
、車両に搭載される複数のバッテリーのそれぞれを適切に交換することが可
能になる。

[0051] 以上のように、第三の発明では、両側面側にバッテリー収容部が形成され
た車両のバッテリーを適切に交換することが可能になる。

[0052] 以上のように、第四の発明のバッテリー交換ロボットおよびバッテリー交
換システムでは、車両の停止精度が低くても、車両に搭載されているバッテ
リーを適切に交換することが可能になる。

図面の簡単な説明

[0053] [図1]本発明の実施の形態にかかるバッテリー交換システムの概略図である。

[図2]図1に示すバッテリー交換システムの斜視図である。

[図3]図2のE部を別の角度から示す斜視図である。

[図4]図3のF部の拡大図である。

[図5]図2に示すバッテリー収容部にバッテリーが収容された状態を示す正面

図である。

[図6]図5のG部の拡大図である。

[図7]図2に示すバッテリー抜き機構および昇降機構を正面から示す図である。

[図8]図7のH-H方向からバッテリー抜き機構および昇降機構を示す図である。

[図9]図7に示すバッテリー搭載機構を正面から説明するための図である。

[図10]図7に示すバッテリー搭載機構を側面から説明するための図である。

[図11]図7に示すバッテリー搭載機構を上面から説明するための図である。

[図12]図9に示すローラの拡大断面図である。

[図13]図7に示すバッテリー移動機構を正面から説明するための図である。

[図14]図7に示すバッテリー移動機構を側面から説明するための図である。

[図15]図14に示すバッテリー係合部がバスから離れる方向へ移動したときの状態を側面から説明するための図である。

[図16]図14のJ部の拡大図である。

[図17]図14のK部の拡大図である。

[図18]図7に示すバッテリー移動機構を上面から説明するための図である。

[図19](A)は、図18のM部の拡大図であり、(B)は、図18のN部の拡大図である。

[図20]図11に示す検出機構によるバスの位置検出時の状態を上面から示す図である。

[図21]図11に示す検出機構によるバスの位置検出方法を説明するための概略図である。

[図22]図11に示す検出機構によるバッテリーの位置検出時の状態を上面から示す図である。

[図23]図11に示す検出機構によるバッテリーの位置検出方法を説明するための図である。

[図24]図2に示すバッテリー交換ロボットのバッテリー交換動作の概略フロ

ーを示すフローチャートである。

[図25]図2に示すバッテリー交換ロボットによるバスからのバッテリーの引抜き動作を説明するための図である。

[図26]図2に示すバッテリー交換ロボットによるバスへのバッテリーの差込み動作を説明するための図である。

[図27]図2に示すバッテリー交換ロボットによるバスからのバッテリーの引抜き動作時のバッテリー搭載部およびバッテリー係合部の動作の軌跡を説明するための図である。

[図28]図2に示すバッテリー交換ロボットによるバスへのバッテリーの差込み動作時のバッテリー搭載部およびバッテリー係合部の動作の軌跡を説明するための図である。

[図29]図2に示すバッテリー交換ロボットによるバスからのバッテリーの引抜き動作時のバッテリー搭載部およびバッテリー係合部の動作の軌跡であってバッテリー検出位置を経由する場合の軌跡を説明するための図である。

[図30]図2に示すバッテリー収容部の正面図である。

[図31]図2に示すバッテリー交換ロボットの制御部の記憶部および第2記憶部に記憶されているデータの一部を説明するためのブロック図である。

[図32]図2に示すバッテリー交換ロボットの制御方法の一例を説明するためのフローチャートである。

[図33](A)は、本発明の他の実施の形態にかかる検出用マークを正面から説明するための図であり、(B)は(A)のW-W断面の断面図である。

[図34]図1に示すバッテリー交換システムの制御部の構成を説明するためのブロック図である。

[図35]図1に示すバッテリー交換システムの制御方法の一例を説明するためのシーケンス図である。

[図36]図2に示すバッテリー交換ロボットにおけるバッテリー検出位置の校正時に算出される各種の値を説明するための図である。

[図37]図2に示すバッテリー交換ロボットにおけるバッテリー検出位置の校

正時に算出される各種の値を説明するための図である。

[図38]図2に示すバッテリー交換ロボットにおけるバッテリー検出位置の校正時に算出される各種の値を説明するための図である。

[図39]図2に示すバッテリー交換ロボットにおけるバッテリー検出位置の校正時に算出される各種の値を説明するための図である。

[図40]図2に示すバッテリー交換ロボットの制御方法の一例を説明するためのフローチャートである。

[図41]図2に示すバッテリー交換ロボットでのバッテリーの交換時に算出される各種の値を説明するための図である。

[図42]図2に示すバッテリー交換ロボットでのバッテリーの交換時に算出される各種の値を説明するための図である。

[図43]図2に示すバッテリー交換ロボットでのバッテリーの交換時に算出される各種の値を説明するための図である。

[図44]図2に示すバッテリー交換ロボットでのバッテリーの交換時に算出される各種の値を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0054] 以下、図面を参照しながら、本発明の実施の形態を説明する。

[0055] (バッテリー交換システムの概略構成)

ここでは、第一の発明から第四の発明にかかる本形態として説明する。

図1は、本発明の実施の形態にかかるバッテリー交換システム1の概略図である。図2は、図1に示すバッテリー交換システム1の斜視図である。図3は、図2のE部を別の角度から示す斜視図である。以下の説明では、互いに直交する3方向のそれぞれをX方向、Y方向およびZ方向とする。本形態では、Z方向が上下方向（鉛直方向）と一致する。また、以下の説明、X方向を前後方向、Y方向を左右方向とする。

[0056] 本形態のバッテリー交換システム1は、車両2に搭載されているバッテリー3を交換するためのシステムである。本形態の車両2は、電気バスである。したがって、以下では、車両2を「バス2」とする。バス2には、複数の

バッテリー 3 が収容されるバッテリー収容部 4 が取り付けられている。具体的には、バス 2 の両方の側面 2 a 側のそれぞれにバッテリー収容部 4 が取り付けられている。バッテリー収容部 4 は、側面 2 a に取り付けられるカバー部材（図示省略）を取り外すと、側面 2 a に露出するように配置されている。また、バッテリー収容部 4 は、バス 2 の座席の下側に配置されている。バッテリー 3 の交換時には、バス 2 は、その進行方向と左右方向とが略一致するように停止している。以下では、2 台のバッテリー収容部 4 を区別して表す場合には、停止しているバス 2 の一方の側面 2 a 側に取り付けられるバッテリー収容部 4 を第 1 バッテリー収容部 4 A とし、バス 2 の他方の側面 2 a 側に取り付けられるバッテリー収容部 4 を第 2 バッテリー収容部 4 B とする。

[0057] バッテリー交換システム 1 は、バス 2 の両方の側面 2 a 側に取り付けられたバッテリー収容部 4 のそれぞれに収容されているバッテリー 3 を交換するための 2 台のバッテリー交換ロボット 5（以下、「ロボット 5」とする。）を備えている。すなわち、バッテリー交換システム 1 は、第 1 バッテリー収容部 4 A に収容されているバッテリー 3 を交換するための第 1 バッテリー交換ロボットとしてのロボット 5 と、第 2 バッテリー収容部 4 B に収容されているバッテリー 3 を交換するための第 2 バッテリー交換ロボットとしてのロボット 5 とを備えている。ロボット 5 は、バッテリー収容部 4 に収容されているバッテリー 3 の交換が可能となるように、前後方向でバス 2 の側面 2 a と向き合っている。このロボット 5 は、バッテリー収容部 4 に収容されているバッテリー 3 を引き抜いて、図示を省略するバッファステーションへ搬入するとともに、バッファステーションに収容された充電済みのバッテリー 3 をバッファステーションから搬出してバッテリー収容部 4 に差し込む。以下では、2 台のロボット 5 を区別して表す場合には、第 1 バッテリー収容部 4 A に収容されているバッテリー 3 を交換するためのロボット 5 を第 1 ロボット 5 A とし、第 2 バッテリー収容部 4 B に収容されているバッテリー 3 を交換するためのロボット 5 を第 2 ロボット 5 B とする。

[0058] なお、バス 2 の側面 2 a には、バス 2 の位置を検出するための検出用プレート 9 が形成または固定されている。検出用プレート 9 は、平板状に形成されるとともに、上下方向でその幅が略一定な略矩形状に形成されている。この検出用プレート 9 は、たとえば、バス 2 の進行方向におけるバッテリー収容部 4 の手前側に配置されている。また、検出用プレート 9 は、側面 2 a に取り付けられるカバー部材（図示省略）を取り外すと、側面 2 a に露出するように配置されている。

[0059] （バッテリーおよびバッテリー収容部の構成）

ここでは、第一の発明から第四の発明にかかる本形態として説明する。

図 4 は、図 3 の F 部の拡大図である。図 5 は、図 2 に示すバッテリー収容部 4 にバッテリー 3 が収容された状態を示す正面図である。図 6 は、図 5 の G 部の拡大図である。

[0060] バッテリー収容部 4 は、バッテリー 3 が搭載されるバッテリー置き台 6 と、左右の側壁 7 とを備えており、バッテリー置き台 6 と側壁 7 とによって、バッテリー 3 の収容空間が形成されている。バッテリー収容部 4 には、複数のバッテリー 3 の収容空間が形成されており、複数のバッテリー 3 が収容可能となっている。すなわち、バス 2 には、複数のバッテリー 3 が搭載可能となっている。本形態のバス 2 には、4 個のバッテリー 3 が搭載可能となっており、バッテリー収容部 4 は、4 個のバッテリー 3 のそれぞれが搭載される 4 個のバッテリー置き台 6 を備えている。また、本形態では、2 個のバッテリー置き台 6 が側壁 7 を介して左右方向で隣接するように配置されるとともに、左右方向で隣接する 2 個のバッテリー置き台 6 と、左右方向で隣接する他の 2 個のバッテリー置き台 6 とが上下方向で重なるように配置されている。

[0061] バッテリー置き台 6 の前面には、バッテリー 3 の位置を間接的に検出するための検出用マーク 8 が形成されている。検出用マーク 8 は、バッテリー置き台 6 の左右方向の両端側のそれぞれに形成されている。すなわち、左右方向に所定の間隔をあけた状態で、一对の（2 個の）検出用マーク 8 がバッテ

リ一置き台 6 の前面に形成されている。上述のように、本形態のバッテリー収容部 4 は、4 個のバッテリー置き台 6 を備えており、バッテリー収容部 4 には、4 組の一对の検出用マーク 8 が形成されている。また、検出用マーク 8 は、図 4 に示すように、バッテリー置き台 6 の前面よりも突出する平板状に形成されるとともに、上下方向でその幅が変化する略三角形形状に形成されている。具体的には、検出用マーク 8 は、上側に向かうにしたがって、その幅が狭くなる略正三角形形状に形成されている。

[0062] バッテリー 3 の前面には、バッテリー収容部 4 からバッテリー 3 を引き抜くための取手部 1 1 が形成されている。本形態では、バッテリー 3 の前面の、左右方向の両端側のそれぞれに取手部 1 1 が形成されている。バッテリー 3 の下面には、ロボット 5 によって引き抜かれたバッテリー 3 の、引抜き方向に直交する方向の位置決めを行うための突起部 1 2 が下方向へ突出するように形成されている（図 6 参照）。また、バッテリー 3 は、バッテリー収容部 4 にバッテリー 3 を固定するための固定部材 1 3（図 5 参照）と、バッテリー収容部 4 に対するバッテリー 3 の固定状態を解除するための解除部材 1 4（図 4 参照）とを備えている。

[0063] 固定部材 1 3 は、バッテリー 3 の左右の側面のそれぞれから突出するようにバッテリー 3 に取り付けられている。また、固定部材 1 3 は、バッテリー 3 の前面側に取り付けられている。この固定部材 1 3 は、左右方向へ移動可能となるようにバッテリー 3 に保持されている。また、固定部材 1 3 は、図示を省略する付勢部材によって左右方向の外側へ付勢されている。本形態では、この付勢部材の付勢力によって、バッテリー収容部 4 の側壁 7 に形成される係合孔に固定部材 1 3 の左右の外側端部分が係合することで、バッテリー収容部 4 にバッテリー 3 が固定されている。固定部材 1 3 は、バッテリー収容部 4 の中で、前後方向および上下方向におけるバッテリー 3 の位置決めを行う機能を果たしている。

[0064] 解除部材 1 4 は、取手部 1 1 の奥側に配置されている。この解除部材 1 4 は、前後方向へ移動可能となるようにバッテリー 3 に保持されている。また

、解除部材 1 4 は、図示を省略する付勢部材によってバッテリー 3 の前面側へ付勢されている。本形態では、解除部材 1 4 が奥側へ押されると、固定部材 1 3 が左右方向の内側へ移動して、バッテリー収容部 4 の側壁 7 に形成される係合孔と固定部材 1 3 との係合状態が解除され、バッテリー収容部 4 からのバッテリー 3 の引抜きが可能となる。

[0065] なお、バッテリー 3 の背面には、バッテリー収容部 4 の奥に配置されるコネクタに連結されるコネクタが取り付けられている。また、バッテリー 3 の背面には、バッテリー収容部 4 の中で、上下左右方向におけるバッテリー 3 の位置決めを行うための位置決めピンが取り付けられている。

[0066] (バッテリー交換ロボットの概略構成)

ここでは、第一の発明から第四の発明にかかる本形態として説明する。

図 3 に示すように、ロボット 5 は、バス 2 からの 4 個のバッテリー 3 のそれぞれの引抜きおよびバス 2 への 4 個のバッテリー 3 のそれぞれの差込みを行うバッテリー抜差機構 1 7 と、バッテリー抜差機構 1 7 を昇降させる昇降機構 1 8 と、上下方向を軸方向としてバッテリー抜差機構 1 7 および昇降機構 1 8 を回動させる回動機構 1 9 と、バッテリー抜差機構 1 7、昇降機構 1 8 および回動機構 1 9 を左右方向へ移動させる水平移動機構 2 0 とを備えている。また、ロボット 5 は、検出用マーク 8 および検出用プレート 9 を検出するための検出機構 2 1 を備えている。

[0067] バッテリー抜差機構 1 7 は、バッテリー 3 の引抜き時および差込み時にバッテリー 3 が搭載されるバッテリー搭載部 2 2 を有するバッテリー搭載機構 2 3 と、バッテリー 3 の引抜き時および差込み時にバッテリー 3 に係合してバッテリー搭載部 2 2 上でバッテリー 3 を移動させるバッテリー係合部 2 4 (図 7 参照) を有するバッテリー移動機構 2 5 とを備えている。バッテリー搭載部 2 2 およびバッテリー係合部 2 4 は、バス 2 に近づく方向およびバス 2 から離れる方向へ移動可能となっている。

[0068] また、バッテリー抜差機構 1 7 は、略四角筒状に形成された保持部材 2 6 に保持されている。保持部材 2 6 は、その下端側を構成する第 1 保持部材 2

7と、その上端側を構成する第2保持部材28とを備えている。第1保持部材27は、上側が開口する角溝状に形成され、第2保持部材28は、下側が開口する角溝状に形成されている。保持部材26は、第1保持部材27と第2保持部材28とが上下方向で組み合わされて固定されることで、バッテリー搭載部22およびバッテリー係合部24の移動方向の両端が開口する略四角筒状に形成されている。

[0069] (バッテリー搭載機構の構成)

ここでは、第一の発明から第四の発明にかかる本形態として説明する。

図7は、図2に示すバッテリー抜き機構17および昇降機構18を正面から示す図である。図8は、図7のH-H方向からバッテリー抜き機構17および昇降機構18を示す図である。図9は、図7に示すバッテリー搭載機構23を正面から説明するための図である。図10は、図7に示すバッテリー搭載機構23を側面から説明するための図である。図11は、図7に示すバッテリー搭載機構23を上面から説明するための図である。図12は、図9に示すローラ32の拡大断面図である。

[0070] バッテリー搭載機構23は、上述のバッテリー搭載部22に加え、バス2に近づく方向およびバス2から離れる方向へバッテリー搭載部22を移動させる搭載部移動機構30を備えている。

[0071] バッテリー搭載部22は、上下方向に扁平した扁平なブロック状に形成されている。バッテリー搭載部22の上面には、バッテリー3の下面に当接する複数のローラ31、32が回転可能に取り付けられている。図11に示すように、複数のローラ31は、バッテリー搭載部22の移動方向に所定の間隔で配置され、複数のローラ32も、ローラ31と同様に、バッテリー搭載部22の移動方向に所定の間隔で配置されている。また、ローラ31とローラ32とは、バッテリー搭載部22の移動方向に直交する方向において、所定の間隔をあけた状態で配置されている。

[0072] ローラ31は、フラットローラである。一方、ローラ32は、図12に示すように、内周側に向かって窪む溝部32aが外周面に形成された溝付きロ

ーラである。溝部 32a は、バッテリー 3 の下面に形成される突起部 12 が係合可能となるように形成されており、バッテリー搭載部 22 の所定の位置にバッテリー 3 が搭載されると、溝部 32a に突起部 12 が係合する。本形態では、溝部 32a に突起部 12 が係合することで、バッテリー搭載部 22 の移動方向に直交する方向で、バッテリー搭載部 22 に対してバッテリー 3 が位置決めされる。

[0073] 搭載部移動機構 30 は、バッテリー搭載部 22 を移動させるための構成として、モータ 33 と、ボールネジ等のネジ部材 34 と、ネジ部材 34 に螺合するナット部材 35 とを備えている。また、搭載部移動機構 30 は、バッテリー搭載部 22 を案内するための構成として、直線状に形成されたガイドレール 36 と、ガイドレール 36 に係合するとともにガイドレール 36 に沿って相対移動可能なガイドブロック 37 とを備えている。

[0074] モータ 33 は、バッテリー搭載部 22 の後端部の上面側に固定されている。ネジ部材 34 は、バッテリー搭載部 22 の下面側に回転可能に保持されている。モータ 33 とネジ部材 34 とは、プーリやベルト等を介して連結されている。ナット部材 35 は、第 1 保持部材 27 に固定されている。また、ガイドレール 36 は、バッテリー搭載部 22 の下面側に固定され、ガイドブロック 37 は、第 1 保持部材 27 に固定されている。そのため、本形態では、モータ 33 が回転すると、バッテリー搭載部 22 は、ガイドレール 36 およびガイドブロック 37 に案内されて、第 1 保持部材 27 に対して直線状に移動する。

[0075] (バッテリー移動機構の構成)

ここでは、第一の発明から第四の発明にかかる本形態として説明する。

図 13 は、図 7 に示すバッテリー移動機構 25 を正面から説明するための図である。図 14 は、図 7 に示すバッテリー移動機構 25 を側面から説明するための図である。図 15 は、図 14 に示すバッテリー係合部 24 がバス 2 から離れる方向へ移動したときの状態を側面から説明するための図である。

図 16 は、図 14 の J 部の拡大図である。図 17 は、図 14 の K 部の拡大図

である。図 18 は、図 7 に示すバッテリー移動機構 25 を上面から説明するための図である。図 19 (A) は、図 18 の M 部の拡大図であり、図 19 (B) は、図 18 の N 部の拡大図である。

[0076] バッテリー移動機構 25 は、上述のバッテリー係合部 24 に加え、バス 2 に近づく方向およびバス 2 から離れる方向へバッテリー係合部 24 を移動させる係合部移動機構 39 と、バッテリー係合部 24 を移動可能に保持するとともに第 2 保持部材 28 に移動可能に保持される移動保持部材 40 とを備えている。

[0077] バッテリー係合部 24 は、バッテリー 3 の取手部 11 に係合する係合爪部 41 と、係合爪部 41 を上下動させるエアシリンダ 42 と、エアシリンダ 42 が取り付けられる基部 43 とを備えている。係合爪部 41 は、エアシリンダ 42 の可動側に固定され、エアシリンダ 42 の固定側は、基部 43 の先端面に固定されている。本形態では、バッテリー 3 に形成される 2 個の取手部 11 のそれぞれに係合爪部 41 が係合するように、2 個の係合爪部 41 および 2 個のエアシリンダ 42 が基部 43 の先端面に所定の間隔をあけた状態で配置されている。

[0078] 係合爪部 41 は、エアシリンダ 42 に固定される固定部 41a と、取手部 11 に係合する爪部 41b とを備えている。爪部 41b は、取手部 11 の前端部分とバッテリー 3 の前面との間に上側から入って取手部 11 に係合する。爪部 41b が取手部 11 に係合する際には、爪部 41b が解除部材 14 を押して、バッテリー収容部 4 の側壁 7 に形成される係合孔と固定部材 13 との係合状態を解除する。そのため、爪部 41b が取手部 11 に係合すると、バッテリー抜差機構 17 によるバッテリー 3 の引抜きや差込みが可能になる。

[0079] 移動保持部材 40 は、バッテリー係合部 24 の移動方向に細長い長尺状に形成されている。また、移動保持部材 40 は、バッテリー係合部 24 の移動方向から見たときの形状が略 H 形状となるように形成されている。

[0080] 係合部移動機構 39 は、バッテリー係合部 24 および移動保持部材 40 を

移動させるための構成として、モータ４４と、ボールネジ等のネジ部材４５と、ネジ部材４５に螺合するナット部材４６と、プーリ４７、４８と、プーリ４７、４８に架け渡されるベルト４９とを備えている。また、係合部移動機構３９は、バッテリー係合部２４および移動保持部材４０を案内するための構成として、直線状に形成されたガイドレール５０と、ガイドレール５０に係合するとともにガイドレール５０に沿って相対移動可能なガイドブロック５１とを備え、バッテリー係合部２４を案内するための構成として、直線状に形成されたガイドレール５２と、ガイドレール５２に係合するとともにガイドレール５２に沿って相対移動可能なガイドブロック５３とを備えている。

[0081] モータ４４は、第２保持部材２８の後端部の上面に固定されている。ネジ部材４５は、第２保持部材２８の上面部に回転可能に保持されている。モータ４４とネジ部材４５とは、プーリやベルト等を介して連結されている。ナット部材４６は、移動保持部材４０の後端部に固定されている。プーリ４７は、移動保持部材４０の後端部に回転可能に保持され、プーリ４８は、移動保持部材４０の前端部に回転可能に保持されている。

[0082] ベルト４９は、ベルト固定部材５４を介してバッテリー係合部２４の基部４３に固定されるとともに、ベルト固定部材５５を介して第２保持部材２８の上面部に固定されている。具体的には、第２保持部材２８から移動保持部材４０が突出して、図１７に示すように、プーリ４７の近傍にベルト固定部材５５が配置されるときに、図１６に示すように、プーリ４８の近傍にベルト固定部材５４が配置され、かつ、第２保持部材２８の中に移動保持部材４０が収まって、図１５に示すように、プーリ４８の近傍にベルト固定部材５５が配置されるときに、プーリ４７の近傍にベルト固定部材５４が配置されるように、ベルト４９は、ベルト固定部材５４、５５を介して基部４３および第２保持部材２８に固定されている。

[0083] ガイドレール５０は、第２保持部材２８の上面部に固定され、ガイドブロック５１は、移動保持部材４０の上面に固定されている。ガイドレール５２

は、移動保持部材４０の下面に固定され、ガイドブロック５３は、バッテリー係合部２４の基部４３の上端側に固定されている。

[0084] 本形態では、モータ４４が回転すると、ネジ部材４５とナット部材４６とによって、バッテリー係合部２４とともに移動保持部材４０がガイドレール５０およびガイドブロック５１に案内されて、第２保持部材２８に対して直線状に移動する。また、モータ４４が回転すると、プーリ４７、４８とベルト４９とによって、バッテリー係合部２４がガイドレール５２およびガイドブロック５３に案内されて、移動保持部材４０に対して直線状に相対移動する。

[0085] （昇降機構、第１連結機構および第２連結機構の構成）

ここでも、同様に、第一の発明から第四の発明にかかる本形態として説明する。

昇降機構１８は、図２、図３、図７に示すように、バッテリー搭載部２２およびバッテリー係合部２４の移動方向（以下、この方向を「第１方向」とする。）と上下方向とに直交する方向（以下、この方向を「第２方向」とする。）の両端側のそれぞれに配置される第１昇降機構５９および第２昇降機構６０を備えている。第１昇降機構５９は、第１連結機構６１によって、第１保持部材２７の第２方向の一端側に連結されている。第２昇降機構６０は、第２連結機構６２によって、第１保持部材２７の第１方向の他端側に連結されている。第１昇降機構５９および第２昇降機構６０は、水平方向に対して保持部材２６を傾けるために（すなわち、第１方向から見たときの第２方向、すなわちバッテリー搭載部２２およびバッテリー係合部２４の移動方向から見たときの第２方向に対して保持部材２６を傾けるために）、個別に駆動可能となっている。また、保持部材２６は、水平方向に対して傾斜可能となるように第１昇降機構５９および第２昇降機構６０に連結されている。

[0086] 第１昇降機構５９および第２昇降機構６０は、上下方向へ移動可能な昇降部材６３と、昇降部材６３を昇降可能に保持する柱状部材６４と、昇降部材６３を昇降させる昇降駆動機構６５とを備えている。柱状部材６４は、上下

方向に細長い柱状に形成されている。図 7 に示すように、第 1 昇降機構 5 9 を構成する柱状部材 6 4 の上端と、第 2 昇降機構 6 0 を構成する柱状部材 6 4 の上端とは、連結部材 6 6 によって連結されており、2 個の柱状部材 6 4 と連結部材 6 6 とによって、門型のフレームが構成されている。

[0087] 昇降駆動機構 6 5 は、図 8 に示すように、昇降部材 6 3 を昇降させるための構成として、モータ 6 7 と、ボールネジ等のネジ部材 6 8 と、ネジ部材 6 8 に螺合するナット部材 6 9 とを備えている。また、昇降駆動機構 6 5 は、図 7 に示すように、昇降部材 6 3 を案内するための構成として、直線状に形成されたガイドレール 7 0 と、ガイドレール 7 0 に係合するとともにガイドレール 7 0 に沿って相対移動可能なガイドブロック 7 1 とを備えている。

[0088] モータ 6 7 は、柱状部材 6 4 の上端側に固定されている。ネジ部材 6 8 は、柱状部材 6 4 に回転可能に保持されている。モータ 6 7 とネジ部材 6 8 とは、カップリング 7 2 を介して連結されている。ナット部材 6 9 は、昇降部材 6 3 に固定されている。ガイドレール 7 0 は、柱状部材 6 4 の側面に固定されている。ガイドブロック 7 1 は、昇降部材 6 3 に固定されている。そのため、本形態では、モータ 6 7 が回転すると、昇降部材 6 3 は、ガイドレール 7 0 およびガイドブロック 7 1 に案内されて、柱状部材 6 4 に対して上下動する。

[0089] 第 1 連結機構 6 1 は、第 1 昇降機構 5 9 の昇降部材 6 3 に対する保持部材 2 6 の相対回動が可能となるように、保持部材 2 6 と昇降部材 6 3 とを連結している。また、第 2 連結機構 6 2 は、第 2 昇降機構 6 0 の昇降部材 6 3 に対する保持部材 2 6 の相対回動と第 2 方向への相対移動とが可能となるように、保持部材 2 6 と昇降部材 6 3 とを連結している。本形態では、第 1 昇降機構 5 9 の昇降部材 6 3 の移動量と第 2 昇降機構 6 0 の昇降部材 6 3 の移動量とが等しくなるようにモータ 6 7 が回転すると、保持部材 2 6 が水平方向と平行な状態を保ったまま昇降する。一方、第 1 昇降機構 5 9 のモータ 6 7 または第 2 昇降機構 6 0 のモータ 6 7 の一方のみが回転すると、水平方向に対して保持部材 2 6 が傾く。また、第 1 昇降機構 5 9 の昇降部材 6 3 の移動

量と第2昇降機構60の昇降部材63の移動量とが異なるようにモータ67が回転すると、保持部材26が水平方向に対して傾きながら昇降する。

[0090] (回動機構および水平移動機構の構成)

ここでも、同様に、第一の発明から第四の発明にかかる本形態として説明する。

回動機構19は、図2、図3に示すように、バッテリー抜差機構17および昇降機構18が搭載されるとともに回動可能な回動部材85と、回動部材85を回動させる回動駆動機構86とを備えている。水平移動機構20は、図2、図3に示すように、バッテリー抜差機構17、昇降機構18および回動機構19が搭載されるとともに左右方向へ移動可能なスライド部材87と、スライド部材87を移動させる水平駆動機構88とを備えている。

[0091] 回動部材85は、略円板状に形成されている。スライド部材87は、左右方向を長手方向とする略長方形の板状に形成されている。スライド部材87の左右方向の幅は、回動部材85の直径よりも大きくなっており、スライド部材87の前後方向の幅は、回動部材85の直径よりも小さくなっている。

[0092] 回動部材85は、スライド部材87の上側に配置されている。この回動部材85は、その曲率中心を中心にして回動可能となっている。回動部材85の上面には、2本の柱状部材64の下端が固定されている。具体的には、バッテリー搭載部22およびバッテリー係合部24の移動方向に直交する第1方向における回動部材85の上面の両端側のそれぞれに柱状部材64の下端が固定されている。

[0093] 回動駆動機構86は、回動部材85を回動させるための構成として、モータ、プーリおよびベルト等を備えている。また、回動駆動機構86は、回動部材85を回動方向へ案内するための構成として、ガイドレールと、ガイドレールに係合するとともにガイドレールに沿って相対移動可能な複数のガイドブロックとを備えている。ガイドレールは、円環状に形成されており、スライド部材87の上面に固定されている。複数のガイドブロックは、回動部材85の下面側に固定されており、回動部材85の曲率中心を中心とする円

環状に配置されている。モータの出力軸に固定されるプーリおよび回転部材 85 の外周面等にはベルトが架け渡されており、モータが回転すると、回転部材 85 は、ガイドレールおよびガイドブロックに案内されてスライド部材 87 に対して回転する。

[0094] 水平駆動機構 88 は、スライド部材 87 を移動させるための構成として、モータ、プーリおよびベルト等を備えている。また、水平駆動機構 88 は、スライド部材 87 を左右方向へ案内するための構成として、直線状に形成されたガイドレールと、ガイドレールに係合するとともにガイドレールに沿って相対移動可能な複数のガイドブロックとを備えている。ガイドレールは、スライド部材 87 の下側に配置されている。ガイドブロックは、スライド部材 87 の下面に固定されている。ベルトの一端は、ガイドレールの左端側に固定され、ベルトの他端は、ガイドレールの右端側に固定されている。また、ベルトは、モータの出力軸に固定されるプーリ等に架け渡されており、モータが回転すると、ガイドレールおよびガイドブロックに案内されてスライド部材 87 が左右方向へ直線状に移動する。

[0095] (検出機構の構成、バスの位置検出動作およびバッテリーの位置検出動作)

ここでは、まず、第一の発明から第三の発明にかかる本形態として説明する。

図 20 は、図 11 に示す検出機構 21 によるバス 2 の位置の検出時の状態を上面から示す図である。図 21 は、図 11 に示す検出機構 21 によるバス 2 の位置の検出方法を説明するための概略図である。図 22 は、図 11 に示す検出機構 21 によるバッテリー 3 の位置の検出時の状態を上面から示す図である。図 23 は、図 11 に示す検出機構 21 によるバッテリー 3 の位置の検出方法を説明するための図である。

[0096] 検出機構 21 は、レーザ光を射出する発光部と、この発光部から射出されるバス 2 の側面 2a やバッテリー置き台 6 の前面等で反射されたレーザ光を受光する受光部とを備えるレーザセンサである。この検出機構 21 は、図 11

に示すように、バッテリー搭載部 22 の前端側の上面に取り付けられている。また、検出機構 21 は、発光部と受光部とが水平方向で隣り合うように、あるいは、発光部と受光部とが上下方向で隣り合うように、バッテリー搭載部 22 に取り付けられている。本形態では、4 個のバッテリー置き台 6 のそれぞれに形成される一对の（2 個の）検出用マーク 8 に対応するように、2 個の検出機構 21 がバッテリー搭載部 22 に取り付けられている。具体的には、バッテリー搭載部 22 およびバッテリー係合部 24 の移動方向に直交する第 1 方向におけるバッテリー搭載部 22 の両端側の上面に検出機構 21 が固定されている。また、一对の検出用マーク 8 の間隔と同じ間隔で、2 個の検出機構 21 がバッテリー搭載部 22 に固定されている。

[0097] 検出機構 21 は、発光部から射出されたレーザ光を反射する反射物が所定の測定レンジ内にあるとオンの状態になり、レーザ光を反射する反射物が測定レンジ内にないとオフの状態になる。また、検出機構 21 では、検出機構 21 がオンの状態のときに、検出機構 21 と反射物との距離を検出することが可能となっている。

[0098] 検出機構 21 によるバス 2 の位置の検出は、たとえば、以下のように行われる。すなわち、バッテリー 3 が交換されるバス 2 が所定の停止位置に停止したときには、たとえば、バッテリー抜差機構 17 は、左右方向において、検出用プレート 9 が配置される位置で待機している。また、このときには、図 20 の実線で示すように、バッテリー搭載部 22 の前面がバス 2 の側面 2a と向き合うとともに、バッテリー搭載部 22 は、バス 2 から離れる方向に後退している。

[0099] この状態から、図 20 の二点鎖線で示すように、検出機構 21 の発光部から射出され検出用プレート 9 で反射されたレーザ光を受光した検出機構 21 がオンの状態となるまで、バッテリー搭載部 22 がバス 2 に向かって前進する。その後、図 21 (A) の二点鎖線で示すように、上下方向において所定の位置にあるバッテリー搭載部 22 を、図 21 (A) の破線で示すように上方向へ移動させて、検出機構 21 によって検出用プレート 9 の上端の概略位

置を検出する。その後、バッテリー搭載部 22 を、図 21 (A) の実線および図 21 (B) の破線で示すように、左右方向における検出用プレート 9 の両端の位置を検出するための高さまで下方向へ移動させる。

[0100] その後、図 21 (B) の実線および図 21 (C) の破線で示すように、バッテリー搭載部 22 を左右方向の一方へ移動させて、検出機構 21 によって左右方向における検出用プレート 9 の一端の概略位置を検出する。その後、バッテリー搭載部 22 を、図 21 (C) の実線および図 21 (D) の二点鎖線で示すように左右方向の他方へ移動させて、検出機構 21 によって左右方向における検出用プレート 9 の両端の位置を検出する。

[0101] その後、バッテリー搭載部 22 を、図 21 (D) の破線で示すように、検出機構 21 によって左右方向における検出用プレート 9 の一端を検出した位置から左右方向の他方へ所定の距離だけ離れた位置まで移動させてから、図 21 (D) の実線および図 21 (E) の二点鎖線で示すように上方向へ移動させて、検出機構 21 によって検出用プレート 9 の上端を検出する。また、その後、バッテリー搭載部 22 を、図 21 (E) の破線で示すように、検出機構 21 が左右方向における検出用プレート 9 の他端を検出した位置から左右方向の他方へ所定の距離だけ離れた位置まで、かつ、下方向に移動させてから、図 21 (E) の実線で示すように上方向へ移動させて、検出機構 21 によって検出用プレート 9 の上端を検出する。

[0102] 以上のようにバッテリー搭載部 22 を移動させることで、検出機構 21 によって、前後方向、左右方向および上下方向における検出用プレート 9 の位置を検出する。また、検出機構 21 によって、前後方向、左右方向および上下方向における検出用プレート 9 の位置を検出することで、バス 2 の位置を検出する。また、以上のようにバッテリー搭載部 22 を移動させることで、検出機構 21 によって、前後方向から見たときの左右方向に対する検出用プレート 9 の傾き等を検出することも可能である。すなわち、以上のようにバッテリー搭載部 22 を移動させることで、検出機構 21 によって、前後方向から見たときの左右方向に対するバス 2 の傾き等を検出することも可能であ

る。

なお、上述した説明は、換言すれば、その後、バッテリー搭載部 22 を上下方向および左右方向へ移動させて、検出機構 21 によって検出用プレート 9 の上端プレート 9 の位置を検出する。また、検出機構 21 によって、前後方向、左右方向および左右の両端の位置を検出することで、前後方向、左右方向および上下方向における検出用および上下方向における検出用プレート 9 の位置を検出することで、バス 2 の位置を検出する。また、バッテリー搭載部 22 を上下方向および左右方向へ移動させることで、検出機構 21 によって、前後方向から見たときの左右方向に対する検出用プレート 9 の傾き等を検出することも可能である。すなわち、バッテリー搭載部 22 を上下方向および左右方向へ移動させることで、検出機構 21 によって、前後方向から見たときの左右方向に対するバス 2 の傾き等を検出することも可能である。

[0103] 検出機構 21 によるバス 2 の位置の検出後には、たとえば、以下のように、検出機構 21 によるバッテリー 3 の位置の検出が行われる。すなわち、まず、図 22 (A) に示すように、交換されるバッテリー 3 が搭載されるバッテリー置き台 6 の一对の検出用マーク 8 のそれぞれと、2 個の検出機構 21 のそれぞれとが向き合うように、バッテリー搭載部 22 を左右方向へ移動させる。

[0104] その後、検出機構 21 の発光部から射出され検出用マーク 8 で反射されたレーザ光を受光した検出機構 21 がオンの状態となるまで、バッテリー搭載部 22 をバッテリー置き台 6 に向かって前進させる。その後、図 22 (B)、(C) および図 23 (A)、(B) に示すように、検出機構 21 の発光部からのレーザ光が左右方向で検出用マーク 8 を横切るように、バッテリー搭載部 22 を左右方向へ移動させる。より具体的には、2 個の検出機構 21 のそれぞれの発光部からのレーザ光が左右方向で 2 個の検出用マーク 8 のそれぞれを横切るように、バッテリー搭載部 22 を左右方向へ移動させる。

[0105] 検出機構 21 の発光部からのレーザ光が左右方向で検出用マーク 8 を横切るように、バッテリー搭載部 22 を左右方向へ移動させると、検出機構 21

によって、検出用マーク 8 の検出される部分（すなわち、レーザ光を反射する部分（図 2 3（C）の破線部分）。以下、「被検出部分 8 a」とする。）の幅を検出することが可能である。本形態の検出用マーク 8 は、上下方向でその幅が変化する略三角形状に形成されているため、検出用マーク 8 の被検出部分 8 a の幅を検出することで、検出用マーク 8 の高さを検出することが可能であり、検出用マーク 8 の高さを検出することで、検出用マーク 8 が形成されるバッテリー置き台 6 の高さを検出することが可能である。本形態では、検出機構 2 1 で検出用マーク 8 の被検出部分 8 a の幅を検出することで、バッテリー置き台 6 の高さが検出され、バッテリー置き台 6 の高さが検出されることで、バッテリー置き台 6 に位置決めされて搭載されるバッテリー 3 の高さが検出される。

[0106] また、検出機構 2 1 の発光部からのレーザ光が左右方向で検出用マーク 8 を横切るようにバッテリー搭載部 2 2 を移動させて、検出機構 2 1 で検出用マーク 8 を検出することで、検出用マーク 8 の被検出部分 8 a の左右方向の中心位置を検出することが可能である。本形態では、たとえば、この中心位置に基づいて、左右方向におけるバッテリー置き台 6 の位置が検出され、左右方向におけるバッテリー置き台 6 の位置が検出されることで、バッテリー置き台 6 に位置決めされて搭載されるバッテリー 3 の左右方向における位置が検出される。

[0107] また、検出用マーク 8 の被検出部分 8 a の左右方向の中心位置と検出機構 2 1 との距離を検出機構 2 1 で検出することが可能であり、本形態では、たとえば、この中心位置と検出機構 2 1 との距離に基づいて、前後方向におけるバッテリー置き台 6 の位置が検出され、前後方向におけるバッテリー置き台 6 の位置が検出されることで、バッテリー置き台 6 に位置決めされて搭載されるバッテリー 3 の前後方向における位置が検出される。

[0108] また、2 個の検出機構 2 1 のうちの一方の検出機構 2 1 で検出されたバッテリー置き台 6 の高さ、他方の検出機構 2 1 で検出されたバッテリー置き台 6 の高さから、前後方向から見たときの左右方向に対するバッテリー置

き台 6 の傾きが検出される。また、前後方向から見たときの左右方向に対するバッテリー置き台 6 の傾きが検出されることで、前後方向から見たときの左右方向に対するバッテリー 3 の傾きが検出される。

[0109] また、2 個の検出機構 2 1 のうちの一方の検出機構 2 1 で検出された検出機構 2 1 と検出用マーク 8 との距離と、他方の検出機構 2 1 で検出された検出機構 2 1 と検出用マーク 8 との距離とから、上下方向から見たときの左右方向に対するバッテリー置き台 6 の傾きが検出される。また、上下方向から見たときの左右方向に対するバッテリー置き台 6 の傾きが検出されることで、上下方向から見たときの左右方向に対するバッテリー 3 の傾きが検出される。

[0110] 前後左右方向におけるバッテリー 3 の位置、バッテリー 3 の高さ、前後方向から見たときの左右方向に対するバッテリー 3 の傾き、および、上下方向から見たときの左右方向に対するバッテリー 3 の傾きが検出されると、バッテリー 3 の下面の突起部 1 2 とバッテリー搭載部 2 2 のローラ 3 2 の溝部 3 2 a とが左右方向で略一致し、バッテリー 3 の下面と、ローラ 3 1、3 2 の上面とが略一致するとともに、前後方向から見たときの左右方向に対するバッテリー 3 の傾きとバッテリー抜差機構 1 7 の傾きとが略一致し、かつ、上下方向から見たときの左右方向に対するバッテリー 3 の傾きとバッテリー抜差機構 1 7 の傾きとが略一致するように、ロボット 5 によるバッテリー 3 の交換動作時に、バッテリー抜差機構 1 7 の左右方向の位置、高さおよび傾きが調整される。

[0111] 具体的には、水平移動機構 2 0 によってバッテリー抜差機構 1 7 の左右方向の位置が調整され、昇降機構 1 8 によって、バッテリー抜差機構 1 7 の高さが調整され、回動機構 1 9 によって、上下方向から見たときの左右方向に対するバッテリー抜差機構 1 7 の傾きが調整される。また、第 1 昇降機構 5 9 または第 2 昇降機構 6 0 の一方を駆動することで、あるいは、第 1 昇降機構 5 9 の駆動量と第 2 昇降機構 6 0 の駆動量とを変えることで、前後方向から見たときの左右方向に対するバッテリー抜差機構 1 7 の傾きが調整される。

。

[0112] (検出機構の構成、バスの位置検出動作およびバッテリーの位置検出動作)

ここでは、第四の発明にかかる本形態として説明する。

図20は、図11に示す検出機構21によるバス2の位置の検出時の状態を上面から示す図である。図22は、図11に示す検出機構21によるバッテリー3の位置の検出時の状態を上面から示す図である。図23は、図11に示す検出機構21によるバッテリー3の位置の検出方法を説明するための図である。

[0113] 検出機構21は、レーザ光を射出する発光部と、この発光部から射出されバス2の側面2aやバッテリー置き台6の前面等の反射物で反射されたレーザ光を受光する受光部とを備えるレーザセンサである。この検出機構21は、図11に示すように、バッテリー搭載部22の前端側の上面に取り付けられている。また、検出機構21は、発光部と受光部とが水平方向で隣り合うように、あるいは、発光部と受光部とが上下方向で隣り合うように、バッテリー搭載部22に取り付けられている。本形態では、4個のバッテリー置き台6のそれぞれに形成される一对の(2個の)検出用マーク8に対応するように、2個の検出機構21がバッテリー搭載部22に取り付けられている。具体的には、バッテリー搭載部22およびバッテリー係合部24の移動方向に直交する第2方向におけるバッテリー搭載部22の両端側の上面に検出機構21が固定されている。また、一对の検出用マーク8の間隔と同じ間隔で、2個の検出機構21がバッテリー搭載部22に固定されている。

[0114] 図20に示すように、検出機構21は、所定の配線を介して、ロボット5の制御部91に電氣的に接続されている。この検出機構21は、発光部から射出されたレーザ光を反射する反射物が所定の測定レンジ内にあるとオンの状態になり、レーザ光を反射する反射物が測定レンジ内にないとオフの状態になる。また、本形態では、オンの状態の検出機構21を用いて、検出機構21と反射物との距離を検出することが可能となっている。

[0115] なお、以下では、対をなす２個の検出用マーク８を区別して表す場合には、一方の検出用マーク８を検出用マーク８Ａとし、他方の検出用マーク８を検出用マーク８Ｂとする。また、２個の検出機構２１を区別して表わす場合には、検出用マーク８Ａを検出するための一方の検出機構２１を検出機構２１Ａとし、検出用マーク８Ｂを検出するための他方の検出機構２１を検出機構２１Ｂとする。

[0116] 検出機構２１によるバス２の位置の検出は、たとえば、以下のように行われる。すなわち、バッテリー３が交換されるバス２が所定の停止位置に停止したときには、たとえば、バッテリー抜差機構１７は、左右方向において、検出用プレート９が配置される位置で待機している。また、このときには、図２０の実線で示すように、バッテリー搭載部２２の前面がバス２の側面２ａと向き合うとともに、バッテリー搭載部２２は、バス２から離れる方向に後退している。この状態から、図２０の二点鎖線で示すように、検出機構２１の発光部から射出され検出用プレート９で反射されたレーザ光を受光した検出機構２１がオンの状態となるまで、バッテリー搭載部２２をバス２に向かって前進させる。

[0117] その後、バッテリー搭載部２２を上下方向および左右方向へ移動させて、検出機構２１によって検出用プレート９の上端および左右の両端の位置を検出すると、制御部９１は、前後方向、左右方向および上下方向における検出用プレート９の位置を算出し、検出用プレート９の位置を算出することで、バス２の位置を検出する。また、バッテリー搭載部２２を上下方向および左右方向へ移動させることで、制御部９１が、前後方向から見たときの左右方向に対する検出用プレート９の傾き等を算出することも可能である。すなわち、バッテリー搭載部２２を上下方向および左右方向へ移動させることで、前後方向から見たときの左右方向に対するバス２の傾き等を検出することも可能である。

[0118] 検出機構２１によるバス２の位置の検出後には、たとえば、以下のように、検出機構２１によるバッテリー３の位置の検出が行われる。すなわち、ま

ず、図 22 (A) に示すように、交換されるバッテリー 3 が搭載されるバッテリー置き台 6 の一対の検出用マーク 8 のそれぞれと、2 個の検出機構 21 のそれぞれとが向き合うように、バッテリー搭載部 22 を左右方向へ移動させる。

[0119] その後、検出機構 21 の発光部から射出され検出用マーク 8 で反射されたレーザ光を受光した検出機構 21 がオンの状態となるまで、バッテリー搭載部 22 をバッテリー置き台 6 に向かって前進させる。その後、図 22 (B)、(C) および図 23 (A)、(B) に示すように、検出機構 21 の発光部からのレーザ光が左右方向で検出用マーク 8 を横切るように、バッテリー搭載部 22 を左右方向へ移動させる。より具体的には、検出機構 21 A の発光部からのレーザ光が左右方向で検出用マーク 8 A を横切り、検出機構 21 B の発光部からのレーザ光が左右方向で検出用マーク 8 B を横切るように、バッテリー搭載部 22 を左右方向へ移動させる。

[0120] 検出機構 21 から射出されるレーザ光が検出用マーク 8 を左右方向で横切るときに、検出用マーク 8 の、検出機構 21 からのレーザ光を反射する部分（図 23 (C) の破線部分）を被検出部分 8 a、8 b とすると（より具体的には、検出機構 21 A から射出されるレーザ光が検出用マーク 8 A を左右方向で横切るときに、検出用マーク 8 A の、検出機構 21 A からのレーザ光を反射する部分を第 1 被検出部分 8 a とし、検出機構 21 B から射出されるレーザ光が検出用マーク 8 B を左右方向で横切るときに、検出用マーク 8 B の、検出機構 21 B からのレーザ光を反射する部分を第 2 被検出部分 8 b とすると）、検出機構 21 の発光部からのレーザ光が左右方向で検出用マーク 8 を横切るように、バッテリー搭載部 22 を左右方向へ移動させると、検出機構 21 によって、左右方向における被検出部分 8 a、8 b の両端部が検出される。

[0121] 検出機構 21 によって検出される被検出部分 8 a、8 b の左右方向の両端部の位置から、制御部 91 は、左右方向における被検出部分 8 a、8 b の幅を算出することができる。また、本形態の検出用マーク 8 は、上側に向かう

にしたがって左右方向の幅が次第に狭くなる略三角形状に形成されているため、制御部 9 1 は、左右方向における被検出部分 8 a、8 b の幅に基づいて、被検出部分 8 a、8 b の高さを算出することができ、被検出部分 8 a、8 b の高さを算出することで検出用マーク 8 の高さを算出することができる。すなわち、制御部 9 1 は、左右方向における被検出部分 8 a、8 b の幅に基づいて、検出用マーク 8 が形成されるバッテリー置き台 6 の高さを算出することができる。本形態では、バッテリー置き台 6 の高さが算出されることで、バッテリー置き台 6 に位置決めされて搭載されるバッテリー 3 の高さが検出される。

[0122] また、検出機構 2 1 によって検出される被検出部分 8 a、8 b の左右方向の両端部の位置から、制御部 9 1 は、被検出部分 8 a、8 b の左右方向の中心位置 C 1、C 2 を算出することができる。また、制御部 9 1 は、中心位置 C 1、C 2 に基づいて、検出用マーク 8 が形成されるバッテリー置き台 6 の左右方向の位置を算出することができる。本形態では、左右方向におけるバッテリー置き台 6 の位置が算出されることで、バッテリー置き台 6 に位置決めされて搭載されるバッテリー 3 の左右方向における位置が検出される。

[0123] また、制御部 9 1 は、中心位置 C 1、C 2 と検出機構 2 1 との距離を算出することができる。また、制御部 9 1 は、中心位置 C 1、C 2 と検出機構 2 1 との距離に基づいて、検出用マーク 8 が形成されるバッテリー置き台 6 の前後方向の位置を算出することができる。本形態では、前後方向におけるバッテリー置き台 6 の位置が算出されることで、バッテリー置き台 6 に位置決めされて搭載されるバッテリー 3 の前後方向における位置が検出される。

[0124] また、第 1 被検出部分 8 a の幅に基づいて算出される検出用マーク 8 A の高さ、第 2 被検出部分 8 b の幅に基づいて算出される検出用マーク 8 B の高さとのに基づいて、制御部 9 1 は、前後方向から見たときの左右方向に対するバッテリー置き台 6 の傾きを算出することができる。すなわち、第 1 被検出部分 8 a の幅と第 2 被検出部分 8 b の幅とのに基づいて、制御部 9 1 は、前後方向から見たときの左右方向に対するバッテリー置き台 6 の傾きを算出す

ることができる。本形態では、前後方向から見たときの左右方向に対するバッテリー置き台 6 の傾きが算出されることで、前後方向から見たときの左右方向に対するバッテリー 3 の傾きが検出される。

[0125] また、第 1 被検出部分 8 a の左右方向の中心位置 C 1 と検出機構 2 1 A との距離と、第 2 被検出部分 8 b の左右方向の中心位置 C 2 と検出機構 2 1 B との距離とから、制御部 9 1 は、上下方向から見たときの左右方向に対するバッテリー置き台 6 の傾きを算出することができる。本形態では、上下方向から見たときの左右方向に対するバッテリー置き台 6 の傾きが検出されることで、上下方向から見たときの左右方向に対するバッテリー 3 の傾きが検出される。

[0126] 前後左右方向におけるバッテリー 3 の位置、バッテリー 3 の高さ、前後方向から見たときの左右方向に対するバッテリー 3 の傾き、および、上下方向から見たときの左右方向に対するバッテリー 3 の傾きが検出されると、バッテリー 3 の下面の突起部 1 2 とバッテリー搭載部 2 2 のローラ 3 2 の溝部 3 2 a とが左右方向で略一致し、バッテリー 3 の下面と、ローラ 3 1、3 2 の上面とが略一致するとともに、前後方向から見たときの左右方向に対するバッテリー 3 の傾きとバッテリー抜差機構 1 7 の傾きとが略一致し、かつ、上下方向から見たときの左右方向に対するバッテリー 3 の傾きとバッテリー抜差機構 1 7 の傾きとが略一致するように、ロボット 5 によるバッテリー 3 の交換動作時に、バッテリー抜差機構 1 7 の左右方向の位置、高さおよび傾きが調整される。

[0127] 具体的には、水平移動機構 2 0 によってバッテリー抜差機構 1 7 の左右方向の位置が調整され、昇降機構 1 8 によって、バッテリー抜差機構 1 7 の高さが調整され、回動機構 1 9 によって、上下方向から見たときの左右方向に対するバッテリー抜差機構 1 7 の傾きが調整される。また、第 1 昇降機構 5 9 または第 2 昇降機構 6 0 の一方を駆動することで、あるいは、第 1 昇降機構 5 9 の駆動量と第 2 昇降機構 6 0 の駆動量とを変えることで、前後方向から見たときの左右方向に対するバッテリー抜差機構 1 7 の傾きが調整される。

。

[0128] (バッテリー交換システムの制御部の構成)

ここでは、第三の発明にかかる本形態として説明する。

図34は、図1に示すバッテリー交換システム1の制御部91の構成を説明するためのブロック図である。

[0129] バッテリー交換システム1の制御部91は、第1ロボット5Aを制御する第1制御部92と、第2ロボット5Bを制御する第2制御部93と、第1制御部92および第2制御部93が電氣的に接続される共通制御部94とを備えている。第1制御部92および第2制御部93は、共通制御部94に並列に接続されている。共通制御部94は、制御部91に対して制御指令を送る上位制御部95に電氣的に接続されている。すなわち、第1制御部92および第2制御部93は、共通制御部94を介して上位制御部95に電氣的に接続されている。

[0130] (バッテリー交換ロボットによるバッテリー交換動作の概略)

ここでは、第一の発明から第四の発明にかかる本形態として説明する。

図24は、図2に示すバッテリー交換ロボット5のバッテリー3の交換動作の概略フローを示すフローチャートである。図25は、図2に示すバッテリー交換ロボット5によるバス2からのバッテリー3の引抜き動作を説明するための図である。図26は、図2に示すバッテリー交換ロボット5によるバス2へのバッテリー3の差込み動作を説明するための図である。

[0131] バッテリー交換システム1では、バッテリー3が交換されるバス2が所定の停止位置に停止すると、まず、上述の手順でバス2の位置が検出される（ステップS1）。その後、4個のバッテリー3のうちの交換されるバッテリー3のバス2からの引抜き動作が行われる（ステップS2）。ステップS2では、具体的には、交換されるバッテリー3の位置（より具体的には、交換されるバッテリー3が搭載されるバッテリー置き台6に形成される検出用マーク8の位置）が上述の手順で検出され（ステップS21）、その後、ロボット5によってバス2からバッテリー3が引き抜かれ（ステップS22）、

その後、引き抜かれたバッテリー 3 がバッファステーションへ収容される（ステップ S 2 3）。

[0132] ステップ S 1、S 2 においては、まず、ホームポジションにあるバッテリー搭載部 2 2 およびバッテリー係合部 2 4（図 2 5（A）参照）が、バス 2 に近づく方向へ移動する。具体的には、図 2 5（B）に示すように、バッテリー置き台 6 からバッテリー搭載部 2 2 へのバッテリー 3 の載り移りが可能な位置までバッテリー搭載部 2 2 が移動するとともに、バッテリー 3 の取手部 1 1 に係合爪部 4 1 が係合可能な位置までバッテリー係合部 2 4 が移動する。

[0133] 本形態では、ホームポジションにあるバッテリー搭載部 2 2 およびバッテリー係合部 2 4 が図 2 5（B）に示す位置まで移動する前に、上述の手順でバッテリー 3 の位置が検出される。すなわち、検出機構 2 1 の発光部から射出され検出用マーク 8 で反射されたレーザ光を受光した検出機構 2 1 がオンの状態となるまで、バッテリー搭載部 2 2 がバッテリー置き台 6 に向かって前進するとともに、バッテリー搭載部 2 2 が左右方向へ移動して（すなわち、ロボット 5 が左右方向へ移動して）、バッテリー 3 の位置が検出される。なお、以後の動作では、バッテリー 3 の位置検出の結果に基づいて、バッテリー搭載部 2 2 およびバッテリー係合部 2 4 の移動量等が調整される。

[0134] また、ステップ S 2 においては、図 2 5（B）に示す状態から係合爪部 4 1 が下降して取手部 1 1 に係合する。その後、図 2 5（C）に示すように、バッテリー係合部 2 4 がバス 2 から離れる方向へ移動して、バッテリー置き台 6 からバッテリー搭載部 2 2 へバッテリー 3 が載り移り始める。バッテリー係合部 2 4 が所定量移動して、図 2 5（D）に示すように、バッテリー 3 がバッテリー搭載部 2 2 に完全に搭載されると、その後、バッテリー搭載部 2 2 およびバッテリー係合部 2 4 が同期しながら、図 2 5（E）に示すように、バス 2 から離れる方向へ移動して、バス 2 からのバッテリー 3 の引抜きが完了する。バス 2 からのバッテリー 3 の引抜きが完了すると、ロボット 5 は、180° 回転して、バッファステーションにバッテリー 3 を収容する。

[0135] その後、バス 2 の、バッテリー 3 が引き抜かれた部分へのバッテリー 3 の差込み動作が行われる（ステップ S 3）。ステップ S 3 では、具体的には、ロボット 5 によってバッファステーションから充電済みのバッテリー 3 が取り出され（ステップ S 3 1）、その後、取り出されたバッテリー 3 がバス 2 に差し込まれる（ステップ S 3 2）。

[0136] ステップ S 3 において、ロボット 5 は、バッファステーションから充電済みのバッテリー 3 を取り出すと、180° 回動して、図 26（A）に示すように、バス 2 からのバッテリー 3 の引抜き完了時と同じ状態になる。その後、図 26（B）に示すように、バッテリー搭載部 22 およびバッテリー係合部 24 が同期しながら、バス 2 に近づく方向へ移動する。バッテリー搭載部 22 からバッテリー置き台 6 へのバッテリー 3 の載り移りが可能な位置までバッテリー搭載部 22 が移動すると、図 26（C）に示すように、バッテリー係合部 24 がバス 2 に近づく方向へ移動して、バス 2 へのバッテリー 3 の差込みを行う。バス 2 にバッテリー 3 が差し込まれると、図 26（D）に示すように、係合爪部 41 が上昇し、図 26（E）に示すように、バッテリー搭載部 22 およびバッテリー係合部 24 がバス 2 から離れる方向へ移動して（具体的には、ホームポジションまで移動して）、バス 2 へのバッテリー 3 の差込みが完了する。

[0137] ステップ S 2 および S 3 での動作は、停止しているバス 2 において交換が必要なバッテリー 3 の交換が完了するまで（ステップ S 4 において“Y e s”になるまで）繰り返される。通常は、停止しているバス 2 の全てのバッテリー 3 が交換されるまで繰り返される。交換が必要なバッテリー 3 の交換が完了すると、ロボット 5 が原点位置へ復帰して（ステップ S 5）、ロボット 5 によるバッテリー 3 の交換動作が終了する。

[0138] （バッテリー交換ロボットの教示方法）

ここでは、第一の発明から第四の発明にかかる本形態として説明する。

図 27 は、図 2 に示すバッテリー交換ロボット 5 によるバス 2 からのバッテリー 3 の引抜き動作時のバッテリー搭載部 22 およびバッテリー係合部 2

4の動作の軌跡を説明するための図である。図28は、図2に示すバッテリー交換ロボット5によるバス2へのバッテリー3の差込み動作時のバッテリー搭載部22およびバッテリー係合部24の動作の軌跡を説明するための図である。図29は、図2に示すバッテリー交換ロボット5によるバス2からのバッテリー3の引抜き動作時のバッテリー搭載部22およびバッテリー係合部24の動作の軌跡であってバッテリー検出位置P20を経由する場合の軌跡を説明するための図である。

[0139] バッテリー交換システム1においては、ロボット5を適切に動作させてバス2のバッテリー3を適切に交換するため、所定の基準位置に停止しているバス2を用いて、ロボット5の教示（ティーチング）を行う。ロボット5の教示においては、バス2の位置を検出するためのバス検出位置と、4つのバッテリー3のそれぞれの位置を検出するためのバッテリー検出位置と、4つのバッテリー3のそれぞれの引抜きおよび差込みを行うための抜き差し位置とが、作業者によるマニュアル操作でロボット5に教示される。

[0140] バス検出位置の教示では、検出機構21による検出用プレート9の検出が可能となる位置（状態）がロボット5に教示される。バッテリー検出位置の教示では、2個の検出機構21による一対の検出用マーク8の検出が可能となる位置（状態）がロボット5に教示される。また、バッテリー検出位置の教示では、4組設けられている一対の検出用マーク8のそれぞれの検出が可能となる4つの位置がロボット5に教示される。なお、本形態では、バス検出位置は、第1ロボット5Aにのみ教示される。また、バッテリー検出位置は、第1ロボット5Aおよび第2ロボット5Bの両者に教示される。

[0141] 抜き差し位置の教示では、図25（A）および図26（E）に示す待機位置（状態）P1と、図25（B）および図26（D）に示す車両搭載位置（状態）P2と、図25（C）に示すバッテリー乗継位置としての第1バッテリー乗継位置（状態）P3と、図26（C）に示すバッテリー乗継位置としての第2バッテリー乗継位置（状態）P4と、図25（D）および図26（B）に示すロボット搭載位置（状態）P5と、図25（E）および図26（A）

に示すロボット収容位置（状態）P 6 とがロボット 5 に教示される。

[0142] 待機位置 P 1 は、バッテリー搭載部 2 2 とバッテリー係合部 2 4 とがバス 2 から離れた状態で（より具体的には、ホームポジションで）待機するとともにバッテリー置き台 6 にバッテリー 3 が搭載されているときの位置である。車両搭載位置 P 2 は、バス 2 に近づいているバッテリー係合部 2 4 の係合爪部 4 1 がバッテリー置き台 6 に搭載されているバッテリー 3 に係合可能となるとともに、バス 2 に近づいているバッテリー搭載部 2 2 とバッテリー 3 が搭載されているバッテリー置き台 6 との間でバッテリー 3 の載り移りが可能となるときの位置である。

[0143] 第 1 バッテリー乗継位置 P 3 は、バッテリー置き台 6 とバッテリー搭載部 2 2 との両方にバッテリー 3 が搭載されているときの位置である。具体的には、第 1 バッテリー乗継位置 P 3 は、バッテリー置き台 6 からバッテリー搭載部 2 2 へバッテリー 3 が載り移り始めたときの位置（すなわち、バッテリー搭載部 2 2 からバッテリー置き台 6 へバッテリー 3 が載り移り終わるときの位置）である。本形態では、バッテリー搭載部 2 2 の上面に設けられている複数のローラ 3 1 およびローラ 3 2 のうちの 1 つのローラ 3 1 およびローラ 3 2 にバッテリー 3 が載っているときの位置が第 1 バッテリー乗継位置 P 3 となっている。また、第 1 バッテリー乗継位置 P 3 では、バッテリー搭載部 2 2 は、保持部材 2 6 よりもバス 2 側へ突出している。

[0144] 第 2 バッテリー乗継位置 P 4 は、第 1 バッテリー乗継位置 P 3 と同様に、バッテリー置き台 6 とバッテリー搭載部 2 2 との両方にバッテリー 3 が搭載されているときの位置である。具体的には、第 2 バッテリー乗継位置 P 4 は、バッテリー搭載部 2 2 からバッテリー置き台 6 へバッテリー 3 が載り移り始めたときの位置（すなわち、バッテリー置き台 6 からバッテリー搭載部 2 2 へバッテリー 3 が載り移り終わるときの位置）である。本形態では、複数設けられたローラ 3 1 の配置ピッチ分だけバッテリー 3 がバッテリー置き台 6 に載っているときの位置が第 2 バッテリー乗継位置 P 4 となっている。また、第 2 バッテリー乗継位置 P 4 では、バッテリー搭載部 2 2 は、保持部材

26よりもバス2側へ突出している。

[0145] ロボット搭載位置P5は、バス2に近づいているバッテリー搭載部22にバッテリー3が完全に搭載されているとともに係合爪部41がバッテリー3に係合しているときの位置である。ロボット収容位置P6は、バッテリー3が搭載されているバッテリー搭載部22およびバッテリー3に係合しているバッテリー係合部24がバス2から離れて保持部材26に収容されているときの位置である。

[0146] また、抜差位置の教示では、バス2に搭載される4個のバッテリー3のそれぞれについて、待機位置P1と車両搭載位置P2と第1バッテリー乗継位置P3と第2バッテリー乗継位置P4とロボット搭載位置P5とロボット収容位置P6とがロボット5に教示される。

[0147] また、抜差位置は、第1ロボット5Aおよび第2ロボット5Bの両者に教示される。このときには、第1バッテリー収容部4Aに収容されている任意の1個のバッテリー3についての車両搭載位置P2の第1ロボット5Aへの教示と、第2バッテリー収容部4Bに収容されている任意の1個のバッテリー3についての車両搭載位置P2の第2ロボット5Bへの教示とが同時に行われ、このバッテリー3についての第1バッテリー乗継位置P3の第1ロボット5Aへの教示と、このバッテリー3についての第1バッテリー乗継位置P3の第2ロボット5Bへの教示とが同時に行われ、このバッテリー3についての第2バッテリー乗継位置P4の第1ロボット5Aへの教示と、このバッテリー3についての第2バッテリー乗継位置P4の第2ロボット5Bへの教示とが同時に行われ、このバッテリー3についてのロボット搭載位置P5の第1ロボット5Aへの教示と、このバッテリー3についてのロボット搭載位置P5の第2ロボット5Bへの教示とが同時に行われる。同様に、第1バッテリー収容部4Aに収容されている残りの3個のバッテリー3のそれぞれについての車両搭載位置P2、第1バッテリー乗継位置P3、第2バッテリー乗継位置P4およびロボット搭載位置P5のそれぞれの第1ロボット5Aへの教示と、第2バッテリー収容部4Bに収容されている残りの3個のバッ

テリー 3 のそれぞれについての車両搭載位置 P 2、第 1 バッテリー乗継位置 P 3、第 2 バッテリー乗継位置 P 4 およびロボット搭載位置 P 5 のそれぞれの第 2 ロボット 5 B への教示とが同時に行われる。

[0148] バス 2 からのバッテリー 3 の引抜き時には、ロボット 5 は、待機位置 P 1、車両搭載位置 P 2、第 1 バッテリー乗継位置 P 3、ロボット搭載位置 P 5 およびロボット収容位置 P 6 をこの順番で移動するように動作して、バス 2 からのバッテリー 3 の引抜きを行う。また、バス 2 へのバッテリー 3 の差込み時には、ロボット 5 は、ロボット収容位置 P 6、ロボット搭載位置 P 5、第 2 バッテリー乗継位置 P 4、車両搭載位置 P 2 および待機位置 P 1 をこの順番で移動するように動作して、バス 2 へのバッテリー 3 の差込みを行う。なお、バス 2 からのバッテリー 3 の引抜き時には、バッテリー 3 の位置検出が行われるため、ロボット 5 は、実際には、待機位置 P 1 からバッテリー検出位置 P 20 を経由して車両搭載位置 P 2 へ移動する。

[0149] ここで、バッテリー 3 の 1 個当たりの重量は、数百 kg であるため、バッテリー置き台 6 とバッテリー搭載部 22 との間でバッテリー 3 が移動する過程で、バッテリー置き台 6 の高さや傾き、および、バッテリー搭載部 22 の高さや傾きが変動する。本形態では、バッテリー置き台 6 およびバッテリー搭載部 22 の高さや傾きの変動に起因してバッテリー置き台 6 とバッテリー搭載部 22 との間に高低差が生じるのを抑制するため、バス 2 からのバッテリー 3 の引抜き時には、第 1 バッテリー乗継位置 P 3 からロボット搭載位置 P 5 へロボット 5 が移動する際に昇降機構 18 がバッテリー抜差機構 17 を上昇させ、バス 2 へのバッテリー 3 の差込み時には、ロボット搭載位置 P 5 から第 2 バッテリー乗継位置 P 4 へロボット 5 が移動する際に昇降機構 18 がバッテリー抜差機構 17 を下降させる。

[0150] そのため、ロボット 5 の教示結果に基づいてバス 2 からのバッテリー 3 の引抜き動作を行うと、バッテリー搭載部 22 の任意の一点は、図 27 に示すように、矢印 V 1、V 2、V 3 に沿う軌跡を描きながら、待機位置 P 1、車両搭載位置 P 2、第 1 バッテリー乗継位置 P 3、ロボット搭載位置 P 5 およ

びロボット收容位置 P 6 をこの順番で移動する。また、バス 2 からのバッテリー 3 の引抜き動作を行うと、バッテリー係合部 2 4 の任意の一点は、図 2 7 に示すように、矢印 V 4、V 5、V 6、V 7 に沿う軌跡を描きながら、待機位置 P 1、車両搭載位置 P 2、第 1 バッテリー乗継位置 P 3、ロボット搭載位置 P 5 およびロボット收容位置 P 6 をこの順番で移動する。

[0151] また、ロボット 5 の教示結果に基づいてバス 2 へのバッテリー 3 の差込み動作を行うと、バッテリー搭載部 2 2 の任意の一点は、図 2 8 に示すように、矢印 V 1 1、V 1 2、V 1 3 に沿う軌跡を描きながら、ロボット收容位置 P 6、ロボット搭載位置 P 5、第 2 バッテリー乗継位置 P 4、車両搭載位置 P 2 および待機位置 P 1 をこの順番で移動する。また、バス 2 へのバッテリー 3 の差込み動作を行うと、バッテリー係合部 2 4 の任意の一点は、図 2 8 に示すように、矢印 V 1 4、V 1 5、V 1 6、V 1 7 に沿う軌跡を描きながら、ロボット收容位置 P 6、ロボット搭載位置 P 5、第 2 バッテリー乗継位置 P 4、車両搭載位置 P 2 および待機位置 P 1 をこの順番で移動する。

[0152] なお、バス 2 からのバッテリー 3 の引抜き動作を行うときには、バッテリー 3 の位置検出が行われる。バッテリー搭載部 2 2 およびバッテリー係合部 2 4 がバッテリー検出位置 P 2 0 を経由する場合には、バス 2 からのバッテリー 3 の引抜き動作を行う際のバッテリー搭載部 2 2 の任意の一点の軌跡は、図 2 9 (B) に示すように、矢印 V 2 1、V 2 2、V 2 3、V 2 4 に沿う軌跡となり、バッテリー係合部 2 4 の任意の一点の軌跡は、図 2 9 (A) に示すように、矢印 V 2 5、V 2 6、V 2 7、V 2 8、V 2 9 に沿う軌跡となる。

[0153] バス検出位置の教示データであるバス検出位置教示データと、バッテリー検出位置の教示データであるバッテリー検出位置教示データと、抜差位置の教示データである抜差位置教示データは、制御部 9 1 に記憶される。

[0154] (バッテリー検出位置の校正およびバス検出位置の校正)

ここでは、まず、第一の発明から第三の発明にかかる本形態について説明する。

ロボット 5 の教示が終わると、所定の基準位置にバス 2 が停止しているときに検出機構 21 によって検出用マーク 8 が実際に検出される検出位置と、教示されたバッテリー検出位置とのずれを補正して、所定の基準位置にバス 2 が停止しているときの一对の検出用マーク 8 の位置を正確に把握するため、バッテリー検出位置の校正を行う。バッテリー検出位置の校正は、教示されたバッテリー検出位置を基準位置とし、2 個の検出機構 21 を用いて一对の検出用マーク 8 を検出することで行われる。このバッテリー検出位置の校正は、4 組設けられている一对の検出用マーク 8 のそれぞれについて行われる。また、このバッテリー検出位置の校正は、第 1 ロボット 5 A および第 2 ロボット 5 B のそれぞれについて行われる。

[0155] また、所定の基準位置にバス 2 が停止しているときに検出機構 21 によって検出用プレート 9 が実際に検出される検出位置と、教示されたバス検出位置とのずれを補正して、所定の基準位置にバス 2 が停止しているときの検出用プレート 9 の位置を正確に把握するため、バス検出位置の校正を行う。バス検出位置の校正は、教示されたバス検出位置を基準位置とし、検出機構 21 を用いて検出用プレート 9 を検出することで行われる。上述のように、バス検出位置は第 1 ロボット 5 A にのみ教示されるため、このバス検出位置の校正は、第 1 ロボット 5 A についてのみ行われる。

[0156] 第 1 ロボット 5 A についてのバッテリー検出位置の校正データおよびバス検出位置の校正データは、第 1 制御部 92 に記憶される。また、第 2 ロボット 5 B についてのバッテリー検出位置の校正データは、第 2 制御部 93 に記憶される。

[0157] (バッテリー検出位置の校正およびバス検出位置の校正)

つぎに、第一の発明から第三の発明にかかる本形態について説明する。

図 36 から図 39 は、図 2、図 3 に示すバッテリー交換ロボット 5 におけるバッテリー検出位置の校正時に算出される各種の値を説明するための図である。

[0158] ロボット 5 の教示が終わると、所定の基準位置にバス 2 が停止していると

きに検出機構 2 1 によって検出用マーク 8 が実際に検出される検出位置と、教示されたバッテリー検出位置とのずれを補正して、所定の基準位置にバス 2 が停止しているときの一对の検出用マーク 8 の位置を正確に把握するため、バッテリー検出位置の校正を行う。バッテリー検出位置の校正は、教示されたバッテリー検出位置を基準位置とし、2 個の検出機構 2 1 を用いて一对の検出用マーク 8 を検出することで行われる。このバッテリー検出位置の校正は、4 組設けられている一对の検出用マーク 8 のそれぞれについて行われる。

[0159] バッテリー検出位置の校正では、検出機構 2 1 による検出用マーク 8 の検出結果に基づいて、制御部 9 1 は、以下のように各種の値を算出し、算出された各種の値をバッテリー検出位置の校正データであるバッテリー検出位置校正データとして記憶する。なお、バッテリー検出位置の校正時においては、バッテリー搭載部 2 2 およびバッテリー係合部 2 4 の移動方向である第 1 方向と前後方向とは、若干ずれることもあるがほぼ一致している。また、バッテリー検出位置の校正時においては、第 1 方向と上下方向とに直交する方向である第 2 方向と左右方向とは、若干ずれることもあるがほぼ一致している。

[0160] 制御部 9 1 は、検出機構 2 1 によって検出される被検出部分 8 a の左右方向の両端部の位置から、左右方向における被検出部分 8 a の幅 W_1 （図 3 6 参照）を算出して幅 W_1 を校正データとして記憶するとともに、検出機構 2 1 によって検出される被検出部分 8 b の左右方向の両端部の位置から、左右方向における被検出部分 8 b の幅 W_2 （図 3 6 参照）を算出して幅 W_2 の校正データとして記憶する。

[0161] また、制御部 9 1 は、検出機構 2 1 によって検出される被検出部分 8 a の左右方向の両端部の位置から、左右方向における被検出部分 8 a の中心位置 C_1 （図 3 6 参照）を算出して、第 1 方向における中心位置 C_1 と検出機構 2 1 A との距離 L_1 （図 3 8 参照）を算出し、距離 L_1 を校正データとして記憶するとともに、検出機構 2 1 によって検出される被検出部分 8 b の左右

方向の両端部の位置から、左右方向における被検出部分 8 b の中心位置 C 2 (図 3 6 参照) を算出して、第 1 方向における中心位置 C 2 と検出機構 2 1 B との距離 L 2 (図 3 8 参照) を算出し、距離 L 2 を校正データとして記憶する。

[0162] また、制御部 9 1 は、ロボット 5 の所定の原点 O と中心位置 C 1 との左右方向の距離に対応する距離 X 1 (図 3 7 参照) と、原点 O と中心位置 C 2 との左右方向の距離に対応する距離 X 2 (図 3 7 参照) とを算出する。たとえば、距離 X 1 は、原点 O と中心位置 C 1 との左右方向の距離に、検出機構 2 1 A と検出機構 2 1 B との第 2 方向における距離 X 0 の半分 ($X 0 / 2$) を加えた距離であり、距離 X 2 は、原点 O と中心位置 C 2 との左右方向の距離から、距離 X 0 の半分を引いた距離である。また、制御部 9 1 は、距離 X 1 と距離 X 2 との差である ΔX を算出する。なお、前後方向から見たときに左右方向に対してバッテリー置き台 6 が傾いておらず、かつ、上下方向から見たときに左右方向に対してバッテリー置き台 6 が傾いていない場合には、 ΔX は 0 になる。

[0163] また、制御部 9 1 は、前後方向から見たときに左右方向に対してバッテリー置き台 6 が傾いておらず、かつ、上下方向から見たときに左右方向に対してバッテリー置き台 6 が傾いていないときの左右方向における中心位置 C 1 と中心位置 C 2 との距離から ΔX を引いて、第 2 方向における中心位置 C 1 と中心位置 C 2 との距離 X 3 (図 3 8 参照) を算出する。また、制御部 9 1 は、下式 (1) に基づいて、上下方向から見たときのバッテリー搭載部 2 2 に対するバッテリー置き台 6 の相対的な傾斜角度 $\theta 1$ を算出する。

$$\theta 1 = \tan^{-1} (| L 1 - L 2 | / X 3) \times \text{Sign} \cdots \text{式 (1)}$$

式 (1) において、Sign は、上下方向から見たときのバッテリー搭載部 2 2 に対するバッテリー置き台 6 の傾斜方向によって決まる値であり、+ 1 または - 1 である。なお、前後方向から見たときに左右方向に対してバッテリー置き台 6 が傾いておらず、かつ、上下方向から見たときに左右方向に対してバッテリー置き台 6 が傾いていないときの左右方向における中心位置

C 1 と中心位置 C 2 との距離は、上述の距離 X 0 と等しくなっている。

[0164] 教示されたバッテリー検出位置にロボット 5 がある場合の、上下方向から見たときの前後方向に対するバッテリー搭載部 2 2 の傾斜角度を $\theta 2$ とすると、制御部 9 1 は、傾斜角度 $\theta 1$ と傾斜角度 $\theta 2$ とを加えて、上下方向から見たときの左右方向に対するバッテリー置き台 6 の傾斜角度 ($\theta 1 + \theta 2$) を算出し、この傾斜角度を校正データとして記憶する。なお、図 3 8 に示すように、上下方向から見たときに、中心位置 C 1 と中心位置 C 2 との最短距離の midpoint C 3 と、回動部材 8 5 の回動中心 O 1 とを結んだ線上にバッテリー搭載部 2 2 の原点 O 2 が配置されており、midpoint C 3 と回動中心 O 1 とを結んだ線は、上下方向から見たときに前後方向に対して傾斜角度 $\theta 2$ だけ傾いている。

[0165] midpoint C 3 と回動中心 O 1 との距離を L 4 とし、原点 O 2 と回動中心 O 1 との距離を L 5 とし、第 1 方向における原点 O 2 と検出機構 2 1 の先端との距離を L 6 とすると、図 3 8 に示すように、下式 (2) が成立する。

$$L 4 = L 5 + L 6 + (L 1 + L 2) / 2 \cdots \text{式 (2)}$$

また、左右方向における midpoint C 3 と回動中心 O 1 との距離を X 4 とすると、下式 (3) が成立する。

$$X 4 = L 4 \times \sin \theta 2 \cdots \text{式 (3)}$$

制御部 9 1 は、下式 (4) に基づいて、傾斜角度 $\theta 1$ の影響による左右方向における検出用マーク 8 の変化量 X 5 (図 3 9 参照) を算出し、変化量 X 5 を校正データとして記憶する。

$$X 5 = L 4 \times \sin (\theta 1 + \theta 2) - X 4 \cdots \text{式 (4)}$$

[0166] また、制御部 9 1 は、下式 (5) に基づいて、第 1 方向におけるバッテリー搭載部 2 2 と検出用マーク 8 との距離 L 7 を算出し、距離 L 7 を校正データとして記憶する。

$$L 7 = L 5 + (L 1 + L 2) / 2 \cdots \text{式 (5)}$$

また、制御部 9 1 は、下式 (6) に基づいて、第 1 方向におけるバッテリー係合部 2 4 と検出用マーク 8 との距離 L 8 を算出し、距離 L 8 を校正デー

タとして記憶する。

$$L8 = L5 + (L1 + L2) / 2 \cdots \text{式 (6)}$$

[0167] このように、バッテリー検出位置の校正では、制御部 91 は、幅 W1、幅 W2、距離 L1、距離 L2、傾斜角度 ($\theta 1 + \theta 2$)、変化量 X5、距離 L7 および距離 L8 を算出し、これらをバッテリー検出位置校正データとして記憶する。

[0168] また、所定の基準位置にバス 2 が停止しているときに検出機構 21 によって検出用プレート 9 が実際に検出される検出位置と、教示されたバス検出位置とのずれを補正して、所定の基準位置にバス 2 が停止しているときの検出用プレート 9 の位置を正確に把握するため、バス検出位置の校正を行う。バス検出位置の校正は、教示されたバス検出位置を基準位置とし、検出機構 21 を用いて検出用プレート 9 を検出することで行われる。バス検出位置の校正データであるバス検出位置校正データは、制御部 91 に記憶される。

[0169] (教示データおよび校正データの記憶)

ここでは、第一の発明から第二の発明にかかる本形態について説明する。

図 30 は、図 2 に示すバッテリー収容部 4 の正面図である。図 31 は、図 2 に示すバッテリー交換ロボット 5 の制御部 91 の記憶部 92 および第 2 記憶部 93 に記憶されているデータの一部を説明するためのブロック図である。

[0170] 上述のように、本形態のバス 2 には、4 個のバッテリー 3 が搭載可能になっており、バッテリー収容部 4 には、4 組の一对の検出用マーク 8 が設けられている。以下では、4 個のバッテリー 3 を区別して表す場合には、図 30 に示すように、4 個のバッテリー 3 のそれぞれをバッテリー 3A、バッテリー 3B、バッテリー 3C およびバッテリー 3D とする。また、4 組の一对の検出用マーク 8 を区別して表わす場合には、図 30 に示すように、バッテリー 3A が搭載されるバッテリー置き台 6 に形成される検出用マーク 8 を検出用マーク 8A、バッテリー 3B が搭載されるバッテリー置き台 6 に形成される検出用マーク 8 を検出用マーク 8B、バッテリー 3C が搭載されるバッテ

リ一置き台 6 に形成される検出用マーク 8 を検出用マーク 8 C、バッテリー 3 D が搭載されるバッテリー置き台 6 に形成される検出用マーク 8 を検出用マーク 8 D とする。

[0171] ロボット 5 を制御する制御部 9 1 は、記憶部 9 2 と第 2 記憶部 9 3 とを備えている。記憶部 9 2 は、たとえば、フラッシュメモリであり、第 2 記憶部 9 3 は、たとえば、RAM (Random Access Memory) である。記憶部 9 2 には、図 3 1 に示すように、ロボット 5 の教示データと、バッテリー検出位置の校正データおよびバス検出位置の校正データとが記憶されている。

[0172] すなわち、記憶部 9 2 には、バッテリー 3 A の拔差位置の教示データである拔差位置教示データ A、バッテリー 3 B の拔差位置の教示データである拔差位置教示データ B、バッテリー 3 C の拔差位置の教示データである拔差位置教示データ C、および、バッテリー 3 D の拔差位置の教示データである拔差位置教示データ D が教示データとして記憶されるとともに、一对の検出用マーク 8 A の検出が可能となるバッテリー検出位置の教示データであるバッテリー検出位置教示データ A、一对の検出用マーク 8 B の検出が可能となるバッテリー検出位置の教示データであるバッテリー検出位置教示データ B、一对の検出用マーク 8 C の検出が可能となるバッテリー検出位置の教示データであるバッテリー検出位置教示データ C、および、一对の検出用マーク 8 D の検出が可能となるバッテリー検出位置の教示データであるバッテリー検出位置教示データ D が教示データとして記憶されている。また、記憶部 9 2 には、バス検出位置の教示データであるバス検出位置教示データが記憶されている。

[0173] また、記憶部 9 2 には、一对の検出用マーク 8 A の検出が可能となるバッテリー検出位置の校正データであるバッテリー検出位置校正データ A、一对の検出用マーク 8 B の検出が可能となるバッテリー検出位置の校正データであるバッテリー検出位置校正データ B、一对の検出用マーク 8 C の検出が可能となるバッテリー検出位置の校正データであるバッテリー検出位置校正データ

ータC、および、一对の検出用マーク8Dの検出が可能となるバッテリー検出位置の校正データであるバッテリー検出位置校正データDが記憶されるとともに、バス検出位置の校正データであるバス検出位置校正データが記憶されている。

[0174] 記憶部92では、抜差位置教示データAとバッテリー検出位置校正データAとがバッテリー3Aの交換用のデータとして記憶され、抜差位置教示データBとバッテリー検出位置校正データBとがバッテリー3Bの交換用のデータとして記憶され、抜差位置教示データCとバッテリー検出位置校正データCとがバッテリー3Cの交換用のデータとして記憶され、抜差位置教示データDとバッテリー検出位置校正データDとがバッテリー3Dの交換用のデータとして記憶されている。すなわち、記憶部92では、あるバッテリー3の抜差位置教示データと、そのバッテリー3が搭載されるバッテリー置き台6に形成される検出用マーク8に関するバッテリー検出位置校正データとがそのバッテリー3の交換用のデータとして記憶されている。

[0175] そのため、バッテリー3の交換時に、後述のように、ロボット5が電氣的に接続される外部装置（図示省略）によって交換されるバッテリー3が指定されると、制御部91では、指定されたバッテリー3の抜差位置の教示データと、そのバッテリー3が搭載されるバッテリー置き台6に形成される検出用マーク8に関するバッテリー検出位置の校正データとが読み出される。

[0176] （バッテリー交換システムの制御方法）

ここでは、第三の発明にかかる本形態について説明する。

図35は、図1に示すバッテリー交換システム1の制御方法の一例を説明するためのシーケンス図である。

[0177] バッテリー交換システム1では、バッテリー3が交換されるバス2が所定の停止位置に停止すると、制御部91（より具体的には、共通制御部94）が、バス2の位置検出指令を上位制御部95から受け取り、第1ロボット5Aによって上述のようにバス2の位置検出が行われる。このときには、第1制御部92でバス検出位置の教示データが読み出され、この教示データを基

準に第1ロボット5Aが動作して、停止しているバス2の実際の位置が検出される。また、第1制御部92では、検出されたバス2の位置のデータおよびバス検出位置の校正データに基づいて、第1ロボット5Aについてのバッテリー検出位置の教示データが補正される。

[0178] また、第1制御部92で検出されたバス2の位置のデータおよび第1制御部92に記憶されているバス検出位置の校正データは、共通制御部94を介して第2制御部93に送られる。第2制御部93では、受け取ったバス2の位置のデータおよびバス検出位置の校正データに基づいて、第2ロボット5Bについてのバッテリー検出位置の教示データが補正される。

[0179] その後、制御部91（より具体的には、共通制御部94）は、図35に示すように、第1ロボット5Aに対するバッテリー3の交換指令と、第2ロボット5Bに対するバッテリー3の交換指令とを個別に上位制御部95から受け取る。図35に示す例では、共通制御部94は、まず、第2ロボット5Bに対するバッテリー3の交換指令を受け取り、その後、第1ロボット5Aに対するバッテリー3の交換指令を受け取る。

[0180] 共通制御部94は、第2ロボット5Bに対するバッテリー3の交換指令を受け取ると、バッテリー3の交換指令を第2制御部93に送る。第2制御部93は、共通制御部94に対してこの交換指令の受信応答を行い、この受信応答を受け取った共通制御部94は、第2ロボット5Bに対するバッテリー3の交換指令の受信応答を上位制御部95に対して行う。

[0181] また、第2制御部93がバッテリー3の交換指令を受け取ると、第2ロボット5Bのバッテリー搭載部22がバス2に向かって移動して、交換されるバッテリー3の位置検出が第2ロボット5Bによって行われる。このときには、補正されたバッテリー検出位置の教示データが第2制御部93で読み出され、このデータを基準に第2ロボット5Bが動作して、交換されるバッテリー3の位置が検出される。交換されるバッテリー3の位置が検出されると、検出されたバッテリー3の位置のデータおよびバッテリー検出位置の校正データに基づいて、第2ロボット5Bに教示された教示データが補正される。

。

[0182] その後、補正された教示データに基づいて、第2ロボット5Bが車両搭載位置P2の補正位置へ移動する。第2ロボット5Bが車両搭載位置P2の補正位置へ移動すると、係合爪部41がバッテリー3に係合して、バス2からのバッテリー3の引抜きが可能な引抜き可能状態になる。この引抜き可能状態で、第2ロボット5Bは待機する。すなわち、第2制御部93は、引抜き可能状態で第2ロボット5Bを一時停止させる。また、第2制御部93は、引抜き可能状態で第2ロボット5Bが待機していることを共通制御部94へ知らせる。すなわち、第2制御部93は、第2ロボット5Bが引抜き動作待機中であることを知らせる待機信号を共通制御部94に送る。

[0183] また、共通制御部94は、第1ロボット5Aに対するバッテリー3の交換指令を受け取ると、バッテリー3の交換指令を第1制御部92に送る。第1制御部92は、共通制御部94に対してこの交換指令の受信応答を行い、この受信応答を受け取った共通制御部94は、第1ロボット5Aに対するバッテリー3の交換指令の受信応答を上位制御部95に対して行う。

[0184] また、第1制御部92がバッテリー3の交換指令を受け取ると、第1ロボット5Aのバッテリー搭載部22がバス2に向かって移動して、交換されるバッテリー3の位置検出が第1ロボット5Aによって行われる。このときには、補正されたバッテリー検出位置の教示データが第1制御部92で読み出され、このデータを基準に第1ロボット5Aが動作して、交換されるバッテリー3の位置が検出される。交換されるバッテリー3の位置が検出されると、検出されたバッテリー3の位置のデータおよびバッテリー検出位置の校正データに基づいて、第1ロボット5Aに教示された教示データが補正される。

[0185] その後、補正された教示データに基づいて、第1ロボット5Aが車両搭載位置P2の補正位置へ移動する。第1ロボット5Aが車両搭載位置P2の補正位置へ移動すると、係合爪部41がバッテリー3に係合して、バス2からのバッテリー3の引抜きが可能な引抜き可能状態になる。この引抜き可能状

態で、第1ロボット5Aは待機する。すなわち、第1制御部92は、引抜き可能状態で第1ロボット5Aを一時停止させる。また、第1制御部92は、引抜き可能状態で第1ロボット5Aが待機していることを共通制御部94へ知らせる。すなわち、第1制御部92は、第1ロボット5Aが引抜き動作待機中であることを知らせる待機信号を共通制御部94に送る。

[0186] 共通制御部94は、第2制御部93からの待機信号および第1制御部92からの待機信号を受け取って、第1ロボット5Aと第2ロボット5Bとが引抜き可能状態で一時停止していることを確認すると、第1制御部92および第2制御部93へ引抜き動作開始の制御指令を送って、第1ロボット5Aのバッテリー係合部24によるバッテリー3の引抜き動作と第2ロボット5Bのバッテリー係合部24によるバッテリー3の引抜き動作とをほぼ同時に開始させる。すなわち、制御部91は、共通制御部94から第1制御部92および第2制御部93へ送られる制御指令のタイミングによって、第1ロボット5Aによるバッテリー3の引抜き動作と第2ロボット5Bによるバッテリー3の引抜き動作との同期をとる。

[0187] その後、第1ロボット5Aは、第1バッテリー乗継位置P3の補正位置、ロボット搭載位置P5の補正位置およびロボット収容位置P6へこの順番で移動して、バス2からバッテリー3を引き抜く。また、その後、第1ロボット5Aは、180°回動して、バッファステーションにバッテリー3を収容するとともに、バッファステーションから充電済みのバッテリー3を取り出し180°回動してから（すなわち、バッテリー3の持換を行ってから）、ロボット搭載位置P5の補正位置へ移動する。第1ロボット5Aがロボット搭載位置P5の補正位置へ移動すると、バス2へのバッテリー3の差込みが可能な差込み可能状態になる。この差込み可能状態で、第1ロボット5Aは待機する。すなわち、第1制御部92は、差込み可能状態で第1ロボット5Aを一時停止させる。また、第1制御部92は、差込み可能状態で第1ロボット5Aが待機していることを共通制御部94へ知らせる。すなわち、第1制御部92は、第1ロボット5Aが差込み動作待機中であることを知らせる

待機信号を共通制御部 9 4 に送る。

[0188] 同様に、第 2 ロボット 5 B は、その後、第 1 バッテリー乗継位置 P 3 の補正位置、ロボット搭載位置 P 5 の補正位置およびロボット収容位置 P 6 へこの順番で移動して、バス 2 からバッテリー 3 を引き抜く。また、その後、第 2 ロボット 5 B は、180° 回転して、バッファステーションにバッテリー 3 を収容するとともに、バッファステーションから充電済みのバッテリー 3 を取り出し 180° 回転してから（すなわち、バッテリー 3 の持換を行ってから）、ロボット搭載位置 P 5 の補正位置へ移動する。第 2 ロボット 5 B がロボット搭載位置 P 5 の補正位置へ移動すると、バス 2 へのバッテリー 3 の差込みが可能な差込み可能状態になる。この差込み可能状態で、第 2 ロボット 5 B は待機する。すなわち、第 2 制御部 9 3 は、差込み可能状態で第 2 ロボット 5 B を一時停止させる。また、第 2 制御部 9 3 は、差込み可能状態で第 2 ロボット 5 B が待機していることを共通制御部 9 4 へ知らせる。すなわち、第 2 制御部 9 3 は、第 2 ロボット 5 B が差込み動作待機中であることを知らせる待機信号を共通制御部 9 4 に送る。

[0189] 共通制御部 9 4 は、第 1 制御部 9 2 からの待機信号および第 2 制御部 9 3 からの待機信号を受け取って、第 1 ロボット 5 A と第 2 ロボット 5 B とが差込み可能状態で一時停止していることを確認すると、第 1 制御部 9 2 および第 2 制御部 9 3 へ差込み動作開始の制御指令を送って、第 1 ロボット 5 A のバッテリー係合部 2 4 によるバッテリー 3 の差込み動作と第 2 ロボット 5 B のバッテリー係合部 2 4 によるバッテリー 3 の差込み動作とをほぼ同時に開始させる。すなわち、制御部 9 1 は、共通制御部 9 4 から第 1 制御部 9 2 および第 2 制御部 9 3 へ送られる制御指令のタイミングによって、第 1 ロボット 5 A によるバッテリー 3 の差込み動作と第 2 ロボット 5 B によるバッテリー 3 の差込み動作との同期をとる。

[0190] その後、第 1 ロボット 5 A および第 2 ロボット 5 B は、第 2 バッテリー乗継位置 P 4 の補正位置、車両搭載位置 P 2 の補正位置へこの順番で移動して、バス 2 へバッテリー 3 を差し込む。その後、第 1 ロボット 5 A および第 2

ロボット 5 B は、待機位置 P 1 へ移動する。図 2 4 に示すフローチャートを用いて説明したように、これらの動作は、停止しているバス 2 において交換が必要なバッテリー 3 の交換が完了するまで繰り返される。通常は、停止しているバス 2 の全てのバッテリー 3 が交換されるまで繰り返される。

[0191] なお、本形態では、共通制御部 9 4 から第 1 制御部 9 2 および第 2 制御部 9 3 へシリアルに制御指令が送られるため、第 2 ロボット 5 B のバッテリー係合部 2 4 によるバッテリー 3 の引抜き動作は、第 1 ロボット 5 A のバッテリー係合部 2 4 によるバッテリー 3 の引抜き動作よりもわずかに遅れて開始される。また、第 2 ロボット 5 B のバッテリー係合部 2 4 によるバッテリー 3 の差込み動作は、第 1 ロボット 5 A のバッテリー係合部 2 4 によるバッテリー 3 の差込み動作よりもわずかに遅れて開始される。

[0192] (バッテリー交換ロボットの制御方法)

ここでは、第一の発明及び第二の発明にかかる本形態について説明する。

図 3 2 は、図 2 に示すバッテリー交換ロボット 5 の制御方法の一例を説明するためのフローチャートである。

[0193] バッテリー交換システム 1 では、バッテリー 3 が交換されるバス 2 が所定の停止位置に停止して、制御部 9 1 が外部装置からバス 2 の位置検出指令信号を受信すると、上述の手順でバス 2 の位置検出が行われる（ステップ S 6 1）。ステップ S 6 1 では、記憶部 9 2 からバス検出位置教示データが読み出され、この教示データを基準にロボット 5 が動作して、停止しているバス 2 の実際の位置が検出される。ステップ S 6 1 で検出されたバス 2 の位置は、バス停止位置データとして、制御部 9 1 の第 2 記憶部 9 3 に記憶される。

[0194] その後、制御部 9 1 において、バス 2 の基準停止位置と、バッテリー 3 が交換されるバス 2 が実際に停止している位置との差であるバス位置偏差量が算出される（ステップ S 6 2）。ステップ S 6 2 では、記憶部 9 2 からバス検出位置校正データが読み出されるとともに、第 2 記憶部 9 3 からバス停止位置データが読み出される。また、これらのデータを比較することで、バス位置偏差量が算出される。ステップ S 6 2 で算出されたバス位置偏差量は、

バス位置偏差量データとして、第2記憶部93に記憶される。

[0195] その後、制御部91において、バス2が実際に停止している位置に基づく検出用マーク8の修正位置が計算される（ステップS63）。ステップS63では、記憶部92からバッテリー検出位置教示データが読み出されるとともに、第2記憶部93からバス位置偏差量データが読み出される。また、バッテリー検出位置教示データの値にバス位置偏差量データの値を加算等することで、バス2が実際に停止している位置に基づく検出用マーク8の修正位置である修正検出用マーク位置が計算される。ステップS63で計算された修正検出用マーク位置は、修正検出用マーク位置データとして、第2記憶部93に記憶される。

[0196] なお、ステップS63では、バッテリー検出位置教示データA～バッテリー検出位置教示データDのそれぞれが記憶部92から読み出され、4組の一对の検出用マーク8A～8Dのそれぞれについて、修正検出用マーク位置が計算される。図31に示すように、一对の検出用マーク8Aについて計算された修正検出用マーク位置は、修正検出用マーク位置データAとして第2記憶部93に記憶され、一对の検出用マーク8Bについて計算された修正検出用マーク位置は、修正検出用マーク位置データBとして第2記憶部93に記憶され、一对の検出用マーク8Cについて計算された修正検出用マーク位置は、修正検出用マーク位置データCとして第2記憶部93に記憶され、一对の検出用マーク8Dについて計算された修正検出用マーク位置は、修正検出用マーク位置データDとして第2記憶部93に記憶される。

[0197] また、第2記憶部93では、修正検出用マーク位置データAがバッテリー3Aの交換用のデータとして記憶され、修正検出用マーク位置データBがバッテリー3Bの交換用のデータとして記憶され、修正検出用マーク位置データCがバッテリー3Cの交換用のデータとして記憶され、修正検出用マーク位置データDがバッテリー3Dの交換用のデータとして記憶される。すなわち、第2記憶部93では、あるバッテリー3が搭載されるバッテリー置き台6に形成される検出用マーク8について計算された修正検出用マーク位置デ

ータがそのバッテリー 3 の交換用のデータとして記憶される。

[0198] その後、制御部 9 1 は、バス 2 に搭載される 4 個のバッテリー 3 のうちの交換されるバッテリー 3 を指定するバッテリー指定信号を外部装置から受け取る。制御部 9 1 がバッテリー指定信号を受け取ると、指定されたバッテリー 3 が搭載されるバッテリー置き台 6 の検出用マーク 8 の位置検出が上述の手順で行われる（ステップ S 6 4）。上述のように、第 2 記憶部 9 3 では、あるバッテリー 3 が搭載されるバッテリー置き台 6 に形成される検出用マーク 8 について計算された修正検出用マーク位置データがそのバッテリー 3 の交換用のデータとして記憶されているため、ステップ S 6 4 では、指定されたバッテリー 3 が搭載されるバッテリー置き台 6 に形成される検出用マーク 8 について計算された修正検出用マーク位置データが第 2 記憶部 9 3 から読み出される。たとえば、バッテリー 3 A が指定された場合には、修正検出用マーク位置データ A が第 2 記憶部 9 3 から読み出され、バッテリー 3 B が指定された場合には、修正検出用マーク位置データ B が第 2 記憶部 9 3 から読み出される。また、ステップ S 6 4 では、読み出された修正検出用マーク位置データを基準にロボット 5 が動作して、指定されたバッテリー 3 が搭載されるバッテリー置き台 6 の検出用マーク 8 の実際の位置が検出される。

[0199] その後、制御部 9 1 において、検出用マーク 8 の基準位置と、ステップ S 6 4 で検出された検出用マーク 8 の実際の位置との差である検出用マーク位置偏差の量（検出用マーク位置偏差量）が算出される（ステップ S 6 5）。ステップ S 6 5 では、記憶部 9 2 からバッテリー検出位置校正データが読み出される。上述のように、記憶部 9 2 では、あるバッテリー 3 が搭載されるバッテリー置き台 6 に形成される検出用マーク 8 に関するバッテリー検出位置校正データがそのバッテリー 3 の交換用のデータとして記憶されているため、ステップ S 6 5 では、指定されたバッテリー 3 が搭載されるバッテリー置き台 6 に形成される検出用マーク 8 に関するバッテリー検出位置の校正データが記憶部 9 2 から読み出される。たとえば、バッテリー 3 A が指定された場合には、バッテリー検出位置校正データ A が記憶部 9 2 から読み出され

、バッテリー 3 B が指定された場合には、バッテリー検出位置校正データ B が記憶部 9 2 から読み出される。また、ステップ S 6 5 では、ステップ S 6 4 で検出された検出用マーク 8 の位置のデータと読み出されたバッテリー検出位置校正データとを比較することで、検出用マーク位置偏差量が算出される。ステップ S 6 5 で算出された検出用マーク位置偏差量は、検出用マーク位置偏差量データとして、第 2 記憶部 9 3 に記憶される。

[0200] その後、制御部 9 1 において、指定されたバッテリー 3 の引抜きおよび差込みを行うための拔差位置の補正位置が算出される（ステップ S 6 6）。ステップ S 6 6 では、記憶部 9 2 から拔差位置教示データが読み出される。具体的には、ステップ S 6 6 では、指定されたバッテリー 3 の拔差位置教示データが記憶部 9 2 から読み出される。たとえば、バッテリー 3 A が指定された場合には、拔差位置教示データ A が記憶部 9 2 から読み出され、バッテリー 3 B が指定された場合には、拔差位置教示データ B が記憶部 9 2 から読み出される。また、ステップ S 6 6 では、第 2 記憶部 9 3 から検出用マーク位置偏差量データが読み出され、拔差位置教示データの値に検出用マーク位置偏差量データの値を加算等することで、拔差位置の補正位置が算出される。すなわち、ステップ S 6 6 では、拔差位置教示データが補正される。ステップ S 6 6 で算出される拔差位置の補正位置は、具体的には、車両搭載位置 P 2 の補正位置と、第 1 バッテリー乗継位置 P 3 の補正位置と、第 2 バッテリー乗継位置 P 4 の補正位置と、ロボット搭載位置 P 5 の補正位置である。また、ステップ S 6 6 で算出された拔差位置の補正位置は、補正拔差位置データとして第 2 記憶部 9 3 に記憶される。

[0201] その後、ロボット 5 が車両搭載位置 P 2 の補正位置へ移動し、係合爪部 4 1 が下降してバッテリー 3 の取手部 1 1 に係合する（ステップ S 6 7）。ステップ S 6 7 では、第 2 記憶部 9 3 から車両搭載位置 P 2 の補正位置が読み出される。その後、ロボット 5 は、第 1 バッテリー乗継位置 P 3 の補正位置、ロボット搭載位置 P 5 の補正位置へこの順番で移動する（ステップ S 6 8、S 6 9）。ステップ S 6 8 では、第 2 記憶部 9 3 から第 1 バッテリー乗継

位置 P 3 の補正位置が読み出され、ステップ S 6 9 では、第 2 記憶部 9 3 からロボット搭載位置 P 5 の補正位置が読み出される。その後、ロボット 5 は、ロボット収容位置 P 6 へ移動する（ステップ S 7 0）。

[0202] その後、ロボット 5 は、 180° 回転して、バッファステーションにバッテリー 3 を収容するとともに、バッファステーションから充電済みのバッテリー 3 を取り出し 180° 回転してから（ステップ S 7 1）、ロボット搭載位置 P 5 の補正位置へ移動する（ステップ S 7 2）。ステップ S 7 2 では、第 2 記憶部 9 3 からロボット搭載位置 P 5 の補正位置が読み出される。その後、ロボット 5 は、第 2 バッテリー乗継位置 P 4 の補正位置、車両搭載位置 P 2 の補正位置へこの順番で移動する（ステップ S 7 3、S 7 4）。ステップ S 7 3 では、第 2 記憶部 9 3 から第 2 バッテリー乗継位置 P 4 の補正位置が読み出され、ステップ S 7 4 では、第 2 記憶部 9 3 から車両搭載位置 P 2 の補正位置が読み出される。その後、ロボット 5 は、待機位置 P 1 へ移動する（ステップ S 7 5）。

[0203] 図 2 4 に示すフローチャートを用いて説明したように、ステップ S 6 4 ～ S 7 5 までの動作は、停止しているバス 2 において交換が必要なバッテリー 3 の交換が完了するまで繰り返される。通常は、停止しているバス 2 の全てのバッテリー 3 が交換されるまで繰り返される。

[0204] なお、本形態では、ステップ S 6 3 で計算される修正検出用マーク位置は、バッテリー 3 が実際に交換されるバス 2 の 4 組の一对の検出用マーク 8 のそれぞれの検出を検出機構 2 1 によって行うときの基準となる検出用位置であり、修正検出用マーク位置データは、検出用位置データである。また、本形態では、ロボット 5 の教示を行う際に、ロボット 5 に教示されたバッテリー検出位置は、基準位置に停止するバス 2 を用い 4 組の一对の検出用マーク 8 のそれぞれの位置を検出するためにロボット 5 に教示された検出用マーク教示位置である。

[0205] また、本形態では、バス 2 の基準停止位置（すなわち、所定の基準位置にバス 2 が停止しているときに検出機構 2 1 によって検出用プレート 9 が実際

に検出された位置)は車両基準位置であり、ステップS 6 1で検出されたバス2の位置(すなわち、バッテリー3が交換されるバス2が実際に停止している位置(バッテリー3が交換されるバス2が実際に停止しているときに検出機構2 1によって検出用プレート9が実際に検出された位置))は車両実際位置である。また、本形態では、バス位置偏差は、車両基準位置と車両実際位置との差となる車両位置偏差である。

[0206] さらに、本形態では、検出用マーク8の基準位置(すなわち、所定の基準位置にバス2が停止しているときに検出機構2 1によって検出用マーク8が実際に検出された位置)は、検出用マーク基準位置であり、バッテリー検出位置校正データは、検出用マーク基準位置データである。また、本形態では、ステップS 6 4で検出される検出用マーク8の位置は、第1検出用マーク実際位置であり、ステップS 6 5で算出される検出用マーク位置偏差は、第1検出用マーク位置偏差である。また、ステップS 6 6で読み出される抜差位置データは、第1抜差位置のデータであり、ステップS 6 6で算出される抜差位置の補正位置は、第1補正位置である。

[0207] (バッテリー交換ロボットの制御方法)

つぎに、第四の発明にかかる本形態について説明する。

図4 0は、図2、図3に示すバッテリー交換ロボット5の制御方法の一例を説明するためのフローチャートである。図4 1～図4 4は、図2に示すバッテリー交換ロボット5でのバッテリー3の交換時に算出される各種の値を説明するための図である。

[0208] バッテリー交換システム1では、バッテリー3が交換されるバス2が所定の停止位置に停止して、制御部9 1が外部装置からバス2の位置検出指令信号を受信すると、上述の手順でバス2の位置検出が行われる(ステップS 6 1)。ステップS 6 1では、バス検出位置教示データが読み出され、この教示データを基準にロボット5が動作して、停止しているバス2の実際の位置が検出される。ステップS 6 1で検出されたバス2の位置は、バス停止位置データとして、制御部9 1に記憶される。

[0209] その後、制御部 9 1 において、バス 2 の基準停止位置と、バッテリー 3 が交換されるバス 2 が実際に停止している位置との差であるバス位置偏差の量（バス位置偏差量）が算出される（ステップ S 6 2）。ステップ S 6 2 では、バス検出位置校正データが読み出されるとともに、バス停止位置データが読み出され、これらのデータを比較することで、バス位置偏差量が算出される。ステップ S 6 2 で算出されたバス位置偏差量は、バス位置偏差量データとして、制御部 9 1 に記憶される。

[0210] その後、制御部 9 1 において、バス 2 が実際に停止している位置に基づく検出用マーク 8 の修正位置が計算される（ステップ S 6 3）。ステップ S 6 3 では、バッテリー検出位置教示データが読み出されるとともに、バス位置偏差量データが読み出される。また、バッテリー検出位置教示データの値にバス位置偏差量データの値を加算等することで、バス 2 が実際に停止している位置に基づく検出用マーク 8 の修正位置である修正検出用マーク位置が計算される。ステップ S 6 3 で計算された修正検出用マーク位置は、修正検出用マーク位置データとして、制御部 9 1 に記憶される。

[0211] その後、制御部 9 1 は、バス 2 に搭載される 4 個のバッテリー 3 のうちの交換されるバッテリー 3 を指定するバッテリー指定信号を外部装置から受け取る。制御部 9 1 がバッテリー指定信号を受け取ると、指定されたバッテリー 3 が搭載されるバッテリー置き台 6 の検出用マーク 8 の位置検出が上述の手順で行われる（ステップ S 6 4）。ステップ S 6 4 では、指定されたバッテリー 3 が搭載されるバッテリー置き台 6 に形成される検出用マーク 8 について計算された修正検出用マーク位置データが読み出される。また、ステップ S 6 4 では、読み出された修正検出用マーク位置データを基準にロボット 5 が動作して、指定されたバッテリー 3 が搭載されるバッテリー置き台 6 の検出用マーク 8 の実際の位置が検出される。

[0212] その後、制御部 9 1 において、検出用マーク 8 の基準位置と、ステップ S 6 4 で検出された検出用マーク 8 の実際の位置との差である検出用マーク位置偏差の量（検出用マーク位置偏差量）が算出される（ステップ S 6 5）。

ステップS 6 5で算出される検出用マーク位置偏差量は、指定されたバッテリー3の引抜きおよび差込みを行うための抜き位置教示データを補正するための補正值である。ステップS 6 5では、指定されたバッテリー3が搭載されるバッテリー置き台6に形成される検出用マーク8に関するバッテリー検出位置校正データが読み出される。また、ステップS 6 5では、ステップS 6 4で検出された検出用マーク8の位置のデータと読み出されたバッテリー検出位置校正データとを比較することで、検出用マーク位置偏差量が算出される。

[0213] 具体的には、ステップS 6 5では、制御部9 1は、ステップS 6 4での検出結果と式(5)とを用いて、第1方向におけるバッテリー搭載部2 2と検出用マーク8との実際の距離L 7 1を算出するとともに、バッテリー検出位置の校正時に算出された距離L 7と距離L 7 1との差(L 7 1 - L 7)を算出し、この差を第1方向におけるバッテリー搭載部2 2と検出用マーク8との距離の補正值(すなわち、第1方向におけるバッテリー搭載部2 2とバッテリー3との距離の補正值)とする。

[0214] また、ステップS 6 5では、制御部9 1は、ステップS 6 4での検出結果と式(6)とを用いて、第1方向におけるバッテリー係合部2 4と検出用マーク8との実際の距離L 8 1を算出するとともに、バッテリー検出位置の校正時に算出された距離L 8と距離L 8 1との差(L 8 1 - L 8)を算出し、この差を第1方向におけるバッテリー係合部2 4と検出用マーク8との距離の補正值(すなわち、第1方向におけるバッテリー係合部2 4とバッテリー3との距離の補正值)とする。

[0215] また、ステップS 6 5では、制御部9 1は、ステップS 6 4での検出結果から被検出部分8 aの幅W 1 1(図4 1参照)と被検出部分8 bの幅W 2 1(図4 1参照)を算出するとともに、下式(7)、(8)に基づいて高さの差ΔZ 1、ΔZ 2を算出し、その後、下式(9)に基づいて、高さの差ΔZ Mを算出する。

$$\Delta Z 1 = ((W 1 1 - W 1) / 2) / \tan 30^\circ \cdots \text{式(7)}$$

$$\Delta Z_2 = ((W_{21} - W_2) / 2) / \tan 30^\circ \cdots \text{式 (8)}$$

$$\Delta Z_M = (\Delta Z_1 + \Delta Z_2) / 2 \cdots \text{式 (9)}$$

また、制御部 91 は、ステップ S 64 での検出結果に基づいて算出される検出用マーク 8 の高さ Z_1 と、ロボット 5 の教示において教示された検出用マーク 8 の高さ Z_2 との差 $\Delta Z_B (= Z_1 - Z_2)$ を算出するとともに、 ΔZ_M と ΔZ_B との和 ($\Delta Z_M + \Delta Z_B$) を算出し、この和をバッテリー 3 の高さの補正值とする。

[0216] また、ステップ S 65 では、制御部 91 は、ステップ S 64 での検出結果と式 (1) とを用いて、傾斜角度 θ_{11} を算出するとともに、ステップ S 64 で検出用マーク 8 を検出したときの、上下方向から見たときの前後方向に対するバッテリー搭載部 22 の傾斜角度 θ_{21} と傾斜角度 θ_{11} との和 ($\theta_{11} + \theta_{21}$) を算出する。また、制御部 91 は、傾斜角度 ($\theta_{11} + \theta_{21}$) と傾斜角度 ($\theta_1 + \theta_2$) との差 ($(\theta_{11} + \theta_{21}) - (\theta_1 + \theta_2)$) を上下方向から見たときの左右方向に対するバッテリー 3 の傾斜角度の補正值とする。

[0217] また、ステップ S 65 では、制御部 91 は、ステップ S 64 での検出結果と式 (2) ~ (4) とを用いて、傾斜角度 θ_{11} の影響による左右方向における検出用マーク 8 の変化量 X_{51} を算出する。また、図 42 に示すように、第 1 連結機構 61 と第 2 連結機構 62 との左右方向の距離を X_6 とすると、制御部 91 は、 ΔZ_1 、 ΔZ_2 の影響による検出用マーク 8 に対するバッテリー 3 の左右方向の補正值 X_7 を下式 (10) に基づいて算出する。

$$\theta_3 = \tan^{-1} (|\Delta Z_1 - \Delta Z_2| / X_6) \cdots \text{式 (10)}$$

また、図 42 に示すように、第 1 連結機構 61 と検出機構 21 との上下方向の距離を H_1 とすると、制御部 91 は、 ΔZ_1 、 ΔZ_2 の影響によるバッテリー 3 の左右方向の補正值 X_7 を下式 (11) に基づいて算出する。

$$X_7 = H_1 \times \tan \theta_3 \cdots \text{式 (11)}$$

[0218] また、制御部 91 は、ステップ S 64 での検出結果に基づいて算出される

中心位置C 1 と中心位置C 2 との中点C 3 と原点O との左右方向の距離X 8 (図4 3 参照) と、ロボット5 の教示の際の中心位置C 1 と中心位置C 2 との中点C 3 と原点O との左右方向の距離X 9 との差 ΔX ($X 8 - X 9$) を算出する。また、制御部9 1 は、変化量X 5 1 と補正值X 7 と差 ΔX との和 ($X 5 1 + X 7 + \Delta X$) を算出し、この和をバッテリー3 の左右方向の位置の補正值とする。

[0219] また、2 個の検出機構2 1 間の第2 方向における距離をX 1 0 とすると、制御部9 1 は、下式(1 2) に基づいて、 $\Delta T i$ (図4 4 参照) を算出し、この $\Delta T i$ を前後方向から見たときの左右方向に対するバッテリー3 の傾斜角度の補正值とする。

$$T i = X 1 0 \times \tan \theta 3 \cdots \text{式}(1 2)$$

[0220] このように、制御部9 1 は、ステップS 6 5 において、基準位置に停止するバス2 のバッテリー置き台6 の、検出機構2 1 での検出結果に基づいて算出される位置および傾き(すなわち、バッテリー検出位置の校正時に算出される位置および傾き) と、バッテリー3 が交換されるバス2 のバッテリー置き台6 の、検出機構2 1 での検出結果に基づいて算出される位置および傾き(すなわち、ステップS 6 4、S 6 5 で算出される位置および傾き) とに基づいて、拔差位置教示データを補正するための補正值を算出する。また、以上のように算出された補正值が検出用マーク位置偏差量であり、この検出用マーク位置偏差量は、検出用マーク位置偏差量データとして、制御部9 1 に記憶される。

[0221] その後、制御部9 1 において、指定されたバッテリー3 の引抜きおよび差込みを行うための拔差位置の補正位置が算出される(ステップS 6 6)。ステップS 6 6 では、指定されたバッテリー3 の拔差位置教示データが読み出される。また、ステップS 6 6 では、検出用マーク位置偏差量データが読み出され、拔差位置教示データの値に検出用マーク位置偏差量データの値を加算等することで、拔差位置の補正位置が算出される。すなわち、ステップS 6 6 では、拔差位置教示データが補正される。ステップS 6 6 で算出される

抜差位置の補正位置は、具体的には、車両搭載位置 P 2 の補正位置と、第 1 バッテリー乗継位置 P 3 の補正位置と、第 2 バッテリー乗継位置 P 4 の補正位置と、ロボット搭載位置 P 5 の補正位置である。また、ステップ S 6 6 で算出された抜差位置の補正位置は、補正抜差位置データとして制御部 9 1 に記憶される。

[0222] その後、ロボット 5 が車両搭載位置 P 2 の補正位置へ移動し、係合爪部 4 1 が下降してバッテリー 3 の取手部 1 1 に係合する（ステップ S 6 7）。ステップ S 6 7 では、車両搭載位置 P 2 の補正位置が読み出される。その後、ロボット 5 は、第 1 バッテリー乗継位置 P 3 の補正位置、ロボット搭載位置 P 5 の補正位置へこの順番で移動する（ステップ S 6 8、S 6 9）。ステップ S 6 8 では、第 1 バッテリー乗継位置 P 3 の補正位置が読み出され、ステップ S 6 9 では、ロボット搭載位置 P 5 の補正位置が読み出される。その後、ロボット 5 は、ロボット収容位置 P 6 へ移動する（ステップ S 7 0）。

[0223] その後、ロボット 5 は、180° 回動して、バッファステーションにバッテリー 3 を収容するとともに、バッファステーションから充電済みのバッテリー 3 を取り出し 180° 回動してから（ステップ S 7 1）、ロボット搭載位置 P 5 の補正位置へ移動する（ステップ S 7 2）。ステップ S 7 2 では、ロボット搭載位置 P 5 の補正位置が読み出される。その後、ロボット 5 は、第 2 バッテリー乗継位置 P 4 の補正位置、車両搭載位置 P 2 の補正位置へこの順番で移動する（ステップ S 7 3、S 7 4）。ステップ S 7 3 では、第 2 バッテリー乗継位置 P 4 の補正位置が読み出され、ステップ S 7 4 では、車両搭載位置 P 2 の補正位置が読み出される。その後、ロボット 5 は、待機位置 P 1 へ移動する（ステップ S 7 5）。

[0224] 図 2 4 に示すフローチャートを用いて説明したように、ステップ S 6 4 ～ S 7 5 までの動作は、停止しているバス 2 において交換が必要なバッテリー 3 の交換が完了するまで繰り返される。通常は、停止しているバス 2 の全てのバッテリー 3 が交換されるまで繰り返される。

[0225] （第一の発明に係る本形態の主な効果）

以上説明したように、第一の発明に係る本形態では、バッテリー置き台 6 にバッテリー 3 が完全に搭載されているときの車両搭載位置 P 2、および、バッテリー搭載部 2 2 にバッテリー 3 が完全に搭載されているときのロボット搭載位置 P 5 に加えて、バッテリー置き台 6 とバッテリー搭載部 2 2 との両方にバッテリーが搭載されているときの第 1 バッテリー乗継位置 P 3 よび第 2 バッテリー乗継位置 P 4 を教示している。そのため、第一の発明に係る本形態では、特許文献 1 に記載のバッテリー交換装置が有するドッキングアームをロボット 5 が備えていなくても、バッテリー置き台 6 とバッテリー搭載部 2 2 との間でバッテリー 3 が載り移る際に、ロボット 5 を適切に動作させて、バッテリー置き台 6 とバッテリー搭載部 2 2 との間に高低差が生じるのを抑制することが可能になり、その結果、バッテリー置き台 6 とバッテリー搭載部 2 2 との間でバッテリー 3 を円滑にやりとりすることが可能になる。すなわち、第一の発明に係る本形態では、ロボット 5 の構成が簡易であっても、バッテリー置き台 6 とバッテリー搭載部 2 2 との間でバッテリー 3 を円滑にやりとりすることが可能になる。

[0226] また、第一の発明に係る本形態では、第 1 バッテリー乗継位置 P 3 においてバッテリー搭載部 2 2 が保持部材 2 6 よりもバス 2 側へ突出しているため、バッテリー置き台 6 からバッテリー搭載部 2 2 へバッテリー 3 が載り移るときにバッテリー搭載部 2 2 が大きく撓んで、バッテリー置き台 6 とバッテリー搭載部 2 2 との間に大きな高低差が生じやすくなるが、第一の発明に係る本形態では、バッテリー置き台 6 とバッテリー搭載部 2 2 との間に大きな高低差が生じるのを抑制して、バッテリー置き台 6 とバッテリー搭載部 2 2 との間でバッテリー 3 を円滑にやりとりすることが可能になる。

[0227] 第一の発明に係る本形態では、車両搭載位置 P 2 は、バス 2 に近づいているバッテリー係合部 2 4 の係合爪部 4 1 がバッテリー置き台 6 に搭載されているバッテリー 3 に係合可能となるとともに、バス 2 に近づいているバッテリー搭載部 2 2 とバッテリー 3 が搭載されているバッテリー置き台 6 との間でバッテリー 3 の載り移りが可能となるときの位置である。すなわち、第一

の発明に係る本形態では、第1バッテリー乗継位置P3により近い位置を車両搭載位置P2としてロボット5に教示している。そのため、第一の発明に係る本形態では、バッテリー置き台6からバッテリー搭載部22へバッテリー3が載り移る際に、バッテリー置き台6とバッテリー搭載部22との間に大きな高低差が生じるのを効果的に抑制することが可能になる。

[0228] 第一の発明に係る本形態では、ロボット搭載位置P5は、バス2に近づいているバッテリー搭載部22にバッテリー3が完全に搭載されているとともに係合爪部41がバッテリー3に係合しているときの位置である。すなわち、第一の発明に係る本形態では、第2バッテリー乗継位置P4により近い位置をロボット搭載位置P5としてロボット5に教示している。そのため、バッテリー搭載部22からバッテリー置き台6へバッテリー3が載り移る際に、バッテリー置き台3とバッテリー搭載部22との間に大きな高低差が生じるのを効果的に抑制することが可能になる。

[0229] 第一の発明に係る本形態では、第1バッテリー乗継位置P3と第2バッテリー乗継位置P4とをロボット5に教示している。そのため、バッテリー置き台6からバッテリー搭載部22にバッテリー3が載り移る際にバッテリー置き台6とバッテリー搭載部22との間に高低差が生じるのを抑制することが可能になるとともに、バッテリー搭載部22からバッテリー置き台6にバッテリー3が載り移る際にバッテリー置き台6とバッテリー搭載部22との間に高低差が生じるのを抑制することが可能になる。すなわち、第一の発明に係る本形態では、バッテリー置き台6とバッテリー搭載部22との間でバッテリー3をやりとりする際に、バッテリー置き台6とバッテリー搭載部22との間に高低差が生じるのを効果的に抑制することが可能になり、その結果、バッテリー置き台6とバッテリー搭載部22との間でバッテリー3を円滑にやりとりすることが可能になる。

[0230] (第二の発明に係る本形態の主な効果)

以上説明したように、第二の発明に係る本形態では、バス2に搭載される4個のバッテリー3のうち交換されるバッテリー3を指定するバッテリー指

定信号を外部装置から制御部 9 1 が受け取ると、指定されたバッテリー 3 が搭載されるバッテリー置き台 6 に形成される検出用マーク 8 について計算された修正検出用マーク位置データが第 2 記憶部 9 3 から読み出される。また、第二の発明に係る本形態では、読み出された修正検出用マーク位置データを基準にロボット 5 を動作させて、指定されたバッテリー 3 が搭載されるバッテリー置き台 6 の検出用マーク 8 の実際の位置が検出される。さらに、第二の発明に係る本形態では、指定されたバッテリー 3 の引抜きおよび差込みを行うための拔差位置教示データが記憶部 9 2 から読み出され、検出用マーク 8 の実際の位置の検出結果に基づいて、この拔差位置教示データが補正される。

[0231] すなわち、第二の発明に係る本形態では、交換されるバッテリー 3 が搭載されるバッテリー置き台 6 に形成される検出用マーク 8 の検出結果に基づいて、交換されるバッテリー 3 の拔差位置教示データを補正し、補正後の拔差位置教示データに基づいてロボット 5 を動作させている。そのため、第二の発明に係る本形態では、バッテリー 3 により近い位置に形成される検出用マーク 8 の検出結果に基づいて、交換されるバッテリー 3 の拔差位置教示データを精度良く補正するとともに、精度良く補正された拔差位置教示データに基づいてロボット 5 を精度良く動作させることが可能になる。したがって、第二の発明に係る本形態では、特許文献 1 に記載のバッテリー交換装置が有するドッキングアームをロボット 5 が備えていなくても、バス 2 に搭載される 4 個のバッテリー 3 のそれぞれを適切に交換することが可能になる。すなわち、第二の発明に係る本形態では、ロボット 5 の構成が簡易であっても、バス 2 に搭載される 4 個のバッテリー 3 のそれぞれを適切に交換することが可能になる。

[0232] また、第二の発明に係る本形態では、交換されるバッテリー 3 が搭載されるバッテリー置き台 6 に形成される検出用マーク 8 の検出後に、バッテリー 3 の交換動作に移ることができるため、バッテリー 3 の交換時間を短縮することが可能になる。また、第二の発明に係る本形態では、交換されるバッテ

リー 3 を指定するバッテリー指定信号を外部装置から制御部 9 1 が受け取ると、指定されたバッテリー 3 が搭載されるバッテリー置き台 6 に形成される検出用マーク 8 について計算された修正検出用マーク位置データと、指定されたバッテリー 3 が搭載されるバッテリー置き台 6 に形成される検出用マーク 8 に関するバッテリー検出位置の校正データと、指定されたバッテリー 3 の引抜きおよび差込みを行うための抜差位置教示データとが自動的に読み出されるため、バッテリー 3 を交換する際に、外部装置とロボット 5 との間のデータの通信を簡素化することが可能になる。

[0233] 第二の発明に係る本形態では、バッテリー 3 を交換する際に、指定されたバッテリー 3 が搭載されるバッテリー置き台 6 に形成される検出用マーク 8 に関するバッテリー検出位置の校正データを読み出し、指定されたバッテリー 3 が搭載されるバッテリー置き台 6 の検出用マーク 8 の実際の位置の検出結果と読み出された校正データとに基づいて、指定されたバッテリー 3 の引抜きおよび差込みを行うための抜差位置教示データを補正している。そのため、第二の発明に係る本形態では、交換されるバッテリー 3 の抜差位置教示データをより精度良く補正することが可能になる。

[0234] (第三の発明にかかる本形態の主な効果)

第三の発明にかかる本形態のバッテリー 3 の 1 個の重量は、たとえば、数百 k g であるため、第 1 バッテリー収容部 4 A に対してバッテリー 3 を抜差しすると、第 2 バッテリー収容部 4 B の高さや傾きが変動して、第 2 バッテリー収容部 4 B に収容されるバッテリー 3 の高さや傾きが変動し、第 2 バッテリー収容部 4 B に対してバッテリー 3 を抜差しすると、第 1 バッテリー収容部 4 A の高さや傾きが変動して、第 1 バッテリー収容部 4 A に収容されるバッテリー 3 の高さや傾きが変動する。したがって、第 1 ロボット 5 A による第 1 バッテリー収容部 4 A に対するバッテリー 2 の抜差しと、第 2 ロボット 5 B による第 2 バッテリー収容部 4 B に対するバッテリー 3 の抜差しとを個別に行うと、第 1 ロボット 5 A によってバッテリー 3 の抜差しを行っている最中に第 1 バッテリー収容部 4 A や交換されるバッテリー 3 の高さや傾き

が予期せぬ変動をしたり、第2ロボット5 Bによってバッテリー3の抜き差しを行っている最中に第2バッテリー収容部4 Bや交換されるバッテリー3の高さや傾きが予期せぬ変動をしたりして、第1ロボット5 Aや第2ロボット5 Bを教示結果に基づいて動作させても、バッテリー3を適切に引き抜いたり、差し込んだりできない状況が生じうる。

[0235] 第三の発明にかかる本形態では、バス2からのバッテリー3の引き抜き時に、第1ロボット5 Aによるバッテリー3の引き抜き動作と第2ロボット5 Bによるバッテリー3の引き抜き動作との同期をとっている。また、第三の発明にかかる本形態では、バス2へのバッテリー3の差し込み時に、第1ロボット5 Aによるバッテリー3の差し込み動作と第2ロボット5 Bによるバッテリー3の差し込み動作との同期をとっている。すなわち、第三の発明にかかる本形態では、第1ロボット5 Aによるバッテリー3の引き抜き動作と第2ロボット5 Bによるバッテリー3の引き抜き動作とをほぼ同時に行うとともに、第1ロボット5 Aによるバッテリー3の差し込み動作と第2ロボット5 Bによるバッテリー3の差し込み動作とをほぼ同時に行っている。

[0236] そのため、第三の発明にかかる本形態では、第1ロボット5 Aによってバッテリー3の抜き差しを行っているときの、第1バッテリー収容部4 Aや交換されるバッテリー3の高さや傾きの予期せぬ変動を防止するとともに、第2ロボット5 Bによってバッテリー3の抜き差しを行っているときの、第2バッテリー収容部4 Bや交換されるバッテリー3の高さや傾きの予期せぬ変動を防止することが可能になる。すなわち、第三の発明にかかる本形態では、第1ロボット5 Aによってバッテリー3の抜き差しが行われているときの第1バッテリー収容部4 Aや交換されるバッテリー3の高さや傾きの変動を予測した第1ロボット5 Aへの抜き差し位置の教示が可能になり、また、第2ロボット5 Bによってバッテリー3の抜き差しが行われているときの第2バッテリー収容部4 Bや交換されるバッテリー3の高さや傾きの変動を予測した第2ロボット5 Bへの抜き差し位置の教示が可能になる。その結果、第三の発明にかかる本形態では、第1ロボット5 Aや第2ロボット5 Bを教示結果に基づいて動

作させれば、バス 2 の両方の側面 2 a 側のそれぞれにバッテリー収容部 4 が形成されたバス 2 のバッテリー 3 を適切に交換することが可能になる。

[0237] また、第三の発明にかかる本形態では、第 1 ロボット 5 A によるバッテリー 3 の引抜き動作と第 2 ロボット 5 B によるバッテリー 3 の引抜き動作とをほぼ同時に行うとともに、第 1 ロボット 5 A によるバッテリー 3 の差込み動作と第 2 ロボット 5 B によるバッテリー 3 の差込み動作とをほぼ同時に行っているため、バッテリー 3 の交換時間を短縮することが可能になる。

[0238] (第四の発明にかかる本形態の主な効果)

以上説明したように、第四の発明にかかる本形態では、制御部 9 1 は、2 個の検出機構 2 1 のそれぞれの発光部からのレーザ光がバッテリー置き台 6 に形成される 2 個の検出用マーク 8 のそれぞれを左右方向で横切るように、バッテリー搭載部 2 2 を左右方向へ移動させて、前後左右方向におけるバッテリー置き台 6 の位置、バッテリー置き台 6 の高さ、前後方向から見たときの左右方向に対するバッテリー置き台 6 の傾き、および、上下方向から見たときの左右方向に対するバッテリー置き台 6 の傾きを算出している。すなわち、第四の発明にかかる本形態では、制御部 9 1 は、バッテリー 3 の位置や傾きを間接的に算出している。そのため、第四の発明にかかる本形態では、バス 2 の停止精度が低くても、バス 2 に搭載されているバッテリー 3 の位置や傾きを適切に検出して、ロボット 5 とバッテリー 3 との位置合わせを行うことが可能になる。したがって、第四の発明にかかる本形態では、バス 2 に搭載されているバッテリー 3 を適切に交換することが可能になる。

[0239] また、たとえば、検出機構 2 1 がイメージセンサである場合には、イメージセンサで撮影された画像を処理するための画像処理装置等が必要となり、ロボット 5 が高価になるが、第四の発明にかかる本形態では、検出機構 2 1 はレーザセンサであるため、ロボット 5 のコストを低減することが可能になる。

[0240] 第四の発明にかかる本形態では、検出用マーク 8 は、上側に向かうにしたがって左右方向の幅が次第に狭くなる略正三角形形状に形成されている。その

ため、本形態では、比較的容易な処理で、上下方向、左右方向および前後方向におけるバッテリー置き台 6 の位置を算出することが可能になる。また、比較的容易な処理で、バッテリー置き台 6 の、前後方向から見たときの左右方向に対する傾き、および、上下方向から見たときの左右方向に対する傾きを算出することが可能になる。

[0241] 第四の発明にかかる本形態では、バッテリー置き台 6 に形成される 2 個の検出用マーク 8 のそれぞれをレーザ光が横切るように 2 個の検出機構 21 がバッテリー搭載部 22 に取り付けられている。そのため、2 個の検出機構 21 のそれぞれによって、2 個の検出用マーク 8 のそれぞれを同時に検出することが可能になる。したがって、本形態では、上下方向、左右方向および前後方向におけるバッテリー置き台 6 の位置、バッテリー置き台 6 の、前後方向から見たときの左右方向に対する傾き、および、上下方向から見たときの左右方向に対する傾きを短時間で検出することが可能になる。

[0242] 第四の発明にかかる本形態では、制御部 91 は、ステップ S65 において、基準位置に停止するバス 2 のバッテリー置き台 6 の、検出機構 21 での検出結果に基づいて算出される位置および傾きと、バッテリー 3 が交換されるバス 2 のバッテリー置き台 6 の、検出機構 21 での検出結果に基づいて算出される位置および傾きとに基づいて、拔差位置教示データを補正するための補正值を算出し、ステップ S66 において、この補正值に基づいて拔差位置教示データを補正している。そのため、第四の発明にかかる本形態では、バス 2 に搭載されているバッテリー 3 をロボット 5 によって適切に拔差しすることが可能になる。

[0243] (他の実施の形態)

上述した形態は、本発明の好適な形態の一例ではあるが、これに限定されるものではなく本発明の要旨を変更しない範囲において種々変形実施が可能である。

[0244] まず、第一の発明および第二の発明にかかる他の実施の形態について説明する。

上述した形態では、第1バッテリー乗継位置P3と第2バッテリー乗継位置P4との2箇所のバッテリー乗継位置をロボット5に教示している。この他にもたとえば、1箇所のバッテリー乗継位置をロボット5に教示しても良いし、3箇所以上のバッテリー乗継位置をロボット5に教示しても良い。

[0245] 上述した形態では、検出用マーク8は、バッテリー置き台6の前面から突出する平板状に形成されている。この他にもたとえば、検出用マーク8は、バッテリー置き台6の前面から窪む凹部であっても良い。たとえば、図32に示すように、バッテリー置き台6の前壁を貫通する略正三角形の貫通孔6aと、貫通孔6aを塞ぐようにバッテリー置き台6の前壁の後面に固定される反射板110とによって、検出用マーク8が形成されても良い。この場合には、バッテリー置き台6の製作時に、プレスによる抜き加工でバッテリー置き台6の前壁に貫通孔6aを形成することが可能になるため、平板状に形成される検出用マーク8をバッテリー置き台6の前面に固定する場合と比較して、検出用マーク8の位置精度を高めることが可能になる。

[0246] 上述した形態では、検出機構21は、レーザセンサであるが、検出機構21は、レーザセンサでなくても良い。たとえば、検出機構21は、カメラであっても良い。この場合には、バッテリー3と検出機構21との距離は、検出機構21（すなわち、カメラ）の被写界深度を利用して検出すれば良い。また、検出機構21は、超音波センサと、レーザセンサまたはカメラとの組合せであっても良い。この場合には、超音波センサによって、バッテリー3の前後方向の位置が検出され、レーザセンサまたはカメラによって、バッテリー3の上下左右方向の位置が検出される。

[0247] 上述した形態では、検出用マーク8は、上下方向でその幅が変化する略三角形に形成されているが、検出用マーク8は、上下方向でその幅が変化する略台形状に形成されても良い。また、検出用マーク8は、円形状に形成されても良い。検出用マーク8が円形状に形成される場合には、検出機構21が左右方向および上下方向で検出用マーク8を横切るようにバッテリー搭載部22を移動させて、検出用マーク8の中心位置を検出することで、バッテ

リー３の上下左右方向の位置を検出すれば良い。また、この場合には、たとえば、検出用マーク８の中心位置と検出機構２１との距離からバッテリー３の前後方向の位置を検出すれば良い。

[0248] 上述した形態では、検出機構２１は、バッテリー搭載部２２に取り付けられているが、検出機構２１は、バッテリー係合部２４に取り付けられても良い。また、上述した形態では、ロボット５は、バス２に搭載されるバッテリー３を交換するためのロボットであるが、ロボット５は、トラックや自家用車等のバス２以外の車両のバッテリー３を交換するためのロボットであっても良い。

[0249] 次に、第三の発明にかかる他の実施の形態について説明する。

上述した形態では、共通制御部９４から第１制御部９２および第２制御部９３へシリアルに制御指令が送られるため、第２ロボット５Ｂのバッテリー係合部２４によるバッテリー３の引抜き動作は、第１ロボット５Ａのバッテリー係合部２４によるバッテリー３の引抜き動作よりもわずかに遅れて開始され、また、第２ロボット５Ｂのバッテリー係合部２４によるバッテリー３の差込み動作は、第１ロボット５Ａのバッテリー係合部２４によるバッテリー３の差込み動作よりもわずかに遅れて開始されている。この他にもたとえば、共通制御部９４から第１制御部９２および第２制御部９３へ平行で制御指令を送ることが可能であれば、第１ロボット５Ａのバッテリー係合部２４によるバッテリー３の引抜き動作と、第２ロボット５Ｂのバッテリー係合部２４によるバッテリー３の引抜き動作とが同時に開始されても良いし、第１ロボット５Ａのバッテリー係合部２４によるバッテリー３の差込み動作と、第２ロボット５Ｂのバッテリー係合部２４によるバッテリー３の差込み動作とが同時に開始されても良い。

[0250] 上述した形態では、第１制御部９２および第２制御部９３は、共通制御部９４を介して上位制御部９５に電氣的に接続されている。この他にもたとえば、第１制御部９２および第２制御部９３が直接、上位制御部９５に電氣的に接続されても良い。この場合には、たとえば、上位制御部９５から第１制

御部 9 2 および第 2 制御部 9 3 へ送られる制御指令のタイミングによって、第 1 制御部 9 2 に制御される第 1 ロボット 5 A のバッテリー 3 の抜差し動作と第 2 制御部 9 3 に制御される第 2 ロボット 5 B のバッテリー 3 の抜差し動作との同期をとれば良い。また、第 1 制御部 9 2 と第 2 制御部 9 3 とにマスター／スレーブの割り付けを行い（すなわち、主従関係を持たせて）、たとえば、第 1 制御部 9 2 からの制御指令を受け取った第 2 制御部 9 3 が、第 1 ロボット 5 A のバッテリー 3 の抜差し動作と第 2 ロボット 5 B のバッテリー 3 の抜差し動作との同期をとるように第 2 ロボット 5 B を制御しても良い。

[0251] 上述した形態では、検出機構 2 1 は、レーザセンサであるが、検出機構 2 1 は、レーザセンサでなくても良い。たとえば、検出機構 2 1 は、カメラであっても良い。この場合には、バッテリー 3 と検出機構 2 1 との距離は、検出機構 2 1（すなわち、カメラ）の被写界深度を利用して検出すれば良い。また、検出機構 2 1 は、超音波センサと、レーザセンサまたはカメラとの組合せであっても良い。この場合には、超音波センサによって、バッテリー 3 の前後方向の位置が検出され、レーザセンサまたはカメラによって、バッテリー 3 の上下左右方向の位置が検出される。

[0252] 上述した形態では、検出用マーク 8 は、上下方向でその幅が変化する略三角形形状に形成されているが、検出用マーク 8 は、上下方向でその幅が変化する略台形状に形成されても良い。また、検出用マーク 8 は、円形状に形成されても良い。検出用マーク 8 が円形状に形成される場合には、検出機構 2 1 が左右方向および上下方向で検出用マーク 8 を横切るようにバッテリー搭載部 2 2 を移動させて、検出用マーク 8 の中心位置を検出することで、バッテリー 3 の上下左右方向の位置を検出すれば良い。また、この場合には、たとえば、検出用マーク 8 の中心位置と検出機構 2 1 との距離からバッテリー 3 の前後方向の位置を検出すれば良い。

[0253] 上述した形態では、検出機構 2 1 は、バッテリー搭載部 2 2 に取り付けられているが、検出機構 2 1 は、バッテリー係合部 2 4 に取り付けられても良い。また、上述した形態では、ロボット 5 は、バス 2 に搭載されるバッテリ

ー３を交換するためのロボットであるが、ロボット５は、トラックや自家用車等のバス２以外の車両のバッテリー３を交換するためのロボットであっても良い。

[0254] 次に、第四の発明にかかる他の実施の形態について説明する。

上述した形態では、検出用マーク８は、上側に向かうにしたがって左右方向の幅が次第に狭くなる略正三角形形状に形成されている。この他にもたとえば、検出用マーク８は、下側に向かうにしたがって左右方向の幅が次第に狭くなる略正三角形形状に形成されても良い。また、検出用マーク８は、上側または下側に向かうにしたがって左右方向の幅が次第に狭くなる正三角形以外の三角形形状に形成されても良い。また、検出用マーク８は、上側または下側に向かうにしたがって左右方向の幅が次第に狭くなる略台形状に形成されても良い。また、上側または下側に向かうにしたがって左右方向の幅が次第に狭くなるのであれば、検出用マーク８は、三角形形状および台形状以外の形状に形成されても良い。

[0255] また、検出用マーク８は、円形状に形成されても良い。検出用マーク８が円形状に形成される場合には、検出機構２１が左右方向および上下方向で検出用マーク８を横切るようにバッテリー搭載部２２を移動させて、検出用マーク８の中心位置を検出することで、バッテリー３の上下左右方向の位置を検出すれば良い。また、この場合には、たとえば、検出用マーク８の中心位置と検出機構２１との距離からバッテリー３の前後方向の位置を検出すれば良い。

[0256] 上述した形態では、検出用マーク８は、バッテリー置き台６の前面から突出する平板状に形成されている。この他にもたとえば、検出用マーク８は、バッテリー置き台６の前面から窪む凹部であっても良い。たとえば、図３７に示すように、バッテリー置き台６の前壁を貫通する略正三角形形状の貫通孔６ａと、貫通孔６ａを塞ぐようにバッテリー置き台６の前壁の後面に固定される反射板１１０とによって、検出用マーク８が形成されても良い。この場合には、バッテリー置き台６の製作時に、プレスによる抜き加工でバッテリ

一置き台 6 の前壁に貫通孔 6 a を形成することが可能になるため、平板状に形成される検出用マーク 8 をバッテリー置き台 6 の前面に固定する場合と比較して、検出用マーク 8 の位置精度を高めることが可能になる。

[0257] 上述した形態では、検出用マーク 8 は、バッテリー置き台 6 に形成されているが、検出用マーク 8 は、バッテリー 3 に形成されても良い。また、上述した形態では、検出機構 2 1 は、バッテリー搭載部 2 2 に取り付けられているが、検出機構 2 1 は、バッテリー係合部 2 4 に取り付けられても良い。

[0258] 上述した形態では、バッテリー搭載部 2 2 に 2 個の検出機構 2 1 が取り付けられているが、バッテリー搭載部 2 2 に取り付けられる検出機構 2 1 は、1 個であっても良い。この場合には、1 個の検出機構 2 1 が 2 個の検出用マーク 8 を順番に左右方向で横切るようにバッテリー搭載部 2 2 を移動させることで、前後左右方向におけるバッテリー 3 の位置、バッテリー 3 の高さ、前後方向から見たときの左右方向に対するバッテリー 3 の傾き、および、上下方向から見たときの左右方向に対するバッテリー 3 の傾きを検出することが可能である。

[0259] 上述した形態では、バッテリー置き台 6 に 2 個の検出用マーク 8 が形成されているが、バッテリー置き台 6 に 3 個以上の検出用マーク 8 が形成されても良い。また、上述した形態では、ロボット 5 は、バス 2 に搭載されるバッテリー 3 を交換するためのロボットであるが、ロボット 5 は、トラックや自家用車等のバス 2 以外の車両のバッテリー 3 を交換するためのロボットであっても良い。

符号の説明

- [0260]
- 1 バッテリー交換システム
 - 2 バス（車両）
 - 2 a 側面
 - 3 バッテリー
 - 4 A 第 1 バッテリー収容部
 - 4 B 第 2 バッテリー収容部

- 5 ロボット（バッテリー交換ロボット）
- 5 A 第1ロボット（第1バッテリー交換ロボット）
- 5 B 第2ロボット（第2バッテリー交換ロボット）
- 6 バッテリー置き台
- 8 検出用マーク
- 8 a 第1被検出部分（被検出部分）
- 8 b 第2被検出部分（被検出部分）
- 1 7 バッテリー抜差機構
- 2 1 検出機構
- 2 2 バッテリー搭載部
- 2 4 バッテリー係合部
- 2 6 保持部材
- 9 1 制御部
- 9 2 第1制御部
- 9 3 第2制御部
- 9 4 共通制御部
- P 2 車両搭載位置
- P 3 第1バッテリー乗継位置（バッテリー乗継位置）
- P 4 第2バッテリー乗継位置（バッテリー乗継位置）
- P 5 ロボット搭載位置
- X 前後方向
- Y 左右方向
- Z 上下方向

請求の範囲

[請求項1] 車両に搭載されているバッテリーの引抜き時および／または前記車両への前記バッテリーの差込み時に前記バッテリーが搭載されるバッテリー搭載部と、前記バッテリーの引抜き時および／または差込み時に前記バッテリーに係合して前記バッテリー搭載部上で前記バッテリーを移動させるバッテリー係合部とを備え、前記車両に搭載されている前記バッテリーを交換するバッテリー交換ロボットの教示方法であって、

前記車両のバッテリー置き台に前記バッテリーが搭載されているときの車両搭載位置と、前記バッテリー置き台と前記バッテリー搭載部との両方に前記バッテリーが搭載されているときのバッテリー乗継位置と、前記バッテリー搭載部に前記バッテリーが搭載されているときのロボット搭載位置とを教示することを特徴とするバッテリー交換ロボットの教示方法。

[請求項2] 前記バッテリー交換ロボットは、前記バッテリー搭載部および前記バッテリー係合部を保持する保持部材を備え、

前記バッテリー搭載部および前記バッテリー係合部は、前記車両に近づく方向および前記車両から離れる方向へ移動可能となっており、

前記バッテリー乗継位置では、前記バッテリー搭載部は、前記車両に近づく方向へ移動して前記保持部材から突出していることを特徴とする請求項1記載のバッテリー交換ロボットの教示方法。

[請求項3] 前記車両搭載位置は、前記車両に近づいている前記バッテリー係合部が前記バッテリー置き台に搭載されている前記バッテリーに係合可能となるとともに、前記車両に近づいている前記バッテリー搭載部と前記バッテリーが搭載されている前記バッテリー置き台との間で前記バッテリーの載り移りが可能となるときの位置であることを特徴とする請求項1または2記載のバッテリー交換ロボットの教示方法。

[請求項4] 前記ロボット搭載位置は、前記車両に近づいている前記バッテリー

搭載部に前記バッテリーが完全に搭載されているとともに、前記バッテリー係合部が前記バッテリーに係合しているときの位置であることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載のバッテリー交換ロボットの教示方法。

[請求項5] 前記バッテリー乗継位置として、前記バッテリー置き台から前記バッテリー搭載部へ前記バッテリーが載り移り始めたとき、または、前記バッテリー搭載部から前記バッテリー置き台へ前記バッテリーが載り移り終わるときの第 1 バッテリー乗継位置と、前記バッテリー搭載部から前記バッテリー置き台へ前記バッテリーが載り移り始めたとき、または、記バッテリー置き台から前記バッテリー搭載部へ前記バッテリーが載り移り終わるとき
の第 2 バッテリー乗継位置とを教示することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載のバッテリー交換ロボットの教示方法。

[請求項6] 請求項 1 から 5 のいずれかに記載のバッテリー交換ロボットの教示方法で教示されたことを特徴とするバッテリー交換ロボット。

[請求項7] 車両に搭載されている複数のバッテリーを交換するためのバッテリー交換ロボットであって、

前記車両からの複数の前記バッテリーのそれぞれの引抜きおよび／または前記車両への複数の前記バッテリーのそれぞれの差込みを行うバッテリー抜差機構と、前記車両に取り付けられるとともに複数の前記バッテリーのそれぞれが搭載される複数のバッテリー置き台のそれぞれに形成される複数の検出用マークのそれぞれを検出するための検出機構と、前記バッテリー交換ロボットを制御する制御部とを備え、

前記制御部は、前記バッテリー抜差機構による複数の前記バッテリーのそれぞれの引抜きおよび／または差込みを行うために所定の基準位置に停止する前記車両を用いて前記バッテリー交換ロボットに教示された抜差位置の教示データである抜差位置教示データと、前記バッテリーが実際に交換される前記車両の複数の前記検出用マークのそれ

それぞれの検出を前記検出機構によって行うときの基準となる検出用位置のデータである検出用位置データとを記憶するとともに、

複数の前記バッテリーのうちの交換対象となる1つの前記バッテリーを第1バッテリーとし、前記第1バッテリーの引抜きおよび／または差込みを行うための前記抜差位置教示データを第1抜差位置教示データとし、複数の前記検出用マークのうちの前記第1バッテリーが搭載される前記バッテリー置き台に形成される前記検出用マークを第1検出用マークとし、前記第1検出用マークの検出を行うときの前記検出用位置データを第1検出用位置データとすると、

前記制御部は、前記バッテリーが実際に交換される前記車両に対する前記第1バッテリーの抜差し時に、前記第1検出用位置データを前記第1バッテリーの交換用のデータとして読み出し、前記第1検出用位置データを基準にして前記バッテリー交換ロボットを動作させて前記第1検出用マークの検出を行うとともに、前記第1検出用マークの検出結果に基づいて、前記第1抜差位置教示データを補正し、補正後の前記第1抜差位置教示データに基づいて前記バッテリー交換ロボットを動作させることを特徴とするバッテリー交換ロボット。

[請求項8] 前記基準位置に停止する前記車両を用い前記検出機構によって実際に検出される前記車両の位置である車両基準位置と、前記バッテリーが実際に交換される前記車両の、前記検出機構によって検出される位置である車両実際位置との差を車両位置偏差とすると、

前記制御部は、複数の前記検出用マークのそれぞれの位置を検出するために前記基準位置に停止する前記車両を用い前記バッテリー交換ロボットに教示された検出用マーク教示位置と前記車両位置偏差とに基づいて、前記検出用位置を算出することを特徴とする請求項7記載のバッテリー交換ロボット。

[請求項9] 前記制御部は、前記基準位置に停止する前記車両を用い前記検出機構によって実際に検出される前記検出用マークの位置である検出用マ

ーク基準位置のデータである検出用マーク基準位置データを記憶するとともに、

前記検出機構によって検出される前記第1検出用マークの位置である前記検出用マーク基準位置としての第1検出用マーク基準位置のデータを第1検出用マーク基準位置データとすると、

前記制御部は、前記バッテリーが実際に交換される前記車両に対する前記第1バッテリーの抜き差し時に、前記第1検出用マーク基準位置データを前記第1バッテリーの交換用のデータとして読み出して、前記第1検出用マークの検出結果と前記第1検出用マーク基準位置データとに基づいて前記第1抜き差し位置指示データを補正することを特徴とする請求項7または8記載のバッテリー交換ロボット。

[請求項10]

前記バッテリーが実際に交換される前記車両の前記第1検出用マークの、前記検出機構によって検出される位置である第1検出用マーク実際位置と前記第1検出用マーク基準位置との差を第1検出用マーク位置偏差とすると、

前記制御部は、前記第1バッテリーの引き抜きおよび／または差し込みを行うための前記抜き差し位置である第1抜き差し位置を前記第1検出用マーク位置偏差に基づいて補正した第1補正位置を算出して前記第1抜き差し位置指示データを補正することを特徴とする請求項9記載のバッテリー交換ロボット。

[請求項11]

車両に搭載されている複数のバッテリーのそれぞれの引き抜きおよび／または前記車両への複数の前記バッテリーのそれぞれの差し込みを行うバッテリー抜き差し機構と、前記車両に取り付けられるとともに複数の前記バッテリーのそれぞれが搭載される複数のバッテリー置き台のそれぞれに形成される複数の検出用マークのそれぞれを検出するための検出機構とを備え、前記車両に搭載されている前記バッテリーを交換するバッテリー交換ロボットの制御方法であって、

前記バッテリー抜き差し機構による複数の前記バッテリーのそれぞれの

引抜きおよび／または差込みを行うために所定の基準位置に停止する前記車両を用いて前記バッテリー交換ロボットに教示された拔差位置の教示データである拔差位置教示データと、前記バッテリーが実際に交換される前記車両の複数の前記検出用マークのそれぞれの検出を前記検出機構によって行うときの基準となる検出用位置のデータである検出用位置データとを記憶するとともに、

複数の前記バッテリーのうちの交換対象となる１つの前記バッテリーを第１バッテリーとし、前記第１バッテリーの引抜きおよび／または差込みを行うための前記拔差位置教示データを第１拔差位置教示データとし、複数の前記検出用マークのうちの前記第１バッテリーが搭載される前記バッテリー置き台に形成される前記検出用マークを第１検出用マークとし、前記第１検出用マークの検出を行うときの前記検出用位置データを第１検出用位置データとすると、

前記バッテリーが実際に交換される前記車両に対する前記第１バッテリーの拔差し時に、前記第１検出用位置データを前記第１バッテリーの交換用のデータとして読み出し、前記第１検出用位置データを基準にして前記バッテリー交換ロボットを動作させて前記第１検出用マークの検出を行うとともに、前記第１検出用マークの検出結果に基づいて、前記第１拔差位置教示データを補正し、補正後の前記第１拔差位置教示データに基づいて前記バッテリー交換ロボットを動作させることを特徴とするバッテリー交換ロボットの制御方法。

[請求項12]

前記基準位置に停止する前記車両を用い前記検出機構によって実際に検出される前記検出用マークの位置である検出用マーク基準位置のデータである検出用マーク基準位置データを記憶するとともに、

前記検出機構によって実際に検出される前記第１検出用マークの位置である前記検出用マーク基準位置としての第１検出用マーク基準位置のデータを第１検出用マーク基準位置データとすると、

前記バッテリーが実際に交換される前記車両に対する前記第１バッ

テリーの抜き差し時に、前記第1検出用マーク基準位置データを前記第1バッテリーの交換用のデータとして読み出して、前記第1検出用マークの検出結果と前記第1検出用マーク基準位置データとに基づいて前記第1抜き差し位置指示データを補正することを特徴とする請求項1記載のバッテリー交換ロボットの制御方法。

[請求項13] 車両に搭載されているバッテリーを交換するバッテリー交換システムであって、

前記車両の一方の側面側に取り付けられた第1バッテリー収容部に収容されている前記バッテリーを交換するための第1バッテリー交換ロボットと、前記車両の他方の側面側に取り付けられた第2バッテリー収容部に収容されている前記バッテリーを交換するための第2バッテリー交換ロボットと、前記バッテリー交換システムを制御する制御部とを備え、

前記制御部は、前記車両からの前記バッテリーの引き抜き時および前記車両への前記バッテリーの差し込み時に、前記第1バッテリー交換ロボットの動作と前記第2バッテリー交換ロボットの動作との同期をとることを特徴とするバッテリー交換システム。

[請求項14] 前記制御部は、前記第1バッテリー交換ロボットを制御する第1制御部と、前記第2バッテリー交換ロボットを制御する第2制御部と、前記第1制御部および前記第2制御部が並列に接続される共通制御部とを備え、前記共通制御部から前記第1制御部および前記第2制御部へ送られる制御指令のタイミングによって、前記第1バッテリー交換ロボットの動作と前記第2バッテリー交換ロボットの動作との同期をとることを特徴とする請求項13記載のバッテリー交換システム。

[請求項15] 前記第1バッテリー交換ロボットおよび前記第2バッテリー交換ロボットは、前記車両からの前記バッテリーの引き抜き時および前記車両への前記バッテリーの差し込み時に前記バッテリーが搭載されるバッテリー搭載部と、前記車両からの前記バッテリーの引き抜き時および前記

車両への前記バッテリーの差込み時に前記バッテリーに係合して前記バッテリー搭載部上で前記バッテリーを移動させるバッテリー係合部とを備え、

前記バッテリー搭載部および前記バッテリー係合部は、前記車両に近づく方向および前記車両から離れる方向へ移動可能となっており、

前記車両からの前記バッテリーの引抜き時に、前記第1制御部は、前記車両に近づいている前記バッテリー搭載部と前記車両との間で前記バッテリーの載り移りが可能となるととともに前記車両に近づいている前記バッテリー係合部が前記車両に搭載されている前記バッテリーに係合した引抜き可能状態で前記第1バッテリー交換ロボットを一時停止させ、前記第2制御部は、前記引抜き可能状態で前記第2バッテリー交換ロボットを一時停止させ、前記共通制御部は、前記第1バッテリー交換ロボットと前記第2バッテリー交換ロボットとが前記引抜き可能状態で一時停止していることを確認すると、前記第1制御部および前記第2制御部へ前記制御指令を送って、前記第1バッテリー交換ロボットの前記バッテリー係合部による前記バッテリーの引抜き動作と前記第2バッテリー交換ロボットの前記バッテリー係合部による前記バッテリーの引抜き動作とを開始させることを特徴とする請求項14記載のバッテリー交換システム。

[請求項16]

前記第1バッテリー交換ロボットおよび前記第2バッテリー交換ロボットは、前記車両からの前記バッテリーの引抜き時および前記車両への前記バッテリーの差込み時に前記バッテリーが搭載されるバッテリー搭載部と、前記車両からの前記バッテリーの引抜き時および前記車両への前記バッテリーの差込み時に前記バッテリーに係合して前記バッテリー搭載部上で前記バッテリーを移動させるバッテリー係合部とを備え、

前記バッテリー搭載部および前記バッテリー係合部は、前記車両に近づく方向および前記車両から離れる方向へ移動可能となっており、

前記車両への前記バッテリーの差込み時に、前記第1制御部は、前記車両に近づいている前記バッテリー搭載部と前記車両との間で前記バッテリーの載り移りが可能となるととともに前記バッテリー搭載部に搭載されている前記バッテリーに前記バッテリー係合部が係合している差込み可能状態で前記第1バッテリー交換ロボットを一時停止させ、前記第2制御部は、前記差込み可能状態で前記第2バッテリー交換ロボットを一時停止させ、前記共通制御部は、前記第1バッテリー交換ロボットと前記第2バッテリー交換ロボットとが前記差込み可能状態で一時停止していることを確認すると、前記第1制御部および前記第2制御部へ前記制御指令を送って、前記第1バッテリー交換ロボットの前記バッテリー係合部による前記バッテリーの差込み動作と前記第2バッテリー交換ロボットの前記バッテリー係合部による前記バッテリーの差込み動作とを開始させることを特徴とする請求項14または15記載のバッテリー交換システム。

[請求項17]

車両の一方の側面側に取り付けられた第1バッテリー収容部に収容されているバッテリーを交換するための第1バッテリー交換ロボットと、前記車両の他方の側面側に取り付けられた第2バッテリー収容部に収容されている前記バッテリーを交換するための第2バッテリー交換ロボットとを備え、前記車両に搭載されている前記バッテリーを交換するバッテリー交換システムの制御方法であって、

前記車両からの前記バッテリーの引抜き時および前記車両への前記バッテリーの差込み時に、前記第1バッテリー交換ロボットの動作と前記第2バッテリー交換ロボットの動作との同期をとることを特徴とするバッテリー交換システムの制御方法。

[請求項18]

車両に搭載されているバッテリーを交換するためのバッテリー交換ロボットであって、

前記車両と前記バッテリー交換ロボットとが向き合う方向を前後方向とし、前後方向と上下方向とに略直交する方向を左右方向とすると

、

前記車両に取り付けられるとともに前記バッテリーが搭載されるバッテリー置き台または前記バッテリーに左右方向に所定の間隔をあけた状態で形成される複数の検出用マークボットの制御部とを備え、

前記検出機構は、レーザ光を射出する発光部と、前記発光部から射出されるレーザ光を反射する反射物で反射されたレーザ光を受光する受光部とを備えるレーザセンサであり、

前記制御部は、前記検出機構から射出されるレーザ光が複数の前記検出用マークのそれぞれを左右方向で横切るように前記検出機構を左右方向へ移動させるとともに前記検出機構による前記検出用マークの検出結果に基づいて前記バッテリー置き台または前記バッテリーの位置および傾きを算出することを特徴とするバッテリー交換ロボット。

[請求項19]

前記検出機構は、前記検出機構と前記反射物との距離を測定することが可能となっており、

前記検出用マークは、上側または下側に向かうにしたがって左右方向の幅が次第に狭くなるように形成され、

前記検出機構から射出されるレーザ光が前記検出用マークを左右方向で横切るときに、前記検出用マークの、前記検出機構からのレーザ光を反射する部分を被検出部分とすると、

前記制御部は、前記被検出部分の左右方向の幅に基づいて前記バッテリー置き台または前記バッテリーの高さを算出し、前記被検出部分の左右方向の中心位置に基づいて左右方向における前記バッテリー置き台または前記バッテリーの位置を算出し、前記被検出部分の左右方向の中心位置と前記検出機構との前後方向の距離に基づいて前後方向における前記バッテリー置き台または前記バッテリーの位置を算出することを特徴とする請求項18記載のバッテリー交換ロボット。

[請求項20]

前記バッテリー置き台または前記バッテリーには、2個の前記検出用マークが形成され、

前記バッテリー交換ロボットには、２個の前記検出用マークのそれぞれを左右方向で横切るように２個の前記検出機構が取り付けられ、

前記検出機構は、前記検出機構と前記反射物との距離を測定することが可能となっており、

前記検出用マークは、上側または下側に向かうにしたがって左右方向の幅が次第に狭くなるように形成され、

一方の前記検出機構から射出されるレーザ光が一方の前記検出用マークを左右方向で横切るときに、一方の前記検出用マークの、一方の前記検出機構からのレーザ光を反射する部分を第１被検出部分とし、他方の前記検出機構から射出されるレーザ光が他方の前記検出用マークを左右方向で横切るときに、他方の前記検出用マークの、他方の前記検出機構からのレーザ光を反射する部分を第２被検出部分とすると、

前記制御部は、前記第１被検出部分の左右方向の幅と前記第２被検出部分の左右方向の幅とに基づいて、前記バッテリー置き台または前記バッテリーの前後方向から見たときの左右方向に対する傾きを算出し、前記第１被検出部分の左右方向の中心位置と一方の前記検出機構との前後方向の距離と、前記第２被検出部分の左右方向の中心位置と他方の前記検出機構との前後方向の距離とに基づいて、前記バッテリー置き台または前記バッテリーの上下方向から見たときの左右方向に対する傾きを算出することを特徴とする請求項１８または１９記載のバッテリー交換ロボット。

[請求項21]

前記車両からの前記バッテリーの引抜きおよび／または前記車両への前記バッテリーの差込みを行うバッテリー抜き差し機構を備え、

前記制御部は、所定の基準位置に停止する前記車両の前記バッテリー置き台または前記バッテリーの、前記検出機構での検出結果に基づいて算出される位置および傾きと、前記バッテリーが交換される前記車両の前記バッテリー置き台または前記バッテリーの、前記検出機構

での検出結果に基づいて算出される位置および傾きとに基づいて、前記バッテリー抜差機構による前記バッテリーの引抜きおよび／または差込みを行うために前記基準位置に停止する前記車両を用いて前記バッテリー交換ロボットに教示された抜差位置の教示データを補正するための補正值を算出することを特徴とする請求項 18 から 20 のいずれかに記載のバッテリー交換ロボット。

[請求項22]

車両に搭載されているバッテリーを交換するためのバッテリー交換ロボットを有するバッテリー交換システムであって、

前記車両と前記バッテリー交換ロボットとが向き合う方向を前後方向とし、前後方向と上下方向とに略直交する方向を左右方向とすると、

前記車両に取り付けられるとともに前記バッテリーが搭載されるバッテリー置き台と、

前記バッテリー置き台または前記バッテリーに左右方向に所定の間隔をあけた状態で形成される複数の検出用マークと、複数の前記検出用マークを検出するための検出機構と、前記検出機構が電氣的に接続される前記バッテリー交換ロボットの制御部とを備え、

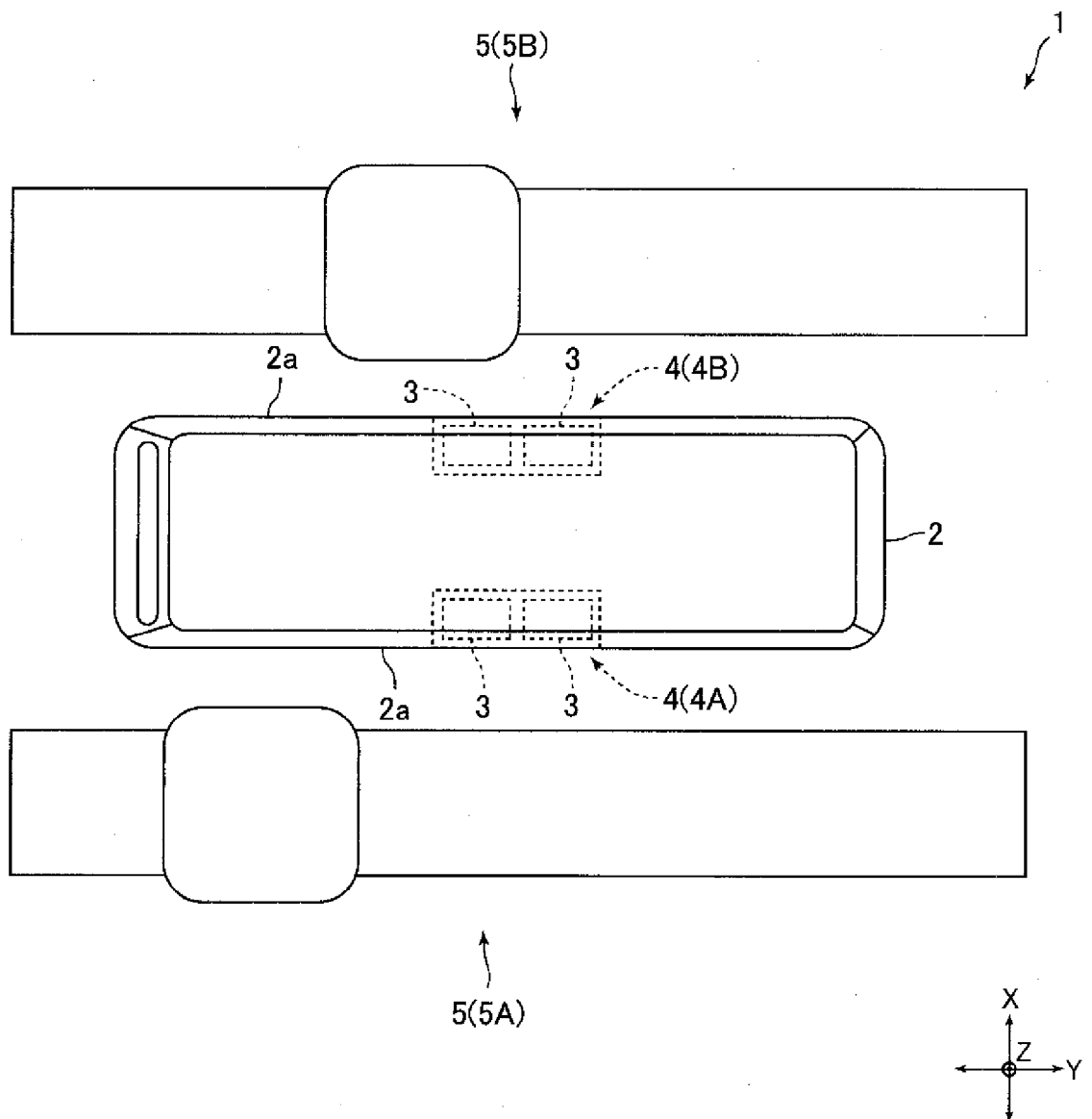
前記検出機構は、レーザ光を射出する発光部と、前記発光部から射出されるレーザ光を反射する反射物で反射されたレーザ光を受光する受光部とを備えるレーザセンサであり、

前記制御部は、前記検出機構から射出されるレーザ光が複数の前記検出用マークのそれぞれを左右方向で横切るように前記検出機構を左右方向へ移動させるとともに前記検出機構による前記検出用マークの検出結果に基づいて前記バッテリー置き台または前記バッテリーの位置および傾きを算出することを特徴とするバッテリー交換システム。

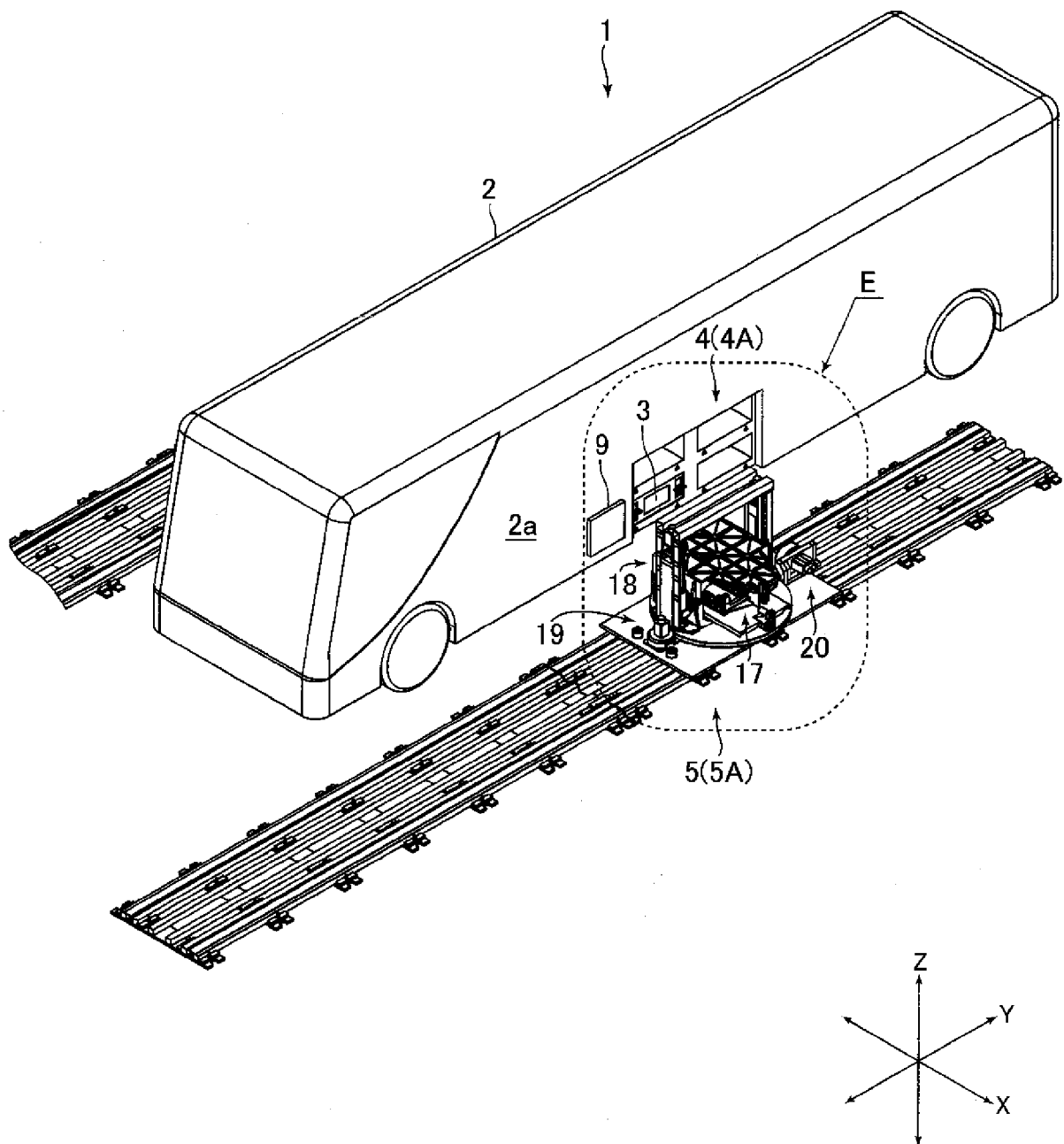
[請求項23]

前記検出用マークは、上側または下側に向かうにしたがって左右方向の幅が次第に狭くなる略三角形状または略台形状に形成されていることを特徴とする請求項 22 記載のバッテリー交換システム。

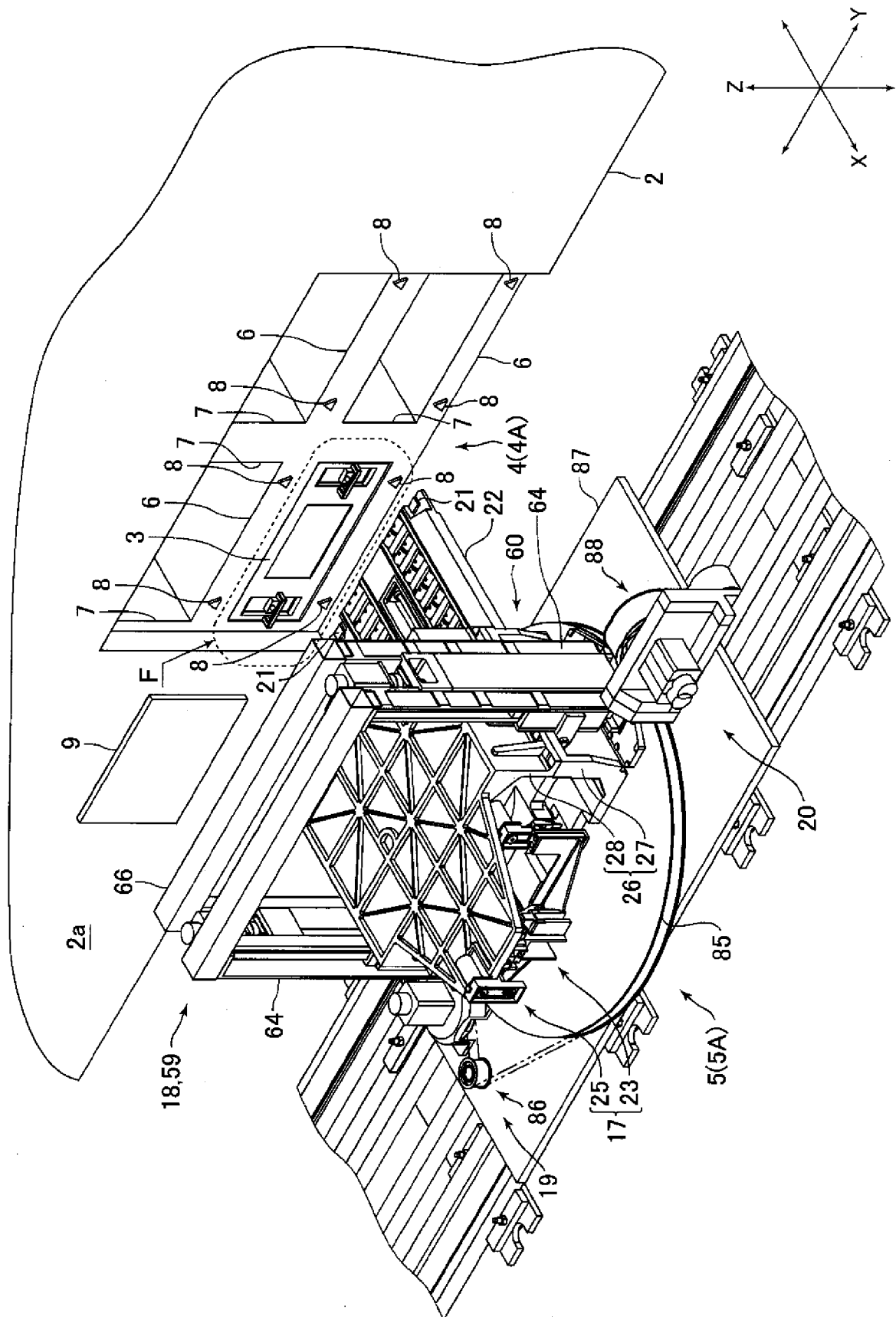
[図1]



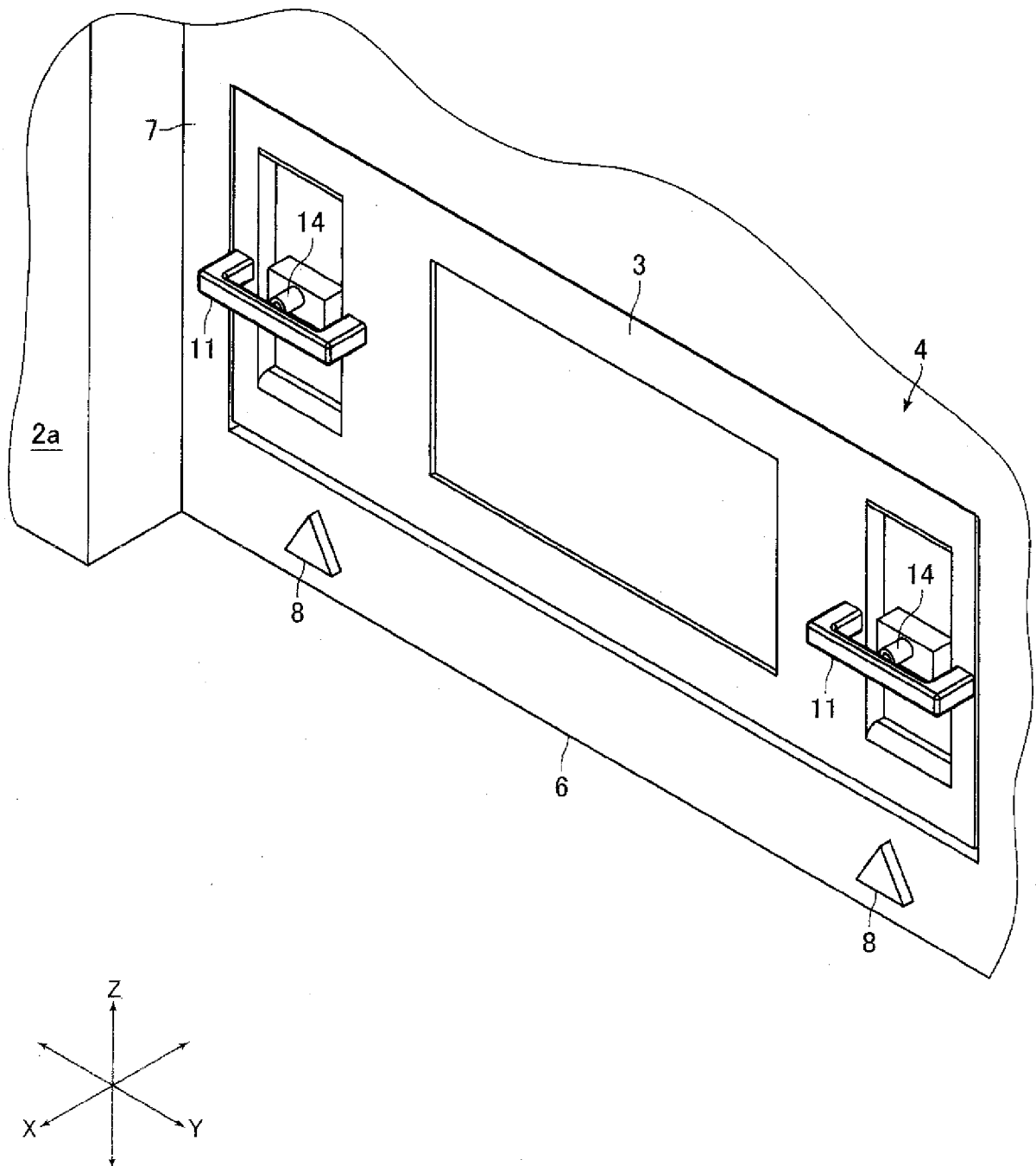
[図2]



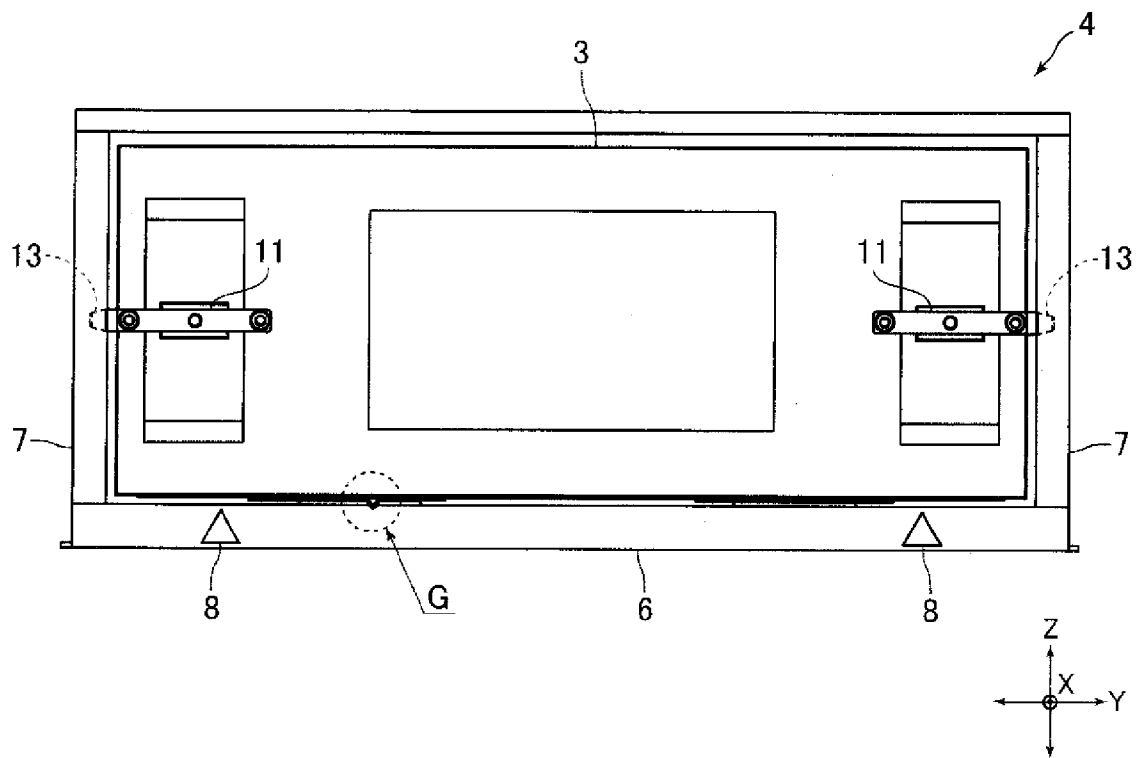
[図3]



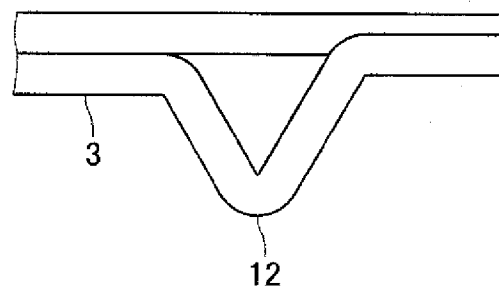
[図4]



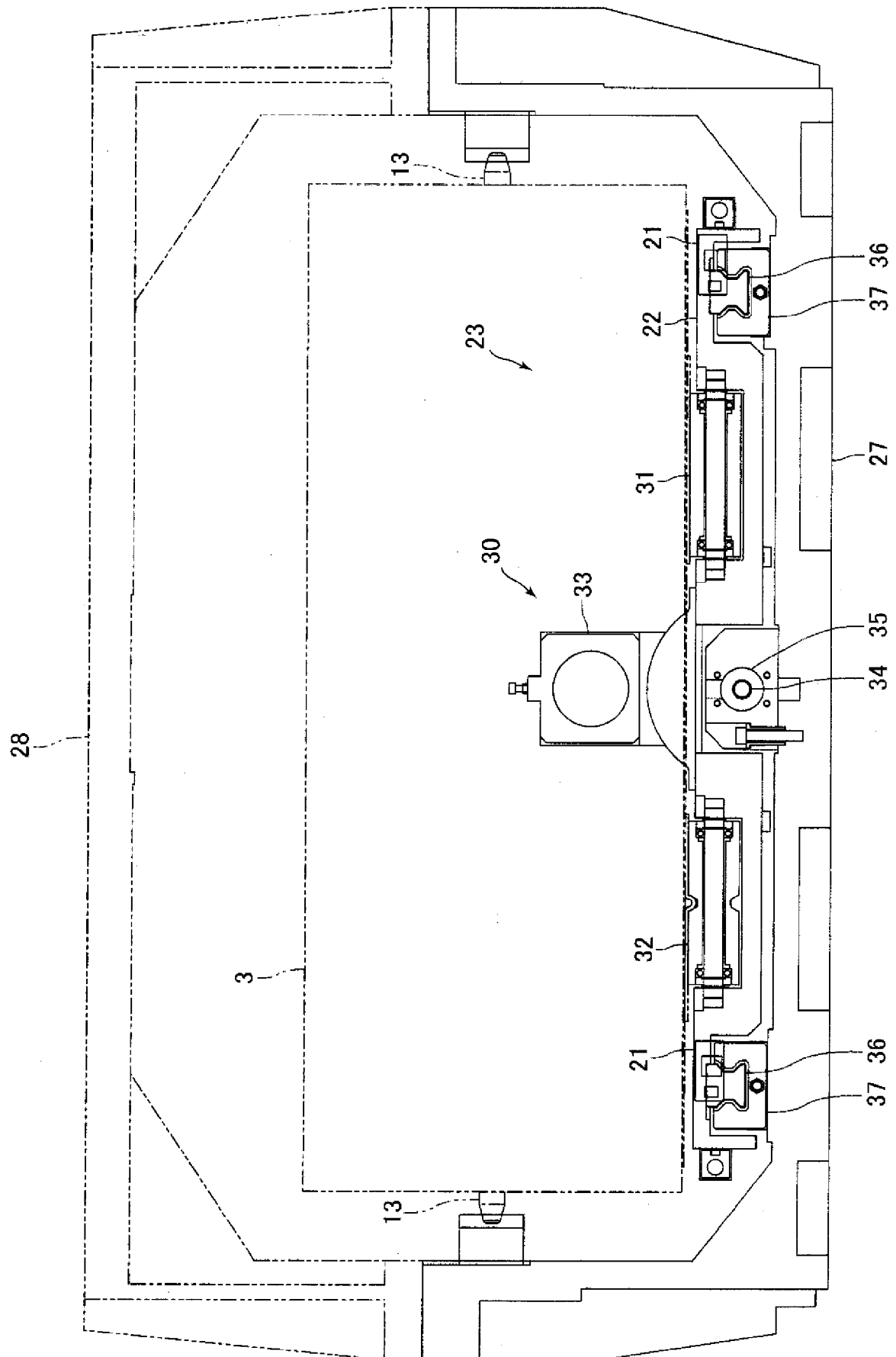
[図5]



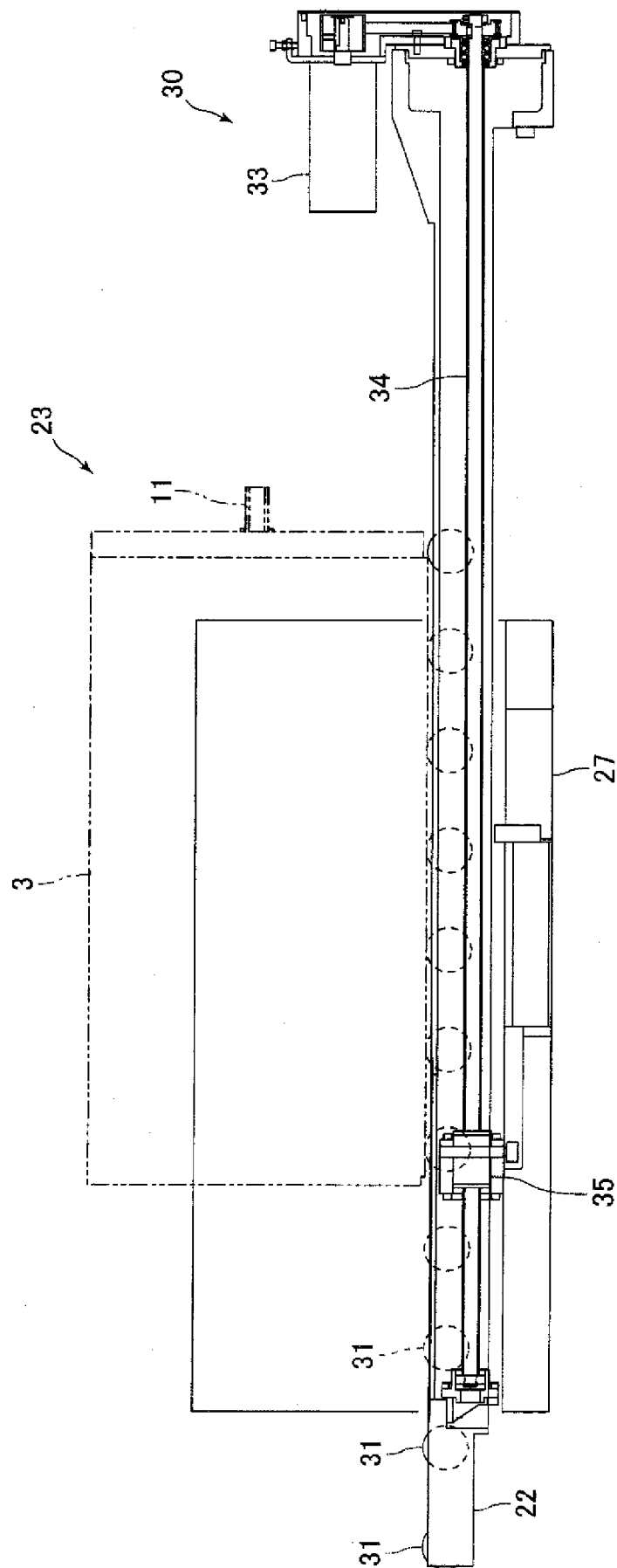
[図6]



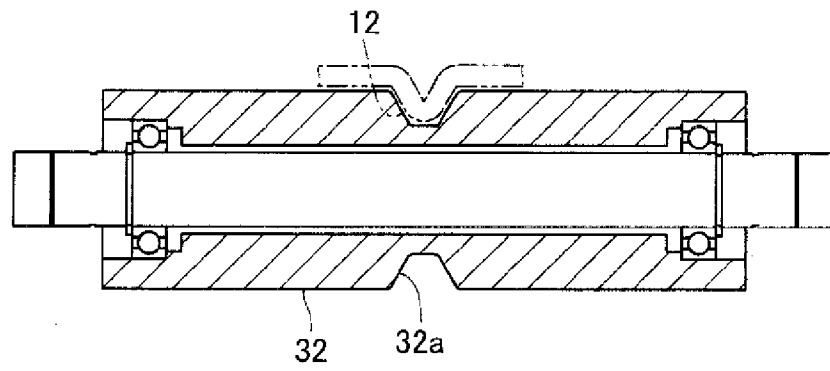
[図9]



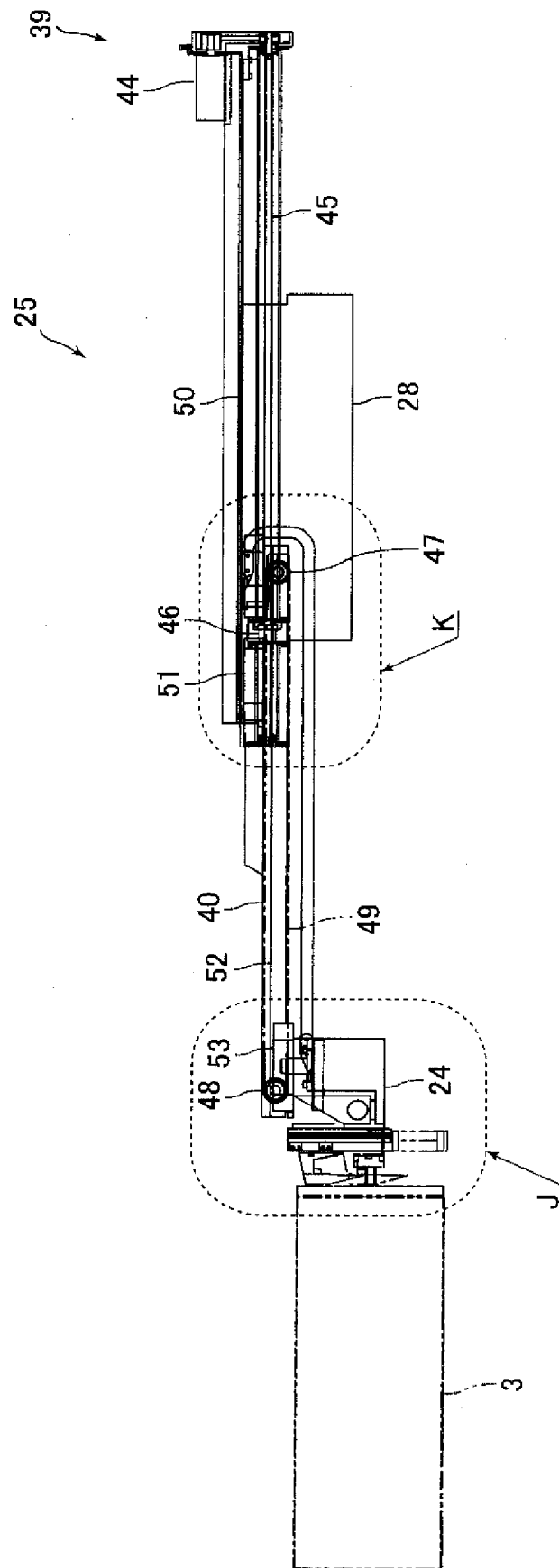
[図10]



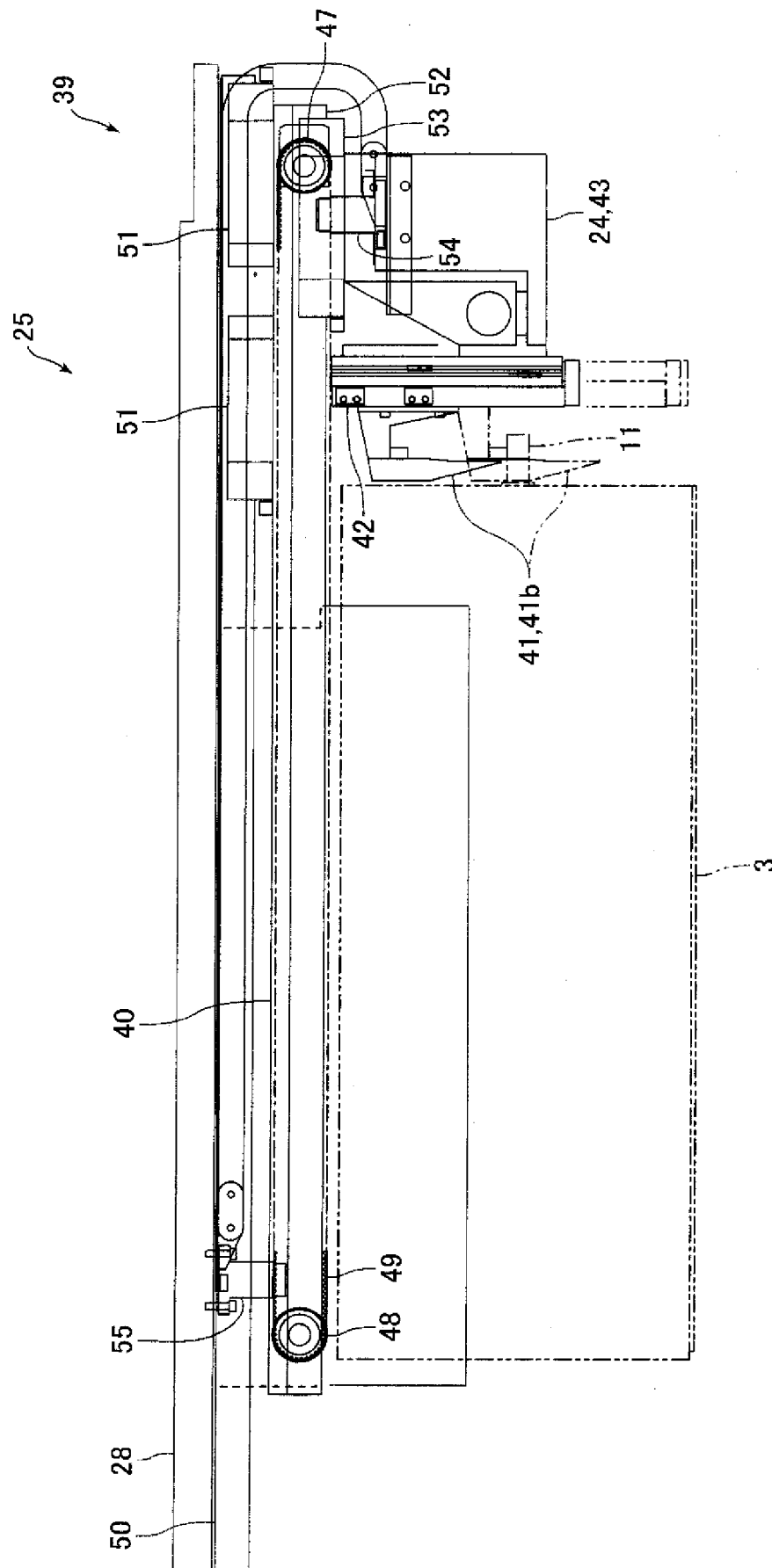
[図12]



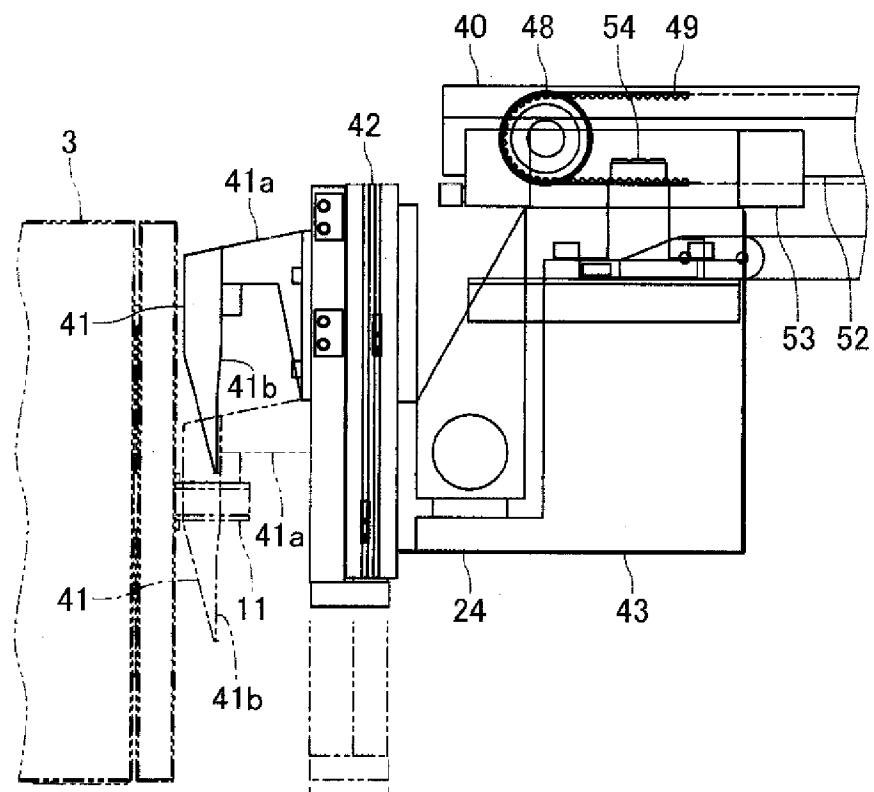
[図14]



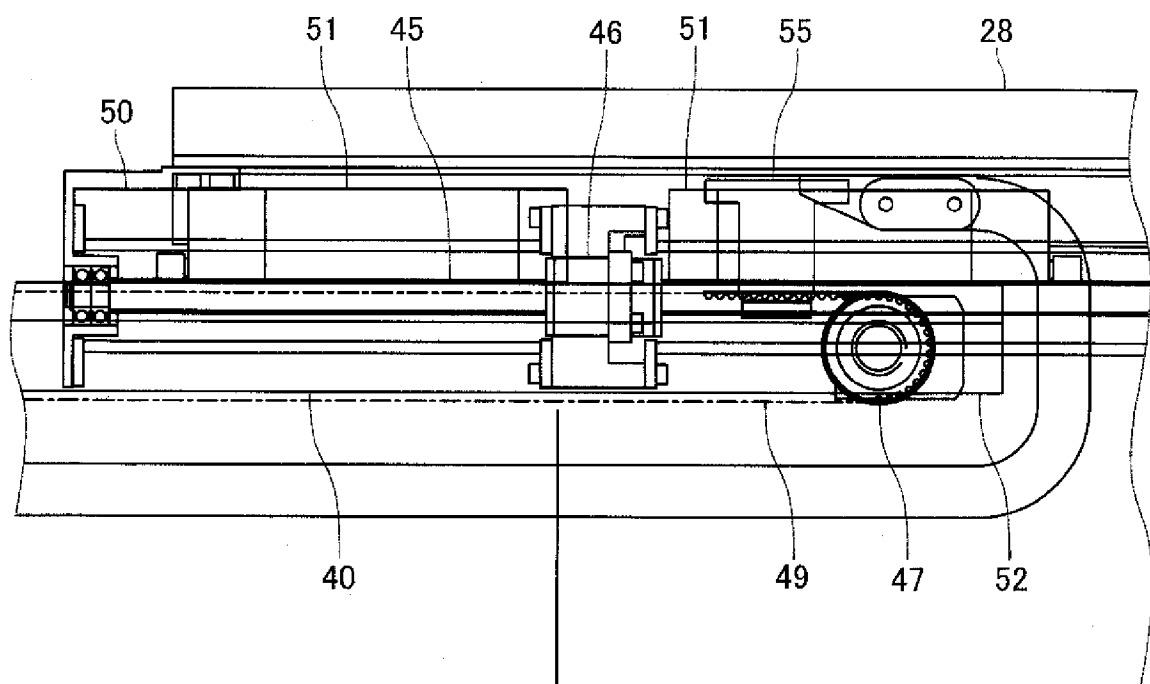
[図15]



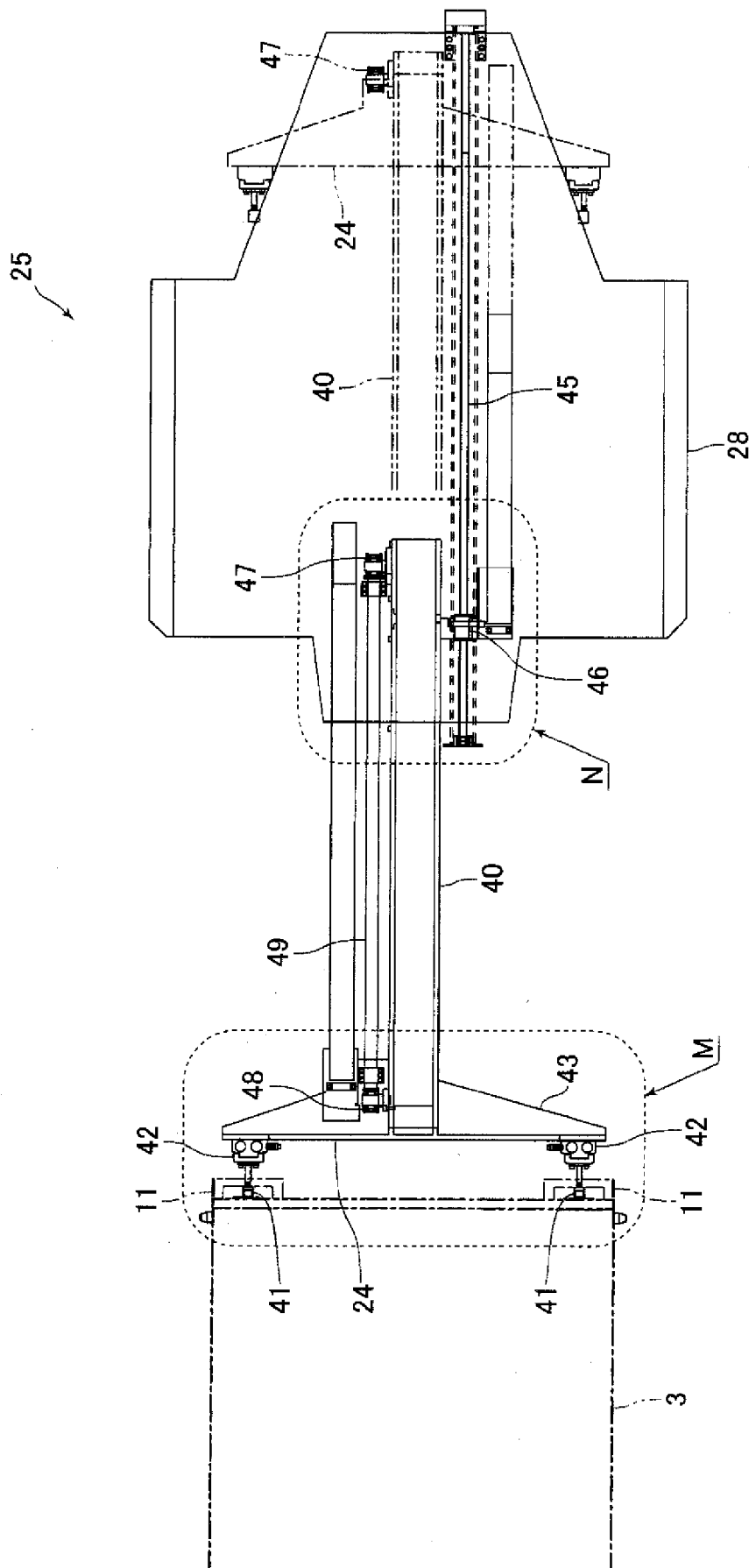
[図16]



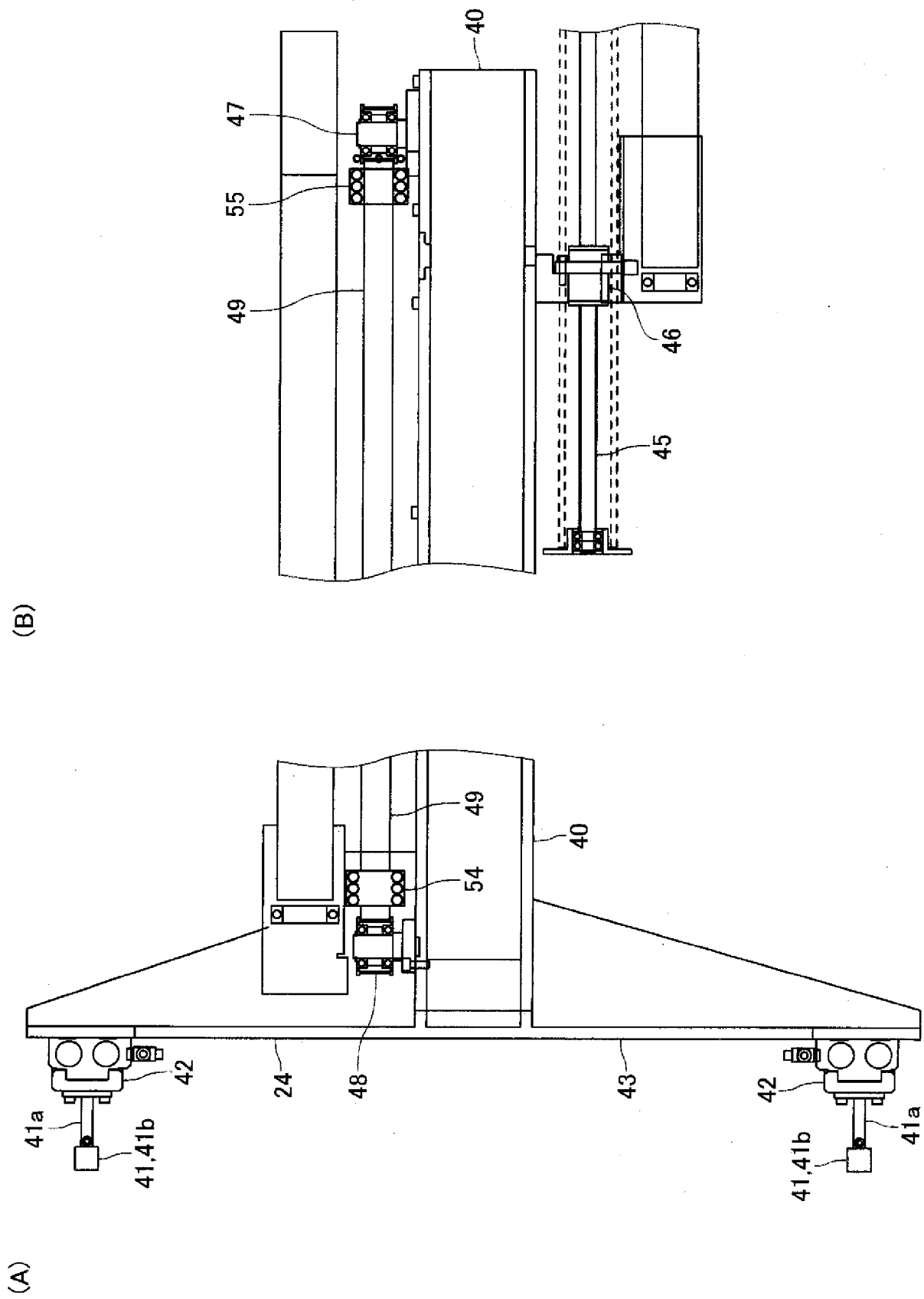
[図17]



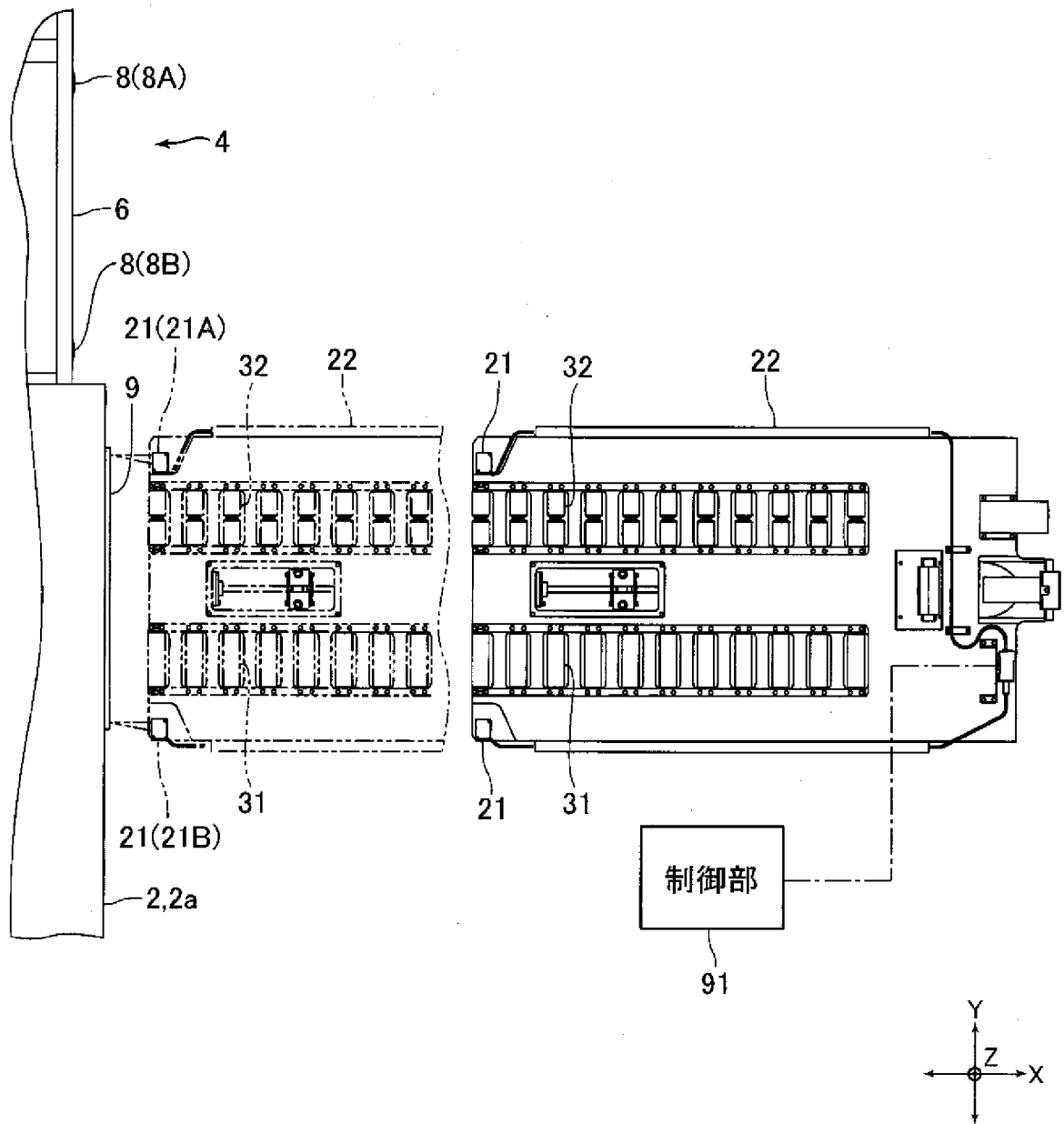
[図18]



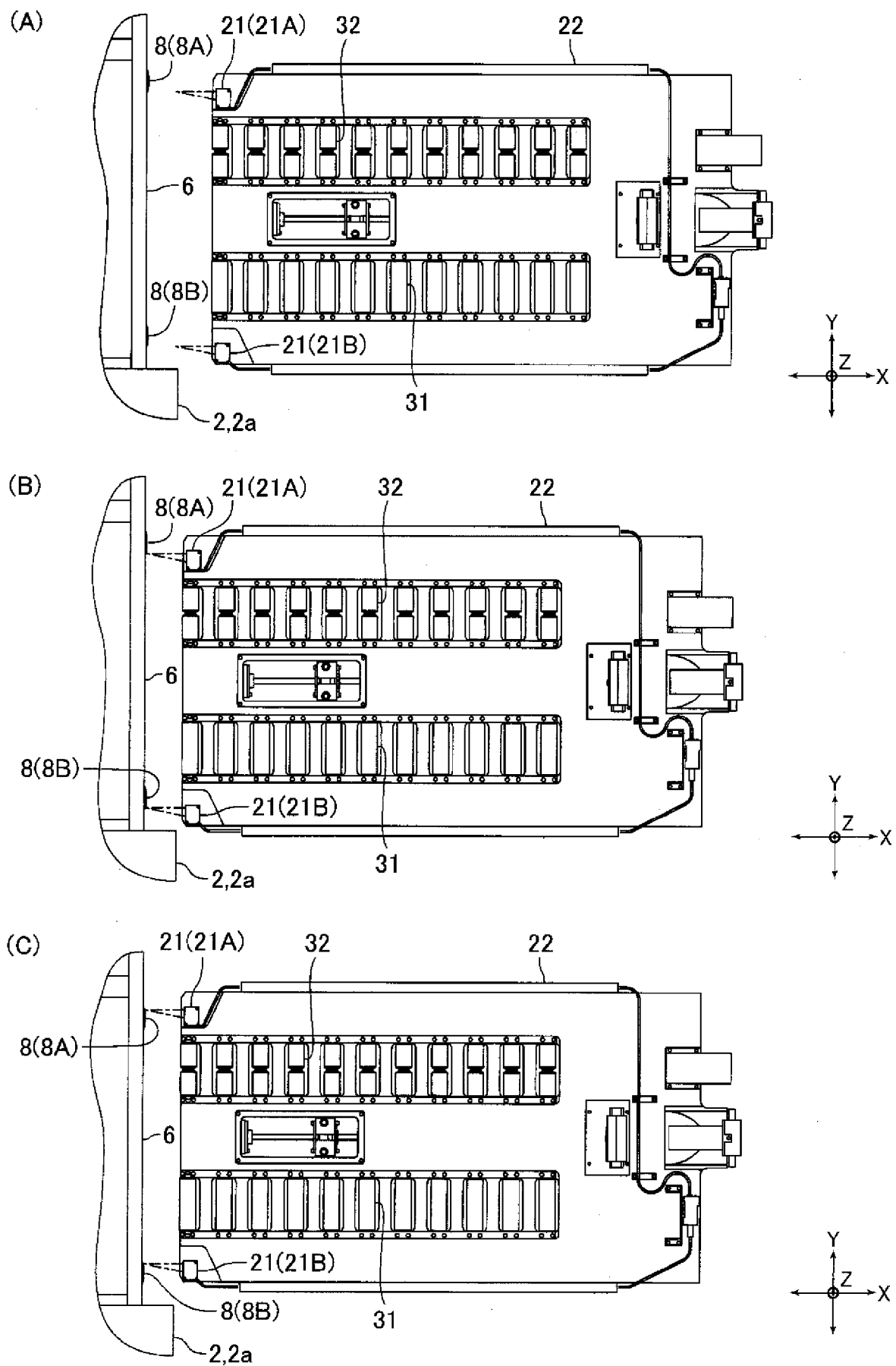
[図19]



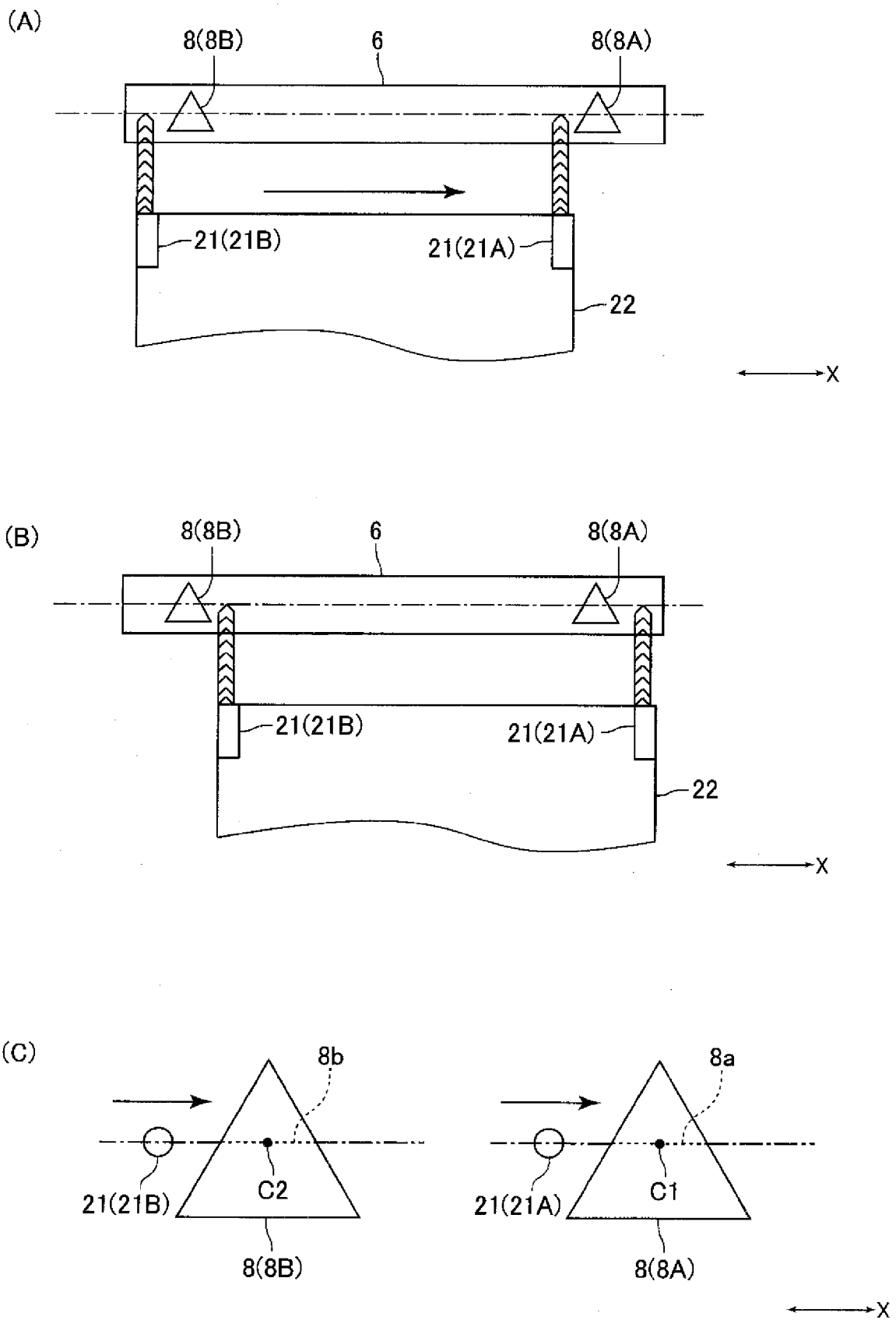
[図20]



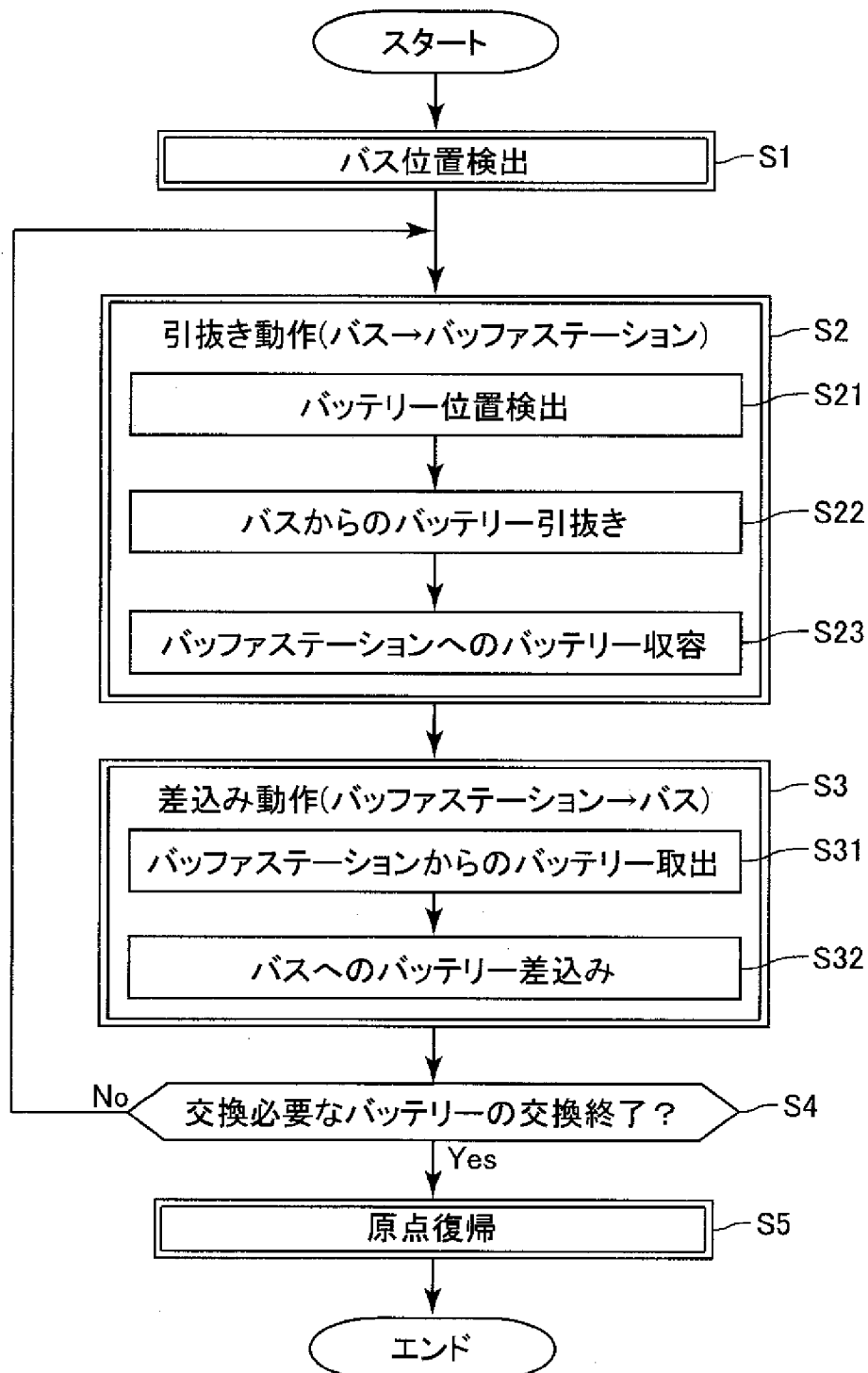
[図22]



[図23]

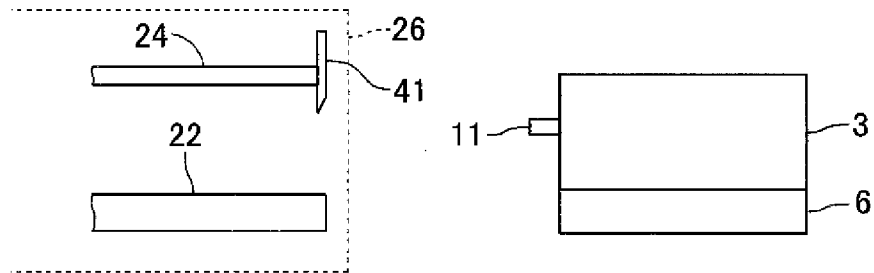


[図24]

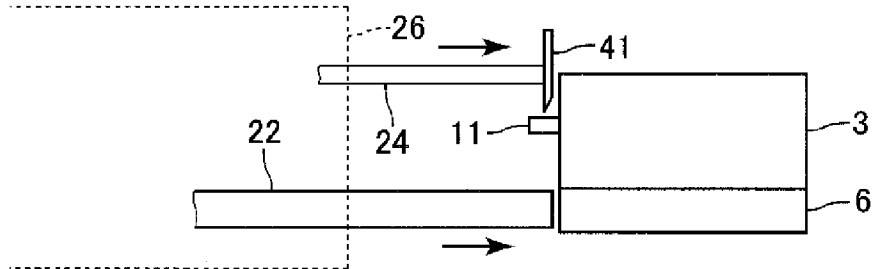


[図25]

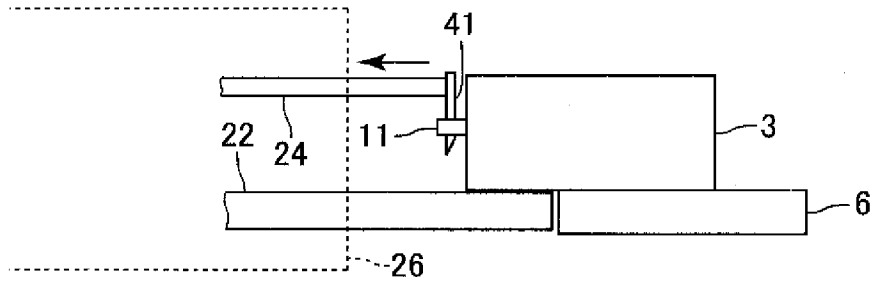
(A)



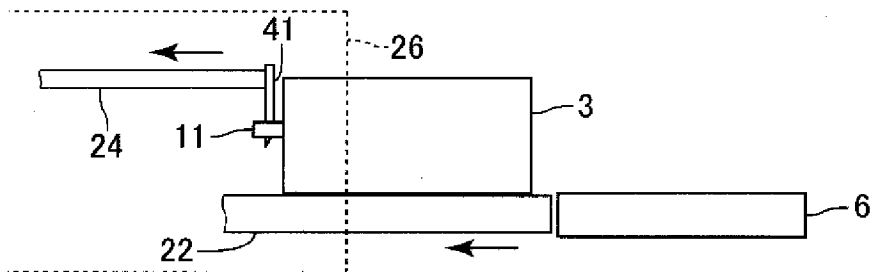
(B)



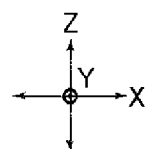
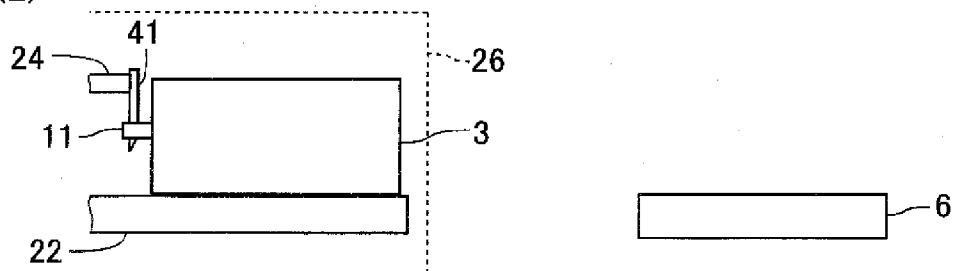
(C)



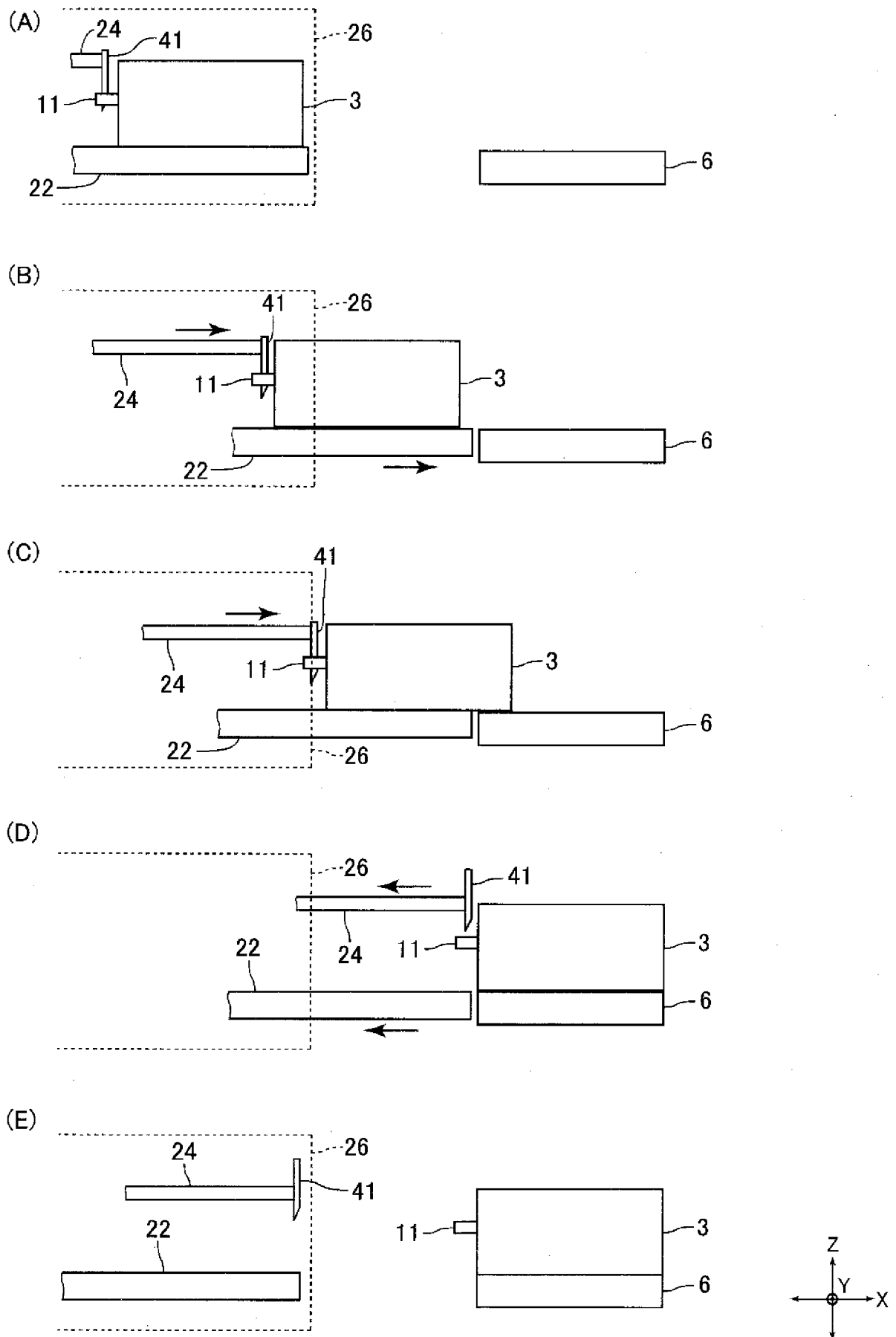
(D)



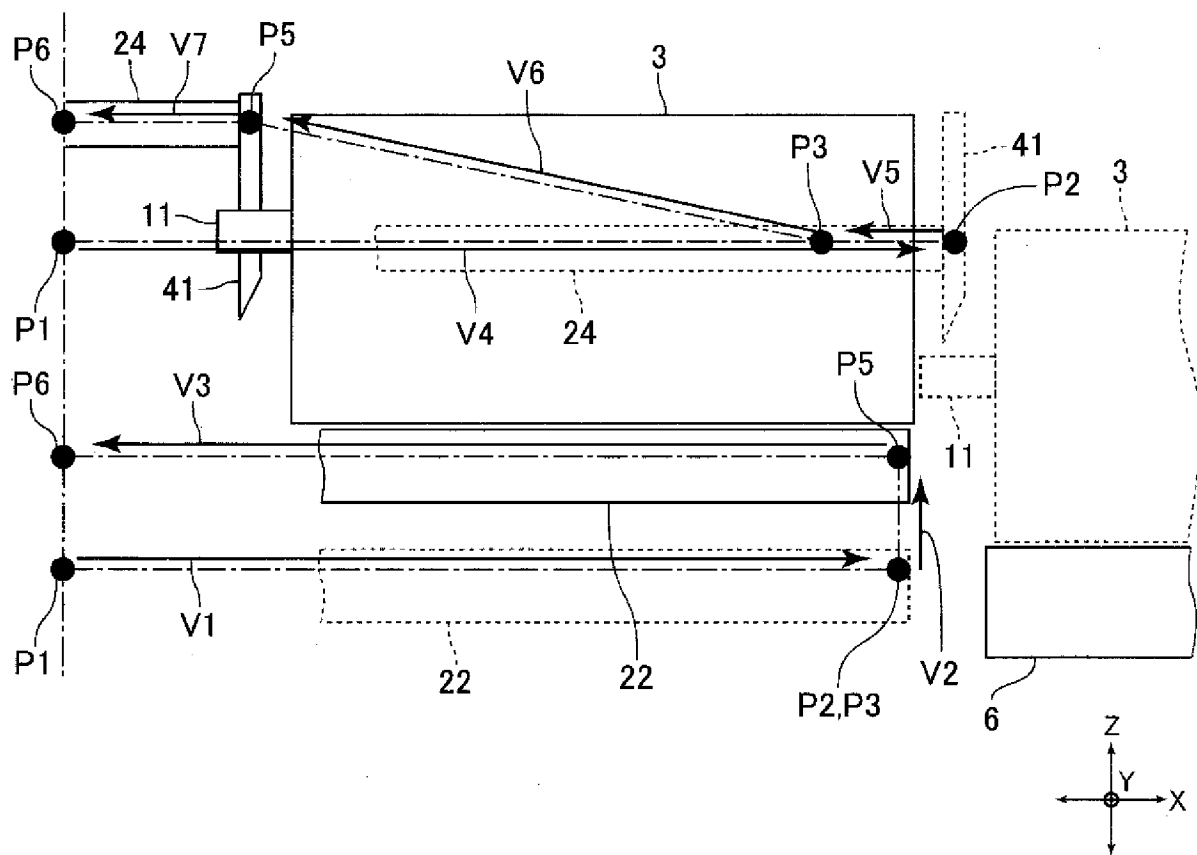
(E)



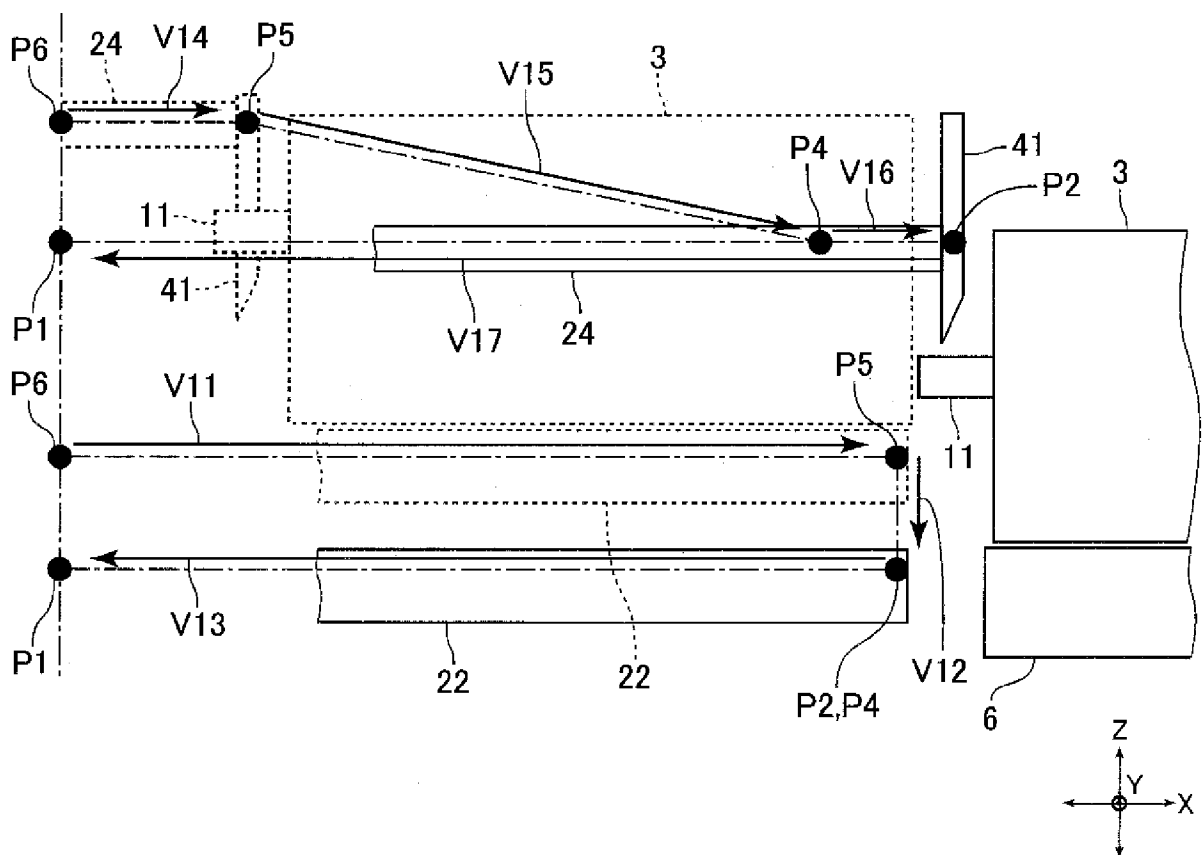
[図26]



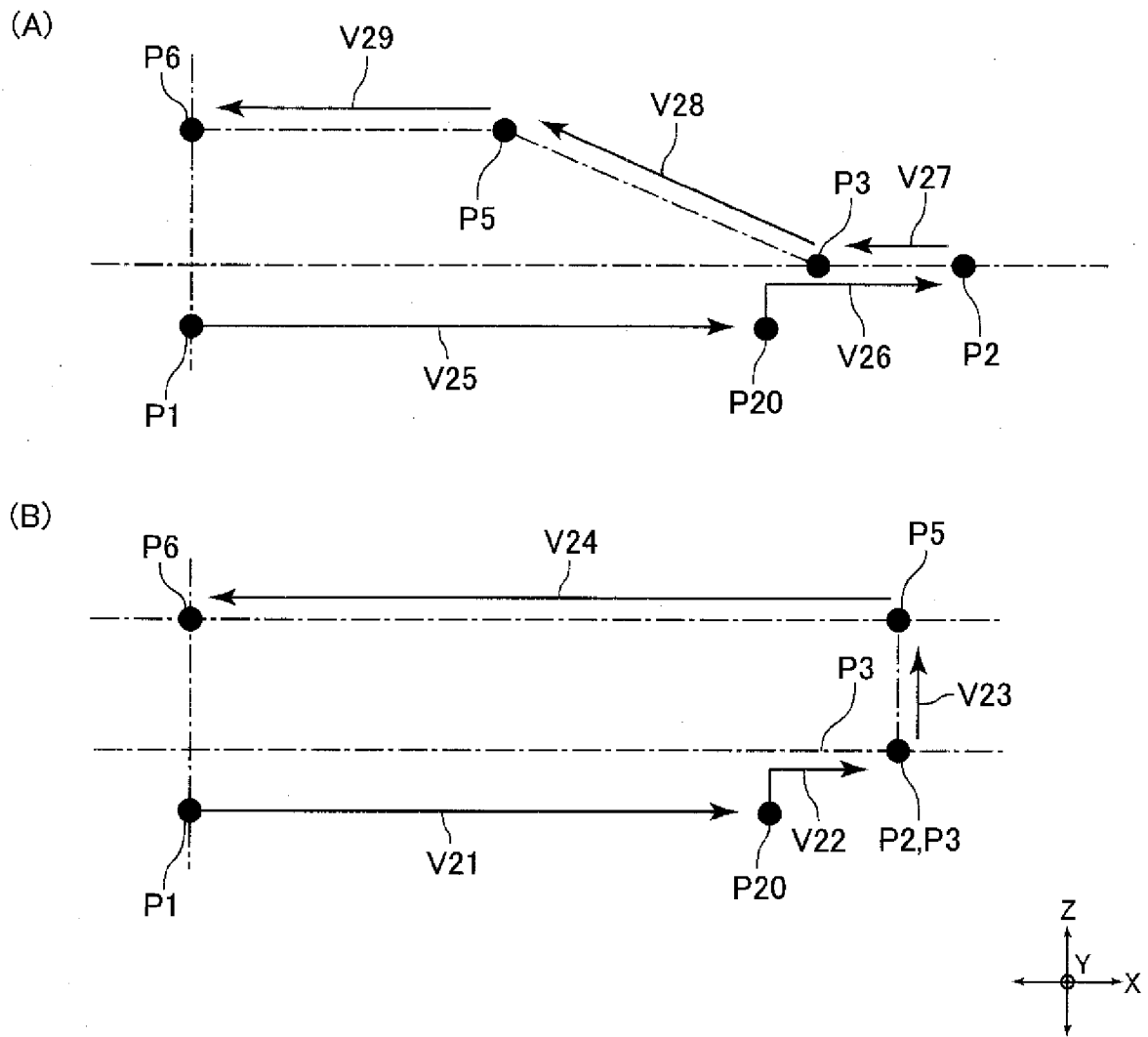
[図27]



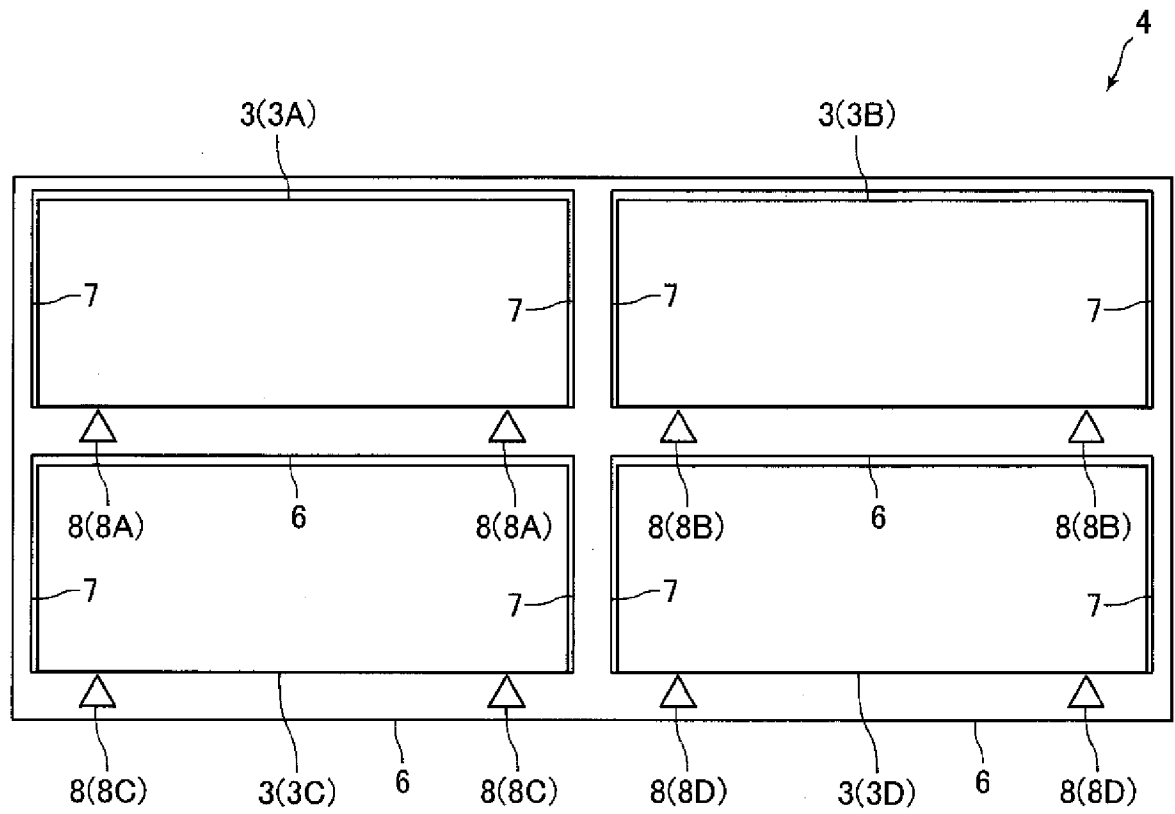
[図28]



[図29]



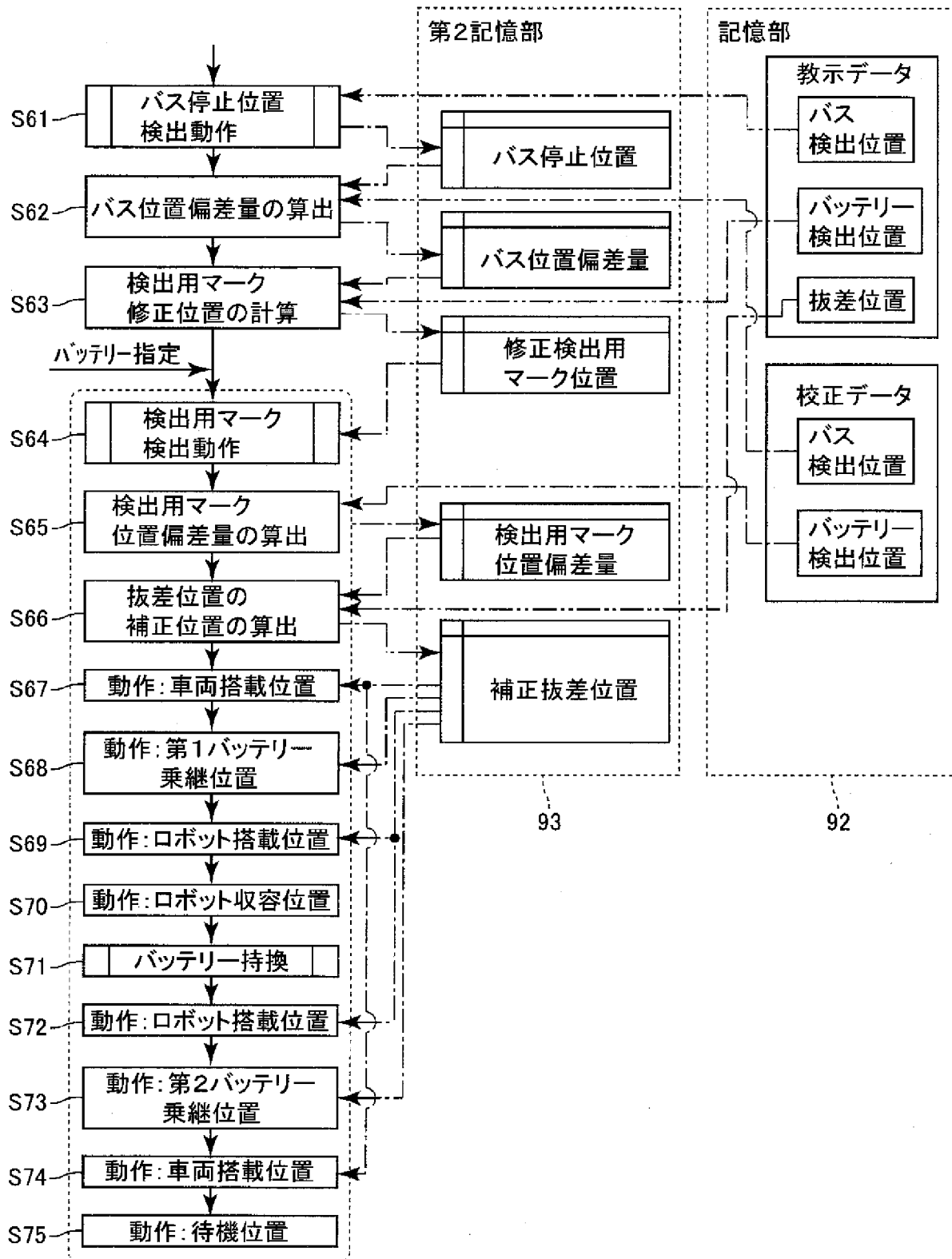
[図30]



[図31]

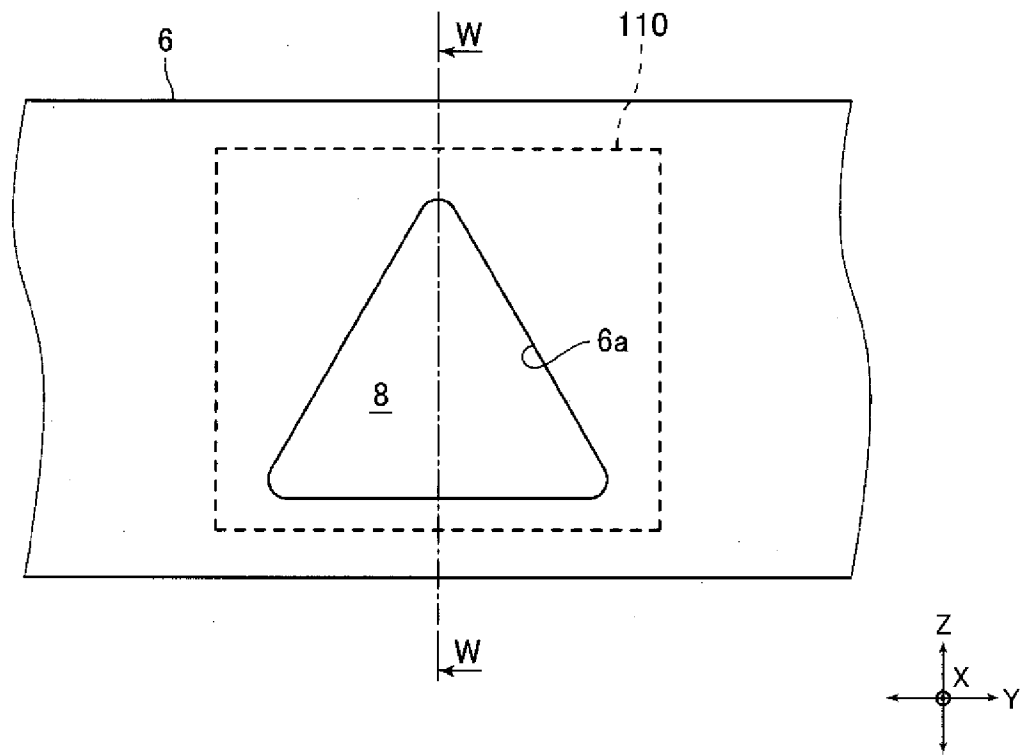


[図32]

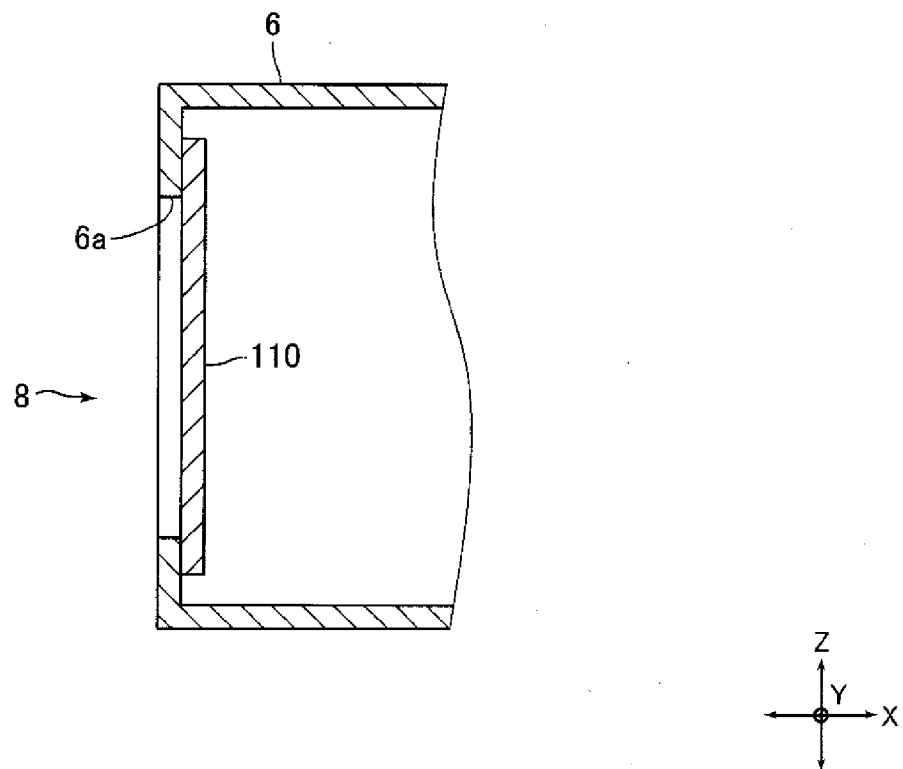


[図33]

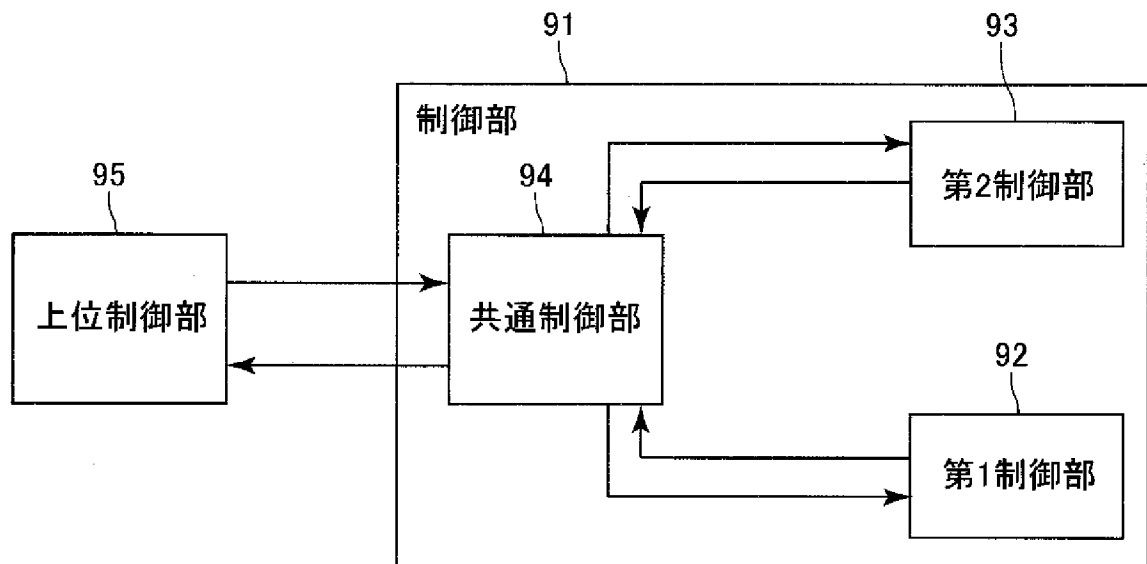
(A)



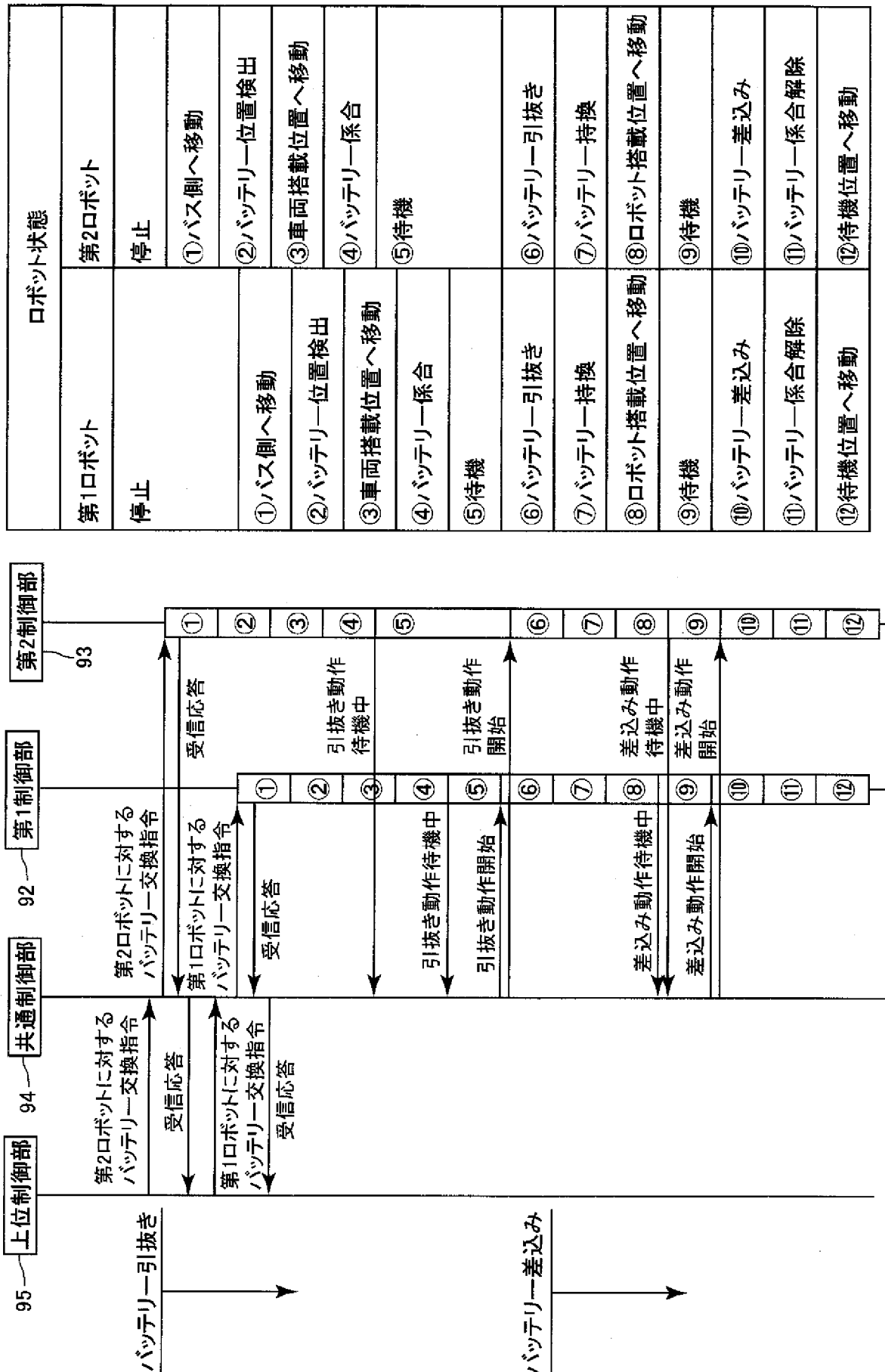
(B)



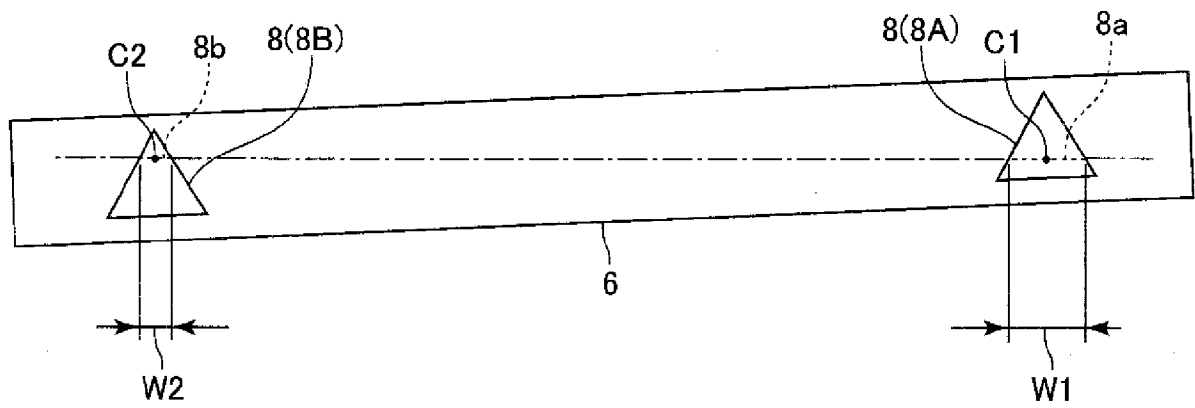
[図34]



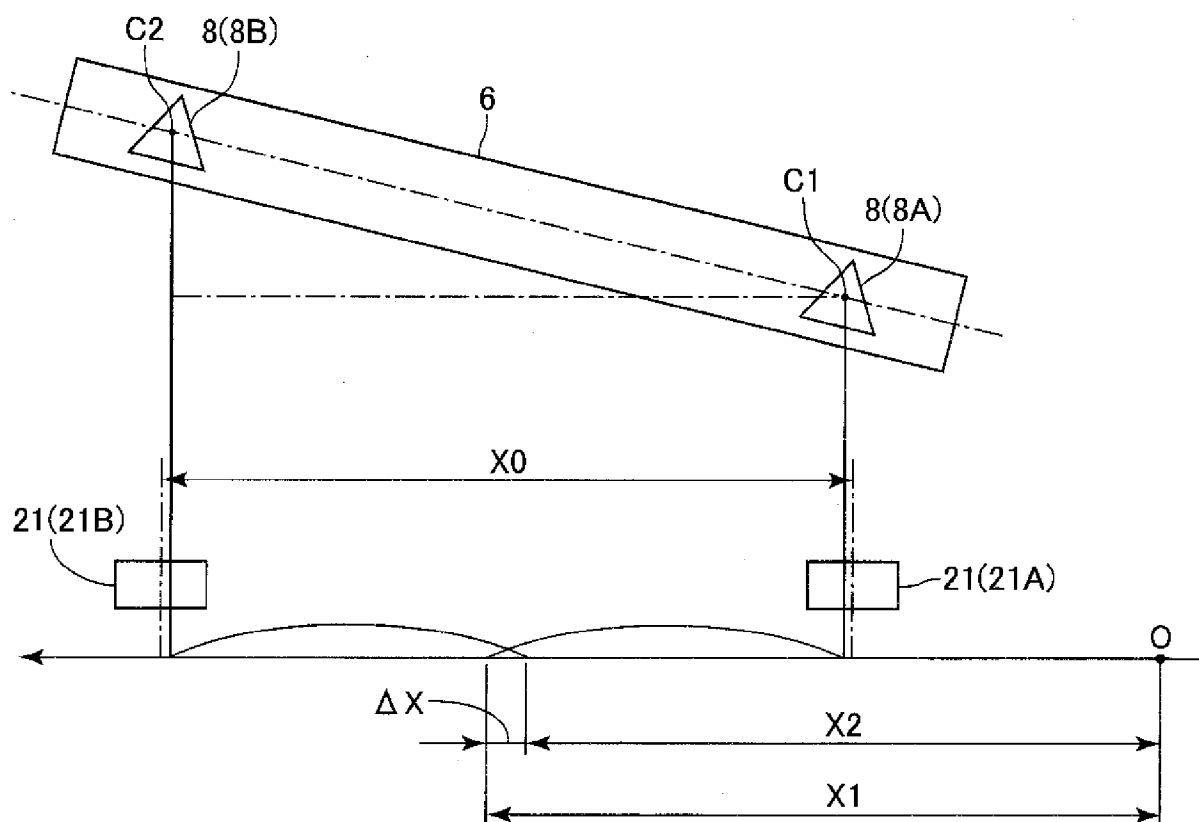
[図35]

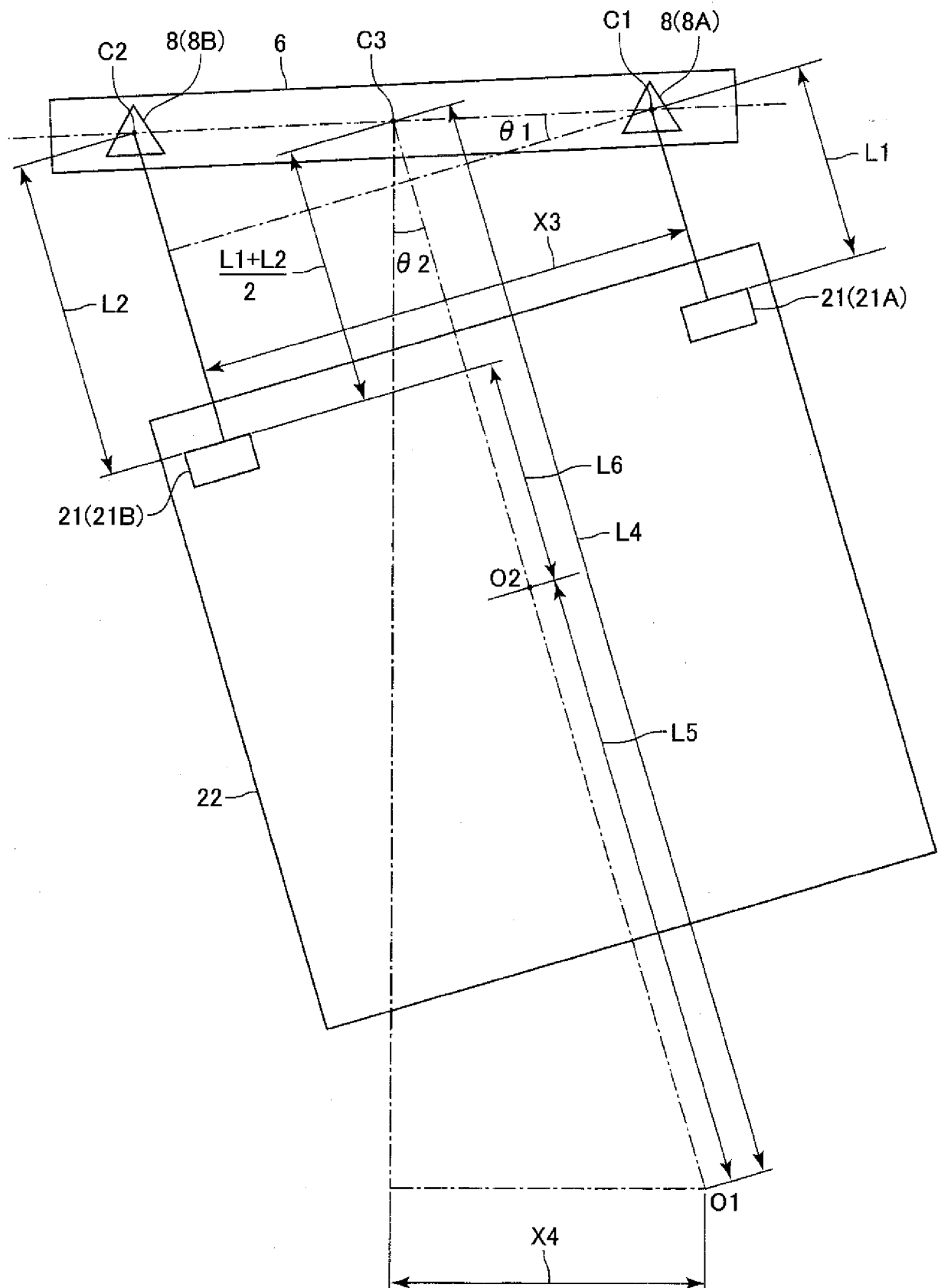


[図36]

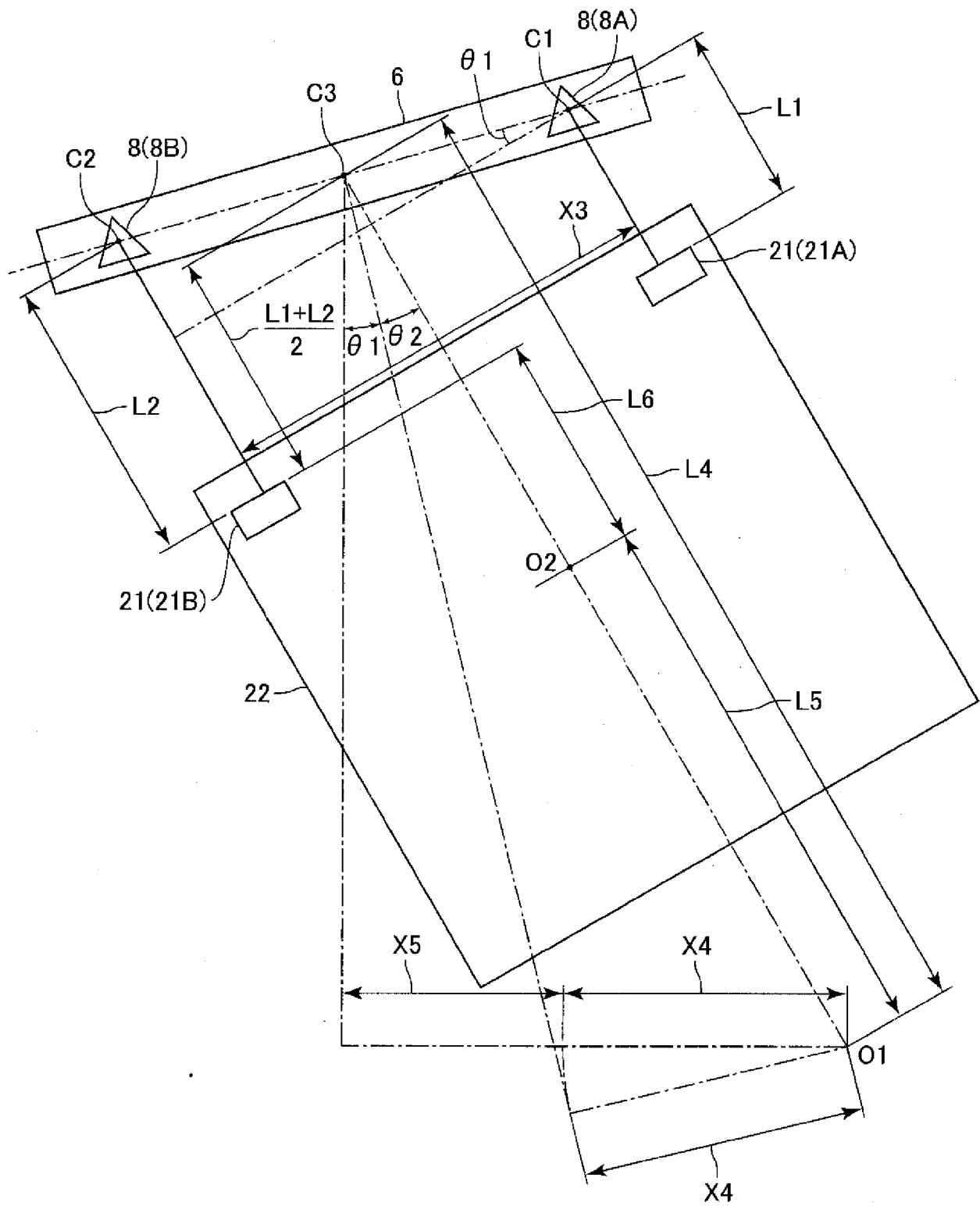


[図37]

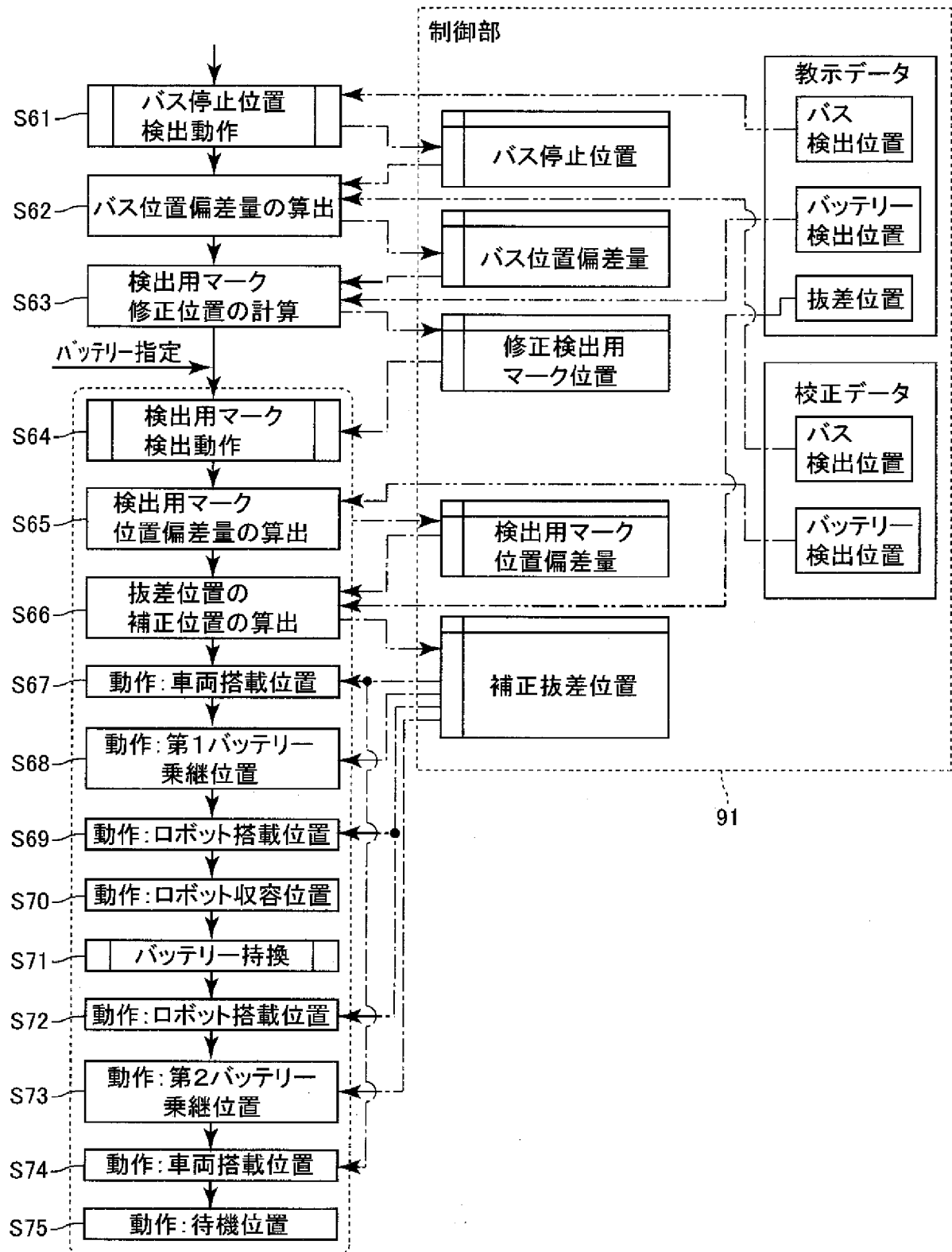




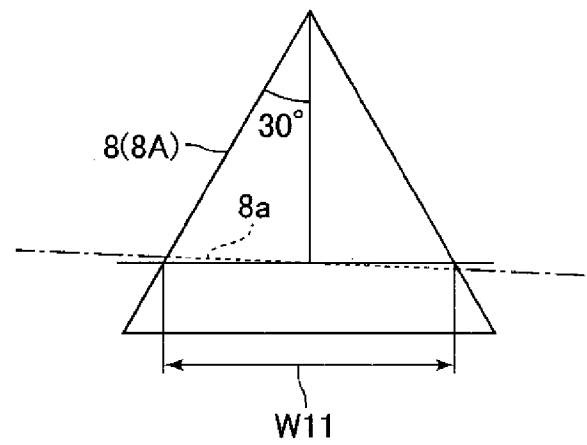
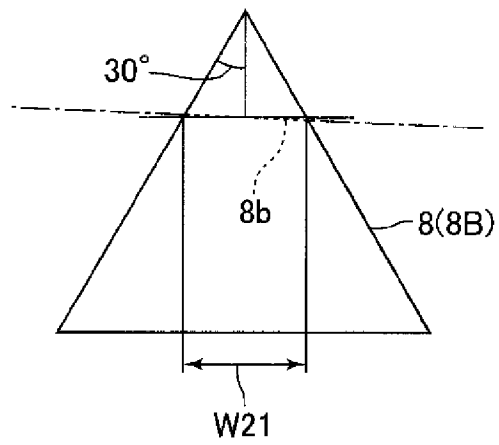
[図39]



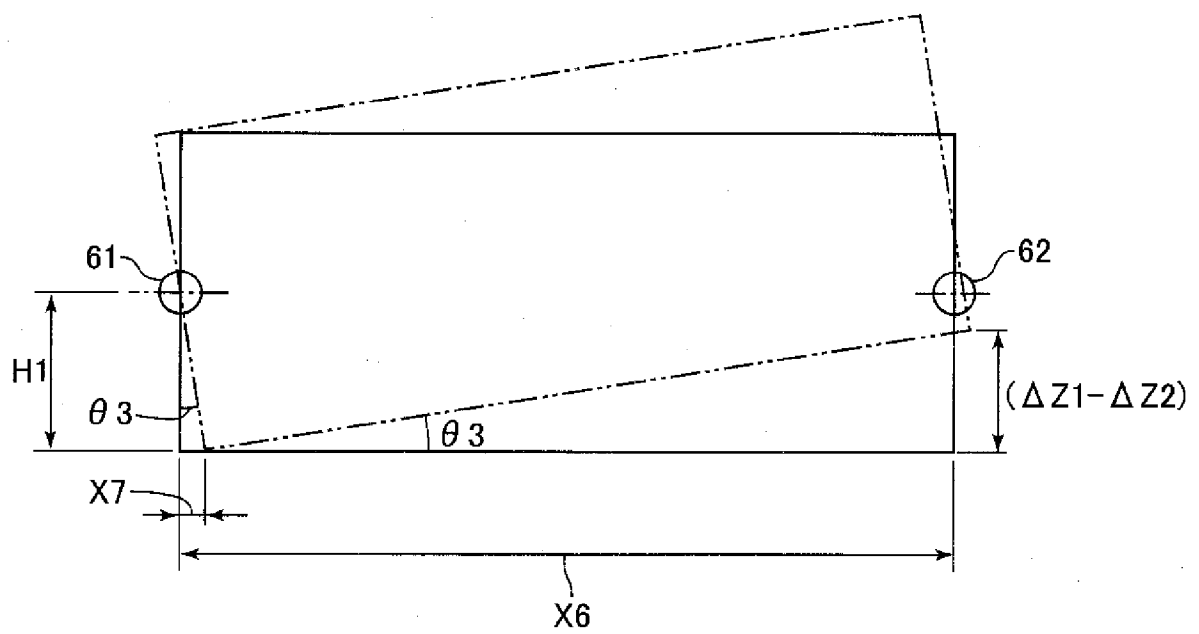
[図40]



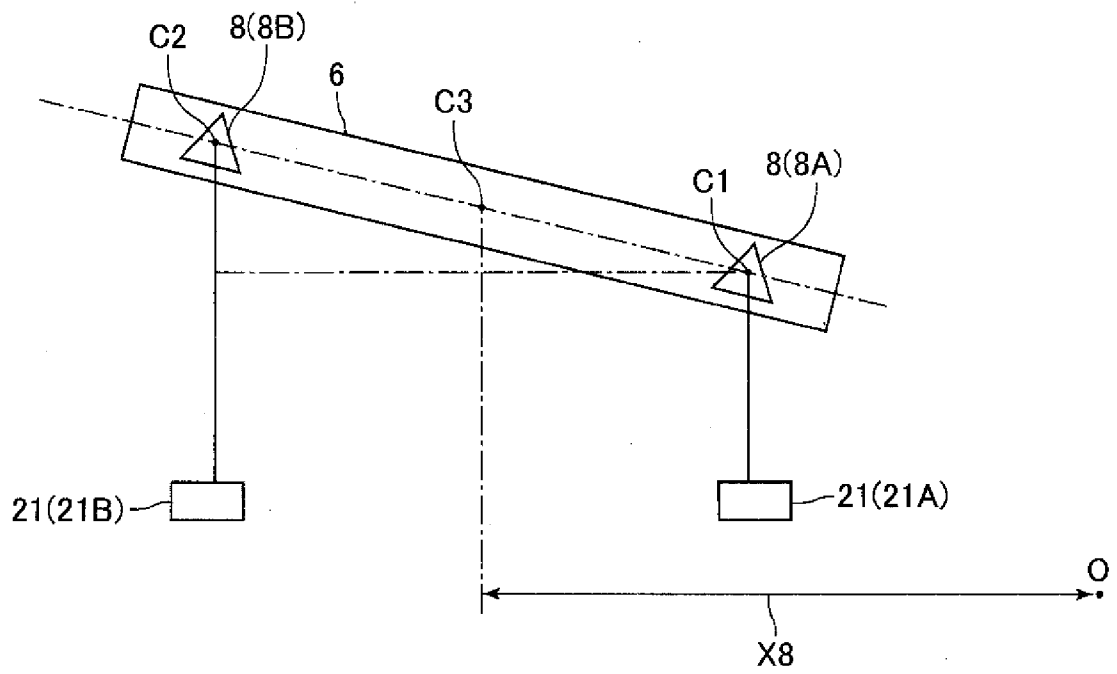
[図41]



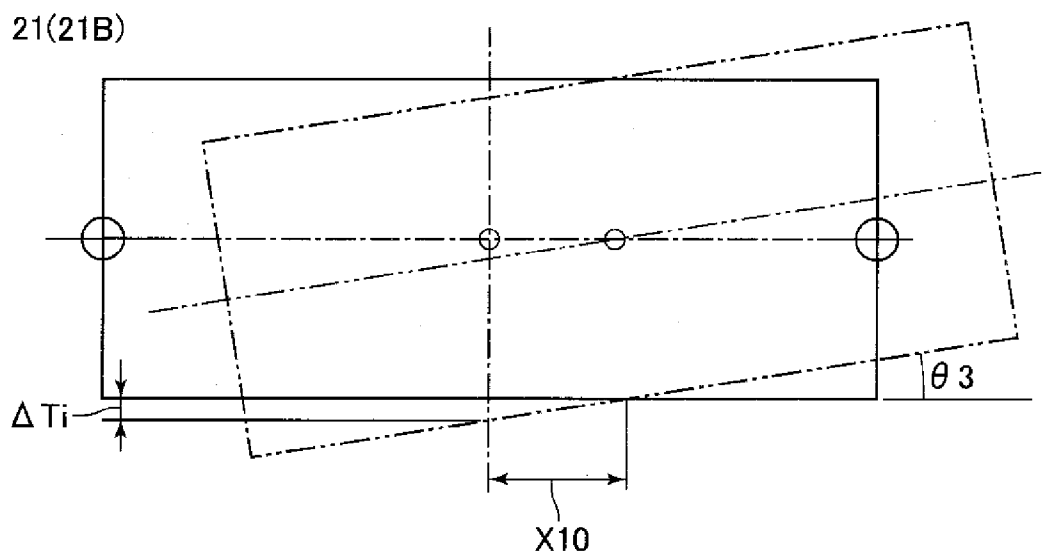
[図42]



[図43]



[図44]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/069966

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60S5/00(2006.01)i, B25J9/22(2006.01)i, B60L11/18(2006.01)i, H02J7/00(2006.01)i

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)

B60S5/00, B25J9/22, B60L11/18, H02J7/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-520173 A (Beijing Dianba Technology Co., Ltd.), 12 June 2008 (12.06.2008), entire text; all drawings & US 2008/0258682 A1 & EP 1810869 A1	1-23
A	JP 9-507191 A (Unlimited Range Electric Car Systems Co.), 22 July 1997 (22.07.1997), entire text; all drawings & US 5549443 A & EP 735978 A	1-23
A	JP 48-87514 A (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 17 November 1973 (17.11.1973), entire text; all drawings (Family: none)	1-23

☐ 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
23 October, 2013 (23.10.13)

Date of mailing of the international search report
05 November, 2013 (05.11.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B60S5/00(2006.01)i, B25J9/22(2006.01)i, B60L11/18(2006.01)i, H02J7/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B60S5/00, B25J9/22, B60L11/18, H02J7/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2008-520173 A（ベイジン ディアンバ テクノロジー カンパニー リミテッド）2008.06.12, 全文, 全図 & US 2008/0258682 A1 & EP 1810869 A1	1-23
A	JP 9-507191 A（アンリミテッド レインジ エレクトリック カーシステムズ カンパニー）1997.07.22, 全文, 全図 & US 5549443 A & EP 735978 A	1-23
A	JP 48-87514 A（住友重機械工業株式会社）1973.11.17, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-23

☐ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 3 . 1 0 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

0 5 . 1 1 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

木原 裕二

3 Q

4 6 5 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 8 1