

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4225233号
(P4225233)

(45) 発行日 平成21年2月18日(2009.2.18)

(24) 登録日 平成20年12月5日(2008.12.5)

(51) Int. Cl.			F I		
B60L	9/16	(2006.01)	B60L	9/16	B
B60L	9/18	(2006.01)	B60L	9/18	S
B60L	15/20	(2006.01)	B60L	15/20	Y

請求項の数 13 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2004-110617 (P2004-110617)	(73) 特許権者	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(22) 出願日	平成16年4月5日(2004.4.5)	(74) 代理人	100100310 弁理士 井上 学
(65) 公開番号	特開2004-328993 (P2004-328993A)	(72) 発明者	宮内 努 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社 日立製作 所 日立研究所内
(43) 公開日	平成16年11月18日(2004.11.18)	(72) 発明者	長洲 正浩 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社 日立製作 所 日立研究所内
審査請求日	平成18年7月26日(2006.7.26)		
(31) 優先権主張番号	特願2003-105952 (P2003-105952)		
(32) 優先日	平成15年4月10日(2003.4.10)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 列車制御システム、車上通信ネットワークシステム、及び列車制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

列車の各車両を駆動する車両駆動装置と、
各車両駆動装置の状態データを伝送する車上通信ネットワークと、
前記車上通信ネットワークで伝送された状態データを入力し、当該状態データに応じてそれぞれの前記車両駆動装置へ指令するトルク指令値を決定する列車制御装置とを有し、
前記列車制御装置は、前記状態データに応じて第一の車両駆動装置のトルク指令値を低減する場合に、当該低減されたトルク量が前記第一の車両駆動装置とは異なる複数の第二の車両駆動装置に均等に分配されるように前記複数の第二の前記車両駆動装置のトルク指令値を決定するとともに、決定したトルク指令値を前記車上通信ネットワークに出力し、
前記車上通信ネットワークは、前記列車制御装置で決定された前記トルク指令値をそれぞれの前記車両駆動装置に伝送し、
前記車両駆動装置は、伝送された前記トルク指令値に基づいて車両を駆動する列車制御システム。

【請求項2】

請求項1記載の列車制御システムであって、
前記列車制御装置は、低減されたトルク量を前記第一の車両駆動装置とは異なる第二の車両駆動装置に分配する制御を、当該トルク分配量が所定の時間継続された場合、当該トルク分配量が所定の速度に至るまで維持された場合、当該トルク分配量が所定の距離維持された場合、または運転士からの指令が変更された場合、当該分配制御前の状態に戻す列

10

20

車制御システム。

【請求項 3】

請求項 1 記載の列車制御システムであって、

前記車両駆動装置は、少なくとも 1 つ以上の状態監視装置を有し、当該状態監視装置の監視結果を前記車上通信ネットワークにより前記列車制御装置に伝送する列車制御システム。

【請求項 4】

請求項 3 記載の列車制御システムであって、

前記列車制御装置は、前記状態監視装置の監視結果を記憶装置に保存する列車制御システム。

10

【請求項 5】

請求項 3 記載の列車制御システムであって、

前記列車制御装置は、前記状態監視装置により異常と判断された前記車両駆動装置を前記車上通信ネットワークから電氣的に切り離すとともに、当該車両駆動装置が出力していたトルクを、正常かつ出力上限を超過していない他の前記車両駆動装置に均等に分配する列車制御システム。

【請求項 6】

請求項 3 記載の列車制御システムであって、

前記状態監視装置は、車輪が空転または滑走したことを判断する列車制御システム。

【請求項 7】

請求項 6 記載の列車制御システムであって、

車輪の空転または滑走を判断した場合、現在の車両速度と加減速度から粘着係数を推定する列車制御システム、

20

【請求項 8】

請求項 6 記載の列車制御システムであって、

前記状態監視装置は、車輪の空転または滑走の検出回数の時間平均が閾値を超えた場合に、車輪が空転または滑走したと判断する列車制御システム。

【請求項 9】

請求項 6 記載の列車制御システムであって、

前記状態監視装置は、車輪の空転または滑走が起きたと判断した時の振動情報を周波数解析することで、車輪が空転または滑走したと判断する列車制御システム。

30

【請求項 10】

請求項 6 記載の列車制御システムであって、

前記状態監視装置は、車輪の空転または滑走が起きたと判断した位置と、車輪の空転または滑走が起きると予測されている位置データベースとを照合して、車輪が空転または滑走したと判断する列車制御システム。

【請求項 11】

請求項 10 記載の列車制御システムであって、

前記位置データベースは、天候情報を含む列車制御システム。

【請求項 12】

列車の各車両を駆動する車両駆動装置及び前記各車両駆動装置のトルク指令値を決定する列車制御装置に接続され、前記車両駆動装置の状態データを前記列車制御装置に伝送し、前記列車制御装置のトルク指令値を前記各車両駆動装置に伝送する車上通信ネットワークシステムであって、

40

第一の前記車両駆動装置に伝送する前記トルク指令値の低減分を、前記第一の車両駆動装置とは異なる複数の前記車両駆動装置の前記トルク指令値に均等に加算して伝送する車上通信ネットワークシステム。

【請求項 13】

列車の各車両を駆動する車両駆動装置の状態データを車上通信ネットワークを介して入力し、入力した当該状態データに応じてそれぞれの前記車両駆動装置へ指令するトルク指

50

令値を決定する列車制御装置であって、

前記状態データに応じて第一の車両駆動装置のトルク指令値を低減する場合に、当該低減したトルク量が前記第一の車両駆動装置とは異なる複数の第二の車両駆動装置に均等に分配されるように前記複数の第二の前記車両駆動装置のトルク指令値を決定するとともに、決定した当該トルク指令値を前記車上通信ネットワークを介して前記各車両駆動装置に出力する列車制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、列車制御システム、車上通信ネットワークシステム、及び列車制御装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

本願発明は複数の車両駆動装置によって走行するシステムであればいずれも適用可能であるが、ここでは鉄道車両を例にとって説明する。

【0003】

鉄道車両は、数両から十数両の車両が進行方向に接続されている。通常はその中のいくつかの車両にモータを駆動する駆動装置が設けられ、当該モータによって車輪が回転され、車輪の回転によってレール上を進行する。

【0004】

20

例えば降雨時においては、レールが濡れることにより摩擦力が小さくなり、車輪が空転、滑走する場合がある。進行方向前方の車両ほどその影響を受けやすいので、従来では、あらかじめ前方の車両のトルクを相対的に低く設定している。

【0005】

しかし、このように設定しても、空転、滑走が発生する場合がある。そこで、空転・滑走を検知した際に、各駆動装置が独自にモータの出力特性を変更してトルクを低減することにより空転、滑走を防止し、時間とともに規定のトルクに戻す技術が知られている（例えば、特許文献1参照）。この技術では、実測で得られたデータに基づいて前方車両の空転、滑走を想定し、車両編成全体として一定のトルクが得られるように、想定した空転、滑走で低減される前方車両のトルクを後方の車両に分配するものである。

30

【0006】

【特許文献1】特開平5-276606号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、上記従来技術は、実測で得られたデータに基づいて想定した所定の空転、滑走には対応可能であるが、実際にはその想定状況を上回る空転、滑走が生じる可能性がある。特に、新幹線などの高速鉄道の場合には、速度が高いゆえに想定外の空転、滑走が生じる可能性があり、その結果出力されるべきトルクが得られない可能性がある。その結果、例えばブレーキ開始から停止に要する時間や距離が長くなり、次の駅の到達時刻が遅延する。高密度の運行を求められる線区においては、一部の到着時刻の遅延が全体のダイヤに与える影響は大きい。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するように、トルクの配分をあらかじめ想定するのではなく、状態に応じて柔軟にトルクを分配する。

【0009】

そこで本発明の列車制御装置は、車上通信ネットワークを介して収集した各車両駆動装置の状態に応じて、それぞれの車両駆動装置のトルク指令値を決定する。第一の車両駆動装置のトルク指令値を低減する場合に、当該低減されたトルク量が第一の車両駆動装置と

50

は異なる第二の車両駆動装置に分配されるようにそれぞれの車両駆動装置のトルク指令値を決定するとともに、決定したトルク指令値を車上通信ネットワークを介して車両駆動装置に伝達する。

【発明の効果】

【0010】

例えば鉄道車両に本発明を適用すれば、高速鉄道や高密度線区において空転、滑走が生じて、ブレーキ開始から停止に要する時間や距離を小さく抑え、駅の到達時刻の遅延を減少させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

複数の駆動装置によって走行するシステムとして、ここでは鉄道車両を例にとって説明する。

【0012】

鉄道車両においては、数両から十数両の車両が接続され、通常はその中のいくつかの車両にインバータ駆動装置が設けられ、さらに各インバータ駆動装置に1個または2個、あるいは4個のモータが並列に接続されるように構成される。各インバータ駆動装置は、先頭車両にある運転装置からのトルク指令を受け取り、モータのトルクが指令値と一致するようにモータを制御する。

【0013】

鉄道では、鉄で作成された車が鉄のレール上で加減速して運行する。鉄の摩擦係数は小さいため、車輪は空転、滑走しやすい状態にある。また、鉄の摩擦力は表面状態や加重の大小により大きく変化する。降雨時においては、レールが濡れているため摩擦力が小さくなる。従って、決められた線路の上を走行する鉄道車両は、その先頭車両が後続車両よりもその影響を受けやすく、空転、滑走が発生しやすい。

【0014】

鉄道車両の運行では、メンテナンス効率や加減速性能を確保するために、すべての車両が同一の制御をすることが望ましい。しかしながら、前述した通り、雨天時やレールが濡れている状態においては、前方の車両ほどレール面の影響を受けやすく、空転、滑走が発生しやすい。従って、従来の鉄道車両では、あらかじめ前方の車両ほどトルクを低く設定されている。しかし、このように設定しても、空転、滑走が発生する場合があるので、各インバータ駆動装置は独自にトルクを低減し、空転、滑走を防止して、時間とともに規定のトルクに戻す。また、空転・滑走を検知した際に、各インバータ駆動装置がモータの出力特性を変更することで、既定のトルクが得られるようにする。

【0015】

従来の鉄道車両は、実測で得られたデータに基づいて最悪の条件を想定し、当該条件でも空転、滑走が発生しないようにするために、前方の車両の中高速域におけるトルクが低減され、低減した当該トルクが後方の車両に分配されて、車両編成全体として一定のトルクが得られるようにしている。しかし、前述したように、従来の鉄道車両は最悪の条件を想定するため、後方の車両へのトルクの分配量が大きく、こうした分配をあらかじめ行ったとしても、空転、滑走が発生することがあり得る。

【0016】

空転、滑走が発生した場合には、各インバータ駆動装置は、独自にトルクを低減し、空転、滑走を防止して、時間とともに規定のトルクに戻すようにしているため、車両編成全体のトルクが低下することとなる。特に、新幹線などの高速鉄道の場合には、車両編成全体のトルクが低下した結果、十分なトルクを確保できずに、ブレーキ開始から停止に要する時間や距離が長くなり、次の駅の到達時刻が遅延し、ダイヤの乱れが発生する。これを想定して、通常の鉄道ダイヤは余裕を持って設定されているが、高速、高密度の運行を求められる線区においては、この余裕をできるだけ少なくし、晴天時と同等の制御ができることが望ましい。

【0017】

10

20

30

40

50

また高速・高密度の運行が求められる線区では、時間的制約から、天候等に基づき分配方法を切り替えることは難しい。従って従来技術では、雨天時のみならず晴天時においても同様の分配方法で列車が走行している。そのため、各車両への均等な加減速分配は実現できず、後方の車両ほど、ブレーキの磨耗や、負荷の増大による故障が発生しやすい。

【 0 0 1 8 】

また従来技術では、空転・滑走が発生した場合に、車両毎にモータ特性を変化させて制御を行っているため、各車両でトルク出力が足りない場合には、それを補填する手段がなく、トルクが低下する。また、モータ特性を記憶するためには記憶装置の容量が多く必要である。

【 0 0 1 9 】

上記課題を解決するように、本実施形態では、トルクの配分をあらかじめ想定するのではなく、走行状態や外界状態を考慮しながらリアルタイムかつ柔軟にトルクを分配する。

【 0 0 2 0 】

具体的には、各車両を通信ネットワークで結び、各車両の状態を考慮しながら動的にトルクを変更する。例えば、各車両駆動装置に装置の状態を監視する監視装置と、監視機能の情報を伝送する通信ネットワークと、各車両駆動装置へのトルクを分配するための列車制御装置を設ける。各車両駆動装置に設置された監視装置は、各車両駆動装置からの情報を読み取り通信ネットワーク等を利用して列車制御装置に伝送する。列車制御装置では、各車両駆動装置のトルク量と監視装置から送られてきた各車両駆動装置の状態により、その装置のトルクを決定する。また、各車両駆動装置のトルクが許容値を超えた場合には、該装置のトルクを低減し、低減分を他の車両駆動装置へ分配する。調整された各車両駆動装置のトルクは、通信ネットワーク等を介して、各車両駆動装置へ伝送され、各車両駆動装置は列車制御装置からのトルク指令に基づき制御する。

【 0 0 2 1 】

以下、図を用いて説明する。

【 0 0 2 2 】

図1に本発明の一実施形態をなすトルク配分制御を示す。図1(a)は車両単位でトルク配分、(b)は台車単位のトルク配分、(c)は車軸単位のトルク配分を示す。先頭車両が空転状態や滑走状態となったときに、先頭車両のトルク指令値を空転や滑走を回避するためのトルク指令値まで低減し、低減したトルク分を2両目以降の車両に分配することにより、列車全体としてのトルク量を維持するものである。すなわち、所定の車両駆動装置に伝送するトルク指令値の低減分は、他の車両駆動装置に伝送するトルク指令値の増加分の和となる。どの程度トルク指令値を低減すべきか、またどの程度のトルクを2両目以降に分配するかは、各車両の車両駆動装置から車両ネットワークを通じて入力した状態情報に基づいて、後述する方法を用いて列車制御装置が決定する。列車制御装置は、通信ネットワークを通じて、当該決定したトルク分配に基づく各車両駆動装置の新たなトルク指令値を出力する。各車両駆動装置は、当該トルク指令値に基づいてモータ、車軸を駆動する。

【 0 0 2 3 】

ここでは2両目以降の車両へのトルク分配について、1両目のトルクの減少分を後部車両に均等に分配する実施形態を示しているが、2両目以降の車両のトルク分配は後部車両に均等である必要はなく、先頭車両でトルクを低減しても、車両全体としてのトルク量を維持できれば、どのような分配方法でも良い。例えば2両目の分配量を少なめにし、後部車両ほど分配量が大きくなるようにトルク分配量を決定しても良い。

【 0 0 2 4 】

図2、図3、及び図4は本発明の一実施形態をなす列車の装置ブロック図である。速度発電機やインバータの速度推定から得られる速度情報(図示せず)、運転台2504からのノッチ指令、および各車両駆動装置102からの状態情報により、各車両駆動装置102へのトルク量を決定する列車制御装置101と、列車制御装置101からの制御情報をもとに出力トルク量を決定し、また、自身の状態情報を出力する車両駆動装置102、およ

10

20

30

40

50

びそれらの制御情報を相互通信する通信ネットワーク 103 で構成されている。

【0025】

すなわちこの列車制御システムは、列車の各車両を駆動する車両駆動装置 102 と、各車両駆動装置 102 の状態データを伝送する車上の通信ネットワーク 103 と、通信ネットワーク 103 で伝送された状態データを入力し、当該状態データに応じてそれぞれの車両駆動装置 102 へ指令するトルク指令値を決定する列車制御装置 101 とを有する。列車制御装置 101 は、状態データに応じて第一の車両駆動装置 102 (この実施形態では先頭車両) のトルク指令値を低減する場合に、当該低減されたトルク量が第一の車両駆動装置 102 とは異なる第二の車両駆動装置 102 (この実施形態では 2 両目以降の車両駆動装置 102) に分配されるように、それぞれの車両駆動装置 102 のトルク指令値を決定するとともに、決定したトルク指令値を通信ネットワーク 103 に出力する。通信ネットワーク 103 は、列車制御装置 101 で決定されたトルク指令値をそれぞれの車両駆動装置 102 に伝送する。車両駆動装置 102 は、伝送されたトルク指令値に基づいて車両 2501 を駆動する。

10

【0026】

図 2 は一の車両駆動装置 102 が一車両の全てのモータ 2505 を制御する実施形態、図 3 は一の車両駆動装置 102 が一台車 2506 のモータ 2505 を制御する実施形態、図 4 は一の車両駆動装置 102 (図では「I」と表示) が各モータ 2505 を制御する実施形態である。

【0027】

通信ネットワーク 103 は、100Mbps 以上の高速、大容量のネットワークであることが好ましい。本実施形態を適用して、列車全体としてのトルク量を維持するためには、各車両駆動装置 102 からの状態情報をいち早く列車制御装置 101 に入力することが好ましく、また列車制御装置 101 が的確なトルク分配を決定できるように、状態情報は詳細なものであることが好ましいからである。

20

【0028】

尚、図 2 の実施形態は図 1 (a) の実施形態に、図 3 の実施形態は図 1 (b) の実施形態に、図 4 の実施形態は図 1 (c) の実施形態に対応するが、例えば図 2 の実施形態であっても、車両駆動装置 102 が各台車または各車軸のトルク量をそれぞれ制御できるものであれば、図 2 を図 1 (b) や (c) の実施形態に適用することも可能である。同様に、図 3 を図 1 (a) や (c) に、図 4 を図 1 (a) や (b) に適用することも可能である。

30

【0029】

以下、詳細を説明する。

【0030】

図 5 は本発明の一実施形態をなす制御システムの基本図であり、制御システム内での制御情報の流れを示している。すなわち、速度発電機やインバータの速度推定から得られる速度情報、運転台からのノッチ指令、および各車両駆動装置 102 からの状態情報により、各車両駆動装置へのトルク量を決定する列車制御装置 101 と、列車制御装置 101 からの制御情報をもとに、出力トルク量を決定し、また、自身の状態情報を出力する車両駆動装置 102、およびそれらの制御情報を相互通信する通信ネットワーク 103 で構成されている。なお、本実施形態は、少なくとも 1 つの列車制御装置 101 と 2 つ以上の車両駆動装置 102 で構成される。

40

【0031】

図 6 に示すように、列車制御装置 101 は、少なくとも、記憶装置 201、配分決定装置 202、入出力装置 203、および列車性能データベース 204 からなる。記憶装置 201 内にある状態情報を図 7 に、列車性能データベース 204 については、図 8 に示す。

【0032】

図 7 に示すように、前記記憶装置 201 内にある状態情報は、各車両駆動装置の空転・滑走履歴、状態 (故障、正常)、各駆動装置の出力上限超過の有無と、各車両駆動装置へ

50

のトルク分配量で構成されている。各車両軌道装置の空転・滑走履歴については空転・滑走履歴がある場合には1をない場合には0で表す。また、各車両駆動装置の状態については、故障を1、正常を0で表す。同様に、各駆動装置の出力上限超過の有無については、超過を1、未超過を0とする。最後にトルク分配量については、出力指令トルク量を2進数にて表記する。また、必要と思われるビット数は十分確保されているものとする。

【0033】

なお、ここで示している1と0が逆の場合でも可能である。また、ここでは2進数にて状態、トルク分配量を示したが、例えば、有無のみならず、連続量として例えば10進数で状態を保持するといったことも可能である。

【0034】

さらに、トルク分配量の代わりに、引張力・ブレーキ力、トルク、加減速度などを用いてもよい。

【0035】

また、前記記憶装置101内の状態情報が初期化(リセット)されるというのは、各車両駆動装置の空転・滑走履歴がなく、状態が正常であり、各駆動装置の出力上限超過が無い状態で、かつ各車両駆動装置へのトルク分配量が0であるとする。

【0036】

列車性能データベース204は、図8に示される形で構成されており、速度とノッチにより出力されるトルクが表記されている。

【0037】

車両駆動装置102は、図9に示すように、少なくとも駆動装置401と状態監視装置402および入出力装置403から構成されている。

【0038】

車両駆動装置102には、装置の状態を監視する状態監視装置402があり、車両駆動装置102の状態を検出する。検出された装置状態情報は、入出力装置403を通り、通信ネットワーク等を介して、列車制御装置101に送られる。

【0039】

列車制御装置101は、入出力装置203を通して、各車両駆動装置ごとの装置状態情報を入手し、記憶装置201に格納する。また、配分決定装置202にて記憶装置201を参照しながら各車両駆動装置への出力トルク量を決定する。

【0040】

図10は、列車制御装置101で行われる制御フローである。図10を用いて、列車制御装置101で行われる各車両駆動装置への出力トルク量決定処理について説明する。

【0041】

ステップ501では、記憶装置のリセット命令があったかをチェックし、リセット命令があった場合にはステップ502に、なかった場合にはステップ503に進む。リセット命令が起こる条件としては、一定時間トルク配分量が変化しなかった、一定距離走行している間、トルク配分量が変化しなかった、列車速度がある速度を下回った、運転手からリセット命令があった、などが考えられる。

【0042】

ステップ502では、列車制御装置内部にある記憶装置201の状態情報を初期化する。次にステップ503に進む。

【0043】

ステップ503では、速度情報と運転台からのノッチ指令を受け取り、列車制御装置内部にある列車性能データベース204を参照して、編成車両として必要なトルク量Tを求め、各車両駆動装置に均等に配分するトルク量Sを算出する。これは、編成内にある全車両駆動装置の合計をMとし、故障の発生した車両駆動装置をXとした場合、

$$S = T / (M - X)$$

にて計算する。次にステップ504に進む。

【0044】

10

20

30

40

50

ステップ504では、各車両駆動装置の状態情報を受け取り、前記記憶装置201の各車両駆動装置の状態情報を更新する。この更新の様子は図11に示し、詳細は後述する。次にステップ505に進む。

【0045】

ステップ505では、記憶装置201の状態情報をもとに各車両駆動装置への合計トルク量 P_n を計算する。次にステップ506に進む。

【0046】

ステップ506では、前記記憶装置201内に格納されている各車両駆動装置の状態情報と、ステップ505で求めた各車両駆動装置への合計トルク量 P_n とステップ504で算出されたトルク量 S を基に、各車両へのトルク量を決定する。この決定処理の処理フローを図12に示し、詳細は後述する。次にステップ507に進む。

10

【0047】

ステップ507では、記憶装置201内にある各車両駆動装置へのトルク量 S_{1n} (n は各車両駆動装置の番号を表す)を更新する。

【0048】

上述したように、停車するまで上述処理を繰り返すことにより各車両へ効果的なトルク配分を行うことができる。

【0049】

図11は、ステップ404で行われる記憶装置201の各車両駆動装置における状態情報の更新を示したものである。上述のステップ401で述べたように、列車が停車中である場合、初期状態である。列車が走行し始めると、天候状態や地形に依存して、各車両駆動装置の空転・滑走履歴、状態(故障、正常)、各車両駆動装置の出力上限超過の有無と、各車両駆動装置へのトルク配分の割合が変化する。この変化がある時間続いた後、状態変化が停止する。

20

【0050】

各車両駆動装置へのトルク配分は、空転・滑走を検知した駆動装置のトルクを下げて、空転・滑走履歴がなく、各車両駆動装置の出力上限を超過していない駆動装置に、下げたトルク分を配分することで、編成全体としては指定のトルク量を保つように制御を行う。以下、その詳細について図12を用いて説明する。

【0051】

30

ステップ701では、記憶装置201を参照し、各車両駆動装置の状態情報から入手した各車両駆動装置への指令トルク量 S_n (n は各車両駆動装置の番号を表す)と、ステップ503で計算した各車両駆動装置への合計トルク量 P_n から、トルク配分量 H_n (n は各車両駆動装置の番号を表す)を次の方法で算出する。

【0052】

$$H_n = S_n / P_n \quad (n \text{ は各車両駆動装置の番号を表す})$$

ただし、記憶装置201がリセットされた直後においては、 $P_n = 0$ となるので、そのときは、

$$H_n = \text{初期トルク配分量} \quad (n \text{ は各車両駆動装置の番号を表す})$$

とする。次にステップ702に進む。

40

【0053】

ステップ702では、各車両駆動装置の状態情報から入手した空転・滑走履歴、状態、および各車両駆動装置の出力上限超過の有無から、空転・滑走履歴がなく、正常動作をしており各車両駆動装置の出力上限を超過していない車両駆動装置の合計数 L 、各車両駆動装置のうち正常動作をしており空転・滑走履歴のある車両駆動装置の合計数 Y 、および各車両駆動装置の出力上限を超過している車両駆動装置の合計数 Z を求める。なお、

$$M = L + Y + Z + X$$

の関係が成立する。次にステップ703に進む。

【0054】

ステップ703では、各車両駆動装置のうち正常動作をしており空転・滑走履歴のある

50

車両駆動装置と、各車両駆動装置の出力上限を超過している車両駆動装置のトルク配分量 H_n を、ある決まった値 a 分下げる。また、各車両駆動装置のうち正常動作をしており空転・滑走履歴のある車両駆動装置と、各車両駆動装置の出力上限を超過している車両駆動装置トルク指令量 S_{1n} としては、次の式で計算する。

【0055】

$$S_{1n} = (H_n - a) \times S$$

次にステップ704に進む。

【0056】

ステップ704では、空転・滑走履歴がなく、正常動作をしており各車両駆動装置の出力上限を超過していない車両駆動装置のトルク配分量を、編成全体で規定のトルク量が得られるように、増加させる。すなわち、ステップ703で計算したトルク減少分を前記正常動作をしており各車両駆動装置の出力上限を超過していない車両駆動装置の総数で均等に配分する処理を行う。従って、正常動作をしており各車両駆動装置の出力上限を超過していない車両駆動装置のトルク指令量 S_{1n} としては、次の式で計算する。

【0057】

$$b = a \times (Y + Z) / L$$

$$S_{1n} = (H_n + b) \times S$$

以上の処理により、各駆動装置へのトルク指令量 S_{1n} を求めることが可能となる。求めた各駆動装置へのトルク指令量 S_{1n} を、各駆動装置へ伝達し、各駆動装置はそのトルク指令量を遵守するように制御する。なお、上記実施例においては、トルク指令量としたが、引張力・ブレーキ力指令，加減速度指令，トルク指令を用いても良い。また、上記実施例ではトルク指令量を変更する際に空転・滑走履歴情報を1つの判断としているが、制御周期毎の空転・滑走としてもよい。この場合、記憶装置201内部にある情報も制御周期毎の空転・滑走情報とする。なお、制御周期毎の空転・滑走を用いることにより、後ろの車両駆動装置への偏りをより少なくすることができるが、状態変化が停止するまでの時間が長くなるため、わずかではあるが停止距離が伸びる可能性がある。また、上記実施例においては、各駆動装置において、空転・滑走検知の状態情報を検出しているが、列車制御装置で各駆動装置の空転・滑走検知を行ってもよい。その場合、各駆動装置の状態監視装置から、各駆動装置の速度情報を入手して行う。

【0058】

次に、図13～図18を用いて他の実施形態を示す。

【0059】

図13は本発明をなす一実施形態の制御システムの基本図であり、制御システム内での制御情報の流れを示している。すなわち、速度発電機やインバータの速度推定から得られる速度情報，運転台からのノッチ指令、および各車両駆動装置802からの状態情報により、各車両駆動装置への配分割合を決定する列車制御装置801と、列車制御装置801からの制御情報をもとに、出力トルク量を決定し、また、自身の状態情報を出力する車両駆動装置802および、それらの制御情報を相互通信する通信ネットワーク803で構成されている。

【0060】

図14に示すように、列車制御装置901は、少なくとも、記憶装置901，配分決定装置902，入出力装置903からなる。記憶装置901内にある状態情報を図15に示す。

【0061】

図15に示すように、前記記憶装置901内にある状態情報は、各車両駆動装置の空転・滑走履歴，状態（故障，正常），各駆動装置の出力上限超過の有無と、各車両駆動装置へのトルク配分割合で構成されている。各車両軌道装置の空転・滑走履歴については空転・滑走履歴がある場合には1をない場合には0で表す。また、各車両駆動装置の状態については、故障を1，正常を0で表す。同様に、各駆動装置の出力上限超過の有無については、超過を1，未超過を0とする。最後にトルク配分割合については、ここでは2進数に

10

20

30

40

50

て示したが、例えば、10進数で状態を保持するといったことも可能である。

【0062】

なお、ここで示している1と0が逆の場合でも可能である。

【0063】

また、前記記憶装置901内の状態情報が初期化(リセット)されるというのは、各車両駆動装置の空転・滑走履歴がなく、状態が正常であり、各駆動装置の出力上限超過が無い状態で、かつ各車両駆動装置への配分割合が100であるとする。

【0064】

車両駆動装置902は、図16に示すように、少なくとも駆動装置1101、状態監視装置1102、入出力装置1103および、列車性能データベース1104から構成されている。

10

【0065】

車両駆動装置902には、装置の状態を監視する状態監視装置1102があり、車両駆動装置902の状態を検出する。検出された装置状態情報は、入出力装置1103を通り、通信ネットワーク等を介して、列車制御装置801に送られる。

【0066】

列車制御装置801は、入出力装置903を通して、各車両駆動装置ごとの装置状態情報を入手し、記憶装置901に格納する。また、配分決定装置902にて記憶装置901を参照しながら各車両駆動装置への出力割合を決定する。

【0067】

20

図17は、列車制御装置で行われる制御フローである。図17を用いて、列車制御装置801で行われる各車両駆動装置への出力トルク量決定処理について説明する。

【0068】

ステップ1201では、記憶装置のリセット命令があったかをチェックし、リセット命令があった場合にはステップ1202に、なかった場合にはステップ1203に進む。リセット命令が起こる条件としては、一定時間トルク配分量が変化しなかった、一定距離走行している間、トルク配分量が変化しなかった、列車速度がある速度を下回った、運転手からリセット命令があった、などが考えられる。

【0069】

ステップ1202では、列車制御装置内部にある記憶装置901の状態情報を初期化する。次にステップ1203に進む。

30

【0070】

ステップ1203では、各車両駆動装置の状態情報を受け取り、前記記憶装置901の各車両駆動装置の状態情報を更新する。この更新の様子は、前述の図11と同様の処理であるので割愛する。次にステップ1204に進む。

【0071】

ステップ1204では、前記記憶装置901内に格納されている各車両駆動装置の状態情報から各車両駆動装置への配分割合を決定する。この配分割合決定処理の処理フローを図18に示し、詳細は後述する。次にステップ1205に進む。

【0072】

40

ステップ1205では、記憶装置201内にある各車両駆動装置へのトルク配分量 $H1n$ (n は各車両駆動装置の番号を表す)を更新する。

【0073】

上述したように、停車するまで上述処理を繰り返すことにより各車両へ効果的なトルク配分を行うことができる。

【0074】

各車両駆動装置へのトルク配分は、空転・滑走を検知した駆動装置のトルクを下げて、空転・滑走履歴がなく、各車両駆動装置の出力上限を超過していない駆動装置に、下げたトルク分を配分することで、編成全体としては指定のトルク量を保つように制御を行う。以下、その詳細について図18を用いて説明する。

50

【 0 0 7 5 】

ステップ 1 3 0 1 では、各車両駆動装置の状態情報から入手した空転・滑走履歴、状態、および各車両駆動装置の出力上限超過の有無から、空転・滑走履歴がなく、正常動作をしており各車両駆動装置の出力上限を超過していない車両駆動装置の合計数 L 、各車両駆動装置のうち正常動作をしており空転・滑走履歴のある車両駆動装置の合計数 Y 、および各車両駆動装置の出力上限を超過している車両駆動装置の合計数 Z を求める。なお、

$$M = L + Y + Z + X$$

の関係が成立する。次にステップ 1 3 0 2 に進む。

【 0 0 7 6 】

ステップ 1 3 0 2 では、各車両駆動装置のうち正常動作をしており空転・滑走履歴のある車両駆動装置と、各車両駆動装置の出力上限を超過している車両駆動装置のトルク配分量 H_n を、ある決まった値 a 分下げる。また、各車両駆動装置のうち正常動作をしており空転・滑走履歴のある車両駆動装置と、各車両駆動装置の出力上限を超過している車両駆動装置配分割合 S_{1n} としては、次の式で計算する。

【 0 0 7 7 】

$$H_{1n} = H_n - a$$

次にステップ 1 3 0 3 に進む。

【 0 0 7 8 】

ステップ 1 3 0 3 では、空転・滑走履歴がなく、正常動作をしており各車両駆動装置の出力上限を超過していない車両駆動装置のトルク配分量を、編成全体で規定のトルク量が得られるように、増加させる。すなわち、ステップ 1 3 0 2 で計算したトルク減少分を前記正常動作をしており各車両駆動装置の出力上限を超過していない車両駆動装置の総数で均等に配分する処理を行う。従って、正常動作をしており各車両駆動装置の出力上限を超過していない車両駆動装置の配分割合 H_{1n} としては、次の式で計算する。

【 0 0 7 9 】

$$b = a \times (Y + Z) / L$$

$$H_{1n} = H_n + b$$

以上の処理により、各車両駆動装置への配分割合 H_{1n} を計算することが可能となる。また、上記実施例では配分割合を変更する際に空転・滑走履歴情報を 1 つの判断としているが、制御周期毎の空転・滑走としてもよい。この場合、記憶装置 9 0 1 内部にある情報も制御周期毎の空転・滑走情報とする。なお、制御周期毎の空転・滑走を用いることにより、後ろの車両駆動装置への偏りをより少なくすることができるが、状態変化が停止するまでの時間が長くなるため、わずかではあるが停止距離が伸びる可能性がある。

【 0 0 8 0 】

上記処理により求めた各駆動装置へのトルク配分割合 H_{1n} を、各駆動装置へ伝達し、各駆動装置はそのトルク配分割合とノッチ指令および速度情報からトルク量を決定し、そのトルク量を遵守するように制御する。また、上記実施形態においては、各駆動装置において、空転・滑走検知の状態情報を検出しているが、列車制御装置で各駆動装置の空転・滑走検知を行ってもよい。その場合、各駆動装置の状態監視装置から、各駆動装置の速度情報を入手して行う。

【 0 0 8 1 】

次に、図 1 9 ~ 図 2 2 を用いて本発明の他の実施形態を示す。

【 0 0 8 2 】

図 1 9 は本発明の制御システムの基本図であり、制御システム内での制御情報の流れを示している。すなわち、速度発電機やインバータの速度推定から得られる速度情報、運転台からのノッチ指令、および各車両装置 1 5 0 2 からの状態情報により、各車両装置への配分割合を決定する列車中央制御装置 1 5 0 1 と、列車中央制御装置 1 5 0 1 からの制御情報をもとに、出力トルク量を決定し、また、自身の状態情報を出力する車両装置 1 5 0 2 および、それらの制御情報を相互通信する通信ネットワーク 1 5 0 3 で構成されている。

【 0 0 8 3 】

車両装置 1502 の構成としては、図 20 に示すように、速度発電機やインバータの速度推定から得られる速度情報、列車中央制御装置 1501 からの指令値、および各車両駆動装置 102 からの状態情報により、各車両駆動装置へのトルク量を決定する列車制御装置 101 と、列車制御装置 101 からの制御情報をもとに、出力トルク量を決定し、また、自身の状態情報を出力する車両駆動装置 102、およびそれらの制御情報を相互通信する通信ネットワーク 103 で構成することも考えられる。ここで述べた列車制御装置 101、車両駆動装置 102、および通信ネットワーク 103 は、第 1 の実施例で述べたものと同じである。また、図 21 に示すように、速度発電機やインバータの速度推定から得られる速度情報、列車中央制御装置 1501 からの指令値、および各車両駆動装置 802 からの状態情報により、各車両駆動装置への配分割合を決定する列車制御装置 801 と、列車制御装置 801 からの制御情報をもとに、出力トルク量を決定し、また、自身の状態情報を出力する車両駆動装置 802 および、それらの制御情報を相互通信する通信ネットワーク 803 で構成することも考えられる。ここで述べた列車制御装置 801、車両駆動装置 802、および通信ネットワーク 803 は、上記他の実施形態で述べたものと同じである。

10

【0084】

次に、列車中央制御装置 1501 としては、図 6 で示したように、記憶装置 201、配分決定装置 202、入出力装置 203、および列車性能データベース 204 で構成することが考えられる。ここで述べた記憶装置 201、配分決定装置 202、入出力装置 203、および列車性能データベース 204 は第 1 の実施例にて述べたものと同じである。また、図 14 に示したように、記憶装置 901、配分決定装置 902、入出力装置 903 で構成することも考えられる。

20

【0085】

以下、車両装置 1502 が図 20 で構成され、列車中央制御装置 1501 が図 6 で構成される場合の列車中央制御装置の処理について図 22 を用いて詳細に説明する。

【0086】

ステップ 1601 では、列車中央制御装置内にある記憶装置のリセット命令があったかをチェックし、リセット命令があった場合にはステップ 1602 に、なかった場合にはステップ 1603 に進む。リセット命令が起こる条件としては、一定時間トルク配分量が変化しなかった、一定距離走行している間、トルク配分量が変化しなかった、列車速度がある速度を下回った、運転手からリセット命令があった、などが考えられる。

30

【0087】

ステップ 1602 では、列車中央制御装置 1501 内部にある記憶装置 201 の状態情報を初期化する。次にステップ 1603 に進む。

【0088】

ステップ 1603 では、速度情報と運転台からのノッチ指令を受け取り、列車制御装置内部にある列車性能データベース 204 を参照して、編成車両として必要なトルク量 T を求め、各車両駆動装置に均等に配分するトルク量 S を算出する。これは、編成内にある全車両駆動装置の合計を M とし、故障の発生した車両駆動装置を X とした場合、

$$S = T / (M - X)$$

40

にて計算する。次にステップ 1604 に進む。

【0089】

ステップ 1604 では、各車両駆動装置の状態情報を受け取り、前記記憶装置 201 の各車両駆動装置の状態情報を更新する。この更新の様子は図 2 に示し、詳細は後述する。次にステップ 1605 に進む。

【0090】

ステップ 1605 では、記憶装置 201 の状態情報をもとに各車両駆動装置への合計トルク量 P_n を計算する。次にステップ 1606 に進む。

【0091】

ステップ 1606 では、前記記憶装置 201 内に格納されている各車両駆動装置の状態

50

情報と、ステップ1605で求めた各車両駆動装置への合計トルク量 P_n とステップ1604で算出されたトルク量 S を基に、各車両装置1502へのトルク量を決定する。次にステップ1607に進む。

【0092】

ステップ1607では、記憶装置201内にある各車両装置1502へのトルク量 S_{1n} (n は各車両駆動装置の番号を表す)を更新する。

【0093】

停車するまで上述処理を繰り返すことにより各車両へ効果的なトルク配分を行うことができる。

【0094】

各車両装置は、上記トルク量を受け取り、各駆動装置へのトルク配分量を決定する。この配分量決定処理は、図10で述べている処理において、運転台からのノッチ指令を上記トルク量と読み替えればまったく同じである。

【0095】

上記の各実施形態では配分割合を変更する際に空転・滑走履歴情報を1つの判断としているが、制御周期毎の空転・滑走としてもよい。この場合、記憶装置201内部にある情報も制御周期毎の空転・滑走情報とする。なお、制御周期毎の空転・滑走を用いることにより、後ろの車両駆動装置への偏りをより少なくすることができるが、状態変化が停止するまでの時間が長くなるため、わずかではあるが停止距離が伸びる可能性がある。

【0096】

上記処理により求めた各駆動装置へのトルク配分割合 H_{1n} を、各駆動装置へ伝達し、各駆動装置はそのトルク配分割合とノッチ指令および速度情報からトルク量を決定し、そのトルク量を遵守するように制御する。また、上記実施形態においては、各駆動装置において、空転・滑走検知の状態情報を検出しているが、列車制御装置で各駆動装置の空転・滑走検知を行ってもよい。その場合、各駆動装置の状態監視装置から、各駆動装置の速度情報を入手して行う。

【0097】

なお、ここまで述べてきた実施形態において、運転台からの指令はすべてノッチ指令としているが、トルク指令であっても上記システムによって実現できる。

【0098】

上記の各実施形態で述べた空転・滑走検知の方法について以下説明をする。なお、この方法は状態監視装置で空転・滑走検知を行う場合も、列車制御装置で各駆動装置の空転・滑走検知を行う場合も同一である。図23～図25に、上記方法を実現する空転・滑走検知フィルタを示す。

【0099】

図23に示すフィルタでは、各状態監視装置もしくは列車制御装置で検知された空転・滑走検知情報を時間平均して閾値以上の値であれば空転・滑走が起これたと判断し、そうでなければ空転・滑走は起きなかったとする処理を行う。次に、図24に示すフィルタでは、空転・滑走検知情報と振動情報を基に周波数解析を行い、瞬時的に起これた空転・滑走であるかを判断し、瞬時的に起これた空転・滑走の場合、空転・滑走は起きなかったとする処理を行う。次に図25に示すフィルタでは、あらかじめレールの継ぎ目など瞬時的に空転・滑走が起これる位置情報をもっていて、その位置情報と空転・滑走が発生した位置を照合することで、瞬時的に起これた空転・滑走であるかを判断し、瞬時的に起これた空転・滑走の場合、空転・滑走は起きなかったとする処理を行う。また、図23～図25の組み合わせによるフィルタで瞬時的に起これた空転・滑走を判断することも可能である。

【0100】

次に、上記の各実施形態に述べた各車両駆動装置へのトルク配分量のリセット方法について図26のリセット速度データベース、図27のリセット時間データベース、図28のリセット距離データベース、を使用して補足説明をする。リセットをする条件としては、下記のことが考えられる。

10

20

30

40

50

【0101】

(1) トルク配分終了した速度 V_1 に対してリセット速度 V_2 を定義したデータベースを用意しておき、速度が V_2 以下になったらリセットを行う。なお、リセット速度 V_2 の求め方としては、例えば理想粘着係数 μ を求める式

$$\mu = \frac{13.6}{85 + V} \quad \dots \text{(式1)}$$

(μ は、路面の乾燥状態により決定される。 $\mu = 1$ ならば湿潤、 $\mu = 2$ ならば乾燥の状態であるとされている。 V は列車速度) を使用して速度 V_1 の時の粘着係数 μ_1 を求め、 μ_1 から μ % 程度変わる速度 V_2 を求めて決定する。

【0102】

上記の例として、 $\mu = 1$ 、 $\mu = 1$ 、速度 $V_1 = 255 \text{ km/h}$ とした場合のリセット速度 V_2 を求めると、 $\mu_1 = 1 \times 13.6 / (85 + 255) = 0.04$ 、つまり 4% である。これが 1% 変動する速度 V_2 を求める。加速の場合には速度が上昇するほど粘着係数は低くなると考えられるから 4% から 3% になる。これを使用してリセット速度 V_2 を求めると、 $0.03 = 1 \times 13.6 / (85 + V_2)$ であり、 $V_2 = 368.333 \text{ km/h}$ となる。逆に減速の場合には速度が減少するほど粘着係数は高くなると考えられるから 4% から 5% になる。これを使用してリセット速度 V_2 を求めると、 $0.05 = 1 \times 13.6 / (85 + V_2)$ であり、 $V_2 = 187 \text{ km/h}$ となる。

10

【0103】

(2) トルク配分終了した速度 V_1 に対してリセット時間 T_2 を定義したデータベースを用意しておき、トルク配分終了後から T_2 経過したらリセットを行う。なお、リセット時間 T_2 の求め方としては、例えば理想粘着係数 μ を求める(式1)を用いて、速度 V_1 の時の粘着係数 μ_1 を求め、 μ_1 から μ % 程度変わる速度 V_2 を求め、さらに加減速度から $T_2 = |(V_2 - V_1) / a|$ として計算することができる。

20

【0104】

上記の例として、 $\mu = 1$ 、 $\mu = 1$ 、加減速度 $a = 2.5 \text{ km/h/s}$ 、速度 $V_1 = 255 \text{ km/h}$ とした場合のリセット速度 V_2 を求めると、 $\mu_1 = 1 \times 13.6 / (85 + 255) = 0.04$ 、つまり 4% である。これが 1% 変動する速度 V_2 を求める。加速の場合には速度が上昇するほど粘着係数は低くなると考えられるから 4% から 3% になる。これを使用してリセット速度 V_2 を求めると、 $0.03 = 1 \times 13.6 / (85 + V_2)$ であり、 $V_2 = 368.333 \text{ km/h}$ となる。ここから、 $T_2 = (368.333 - 255) / 2.5 = 45.3$ 秒。逆に減速の場合には速度が減少するほど粘着係数は高くなると考えられるから 4% から 5% になる。これを使用してリセット速度 V_2 を求めると、 $0.05 = 1 \times 13.6 / (85 + V_2)$ であり、 $V_2 = 187 \text{ km/h}$ となる。ここから、 $T_2 = |(187 - 255) / 2.5| = 27.2$ 秒。

30

【0105】

(3) トルク配分終了した速度 V_1 に対してリセット距離 S_2 を定義したデータベースを用意しておき、トルク配分終了後から S_2 走行したらリセットを行う。なお、リセット時間 S_2 の求め方としては、例えば理想粘着係数 μ を求める(式1)を用いて、速度 V_1 の時の粘着係数 μ_1 を求め、 μ_1 から μ % 程度変わる速度 V_2 を求め、さらに加減速度から $S_2 = |(V_2 \times V_2 - V_1 \times V_1) / (7.2 \times a)|$ として計算することができる。

40

【0106】

上記の例として、 $\mu = 1$ 、 $\mu = 1$ 、加減速度 $a = 2.5 \text{ km/h/s}$ 、速度 $V_1 = 255 \text{ km/h}$ とした場合のリセット速度 V_2 を求めると、 $\mu_1 = 1 \times 13.6 / (85 + 255) = 0.04$ 、つまり 4% である。これが 1% 変動する速度 V_2 を求める。加速の場合には速度が上昇するほど粘着係数は低くなると考えられるから 4% から 3% になる。これを使用してリセット速度 V_2 を求めると、 $0.03 = 1 \times 13.6 / (85 + V_2)$ であり、 $V_2 = 368.333 \text{ km/h}$ となる。ここから、 $S_2 = (368.333 \times 368.333 - 255 \times 255) / (7.2 \times 2.5) = 3924.7 \text{ m}$ 。逆に減速の場合には速度が減少するほど粘着係数は高くなると考えられるから 4% から 5% になる。これを使用してリ

50

セット速度 V_2 を求めると、 $0.05 = 1 \times 13.6 / (85 + V_2)$ であり、 $V_2 = 187$ km/h となる。ここから、 $S_2 = (187 \times 187 - 255 \times 255) / (7.2 \times 2.5) = 1669.7$ m。

【0107】

(4) 運転士からの指令が変更されたときには路面に対する粘着が変わることからリセットする。

【0108】

(5) 上記(1)～(4)の組み合わせでリセット判定を行っても良い。

【0109】

なお、 S_2 の値は天候情報データベースによってある値として決定する方法や車輪の空転および車輪の滑走の発生度合いによって、学習的に変更させる方法などが考えられる。

10

【0110】

また、上記ではデータベースをあらかじめ用意しておいてとあるが、上記の手法を列車制御装置に組み込み動的に算出することでリセット処理を行っても良い。

【0111】

発明者は、上記処理をシミュレーションにより実施し、雨天時においても晴天時と同等の加減速を実現し、あらかじめ配分した場合には、空転・滑走履歴がなく、正常動作をしており各車両駆動装置の出力上限を超過していない車両駆動装置の車両は7%程度の増加が必要であったのに対して、動的に割り振った場合には3%程度の増加ですむことを確認し、車両駆動装置への偏りを少なくできることを確認した。

20

【0112】

加減速性能の配分を各駆動装置の空転・滑走検知や故障情報に基づき動的に行うことで、天候や状況に応じた柔軟な制御を行うことが可能となる。また、前記空転・滑走検知は、時間平均、位置情報との比較、周波数分析のフィルタ処理を行うことで、レールの継ぎ目などで起こる瞬時的な空転・滑走を排除することができ、無駄なトルク再配分をすることを防ぐことができる。一方で、最悪条件を想定してあらかじめ分配するよりも後続車両への分配量を少なくできる。また、ある一定以上、空転、滑走が発生しない場合には、配分量をリセットしてあげることで、必要以上の偏った配分を減らすことができる。これらの処理により、各車両や台車などに偏った磨耗や負荷増大による故障が発生しにくくなり、乾燥・湿潤の状態に関係なく同様の加減速をすることが可能となる。

30

【0113】

あらかじめトルク分配する際に、シミュレーションや実機試験などで、駅停車時の各車両駆動装置へのトルク分配量を求めておき、それを用いて分配しておくこと、空転・滑走が起らずに、乾燥・湿潤の状態に関係なく同様の加減速をすることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0114】

【図1】本発明の一実施形態をなすトルク配分制御を示す。

【図2】本発明の一実施形態をなす列車の装置ブロック図を示す。

【図3】本発明の一実施形態をなす列車の装置ブロック図を示す。

【図4】本発明の一実施形態をなす列車の装置ブロック図を示す。

40

【図5】本発明の一実施形態をなす制御システムの構成図を示す。

【図6】図5の列車制御装置内部の構成図を示す。

【図7】図6の記憶装置内の情報を示す。

【図8】図6の列車性能データベースを示す。

【図9】図5の車両駆動装置内部の構成図を示す。

【図10】図5の列車制御装置の制御フローチャートを示す。

【図11】図7の記憶装置の状態情報更新の様子を示す。

【図12】車両駆動装置への出力トルク指令決定フローチャートを示す。

【図13】本発明の他の実施形態をなす制御システムの構成図を示す。

【図14】図13の列車制御装置内部の構成図を示す。

50

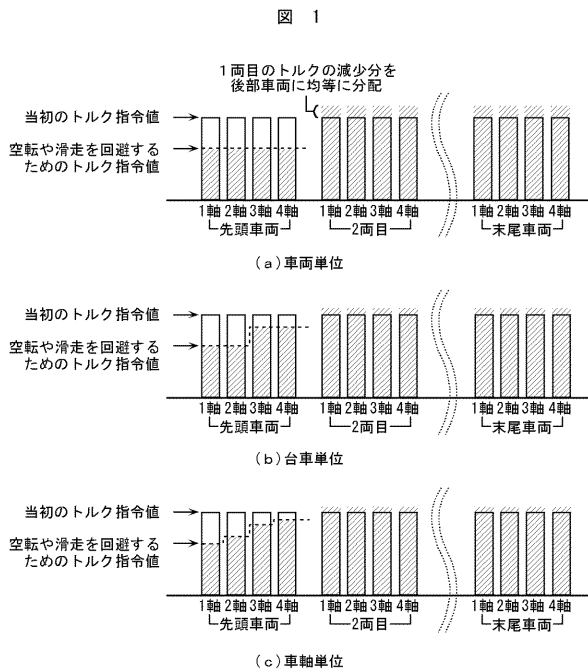
- 【図15】図14の記憶装置内の情報を示す。
- 【図16】図13の車両駆動装置内部の構成図を示す。
- 【図17】図13の列車制御装置の制御フローチャートを示す。
- 【図18】図13の実施形態の車両駆動装置への配分割合決定フローチャートを示す。
- 【図19】本発明の他の実施形態をなす制御システムの構成図を示す。
- 【図20】図19の車両装置の構成図の一例を示す。
- 【図21】図19の車両装置の構成図の一例を示す。
- 【図22】図19の列車中央制御装置の制御フローチャートを示す。
- 【図23】本発明の一実施形態をなす空転・滑走検知フィルタを示す。
- 【図24】本発明の一実施形態をなす空転・滑走検知フィルタを示す。
- 【図25】本発明の一実施形態をなす空転・滑走検知フィルタを示す。
- 【図26】本発明の一実施形態をなすリセット速度データベースを示す。
- 【図27】本発明の一実施形態をなすリセット時間データベースを示す。
- 【図28】本発明の一実施形態をなすリセット距離データベースを示す。

【符号の説明】

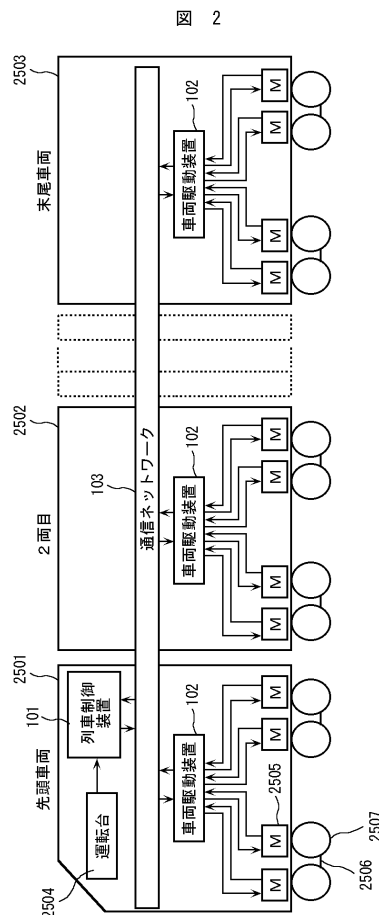
【0115】

101...列車制御装置、102...車両駆動装置、103...通信ネットワーク。

【図1】



【図2】



【図3】

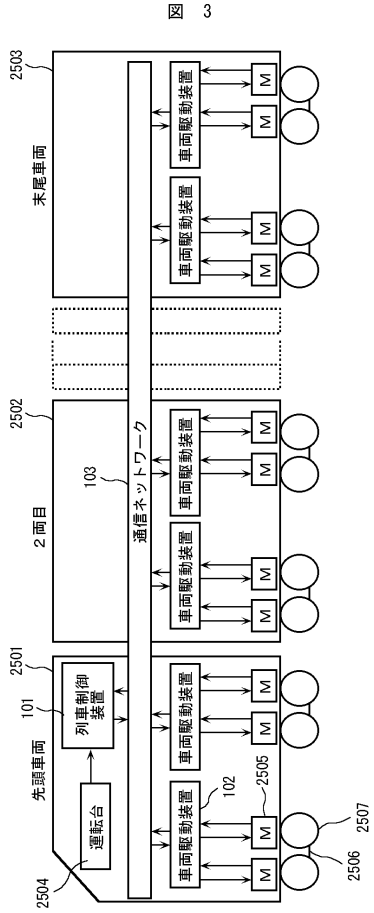


図 3

【図4】

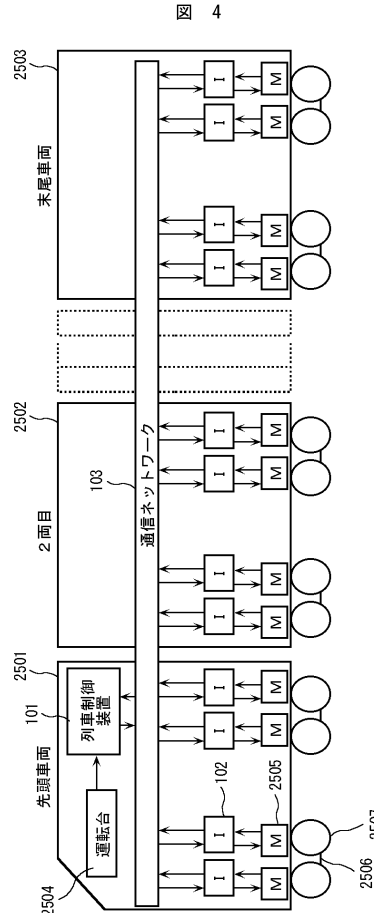


図 4

【図5】

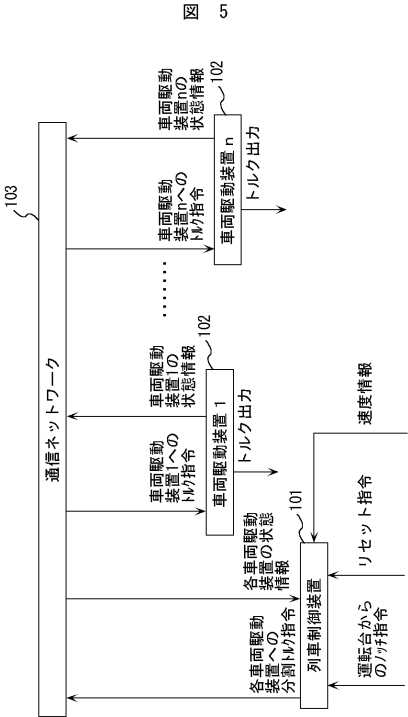


図 5

【図6】

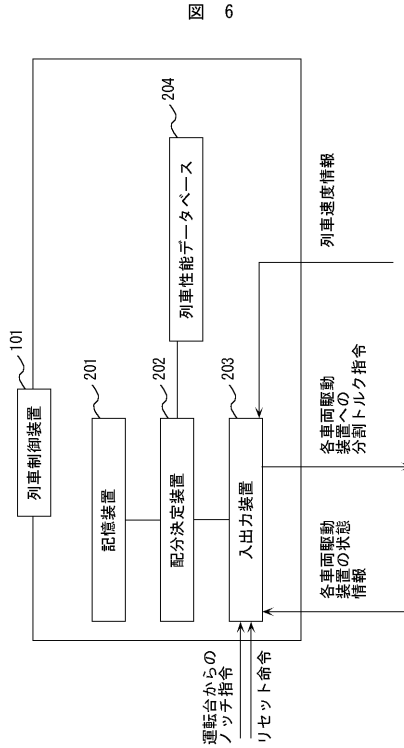


図 6

【図7】

図 7

車両駆動装置番号	1	2	3	4	5	.....	N-1	N
項目情報	1	1	1	1	1	.....	0	0
空転・滑走履歴	0	0	0	0	0	.....	0	0
状態 (故障、正常)	0	0	0	0	0	.....	1	1
各駆動装置の出力上限超過の有無	0	0	0	0	0	.....	0	0
トルク配分量	0	0	0	0	0	.....	1	1
	0	1	1	1	1	.....	0	0
	1	0	0	0	0	.....	1	1
	1	1	1	1	1	.....	0	0
	1	1	1	1	1	.....	0	0
	1	1	1	1	1	.....	0	0
	1	1	1	1	1	.....	0	0

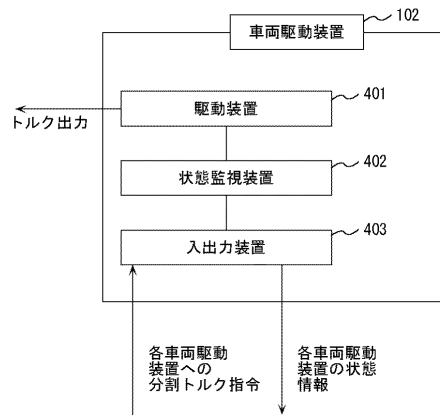
【図8】

図 8

速度 \ ノッチ	1	2	3	.....	N
0	300	500	700	.....	1200
5	300	500	700	.....	1200
...
400	10	20	25	.....	50

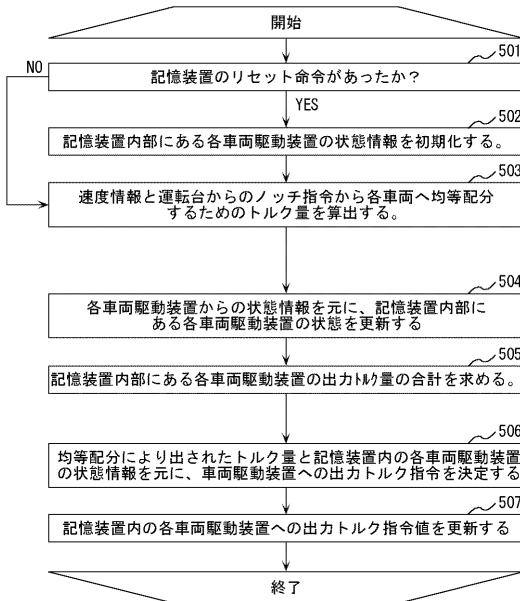
【図9】

図 9



【図10】

図 10



【図11】

図 11

初期状態:	1	2	3	4	5	.....	N-1	N
項目情報	0	0	0	0	0	.....	0	0
空転・滑走履歴	0	0	0	0	0	.....	0	0
状態 (故障、正常)	0	0	0	0	0	.....	0	0
各駆動装置の出力上限超過の有無	0	0	0	0	0	.....	0	0
トルク配分量	0	0	0	0	0	.....	0	0

→

一定時間経過後の状態:	1	2	3	4	5	.....	N-1	N
項目情報	1	1	1	1	1	.....	0	0
空転・滑走履歴	0	0	0	0	0	.....	0	0
状態 (故障、正常)	0	0	0	0	0	.....	1	1
各駆動装置の出力上限超過の有無	0	0	0	0	0	.....	1	1
トルク配分量	0	1	2	7	8	.....	9	9

【図 1 2】

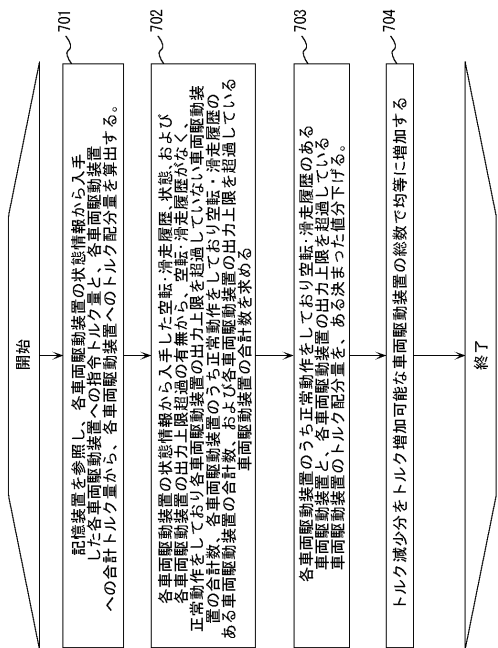


図 12

【図 1 3】

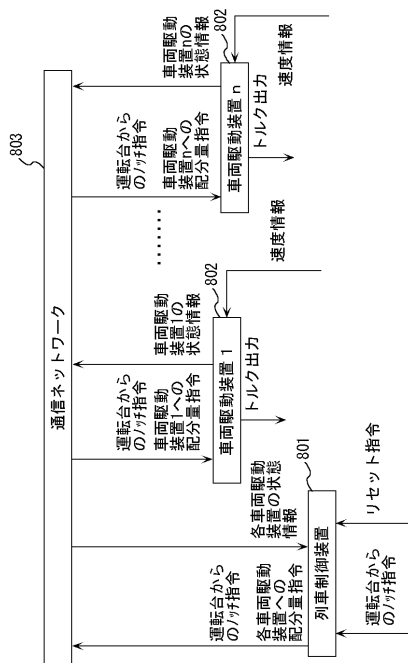


図 13

【図 1 4】

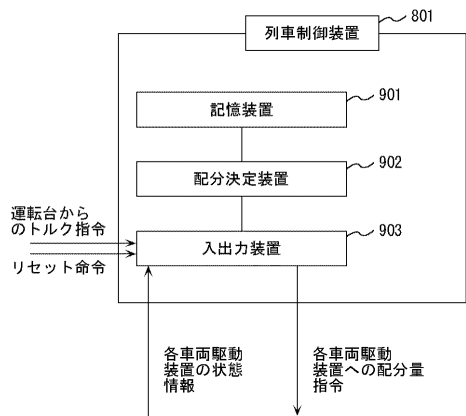


図 14

【図 1 5】

Figure 15: Truth table for torque distribution control.

車両駆動装置番号	1	2	3	4	5	...	N-1	N
項目情報	1	1	1	0	0	...	0	0
空転・滑走履歴	0	0	0	0	1	...	0	0
状態 (故障、正常)	0	0	0	0	0	...	1	1
各駆動装置の出力上限超過の有無	0	0	0	0	0	...	0	0
トルク配分量	0	0	0	0	0	...	0	0
	0	1	1	1	0	...	1	1
	1	0	0	1	0	...	1	1
	1	1	0	1	0	...	0	0
	1	1	1	0	0	...	0	0
	1	0	1	0	0	...	0	0
	1	0	1	0	0	...	0	0

図 15

【図16】

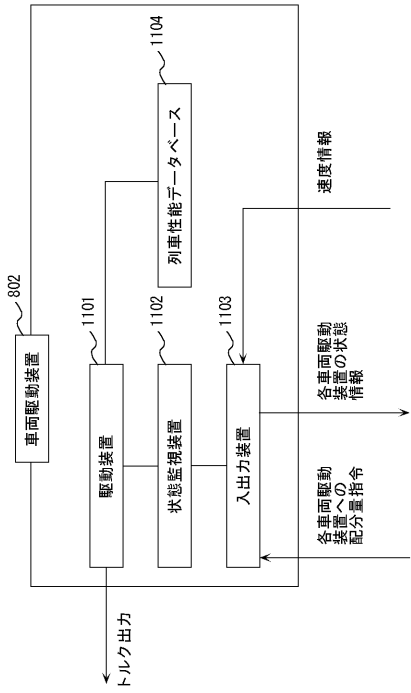


図 16

【図17】

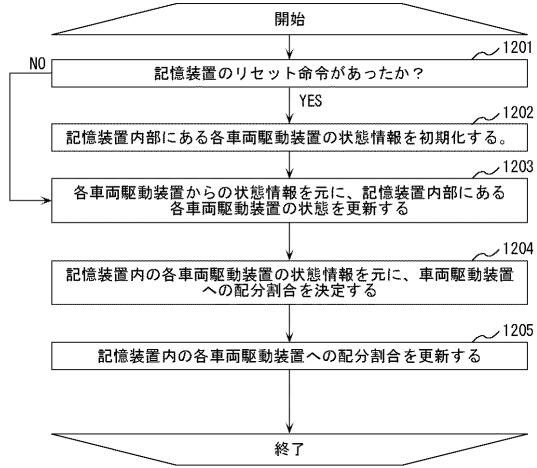


図 17

【図18】

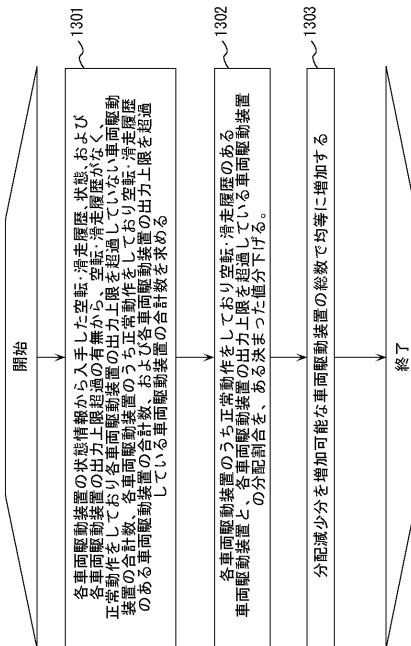


図 18

【図19】

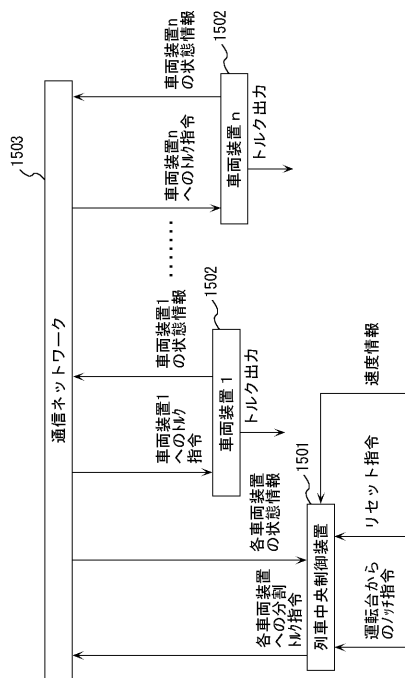
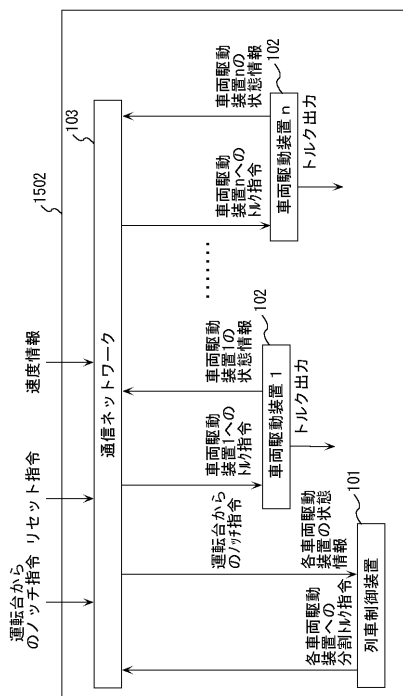


図 19

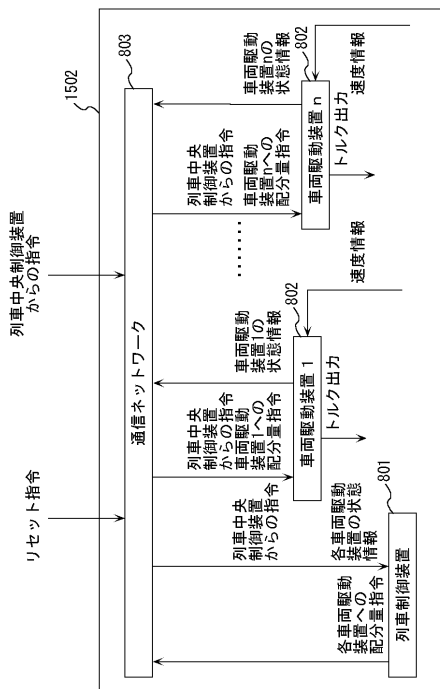
【図20】

図 20



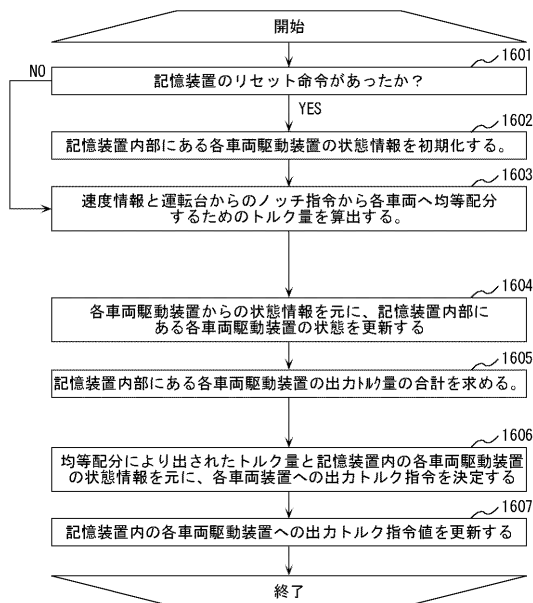
【図21】

図 21



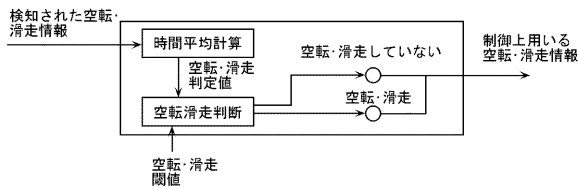
【図22】

図 22



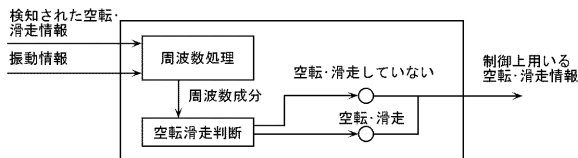
【図23】

図 23



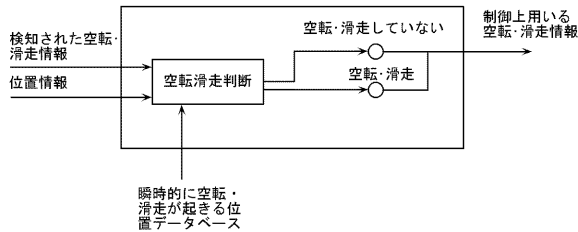
【図24】

図 24



【図25】

図 25



【図 26】

図 26

現在速度 (km/h)	加速リセット速度 (km/h)	減速リセット速度 (km/h)
0	6	0
50	65	38
100	129	78
200	276	151
300	452	215
400	669	273

【図 28】

図 28

現在速度 (km/h)	加速リセット距離 (m)	減速リセット距離 (m)
0	2	0
50	95	59
100	371	219
200	1996	962
300	6351	2431
400	15962	4763

【図 27】

図 27

現在速度 (km/h)	加速リセット時間 (Sec)	減速リセット時間 (Sec)
0	3	0
50	6	5
100	11	9
200	30	20
300	61	34
400	108	51

フロントページの続き

- (72)発明者 北林 英朗
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
株式会社 日立製作所内
- (72)発明者 石田 啓二
茨城県ひたちなか市市毛1070番地
テム事業部 水戸交通システム本部内
株式会社 日立製作所 交通シス
- (72)発明者 佐藤 裕
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
所内
株式会社 日立製作所 日立研究
- (72)発明者 高橋 広考
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
所内
株式会社 日立製作所 日立研究

審査官 東 勝之

- (56)参考文献 特開平10-155201(JP,A)
特開2002-325313(JP,A)
特開平06-141403(JP,A)
特開昭63-209407(JP,A)
特開平05-199602(JP,A)
特開平05-276606(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60L 9/16
B60L 9/18
B60L 15/20