



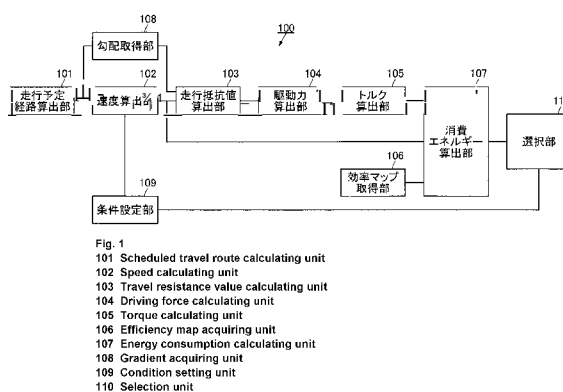
- (51) 国際特許分類 : G01C 21/26 (2006.01) B60L 3/00 (2006.01) ルディング 2 0 階 酒井総合特許事務所 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号 : PCT/JP201 1/079735 (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, 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, 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.
- (22) 国際出願日 : 2011 年 12 月 21 日 (21.12.2011)
- (25) 国際出願の言語 : 日本語
- (26) 国際公開の言語 : 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): パイオニア株式会社 PIONEER CORPORATION  
[JP/JP]; 〒212003 1 神奈川県川崎市幸区新小倉 1-1 号 Kanagawa (JP).
- ( ) 発明者 ; および  
( ) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ): 川端 千尋 (KAWABATA, Chihiro) [JP/JP]; 〒212003 1 神奈川県川崎市幸区新小倉 1-1 パイオニア株式会社内 Kanagawa (JP). 北野 和俊 (KITANO, Kazutoshi) [JP/JP]; 〒212003 1 神奈川県川崎市幸区新小倉 1-1 パイオニア株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人 : 酒井 昭徳 (SAKAI, Akinori); 〒1006020 東京都千代田区霞が関 3 丁目 2 番 5 号 霞が関ビル
- (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), ユーロシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: ENERGY CONSUMPTION PREDICTION DEVICE, ENERGY CONSUMPTION PREDICTION METHOD, AND ENERGY CONSUMPTION PREDICTION PROGRAM

(54) 発明の名称 : 消費エネルギー予測装置、消費エネルギー予測方法および消費エネルギー予測プログラム

[図1]



(57) Abstract: This energy consumption prediction device (100) comprises: a scheduled travel route calculating unit (101) that calculates a scheduled travel route corresponding to a destination; a speed calculating unit (102) that calculates speed information, which indicates the speed on the scheduled travel route, for a plurality of conditions; a travel resistance value calculating unit (103) that calculates a travel resistance value on the basis of the speed information; a driving force calculating unit (104) that calculates the driving force of a vehicle on the basis of the travel resistance value; a torque calculating unit (105) that calculates torque information indicating the torque for the scheduled travel route on the basis of the driving force; an efficiency map acquiring unit (106) that acquires an efficiency map of a motor which drives the vehicle; an energy consumption calculating unit (107) that calculates energy consumption on the basis of the speed information, the torque information, and the efficiency map for the scheduled travel route; and a selection unit (110) that selects, from the energy consumptions calculated for respective pieces of speed information for said plurality of conditions, the greatest energy consumption as the energy consumption for the scheduled travel route.

(57) 要約 :

[続葉有]



添付公開書類：

- 国際調査報告 (条約第 21 条 (3))

消費エネルギー予測装置 (100) は、目的地に対応する走行予定経路を算出する走行予定経路算出部 (101) と、走行予定経路における速度を示す速度情報を複数条件に対して算出する速度算出部 (102) と、速度情報に基づいて走行抵抗値を算出する走行抵抗値算出部 (103) と、走行抵抗値に基づいて車両の駆動力を算出する駆動力算出部 (104) と、駆動力に基づいて走行予定経路のトルクを示すトルク情報を算出するトルク算出部 (105) と、車両を駆動するモータの効率マップを取得する効率マップ取得部 (106) と、走行予定経路における速度情報、トルク情報、および効率マップに基づいて、消費エネルギーを算出する消費エネルギー算出部 (107) と、複数条件の速度情報の夫々について算出した消費エネルギーのうち、最も大きい消費エネルギーを走行予定経路における消費エネルギーとして選択する選択部 (110) とを備える。

## 明 細 書

発明の名称：

消費エネルギー予測装置、消費エネルギー予測方法および消費エネルギー予測プログラム

### 技術分野

[0001] この発明は、車両のモータへ電源を供給し車両を駆動する消費エネルギー予測装置、消費エネルギー予測方法および消費エネルギー予測プログラムに関する。ただし、この発明の利用は、上述した消費エネルギー予測装置、消費エネルギー予測方法および消費エネルギー予測プログラムには限られない。

### 背景技術

[0002] 従来、移動体である電気自動車（EV）にモータを設け、車輪を駆動する構成において、モータを車輪に設けるインホイールモータ構造とし、このモータに対する電源を車両から供給するものとして、下記の各技術が開示されている。

[0003] たとえば、走行予定経路でのモータの消費エネルギー量を推定する際に、走行する車両に生じる走行抵抗その他の抵抗を考慮して、消費エネルギー量を推定する技術がある（たとえば、下記特許文献1参照。）。また、車両の速度および道路勾配を用い、省電力ルートと消費電力を推定する技術がある（たとえば、下記特許文献2参照。）。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：特開2009\_67350号公報

特許文献2：特開2011\_122926号公報

### 発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005]      しかしながら、上記いずれの技術においても、車両に設けられたモータの効率が考慮されておらず、モータ毎に効率が異なるため、いずれも消費エネルギーを精度よく求めることができず、推定した状態で実際に走行した後に推定と異なるためにバッテリー切れを起こす問題が生じることが考えられる。

### 課題を解決するための手段

[0006]      上述した課題を解決し、目的を達成するため、この発明にかかる消費エネルギー予測装置は、目的地までの走行予定経路を車両が走行する際に消費する消費エネルギーを予測する消費エネルギー予測装置であって、前記目的地に対応する前記走行予定経路を算出する走行予定経路算出手段と、前記走行予定経路における速度を示す速度情報を複数条件に対して算出する速度算出手段と、前記複数条件の速度情報の夫々について、前記速度情報に基づいて走行抵抗値を算出する走行抵抗値算出手段と、前記走行抵抗値に基づいて前記車両の駆動力を算出する駆動力算出手段と、前記駆動力に基づいて前記走行予定経路のトルクを示すトルク情報を算出するトルク算出手段と、前記車両を駆動する駆動手段の効率マップを取得する効率マップ取得手段と、前記走行予定経路における前記速度情報、前記トルク情報、および前記効率マップに基づいて、前記消費エネルギーを算出する消費エネルギー算出手段と、前記複数条件の速度情報の夫々について算出した前記消費エネルギーのうち、最も大きい消費エネルギーを前記走行予定経路における消費エネルギーとして選択する選択手段と、を備えることを特徴とする。

[0007]      また、この発明にかかる消費エネルギー予測方法は、目的地までの走行予定経路を車両が走行する際に消費する消費エネルギーを予測する消費エネルギー予測装置の消費エネルギー予測方法であって、前記目的地に対応する前記走行予定経路を算出する走行予定経路算出工程と、前記走行予定経路における速度を示す速度情報を複数条件に対して算出する速度算出工程と、前記複数条件の速度情報の夫々について、前記速度情報に基づいて走行抵抗値を算出する走行抵抗値算出工程と、前記走行抵抗値に基づいて前記車両の駆動力を算出する駆動力算出工程と、前記駆動力に基づいて前記走行予定経路の

トルクを示すトルク情報を算出するトルク算出工程と、前記車両を駆動する駆動手段の効率マップを取得する効率マップ取得工程と、前記走行予定経路における前記速度情報、前記トルク情報、および前記効率マップに基づいて、前記消費エネルギーを算出する消費エネルギー算出工程と、前記複数条件の速度情報の夫々について算出した前記消費エネルギーのうち、最も大きい消費エネルギーを前記走行予定経路における消費エネルギーとして選択する選択工程と、を含むことを特徴とする。

[0008] また、この発明にかかる消費エネルギー予測プログラムは、目的地までの走行予定経路を車両が走行する際に消費する消費エネルギーを予測する消費エネルギー予測装置に適用される消費エネルギー予測プログラムであって、コンピュータを、前記目的地に対応する前記走行予定経路を算出する走行予定経路算出手段と、前記走行予定経路における速度を示す速度情報を複数条件に対して算出する速度算出手段と、前記複数条件の速度情報の夫々について、前記速度情報に基づいて走行抵抗値を算出する走行抵抗値算出手段と、前記走行抵抗値に基づいて前記車両の駆動力を算出する駆動力算出手段と、前記駆動力に基づいて前記走行予定経路のトルクを示すトルク情報を算出するトルク算出手段と、前記車両を駆動する駆動手段の効率マップを取得する効率マップ取得手段と、前記走行予定経路における前記速度情報、前記トルク情報、および前記効率マップに基づいて、前記消費エネルギーを算出する消費エネルギー算出手段と、前記複数条件の速度情報の夫々について算出した前記消費エネルギーのうち、最も大きい消費エネルギーを前記走行予定経路における消費エネルギーとして選択する選択手段、として機能させることを特徴とする。

#### 図面の簡単な説明

[0009] [図1] 図1は、実施の形態にかかる消費エネルギー予測装置の構成を示すブロック図である。

[図2] 図2は、実施の形態にかかる消費エネルギー予測装置の処理内容を示すフローチャートである。

[図3] 図3は、消費エネルギー予測装置のハードウェア構成を示すブロック図である。

[図4] 図4は、速度予測の概要を説明する図である。

[図5] 図5は、ある区間での速度変化を示す図表である。

[図6-1] 図6\_1は、条件別の速度算出を説明する図である。

[図6-2] 図6\_2は、条件別の速度算出処理を示すフローチャートである。

[図7-1] 図7\_1は、速度予測の詳細内容を示すフローチャートである。

[図7-2] 図7\_2は、速度予測例を示す図表である。

[図8] 図8は、速度予測に基づき算出した位置算出例を示す図表である。

[図9] 図9は、位置変化に基づき算出した勾配算出例を示す図表である。

[図10] 図10は、駆動力オブザーバの構成例を示す図である。

[図11] 図11は、モータの効率マップを示す図表である。

[図12] 図12は、算出後の消費エネルギーを示す図表である。

## 発明を実施するための形態

### [001 0] (実施の形態)

以下に添付図面を参照して、この発明にかかる消費エネルギー予測装置、消費エネルギー予測方法および消費エネルギー予測プログラムの好適な実施の形態を詳細に説明する。以下の説明では、車両の各車輪にモータを備えたインホイール型の構成を例に説明するが、この発明は、モータを備えた車両の消費エネルギー予測を行うものであり、モータはインホイールモータに限らず適用できる。

### [001 1] (消費エネルギー予測装置の構成)

図1は、実施の形態にかかる消費エネルギー予測装置の構成を示すブロック図である。消費エネルギー予測装置100は、目的地までの走行予定経路を車両が走行する際に消費する消費エネルギーを予測する。この消費エネルギー予測装置100は、走行予定経路算出部101と、速度算出部102と、走行抵抗値算出部103と、駆動力算出部104と、トルク算出部105と、効率マップ取得部106と、消費エネルギー算出部107と、走行予定

経路における勾配を示す勾配情報を取得する勾配取得部 108 と、条件設定部 109 と、選択部 110 と、を備えている。

[001 2] 走行予定経路算出部 101 は、車両の目的地の入力に基づき、目的地までの走行予定経路を算出する。速度算出部 102 は、走行予定経路における速度を示す速度情報を算出する。走行抵抗値算出部 103 は、速度情報に基づいて走行抵抗値を算出する。駆動力算出部 104 は、走行抵抗値に基づいて車両の駆動力を算出する。トルク算出部 105 は、駆動力に基づいて走行予定経路のトルクを示すトルク情報を算出する。

[001 3] 効率マップ取得部 106 は、車両を駆動する駆動手段、すなわちモータの効率マップを取得する。効率マップは、トルクと速度からモータの効率を得るためのマップであり、車両のモータに固有の特性を有する。消費エネルギー算出部 107 は、走行予定経路における速度情報、トルク情報、および効率マップに基づいて、消費エネルギーを算出する。

[0014] また、走行抵抗値算出部 103 は、速度算出部 102 で算出された速度情報および勾配取得部 108 により取得された勾配情報に基づいて走行抵抗値を算出することができる。

[001 5] そして、条件設定部 109 は、速度算出部 102 に対し、走行予定経路における速度を示す速度情報を複数条件に対して算出させる。複数条件とは、車両の走行状態等の違いにより、異なる値の消費エネルギーが算出されるそれぞれの条件であり、図示の例では、同じ走行予定経路であっても、車両の速度変化の状態が異なる条件、たとえば、走行予定経路上の各信号を停止せずに通過する場合 (non\_stop)、および各信号で停止する場合 (stop)、を異なる条件としている。条件設定部 109 には、あらかじめこの条件が設定されている。

[001 6] 速度の条件が異なることにより、速度算出部 102、走行抵抗値算出部 103、駆動力算出部 104、トルク算出部 105、でそれぞれ算出される走行抵抗、駆動力、トルクが条件別に異なることになる。結果として、消費エネルギー算出部 107 では、条件別の消費エネルギーが算出される。

- [001 7] 選択部 110 は、複数条件の速度情報の夫々について算出した消費エネルギーのうち、最も大きい消費エネルギーを走行予定経路における消費エネルギーとして選択する。選択された消費エネルギーの情報は、図示しない表示部に表示されたり、外部へ出力されたりする。
- [001 8] 図 2 は、実施の形態にかかる消費エネルギー予測装置の処理内容を示すフローチャートである。消費エネルギー予測装置 100 は、以下の処理順に消費エネルギーを予測する。はじめに、走行予定経路算出部 101 により、車両の目的地の入力に基づき、目的地までのルート（予定経路）を探索する（ステップ S201）。この探索には、地図情報を用いる。
- [001 9] 次に、速度算出部 102 により、走行予定経路における速度を示す速度情報を条件設定部 109 で設定された条件別に予測する（ステップ S202）。この際、条件別に算出された速度により、予定経路上における車両の時間毎の位置、および距離を得ることができる（ステップ S203）。上述したように、たとえば、条件としては、走行予定経路上の各信号を停止せずに通過する場合（non\_stop）、および各信号で停止する場合（stop）、を異なる条件とする。
- [0020] 以下の処理では、時間毎に異なる車両の位置に基づき、この位置での消費エネルギーを条件別にそれぞれ算出する。はじめに、車両の予定経路上での位置に基づき、勾配取得部 108 は地図情報からこの位置での勾配を算出する（ステップ S204）。そして、走行抵抗値算出部 103 は、算出された速度情報と、勾配情報に基づいて走行抵抗値を算出する（ステップ S205）。この後、駆動力算出部 104 は、算出された走行抵抗値に基づいて車両の駆動力を算出する（ステップ S206）。
- [0021] 次に、トルク算出部 105 により、算出された駆動力に基づいてこの位置における必要なトルクを算出する（ステップ S207）。この後、効率マップ取得部 106 は、車両のモータの効率マップを取得し、算出された速度とトルクに基づき、効率マップを用いてこの位置での効率を算出する（ステップ S208）。

- [0022] この後、消費エネルギー算出部 107 は、この位置での速度情報、トルク情報、および効率マップに基づいて、消費エネルギーを算出する（ステップ S209）。算出された消費エネルギーの情報は、図示しない表示部に表示されたり、外部へ出力されたりする。ステップ S204 以下の処理は、予定経路の各位置について繰り返し実行される。たとえば、予定経路を所定の区間（たとえばノードーノード間のリンク（エッジ））毎に分割し、この区間毎に消費エネルギーを算出する。
- [0023] ステップ S202 〜ステップ S209 の各処理は、条件設定部 109 に設定された各条件ごとに算出する。そして、選択部 110 は、全ての条件による算出が終了したか判断する（ステップ S210）。まだ条件による算出が残っていれば（ステップ S210 : No）、ステップ S202 に戻り、全ての条件による算出が終了すれば（ステップ S210 : Yes）、ステップ S211 に移行する。
- [0024] ステップ S211 では、選択部 110 は、消費エネルギー算出部 107 によって算出された複数条件の速度情報の夫々について算出した消費エネルギーのうち、最も大きい消費エネルギーを走行予定経路における消費エネルギーとして選択し、出力する（ステップ S211）。
- [0025] 上記構成によれば、車両に搭載されたモータの特性を考慮し、予定経路上でのトルクを算出し、トルクと速度からモータの効率を得る車両のモータに固有の効率マップを利用して、予定経路の消費エネルギーを予測することができるようになる。これにより、車両の走行前に消費するエネルギーを精度よく予測できるようになる。
- [0026] そして、速度の条件別に消費エネルギーを予測し、最も大きい消費エネルギーを走行予定経路における消費エネルギーとして選択する構成であるため、実際の車両走行時の消費エネルギーが予測した消費エネルギーを超えることを防ぐことができるようになる。これにより、車両が走行経路途中でバッテリ切れを起こすなどの問題を回避できるようになる。

## 実施例

[0027] (消費エネルギー予測装置のハードウェア構成)

次に、上記実施形態の実施例について説明する。図3は、消費エネルギー予測装置のハードウェア構成例を示すブロック図である。図3において、消費エネルギー予測装置100は、CPU301、ROM302、RAM303、通信I/F304、GPSユニット305、各種センサ306を備えている。各構成部301~306は、バス307によってそれぞれ接続されている。

[0028] CPU301は、消費エネルギー予測装置100の全体の制御を司る。ROM302は、ブートプログラム、エネルギー予測プログラムなどのプログラムなどを記録保持する。RAM303は、CPU301のワークエリアとして使用される。すなわち、CPU301は、RAM303をワークエリアとして使用しながら、ROM302に記録されたプログラムを実行する。

[0029] 通信I/F304は、無線を介してネットワークに接続され、消費エネルギー予測装置100およびCPU301のインターフェースとして機能する。ネットワークとして機能する通信網には、公衆回線網や携帯電話網、DSRC (Dedicated Short Range Communication)、LAN、WANなどがある。通信I/F304は、たとえば、公衆回線用接続モジュールやETCユニット、FMチューナー、VICS (Vehicle Information and Communication System (登録商標))/ビーコンレシーバなどである。

[0030] GPSユニット305は、GPS衛星からの電波を受信し、車両の現在位置を示す情報を入力する。GPSユニット305の出力情報は、速度センサ、加速度センサ、ヨーレートセンサ等の各種センサの出力値とともに、CPU301による車両の現在位置の算出に際して利用される。現在位置を示す情報は、たとえば、緯度・経度、高度などの、地図データ上の1点を特定する情報である。

[0031] 図1に示した各構成は、ROM302、RAM303、等に記録されたプログラムやデータを用いて、CPU301が所定のプログラムを実行するこ

とによってその機能を実現する。そして、図3に示した消費エネルギー予測装置100は、ナビゲーション装置の一機能とすることができる。

[0032] (速度予測について)

図4は、速度予測の概要を説明する図である。上記ステップS202の処理を説明する。図には車両の走行予定経路を示してあり、出発地(S)から出発し、目的地(G、図示の例では出発地と同位置)に戻る所定のルート(予定の走行経路)401の例を示している。

[0033] 1. はじめに、速度予測では、地図情報に基づき、ルートをいくつかの区間に分割し、特徴点、たとえば信号Pや曲がり角をノード(node)としたグラフを用いる。また、ノード-ノード間のエッジ(リンク)には、速度予測に必要な情報として、エッジ毎の距離情報、速度情報、信号の有無、曲がり角の有無等、を持たせておく。また、各エッジ毎にエッジ毎の転がり抵抗係数や、勾配の情報を持つ構成にできる。これらはセンサ検出に限らず地図情報から取得することができる。

[0034] 2. 次に、エッジの情報を基に、各区間毎の走行速度を予測する。この際には、あらかじめ定めた所定のルールに従い走行速度を決定する。たとえば、

- a. 加速度/減速度は0.1[G]とする。
  - b. エッジ端が曲がり角で信号がある場合はその点での速度を0[km/h]とする。
  - c. エッジ端が曲がり角で信号がない場合はその点での速度を10[km/h]とする。
  - d. エッジ端が曲がり角でなく信号がある場合は速度を0[km/h]とする。
- 等がある。

また、速度予測にあたり、上記のルールを用いるに限らず、車両が実際に走行して得たプローブデータを用いることもできる。

[0035] 3. 次に、エッジの情報を基に、各区間毎の速度を予測する。図5は、ある区間での速度変化を示す図表である。図中、Vmaxはエッジの情報に基づ

＜速度（上限速度）＞、始点である  $V_{start}$  は、前の区間における終端速度、 $a$  の勾配は、ルールに基づき決めた加速度、 $-a$  の勾配は、ルールに基づき決めた減速度、 $V_{stop}$  は、ルールに基づき決めたこの区間における終端速度、である。

[0036] この一つ区間における各時間は下記式により得ることができる。

$$\text{加速時間 } t_a = (V_{max} - V_{start}) / a$$

$$\text{減速時間 } t_d = (V_{max} - V_{stop}) / a$$

$$\text{定速走行時間 } t_c = [X - ((V_{start} \cdot t_a) / 2) + ((V_{stop} - t_d) / 2) / V_{max}] - [(t_a / 2) + (t_d / 2)]$$

（ただし、 $X$ ：この区間の距離である）

[0037] （条件別の速度予測について）

上述した速度算出部 102 は、条件設定部 109 に設定された条件別に速度を算出する。この複数の条件について説明する。図 6 — 1 は、条件別の速度算出を説明する図である。（a）には、走行予定経路算出部 101 に探索されたルート（予定経路）401 の概要を示している。予定経路 401 上には、直進の信号  $P1$  と曲がり角の信号  $p2$  があつたとする。

[0038] （b）に示すように、予定経路 401 は、交差点、信号、曲がり角等の特徴点をノードとした、グラフ（リンク）601a により構成される。そして、条件 1 としては、曲がり角の信号  $p2$  では車両が止まり、曲がり角以外の直進する信号  $P1$  では止まらない場合（ $non\_stop$ ）を設定する。この場合、直進する信号  $P1$  を無視したグラフ（リンク）601b を再構成し、このリンク 601b に基づく速度を算出する。なお、図示してある時間対速度の図表 610 は、この条件 1 に対応したものである。

[0039] 条件 2 としては、全ての信号  $p1$  ,  $p2$  で止まる場合（ $stop$ ）を設定する。この場合、予定経路 401 の全ての特徴点（信号  $p1$  ,  $p2$ ）を示すグラフ 601a に基づく速度を算出する。

[0040] このように、車両が目的地に到達するまでの予定経路では、信号や交差点、曲がり角等で速度変化が生じるものであり、この速度の変化に対応して、

トルク、駆動力についても変化し、消費エネルギー量が変わってくる。このように、車両の走行時に想定される条件をあらかじめ設定しておき、条件別の速度を算出することにより、予測する消費エネルギー量を実際の消費エネルギー量に近づけることができるようになる。具体的には、後述するように、選択部 110 による条件別の消費エネルギー量の選択によりこれを実現する。

[0041] 図 6—2 は、条件別の速度算出処理を示すフローチャートである。上述した条件別のグラフの構成および再構成を主に記載してある。図 2 のステップ S202 の処理の詳細を示している。はじめに、速度算出部 102 は、走行予定経路算出部 101 で算出された走行経路について、交差点、信号、曲がり角等の特徴点をノードにしたグラフを構成する（ステップ S601）。

[0042] 次に、速度算出部 102 は、条件設定部 109 に設定された各条件について速度を算出する。この速度算出にあたり、条件設定部 109 には上記の条件 1.  $\eta o \eta - stop$  と、2.  $stop$  が設定されているとする。これに従い、速度算出部 102 は、算出する条件がいずれであるか判断する。たとえば、条件が 2.  $stop$  であれば（ステップ S602 : Yes）、ステップ S601 で構成されたグラフに基づき速度を予測する（ステップ S609）。

[0043] 一方、条件が 1.  $non\_stop$  であれば（ステップ S602 : No）、以下の処理を行う。はじめに、走行経路の最初のノードへ移動し（ステップ S603）、目的地であるか否かを判断する（ステップ S604）。このノードが目的地であれば（ステップ S604 : No）、ステップ S609 に移行する。このノードが目的地でなければ（ステップ S604 : Yes）、走行経路の次のノードが曲がり角あるいは目的地ではないか判断する（ステップ S605）。

[0044] 走行経路の次のノードが曲がり角あるいは目的地でない場合には（ステップ S605 : Yes）、次のノードを無視して手前のノードをその次のノードへ結合する（ステップ S606）。そして、ノード間の速度情報を変更し

(ステップS 6 0 7)、ステップS 6 0 5に戻る。ノードの結合によりノード間の距離が長くなるため、対応して車両の加減速が一つ減りノード間の速度が変化する。

[0045] また、ステップS 6 0 5において、走行経路の次のノードが曲がり角あるいは目的地である場合には (ステップS 6 0 5 : N o)、走行経路の次のノードへ移動し (ステップS 6 0 8)、ステップS 6 0 4に戻る。

[0046] 上記例では、条件2でグラフを構成した後、条件1についてはグラフを再構成する処理を行い、条件1、2、それぞれで構成されたグラフに基づき速度を予測する。

[0047] 図7—1は、速度予測の詳細内容を示すフローチャートである。図6—2のステップS 6 0 9の詳細な処理例について説明する。はじめに、区間の最初のノードへ移動する (ステップS 7 0 1)。そして、このノードが目的地でないか判断し (ステップS 7 0 2)、目的地であれば (ステップS 7 0 2 : N o)、処理を終了するが、目的地でなければ (ステップS 7 0 2 : Y e s)、以下の処理を行う。

[0048] まず、次のノードまでの距離を地図情報等に基づき算出する (ステップS 7 0 3)。そして、ノード間の距離/速度情報及び設定された加減速度からノード間での加速時間 $t_a$ 、減速時間 $t_d$ 、定速走行時間 $t_c$ を算出する (ステップS 7 0 4)。この後、算出したノード間での加速時間 $t_a$ 、減速時間 $t_d$ 、定速走行時間 $t_c$ 及びノード間の速度情報と、設定された加減速度からノード間の速度を算出する (ステップS 7 0 5)。この後、次のノードへ移動し (ステップS 7 0 6)、ステップS 7 0 2に戻る。

[0049] 図7—2は、速度予測例を示す図表である。横軸は距離、縦軸は速度である。図4の走行経路401における時間毎の速度の変化を示している。この図には、条件1による曲がり角以外の信号では止まらない (non-stop) 場合の予測速度と、条件2による各信号で止まる (stop) の場合の予測速度 (図中1点鎖線) を示している。信号で止まる (stop) の場合には、曲がり角以外の信号では止まらない (non-stop) 場合の変化

特性に加えて、より細かに速度変化することが示されている。

[0050] (位置、勾配算出について)

次に、位置算出および勾配算出について説明する。位置算出については、上記速度予測に基づき時系列に位置変化を算出する。位置算出は、下記式に基づき行う。

[0051] [数 1]

$$x = \int v dt$$

$v$  : 速度

$x$  : 位置

[0052] 図 8 は、速度予測に基づき算出した位置算出例を示す図表である。横軸は時間、縦軸は距離である。図 7 の予測速度 (s t o p) に基づき算出した例を示している。図示のように、時間毎に積算された距離となる。

[0053] 次に、勾配算出は、位置変化から時系列の勾配変化を算出する。図 9 は、位置変化に基づき算出した勾配算出例を示す図表である。横軸は時間、縦軸は勾配 (角度) である。この勾配  $\theta$  [d e g] は、地図情報から得ることができ、位置毎の勾配を得る。地図情報は、たとえば、図 3 に記載の R O M 3 0 2 や外部記憶部に記憶される。あるいは通信 I / F 3 0 4 を介して外部のサーバ等から取得することができる。

[0054] (走行抵抗/ 駆動力算出、トルク算出について)

次に、走行抵抗、駆動力算出について説明する。走行抵抗は、上記の速度と勾配に基づき算出する。駆動力はこの走行抵抗から算出する。駆動力 = 空気抵抗 + 転がり抵抗 + 勾配抵抗 + 加速抵抗 + 内部抵抗で得ることができ、下記式に基づき算出する。

$$F_d [N] = \frac{1}{2} \rho C_D A v^2 + \mu_r m g + m g \sin \theta + m (dv/dt) + R_i$$

( $F_d$  : 駆動力、 $\rho$  : 空気密度、 $C_D$  :  $C_D$  値、 $A$  : 前面投影面積、 $\mu_r$  : 転

がり抵抗係数、 $m$  : 車重、 $g$  : 重力加速度、 $R_i$  : 内部抵抗 )

なお、内部抵抗とは、駆動系の機械損失を含む、空気抵抗、転がり抵抗、勾配抵抗、加速抵抗以外の抵抗成分のことであり、ここでは既知のものであると仮定している。

[0055] トルクは、上記の駆動力から算出する。図10は、駆動力オブザーバの構成例を示す図である。ここで、トルク $T$ は、図に示した構成の駆動力オブザーバ1000の入出力を逆算することにより得ることができる。すなわち、

$$T = J \cdot (d\omega / dt) + r F_d$$

により得ることができる。なお、トルク $T$ は、車両あたりの全トルクである。

(ただし、 $T$  : トルク [Nm]、 $J$  : タイヤイナーシャ [Nm s<sup>2</sup>]、 $\omega$  : タイヤの回転速度 [rad/s]、 $r$  : タイヤ半径 [m] )

[0056] 上記各パラメータの数値例としては、たとえば、 $p = 1.29$  [kg/m<sup>3</sup>]、 $C_D = 0.530$ 、 $A = 1.28$  [m<sup>2</sup>]、 $\mu, r = 0.0185$ 、 $m = 395$  [kg] である。

[0057] (効率算出について)

図11は、モータの効率マップを示す図表である。この効率マップ1100は、横軸の回転速度および縦軸のトルクと効率の関係を示したものである。この効率マップ1100は、車両に搭載されるモータ毎に特性が異なり、たとえば、あらかじめ近似式として、あるいはテーブル化して図3に記載のROM302や外部記憶部に記憶される。あるいは通信I/F304を介して外部のサーバ等から取得することができる。この効率マップ1100を用いることにより、回転速度とトルクに対応する交点から効率 $\eta$ を求めることができる。

[0058] 効率 $\eta$ は下記のように、トルクと回転速度に関する関数として近似式で表現することができる。

$$\eta = f(\tau, \omega)$$

[0059] なお、上記のトルク $T$ は、車両毎の全トルクであり、車両が一つのモータ

を備える場合には、一つの効率マップ 1 1 0 0 を利用する。車両が各輪にインホイールモータを備えた複数モータを有する場合には、車輪毎に異なるトルクとなる。たとえば4輪にそれぞれインホイールモータが設けられた場合、単純には全トルクを4で割りそれぞれのモータを駆動するが、カーブや勾配等により、各輪のトルク配分が異なる。このため、このような複数のモータを備えた車両では、モータ数分の効率マップ 1 1 0 0 を備え、各車輪のモータ毎に独立したトルクとなり、対応して異なる効率を求めることになる。

[0060] (消費エネルギー算出について)

消費エネルギーは、上述した各算出後の速度、トルク、効率に基づき算出される。消費エネルギーEは、下記式により算出される。

[0061] [数2]

$$\hat{E} = \int \frac{\hat{T}\omega}{\hat{\eta}} dt$$

[0062] 図12は、算出後の消費エネルギーを示す図表である。横軸は距離、縦軸は電力量であり、図4に示した出発地から目的地までの走行経路401を辿ったときに消費されるエネルギー量の積算値が示されている。図には、速度条件として設定された、各信号で止まる (stop) の条件と、曲がり角以外の信号では止まらない (non\_stop) の条件の消費エネルギーの算出結果を示している。算出された消費エネルギー量は、図12のような積算量をグラフあるいは数値で表示部等に表示出力したり、装置外部に出力することができる。

[0063] ここで、選択部 110 は、条件別に算出された消費エネルギーについて常にもっとも大きな値を選択し、出力する。この場合、図12に示した消費エネルギーについては、各信号で止まる (stop) の条件と、曲がり角以外の信号では止まらない (non\_stop) の条件の消費エネルギーのうち、各距離でのいずれか高い方 (図中常に上方に位置する) の消費エネルギーを選択していく。

- [0064] 図 1 2 に示した結果によれば、消費エネルギー量の増加の傾向や程度、および目的地に到達するまでの間に消費する最終的な消費エネルギー量を簡単に知ることができるようになる。
- [0065] 特に、選択部 1 1 0 で常に高い消費エネルギーを選択する構成とすることにより、各距離での予測した消費エネルギー量を常に実際の消費エネルギー量よりも高く見積もることになる。これにより、実際の走行時に、予測した消費エネルギー量より実際の消費エネルギー量が上回ることがなく、バッテリーが残量不足となり走行不能になる等の問題を回避できるようになる。
- [0066] 上記の実施例では、車両に消費エネルギー推定装置の全機能を搭載する構成としたが、これに限らない。たとえば、図 1 および図 3 に示した構成、すなわち、消費エネルギー推定にかかる構成を外部サーバに設け、車両はサーバと通信する機能だけを有する端末を設ける構成とすることもできる。この場合、サーバが消費エネルギー推定にかかる処理を実行し、車両の端末は、サーバとの間の通信機能と、車両の種別等、車両に搭載したモータを特定できる情報をサーバが検出できるよう構成すればよい。このような構成とすれば、車両側の装置コストおよび処理負担を軽減できるようになる。
- [0067] 以上説明したように、車両の予定経路に関する情報と、車両のモータに固有の特性を有する効率マップを用いることにより、車両の走行前の状態で、目的地に至るまでの消費エネルギー量を精度よく予測できるようになる。これにより、予定経路上での適切な充電ポイントを事前に計画することもできるようになる。
- [0068] なお、本実施の形態で説明した方法は、あらかじめ用意されたプログラムをパーソナル・コンピュータやワークステーションなどのコンピュータで実行することにより実現することができる。このプログラムは、ハードディスク、フレキシブルディスク、CD-ROM、MO、DVDなどのコンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録され、コンピュータによって記録媒体から読み出されることによって実行される。またこのプログラムは、インターネットなどのネットワークを介して配布することが可能な伝送媒体であって

もよい。

## 符号の説明

|        |         |             |
|--------|---------|-------------|
| [0069] | 1 0 0   | 消費エネルギー予測装置 |
|        | 1 0 1   | 走行予定経路算出部   |
|        | 1 0 2   | 速度算出部       |
|        | 1 0 3   | 走行抵抗値算出部    |
|        | 1 0 4   | 駆動力算出部      |
|        | 1 0 5   | トルク算出部      |
|        | 1 0 6   | 効率マップ取得部    |
|        | 1 0 7   | 消費エネルギー算出部  |
|        | 1 0 8   | 勾配取得部       |
|        | 1 0 9   | 条件設定部       |
|        | 1 1 0   | 選択部         |
|        | 3 0 5   | GPSユニット     |
|        | 3 0 6   | 各種センサ       |
|        | 3 0 7   | バス          |
|        | 4 0 1   | 走行経路        |
|        | 1 0 0 0 | 駆動力オブザーバ    |
|        | 1 1 0 0 | 効率マップ       |

## 請求の範囲

- [請求項 1] 目的地までの走行予定経路を車両が走行する際に消費する消費エネルギーを予測する消費エネルギー予測装置であって、
- 前記目的地に対応する前記走行予定経路を算出する走行予定経路算出手段と、
- 前記走行予定経路における速度を示す速度情報を複数条件に対して算出する速度算出手段と、
- 前記複数条件の速度情報の夫々について、
- 前記速度情報に基づいて走行抵抗値を算出する走行抵抗値算出手段と、
- 前記走行抵抗値に基づいて前記車両の駆動力を算出する駆動力算出手段と、
- 前記駆動力に基づいて前記走行予定経路のトルクを示すトルク情報を算出するトルク算出手段と、
- 前記車両を駆動する駆動手段の効率マップを取得する効率マップ取得手段と、
- 前記走行予定経路における前記速度情報、前記トルク情報、および前記効率マップに基づいて、前記消費エネルギーを算出する消費エネルギー算出手段と、
- 前記複数条件の速度情報の夫々について算出した前記消費エネルギーのうち、最も大きい消費エネルギーを前記走行予定経路における消費エネルギーとして選択する選択手段と、
- を備えることを特徴とする消費エネルギー予測装置。
- [請求項 2] 前記複数条件は、前記走行予定経路の複数のノードにおいて全く停止しない場合と、当該複数のノードにおける一部において停止する場合を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の消費エネルギー予測装置。
- [請求項 3] 前記ノードは、前記走行予定経路上の交差点、信号、あるいは曲が

り角であることを特徴とする請求項 2 に記載の消費エネルギー予測装置。

[請求項 4] 前記走行予定経路における勾配を示す勾配情報を取得する勾配取得手段をさらに備え、

前記走行抵抗値算出手段は、前記速度情報および前記勾配情報に基づいて前記走行抵抗値を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の消費エネルギー予測装置。

[請求項 5] 前記トルク算出手段は、

前記トルクを  $T$ 、前記駆動力を  $F_d$ 、前記車両に搭載された車輪の慣性モーメントを  $J$ 、前記車輪の角速度を  $\omega$ 、前記車輪の半径を  $r$ 、経過時間を  $t$  とすると、

$$T = J \cdot (d\omega / dt) + r F_d$$

により前記トルクの変化を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の消費エネルギー予測装置。

[請求項 6] 目的地までの走行予定経路を車両が走行する際に消費する消費エネルギーを予測する消費エネルギー予測装置の消費エネルギー予測方法であって、

前記目的地に対応する前記走行予定経路を算出する走行予定経路算出工程と、

前記走行予定経路における速度を示す速度情報を複数条件に対して算出する速度算出工程と、

前記複数条件の速度情報の夫々について、

前記速度情報に基づいて走行抵抗値を算出する走行抵抗値算出工程と、

前記走行抵抗値に基づいて前記車両の駆動力を算出する駆動力算出工程と、

前記駆動力に基づいて前記走行予定経路のトルクを示すトルク情報を算出するトルク算出工程と、

前記車両を駆動する駆動手段の効率マップを取得する効率マップ取得工程と、

前記走行予定経路における前記速度情報、前記トルク情報、および前記効率マップに基づいて、前記消費エネルギーを算出する消費エネルギー算出工程と、

前記複数条件の速度情報の夫々について算出した前記消費エネルギーのうち、最も大きい消費エネルギーを前記走行予定経路における消費エネルギーとして選択する選択工程と、

を含むことを特徴とする消費エネルギー予測方法。

[請求項7]

目的地までの走行予定経路を車両が走行する際に消費する消費エネルギーを予測する消費エネルギー予測装置に適用される消費エネルギー予測プログラムであって、

コンピュータを、

前記目的地に対応する前記走行予定経路を算出する走行予定経路算出手段と、

前記走行予定経路における速度を示す速度情報を複数条件に対して算出する速度算出手段と、

前記複数条件の速度情報の夫々について、

前記速度情報に基づいて走行抵抗値を算出する走行抵抗値算出手段と、

前記走行抵抗値に基づいて前記車両の駆動力を算出する駆動力算出手段と、

前記駆動力に基づいて前記走行予定経路のトルクを示すトルク情報を算出するトルク算出手段と、

前記車両を駆動する駆動手段の効率マップを取得する効率マップ取得手段と、

前記走行予定経路における前記速度情報、前記トルク情報、および前記効率マップに基づいて、前記消費エネルギーを算出する消費エ

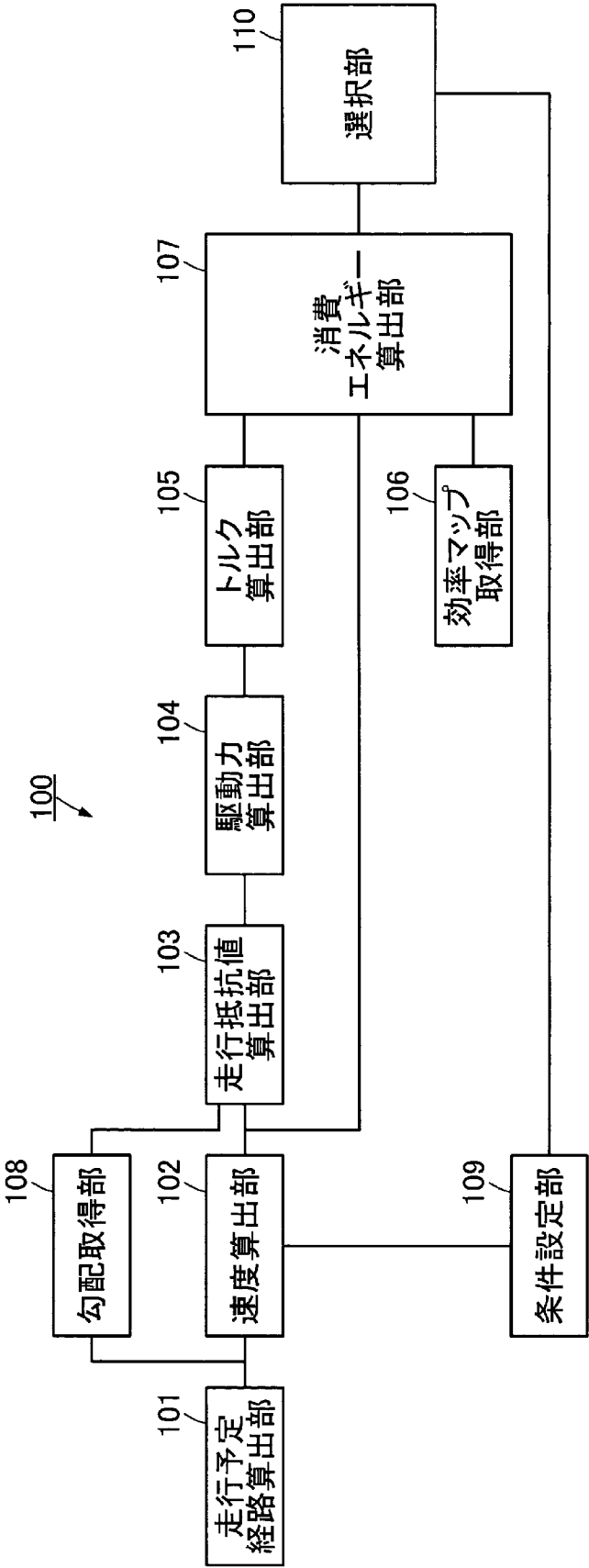
エネルギー算出手段と、

前記複数条件の速度情報の夫々について算出した前記消費エネルギーのうち、最も大きい消費エネルギーを前記走行予定経路における消費エネルギーとして選択する選択手段、

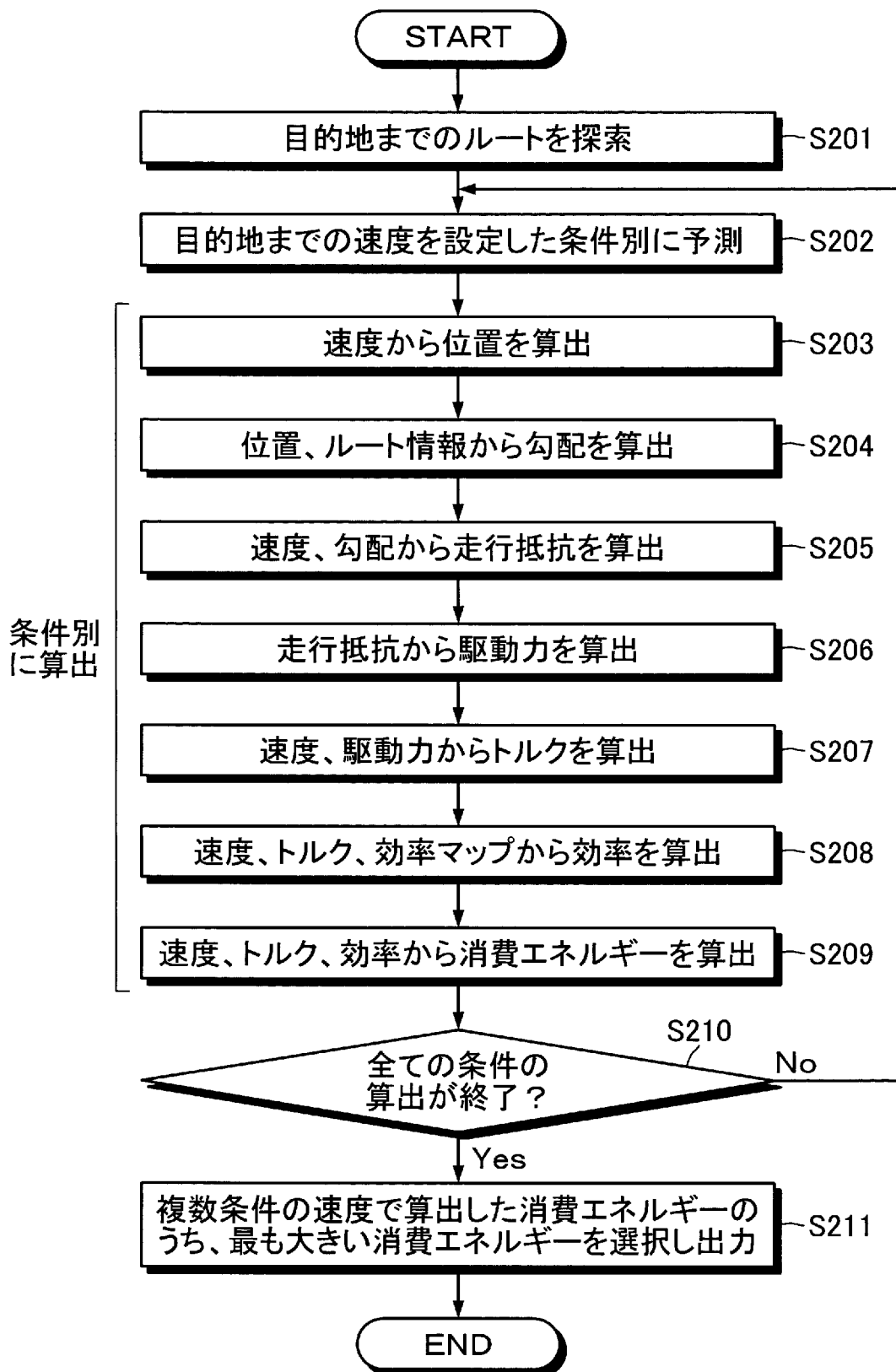
として機能させることを特徴とする消費エネルギー予測プログラム

。

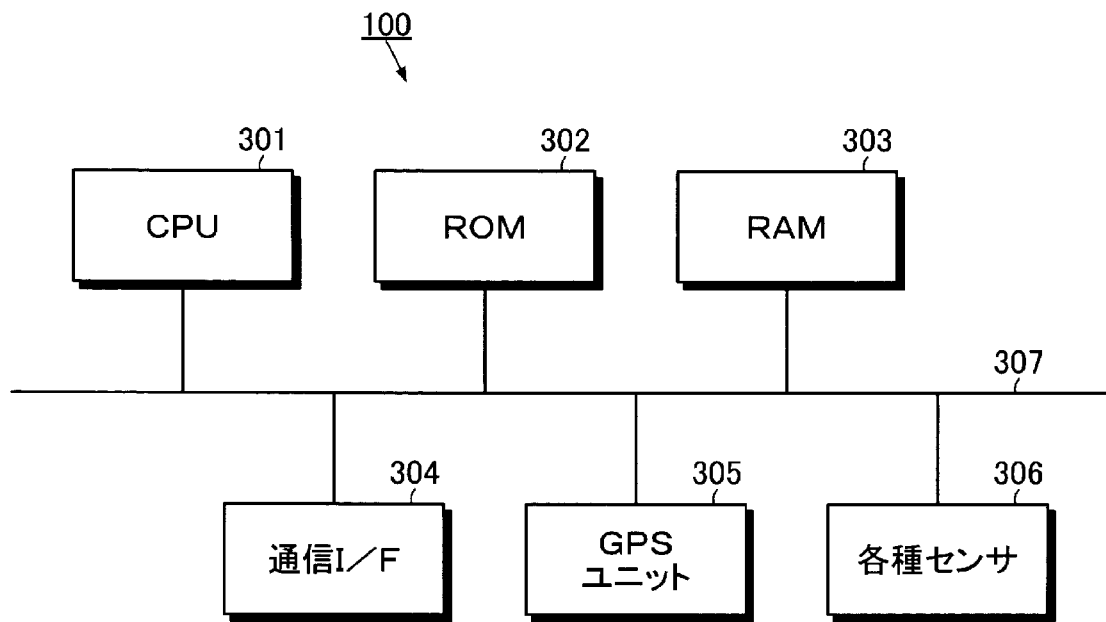
[図1]



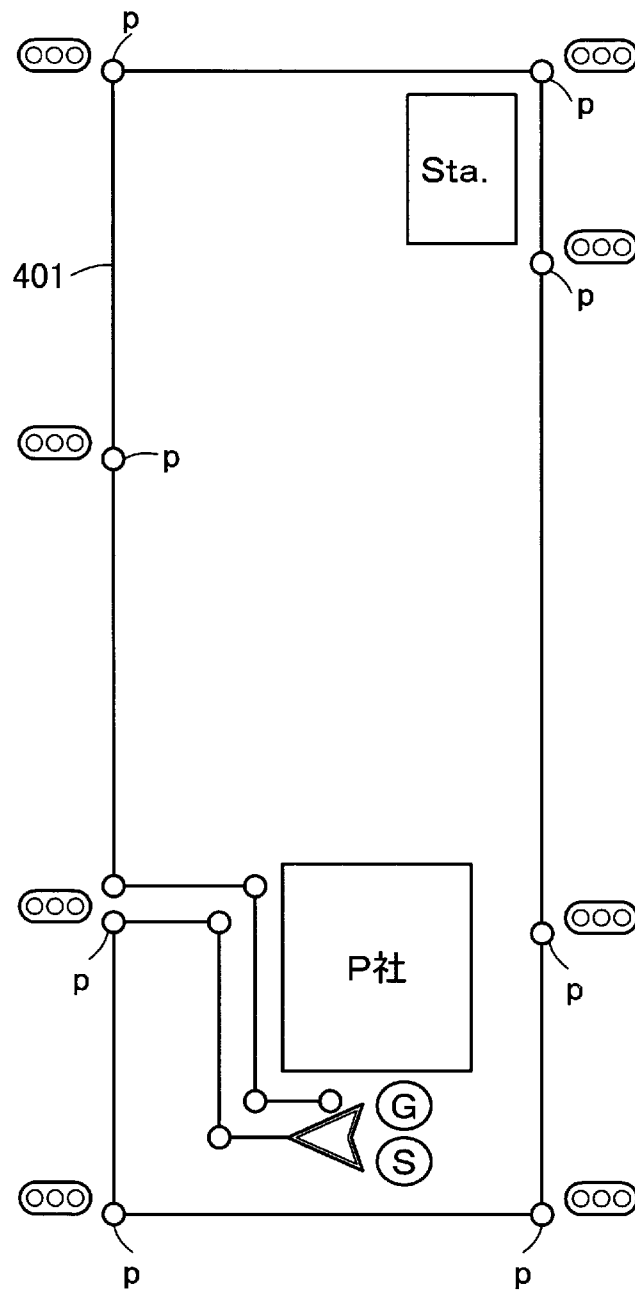
[図2]



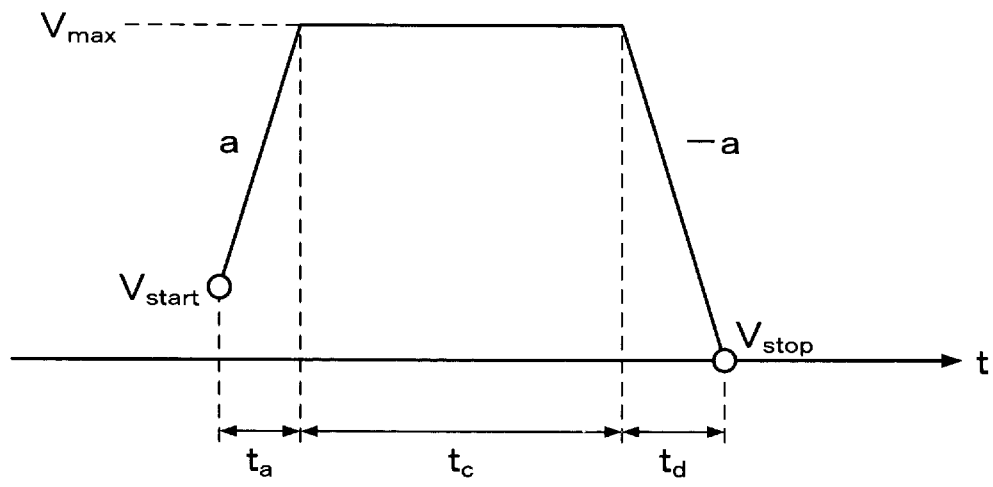
[図3]



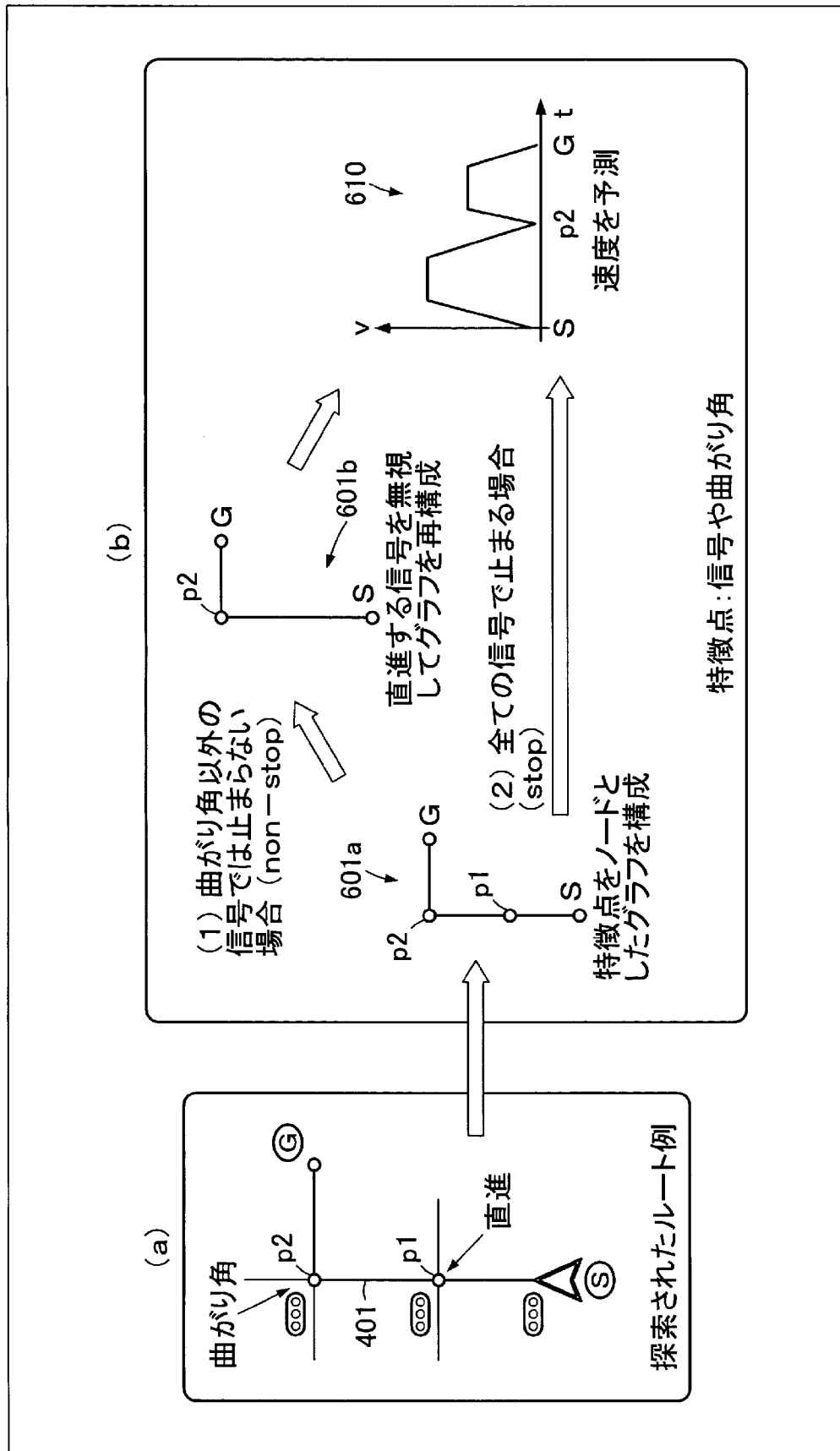
[図4]



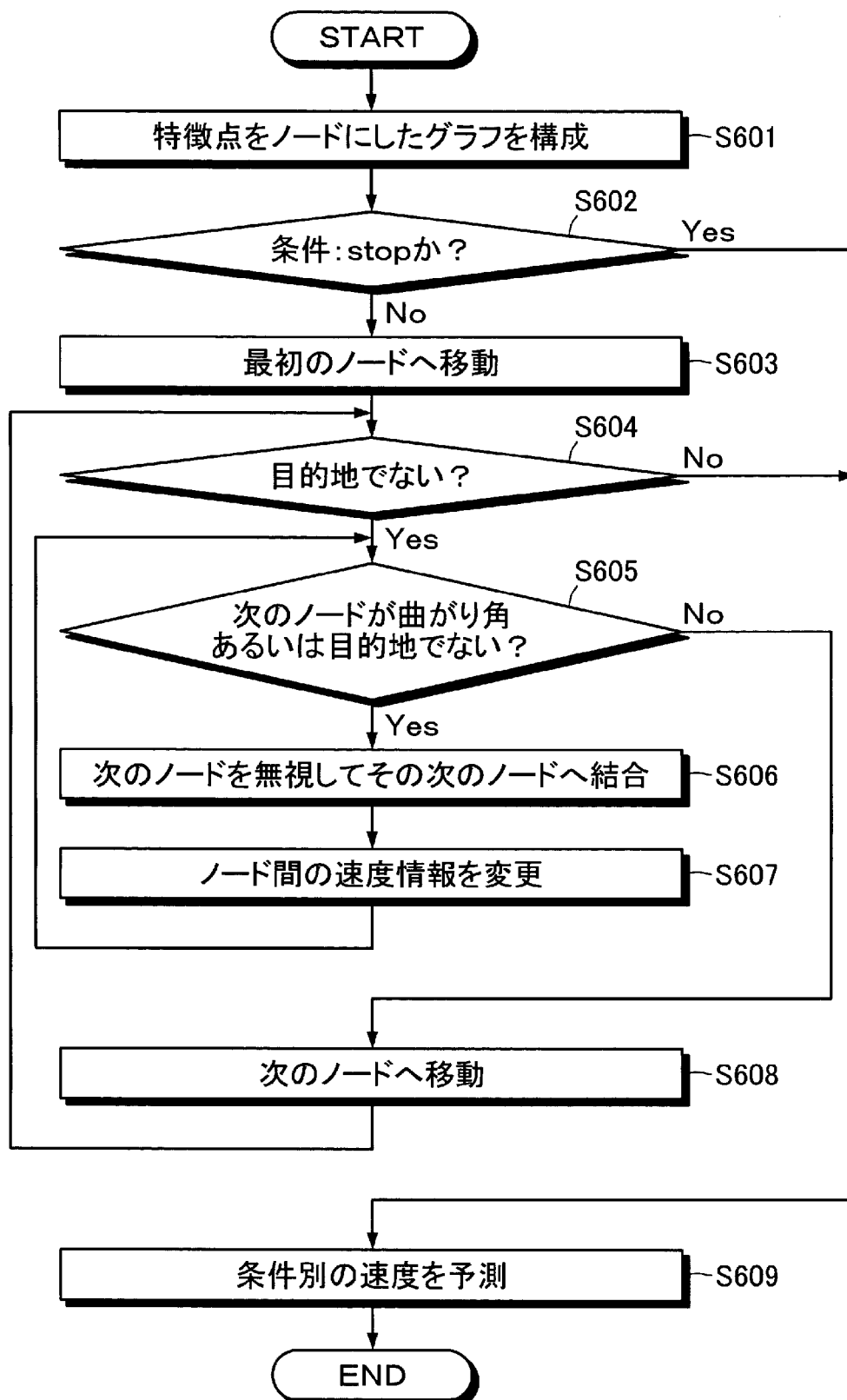
[図5]



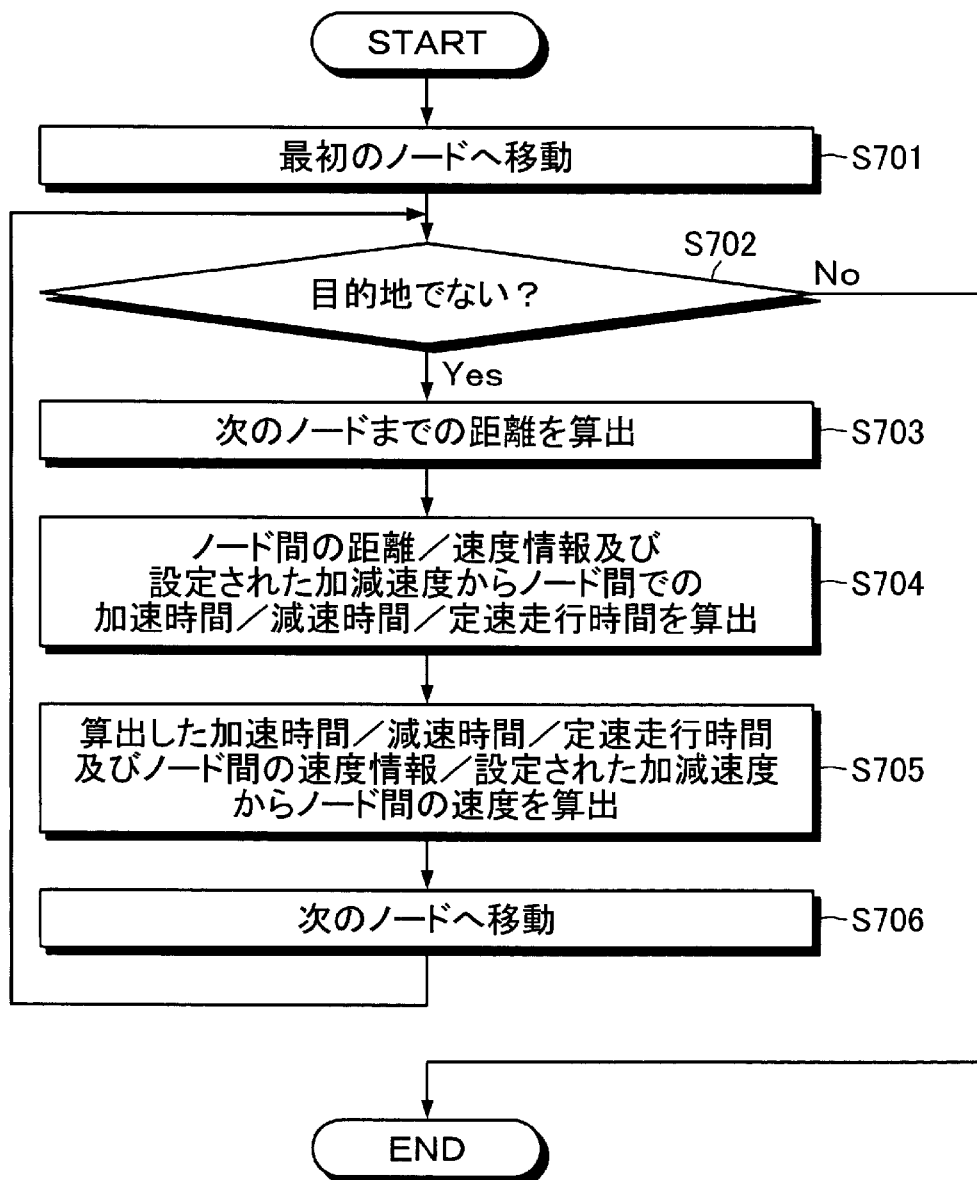
[図6-1]



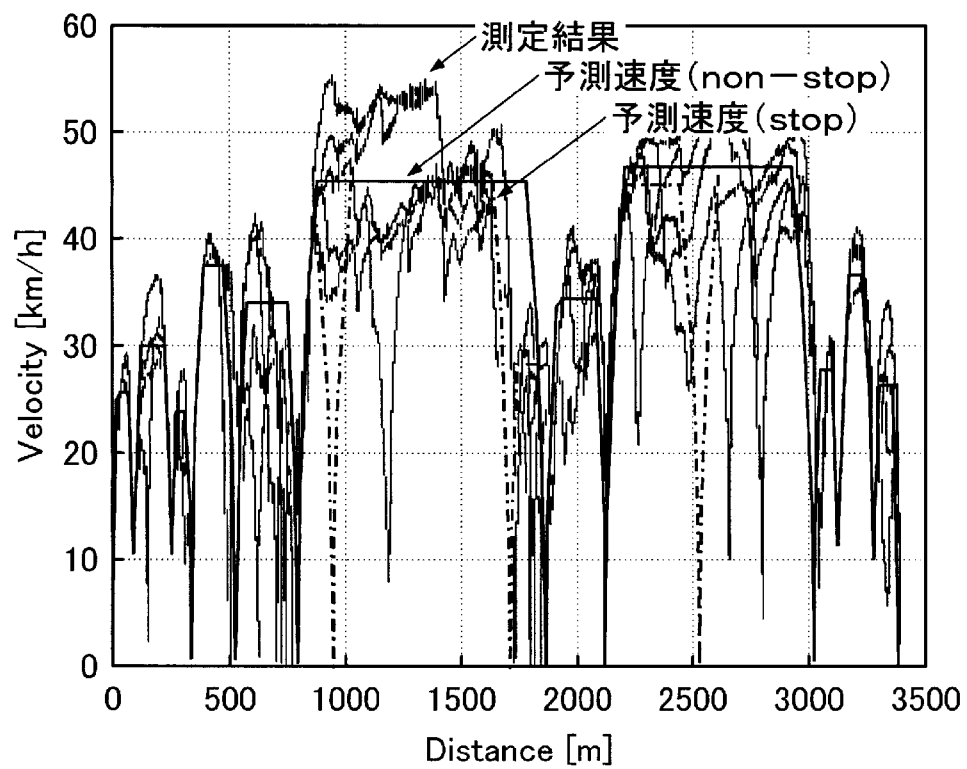
[図6-2]



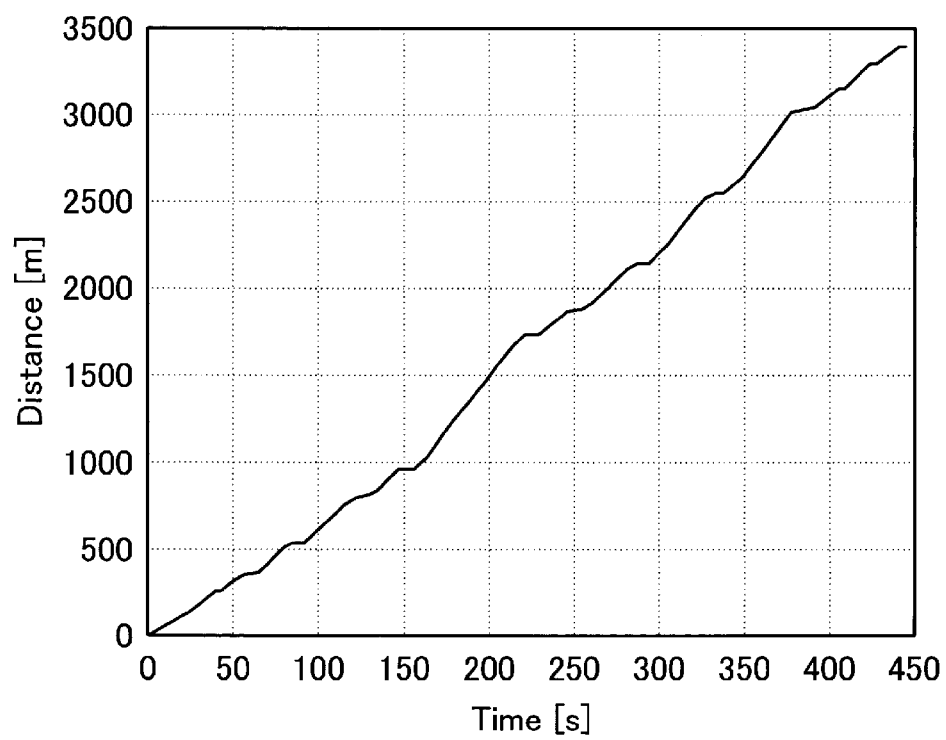
[図7-1]



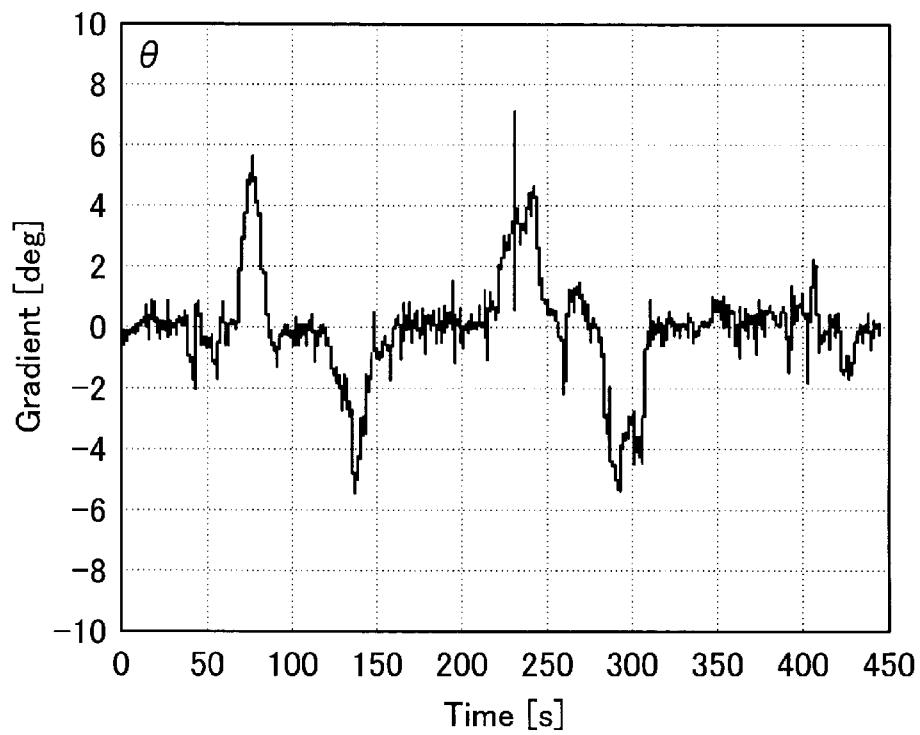
[図7-2]



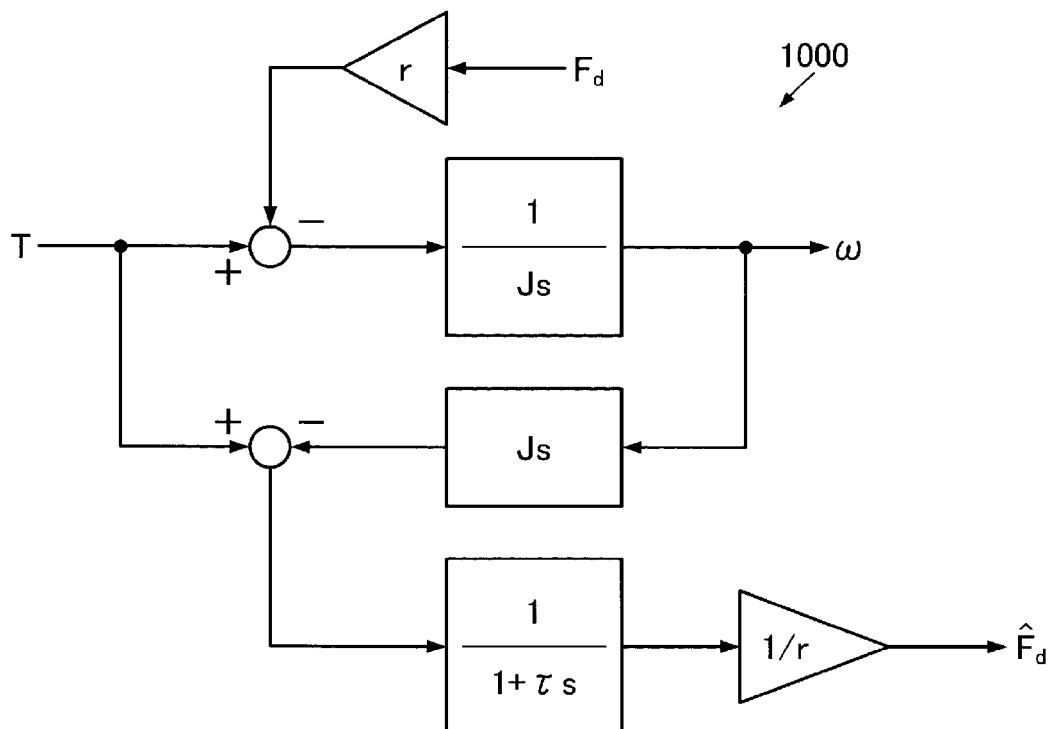
[図8]



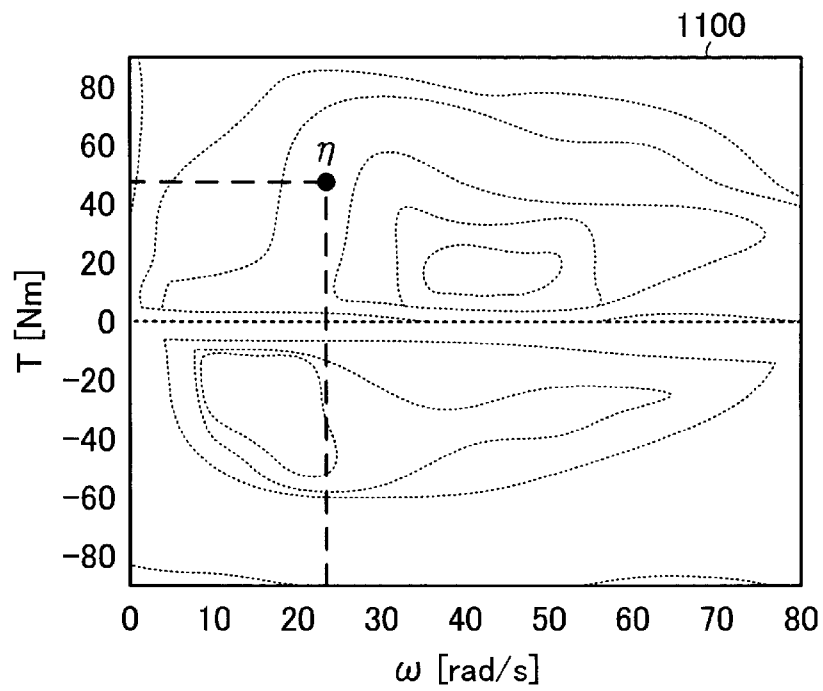
[図9]



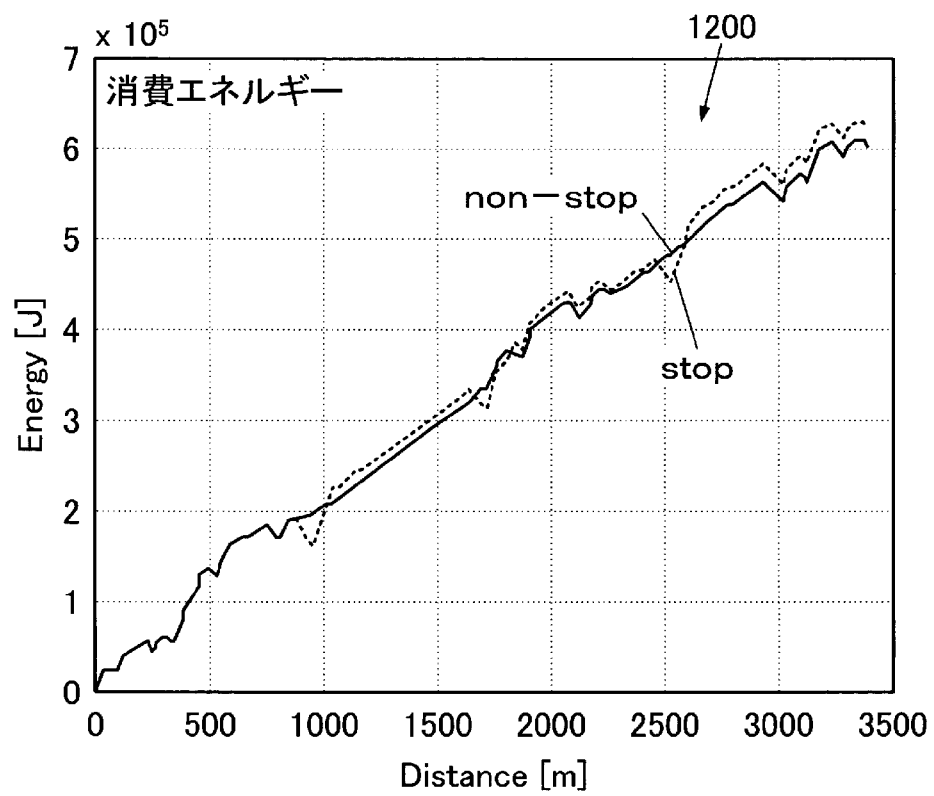
[図10]



[図11]



[図12]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/079735

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01C21/26(2006.01)i, B 60L3/00(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)

G01C21/26, B 60L3 / 00

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

|         |         |        |            |           |        |         |        |           |           |
|---------|---------|--------|------------|-----------|--------|---------|--------|-----------|-----------|
| Jitsuyo | Shinan  | Koho   | 1922-1 996 | Jitsuyo   | Shinan | Toroku  | Koho   | 1996-2012 |           |
| Kokai   | Jitsuyo | Shinan | Koho       | 1971-2012 | Toroku | Jitsuyo | Shinan | Koho      | 1994-2012 |

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 2002-188932 A (Toyota Motor Corp.),<br>05 July 2002 (05.07.2002),<br>paragraphs [0036] to [0037]<br>(Family: none) | 1-7                   |
| A         | JP 2009-67350 A (Aisin AW Co., Ltd.),<br>02 April 2009 (02.04.2009),<br>paragraphs [0042] to [0046]<br>(Family: none) | 1-7                   |
| A         | JP 2011-16465 A (Toyota Motor Corp.),<br>27 January 2011 (27.01.2011),<br>paragraph [0027]<br>(Family: none)          | 1-7                   |



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

"I" 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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 January, 2012 (19.01.12)

Date of mailing of the international search report

31 January, 2012 (31.01.12)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/079735

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                       | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 9-310638 A (Den so Corp. ),<br>02 December 1997 (02.12.1997),<br>paragraph [0051]<br>(Family : none ) | 5                     |

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C) )

Int.Cl. G01C21/26 (2006. 01) i , B60L3/00 (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. G01C21/26, B60L3/00

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

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)  
年

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | JP 2002-188932 A (トヨタ自動車株式会社) 2002. 07. 05,<br>段落 0036-0037 (ファミリーなし)      | 1-7            |
| A               | JP 2009-67350 A (アイシン・エイ・スズリユ株式会社) 2009. 04. 02,<br>段落 0042-0046 (ファミリーなし) | 1-7            |
| A               | JP 2011-16465 A (トヨタ自動車株式会社) 2011. 01. 27, 段落 0027<br>(ファミリーなし)            | 1-7            |

☒ 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

IA」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  
IE」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  
I」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)  
Iθ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
IP」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  
IY」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  
I&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 9 . 0 1 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

3 1 . 0 1 . 2 0 1 2

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)

奥 隅 隆

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 1 6

3 H

4 0 1 6

| C ( 続 き ) . 関連すると認められる文献 |                                                               |                |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| A                        | JP 9-310638 A ( 株式会社デンソー ) 1997. 12. 02 , 段落 0051 ( ファミリーなし ) | 5              |