

(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  
2024年10月31日(31.10.2024)



(10) 国際公開番号

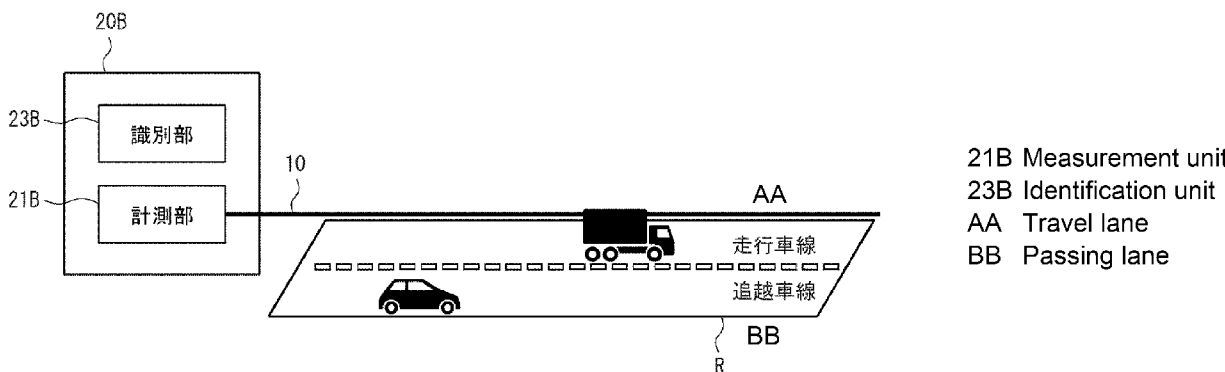
WO 2024/224569 A1

- (51) 国際特許分類:  
G08G 1/01 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/016732
- (22) 国際出願日: 2023年4月27日(27.04.2023)
- (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: 日本電気株式会社 (NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 生藤 大典 (IKEFUJI Daisuke); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). プラサド ヘマント シバサガー (PRASAD Hemant Shivsagar); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 家入 健 (IEIRI Takeshi); 〒2210835 神奈川県横浜市神奈川区鶴屋町三丁目3番8 アーバンセンター横浜ウエスト5階 響国際特許事務所 Kanagawa (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,

(54) Title: LANE IDENTIFICATION SYSTEM, LANE IDENTIFICATION DEVICE, AND LANE IDENTIFICATION METHOD

(54) 発明の名称: 車線識別システム、車線識別装置、及び車線識別方法

Fig. 13



(57) Abstract: A lane identification system according to the present disclosure comprises: an optical fiber (10) that is embedded in a road (R); a measurement unit (21B) that measures, on the basis of an optical signal received from the optical fiber (10), the vibration characteristics of vibrations generated on the road (R); and an identification unit (23B) that derives vibration intensity when a vehicle passed through an observation point, on the basis of vibration characteristics, which are among the vibration characteristics, when the vehicle passed through the observation point on the road (R), and identifies the lane in which the vehicle that passed through the observation point is traveling, on the basis of the derived vibration intensity and a vehicle section of the vehicle that passed through the observation point.

(57) 要約: 本開示に係る車線識別システムは、道路 (R) に埋設された光ファイバ (10) と、光ファイバ (10) から受信した光信号に基づいて、道路 (R) 上で発生した振動の振動特性を計測する計測部 (21B) と、上記の振動特性のうち、道路 (R) 上の観測点を車両が通過したときの振動特性に基づいて、観測点を車両が通過したときの振動強度を導出し、導出された振動強度と、観測点を通過した車両の車両区分と、に基づいて、観測点を通過した車両が走行している車線を識別する識別部 (23B) と、を備える。

PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,  
SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS,  
MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, 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, ME, 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 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

## 明 細 書

発明の名称：

車線識別システム、車線識別装置、及び車線識別方法

技術分野

[0001] 本開示は、車線識別システム、車線識別装置、及び車線識別方法に関する。

背景技術

[0002] 道路に埋設された光ファイバを線センサとして用いる光ファイバセンシングによって、光ファイバに接続されたセンシング装置は、光ファイバが埋設された区間全域で、道路上を走行する車両の振動の振幅を計測することが可能である。また、センシング装置は、計測された車両の振動の振幅を、センシング装置からの距離と時間のグラフに表すことで、車両の軌跡を可視化することも可能である。

[0003] その一方、近年は、自動運転車を高速道路で利用する検討が進められている。その実現のためには、高速道路におけるインターチェンジやジャンクションなどの合流地点において、自動運転車が安全にかつ速度を落とさずに走行車線に侵入するために、合流地点の手前での走行車線を走行する車両の有無を把握する必要がある。

[0004] ここで、図1を参照して、自動運転車が高速道路に合流する例について説明する。図1の例は、自動運転車ACが、片側二車線（走行車線及び追越車線）の高速道路である道路Rに合流する例である。また、図1の例では、道路Rの路肩には、道路Rに沿って、光ファイバセンシング用の光ファイバ10が埋設されている。

[0005] 自動運転車ACが道路Rに合流する場合には、安全かつスムーズに走行車線に侵入するために、合流する時間の約2～10秒手前から、合流する走行車線に走行車両がいるか否かを把握する必要がある。

[0006] そのため、自動運転車ACが道路Rに合流するに際して、自動運転車AC

が把握すべき範囲は、合流地点及びその手前の範囲（以下、注目領域と称す）である。

ここで、光ファイバ10を線センサとして用いる光ファイバセンシングは、注目領域を走行している車両の有無を把握することは可能である。しかし、光ファイバセンシングは、注目領域を走行している車両が走行車線又は追越車線のどちらを走行しているかを把握することは困難であった。

[0007] また、図1の例では、道路Rの合流地点の手前に、カメラなどの定点監視システムが設置されている。しかし、カメラで監視可能な範囲は、合流地点を中心とする範囲であり、注目領域の全域を監視することができない。また、道路Rの合流地点に定点監視システムが設置されていないことも多々ある。

[0008] そのため、最近では、光ファイバセンシングを用いて、車両が走行している車線を識別するための技術が提案されている（例えば、特許文献1，2）。

例えば、特許文献1に記載の技術は、光ファイバに近い車線で振動が印加された場合は、光ファイバセンシングで取得される信号強度が大きくなり、光ファイバから離れた車線で振動が印加された場合は、光ファイバセンシングで取得される信号強度が小さくなることを利用して、車両が走行している車線を識別する。

[0009] また、特許文献2に記載の技術は、車線毎に道路の舗装が異なる場合には、光ファイバセンシングによって、車両が走行している車線を識別可能な観測情報を取得できることを利用して、車両が走行している車線を識別する。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0010] 特許文献1：国際公開第2022/024208号

特許文献2：国際公開第2022/185922号

### 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0011] 上述したように、特許文献1に記載の技術は、光ファイバと各車線との間の距離に応じて信号強度が異なることを利用して、車両が走行している車線を識別する。しかし、信号強度は、車両の大きさによっても異なるため、信号強度のみを利用して、車両が走行している車線を識別すると、識別精度が悪いという問題がある。

[0012] また、特許文献2に記載の技術は、車線毎に道路の舗装が異なる場合には、車両が走行している車線を識別可能な観測情報を取得できることを利用して、車両が走行している車線を識別する。そのため、特許文献2に記載の技術は、車線同士で道路の舗装が同じ場合には、車両が走行している車線を識別できたとしても、識別精度が悪いという問題がある。

[0013] そこで本開示の目的は、上述した課題を鑑み、車両が走行している車線を、より精度良く識別することが可能な車線識別システム、車線識別装置、及び車線識別方法を提供することにある。

#### 課題を解決するための手段

[0014] 一態様による車線識別システムは、  
道路に埋設された光ファイバと、  
前記光ファイバから受信した光信号に基づいて、前記道路上で発生した振動の振動特性を計測する計測部と、  
前記振動特性のうち前記道路上の観測点を車両が通過したときの振動特性に基づいて、前記観測点を車両が通過したときの振動強度を導出し、導出された振動強度と、前記観測点を通過した車両の車両区分と、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する識別部と、を備える。

[0015] 一態様による車線識別装置は、  
道路に埋設された光ファイバから受信した光信号に基づいて、前記道路上で発生した振動の振動特性を計測する計測部と、  
前記振動特性のうち前記道路上の観測点を車両が通過したときの振動特性に基づいて、前記観測点を車両が通過したときの振動強度を導出し、導出さ

れた振動強度と、前記観測点を通過した車両の車両区分と、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する識別部と、を備える。

- [0016] 一態様による車線識別方法は、  
車線識別装置により実行される車線識別方法であって、  
道路に埋設された光ファイバから受信した光信号に基づいて、前記道路上で発生した振動の振動特性を計測する計測ステップと、  
前記振動特性のうち前記道路上の観測点を車両が通過したときの振動特性に基づいて、前記観測点を車両が通過したときの振動強度を導出し、導出された振動強度と、前記観測点を通過した車両の車両区分と、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する識別ステップと、を含む。

### 発明の効果

- [0017] 上述の態様によれば、車両が走行している車線を、より精度良く識別することが可能な車線識別システム、車線識別装置、及び車線識別方法を提供できるという効果が得られる。

### 図面の簡単な説明

- [0018] [図1]自動運転車が高速道路の走行車線に合流する例を示す図である。  
[図2]実施の形態1に係る車線識別システムの概略的な構成例を示す図である。  
[図3]実施の形態1に係る学習部及び識別部が生成する振動の計測データの例を示す図である。  
[図4]実施の形態1に係る学習部及び識別部が導出する振動強度の例を示す図である。  
[図5]車両の車両区分毎に、道路上の観測点を車両が通過したときの振動強度と、道路上の観測点を通過した車両が走行している車線と、の関係を表す統計データの例を示す図である。  
[図6]実施の形態1に係る学習部及び識別部が導出する波形長の例を示す図で

ある。

[図7]実施の形態1に係る学習部及び識別部が導出するピーク数の例を示す図である。

[図8]実施の形態1に係る車線識別システムの概略的な動作例を示す図である。

[図9]実施の形態2に係る車線識別システムの概略的な構成例を示す図である。

[図10]車両の車両区分毎に、道路上の観測点を車両が通過したときの振動強度及びその車両の走行速度と、道路上の観測点を通過した車両が走行している車線と、の関係を表す統計データの例を示す図である。

[図11]実施の形態2に係る学習部及び識別部が生成する振動の計測データの他の例を示す図である。

[図12]実施の形態2に係る車線識別システムの概略的な動作例を示す図である。

[図13]実施の形態3に係る車線識別システムの概略的な構成例を示す図である。

[図14]実施の形態3に係る車線識別システムの概略的な動作の流れの例を示すフロー図である。

[図15]各実施の形態に係る車線識別装置を実現するコンピュータの概略的なハードウェア構成例を示すブロック図である。

### 発明を実施するための形態

[0019] 以下、図面を参照して本開示の実施の形態について説明する。なお、以下の記載及び図面は、説明の明確化のため、適宜、省略及び簡略化がなされている。また、以下の各図面において、同一の要素には同一の符号が付されており、必要に応じて重複説明は省略されている。また、以下で示す具体的な数値等は、本開示の理解を容易とするための例示にすぎず、これに限定されるものではない。

[0020] <実施の形態1>

まず、図2を参照して、本実施の形態1に係る車線識別システムの概略的な構成例について説明する。

図2に示されるように、本実施の形態1に係る車線識別システムは、光ファイバ10及び車線識別装置20を備えている。

[0021] 光ファイバ10は、道路Rに埋設される。具体的には、本実施の形態1では、道路Rは、片側二車線（走行車線及び追越車線）の道路であり、光ファイバ10は、道路Rに沿って、道路Rの路肩の下に埋設されるものとする。ただし、これには限定されず、道路Rは、三車線以上の道路であっても良いし、光ファイバ10は、中央分離帯の下に埋設されても良い。

[0022] 車線識別装置20は、例えば、DFOS（Distributed Fiber Optic Sensing）装置などのセンシング装置によって実現される。

車線識別装置20は、計測部21、学習部22、及び識別部23を備えている。

[0023] 計測部21には、光ファイバ10が接続される。

計測部21は、光ファイバ10にパルス光を送信する。また、計測部21は、光ファイバ10をパルス光が伝送されることに伴い発生した後方散乱光を、光ファイバ10から、光信号として受信する。

[0024] ここで、道路R上で振動が発生すると、その振動が光ファイバ10に伝達されて、光ファイバ10を伝送される光信号は、特性（例えば、波長）が変化する。

そのため、計測部21は、光ファイバ10から受信された光信号に基づいて、道路R上で発生した振動を検知することが可能である。また、計測部21は、光ファイバ10から受信された光信号の特性の変化の度合いに基づいて、道路R上で発生した振動の振幅を計測することが可能である。

[0025] このように、光ファイバ10は、計測部21が振動を検知するに際して、センサとして機能する。また、光ファイバ10においては、センサが光ファイバ10に沿って線状に分布することになるため、光ファイバ10は、線センサとして機能する。

- [0026] また、計測部 21 は、光ファイバ 10 にパルス光を送信した時刻と、光ファイバ 10 から光信号を受信した時刻と、の時間差に基づいて、その光信号が発生した位置、すなわち、その光信号に基づいて検知された道路 R 上の振動の発生位置（車線識別装置 20 からの光ファイバ 10 の距離）を特定することが可能である。
- [0027] このように、計測部 21 は、道路 R 上で発生した振動の振動特性として、その振動の振幅及び発生位置（車線識別装置 20 からの光ファイバ 10 の距離）を計測することができる。
- [0028] 学習部 22 は、事前に、学習フェーズにおいて、計測部 21 の計測結果に基づいて、道路 R 上の任意の点である観測点で発生した振動の時系列的な振動特性を示す計測データを生成する。図 3 に、道路 R 上の観測点で発生した振動の計測データの例を示す。図 3 において、横軸は時間を示し、縦軸は振動の振幅を示している。
- [0029] また、道路 R 上を車両が走行すると、車両の走行に伴い振動が発生する。車両の走行に伴い発生した振動の波形は、振動の強弱、振動位置、振動数の変動の推移などが固有の波形パターンを有している。
- [0030] そのため、学習部 22 は、道路 R 上の観測点で発生した振動の計測データの波形の中に、車両の走行に固有の波形パターンを持つ波形があれば、その波形に対応する車両が観測点を通過したと検知し、その波形を切り出す。例えば、図 3 の例では、3 台の車両にそれぞれ対応する 3 つの波形が存在している。そのため、学習部 22 は、3 台の車両を検知し、3 台の車両にそれぞれ対応する 3 つの波形を切り出す。
- [0031] 次に、学習部 22 は、道路 R 上の観測点を通過した車両に対応する波形に基づいて、その波形の振動強度を特徴量として導出する。図 4 に、車両に対応する波形に基づき導出される振動強度の例を示す。図 4 に示されるように、振動強度は、波形の最大ピーク値と最小ピーク値との差分に相当する。
- [0032] そして、学習部 22 は、車両の車両区分毎に、道路 R 上の観測点を車両が通過したときの振動強度と、観測点を通過した車両が走行している車線と、

の関係をモデル化した特徴量モデルを生成する。具体的には、特徴量モデルは、車両の車両区分毎に、各車線の振動強度の境界を表したモデルである。なお、車両区分とは、小型、普通、大型などの車両の大きさ（重さ）のことを表す。

[0033] 図5に、車両の車両区分毎に、道路R上の観測点を車両が通過したときの振動強度と、観測点を通過した車両が走行している車線と、の関係を表す統計データの例を示す。図5は、車両区分が小型車と大型車の2クラスである例である。また、図5において、横軸は振動強度を示し、縦軸は車両の台数を示している。

[0034] 図5に示されるように、振動強度は、車両が走行している車線及び車両の車両区分に依存するという特徴がある。また、光ファイバ10に近い車線ほど、振動強度が大きいという特徴がある。そのため、学習部22は、これらの特徴を利用して、モデル化を行うことにより、振動強度及び車両区分から車線を識別できるようにする。

[0035] なお、学習フェーズでは、道路R上の観測点を通過した車両が走行している車線及びその車両の車両区分は既知である。

例えば、不図示のカメラで監視可能な箇所で学習を行えば、学習部22は、カメラデータに基づいて、車両が走行している車線及びその車両の車両区分を特定することができる。

[0036] 又は、車両が走行している車線を事前に把握できる条件下で学習を行えば、学習部22は、車線を特定することができる。例えば、予め決められた車線を走行する走行試験は、車線を事前に把握でき、上記の条件に合致する。

[0037] 又は、学習部22は、計測部21の計測結果に基づいて、車両の車両区分を推定しても良い。

例えば、学習部22は、振動強度の導出に用いた計測データから道路R上の観測点を通過した車両に対応する波形を切り出した後、切り出された波形に基づいて、その波形の波形長を特徴量として導出する。図6に、車両に対応する波形に基づき導出される波形長の例を示す。図6に示されるように、

波形長は、振動継続時間に相当する。ここで、車両は、大型になるほど、車長が長くなるため、振動継続時間が長くなる。そのため、学習部 22 は、波形長に基づいて、車両区分を推定しても良い。

[0038] 若しくは、学習部 22 は、計測データから道路 R 上の観測点を通過した車両に対応する波形を切り出した後、切り出された波形に基づいて、その波形のピーク数を特徴量として導出する。図 7 に、車両に対応する波形に基づき導出されるピーク数の例を示す。図 7 の例では、破線の円で囲った部分がピークに相当する。ピークは、道路 R 上の観測点を車両の車軸が通過したときに、発生すると考えられる。ここで、車両は、大型になるほど、車軸数が多くなるため、ピーク数が多くなる。そのため、学習部 22 は、ピーク数に基づいて、車両区分を推定しても良い。

[0039] 識別部 23 は、運用フェーズにおいて、計測部 21 の計測結果に基づいて、道路 R 上の観測点で発生した振動の時系列的な振動特性を示す計測データを生成する。この計測データの例は、図 3 と同様である。

[0040] 次に、識別部 23 は、道路 R 上の観測点で発生した振動の計測データの波形に基づいて、観測点を通過した車両を検知し、観測点を通過した車両が検知できた場合は、観測点を通過した車両に対応する波形を切り出す。

[0041] 次に、識別部 23 は、道路 R 上の観測点を通過した車両に対応する波形に基づいて、その波形の振動強度を特徴量として導出する。そして、識別部 23 は、導出された振動強度と、観測点を通過した車両の車両区分と、学習部 22 により生成された特徴量モデルと、に基づいて、観測点を通過した車両が走行している車線を識別する。

[0042] そして、識別部 23 は、識別された車線を識別結果として出力する。なお、識別結果の出力先は、道路 R を管理する管理システムや、道路 R を管理する管理室などにある端末などで良い。

[0043] なお、運用フェーズでは、識別部 23 は、計測部 21 の計測結果に基づいて、車両の車両区分を推定しても良い。なお、識別部 23 において、車両区分を推定する方法は、上述した学習部 22 と同様で良い。

[0044] 続いて、図8を参照して、本実施の形態1に係る車線識別システムの概略的な動作例について説明する。

最初に、学習フェーズの動作について説明する。

まず、学習部22は、計測部21の計測結果に基づいて、道路R上の観測点で発生した振動の時系列的な振動特性を示す計測データを生成する（ステップX11）。

[0045] 次に、学習部22は、道路R上の観測点で発生した振動の計測データの波形に基づいて、観測点を通過した車両を検知する（ステップX12）。観測点を通過した車両が検知できた場合は、計測部21は、観測点を通過した車両に対応する波形を切り出す（ステップX13）。

[0046] 次に、学習部22は、道路R上の観測点を通過した車両に対応する波形に基づいて、その波形の振動強度を特徴量として導出する（ステップX14）。

[0047] そして、学習部22は、車両の車両区分毎に、道路R上の観測点を車両が通過したときの振動強度と、観測点を通過した車両が走行している車線との関係をモデル化した特徴量モデルを生成する（ステップX15）。

[0048] 続いて、運用フェーズの動作について説明する。

まず、識別部23は、計測部21の計測結果に基づいて、道路R上の観測点で発生した振動の時系列的な振動特性を示す計測データを生成する（ステップY11）。

[0049] 次に、計測部21は、道路R上の観測点で発生した振動の計測データの波形に基づいて、観測点を通過した車両を検知する（ステップY12）。観測点を通過した車両が検知できた場合は、計測部21は、観測点を通過した車両に対応する波形を切り出す（ステップY13）。

[0050] 次に、識別部23は、道路R上の観測点を通過した車両に対応する波形に基づいて、その波形の振動強度を特徴量として導出する（ステップY14）。

[0051] 次に、識別部23は、導出された波形長と、観測点を通過した車両の車両

区分と、学習部 2 2 により生成された特徴量モデルと、に基づいて、道路 R 上の観測点を通過した車両が走行している車線を識別する（ステップ Y 1 5）。

[0052] その後、識別部 2 3 は、道路 R 上の観測点を通過した車両について、識別された車線を識別結果として出力する（ステップ Y 1 6）。

[0053] 上述したように本実施の形態 1 によれば、計測部 2 1 は、光ファイバ 1 0 から受信した光信号に基づいて、道路 R 上で発生した振動の振動特性を計測する。学習フェーズにおいて、学習部 2 2 は、計測部 2 1 で計測された振動特性のうち道路 R 上の観測点を車両が通過したときの振動特性に基づいて振動強度を導出し、車両の車両区分毎に、道路 R 上の観測点を車両が通過したときの振動強度と、その車両が走行している車線と、の関係をモデル化した特徴量モデルを生成する。また、運用フェーズにおいて、識別部 2 3 は、計測部 2 1 で計測された振動特性のうち観測点を車両が通過したときの振動特性に基づいて振動強度を導出し、導出された振動強度と、その車両の車両区分と、特徴量モデルと、に基づいて、その車両が走行している車線を識別する。このように、観測点を車両が通過したときの振動強度以外に、その車両の車両区分を利用して、その車両が走行している車線を識別する。そのため、関連技術と比較して、車両が走行している車線を、より精度良く識別することができる。

[0054] <実施の形態 2 >

上述した実施の形態 1 は、道路 R 上の観測点を車両が通過したときの振動強度及びその車両の車両区分を利用して、その車両が走行している車線を識別していた。

[0055] これに対して本実施の形態 2 は、道路 R 上の観測点を車両が通過したときの振動強度及びその車両の車両区分以外に、その車両の走行速度をさらに利用して、その車両が走行している車線を識別するものである。

[0056] まず、図 9 を参照して、本実施の形態 2 に係る車線識別システムの概略的な構成例について説明する。

図9に示されるように、本実施の形態2に係る車線識別システムは、上述した実施の形態1に係る車線識別システムと比較して、車線識別装置20を車線識別装置20Aに置き換えた構成になっている。

[0057] また、車線識別装置20Aは、上述した実施の形態1に係る車線識別装置20と比較して、学習部22及び識別部23を学習部22A及び識別部23Aに置き換えた構成になっている。

[0058] 学習部22Aは、事前に、学習フェーズにおいて、計測部21の計測結果に基づいて、道路R上の観測点で発生した振動の時系列的な振動特性を示す計測データ（図3に示されるような計測データ）を生成する。

[0059] 次に、学習部22Aは、道路R上の観測点で発生した振動の計測データの波形に基づいて、観測点を通過した車両を検知し、観測点を通過した車両が検知できた場合は、観測点を通過した車両に対応する波形を切り出す。

[0060] 次に、学習部22Aは、道路R上の観測点を通過した車両に対応する波形に基づいて、その波形の振動強度を特徴量として導出する。

[0061] そして、学習部22Aは、車両の車両区分毎に、道路R上の観測点を車両が通過したときの振動強度及び観測点を通過した車両の走行速度と、観測点を通過した車両が走行している車線と、の関係をモデル化した特徴量モデルを生成する。具体的には、特徴量モデルは、車両の車両区分毎に、各車線の振動強度及び走行速度の境界を表したモデルである。

[0062] 図10に、車両の車両区分毎に、道路R上の観測点を車両が通過したときの振動強度及び観測点を通過した車両の走行速度と、観測点を通過した車両が走行している車線と、の関係を表す統計データの例を示す。図10は、車両区分が小型車と大型車の2クラスである例である。また、図10において、横軸は振動強度を示し、縦軸は車両の走行速度を示している。

[0063] 図10に示されるように、振動強度は、車両が走行している車線及び車両の車両区分に依存するという特徴がある。また、走行速度は、車両が走行している車線に依存するという特徴がある。また、光ファイバ10に近い車線ほど、振動強度が大きいという特徴がある。そのため、学習部22Aは、こ

れらの特徴を利用して、モデル化を行うことにより、振動強度、車両区分、及び走行速度から車線を識別できるようにする。

[0064] なお、学習フェーズでは、道路R上の観測点を通過した車両が走行している車線、その車両の車両区分、及びその車両の走行速度は既知である。

例えば、不図示のカメラで監視可能な箇所で学習を行えば、学習部22Aは、カメラデータに基づいて、車両が走行している車線及びその車両の車両区分を特定することができる。

[0065] 又は、車両が走行している車線を事前に把握できる条件下で学習を行えば、学習部22Aは、車線を特定することができる。例えば、予め決められた車線を走行する走行試験は、車線を事前に把握でき、上記の条件に合致する。

[0066] 又は、学習部22Aは、計測部21の計測結果に基づいて、車両の車両区分及び走行速度を推定しても良い。

例えば、学習部22Aは、計測部21の計測結果に基づいて、図11に示されるような計測データを生成する。図11において、横軸は、車線識別装置20からの光ファイバ10の距離を示し、縦軸は、振動が発生した時間の時間経過を示している。また、縦軸は、正方向に向かうほど、古いデータとなる。

[0067] 図11に示される計測データにおいては、1台の車両が道路Rを走行していることは、斜めに1本の線で表される。また、線の傾きの絶対値は、車両の走行速度を表しており、線の傾きの絶対値が小さいほど、車両の走行速度が速いことを意味している。また、線の傾きの正負は、車両の走行方向を表している。また、線の横軸方向の間隔は、車両間の車間距離を表しており、その間隔が短いほど、車間距離が短くなることを意味している。

[0068] そのため、学習部22Aは、図11に示される計測データにおいて、車両が観測点を通過した時刻に基づいて、その車両を特定し、その車両に対応する線の傾きの絶対値に基づいて、その車両の走行速度を推定しても良い。

なお、学習部22Aにおいて、車両区分を推定する方法は、上述した実施

の形態 1 と同様で良い。

[0069] 識別部 2 3 A は、運用フェーズにおいて、計測部 2 1 の計測結果に基づいて、道路 R 上の観測点で発生した振動の時系列的な振動特性を示す計測データ（図 3 に示されるような計測データ）を生成する。

[0070] 次に、識別部 2 3 A は、道路 R 上の観測点で発生した振動の計測データの波形に基づいて、観測点を通過した車両を検知し、観測点を通過した車両が検知できた場合は、観測点を通過した車両に対応する波形を切り出す。

[0071] 次に、識別部 2 3 A は、道路 R 上の観測点を通過した車両に対応する波形に基づいて、その波形の振動強度を特徴量として導出する。そして、識別部 2 3 A は、導出された振動強度と、観測点を通過した車両の車両区分及び走行速度と、学習部 2 2 A により生成された特徴量モデルと、に基づいて、観測点を通過した車両が走行している車線を識別する。

[0072] そして、識別部 2 3 A は、識別された車線を識別結果として出力する。なお、識別結果の出力先は、上述した実施の形態 1 と同様で良い。

[0073] なお、運用フェーズでは、識別部 2 3 A は、計測部 2 1 の計測結果に基づいて、車両の車両区分及び走行速度を推定しても良い。なお、識別部 2 3 A において、車両区分及び走行速度を推定する方法は、上述した学習部 2 2 A と同様で良い。

[0074] 続いて、図 1 2 を参照して、本実施の形態 2 に係る車線識別システムの概略的な動作例について説明する。

最初に、学習フェーズの動作について説明する。

まず、学習部 2 2 A は、上述した実施の形態 1 の図 8 のステップ X 1 1 ~ X 1 4 と同様のステップ X 2 1 ~ X 2 4 の処理を行う。

[0075] そして、学習部 2 2 A は、車両の車両区分毎に、道路 R 上の観測点を車両が通過したときの振動強度及び観測点を通過した車両の走行速度と、観測点を通過した車両が走行している車線と、の関係をモデル化した特徴量モデルを生成する（ステップ X 2 5）。

[0076] 続いて、運用フェーズの動作について説明する。

まず、識別部 23A は、上述した実施の形態 1 の図 8 のステップ Y11 ~ Y14 と同様のステップ Y21 ~ Y24 の処理を行う。

[0077] 次に、識別部 23A は、導出された振動強度と、道路 R 上の観測点を通過した車両の車両区分及び走行速度と、学習部 22A により生成された特徴量モデルと、に基づいて、観測点を通過した車両が走行している車線を識別する（ステップ Y25）。

[0078] その後、識別部 23A は、道路 R 上の観測点を通過した車両について、識別された車線を識別結果として出力する（ステップ Y26）。

[0079] 上述したように本実施の形態 2 によれば、計測部 21 は、上述した実施の形態 1 と同様に、道路 R 上で発生した振動の振動特性を計測する。学習フェーズにおいて、学習部 22A は、計測部 21 で計測された振動特性のうち道路 R 上の観測点を車両が通過したときの振動特性に基づいて振動強度を導出し、車両の車両区分毎に、道路 R 上の観測点を車両が通過したときの振動強度及びその車両の走行速度と、その車両が走行している車線と、の関係をモデル化した特徴量モデルを生成する。また、運用フェーズにおいて、識別部 23A は、計測部 21 で計測された振動特性のうち観測点を車両が通過したときの振動特性に基づいて振動強度を導出し、導出された振動強度と、その車両の車両区分及び走行速度と、特徴量モデルと、に基づいて、その車両が走行している車線を識別する。このように、観測点を車両が通過したときの振動強度以外に、その車両の車両区分及び走行速度を利用して、その車両が走行している車線を識別する。そのため、関連技術及び上述した実施の形態 1 と比較して、車両が走行している車線を、より精度良く識別することができる。

[0080] <実施の形態 3>

本実施の形態 3 は、上述した実施の形態 1, 2 を上位概念化した実施の形態に相当する。

まず、図 13 を参照して、本実施の形態 3 に係る車線識別システムの概略的な構成例について説明する。

図13に示されるように、本実施の形態3に係る車線識別システムは、光ファイバ10及び車線識別装置20Bを備えている。

車線識別装置20Bは、計測部21B及び識別部23Bを備えている。

[0081] 計測部21Bは、道路Rに埋設された光ファイバ10から受信した光信号に基づいて、道路R上で発生した振動の振動特性を計測する。

識別部23Bは、計測部21Bにより計測された振動特性のうち道路R上の観測点を車両が通過したときの振動特性に基づいて、観測点を車両が通過したときの振動強度を導出する。また、識別部23Bは、導出された振動強度と、観測点を通過した車両の車両区分と、に基づいて、観測点を通過した車両が走行している車線を識別する。

[0082] 続いて、図14を参照して、本実施の形態3に係る車線識別システムの概略的な動作の流れの例について説明する。

図14に示されるように、まず、計測部21Bは、道路Rに埋設された光ファイバ10から受信した光信号に基づいて、道路R上で発生した振動の振動特性を計測する（ステップS11）。

[0083] 次に、識別部23Bは、計測部21Bにより計測された振動特性のうち道路R上の観測点を車両が通過したときの振動特性に基づいて、観測点を車両が通過したときの振動強度を導出する（ステップS12）。

[0084] その後、識別部23Bは、導出された振動強度と、観測点を通過した車両の車両区分と、に基づいて、観測点を通過した車両が走行している車線を識別する（ステップS13）。

[0085] 上述したように本実施の形態3によれば、計測部21Bは、道路Rに埋設された光ファイバ10から受信した光信号に基づいて、道路R上で発生した振動の振動特性を計測する。識別部23Bは、計測部21Bにより計測された振動特性のうち道路R上の観測点を車両が通過したときの振動特性に基づいて、観測点を車両が通過したときの振動強度を導出する。また、識別部23Bは、導出された振動強度と、観測点を通過した車両の車両区分と、に基づいて、観測点を通過した車両が走行している車線を識別する。このように

、観測点を車両が通過したときの振動強度以外に、その車両の車両区分を利用して、その車両が走行している車線を識別する。そのため、関連技術と比較して、車両が走行している車線を、より精度良く識別することができる。

[0086] なお、識別部23Bは、道路R上の観測点を車両が通過したときの振動特性に基づいて、観測点を通過した車両の車両区分を推定し、導出された振動強度と、推定された車両区分と、に基づいて、観測点を通過した車両が走行している車線を識別しても良い。

[0087] また、車線識別装置20Bは、事前に、車両の車両区分毎に、道路R上の観測点を車両が通過したときの振動強度と、観測点を通過した車両が走行している車線と、の関係をモデル化した特徴量モデルを生成する学習部をさらに備えていても良い。この場合、識別部23Bは、導出された振動強度と、観測点を通過した車両の車両区分と、特徴量モデルと、に基づいて、観測点を通過した車両が走行している車線を識別しても良い。

[0088] また、識別部23Bは、導出された振動強度と、道路R上の観測点を通過した車両の車両区分及び走行速度と、に基づいて、観測点を通過した車両が走行している車線を識別しても良い。

[0089] また、識別部23Bは、道路R上で発生した振動の振動特性に基づいて、観測点を通過した車両の車両区分及び走行速度を推定し、導出された振動強度と、推定された車両区分及び走行速度と、に基づいて、観測点を通過した車両が走行している車線を識別しても良い。

[0090] また、車線識別装置20Bは、事前に、車両の車両区分毎に、道路R上の観測点を車両が通過したときの振動強度及び観測点を通過した車両の走行速度と、観測点を通過した車両が走行している車線と、の関係をモデル化した特徴量モデルを生成する学習部をさらに備えていても良い。この場合、識別部23Bは、導出された振動強度と、観測点を通過した車両の車両区分及び走行速度と、特徴量モデルと、に基づいて、観測点を通過した車両が走行している車線を識別しても良い。

[0091] <他の実施の形態>

上述した実施の形態 1 では、車線識別装置 20 の内部に学習部 22 及び識別部 23 が設けられているが、これには限定されない。学習部 22 及び識別部 23 は、車線識別装置 20 とは異なる別装置に設けられても良いし、クラウド上に設けられても良い。

上述した実施の形態 2 に係る学習部 22 A 及び上述した実施の形態 2, 3 に係る識別部 23 A, 23 B も同様である。

[0092] <各実施の形態に係る車線識別装置のハードウェア構成>

続いて、図 15 を参照して、上述した実施の形態 1 ~ 3 に係る車線識別装置 20, 20 A, 20 B を実現するコンピュータ 90 の概略的なハードウェア構成例について説明する。

[0093] 図 15 に示されるように、コンピュータ 90 は、プロセッサ 91、メモリ 92、ストレージ 93、入出力インタフェース（入出力 I/F）94、及び通信インタフェース（通信 I/F）95 などを備える。プロセッサ 91、メモリ 92、ストレージ 93、入出力インタフェース 94、及び通信インタフェース 95 は、相互にデータを送受信するためのデータ伝送路で接続されている。

[0094] プロセッサ 91 は、例えば CPU (Central Processing Unit) や GPU (Graphics Processing Unit) などの演算処理装置である。メモリ 92 は、例えば RAM (Random Access Memory) や ROM (Read Only Memory) などのメモリである。ストレージ 93 は、例えば HDD (Hard Disk Drive)、SSD (Solid State Drive)、またはメモリカードなどの記憶装置である。また、ストレージ 93 は、RAM や ROM などのメモリであっても良い。

[0095] ストレージ 93 は、車線識別装置 20, 20 A, 20 B が備える構成要素の機能を実現するプログラムを記憶している。プロセッサ 91 は、これら各プログラムを実行することで、車線識別装置 20, 20 A, 20 B が備える構成要素の機能をそれぞれ実現する。ここで、プロセッサ 91 は、上記各プログラムを実行する際、これらのプログラムをメモリ 92 上に読み出してから実行しても良いし、メモリ 92 上に読み出さずに実行しても良い。また、

メモリ 92 やストレージ 93 は、車線識別装置 20, 20A, 20B が備える構成要素が保持する情報やデータを記憶する役割も果たす。

[0096] また、上述したプログラムは、様々なタイプの非一時的なコンピュータ可読媒体 (non-transitory computer readable medium) を用いて格納され、コンピュータ (コンピュータ 90 を含む) に供給することができる。非一時的なコンピュータ可読媒体は、様々なタイプの実体のある記録媒体 (tangible storage medium) を含む。非一時的なコンピュータ可読媒体の例は、磁気記録媒体 (例えば、フレキシブルディスク、磁気テープ、ハードディスクドライブ)、光磁気記録媒体 (例えば、光磁気ディスク)、CD-ROM (Compact Disc-ROM)、CD-R (CD-Recordable)、CD-R/W (CD-ReWritable)、半導体メモリ (例えば、マスクROM、PROM (Programmable ROM)、EPROM (Erasable PROM)、フラッシュROM、RAM) を含む。また、プログラムは、様々なタイプの一時的なコンピュータ可読媒体 (transitory computer readable medium) によってコンピュータに供給されても良い。一時的なコンピュータ可読媒体の例は、電気信号、光信号、及び電磁波を含む。一時的なコンピュータ可読媒体は、電線及び光ファイバなどの有線通信路、又は無線通信路を介して、プログラムをコンピュータに供給できる。

[0097] 入出力インタフェース 94 は、表示装置 941、入力装置 942、音出力装置 943 などと接続される。表示装置 941 は、LCD (Liquid Crystal Display)、CRT (Cathode Ray Tube) ディスプレイ、モニターのような、プロセッサ 91 により処理された描画データに対応する画面を表示する装置である。入力装置 942 は、オペレータの操作入力を受け付ける装置であり、例えば、キーボード、マウス、及びタッチセンサなどである。表示装置 941 及び入力装置 942 は一体化され、タッチパネルとして実現されていても良い。音出力装置 943 は、スピーカのような、プロセッサ 91 により処理された音響データに対応する音を音響出力する装置である。

[0098] 通信インタフェース 95 は、外部の装置との間でデータを送受信する。例えば、通信インタフェース 95 は、有線通信路または無線通信路を介して外

部装置と通信する。

[0099] 以上、実施の形態を参照して本開示を説明したが、本開示は上述した実施の形態に限定されるものではない。本開示の構成や詳細には、本開示のスコープ内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

[0100] また、上述した実施の形態の一部又は全部は、以下の付記のようにも記載されうるが、以下には限られない。

(付記1)

道路に埋設された光ファイバと、  
前記光ファイバから受信した光信号に基づいて、前記道路上で発生した振動の振動特性を計測する計測部と、  
前記振動特性のうち前記道路上の観測点を車両が通過したときの振動特性に基づいて、前記観測点を車両が通過したときの振動強度を導出し、導出された振動強度と、前記観測点を通過した車両の車両区分と、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する識別部と、を備える、  
、  
車線識別システム。

(付記2)

前記識別部は、  
前記観測点を車両が通過したときの振動特性に基づいて、前記観測点を通過した車両の車両区分を推定し、  
前記導出された振動強度と、前記推定された車両区分と、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する、  
付記1に記載の車線識別システム。

(付記3)

事前に、車両の車両区分毎に、前記観測点を車両が通過したときの振動強度と、前記観測点を通過した車両が走行している車線と、の関係をモデル化した特徴量モデルを生成する学習部をさらに備え、  
前記識別部は、前記導出された振動強度と、前記観測点を通過した車両の

車両区分と、前記特徴量モデルと、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する、

付記 1 又は 2 に記載の車線識別システム。

(付記 4)

前記識別部は、前記導出された振動強度と、前記観測点を通過した車両の車両区分及び走行速度と、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する、

付記 1 に記載の車線識別システム。

(付記 5)

前記識別部は、

前記振動特性に基づいて、前記観測点を通過した車両の車両区分及び走行速度を推定し、

前記導出された振動強度と、前記推定された車両区分及び走行速度と、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する、

付記 4 に記載の車線識別システム。

(付記 6)

事前に、車両の車両区分毎に、前記観測点を車両が通過したときの振動強度及び前記観測点を通過した車両の走行速度と、前記観測点を通過した車両が走行している車線と、の関係をモデル化した特徴量モデルを生成する学習部をさらに備え、

前記識別部は、前記導出された振動強度と、前記観測点を通過した車両の車両区分及び走行速度と、前記特徴量モデルと、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する、

付記 4 又は 5 に記載の車線識別システム。

(付記 7)

道路に埋設された光ファイバから受信した光信号に基づいて、前記道路上で発生した振動の振動特性を計測する計測部と、

前記振動特性のうち前記道路上の観測点を車両が通過したときの振動特性

に基づいて、前記観測点を車両が通過したときの振動強度を導出し、導出された振動強度と、前記観測点を通過した車両の車両区分と、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する識別部と、を備える

、

車線識別装置。

(付記 8)

前記識別部は、

前記観測点を車両が通過したときの振動特性に基づいて、前記観測点を通過した車両の車両区分を推定し、

前記導出された振動強度と、前記推定された車両区分と、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する、

付記 7 に記載の車線識別装置。

(付記 9)

事前に、車両の車両区分毎に、前記観測点を車両が通過したときの振動強度と、前記観測点を通過した車両が走行している車線と、の関係をモデル化した特徴量モデルを生成する学習部をさらに備え、

前記識別部は、前記導出された振動強度と、前記観測点を通過した車両の車両区分と、前記特徴量モデルと、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する、

付記 7 又は 8 に記載の車線識別装置。

(付記 10)

前記識別部は、前記導出された振動強度と、前記観測点を通過した車両の車両区分及び走行速度と、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する、

付記 7 に記載の車線識別装置。

(付記 11)

前記識別部は、

前記振動特性に基づいて、前記観測点を通過した車両の車両区分及び走行

速度を推定し、

前記導出された振動強度と、前記推定された車両区分及び走行速度と、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する、

付記 10 に記載の車線識別装置。

(付記 12)

事前に、車両の車両区分毎に、前記観測点を車両が通過したときの振動強度及び前記観測点を通過した車両の走行速度と、前記観測点を通過した車両が走行している車線と、の関係をモデル化した特徴量モデルを生成する学習部をさらに備え、

前記識別部は、前記導出された振動強度と、前記観測点を通過した車両の車両区分及び走行速度と、前記特徴量モデルと、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する、

付記 10 又は 11 に記載の車線識別装置。

(付記 13)

車線識別装置により実行される車線識別方法であって、

道路に埋設された光ファイバから受信した光信号に基づいて、前記道路上で発生した振動の振動特性を計測する計測ステップと、

前記振動特性のうち前記道路上の観測点を車両が通過したときの振動特性に基づいて、前記観測点を車両が通過したときの振動強度を導出し、導出された振動強度と、前記観測点を通過した車両の車両区分と、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する識別ステップと、を含む、

車線識別方法。

(付記 14)

前記識別ステップでは、

前記観測点を車両が通過したときの振動特性に基づいて、前記観測点を通過した車両の車両区分を推定し、

前記導出された振動強度と、前記推定された車両区分と、に基づいて、前

記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する、

付記 1 3 に記載の車線識別方法。

(付記 1 5)

事前に、車両の車両区分毎に、前記観測点を車両が通過したときの振動強度と、前記観測点を通過した車両が走行している車線と、の関係をモデル化した特徴量モデルを生成する学習ステップをさらに含み、

前記識別ステップでは、前記導出された振動強度と、前記観測点を通過した車両の車両区分と、前記特徴量モデルと、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する、

付記 1 3 又は 1 4 に記載の車線識別方法。

(付記 1 6)

前記識別ステップでは、前記導出された振動強度と、前記観測点を通過した車両の車両区分及び走行速度と、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する、

付記 1 3 に記載の車線識別方法。

(付記 1 7)

前記識別ステップでは、

前記振動特性に基づいて、前記観測点を通過した車両の車両区分及び走行速度を推定し、

前記導出された振動強度と、前記推定された車両区分及び走行速度と、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する、

付記 1 6 に記載の車線識別方法。

(付記 1 8)

事前に、車両の車両区分毎に、前記観測点を車両が通過したときの振動強度及び前記観測点を通過した車両の走行速度と、前記観測点を通過した車両が走行している車線と、の関係をモデル化した特徴量モデルを生成する学習ステップをさらに含み、

前記識別ステップでは、前記導出された振動強度と、前記観測点を通過し

た車両の車両区分及び走行速度と、前記特徴量モデルと、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する、

付記 16 又は 17 に記載の車線識別方法。

### 符号の説明

- [0101] 10 光ファイバ
- 20, 20A, 20B 車線識別装置
- 21, 21B 計測部
- 22, 22A 学習部
- 23, 23A, 23B 識別部
- 30 カメラ
- 90 コンピュータ
- 91 プロセッサ
- 92 メモリ
- 93 ストレージ
- 94 入出力インタフェース
- 941 表示装置
- 942 入力装置
- 943 音出力装置
- 95 通信インタフェース

## 請求の範囲

- [請求項1] 道路に埋設された光ファイバと、  
前記光ファイバから受信した光信号に基づいて、前記道路上で発生した振動の振動特性を計測する計測部と、  
前記振動特性のうち前記道路上の観測点を車両が通過したときの振動特性に基づいて、前記観測点を車両が通過したときの振動強度を導出し、導出された振動強度と、前記観測点を通過した車両の車両区分と、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する識別部と、を備える、  
車線識別システム。
- [請求項2] 前記識別部は、  
前記観測点を車両が通過したときの振動特性に基づいて、前記観測点を通過した車両の車両区分を推定し、  
前記導出された振動強度と、前記推定された車両区分と、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する、  
請求項1に記載の車線識別システム。
- [請求項3] 事前に、車両の車両区分毎に、前記観測点を車両が通過したときの振動強度と、前記観測点を通過した車両が走行している車線と、の関係をモデル化した特徴量モデルを生成する学習部をさらに備え、  
前記識別部は、前記導出された振動強度と、前記観測点を通過した車両の車両区分と、前記特徴量モデルと、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する、  
請求項1又は2に記載の車線識別システム。
- [請求項4] 前記識別部は、前記導出された振動強度と、前記観測点を通過した車両の車両区分及び走行速度と、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する、  
請求項1に記載の車線識別システム。
- [請求項5] 前記識別部は、

前記振動特性に基づいて、前記観測点を通過した車両の車両区分及び走行速度を推定し、

前記導出された振動強度と、前記推定された車両区分及び走行速度と、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する、

請求項4に記載の車線識別システム。

[請求項6]

事前に、車両の車両区分毎に、前記観測点を車両が通過したときの振動強度及び前記観測点を通過した車両の走行速度と、前記観測点を通過した車両が走行している車線と、の関係をモデル化した特徴量モデルを生成する学習部をさらに備え、

前記識別部は、前記導出された振動強度と、前記観測点を通過した車両の車両区分及び走行速度と、前記特徴量モデルと、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する、

請求項4又は5に記載の車線識別システム。

[請求項7]

道路に埋設された光ファイバから受信した光信号に基づいて、前記道路上で発生した振動の振動特性を計測する計測部と、

前記振動特性のうち前記道路上の観測点を車両が通過したときの振動特性に基づいて、前記観測点を車両が通過したときの振動強度を導出し、導出された振動強度と、前記観測点を通過した車両の車両区分と、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する識別部と、を備える、

車線識別装置。

[請求項8]

前記識別部は、

前記観測点を車両が通過したときの振動特性に基づいて、前記観測点を通過した車両の車両区分を推定し、

前記導出された振動強度と、前記推定された車両区分と、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する、

請求項7に記載の車線識別装置。

- [請求項9] 事前に、車両の車両区分毎に、前記観測点を車両が通過したときの振動強度と、前記観測点を通過した車両が走行している車線と、の関係をモデル化した特徴量モデルを生成する学習部をさらに備え、  
前記識別部は、前記導出された振動強度と、前記観測点を通過した車両の車両区分と、前記特徴量モデルと、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する、  
請求項7又は8に記載の車線識別装置。
- [請求項10] 前記識別部は、前記導出された振動強度と、前記観測点を通過した車両の車両区分及び走行速度と、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する、  
請求項7に記載の車線識別装置。
- [請求項11] 前記識別部は、  
前記振動特性に基づいて、前記観測点を通過した車両の車両区分及び走行速度を推定し、  
前記導出された振動強度と、前記推定された車両区分及び走行速度と、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する、  
請求項10に記載の車線識別装置。
- [請求項12] 事前に、車両の車両区分毎に、前記観測点を車両が通過したときの振動強度及び前記観測点を通過した車両の走行速度と、前記観測点を通過した車両が走行している車線と、の関係をモデル化した特徴量モデルを生成する学習部をさらに備え、  
前記識別部は、前記導出された振動強度と、前記観測点を通過した車両の車両区分及び走行速度と、前記特徴量モデルと、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する、  
請求項10又は11に記載の車線識別装置。
- [請求項13] 車線識別装置により実行される車線識別方法であって、  
道路に埋設された光ファイバから受信した光信号に基づいて、前記

道路上で発生した振動の振動特性を計測する計測ステップと、

前記振動特性のうち前記道路上の観測点を車両が通過したときの振動特性に基づいて、前記観測点を車両が通過したときの振動強度を導出し、導出された振動強度と、前記観測点を通過した車両の車両区分と、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する識別ステップと、を含む、

車線識別方法。

[請求項14]

前記識別ステップでは、

前記観測点を車両が通過したときの振動特性に基づいて、前記観測点を通過した車両の車両区分を推定し、

前記導出された振動強度と、前記推定された車両区分と、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する、

請求項13に記載の車線識別方法。

[請求項15]

事前に、車両の車両区分毎に、前記観測点を車両が通過したときの振動強度と、前記観測点を通過した車両が走行している車線と、の関係をモデル化した特徴量モデルを生成する学習ステップをさらに含み、

前記識別ステップでは、前記導出された振動強度と、前記観測点を通過した車両の車両区分と、前記特徴量モデルと、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する、

請求項13又は14に記載の車線識別方法。

[請求項16]

前記識別ステップでは、前記導出された振動強度と、前記観測点を通過した車両の車両区分及び走行速度と、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する、

請求項13に記載の車線識別方法。

[請求項17]

前記識別ステップでは、

前記振動特性に基づいて、前記観測点を通過した車両の車両区分及び走行速度を推定し、

前記導出された振動強度と、前記推定された車両区分及び走行速度と、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する、

請求項 16 に記載の車線識別方法。

[請求項18]

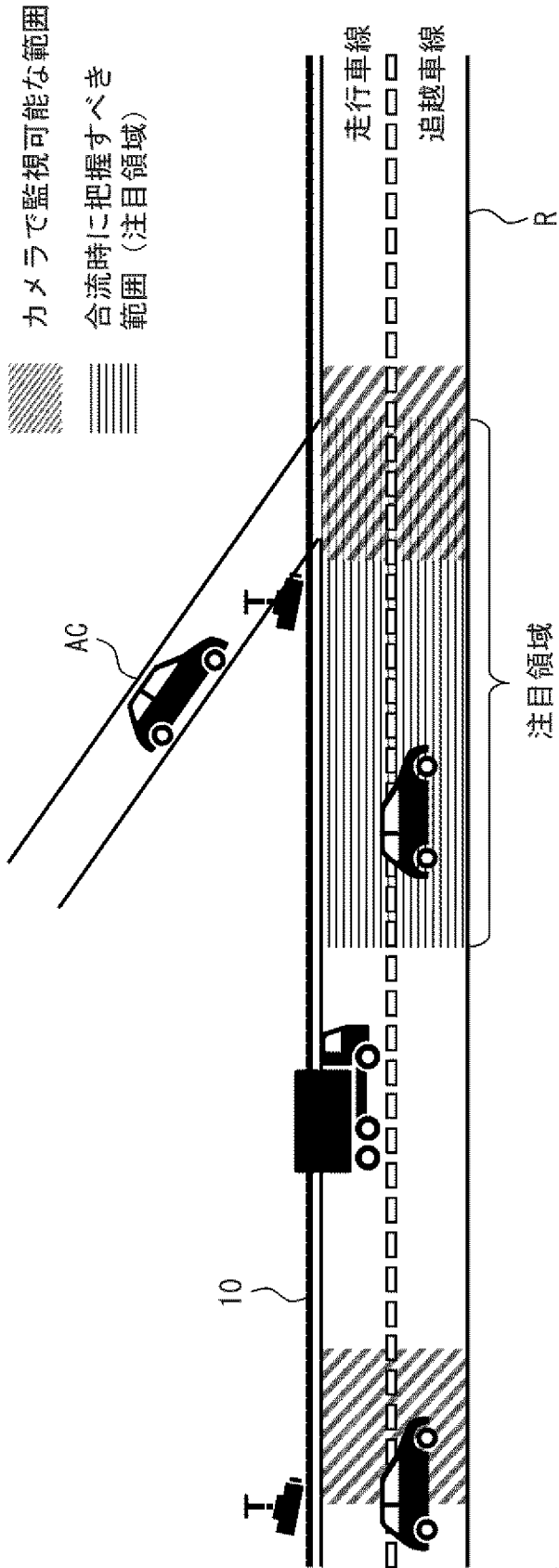
事前に、車両の車両区分毎に、前記観測点を車両が通過したときの振動強度及び前記観測点を通過した車両の走行速度と、前記観測点を通過した車両が走行している車線と、の関係をモデル化した特徴量モデルを生成する学習ステップをさらに含み、

前記識別ステップでは、前記導出された振動強度と、前記観測点を通過した車両の車両区分及び走行速度と、前記特徴量モデルと、に基づいて、前記観測点を通過した車両が走行している車線を識別する、

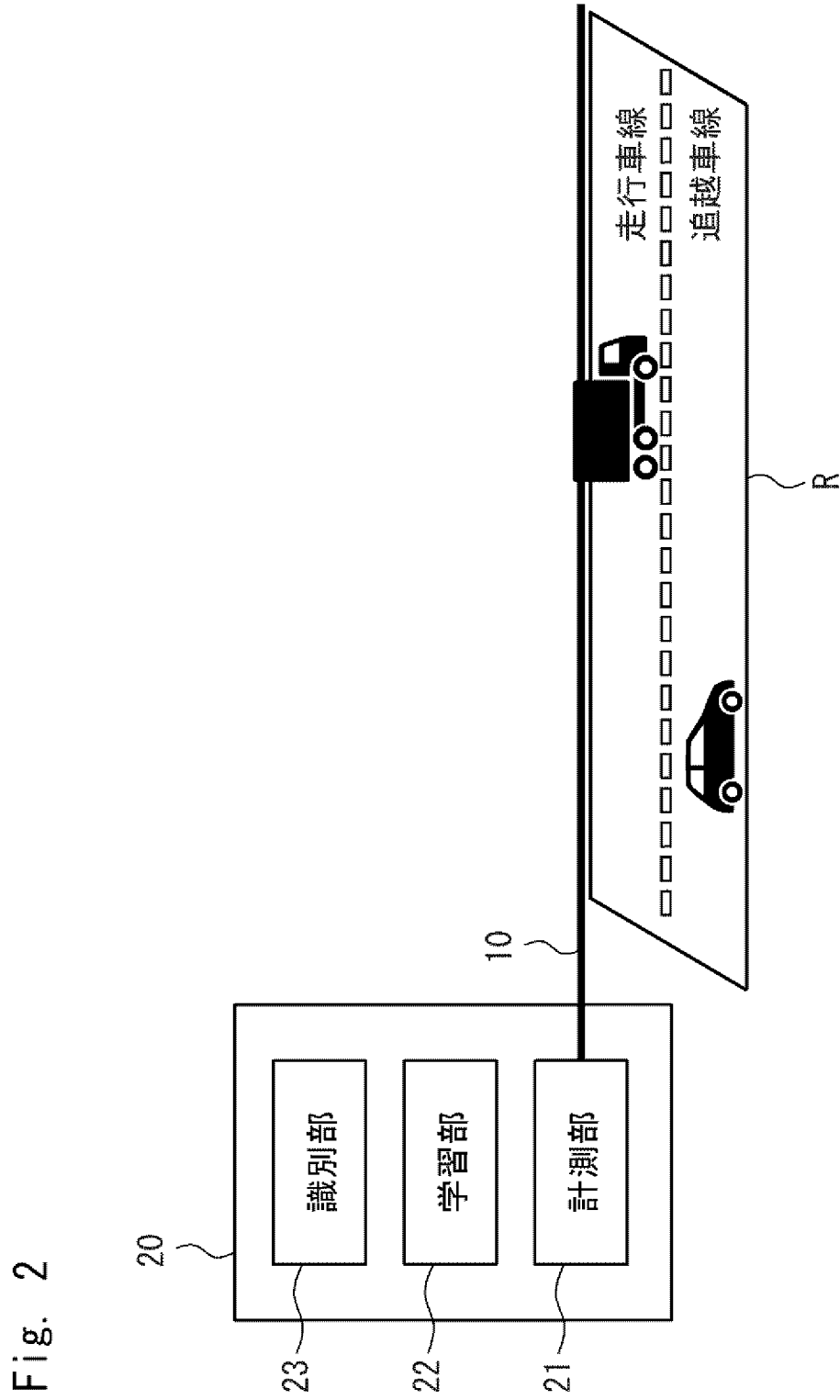
請求項 16 又は 17 に記載の車線識別方法。

Fig. 1

[図1]



[図2]



[図3]

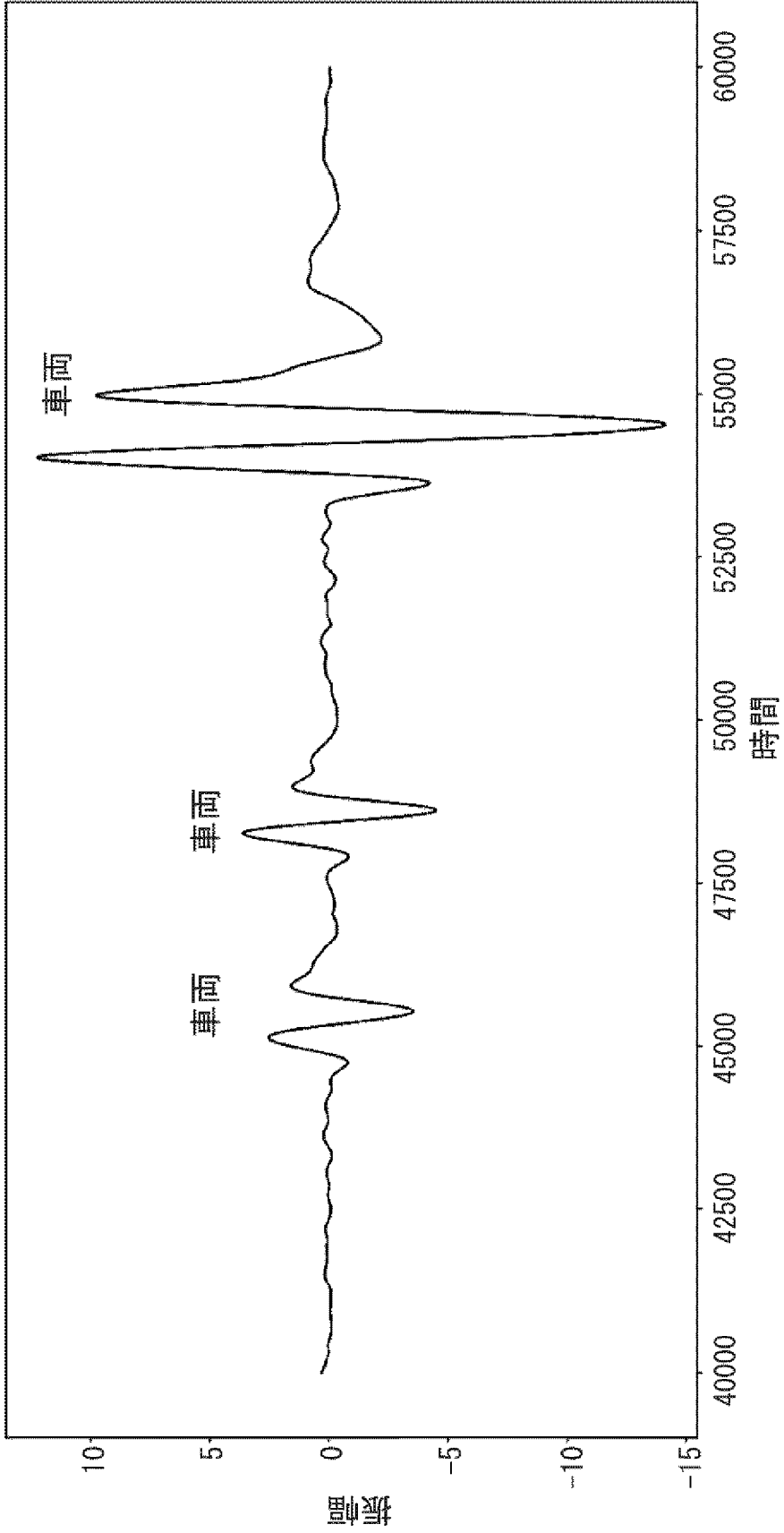
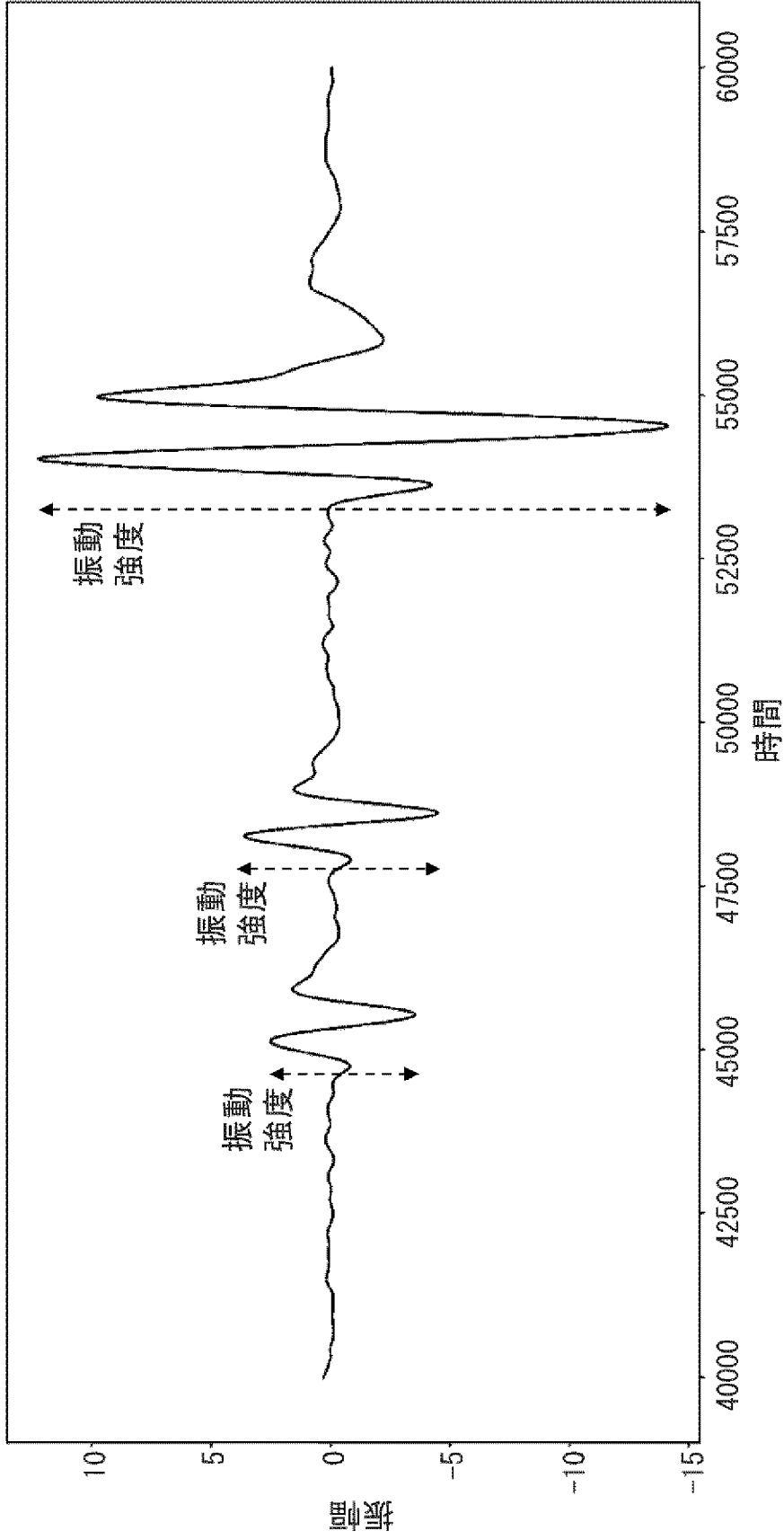


Fig. 3

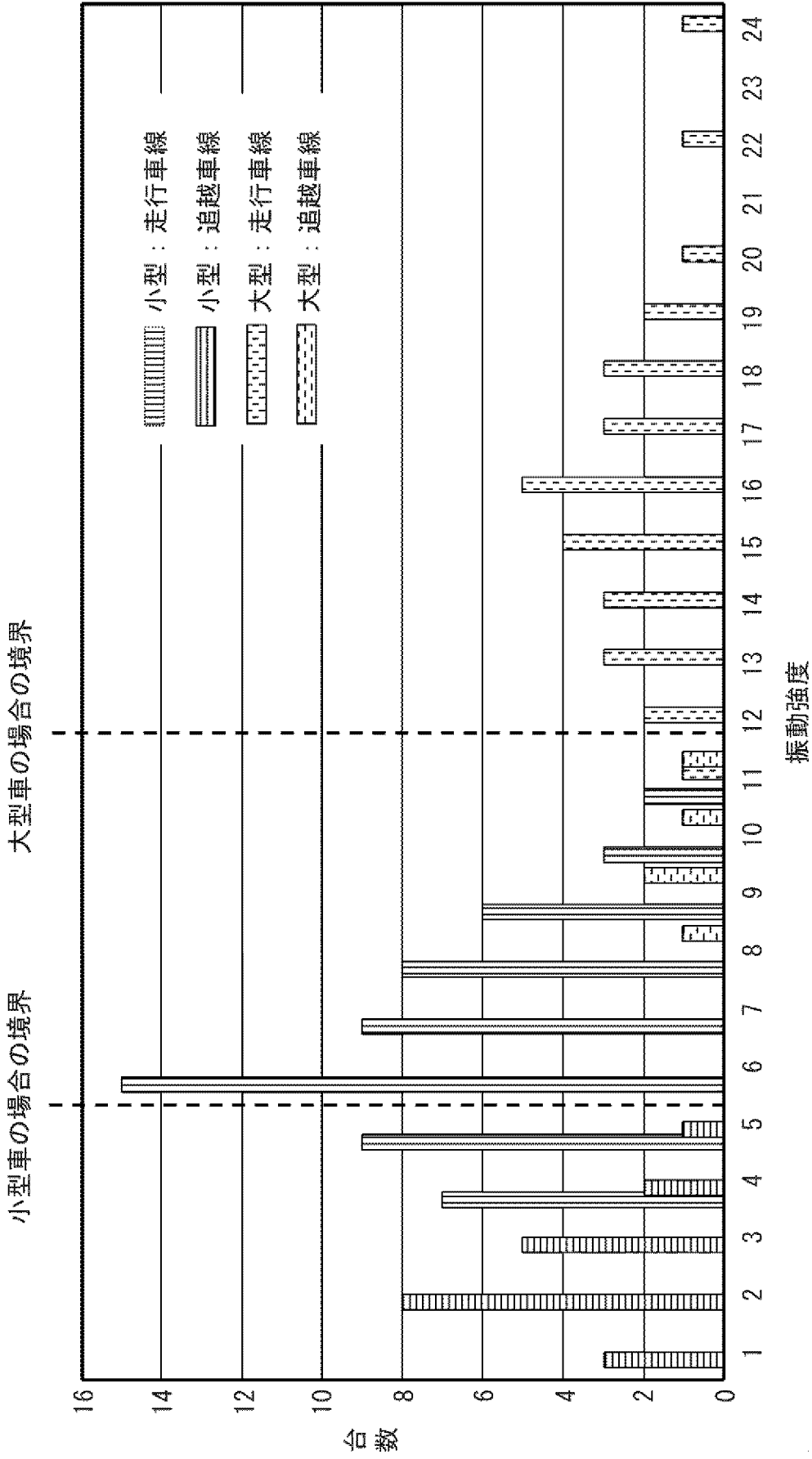
[図4]

Fig. 4



[図5]

Fig. 5



[圖6]

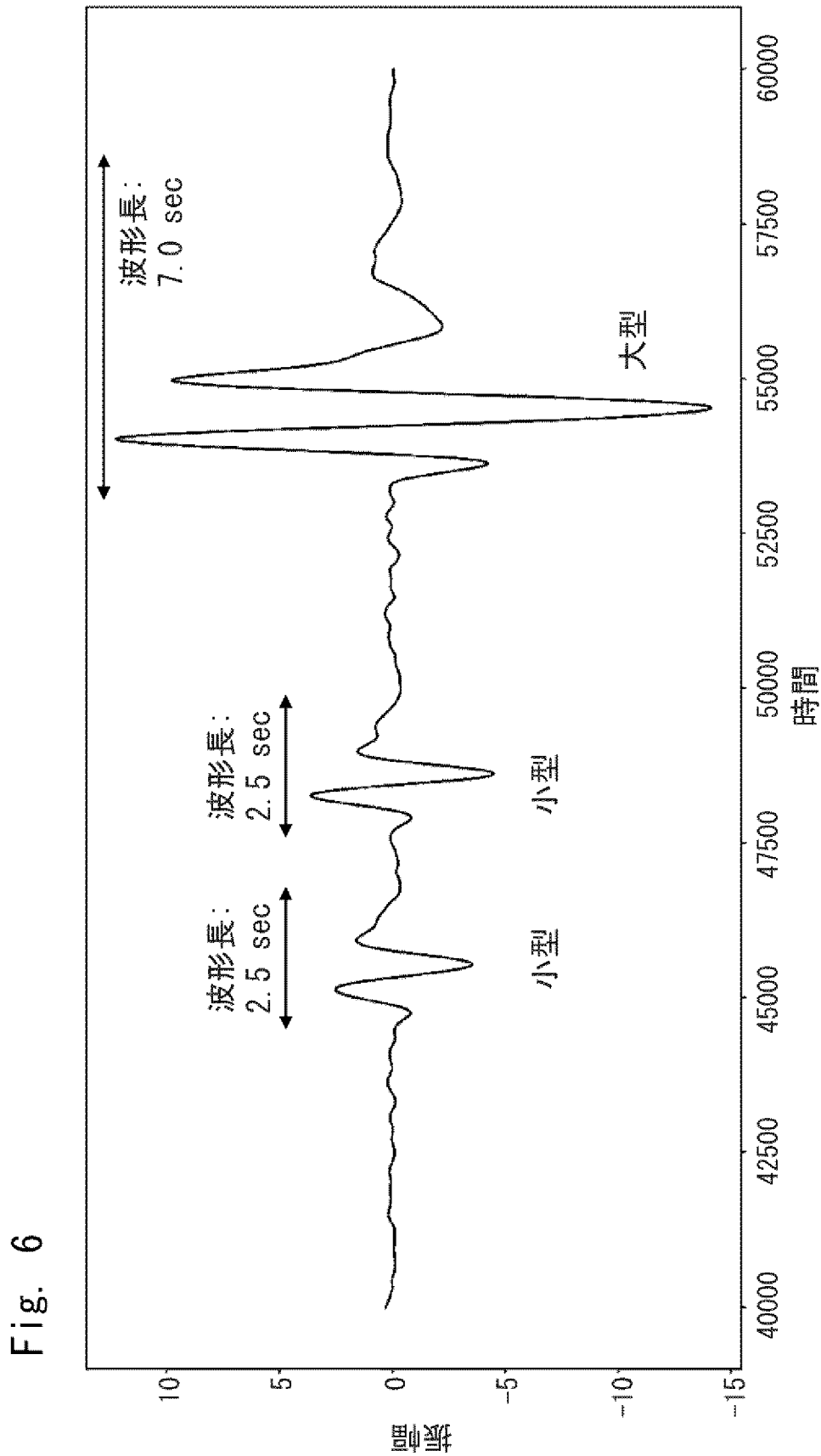
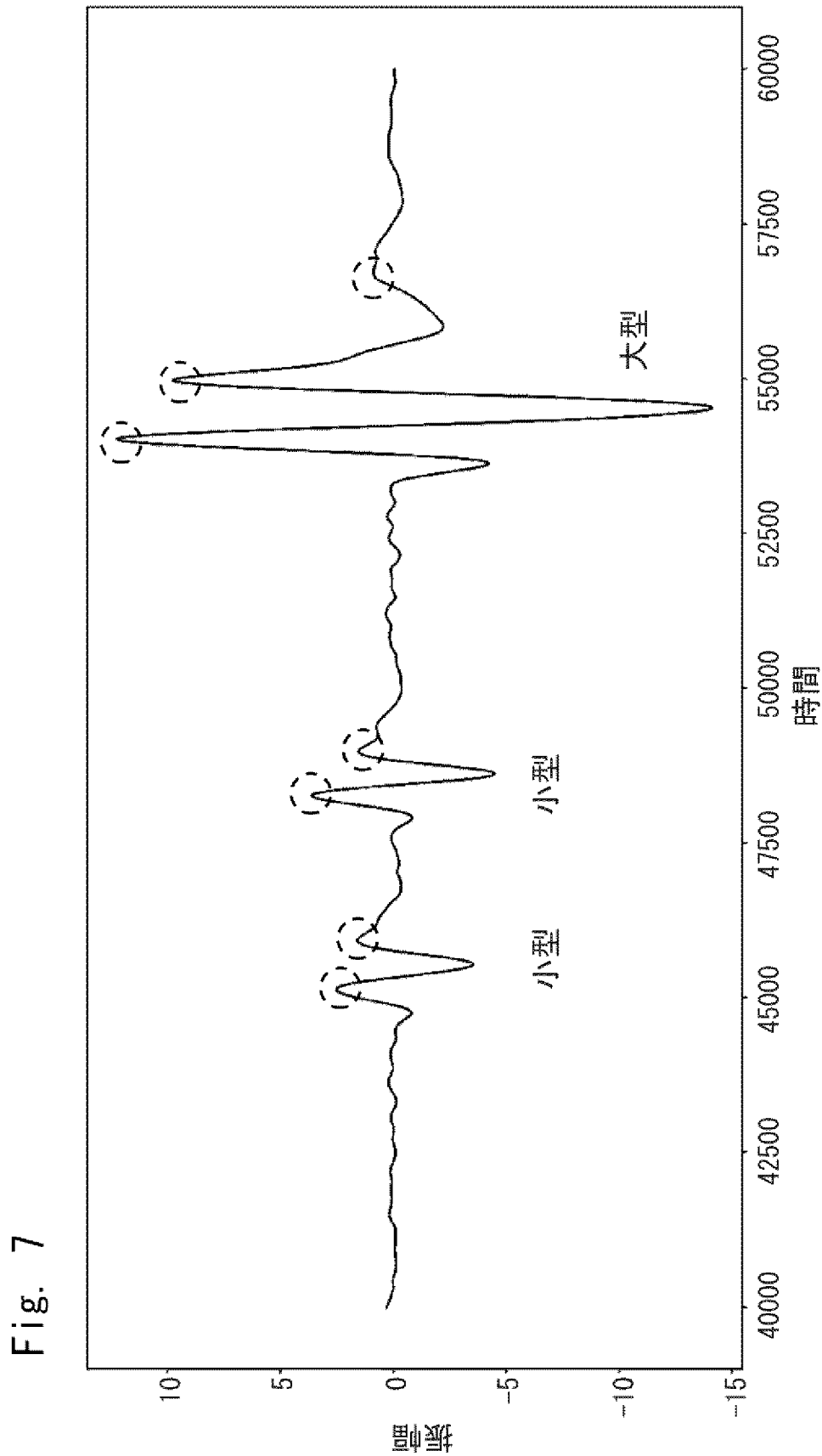


Fig. 6

[圖7]



[図8]

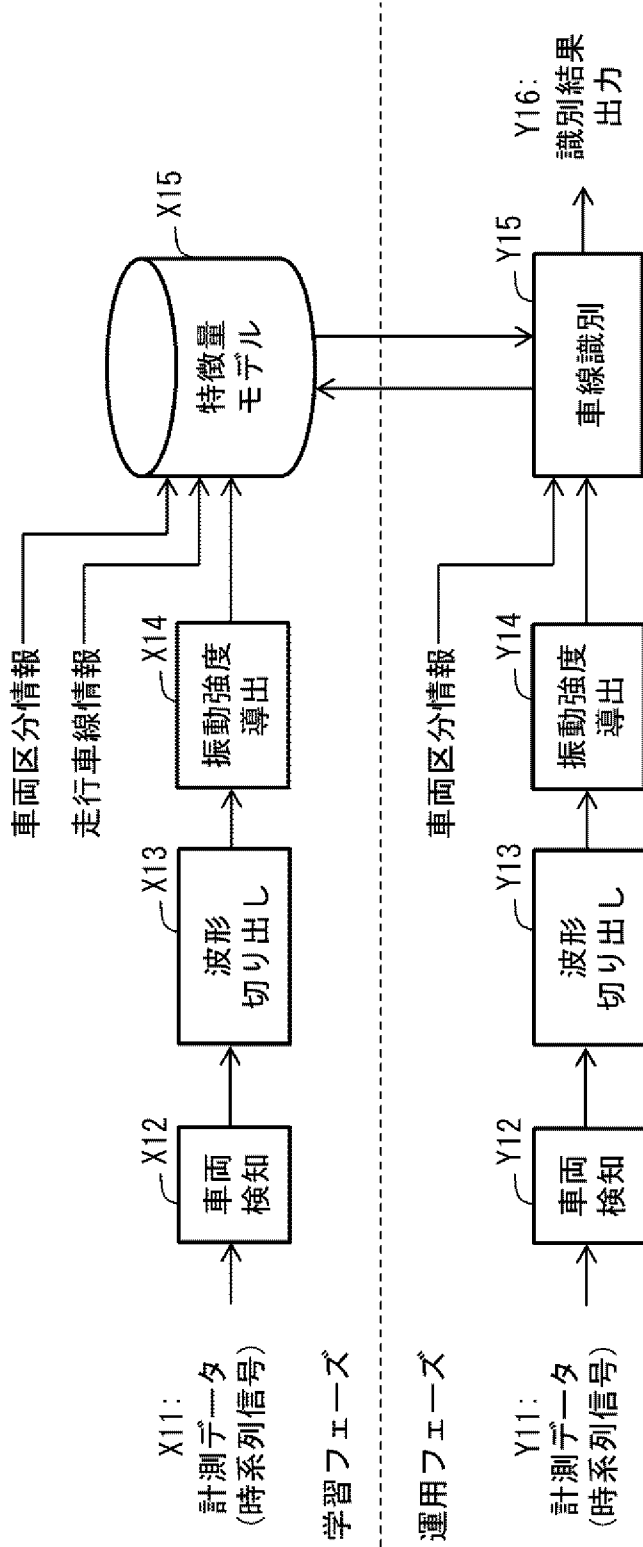
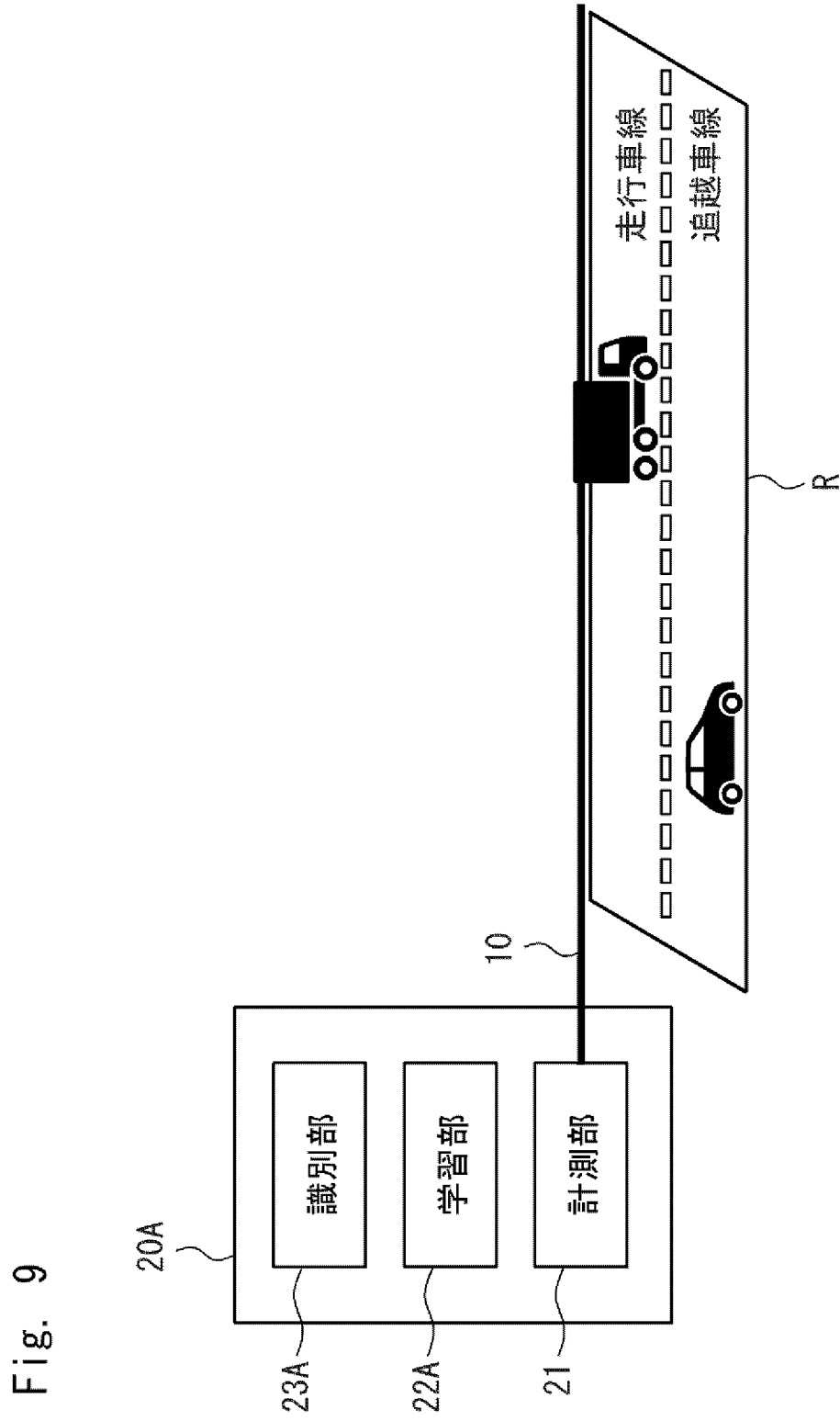


Fig. 8

[図9]



[図10]

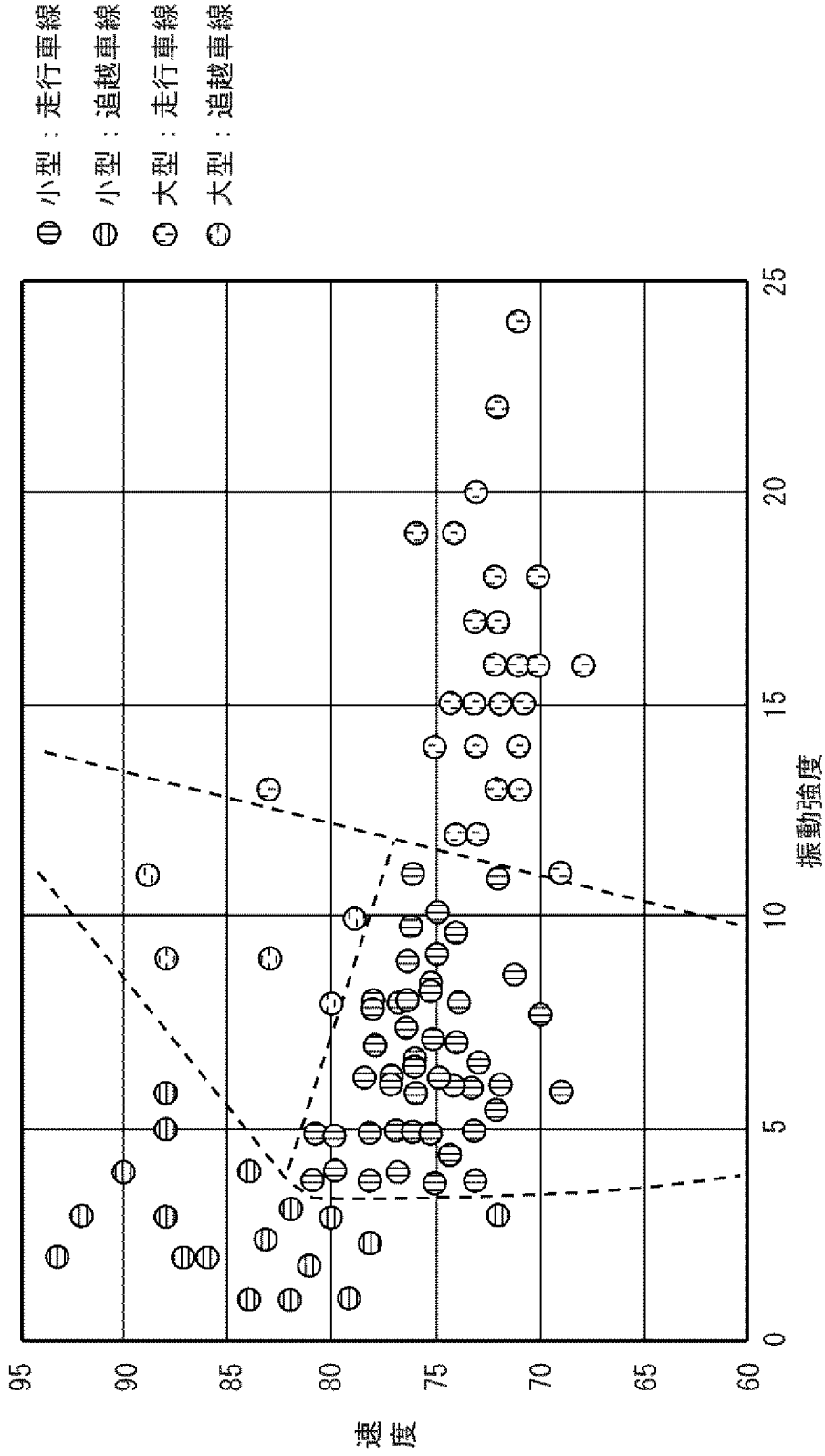
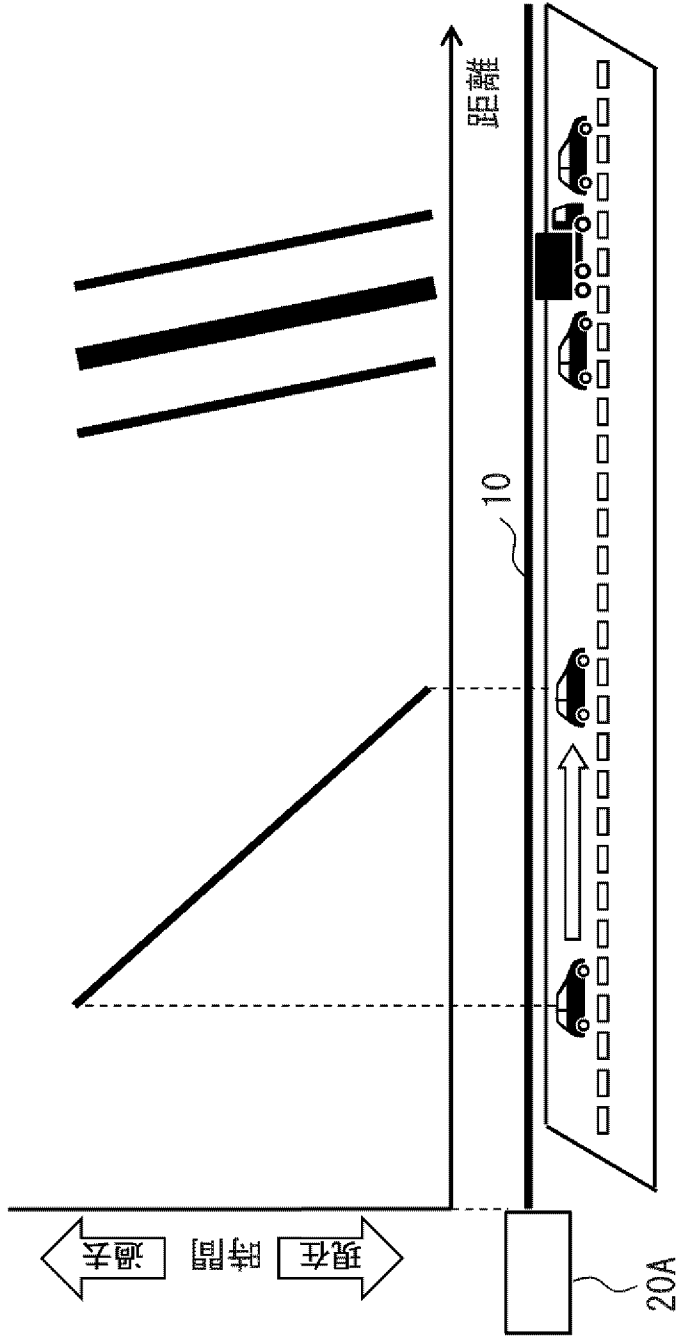


Fig. 10

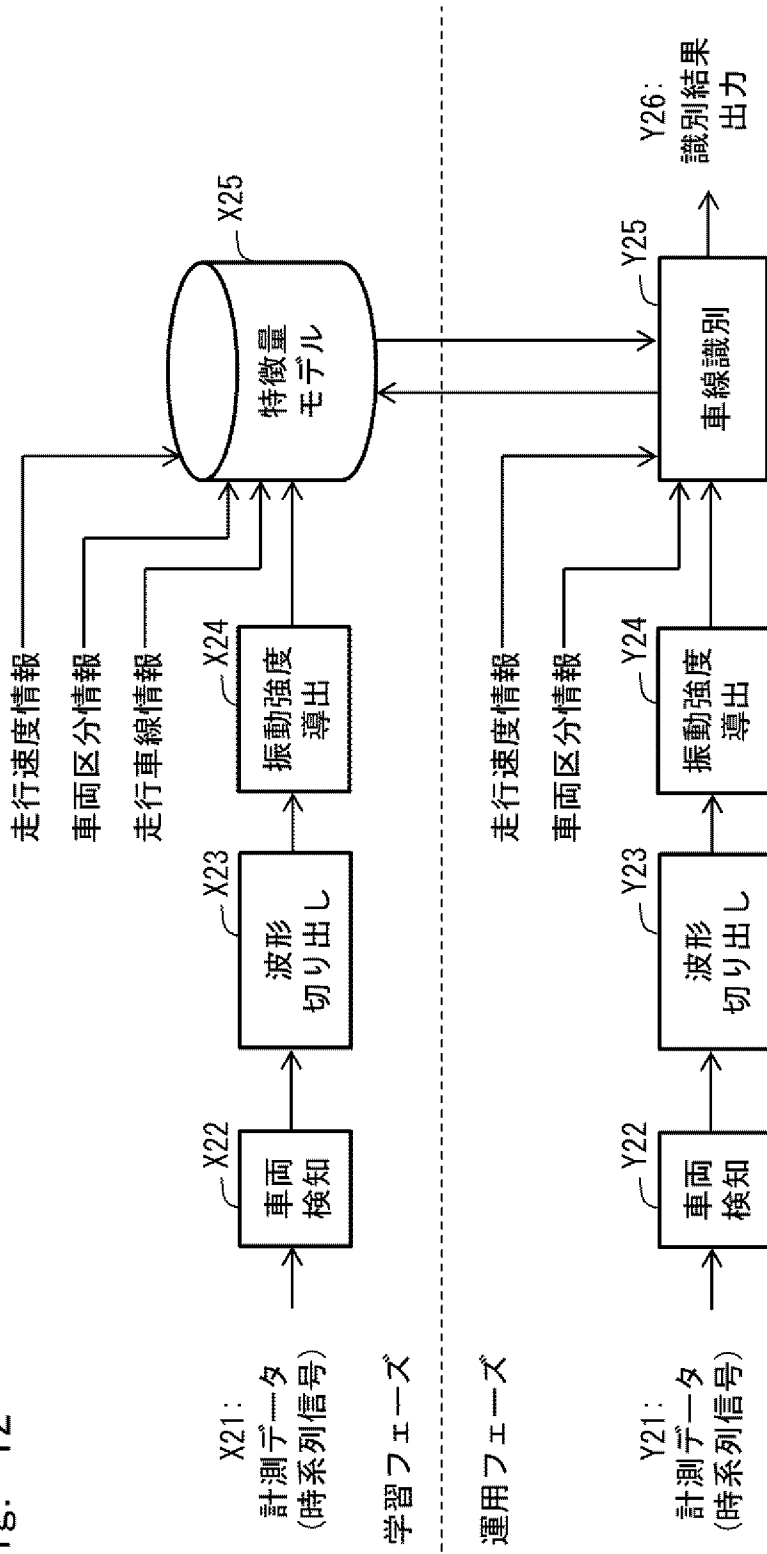
[図11]

Fig. 11

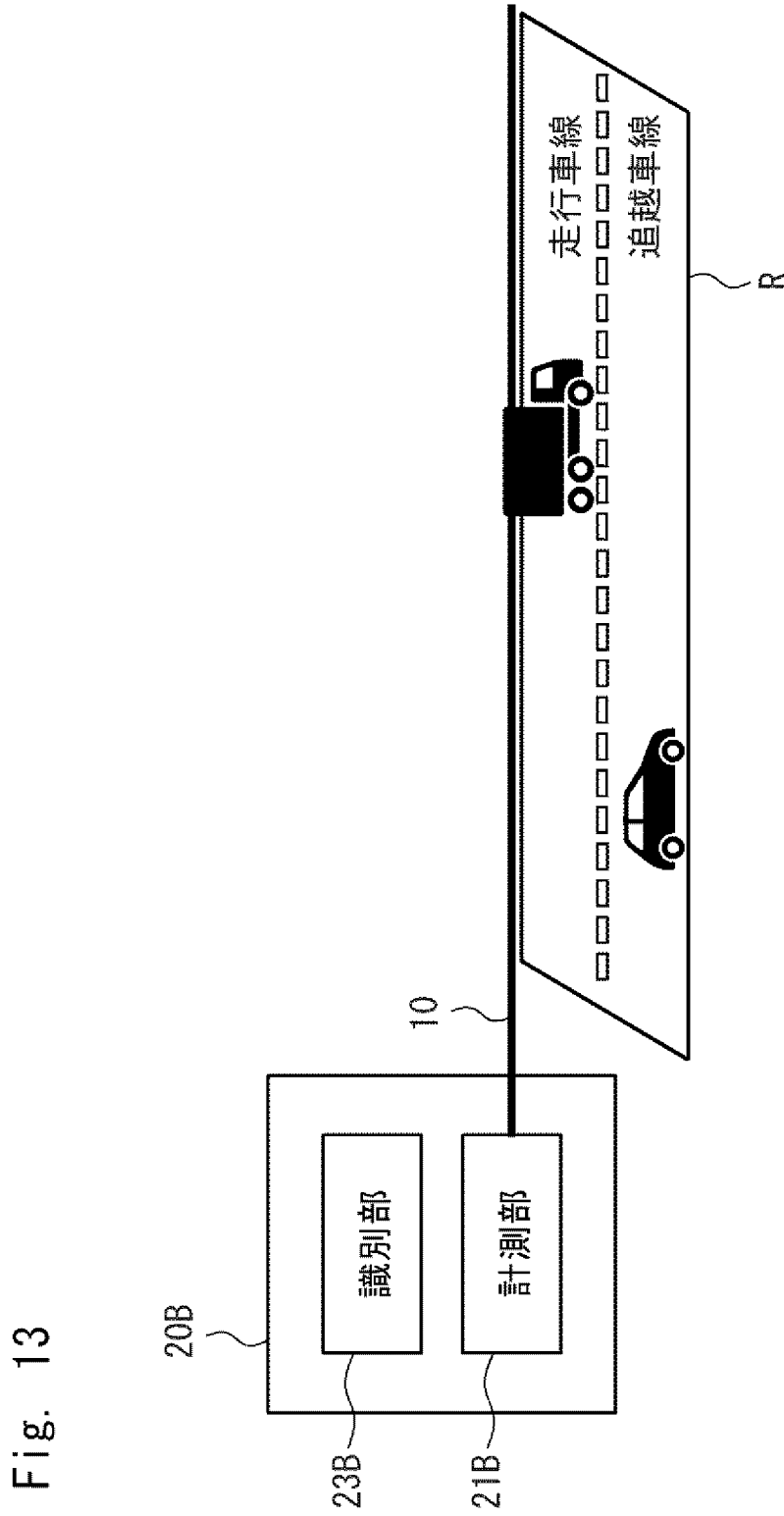


[図12]

Fig. 12



[図13]



[図14]

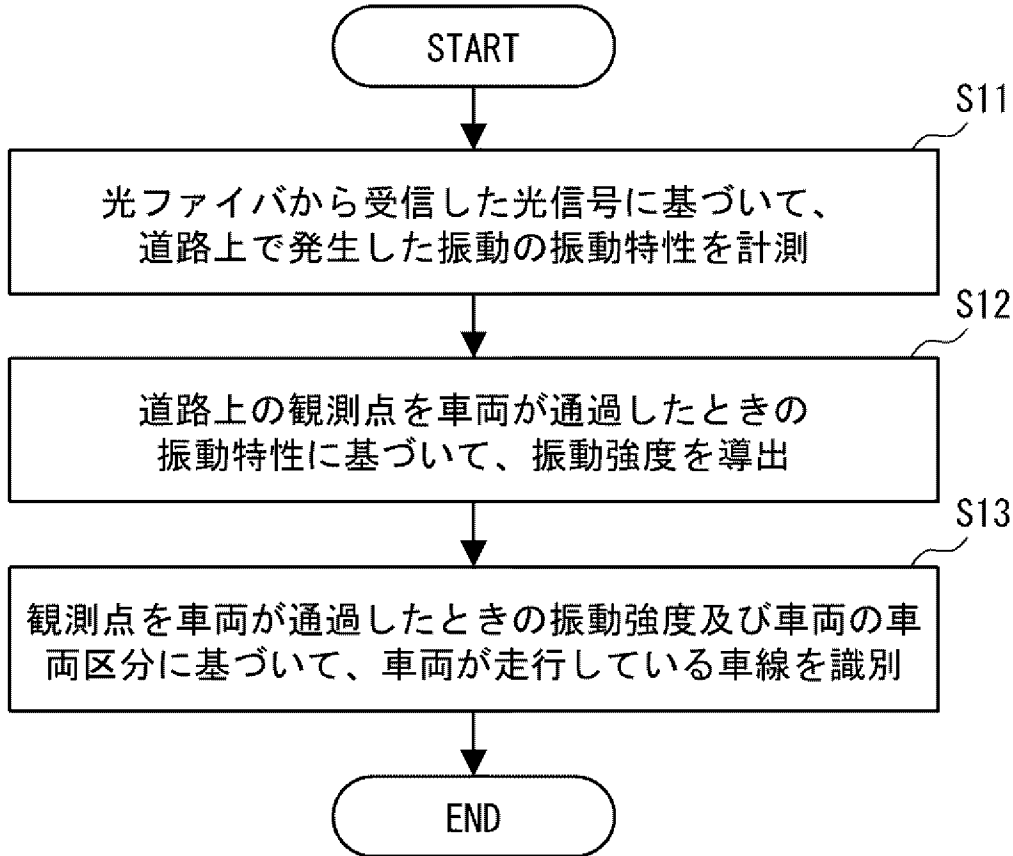


Fig. 14

[図15]

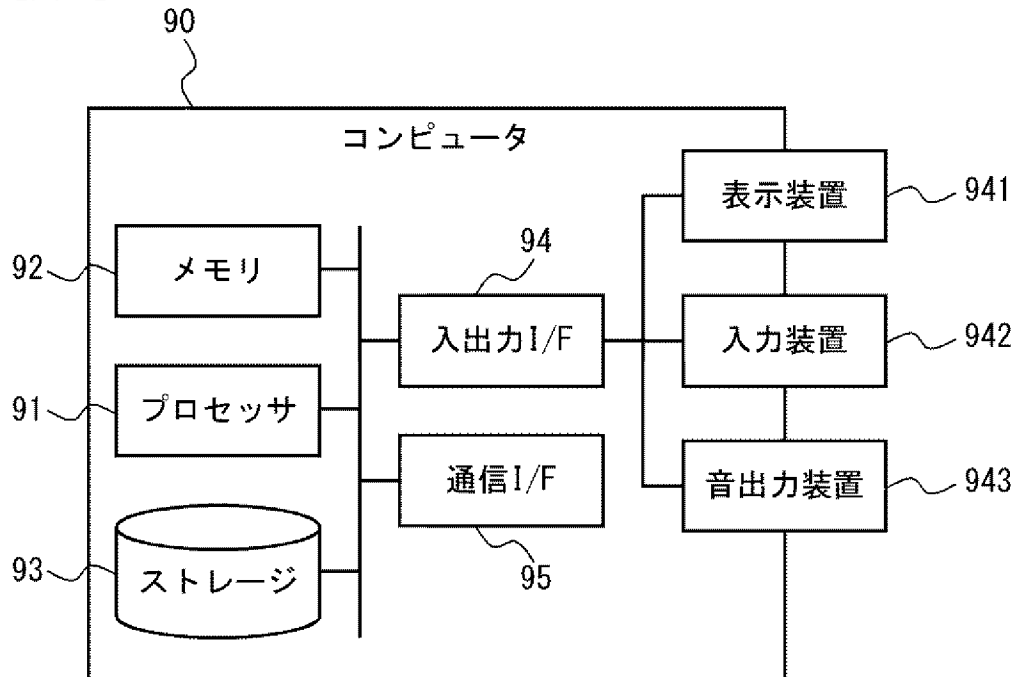


Fig. 15

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/016732

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<p><b>G08G 1/01</b>(2006.01)i  FI: G08G1/01 D</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G08G1/00-1/16		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2022/024208 A1 (NEC CORPORATION) 03 February 2022 (2022-02-03) entire text, all drawings	1-18
A	WO 2023/053184 A1 (NEC CORPORATION) 06 April 2023 (2023-04-06) entire text, all drawings	1-18
A	US 2018/0342156 A1 (OPTASENSE HOLDINGS LIMITED) 29 November 2018 (2018-11-29) entire text, all drawings	1-18
A	JP 2021-121917 A (NEC CORPORATION) 26 August 2021 (2021-08-26) entire text, all drawings	1-18
A	JP 2004-252520 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 09 September 2004 (2004-09-09) entire text, all drawings	1-18
A	JP 2004-523042 A (QINETIQ LIMITED) 29 July 2004 (2004-07-29) entire text, all drawings	1-18
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>04 July 2023</b>		Date of mailing of the international search report <b>11 July 2023</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2023/016732**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2022/024208	A1	03 February 2022	(Family: none)	
WO	2023/053184	A1	06 April 2023	(Family: none)	
US	2018/0342156	A1	29 November 2018	WO 2017/072505	A1
				entire text, all drawings	
				CA 3003322	A1
				CN 108431880	A
JP	2021-121917	A	26 August 2021	US 2021/0241615	A1
				entire text, all drawings	
JP	2004-252520	A	09 September 2004	(Family: none)	
JP	2004-523042	A	29 July 2004	US 2004/0080432	A1
				entire text, all drawings	
				WO 2002/065425	A1
				EP 1445748	A2

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G08G 1/01(2006.01)i FI: G08G1/01 D		
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（IPC）） G08G1/00-1/16 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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023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	WO 2022/024208 A1（日本電気株式会社）03.02.2022（2022-02-03） 全文、全図	1-18
A	WO 2023/053184 A1（日本電気株式会社）06.04.2023（2023-04-06） 全文、全図	1-18
A	US 2018/0342156 A1（OPTASENSE HOLDINGS LIMITED）29.11.2018（2018-11-29） 全文、全図	1-18
A	JP 2021-121917 A（日本電気株式会社）26.08.2021（2021-08-26） 全文、全図	1-18
A	JP 2004-252520 A（住友電気工業株式会社）09.09.2004（2004-09-09） 全文、全図	1-18
A	JP 2004-523042 A（キネテイツク・リミテツド）29.07.2004（2004-07-29） 全文、全図	1-18
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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抵触するものではなく、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	04.07.2023	国際調査報告の発送日 11.07.2023
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官）  貞光 大樹 3Z 3629  電話番号 03-3581-1101 内線 3395	

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/016732

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2022/024208 A1	03.02.2022	(ファミリーなし)	
WO 2023/053184 A1	06.04.2023	(ファミリーなし)	
US 2018/0342156 A1	29.11.2018	WO 2017/072505 A1 全文, 全図 CA 3003322 A1 CN 108431880 A	
JP 2021-121917 A	26.08.2021	US 2021/0241615 A1 全文, 全図	
JP 2004-252520 A	09.09.2004	(ファミリーなし)	
JP 2004-523042 A	29.07.2004	US 2004/0080432 A1 全文, 全図 WO 2002/065425 A1 EP 1445748 A2	