



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2022/215145**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜbkG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2021 007 459.8**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2021/014559**  
(86) PCT-Anmeldetag: **06.04.2021**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **13.10.2022**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **14.03.2024**

(51) Int Cl.: **A61B 5/18** (2006.01)  
**A61B 5/103** (2006.01)  
**A61B 5/117** (2016.01)  
**B60R 1/29** (2022.01)  
**G08G 1/16** (2006.01)  
**G06T 1/00** (2006.01)  
**G06V 40/16** (2022.01)  
**B60K 28/06** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**Mitsubishi Electric Corporation, Tokyo, JP**  
  
(74) Vertreter:  
**Hoffmann Eitle Patent- und Rechtsanwälte  
PartmbB, 81925 München, DE**

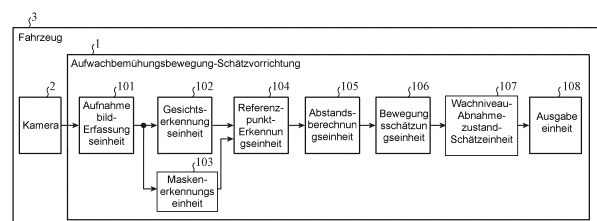
(72) Erfinder:  
**Tahara, Natsuki, Tokyo, JP; Hirano, Takashi,  
Tokyo, JP; Watanabe, Shintaro, Tokyo, JP;  
Matsumoto, Atsushi, Tokyo, JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Aufwachbemühungsbewegungsschätzvorrichtung und  
Aufwachbemühungsbewegungsschätzverfahren**

(57) Zusammenfassung: Umfasst sind: eine Aufnahmebild-Erfassungseinheit (101), die ein Aufnahmebild aufnimmt, das durch Abbilden des Gesichts eines Insassen in einem Fahrzeug (3) erhalten wird; eine Bezugspunkt-Erkennungseinheit (104), die auf der Grundlage des aufgenommenen Bildes, das von der Aufnahmebild-Erfassungseinheit (101) erfasst wird, in dem aufgenommenen Bild zwei Bezugspunkte zum Schätzen einer Bewegung des Mundes des Insassen erkennt, wobei die beiden Bezugspunkte ein Punkt auf einer Maske sind, die von dem Insassen getragen wird, und der andere Punkt ein Punkt ist, der auf einem Merkmalspunkt des Gesichts des Insassen basiert oder ein Punkt ist, der sich von dem einen Punkt auf der Maske unterscheidet; eine Abstandsberechnungseinheit (105), die einen Bezugspunkt-Abstand zwischen den beiden von der Bezugspunkt-Erkennungseinheit (104) erkannten Bezugspunkten berechnet; und eine Bewegungsschätzereinheit (106), die schätzt, ob der Insasse eine Aufwachbemühungsbewegung durch Bewegen seines oder ihres Mundes durchführt oder nicht, je nachdem, ob der von der Abstandsberechnungseinheit (105) berechnete Bezugspunkt-Abstand eine Aufwachbemühungsbewegungsschätzbedingung erfüllt oder nicht.



**Beschreibung**

## TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die vorliegende Offenbarung betrifft eine Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung und ein Aufwachbemühungsbewegung-Schätzverfahren zum Abschätzen, ob ein Insasse in einem Fahrzeug eine Aufwachbemühungsbewegung durchführt oder nicht.

## HINDERGRUND

**[0002]** Im Allgemeinen, wenn sich eine Person in einem Zustand befindet, in dem die Aufmerksamkeit oder das Urteilsvermögen durch Schläfrigkeit, Trinken, Müdigkeit oder Ähnliches vermindert ist (im Folgenden als „Zustand der Abnahme des Wachsamkeitsniveaus“ bezeichnet), bemerkt die Person eine Abnahme des Wachsamkeitsniveaus und führt eine Bewegung aus, um sich zu bemühen, aufzuwachen (im Folgenden als „Aufwachbemühungsbewegung“ bezeichnet). Die Aufwachbemühungsbewegung umfasst eine Bewegung, bei der der Mund bewegt wird, beispielsweise ein Gähnen.

**[0003]** Herkömmlicherweise gibt es beispielsweise in einem Fahrzeug ein bekanntes Verfahren, um abzuschätzen, ob sich ein Insasse in einem Zustand der Verringerung des Wachsamkeitsniveaus befindet oder nicht, indem abgeschätzt wird, ob der Insasse eine Aufwachbemühungsbewegung auf der Grundlage einer Bewegung des Mundes des Insassen ausführt oder nicht, die unter Verwendung von Informationen über das Gesicht des Insassen erkannt wird, die von einem Fahrgastüberwachungssystem (PMS) erfasst werden (beispielsweise Patentliteratur 1).

**[0004]** Es ist zu beachten, dass sich das Wachsamkeitsniveau einer Person bekanntlich nicht monoton von einem Zustand, in dem die Person wach ist, bis zu dem Zeitpunkt, an dem das Wachsamkeitsniveau abnimmt und die Person einschläft, ändert und das Wachsamkeitsniveau durch eine Aufwachbemühungsbewegung der Person erhöht wird. Durch die Schätzung des Zustandes der Abnahme des Wachsamkeitsniveaus einer Person in Abhängigkeit vom Vorhandensein oder Fehlen einer Aufwachbemühungsbewegung kann der Zustand der Abnahme des Wachsamkeitsniveaus der Person mit hoher Genauigkeit geschätzt werden.

## ZITATENLISTE

## PATENTLITERATUR

**[0005]** Patentliteratur 1: JP 2019-111090 A

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

## AUFGABENSTELLUNG

**[0006]** Im verwandten Stand der Technik besteht in einem Fall, in dem ein Insasse in einem Fahrzeug eine Maske trägt, das Problem, dass es nicht möglich ist, abzuschätzen, ob der Insasse eine Aufwachbemühungsbewegung durch Bewegen seines oder ihres Mundes ausführt oder nicht.

**[0007]** Die vorliegende Offenbarung wurde gemacht, um das obige Problem zu lösen, und eine Aufgabe der vorliegenden Offenbarung ist es, eine Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung vorzusehen, die in der Lage ist, abzuschätzen, dass ein Insasse eine Aufwachbemühungsbewegung durch Bewegen seines oder ihres Mundes durchführt, selbst wenn der Insasse eine Maske trägt.

## LÖSUNG DER AUFGABENSTELLUNG

**[0008]** Eine Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung gemäß der vorliegenden Offenbarung umfasst: eine Aufnahmebild-Erfassungseinheit, die ein aufgenommenes Bild (auch Aufnahmebild) erfasst, das durch Abbilden des Gesichts eines Insassen in einem Fahrzeug erhalten wird; eine Bezugspunkt-Erkennungseinheit, um auf der Grundlage des aufgenommenen Bildes, das von der Aufnahmebild-Erfassungseinheit erfasst wird, zwei Bezugspunkte zum Schätzen einer Bewegung des Mundes des Insassen zu erkennen, wobei die zwei Bezugspunkte einen Punkt auf einer Maske umfassen, die von dem Insassen getragen wird, und der andere Punkt ein Punkt ist, der auf einem Merkmalspunkt des Gesichts des Insassen oder einem Punkt basiert, der sich von dem einen Punkt auf der Maske in dem aufgenommenen Bild unterscheidet; eine

Abstandsberechnungseinheit, die einen Bezugspunkt-Abstand zwischen den beiden von der Bezugspunkt-Erkennungseinheit erkannten Bezugspunkten berechnet; und eine Bewegungsschätzeinheit, die schätzt, ob der Insasse eine Aufwachbemühungsbewegung durch Bewegen seines oder ihres Mundes ausführt oder nicht, je nachdem, ob der von der Abstandsberechnungseinheit berechnete Bezugspunkt-Abstand eine Aufwachbemühung-Schätzbedingung erfüllt oder nicht.

#### VORTEILHAFTE EFFEKTE DER ERFINDUNG

**[0009]** Gemäß der vorliegenden Offenbarung ist es möglich, abzuschätzen, dass ein Insasse eine Aufwachbemühungsbewegung durch Bewegen seines oder ihres Mundes ausführt, selbst wenn der Insasse eine Maske trägt.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**Fig. 1** ist ein Diagramm, das ein Konfigurationsbeispiel einer Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform zeigt.

**Fig. 2A, 2B und 2C** sind jeweils ein Diagramm zur Beschreibung eines Bewegungsmusters einer Maske in einem aufgenommenen Bild in einem Fall, in dem ein Fahrer seinen oder ihren Mund bewegt, während er die Maske in der ersten Ausführungsform trägt.

**Fig. 3** ist ein Flussdiagramm zur Beschreibung eines Betriebs der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform.

**Fig. 4A und 4B** sind jeweils ein Diagramm, das ein Beispiel für eine Hardware-Konfiguration der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform darstellt.

**Fig. 5** ist ein Diagramm, das ein Konfigurationsbeispiel für eine Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform zeigt.

**Fig. 6** ist ein Flussdiagramm zur Beschreibung des Betriebs der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform.

**Fig. 7** ist ein Diagramm, das ein Konfigurationsbeispiel für eine Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform zeigt.

**Fig. 8** ist ein Flussdiagramm zur Beschreibung des Betriebs der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung gemäß der dritten Ausführungsform.

**Fig. 9** ist ein Diagramm, das ein Konfigurationsbeispiel für eine Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung gemäß einer vierten Ausführungsform zeigt.

**Fig. 10** ist ein Flussdiagramm zur Beschreibung des Betriebs der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung gemäß der vierten Ausführungsform.

#### BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0010]** Nachfolgend werden die Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen im Detail beschrieben.

Erste Ausführungsform.

**[0011]** **Fig. 1** ist ein Diagramm, das ein Konfigurationsbeispiel einer Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 gemäß einer ersten Ausführungsform zeigt.

**[0012]** Die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 gemäß der ersten Ausführungsform wird als an einem Fahrzeug 3 montiert angenommen.

**[0013]** Die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 ist mit einer Kamera 2 verbunden.

**[0014]** Die Kamera 2 ist an dem Fahrzeug 3 angebracht. Die Kamera 2 ist in einem zentralen Bereich eines Armaturenbretts des Fahrzeugs 3, eines Zählerfelds desselben oder ähnlichem zum Zweck der Überwachung eines Fahrzeuginnenraums angeordnet. Die Kamera 2 ist so angeordnet, dass sie zumindest das Gesicht eines Insassen abbilden kann. In der ersten Ausführungsform wird davon ausgegangen, dass die Kamera 2 gemeinsam mit einem sogenannten Passagier-Überwachungssystem (PMS) genutzt wird.

**[0015]** Die Kamera 2 ist eine Kamera für sichtbares Licht oder eine Infrarotkamera. Handelt es sich bei der Kamera 2 um eine Infrarotkamera, so umfasst die Infrarotkamera eine Lichtquelle (nicht abgebildet), die Infrarotstrahlen zur Abbildung in einem Bereich aussendet, der das Gesicht eines Insassen umfasst. Die Lichtquelle wird beispielsweise durch eine lichtemittierende Diode (LED) gebildet.

**[0016]** Es ist zu beachten, dass in **Fig. 1** nur eine Kamera 2 im Fahrzeug 3 angeordnet ist, dies ist jedoch nur ein Beispiel. Eine Vielzahl von Kameras 2 kann in dem Fahrzeug 3 angeordnet sein.

**[0017]** Die Kamera 2 gibt ein durch Aufnahme erhaltenes Bild (im Folgenden als „aufgenommenes Bild“ bezeichnet) an die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 aus.

**[0018]** Die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 schätzt auf der Grundlage des Aufnahmebildes, das von der Kamera 2 erfasst wird, ob ein Insasse, der eine Maske trägt, eine Aufwachbemühungsbewegung durch Bewegen seines oder ihres Mundes durchführt oder nicht. In der ersten Ausführungsform wird vorausgesetzt, dass der Insasse des Fahrzeugs 3 eine Maske trägt.

**[0019]** Darüber hinaus schätzt die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 einen Zustand der Abnahme des Wachsamkeitsniveaus eines Insassen, der eine Maske trägt, auf der Grundlage eines Aufwachbemühungsbewegung-Schätzergebnisses, ob der Insasse eine Aufwachbemühungsbewegung durch Bewegen seines oder ihres Mundes durchführt oder nicht.

**[0020]** Es ist zu beachten, dass in der folgenden ersten Ausführungsform davon ausgegangen wird, dass der Insasse der Fahrer des Fahrzeugs 3 ist. Dies ist jedoch nur ein Beispiel, und die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 kann auch abschätzen, ob ein Insasse außer dem Fahrer des Fahrzeugs 3 eine Aufwachbemühungsbewegung durch Bewegen seines oder ihres Mundes ausführt oder nicht.

**[0021]** Im Folgenden wird der Fahrer des Fahrzeugs 3 auch einfach als „Fahrer“ bezeichnet. Darüber hinaus wird die Aufwachbemühungsbewegung durch Bewegen eines Mundes im Folgenden auch einfach als „Aufwachbemühungsbewegung“ bezeichnet.

**[0022]** Die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 umfasst eine Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101, eine Gesichtserkennungseinheit 102, eine Maskenerkennungseinheit 103, eine Referenzpunkt-Erkennungseinheit 104, eine Abstandsberechnungseinheit 105, eine Bewegungsschätzungseinheit 106, eine Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand-Schätzereinheit 107 und eine Ausgabereinheit 108.

**[0023]** Die Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 nimmt ein aufgenommenes Bild von der Kamera 2 auf.

**[0024]** Die Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 gibt das aufgenommene Aufnahmebild an die Gesichtserkennungseinheit 102 und die Maskenerkennungseinheit 103 aus.

**[0025]** Die Gesichtserkennungseinheit 102 erkennt das Gesicht eines Fahrers und erkennt einen Abschnitt des Fahrergesichts auf der Grundlage des Aufnahmebildes, das von der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 erfasst wird. Insbesondere erkennt die Gesichtserkennungseinheit 102 auf der Grundlage des Aufnahmebildes, das von der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 erfasst wurde, in dem Aufnahmebild das Gesicht des Fahrers und erkennt einen Merkmalspunkt des Fahrergesichts, der einen Abschnitt des Fahrergesichts angibt. Es ist zu beachten, dass der Abschnitt des Gesichts der äußere Augenwinkel, der innere Augenwinkel, die Nase, der Kiefer, der obere Teil des Kopfes oder Ähnliches ist.

**[0026]** Beispielsweise erkennt die Gesichtserkennungseinheit 102 den Merkmalspunkt des Gesichts des Fahrers mithilfe eines Gesichtsdetektors, der auf einem bekannten allgemeinen Algorithmus basiert, bei dem Adaboost oder Casacade mit einem Haar-Like-Detektor kombiniert wird. Der Gesichtsdetektor hat im Vorfeld eine große Menge an Gesichtsbilddaten gelernt. Darüber hinaus kann die Gesichtserkennungseinheit 102 beispielsweise den Merkmalspunkt des Gesichts des Fahrers mit einer allgemeinen Methode wie der sogenannten Modellanpassung oder dem Elastic-Bunch-Graph-Matching erkennen. Die Gesichtserkennungseinheit 102 kann den Merkmalspunkt des Fahrergesichts mit verschiedenen bekannten Gesichtserkennungsverfahren auf der Grundlage des aufgenommenen Bildes erkennen.

**[0027]** In der ersten Ausführungsform wird der Merkmalspunkt des Gesichts des Fahrers durch Koordinaten auf dem aufgenommenen Bild dargestellt.

**[0028]** In dem Aufnahmebild, das von der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 erfasst wird, übermittelt die Gesichtserkennungseinheit 102 dem Gesichtspunkt des Gesichts des Fahrers Informationen, die geeignet sind zu spezifizieren, welchen Abschnitt des Gesichts der Gesichtspunkt anzeigt, und gibt an die Referenzpunkt-Erkennungseinheit 104 ein Aufnahmebild aus, nachdem sie dem Gesichtspunkt des Gesichts des Fahrers die Informationen übermittelt hat, die geeignet sind zu spezifizieren, welchen Abschnitt des Gesichts der Gesichtspunkt anzeigt (im Folgenden als „Aufnahmebild mit einem Gesichtsmerkmalspunkt“ bezeichnet).

**[0029]** Es ist zu beachten, dass hier die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 die Gesichtserkennungseinheit 102 umfasst, aber dies ist lediglich ein Beispiel, und die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 umfasst nicht notwendigerweise die Gesichtserkennungseinheit 102.

**[0030]** Die Gesichtserkennungseinheit 102 kann an einer Stelle angeordnet sein, auf die sich die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 außerhalb der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 beziehen kann.

**[0031]** Beispielsweise kann die Kamera 2 die Gesichtserkennungseinheit 102 umfassen. In diesem Fall gibt die Kamera 2 das aufgenommene Bild mit einem Gesichtsmerkmalspunkt an die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 aus. Die Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 erfasst das Aufnahmebild mit einem Gesichtsmerkmalspunkt, der von der Kamera 2 ausgegeben wird, und gibt das erfasste Aufnahmebild mit einem Gesichtsmerkmalspunkt an die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 aus. Details der Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 werden später beschrieben.

**[0032]** Die Maskenerkennungseinheit 103 erkennt eine vom Fahrer getragene Maske auf der Grundlage des Aufnahmebildes, das von der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 erfasst wurde. Insbesondere erkennt die Maskenerkennungseinheit 103 einen Bereich, in dem die vom Fahrer getragene Maske in dem aufgenommenen Bild abgebildet ist.

**[0033]** Die Maskenerkennungseinheit 103 braucht die vom Fahrer getragene Maske lediglich zu erkennen, indem sie beispielsweise ein bekanntes Bilderkennungsverfahren verwendet. Beispielsweise kann die Maskenerkennungseinheit 103 die vom Fahrer getragene Maske mit Hilfe eines Gesichtsdetektors erkennen, der auf einem allgemeinen Algorithmus basiert, der von der Gesichtserkennungseinheit 102 verwendet wird, um den Merkmalspunkt des Gesichts des Fahrers zu erkennen. In diesem Fall wird davon ausgegangen, dass eine große Menge von Gesichtsbilddaten, wenn der Gesichtsdetektor das Lernen durchführt, Gesichtsbilddaten umfasst, wenn eine Maske getragen wird. Es ist zu beachten, dass Beispiele für die Maske Masken aus unterschiedlichen Materialien umfassen, beispielsweise eine Vliesmaske, eine Stoffmaske und eine Urethanmaske. Darüber hinaus umfasst die Maske beispielsweise Masken in verschiedenen Farben. Darüber hinaus umfasst die Maske beispielsweise eine gemusterte Maske und eine nicht gemusterte Maske. Wenn ein Gesichtsdetektor verwendet wird, um die vom Fahrer getragene Maske zu erkennen, ist es vorteilhaft, den Gesichtsdetektor zu veranlassen, Gesichtsbilddaten, die verschiedene Arten von Masken tragen, im Voraus zu lernen.

**[0034]** In der ersten Ausführungsform wird die vom Fahrer getragene Maske durch einen Bereich auf dem aufgenommenen Bild dargestellt.

**[0035]** In dem Aufnahmebild, das von der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 erfasst wird, übermittelt die Maskenerkennungseinheit 103 dem Bereich der vom Fahrer getragenen Maske Informationen, die in der Lage sind, den Bereich der Maske zu bestimmen, und gibt an die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 ein Aufnahmebild aus, nachdem sie dem Bereich der vom Fahrer getragenen Maske die Informationen übermittelt hat, die in der Lage sind, den Bereich der Maske zu bestimmen (im Folgenden als „Aufnahmebild mit einem Maskenbereich“ bezeichnet).

**[0036]** Es ist zu beachten, dass hier die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 die Maskenerkennungseinheit 103 umfasst, aber dies ist lediglich ein Beispiel, und die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 umfasst nicht notwendigerweise die Maskenerkennungseinheit 103.

**[0037]** Die Maskenerkennungseinheit 103 kann an einer Stelle angeordnet sein, auf die sich die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 außerhalb der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 beziehen kann.

**[0038]** Beispielsweise kann die Kamera 2 die Maskenerkennungseinheit 103 umfassen. In diesem Fall gibt die Kamera 2 das aufgenommene Bild mit einem Maskenbereich an die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 aus. Die Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 nimmt das Aufnahmebild mit einem Maskenbereich auf, der von der Kamera 2 ausgegeben wird, und gibt das erfasste Aufnahmebild mit einem Maskenbereich an die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 aus. Details der Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 werden später beschrieben.

**[0039]** Auf der Grundlage des Aufnahmebildes, das von der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 erfasst wird, erkennt die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 in dem Aufnahmebild zwei Bezugspunkte zum Schätzen einer Bewegung des Mundes des Fahrers, wobei die beiden Bezugspunkte ein Punkt auf der vom Fahrer getragenen Maske sind und der andere Punkt ein Punkt ist, der auf einem Merkmalspunkt des Gesichts des Fahrers basiert oder ein Punkt ist, der sich von dem einen Punkt auf der Maske unterscheidet.

**[0040]** Genauer gesagt erkennt die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 auf der Grundlage des aufgenommenen Bildes mit einem Gesichtsmerkmalspunkt, der von der Gesichtserkennungseinheit 102 ausgegeben wird, und des aufgenommenen Bildes mit einem Maskenbereich, der von der Maskenerkennungseinheit 103 ausgegeben wird, in dem aufgenommenen Bild zwei Bezugspunkte zum Schätzen einer Bewegung des Mundes des Fahrers, wobei die zwei Bezugspunkte ein Punkt auf einer von dem Fahrer getragenen Maske sind, wobei der andere Punkt ein Punkt ist, der auf einem Merkmalspunkt des Gesichts des Fahrers basiert, oder ein Punkt, der sich von dem einen Punkt auf der Maske unterscheidet.

**[0041]** Wenn der Fahrer, der die Maske trägt, seinen Mund bewegt, bewegt sich die Maske mit der Bewegung des Mundes. Die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 kann die Bewegung des Mundes, den der Fahrer mit der Maske bewegt, schätzen, indem sie sich darauf konzentriert, wie sich die vom Fahrer getragene Maske in dem aufgenommenen Bild bewegt. Die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 erkennt die beiden Bezugspunkte in dem aufgenommenen Bild, um die Bewegung der Maske erkennen zu können, wenn der Fahrer, der die Maske trägt, seinen Mund bewegt.

**[0042]** Die **Fig. 2A, 2B und 2C** sind jeweils ein Diagramm zur Beschreibung eines Bewegungsmusters einer Maske im aufgenommenen Bild für den Fall, dass der Fahrer seinen Mund bewegt, während er die Maske trägt.

**[0043]** Es ist zu beachten, dass es sich bei den in den **Fig. 2A, 2B und 2C** dargestellten Gesichtern um die Gesichter der Fahrer handelt.

**[0044]** Wenn der Fahrer seinen Mund bewegt, während er die Maske trägt, wird ein Muster wie in **Fig. 2A, 2B oder 2C** als Bewegungsmuster der Maske angenommen. Es ist zu beachten, dass in den **Fig. 2A, 2B und 2C** als Beispiel für die Bewegung des Mundes des Fahrers eine Bewegung dargestellt ist, bei der der Fahrer seinen Mund nach oben und unten öffnet. Beispielsweise öffnet sich der Mund des Fahrers nach oben und unten, wenn der Fahrer gähnt.

**[0045]** **Fig. 2A** ist ein Diagramm, das ein Bewegungsmuster der Maske veranschaulicht, bei dem die Maske durch den Kiefer gezogen und ein oberes Ende der Maske abgesenkt wird, wenn der Fahrer seinen Mund bewegt. Dieses Muster wird im Folgenden als „Muster A“ bezeichnet.

**[0046]** **Fig. 2B** ist ein Diagramm, das ein Bewegungsmuster der Maske zeigt, bei dem sich die Maske selbst nach oben und unten bewegt, wenn der Fahrer seinen Mund bewegt. Bei diesem Muster wird davon ausgegangen, dass es sich bei der vom Fahrer getragenen Maske um eine stark dehnbare Maske handelt. Dieses Muster wird im Folgenden als „Muster B“ bezeichnet.

**[0047]** **Fig. 2C** ist ein Diagramm, das ein Bewegungsmuster der Maske veranschaulicht, bei dem der Fahrer die Maske in einem Zustand trägt, in dem die Maske nicht am Kiefer eingeklemmt ist und die Maske nicht vom Kiefer des Fahrers gezogen wird und den Kiefer des Fahrers nicht abdecken kann, mit anderen Worten, der Kiefer des Fahrers ragt aus der Maske heraus, wenn der Fahrer seinen Mund bewegt. Dieses Muster wird im Folgenden als „Muster C“ bezeichnet.

**[0048]** Da bei Muster A das obere Ende der Maske abgesenkt wird, wenn der Fahrer seinen Mund bewegt, vergrößert sich der Abstand zwischen einem Punkt auf dem Gesicht des Fahrers, der nicht von der Maske bedeckt ist, und einem Punkt am oberen Ende der Maske mit der Bewegung des Mundes des Fahrers.

**[0049]** Das heißt, die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 kann die Bewegung des Mundes des Fahrers, der die Maske trägt, anhand der Größe des Abstands zwischen einem Punkt auf dem nicht mit der Maske bedeckten Gesicht des Fahrers und einem Punkt am oberen Ende der Maske schätzen.

**[0050]** Um also eine Bewegung des Mundes des Fahrers im Fall von Muster A zu schätzen, definiert die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 als Bezugspunkte im Muster A einen Punkt auf dem Gesicht des Fahrers und einen Punkt des oberen Endes der Maske im aufgenommenen Bild und schätzt die Bewegung des Mundes, den der Fahrer, der die Maske trägt, bewegt, auf der Grundlage eines Abstands zwischen den Bezugspunkten (im Folgenden als „Bezugspunktabstand“ bezeichnet).

**[0051]** In der ersten Ausführungsform wird in Muster A der Bezugspunkt, der ein Punkt auf dem Gesicht des Fahrers ist, als ein Bezugspunkt definiert, der auf einem Merkmalspunkt des Gesichts des Fahrers basiert, insbesondere auf einem Merkmalspunkt, der die beiden inneren Augenwinkel des Fahrers angibt. Genauer gesagt ist in der ersten Ausführungsform im Muster A der Bezugspunkt, der ein Punkt auf dem Gesicht des Fahrers ist, als die Mitte der beiden inneren Augenwinkel des Fahrers definiert.

**[0052]** Darüber hinaus ist in der ersten Ausführungsform der eine Punkt des oberen Endes der Maske in Muster A als oberster Punkt des oberen Endes der Maske definiert.

**[0053]** In **Fig. 2A** ist der Bezugspunkt, der in Muster A ein Punkt auf dem Gesicht des Fahrers ist, d. h. die Mitte der beiden inneren Augenwinkel des Fahrers, mit dem Bezugszeichen 51a angegeben. Außerdem ist in **Fig. 2A** der Bezugspunkt, bei dem es sich um einen Punkt des oberen Endes der Maske in Muster A handelt, d. h. um den obersten Punkt des oberen Endes der Maske, durch eine Bezugsziffer 51b angegeben. In **Fig. 2A** ist ein Liniensegment (angegeben durch ein Bezugszeichen 61a in **Fig. 2A**), das die Bezugszeichen 51a und 51b verbindet, der Bezugspunktabstand.

**[0054]** Da sich die Maske im Fall von Muster B nach oben und unten erstreckt, wenn der Fahrer seinen Mund bewegt, vergrößert sich der Abstand zwischen einem Punkt des oberen Endes der Maske und einem Punkt des unteren Endes der Maske mit der Mundbewegung des Fahrers.

**[0055]** Das heißt, die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 kann die Mundbewegung des Fahrers, der die Maske trägt, auf der Grundlage der Größe des Abstands zwischen einem Punkt des oberen Endes der Maske und einem Punkt des unteren Endes der Maske schätzen.

**[0056]** Um eine Bewegung des Mundes des Fahrers im Fall des Musters B zu schätzen, definiert die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 daher als Bezugspunkte im Muster B einen Punkt des oberen Endes der vom Fahrer getragenen Maske und einen Punkt des unteren Endes der Maske im aufgenommenen Bild und schätzt die Bewegung des vom Fahrer, der die Maske trägt, bewegten Mundes auf der Grundlage des Bezugspunktabstands.

**[0057]** In der ersten Ausführungsform ist in Muster B der Bezugspunkt, der ein Punkt des oberen Endes der vom Fahrer getragenen Maske ist, als ein oberster Punkt des oberen Endes der Maske definiert. Darüber hinaus wird in der ersten Ausführungsform in Muster B der Bezugspunkt, der ein Punkt des unteren Endes der vom Fahrer getragenen Maske ist, als unterster Punkt des unteren Endes der Maske definiert.

**[0058]** In **Fig. 2B** ist der Bezugspunkt, bei dem es sich um einen Punkt des oberen Endes der Maske in Muster B handelt, d. h. der oberste Punkt des oberen Endes der Maske, durch das Bezugszeichen 51c angegeben. Außerdem ist in **Fig. 2B** der Bezugspunkt, bei dem es sich um einen Punkt des unteren Endes der Maske in Muster B handelt, d. h. um den untersten Punkt des unteren Endes der Maske, durch ein Bezugszeichen 51d angegeben. In **Fig. 2B** ist ein Liniensegment (angegeben durch ein Bezugszeichen 61b in **Fig. 2B**), das die Bezugszeichen 51c und 51d verbindet, der Bezugspunktabstand.

**[0059]** Da im Fall von Muster C der Kiefer des Fahrers aus der Maske herausragt, wenn der Fahrer seinen Mund bewegt, vergrößert sich der Abstand zwischen einem Punkt des oberen Endes der Maske und einem Punkt, der den Kiefer des Fahrers angibt, mit der Bewegung des Mundes des Fahrers.

**[0060]** Das heißt, die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 kann die Mundbewegung des Fahrers, der die Maske trägt, auf der Grundlage der Größe des Abstands zwischen einem Punkt des oberen Endes der Maske und einem Punkt, der den Kiefer des Fahrers angibt, schätzen.

**[0061]** Daher definiert die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1, um eine Bewegung des Mundes des Fahrers im Fall des Musters C zu schätzen, als Bezugspunkte im Muster C einen Punkt des oberen Endes der vom Fahrer getragenen Maske und einen Merkmalspunkt, der den Kiefer des Fahrers im aufgenommenen Bild angibt, und schätzt die Bewegung des vom Fahrer, der die Maske trägt, bewegten Mundes auf der Grundlage des Bezugspunktabstands.

**[0062]** In der ersten Ausführungsform, in Muster C, ist der Bezugspunkt, der ein Punkt des oberen Endes der vom Fahrer getragenen Maske ist, als oberster Punkt des oberen Endes der Maske definiert.

**[0063]** In **Fig. 2C** ist der Bezugspunkt, der ein Punkt des oberen Endes der Maske in Muster C ist, d. h. der oberste Punkt des oberen Endes der Maske, durch die Bezugszeichen 51e angegeben. Außerdem ist in **Fig. 2C** der Bezugspunkt, bei dem es sich um einen Merkmalspunkt handelt, der den Kiefer des Fahrers in Muster C angibt, durch eine Bezugsziffer 51f gekennzeichnet. In **Fig. 2C** stellt ein Liniensegment (in **Fig. 2C** durch eine Bezugszahl 61c angegeben), das die Bezugszeichen 51e und 51f verbindet, den Bezugspunktabstand dar.

**[0064]** Es ist zu beachten, dass, wie beim Bezugspunkt in Muster C, die Mitte der beiden inneren Augenwinkel des Fahrers als Bezugspunkt verwendet werden kann, anstatt des einen Punktes am oberen Ende der vom Fahrer getragenen Maske.

**[0065]** Darüber hinaus kann, wie beim Bezugspunkt in Muster C, in einem Fall, in dem der Merkmalspunkt, der den Kiefer des Fahrers anzeigt, nicht erkannt wird, ein Punkt des unteren Endes der vom Fahrer getragenen Maske als Bezugspunkt anstelle des Merkmalspunkts, der den Kiefer des Fahrers angibt, verwendet werden. In diesem Fall ist der eine Punkt des unteren Endes der vom Fahrer getragenen Maske der unterste Punkt des unteren Endes der Maske. Beispielsweise ist es selbst dann, wenn der Fahrer die Maske in einem Zustand trägt, in dem die Maske nicht am Kiefer eingeklemmt ist, möglich, dass der Kiefer in einem Fall, in dem der Mund des Fahrers geschlossen ist, nicht aus der Maske herausragt.

**[0066]** Es ist zu beachten, dass in den Mustern A, B und C je nach Bedarf festgelegt werden kann, welcher Punkt auf dem Gesicht des Fahrers als Bezugspunkt und welcher Punkt auf der vom Fahrer getragenen Maske als Bezugspunkt definiert wird.

**[0067]** Beispielsweise ist in der ersten Ausführungsform der Bezugspunkt auf dem Gesicht des Fahrers die Mitte der beiden inneren Augenwinkel, aber dies ist nur ein Beispiel. Der Bezugspunkt auf dem Gesicht des Fahrers braucht nur ein Punkt zu sein, der auf einem Merkmalspunkt des Gesichts des Fahrers basiert. Es ist zu beachten, dass der Bezugspunkt auf dem Gesicht des Fahrers ein stationärer Punkt auf dem Gesicht des Fahrers ist. Beispielsweise ist im aufgenommenen Bild das innere Ende der Augenbraue, deren Position sich durch den Gesichtsausdruck ändert, oder die Iris, deren Position sich durch die Bewegung einer Sichtlinie ändert, als Bezugspunkt nicht geeignet.

**[0068]** Die Beschreibung kehrt zur Beschreibung anhand von **Fig. 1** zurück.

**[0069]** Die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 erkennt zwei Bezugspunkte für jedes der Vielzahl von Mustern (Muster A, B und C), die unter Bezugnahme auf die **Fig. 2A, 2B** und **2C** beschrieben sind.

**[0070]** Beispielsweise erzeugt die Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101. auf der Grundlage des Aufnahmebildes mit einem Gesichtsmerkmalspunkt und des Aufnahmebildes mit einem Maskenbereich, dem das gleiche Aufnahmedatum und die gleiche Aufnahmezeit zugewiesen sind, in dem Aufnahmebild, das von der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101. erfasst wird die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 ein Bild erzeugt, in dem Informationen, die bestimmen können, welchen Abschnitt des Gesichts ein Merkmalspunkt des Gesichts des Fahrers angibt, dem Merkmalspunkt zugewiesen werden, und Informationen, die einen Bereich der Maske bestimmen können, dem Bereich der Maske zugewiesen werden (im Folgenden als „aufgenommenes Bild mit einer Gesichtsmaske“ bezeichnet). Die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 erkennt einen Bezugspunkt auf der Grundlage des aufgenommenen Bildes mit einer Gesichtsmaske. Dem aufgenommenen Bild werden Informationen über das Aufnahmedatum und die Aufnahmezeit beigefügt.

**[0071]** Es ist zu beachten, dass in einem Fall, in dem die Kamera 2 die Gesichtserkennungseinheit 102 und die Maskenerkennungseinheit 103 umfasst, das aufgenommene Bild mit einer Gesichtsmaske von der Kamera 2 an die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 ausgegeben werden kann.

**[0072]** Insbesondere erkennt die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 die Mitte der beiden inneren Augenwinkel des Fahrers und den obersten Punkt des oberen Endes der Maske als die beiden Bezugspunkte im Muster A auf der Grundlage des aufgenommenen Bildes mit einer Gesichtsmaske.

**[0073]** Darüber hinaus erkennt die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 den obersten Punkt des oberen Endes der Maske und den untersten Punkt des unteren Endes der Maske als die beiden Bezugspunkte in Muster B auf der Grundlage des mit einer Gesichtsmaske aufgenommenen Bildes.

**[0074]** Darüber hinaus erkennt die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 auf der Grundlage des mit einer Gesichtsmaske aufgenommenen Bildes den obersten Punkt des oberen Endes der Maske und den Merkmalspunkt des Gesichts, der den Kiefer des Fahrers angibt, als die beiden Bezugspunkte in Muster C. Es ist zu beachten, dass die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 die Mitte der beiden inneren Augenwinkel des Fahrers in einem Fall erkennt, in dem die Mitte der beiden inneren Augenwinkel des Fahrers als Bezugspunkt anstelle des obersten Punkts der Maske verwendet wird, und den untersten Punkt des unteren Endes der Maske in einem Fall erkennt, in dem der unterste Punkt des unteren Endes der Maske als Bezugspunkt anstelle des den Kiefer des Fahrers angegebenden Merkmalspunkts verwendet wird.

**[0075]** In einem Verfahren zum Erkennen des obersten Punktes des oberen Endes der Maske erkennt beispielsweise die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 eine Kante eines vorbestimmten Bereichs unterhalb eines Bereichs der Augen des Fahrers in dem mit einer Gesichtsmaske aufgenommenen Bild und erkennt einen obersten Punkt mit einer Kantenintensität, die höher als ein voreingestellter Schwellenwert ist, als den obersten Punkt des oberen Endes der Maske. Die Größe des Bereichs der Augen des Fahrers in dem mit einer Gesichtsmaske aufgenommenen Bild wird beispielsweise in Abhängigkeit von einer Breite zwischen einem Merkmalspunkt, der den inneren Augenwinkel angibt, und einem Merkmalspunkt, der den äußeren Augenwinkel angibt, festgelegt.

**[0076]** In einem Verfahren zum Erkennen des untersten Punktes des unteren Endes der Maske erkennt beispielsweise die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 die Kante des unteren Bereichs des Gesichts des Fahrers in dem mit einer Gesichtsmaske aufgenommenen Bild und erkennt einen untersten Punkt mit einer Kantenintensität, die höher als ein voreingestellter Schwellenwert ist, als den untersten Punkt des unteren Endes der Maske. Die Größe des unteren Bereichs des Gesichts des Fahrers in dem mit einer Gesichtsmaske aufgenommenen Bild wird beispielsweise in Abhängigkeit von der Größe des Gesichts des Fahrers festgelegt. Die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 kann die Größe des Fahrgesichts anhand eines Merkmalspunkts im Gesicht des Fahrers schätzen.

**[0077]** Die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 muss lediglich eine Kantenerkennung unter Verwendung eines bekannten allgemeinen Kantenerkennungsfilters nach der Sobel-Methode, der Gauß-Laplacian-Methode, der Canny-Methode oder dergleichen durchführen.

**[0078]** Wenn beispielsweise die Maskenerkennungseinheit 103 eine vom Fahrer getragene Maske mit Hilfe eines auf einem allgemeinen Algorithmus basierenden Gesichtsdetektors erkennt, kann die Maskenerkennungseinheit 103 auch einen Bezugspunkt in der Maske erkennen. In diesem Fall, wenn der Gesichtsdetektor einen Lernvorgang durchführt, wird der Gesichtsdetektor veranlasst, Bilddaten zu lernen, wenn die Maske in einem Zustand getragen wird, in dem ein oberster Punkt des oberen Endes der Maske und ein unterster Punkt des unteren Endes der Maske vermerkt sind. Informationen, die in der Lage sind, einen Bezugspunkt in der Maske zu bestimmen, werden dem aufgenommenen Bild mit einem von der Maskenerkennungseinheit 103 ausgegebenen Maskenbereich zugeführt, und die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 braucht nur den obersten Punkt des oberen Endes der Maske oder den untersten Punkt des unteren Endes der Maske auf der Grundlage der Informationen zu erkennen, die in der Lage sind, den Bezugspunkt in der Maske zu bestimmen.

**[0079]** Darüber hinaus kann die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 in einem Verfahren zum Erkennen eines Bezugspunkts auf der Grundlage eines Merkmalspunkts des Gesichts des Fahrers einen Bezugspunkt auf dem Gesicht des Fahrers erkennen, mit anderen Worten die Mitte der beiden inneren Augenwinkel des Fahrers oder einen Merkmalspunkt, der den Kiefer des Fahrers angibt, auf der Grundlage eines Merkmalspunkts des Gesichts des Fahrers, der dem mit einer Gesichtsmaske aufgenommenen Bild verliehen wurde. Es ist zu beachten, dass beispielsweise in einem Fall, in dem die Gesichtserkennungseinheit 102 den Merkmalspunkt, der den Kiefer des Fahrers angibt, nicht erkannt hat, die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 den Punkt, der den Kiefer des Fahrers angibt, unter Verwendung einer bekannten Bilderkennungstechnik erkennen kann, oder den Punkt durch Kantenerkennung des unteren Bereichs des Gesichts erkennen kann.

[0080] Die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 erkennt den Bezugspunkt für jedes Bild der aufgenommenen Bilder, denen die gleiche Zeit zugewiesen wird, mit anderen Worten für jedes erzeugte Aufnahmebild mit einer Gesichtsmaske, die von der Gesichtserkennungseinheit 102 und der Maskenerkennungseinheit 103 ausgegeben wird.

[0081] In dem mit einer Gesichtsmaske aufgenommenen Bild vermittelt die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 Informationen, die in der Lage sind, einen Bezugspunkt zu dem Bezugspunkt zu bestimmen, und gibt ein mit einer Gesichtsmaske aufgenommenes Bild aus, nachdem die Informationen, die in der Lage sind, den Bezugspunkt zu bestimmen, an die Abstandsberechnungseinheit 105 übermittelt wurden (im Folgenden als „aufgenommenes Bild nach der Übermittlung des Bezugspunkts“ bezeichnet).

[0082] Es ist zu beachten, dass es sich bei den Informationen, die einen Referenzpunkt bestimmen können, um Informationen handelt, die bestimmen können, auf welchem Merkmalspunkt des Gesichts des Fahrers der Referenzpunkt basiert, oder um Informationen, die bestimmen können, welchen Punkt in der Maske der Referenzpunkt angibt.

[0083] Da die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 für jedes der Muster A, B und C einen Bezugspunkt erkennt, werden dem aufgenommenen Bild nach der Vermittlung der Bezugspunkte Informationen übermittelt, die die Bezugspunkte in allen Mustern A, B und C bestimmen können.

[0084] Es ist zu beachten, dass hier die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 von allen oben beschriebenen Mustern A, B und C ausgeht und die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 die Bezugspunkte in allen Mustern A, B und C erkennt, aber dies ist lediglich ein Beispiel. In der ersten Ausführungsform kann die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 nur eines oder zwei der Muster A, B und C annehmen. In diesem Fall muss die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 nur einen Bezugspunkt in einem Bewegungsmuster der Maske in einem Fall erkennen, in dem der Fahrer seinen oder ihren Mund bewegt, während er die Maske trägt, was in der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 angenommen wird.

[0085] Die Abstandsberechnungseinheit 105 berechnet einen Bezugspunkt Abstand zwischen den beiden Bezugspunkten in dem aufgenommenen Bild, die von der Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 erkannt werden.

[0086] Genauer gesagt berechnet die Abstandsberechnungseinheit 105 auf der Grundlage des von der Erkennungsvorrichtung 104 ausgegebenen Aufnahmebildes nach der Erkennung von Referenzpunkten einen Bezugspunkt Abstand zwischen zwei Referenzpunkten, die in jedem Muster im Aufnahmebild nach der Erkennung von Referenzpunkten für jedes der in der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 angenommenen Bewegungsmuster (hier die Muster A, B und C) der Maske in einem Fall, in dem der Fahrer seinen Mund bewegt, während er die Maske trägt, erkannt werden. In der folgenden ersten Ausführungsform bedeutet der Begriff „Muster“ ein Bewegungsmuster einer Maske, wenn der Fahrer seinen Mund bewegt, während er die Maske trägt.

[0087] Beispielsweise berechnet die Abstandsberechnungseinheit 105 einen euklidischen Abstand zwischen zwei Bezugspunkten, und verwendet den berechneten euklidischen Abstand als Bezugspunkt Abstand.

[0088] In dem unter Bezugnahme auf die **Fig. 2A**, 2B und 2C beschriebenen Beispiel berechnet die Abstandsberechnungseinheit 105 einen Abstand eines durch das Bezugszeichen 61a in **Fig. 2A** angegebenen Liniensegments als den Bezugspunkt Abstand von Muster A.

[0089] Darüber hinaus berechnet die Abstandsberechnungseinheit 105 einen Abstand eines Liniensegments, das durch das Bezugszeichen 61b in **Fig. 2B** als Bezugspunkt Abstand von Muster B angegeben ist.

[0090] Darüber hinaus berechnet die Abstandsberechnungseinheit 105 einen Abstand eines Liniensegments, das durch das Bezugszeichen 61c in **Fig. 2C** als Bezugspunkt Abstand des Musters C angegeben ist.

[0091] Die Abstandsberechnungseinheit 105 gibt Informationen bezüglich des berechneten Bezugspunkt Abstands (im Folgenden als „Bezugspunkt Abstandsinformationen“ bezeichnet) an die Bewegungsschätzereinheit 106 aus. Die Referenzpunkt Abstandsinformation ist beispielsweise ein aufgenommenes Bild nach der Referenzpunkt Übermittlung, mit dem ein Bezugspunkt Abstand für jedes Muster verknüpft ist.

**[0092]** Es ist zu beachten, dass die Abstandsberechnungseinheit 105 in der Referenzpunktabstandsinformation den berechneten Bezugspunktabstand mit Informationen verknüpft, die geeignet sind, einen Bezugspunktabstand in Abhängigkeit von dem verwendeten Muster zu bestimmen.

**[0093]** Auf der Grundlage der von der Abstandsberechnungseinheit 105 ausgegebenen Informationen über den Bezugspunktabstand schätzt die Bewegungsschätzeinheit 106, ob der Fahrer eine Aufwachbemühungsbewegung durchführt oder nicht, je nachdem, ob der von der Abstandsberechnungseinheit 105 berechnete Bezugspunktabstand eine voreingestellte Bedingung zum Schätzen, ob der Fahrer die Aufwachbemühungsbewegung durchführt oder nicht, erfüllt oder nicht (im Folgenden als „Aufwachbemühung-Schätzbedingung“ bezeichnet).

**[0094]** Beispielsweise erhält die Bewegungsschätzeinheit 106 eine Änderungsmenge des Bezugspunktabstands oder eine Änderungsperiode des Bezugspunktabstands in einer voreingestellten Zeit (im Folgenden als „Bewegungsschätzungszeit“ bezeichnet) und bestimmt, ob der Fahrer eine Aufwachbemühung-Schätzbedingung durch Bewegen seines oder ihres Mundes ausführt oder nicht, je nachdem, ob die Änderungsmenge des Bezugspunktabstands oder die Änderungsperiode des Bezugspunktabstands die Aufwachbemühung-Schätzbedingung erfüllt oder nicht.

**[0095]** Es ist zu beachten, dass in der ersten Ausführungsform der Änderungsbetrag des Bezugspunktabstands sich einfach auf eine zeitliche Änderung des Bezugspunktabstands bezieht. Das heißt, eine Vergrößerung des Bezugspunktabstands bedeutet, dass der Fahrer seinen Mund öffnet.

**[0096]** Die Bewegungsschätzungszeit beträgt beispielsweise 85 Sekunden oder mehr, je nach Bedarf. Beispielsweise speichert die Abstandsberechnungseinheit 105 die Informationen über den Bezugspunktabstand in einer Speichereinheit (nicht dargestellt), die an einem Ort angeordnet ist, auf den die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung Bezug nehmen kann, und die Bewegungsschätzungseinheit 106 erfasst die Informationen über den Bezugspunktabstand von vor der Bewegungsschätzungszeit bis zur Gegenwart, indem sie auf die Speichereinheit Bezug nimmt, und berechnet den Änderungsbetrag des Bezugspunktabstands und den Änderungszeitraum des Bezugspunktabstands auf der Grundlage der erfassten Informationen über den Bezugspunktabstand. Dann schätzt die Bewegungsschätzeinheit 106, ob der Fahrer die Aufwachbemühungsbewegung durchführt oder nicht.

**[0097]** Als Aufwachbemühung-Schätzbedingung wird beispielsweise eine Bedingung bezüglich eines Zeitreihen-Änderungsbetrags des Bezugspunktabstands oder einer Änderungsperiode des Bezugspunktabstands, wie beispielsweise <Bedingung 1> bis <Bedingung 5>, im Voraus festgelegt.

<Bedingung 1>

**[0098]** Ein Zustand, in dem der Bezugspunktabstand gleich oder größer als ein voreingestellter Schwellenwert (im Folgenden als „Abstandsermittlungsschwellenwert“ bezeichnet) ist, dauert gleich oder größer als eine voreingestellte Zeit (im Folgenden als „erste Ermittlungszeit“ bezeichnet) an.

<Bedingung 2>

**[0099]** Der Bezugspunktabstand ändert sich periodisch, und die periodische Änderung des Bezugspunktabstands dauert gleich oder länger als eine voreingestellte Zeit (im Folgenden als „zweite Bestimmungszeit“ bezeichnet) und weniger als eine voreingestellte Zeit (im Folgenden als „dritte Bestimmungszeit“ bezeichnet) länger als die zweite Bestimmungszeit an.

<Bedingung 3>

**[0100]** Der Bezugspunktabstand ändert sich periodisch, und die periodische Änderung des Bezugspunktabstands dauert gleich lang oder länger als die dritte Bestimmungszeit.

<Bedingung 4>

**[0101]** Der Bezugspunktabstand ändert sich aperiodisch.

## &lt;Bedingung 5&gt;

**[0102]** Keine der obigen <Bedingungen 1> bis <Bedingung 4> ist erfüllt.

**[0103]** Die Aufwachbemühung-Schätzbedingung ist mit Informationen darüber verknüpft, welche Art von Bewegung der Fahrer schätzungsweise ausführt, wenn die Bedingung erfüllt ist (im Folgenden als „geschätzte Bewegungsartinformation“ bezeichnet).

**[0104]** In der ersten Ausführungsform wird davon ausgegangen, dass die Information über die geschätzte Bewegungsart, die besagt, dass der Fahrer eine Aufwachbemühungsbewegung durch Gähnen ausführt, mit <Bedingung 1> verknüpft ist.

**[0105]** In der ersten Ausführungsform wird, wenn der Bezugspunktabstand gleich oder größer als der Entfernungsbestimmungsschwellenwert ist, davon ausgegangen, dass der Fahrer seinen Mund weit nach oben und unten öffnet, und die Bewegung des Mundes des Fahrers kann eine Gähnbewegung sein. Man kann also sagen, dass der Entfernungsbestimmungsschwellenwert ein Schwellenwert für die Feststellung ist, dass es sich bei der Mundbewegung des Fahrers um Gähnen handelt (im Folgenden als „Gähnbestimmungsschwellenwert“ bezeichnet).

**[0106]** Darüber hinaus wird angenommen, dass die geschätzte Information über die Art der Bewegung, die besagt, dass der Fahrer eine Aufwachbemühungsbewegung ausführt, indem er seinen Mund murmelnd bewegt, mit <Bedingung 2> verknüpft ist.

**[0107]** Außerdem wird davon ausgegangen, dass die geschätzte Information über die Bewegungsart, die besagt, dass der Fahrer isst, mit <Bedingung 3> verknüpft ist.

**[0108]** Außerdem wird davon ausgegangen, dass die geschätzte Information über die Bewegungsart, die besagt, dass der Fahrer spricht, mit <Bedingung 4> verknüpft ist.

**[0109]** Darüber hinaus wird angenommen, dass die geschätzte Information über die Art der Bewegung, die besagt, dass der Fahrer seinen Mund nicht bewegt, mit <Bedingung 5> verknüpft ist.

**[0110]** Die erste Bestimmungszeit in <Bedingung 1> beträgt beispielsweise drei Sekunden. Darüber hinaus wird als Abstandsbestimmungsschwelle in <Bedingung 1> im Allgemeinen die Größe eines Bezugspunktabstands vorab eingestellt, der für den Fall angenommen wird, dass eine Person mit einer Standard-Gesichtsgröße gähnt, während sie eine Maske trägt. Die Bewegungsschätzeinheit 106 kann die Abstandsermittlungsschwelle anhand einer vorgegebenen Berechnungsformel auf der Grundlage der Gesichtsgröße des Fahrers festlegen. Die Berechnungsformel lautet beispielsweise „Länge von der Oberkante des Kopfes bis zum Kiefer im aufgenommenen Bild nach der Vermittlung des Bezugspunktes  $\times 0,2$ “.

**[0111]** Die zweite Bestimmungszeit beträgt beispielsweise fünf Sekunden, und die dritte Bestimmungszeit beträgt beispielsweise zehn Sekunden in <Bedingung 2>.

**[0112]** Hinsichtlich der periodischen Änderung des Bezugspunktabstands gemäß <Bedingung 2> und <Bedingung 3> und der aperiodischen Änderung des Bezugspunktabstands gemäß <Bedingung 4> misst die Bewegungsschätzeinheit 106 beispielsweise ein Spitzenintervall des Bezugspunktabstands in der Bewegungsschätzzeit und bestimmt, dass sich der Bezugspunktabstand periodisch ändert, wenn eine Differenz zwischen den Spitzenintervallen innerhalb von plus oder minus einer Sekunde liegt, und bestimmt, dass sich der Bezugspunktabstand aperiodisch ändert, wenn eine Differenz zwischen den Spitzenintervallen größer als plus oder minus eine Sekunde ist. Es ist zu beachten, dass es sich hierbei lediglich um ein Beispiel handelt, und dass ein Verfahren zur Bestimmung, dass sich der Bezugspunktabstand periodisch ändert oder dass sich der Bezugspunktabstand aperiodisch ändert, je nach Bedarf gewählt werden kann.

**[0113]** In einem Fall, in dem <Bedingung 1> erfüllt ist, schätzt die Bewegungsschätzeinheit 106, dass der Fahrer eine Aufwachbemühungsbewegung durch Gähnen ausführt.

**[0114]** Wenn <Bedingung 2> erfüllt ist, schätzt die Bewegungsschätzeinheit 106 außerdem, dass der Fahrer eine Aufwachbemühungsbewegung ausführt, indem er seinen Mund murmelnd bewegt.

**[0115]** Wenn <Bedingung 3> erfüllt ist, schätzt die Bewegungsschätzeinheit 106 außerdem, dass der Fahrer isst.

**[0116]** Wenn <Bedingung 4> erfüllt ist, schätzt die Bewegungsschätzeinheit 106 außerdem, dass der Fahrer spricht.

**[0117]** Außerdem schätzt die Bewegungsschätzeinheit 106 in einem Fall, in dem <Bedingung 5> erfüllt ist, dass der Fahrer seinen Mund nicht bewegt.

**[0118]** Als die Bewegung, bei der der Fahrer seinen Mund periodisch bewegt, ist neben der Aufwachbemühungsbewegung auch das Essen in einem Fall, in dem der Fahrer wach ist, denkbar.

**[0119]** Die Aufwachbemühungsbewegung durch periodisches Bewegen des Mundes, beispielsweise durch murmelndes Bewegen des Mundes, ist eine Bewegung, bei der das Bewegen des Mundes und das Anhalten des Mundes mehrere Male für etwa fünf bis zehn Sekunden wiederholt werden. In der Zwischenzeit ist das Essen, beispielsweise das Kauen eines Kaugummis, im Allgemeinen eine Bewegung, bei der das Kauen kontinuierlich für zehn Sekunden oder länger durchgeführt wird. Daher wird, wie in <Bedingung 2> und <Bedingung 3>, ob die Bewegung des Mundes des Fahrers durch die Aufwachbemühungsbewegung oder das Essen verursacht wird, vorzugsweise unter Verwendung einer Häufigkeit des Auftretens der Änderung des Referenzpunktabstands (die eine periodische Änderung ist) und des Änderungsbetrags des Referenzpunktabstands geschätzt.

**[0120]** Wie oben beschrieben, schätzt die Bewegungsschätzeinheit 106 beispielsweise anhand des zeitlichen Änderungsbetrags des Bezugspunktabstands und der Änderungsperiode des Bezugspunktabstands, ob der Fahrer die Aufwachbemühungsbewegung durchführt oder nicht. Die Bewegungsschätzeinheit 106 stellt fest, dass der Fahrer seinen Mund öffnet, wenn der Bezugspunktabstand zunimmt. Darüber hinaus bestimmt die Bewegungsschätzeinheit 106 in einem Fall, in dem sich der Bezugspunktabstand in der Reihenfolge Zunahme, Abnahme und Zunahme ändert, dass der Fahrer nacheinander eine Bewegung zum Öffnen seines oder ihres Mundes, eine Bewegung zum Schließen seines oder ihres Mundes und dann eine Bewegung zum Öffnen seines oder ihres Mundes ausführt. Die Bewegungsschätzeinheit 106 schätzt, ob der Fahrer die Aufwachbemühungsbewegung durchführt oder nicht, je nachdem, ob eine solche Bewegung des Mundes periodisch oder aperiodisch ist.

**[0121]** Es ist zu beachten, dass die Bewegungsschätzeinheit 106 den zeitseriellen Änderungsbetrag des Bezugspunktabstands und die Änderungsperiode des Bezugspunktabstands für den Bezugspunktabstand jedes Musters erhält und den Änderungsbetrag und die Änderungsperiode mit der Aufwachbemühungsschätzbedingung vergleicht. In diesem Fall, in dem es eine Vielzahl von Mustern gibt, in denen sich der Bezugspunktabstand zwischen den Mustern A, B und C ändert, bestimmt die Bewegungsschätzeinheit 106 einen Bezugspunktabstand, der für die Schätzung verwendet wird, ob der Fahrer die Aufwachbemühungsbewegung auf der Grundlage einer voreingestellten Priorität durchführt oder nicht. Die Priorität wird beispielsweise von einem Administrator oder ähnlichem in Abhängigkeit von der Art der Maske, von der angenommen wird, dass der Fahrer sie häufig trägt, und der Art des Tragens der Maske, von der angenommen wird, dass der Fahrer sie häufig verwendet, festgelegt. So ist beispielsweise die Häufigkeit, mit der der Fahrer einen Maskentyp trägt, bei dem davon ausgegangen wird, dass die Bewegung des Musters A ausgeführt wird, wenn der Mund bewegt wird, beispielsweise ein Vliesstoff, höher als die Häufigkeit, mit der der Fahrer einen dehnbaren Maskentyp trägt, bei dem davon ausgegangen wird, dass die Bewegung des Musters B ausgeführt wird. Außerdem wird davon ausgegangen, dass die Häufigkeit, mit der der Fahrer eine Maske trägt, bei der sein Kiefer aus der Maske herausragt, äußerst gering ist. In diesem Fall wird eine Priorität im Voraus so festgelegt, dass Muster A die höchste Priorität hat, Muster B die zweithöchste Priorität und Muster C die dritthöchste Priorität.

**[0122]** In der ersten Ausführungsform wird beispielsweise angenommen, dass eine Priorität so festgelegt wird, dass die Prioritäten der Muster A, B und C in dieser Reihenfolge absteigen.

**[0123]** In diesem Fall verwendet die Bewegungsschätzeinheit 106 beispielsweise in einem Fall, in dem sich der Bezugspunktabstand von Muster A und der Bezugspunktabstand von Muster B beide ändern, den Bezugspunktabstand von Muster A, um zu schätzen, ob der Fahrer die Aufwachbemühungsbewegung durchführt oder nicht.

**[0124]** Beispielsweise kann die Bewegungsschätzeinheit 106 in einem Fall, in dem sich der Bezugspunktabstand von Muster B für eine bestimmte Zeitspanne (beispielsweise eine Stunde) nicht ändert, die Berechnung des Zeitserien-Änderungsbetrags des Bezugspunktabstands und des Änderungszeitraums des Bezugspunktabstands auf der Grundlage des Bezugspunktabstands von Muster B beenden. Beispielsweise kann sich die Art und Weise, wie der Fahrer die Maske trägt, während der Fahrt ändern, aber eine Dehnbarkeit der Maske ändert sich nicht. Wenn sich der Bezugspunktabstand von Muster B über einen bestimmten Zeitraum nicht ändert, wird daher angenommen, dass sich der Bezugspunktabstand auch in Zukunft nicht ändert.

**[0125]** In der oben beschriebenen ersten Ausführungsform kann die Bewegungsschätzeinheit 106 in Abhängigkeit davon, ob die Aufwachbemühung-Schätzbedingung erfüllt ist oder nicht, schätzen, dass der Fahrer die Aufwachbemühungsbewegung ausführt, und sie kann auch schätzen, dass der Fahrer eine andere Mundbewegung als die Aufwachbemühungsbewegung ausführt (essen, sprechen oder den Mund nicht bewegen). Dies ist jedoch nur ein Beispiel. Die Bewegungsschätzeinheit 106 braucht nur zu schätzen, dass der Fahrer zumindest die Aufwachbemühungsbewegung ausführt. Das heißt, in der Aufwachbemühung-Schätzbedingung muss nur mindestens eine Bedingung festgelegt werden, die bestimmen kann, ob der Fahrer die Aufwachbemühungsbewegung durchführt oder nicht (<Bedingung 1> und <Bedingung 2> im obigen Beispiel).

**[0126]** Darüber hinaus sind die Inhalte der oben beschriebenen Aufwachbemühung-Schätzbedingungen wie beispielsweise <Bedingung 1> bis <Bedingung 5> lediglich Beispiele.

**[0127]** In der Aufwachbemühung-Schätzbedingung ist es nur erforderlich, dass eine Bedingung, die geschätzt werden kann, dass der Fahrer die Aufwachbemühungsbewegung ausführt, eingestellt ist, und dass die Bewegungsschätzeinheit 106 schätzen kann, dass der Fahrer die Aufwachbemühungsbewegung ausführt, indem der Bezugspunktabstand mit der Aufwachbemühung-Schätzbedingung verglichen wird.

**[0128]** Die Bewegungsschätzeinheit 106 gibt ein Ergebnis darüber, ob geschätzt wurde, dass der Fahrer die Wachsamkeitsbewegung durchführt oder nicht (im Folgenden als „Wachniveau-Abnahmezustand-Schätzeinheit-Ergebnis“ bezeichnet) an die Wachniveau-Abnahmezustand-Schätzeinheit 107 aus.

**[0129]** Die Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand-Schätzeinheit 107 schätzt den Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand des Fahrers unter Berücksichtigung des Wachsamkeitszustand-Schätzergebnisses auf der Grundlage des Wachsamkeitszustand-Schätzergebnisses, das von der Bewegungsschätzeinheit 106 ausgegeben wird.

**[0130]** Die Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand-Schätzeinheit 107 schätzt den Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand des Fahrers beispielsweise unter Verwendung eines erlernten Modells (nachfolgend als „Maschinenlernmodell“ bezeichnet).

**[0131]** Beispielsweise empfängt das Maschinenlernmodell als Eingaben das Aufnahmebild, das von der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 erfasst wurde, und Informationen, die auf dem Ergebnis der Schätzung des Wachsamkeitsniveaus basieren, und gibt Informationen aus, die den Zustand des Wachsamkeitsniveaus anzeigen. Das Maschinenlernmodell hat im Voraus ein Lernen durch sogenanntes überwachtes Lernen durchgeführt.

**[0132]** Die auf dem Aufwachbemühung-Schätzergebnis basierende Information als Eingabe des Maschinenlernmodells kann beispielsweise ein Kennzeichen sein, das auf „1“ gesetzt wird, wenn geschätzt wird, dass der Fahrer die Aufwachbemühungsbewegung durchführt, und auf „0“ gesetzt wird, wenn geschätzt wird, dass der Fahrer die Aufwachbemühungsbewegung nicht durchführt (im Folgenden, Aufwachbemühungsbewegung“), oder es kann sich um Informationen handeln, bei denen das Kennzeichen für die Aufwachbemühungsbewegung mit Informationen verknüpft ist, die den Inhalt der Aufwachbemühungsbewegung angeben, von der angenommen wird, dass sie vom Fahrer ausgeführt wird, beispielsweise Gähnen.

**[0133]** Beispielsweise kann die Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand-Schätzeinheit 107 den Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand des Fahrers auf der Grundlage einer voreingestellten Regel zur Schätzung des Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustands des Fahrers (im Folgenden als „Wachniveau-Abnahme-Schätzeinheit“ bezeichnet) schätzen. Die Regel zur Schätzung des Wachsamkeitsniveaus ist beispielsweise eine Regel, bei der das Wachsamkeitsniveau nicht verringert wird oder das Wachsamkeitsniveau um ein Niveau verringert wird, wenn das Kennzeichen für die Aufwachbemühungsbewegung „1“ ist.

**[0134]** Die Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand-Schätzeinheit 107 gibt Informationen bezüglich des geschätzten Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustands des Fahrers (im Folgenden als „Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustandsinformationen“ bezeichnet) an die Ausgabeeinheit 108 aus.

**[0135]** Die Ausgabeeinheit 108 gibt die von der Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand-Schätzeinheit 107 ausgegebenen Informationen über den Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand an eine Vorrichtung außerhalb der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 aus, beispielsweise an eine Insassenüberwachungsvorrichtung (nicht dargestellt), die einen Zustand eines Insassen im Fahrzeug 3 überwacht.

**[0136]** Es ist zu beachten, dass in der ersten Ausführungsform die Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand-Schätzeinheit 107 und die Ausgabeeinheit 108 in der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 umfasst sind, aber dies ist lediglich ein Beispiel, und die Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand-Schätzeinheit 107 und die Ausgabeeinheit 108 sind nicht notwendigerweise in der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 umfasst. Die Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand-Schätzeinheit 107 und die Ausgabeeinheit 108 können an Orten angeordnet sein, auf die sich die Wachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 außerhalb der Wachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 beziehen kann.

**[0137]** Ein Betrieb der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 gemäß der ersten Ausführungsform wird beschrieben.

**[0138]** Fig. 3 ist ein Flussdiagramm zur Beschreibung des Betriebs der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 gemäß der ersten Ausführungsform.

**[0139]** Die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 wiederholt den im Flussdiagramm von Fig. 3 dargestellten Vorgang, beispielsweise vom Einschalten des Motors des Fahrzeugs 3 bis zum Ausschalten des Motors.

**[0140]** Die Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 erfasst ein Aufnahmebild von der Kamera 2 (Schritt ST1).

**[0141]** Die Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 gibt das aufgenommene Aufnahmebild an die Gesichtserkennungseinheit 102 und die Maskenerkennungseinheit 103 aus.

**[0142]** Die Gesichtserkennungseinheit 102 erkennt das Gesicht eines Fahrers und erkennt einen Abschnitt des Fahrgesichts auf der Grundlage des Aufnahmebildes, das von der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 in Schritt ST1 erfasst wurde (Schritt ST2).

**[0143]** Die Gesichtserkennungseinheit 102 gibt das aufgenommene Bild mit einem Gesichtsmerkmalpunkt an die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 aus.

**[0144]** Die Maskenerkennungseinheit 103 erkennt eine vom Fahrer getragene Maske auf der Grundlage des Aufnahmebildes, das von der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 in Schritt ST1 (Schritt ST3) erfasst wird.

**[0145]** Die Maskenerkennungseinheit 103 gibt das aufgenommene Bild mit einem Maskenbereich an die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 aus.

**[0146]** Auf der Grundlage des Aufnahmebildes, das von der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 in Schritt ST1 erfasst wurde, erkennt die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 in dem aufgenommenen Bild zwei Bezugspunkte zum Schätzen einer Bewegung des Mundes des Fahrers, wobei die zwei Bezugspunkte einen Punkt auf einer vom Fahrer getragenen Maske umfassen und der andere Punkt ein Punkt ist, der auf einem Merkmalspunkt des Gesichts des Fahrers oder einem Punkt basiert, der sich von dem einen Punkt auf der Maske unterscheidet (Schritt ST4).

**[0147]** Genauer gesagt erkennt die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 die beiden Bezugspunkte auf der Grundlage des aufgenommenen Bildes mit einem Gesichtsmerkmalpunkt, der von der Gesichtserkennungseinheit 102 in Schritt ST2 ausgegeben wird, und des aufgenommenen Bildes mit einem Maskenbereich, der von der Maskenerkennungseinheit 103 in Schritt ST3 ausgegeben wird.

**[0148]** Die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 gibt das aufgenommene Bild nach der Vermittlung des Bezugspunkts an die Abstandsberechnungseinheit 105 aus.

**[0149]** Die Abstandsberechnungseinheit 105 berechnet einen Bezugspunktabstand zwischen den beiden Bezugspunkten in dem aufgenommenen Bild, die von der Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 in Schritt ST4 erkannt wurden (Schritt ST5).

**[0150]** Genauer gesagt berechnet die Abstandsberechnungseinheit 105 auf der Grundlage des aufgenommenen Bildes nach der Referenzpunktübermittlung, die von der Referenzpunkt-Erkennungseinheit 104 ausgegeben wird, einen Bezugspunktabstand zwischen zwei Bezugspunkten, die in jedem Muster in dem aufgenommenen Bild nach der Referenzpunktübermittlung für jedes der Muster (hier die Muster A, B und C) der Bewegung der Maske in einem Fall bestimmt werden, in dem der Fahrer seinen oder ihren Mund bewegt, während er die Maske trägt, was in der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 angenommen wird.

**[0151]** Die Abstandsberechnungseinheit 105 gibt die Referenzpunkt-Abstandsinformationen an die Bewegungsschätzereinheit 106 aus.

**[0152]** Auf der Grundlage der von der Abstandsberechnungseinheit 105 in Schritt ST5 ausgegebenen Bezugspunktabstandsinformationen schätzt die Bewegungsschätzereinheit 106, ob der Fahrer die Aufwachbemühungsbewegung durchführt oder nicht, je nachdem, ob der von der Abstandsberechnungseinheit 105 berechnete Bezugspunktabstand die Aufwachbemühung-Schätzbedingung erfüllt oder nicht (Schritt ST6).

**[0153]** Die Bewegungsschätzereinheit 106 gibt das Wachsamkeitsniveau-Abnahmestand-Schätzereinheit 107 das Wachsamkeitsbewegung-Schätzergebnis aus.

**[0154]** Die Wachsamkeitsniveau-Abnahmestand-Schätzereinheit 107 schätzt den Wachsamkeitsniveau-Abnahmestand des Fahrers unter Berücksichtigung des Wachsamkeitszustand-Schätzergebnisses auf der Grundlage des Wachsamkeitszustand-Schätzergebnisses, das von der Bewegungsschätzereinheit 106 in Schritt ST6 ausgegeben wird (Schritt ST7).

**[0155]** Die Wachsamkeitsniveau-Abnahmestand-Schätzereinheit 107 gibt die Wachsamkeitsniveauabnahme-Zustandsinformation an die Ausgabeinheit 108 aus.

**[0156]** Die Ausgabeinheit 108 gibt die Informationen über den Wachsamkeitsniveau-Abnahmestand, die von der Wachsniveau-Abnahmestand-Schätzereinheit 107 ausgegeben werden, an eine Vorrichtung außerhalb der Wachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 aus.

**[0157]** Es ist zu beachten, dass in dem Flussdiagramm von **Fig. 3** die Verarbeitung in der Reihenfolge von Schritt ST2 und Schritt ST3 durchgeführt wird, aber dies ist lediglich ein Beispiel, und die Reihenfolge der Verarbeitung von Schritt ST2 und der Verarbeitung von Schritt ST3 kann umgekehrt sein. Darüber hinaus können die Verarbeitung von Schritt ST2 und die Verarbeitung von Schritt ST3 parallel erfolgen.

**[0158]** Darüber hinaus kann in der ersten Ausführungsform in einem Fall, in dem die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 die Gesichtserkennungseinheit 102 und die Maskenerkennungseinheit 103 nicht umfasst, die Verarbeitung der Schritte ST2 und ST3 für den oben beschriebenen Betrieb der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 weggelassen werden.

**[0159]** Darüber hinaus kann in der ersten Ausführungsform in einem Fall, in dem die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 nicht die Wachsamkeitsniveau-Abnahmestand-Schätzereinheit 107 und die Ausgabeinheit 108 umfasst, die Verarbeitung der Schritte ST7 und ST8 für den Betrieb der oben beschriebenen Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 weggelassen werden.

**[0160]** **Fig. 4A** und **4B** sind jeweils ein Diagramm, das ein Beispiel für eine Hardware-Konfiguration der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 gemäß der ersten Ausführungsform zeigt.

**[0161]** In der ersten Ausführungsform werden die Funktionen der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101, der Gesichtserkennungseinheit 102, der Maskenerkennungseinheit 103, der Abstandsberechnungseinheit 104, der Bewegungsschätzungseinheit 106, der Wachsamkeitsniveau-Abnahmestand-Schätzereinheit 107 und der Ausgabeinheit 108 durch eine Verarbeitungsschaltung 401 implementiert. Das heißt, die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 umfasst die Verarbeitungsschaltung 401 zur Durchführung einer Steuerung, um abzuschätzen, ob ein Insasse, der eine Maske trägt, eine Aufwachbemühungsbewegung durch

Bewegen seines oder ihres Mundes auf der Grundlage des Aufnahmebildes, das von der Kamera 2 erfasst wird, durchführt oder nicht.

**[0162]** Bei der Verarbeitungsschaltung 401 kann es sich um zugeordnete Hardware handeln, wie in **Fig. 4A** dargestellt, oder um einen Prozessor 404, der ein in einem Speicher gespeichertes Programm ausführt, wie in **Fig. 4B** dargestellt.

**[0163]** In einem Fall, in dem die Verarbeitungsschaltung 401 zugeordnete Hardware ist, gehört beispielsweise eine einzelne Schaltung, eine zusammengesetzte Schaltung, ein programmierter Prozessor, ein parallel programmierter Prozessor, eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC), ein feldprogrammierbares Gate-Array (FPGA) oder eine Kombination davon zur Verarbeitungsschaltung 401.

**[0164]** In einem Fall, in dem die Verarbeitungsschaltung der Prozessor 404 ist, werden die Funktionen der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101, der Gesichtserkennungseinheit 102, der Maskenerkennungseinheit 103, der Referenzpunkt-Erkennungseinheit 104, der Abstandsberechnungseinheit 105, der Bewegungsschätzungseinheit 106, der Wachsamkeitsniveau-Abnahmestand-Schätzungseinheit 107 und der Ausgabereinheit 108 durch Software, Firmware oder eine Kombination aus Software und Firmware implementiert. Die Software oder Firmware wird als Programm beschrieben und in einem Speicher 405 gespeichert. Der Prozessor 404 führt die Funktionen der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101, der Gesichtserkennungseinheit 102, der Maskenerkennungseinheit 103, der Abstandsberechnungseinheit 104, der Bewegungsschätzungseinheit 106, der Wachniveau-Abnahmestand-Schätzungseinheit 107 und der Ausgabereinheit 108 aus, indem er das im Speicher 405 gespeicherte Programm liest und ausführt. Das heißt, die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 umfasst den Speicher 405 zum Speichern eines Programms, das bewirkt, dass die in **Fig. 3** dargestellten Schritte ST1 bis ST8 als Ergebnis ausgeführt werden, wenn das Programm durch den Prozessor 404 ausgeführt wird. Darüber hinaus kann gesagt werden, dass das im Speicher 405 gespeicherte Programm einen Computer veranlasst, Prozeduren oder Verarbeitungsverfahren auszuführen, die von der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101, der Gesichtserkennungseinheit 102, der Maskenerkennungseinheit 103, der Referenzpunkt-Erkennungseinheit 104, der Abstandsberechnungseinheit 105, der Bewegungsschätzungseinheit 106, der Wachniveau-Abnahmestand-Schätzungseinheit 107 und der Ausgabereinheit 108 durchgeführt werden. Hier gehört beispielsweise ein nichtflüchtiger oder flüchtiger Halbleiterspeicher wie RAM, Festwertspeicher (ROM), Flash-Speicher, löschbarer programmierbarer Festwertspeicher (EPROM) oder elektrisch löschbarer programmierbarer Festwertspeicher (EEPROM), eine Magnetplatte, eine flexible Platte, eine optische Platte, eine Compact Disc, eine Mini-Disc oder eine Digital Versatile Disc (DVD) zum Speicher 405.

**[0165]** Es ist zu beachten, dass einige der Funktionen der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101, der Gesichtserkennungseinheit 102, der Maskenerkennungseinheit 103, der Referenzpunkt-Erkennungseinheit 104, der Abstandsberechnungseinheit 105, der Bewegungsschätzungseinheit 106, der Wachniveau-Abnahmestand-Schätzungseinheit 107 und der Ausgabereinheit 108 durch zugeordnete Hardware implementiert werden können, und einige der Funktionen können durch Software oder Firmware implementiert werden. Beispielsweise können die Funktionen der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 und der Ausgabereinheit 108 durch die Verarbeitungsschaltung 401 als zugeordnete Hardware implementiert werden, und die Funktionen der Gesichtserkennungseinheit 102, der Maskenerkennungseinheit 103, der Referenzpunkt-Erkennungseinheit 104, der Abstandsberechnungseinheit 105, der Bewegungsschätzungseinheit 106 und der Wachniveau-Abnahmestand-Schätzungseinheit 107 können durch den Prozessor 404 implementiert werden, der ein im Speicher 405 gespeichertes Programm liest und ausführt.

**[0166]** Die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 umfasst eine Eingabeschnittstellenvorrichtung 402 und eine Ausgabeschnittstellenvorrichtung 403, die eine drahtgebundene oder drahtlose Kommunikation mit einer Vorrichtung, beispielsweise der Kamera 2, durchführen.

**[0167]** In der oben beschriebenen ersten Ausführungsform ist die Wachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 eine fahrzeuginterne Vorrichtung, die an dem Fahrzeug 3 angebracht ist, und die Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101, die Gesichtserkennungseinheit 102, die Maskenerkennungseinheit 103, die Referenzpunkt-Erkennungseinheit 104, die Abstandsberechnungseinheit 105, die Bewegungsschätzungseinheit 106, die Wachsamkeitsniveau-Abnahmestand-Schätzungseinheit 107 und die Ausgabereinheit 108 sind in der Wachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 enthalten.

**[0168]** Dies ist nicht darauf beschränkt, und einige der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101, der Gesichtserkennungseinheit 102, der Maskenerkennungseinheit 103, der Referenzpunkt-Erkennungseinheit 104, der

Abstandsberechnungseinheit 105, der Bewegungsschätzungseinheit 106, der Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand-Schätzeinheit 107 und der Ausgabeinheit 108 können auf einer fahrzeuginternen Vorrichtung eines Fahrzeugs angebracht sein, und die anderen können in einem Server enthalten sein, der über ein Netzwerk mit der fahrzeuginternen Vorrichtung verbunden ist. Auf diese Weise können die fahrzeugseitige Vorrichtung und der Server ein System zur Schätzung der Aufwachbemühungsbewegung bilden.

**[0169]** Darüber hinaus können die gesamte Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101, die Gesichtserkennungseinheit 102, die Maskenerkennungseinheit 103, die Referenzpunkt-Erkennungseinheit 104, die Abstandsberechnungseinheit 105, die Bewegungsschätzungseinheit 106, die Wachniveau-Abnahmezustand-Schätzeinheit 107 und die Ausgabeinheit 108 in dem Server erfasst sein.

**[0170]** Wie oben beschrieben, umfasst die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 gemäß der ersten Ausführungsform die Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101, die ein Aufnahmebild erfasst, das durch Abbilden des Gesichts eines Insassen in einem Fahrzeug erhalten wird; die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104, die auf der Grundlage des Aufnahmebildes, das von der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 erfasst wird, in dem Aufnahmebild zwei Bezugspunkte zum Schätzen einer Bewegung des Mundes des Insassen erkennt, wobei die zwei Bezugspunkte ein Punkt auf einer Maske sind, die von dem Insassen getragen wird, und der andere Punkt ein Punkt ist, der auf einem Merkmalspunkt des Gesichts des Insassen basiert oder ein Punkt ist, der sich von dem einen Punkt auf der Maske unterscheidet; die Abstandsberechnungseinheit 105, die einen Bezugspunkt Abstand zwischen den beiden von der Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 erkannten Bezugspunkten berechnet; und die Bewegungsschätzeinheit 106, die schätzt, ob der Insasse eine Aufwachbemühungsbewegung durch Bewegen seines oder ihres Mundes ausführt oder nicht, je nachdem, ob der von der Abstandsberechnungseinheit 105 berechnete Bezugspunkt Abstand eine Aufwachbemühungsschätzbedingung erfüllt oder nicht. Daher kann die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 schätzen, dass ein Insasse eine Aufwachbemühungsbewegung ausführt, indem er seinen Mund bewegt, selbst wenn der Insasse eine Maske trägt.

**[0171]** Darüber hinaus kann die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 schätzen, dass ein Insasse in dem Fahrzeug 3 eine Aufwachbemühungsbewegung durch Bewegen seines oder ihres Mundes in einem Fall durchführt, in dem der Insasse eine Maske trägt, wobei die herkömmliche Kamera 2 verwendet wird, die zur Überwachung des Insassen angeordnet ist. Das heißt, die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 kann abschätzen, ob ein Insasse eine Aufwachbemühungsbewegung durch Bewegen seines oder ihres Mundes in einem Fall durchführt, in dem der Insasse eine Maske trägt, ohne einen neuen Sensor oder dergleichen außer der Kamera 2 zu benötigen.

#### Zweite Ausführungsform.

**[0172]** In der ersten Ausführungsform berücksichtigt die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung nicht die Blickrichtung eines Insassen, wenn sie schätzt, ob der Insasse im Fahrzeug eine Aufwachbemühungsbewegung durchführt oder nicht.

**[0173]** In einer zweiten Ausführungsform wird eine Ausführungsform beschrieben, bei der eine Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung schätzt, ob ein Insasse eine Aufwachbemühungsbewegung unter Berücksichtigung einer Blickrichtung des Insassen durchführt oder nicht.

**[0174]** Es ist zu beachten, dass in der folgenden zweiten Ausführungsform davon ausgegangen wird, dass der Insasse wie in der ersten Ausführungsform ein Fahrer ist. Dies ist jedoch nur ein Beispiel, und die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung kann auch abschätzen, ob ein Insasse außer dem Fahrer eine Aufwachbemühungsbewegung ausführt, indem er seinen oder ihren Mund bewegt oder nicht.

**[0175]** Darüber hinaus wird die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform ähnlich wie die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform an einem Fahrzeug angebracht. Darüber hinaus ist die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform ähnlich wie die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform mit einer am Fahrzeug montierten Kamera verbunden.

**[0176]** Fig. 5 ist ein Diagramm, das ein Konfigurationsbeispiel einer Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1a gemäß der zweiten Ausführungsform zeigt.

**[0177]** In der Konfiguration der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1a gemäß der zweiten Ausführungsform sind die gleichen Komponenten wie die der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1, die unter Bezugnahme auf **Fig. 1** in der ersten Ausführungsform beschrieben ist, mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet, und eine redundante Beschreibung wird weggelassen.

**[0178]** Es ist zu beachten, dass, ähnlich wie bei der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 gemäß der ersten Ausführungsform, die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1a nicht notwendigerweise eine Gesichtserkennungseinheit 102, eine Maskenerkennungseinheit 103, eine Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand-Schätzereinheit 107, und eine Ausgabeinheit 108 umfasst.

**[0179]** Die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1a gemäß der zweiten Ausführungsform unterscheidet sich von der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 gemäß der ersten Ausführungsform dadurch, dass die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1a eine Blickrichtung-Erkennungseinheit 109 und eine Abstandskorrekturereinheit 110 umfasst.

**[0180]** Die Blickrichtung-Erkennungseinheit 109 erkennt eine Blickrichtung eines Fahrers auf der Grundlage des Aufnahmebildes, das von einer Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 erfasst wird.

**[0181]** Genauer gesagt, die Blickrichtung-Erkennungseinheit 109 erkennt die Blickrichtung des Fahrers auf der Grundlage eines aufgenommenen Bildes mit einem Gesichtsmerkmalpunkt, dem ein Merkmalspunkt des Gesichts des Fahrers, der von der Gesichtserkennungseinheit 102 auf der Grundlage des Aufnahmebildes, das von der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 erfasst wurde, erkannt wurde, zugeordnet ist.

**[0182]** In der zweiten Ausführungsform gibt die Gesichtserkennungseinheit 102 das aufgenommene Bild mit einem Gesichtsmerkmalpunkt an die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 und die Blickrichtung-Erkennungseinheit 109 aus.

**[0183]** Es ist zu beachten, dass beispielsweise in einem Fall, in dem die Gesichtserkennungseinheit 102 in einer Kamera 2 umfasst ist, die Gesichtsrichtungs-Erfassungseinheit 109 nur das Aufnahmebild mit einem Gesichtsmerkmalpunkt von der Kamera 2 über die Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 erfassen muss.

**[0184]** Beispielsweise erkennt die Blickrichtung-Erkennungseinheit 109 die Blickrichtung des Fahrers unter Verwendung eines Gesichtsrichtungsdetektors, der im Voraus als Trainingsdaten Daten gelernt hat, die dadurch erhalten wurden, dass die Blickrichtung des Fahrers als Lehrermarke einer großen Menge von Gesichtsbilddaten zugewiesen wurde, die durch die Aufnahme von Gesichtern in verschiedenen Richtungen erhalten wurden.

**[0185]** Die Blickrichtung-Erkennungseinheit 109 erhält die Richtung des Fahrergesichts durch Eingabe des aufgenommenen Bildes mit einem Gesichtsmerkmalpunkt in den Gesichtsrichtungsdetektor.

**[0186]** Beispielsweise kann die Blickrichtung-Erkennungseinheit 109 die Blickrichtung des Fahrers erhalten, indem ein Aufnahmebild von der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 erfasst wird und das aufgenommene Bild in einen Gesichtsrichtungsdetektor eingegeben wird.

**[0187]** Darüber hinaus kann die Blickrichtung-Erkennungseinheit 109 beispielsweise die Blickrichtung des Fahrers anhand einer Änderung der Position eines Merkmalspunkts des Gesichts des Fahrers in dem aufgenommenen Bild mit dem Gesichtsmerkmalpunkt erkennen. Die Blickrichtung-Erkennungseinheit 109 muss lediglich die Blickrichtung des Fahrers auf der Grundlage des aufgenommenen Bildes mit dem Gesichtsmerkmalpunkt durch verschiedene bekannte Verfahren erkennen.

**[0188]** In der zweiten Ausführungsform wird angenommen, dass die Blickrichtung des Fahrers eine vertikale Richtung des Fahrers in einem realen Raum ist, mit anderen Worten, eine Gesichtsrichtung in einer Neigungsrichtung. Die Richtung des Fahrergesichts wird beispielsweise durch einen Neigungswinkel dargestellt.

**[0189]** Beispielsweise ist in der zweiten Ausführungsform die Blickrichtung des Fahrers in einem Fall, in dem das Gesicht des Fahrers direkt vor die Kamera 2 gerichtet ist, als 0 Grad definiert, die Blickrichtung des Fahrers ist positiv, wenn das Gesicht des Fahrers nach oben gerichtet ist, und die Blickrichtung des Fahrers ist negativ, wenn das Gesicht des Fahrers nach unten gerichtet ist.

**[0190]** Es ist zu beachten, dass dies lediglich ein Beispiel ist, und beispielsweise in einem Fall, in dem die Blickrichtung des Fahrers in der Neigungsrichtung, wenn der Fahrer in Richtung der Windschutzscheibe blickt, in der PMS-Spezifikation als 0 Grad definiert ist, definiert die Blickrichtung-Erkennungseinheit 109 die Blickrichtung des Fahrers in einem Fall, in dem das Gesicht des Fahrers direkt vor die Windschutzscheibe gerichtet ist, als 0 Grad und berücksichtigt einen Versatzwert, der auf einem Höhenunterschied zwischen der Position eines Punktes der Windschutzscheibe, der sich vor dem Gesicht des Fahrers befindet, und der Position, an der die Kamera 2 angeordnet ist, basiert.

**[0191]** Die Blickrichtung-Erkennungseinheit 109 gibt Informationen bezüglich der erkannten Blickrichtung des Fahrers an die Abstandskorrektureinheit 110 aus.

**[0192]** Die Abstandskorrektureinheit 110 korrigiert den von der Abstandsberechnungseinheit 105 berechneten Bezugspunktabstand auf der Grundlage der von der Gesichtsrichtung-Erkennungseinheit 109 erkannten Blickrichtung des Fahrers.

**[0193]** In der zweiten Ausführungsform gibt die Abstandsberechnungseinheit 105 die Referenzpunktabstandsdaten an die Abstandskorrektureinheit 110 aus.

**[0194]** Beispielsweise korrigiert die Abstandskorrektureinheit 110 den Bezugspunktabstand in einem Fall, in dem die von der Blickrichtung-Erkennungseinheit 109 erkannte Blickrichtung des Fahrers nicht die Vorderseite ist, und korrigiert den Bezugspunktabstand nicht in einem Fall, in dem die von der Blickrichtung-Erkennungseinheit 109 erkannte Blickrichtung des Fahrers die Vorderseite ist. Der Zustand, in dem die Blickrichtung des Fahrers die Vorderseite ist, ist beispielsweise ein Zustand, in dem die Blickrichtung des Fahrers, die von der Gesichtsrichtung-Erkennungseinheit 109 erkannt wird, innerhalb eines Bereichs von -5 Grad bis 5 Grad liegt.

**[0195]** Die Abstandskorrektureinheit 110 korrigiert den Bezugspunktabstand beispielsweise nach folgender Formel (1):  $\delta = \text{Blickrichtung des Fahrers}$ .

Korrigierter Bezugspunktabstand = Bezugspunktabstand vor ... (Formel 1)  
der Korrektur  $\times \cos \theta$

**[0196]** Es ist zu beachten, dass die Abstandskorrektureinheit 110 die Bezugspunktabstände in allen Mustern auf der Grundlage der von der Blickrichtung-Erkennungseinheit 109 erkannten Blickrichtung des Fahrers korrigiert.

**[0197]** Die Abstandskorrektureinheit 110 aktualisiert den Bezugspunktabstand auf den korrigierten Bezugspunktabstand in den von der Abstandsberechnungseinheit 105 ausgegebenen Bezugspunktabstandsdaten und gibt die Bezugspunktabstandsdaten bezüglich des aktualisierten Bezugspunktabstands an die Bewegungsschätzeinheit 106 aus. In einem Fall, in dem die Abstandskorrektureinheit 110 den Bezugspunktabstand nicht korrigiert hat, gibt die Abstandskorrektureinheit 110 die von der Abstandsberechnungseinheit 105 ausgegebene Referenzpunktabstandsdaten an die Bewegungsschätzeinheit 106 aus.

**[0198]** In der zweiten Ausführungsform schätzt die Bewegungsschätzeinheit 106 auf der Grundlage der von der Abstandskorrektureinheit 110 ausgegebenen Referenzpunktabstandsdaten, ob der Fahrer die Aufwachbemühungsbewegung durchführt oder nicht, je nachdem, ob der von der Abstandsberechnungseinheit 105 berechnete Bezugspunktabstand die Aufwachbemühungsschätzbedingung erfüllt oder nicht. Wenn der von der Abstandsberechnungseinheit 105 berechnete Bezugspunktabstand von der Abstandskorrektureinheit 110 korrigiert worden ist, schätzt die Bewegungsschätzeinheit 106, ob der Fahrer die Aufwachbemühungsbewegung durchführt oder nicht, je nachdem, ob der korrigierte Bezugspunktabstand die Aufwachbemühungsschätzbedingung erfüllt oder nicht.

**[0199]** Es wird ein Betrieb der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1a gemäß der zweiten Ausführungsform beschrieben.

**[0200]** Fig. 6 ist ein Flussdiagramm zum Beschreiben des Betriebs der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1a gemäß der zweiten Ausführungsform.

**[0201]** Die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1a wiederholt den im Flussdiagramm von **Fig. 6** dargestellten Vorgang beispielsweise vom Einschalten des Motors eines Fahrzeugs 3 bis zum Abschalten des Motors.

**[0202]** Da die spezifischen Vorgänge in den Schritten ST11, ST12, ST14 bis ST16, ST18 und ST20 in **Fig. 6** denen in den Schritten ST1 bis ST8 in **Fig. 3**, die in der ersten Ausführungsform beschrieben sind, ähnlich sind, wird auf eine redundante Beschreibung verzichtet.

**[0203]** Die Blickrichtung-Erkennungseinheit 109 erkennt die Blickrichtung des Fahrers auf der Grundlage des Aufnahmebildes, das von der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 in Schritt ST11 erfasst wird.

**[0204]** Genauer gesagt, die Blickrichtung-Erkennungseinheit 109 erkennt die Blickrichtung des Fahrers auf der Grundlage eines aufgenommenen Bildes mit einem Gesichtsmarkmalpunkt, dem ein Merkmalspunkt des Gesichts des Fahrers, der von der Gesichtserkennungseinheit 102 auf der Grundlage des Aufnahmebildes, das von der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 in Schritt ST12 erfasst wurde, erkannt wurde, übermittelt wird (Schritt ST13).

**[0205]** Die Blickrichtung-Erkennungseinheit 109 gibt Informationen bezüglich der erkannten Blickrichtung des Fahrers an die Abstandskorrekturereinheit 110 aus.

**[0206]** Die Abstandskorrekturereinheit 110 korrigiert den von der Abstandsberechnungseinheit 105 in Schritt ST16 berechneten Bezugspunktabstand auf der Grundlage der von der Gesichtsrichtung-Erkennungseinheit 109 in Schritt ST13 erkannten Blickrichtung des Fahrers (Schritt ST17).

**[0207]** Die Abstandskorrekturereinheit 110 aktualisiert den Bezugspunktabstand auf den korrigierten Bezugspunktabstand in den von der Abstandsberechnungseinheit 105 ausgegebenen Bezugspunktabstandsinformationen und gibt die Bezugspunktabstandsinformationen bezüglich des aktualisierten Bezugspunktabstands an die Bewegungsschätzeinheit 106 aus.

**[0208]** Es ist zu beachten, dass in einem Fall, in dem die Abstandskorrekturereinheit 110 den Bezugspunktabstand nicht korrigiert hat, die Abstandskorrekturereinheit 110 die von der Abstandsberechnungseinheit 105 ausgegebene Bezugspunktabstandsinformation an die Bewegungsschätzeinheit 106 ausgibt.

**[0209]** Auf der Grundlage der von der Abstandskorrekturereinheit 110 in Schritt ST17 ausgegebenen Bezugspunktabstandsinformation schätzt die Bewegungsschätzeinheit 106, ob der Fahrer die Aufwachbemühungsbewegung durchführt oder nicht, abhängig davon, ob der von der Abstandskorrekturereinheit 105 in Schritt ST16 berechnete Bezugspunktabstand die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzbedingung erfüllt oder nicht (Schritt ST18).

**[0210]** Es ist zu beachten, dass im Flussdiagramm von **Fig. 6** die Verarbeitung in der Reihenfolge von Schritt ST12, Schritt ST13 und Schritt ST14 durchgeführt wird, aber dies ist lediglich ein Beispiel, und die Reihenfolge der Verarbeitung der Schritte ST12 und ST13 und der Verarbeitung von Schritt ST14 kann umgekehrt sein. Darüber hinaus können die Verarbeitung der Schritte ST12 und ST13 und die Verarbeitung von Schritt ST14 parallel erfolgen.

**[0211]** Darüber hinaus kann in der zweiten Ausführungsform in einem Fall, in dem die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1a die Gesichtserkennungseinheit 102 und die Maskenerkennungseinheit 103 nicht umfasst, die Verarbeitung der Schritte ST12 und ST14 für den oben beschriebenen Betrieb der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1a weggelassen werden.

**[0212]** Darüber hinaus kann in der zweiten Ausführungsform in einem Fall, in dem die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1a die Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand-Schätzeinheit 107 und die Ausgabeinheit 108 nicht umfasst, die Verarbeitung der Schritte ST19 und ST20 für den Betrieb der oben beschriebenen Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1a weggelassen werden.

**[0213]** Wenn sich beispielsweise die Blickrichtung des Fahrers in der vertikalen Richtung, d.h. in der Nickrichtung, ändert, ändert sich der Bezugspunktabstand auf dem aufgenommenen Bild auch dann, wenn sich der Mund des Fahrers nicht bewegt. Wenn sich der Bezugspunktabstand ändert, geht die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 gemäß der ersten Ausführungsform davon aus, dass der Fahrer seinen

Mund bewegt, und schätzt anhand des Bezugspunktabstands, ob der Fahrer die Aufwachbemühungsbewegung durch Bewegen seines oder ihres Mundes ausführt oder nicht.

**[0214]** Währenddessen korrigiert die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1a gemäß der zweiten Ausführungsform, wie oben beschrieben, in einem Fall, in dem sich die Blickrichtung des Fahrers in vertikaler Richtung ändert, den Bezugspunktabstand als Reaktion auf die Änderung und schätzt auf der Grundlage des korrigierten Bezugspunktabstands, ob der Fahrer die Aufwachbemühungsbewegung ausführt oder nicht. Infolgedessen kann die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1a die fehlerhafte Schätzung, ob der Fahrer die Aufwachbemühungsbewegung durchführt oder nicht, reduzieren und die Schätzgenauigkeit, ob der Fahrer die Aufwachbemühungsbewegung durchführt oder nicht, im Vergleich zu einem Fall, in dem die Blickrichtung des Fahrers nicht berücksichtigt wird, verbessern.

**[0215]** Da eine Hardware-Konfiguration der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1a gemäß der zweiten Ausführungsform der Hardware-Konfiguration der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 ähnlich ist, die unter Bezugnahme auf die **Fig. 4A** und **4B** in der ersten Ausführungsform beschrieben ist, wird deren Beschreibung weggelassen.

**[0216]** In der zweiten Ausführungsform werden die Funktionen der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101, der Gesichtserkennungseinheit 102, der Maskenerkennungseinheit 103, der Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104, der Abstandsberechnungseinheit 105, der Bewegungsschätzungseinheit 106, der Wachsamkeitsniveau-Abnahmestand-Schätzereinheit 107, der Ausgabeinheit 108, der Wachsamkeitsniveau-Abnahmestand-Schätzereinheit 109 und der Wachniveau-Abschätzungseinheit 110 durch die Verarbeitungsschaltung 401 implementiert. Das heißt, die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1a umfasst die Verarbeitungsschaltung 401 zum Durchführen einer Steuerung, um zu schätzen, ob ein Insasse, der eine Maske trägt, eine Aufwachbemühungsbewegung durch Bewegen seines oder ihres Mundes durchführt oder nicht, unter Berücksichtigung einer Blickrichtung des Insassen auf der Grundlage des Aufnahmebildes, das von der Kamera 2 erfasst wird.

**[0217]** Die Verarbeitungsschaltung 401 führt die Funktionen der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101, der Gesichtserkennungseinheit 102, der Maskenerkennungseinheit 103, der Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104, der Abstandsberechnungseinheit 105, der Bewegungsschätzungseinheit 106, der Wachsamkeitsniveau-Abnahmestand-Schätzereinheit 107, der Ausgabeinheit 108, der Wachsamkeitsniveau-Abnahmestand-Schätzereinheit 109 und der Wachskorrekturereinheit 110 aus, indem sie ein in dem Speicher 405 gespeichertes Programm liest und ausführt. Das heißt, die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1a umfasst den Speicher 405 zum Speichern eines Programms, das bewirkt, dass die in **Fig. 6** dargestellten Schritte ST11 bis ST20 als ein Ergebnis ausgeführt werden, wenn das Programm von der Verarbeitungsschaltung 401 ausgeführt wird. Darüber hinaus kann gesagt werden, dass das in dem Speicher 405 gespeicherte Programm einen Computer veranlasst, Prozeduren oder Methoden auszuführen, die von der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101, der Gesichtserkennungseinheit 102, der Maskenerkennungseinheit 103, der Referenzpunkt-Erkennungseinheit 104, der Abstandsberechnungseinheit 105, der Bewegungsschätzungseinheit 106, der Wachsamkeitsniveau-Abnahmestand-Schätzereinheit 107, der Ausgabeinheit 108, der Blickrichtung-Erkennungseinheit 109 und der Abstandskorrekturereinheit 110 ausgeführt werden.

**[0218]** Die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1a umfasst die Eingabeschnittstellenvorrichtung 402 und die Ausgabeschnittstellenvorrichtung 403, die eine drahtgebundene oder drahtlose Kommunikation mit einer Vorrichtung, beispielsweise der Kamera 2, durchführen.

**[0219]** In der oben beschriebenen zweiten Ausführungsform ist die Wachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1a eine fahrzeuginterne Vorrichtung, die an dem Fahrzeug 3 angebracht ist, und die Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101, die Gesichtserkennungseinheit 102, die Maskenerkennungseinheit 103, die Referenzpunkt-Erkennungseinheit 104, die Abstandsberechnungseinheit 105, die Bewegungsschätzungseinheit 106, die Wachsamkeitsniveau-Abnahmestand-Schätzereinheit 107, die Ausgabeinheit 108, die Blickrichtung-Erkennungseinheit 109 und die Abstandskorrekturereinheit 110 sind in der Wachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1a enthalten.

**[0220]** Dies ist nicht darauf beschränkt, und einige der Aufnahmebild-Aufnahmeeinheit 101, der Gesichtserkennungseinheit 102, der Maskenerkennungseinheit 103, der Referenzpunkt-Erkennungseinheit 104, der Abstandsberechnungseinheit 105, der Bewegungsschätzungseinheit 106, der Wachsamkeitsniveau-Abnahmestand-Schätzereinheit 107, der Ausgabeinheit 108, der Blickrichtung-Erkennungseinheit 109 und der Abstandskorrekturereinheit 110 können an einer fahrzeuginternen Vorrichtung eines Fahrzeugs angebracht

sein, und die anderen können in einem Server enthalten sein, der über ein Netzwerk mit der fahrzeuginternen Vorrichtung verbunden ist. Auf diese Weise können die fahrzeugseitige Vorrichtung und der Server ein System zur Aufwachbemühungsbewegung bilden.

**[0221]** Darüber hinaus können die gesamte Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101, die Gesichtserkennungseinheit 102, die Maskenerkennungseinheit 103, die Referenzpunkt-Erkennungseinheit 104, die Abstandsberechnungseinheit 105, die Bewegungsschätzungseinheit 106, die Wachsamkeitsniveau-Abnahmestand-Schätzungseinheit 107, die Ausgabereinheit 108, die Wachsamkeitsniveau-Abschätzungseinheit 109 und die Wachniveau-Korrekturereinheit 110 in dem Server umfasst sein.

**[0222]** Wie oben beschrieben, umfasst die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1a gemäß der zweiten Ausführungsform: die Blickrichtung-Erkennungseinheit 109, die eine Blickrichtung eines Insassen auf der Basis eines Aufnahmebildes erkennt, das von der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 erfasst wird; und die Abstandskorrekturereinheit 110, die einen von der Abstandsberechnungseinheit 105 berechneten Bezugspunkt-Abstand auf der Grundlage der von der Blickrichtung-Erkennungseinheit 109 erkannten Blickrichtung des Insassen korrigiert, wobei die Bewegungsschätzungseinheit 106 schätzt, ob der Insasse eine Aufwachbemühungsbewegung durch Bewegen seines oder ihres Mundes durchführt oder nicht, je nachdem, ob der von der Abstandskorrekturereinheit 110 korrigierte Bezugspunkt-Abstand die Aufwachbemühung-Schätzbedingung erfüllt oder nicht. Daher kann die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1a schätzen, dass ein Insasse eine Aufwachbemühungsbewegung ausführt, indem er seinen Mund unter Berücksichtigung einer Blickrichtung des Insassen bewegt.

#### Dritte Ausführungsform.

**[0223]** In der ersten Ausführungsform berücksichtigt die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung nicht die Größe einer Maske (im Folgenden als „Maskengröße“ bezeichnet), die von einem Insassen in dem Fahrzeug getragen wird, wenn sie schätzt, ob der Insasse eine Aufwachbemühungsbewegung durch Bewegen seines oder ihres Mundes ausführt oder nicht.

**[0224]** In einer dritten Ausführungsform wird eine Ausführungsform beschrieben, bei der eine Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung unter Berücksichtigung einer von dem Insassen getragenen Maskengröße schätzt, ob ein Insasse eine Aufwachbemühungsbewegung durch Bewegen seines oder ihres Mundes ausführt oder nicht.

**[0225]** Es ist zu beachten, dass in der folgenden dritten Ausführungsform davon ausgegangen wird, dass der Insasse ein Fahrer ist, wie in der ersten Ausführungsform. Dies ist jedoch nur ein Beispiel, und die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung kann auch abschätzen, ob ein Insasse außer dem Fahrer eine Aufwachbemühungsbewegung durch Bewegen seines oder ihres Mundes durchführt oder nicht.

**[0226]** Darüber hinaus wird die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung gemäß der dritten Ausführungsform ähnlich wie die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform an einem Fahrzeug angebracht. Darüber hinaus ist die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung gemäß der dritten Ausführungsform ähnlich wie die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform mit einer am Fahrzeug montierten Kamera verbunden.

**[0227]** Fig. 7 ist ein Diagramm, das ein Konfigurationsbeispiel einer Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1b gemäß der dritten Ausführungsform zeigt.

**[0228]** In der Konfiguration der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1b gemäß der dritten Ausführungsform sind die gleichen Komponenten wie die der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1, die unter Bezugnahme auf Fig. 1 in der ersten Ausführungsform beschrieben ist, mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet, und eine redundante Beschreibung wird weggelassen.

**[0229]** Es ist zu beachten, dass die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1b, ähnlich wie die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 gemäß der ersten Ausführungsform, nicht notwendigerweise eine Gesichtserkennungseinheit 102, eine Maskenerkennungseinheit 103, eine Wachniveau-Abnahmestand-Schätzungseinheit 107 und eine Ausgabereinheit 108 umfasst.

**[0230]** Die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1b gemäß der dritten Ausführungsform unterscheidet sich von der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 gemäß der ersten Ausführungs-

form dadurch, dass die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1b eine Maskengrößen-Erkennungseinheit 111 und eine Einstellungsseinheit 112 umfasst.

**[0231]** Die Maskengrößen-Erkennungseinheit 111 erkennt eine von einem Fahrer getragene Maskengröße. Insbesondere erkennt die Maskengrößen-Erkennungseinheit 111 als die Maskengröße die Größe einer vom Fahrer getragenen Maske in einer Längsrichtung von einem obersten Punkt eines oberen Endes der Maske und einem untersten Punkt eines unteren Endes der Maske auf der Grundlage eines aufgenommenen Bildes nach der Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104. Es ist zu beachten, dass in der dritten Ausführungsform die von der Maskengrößen-Erkennungseinheit 111 erkannte Maskengröße die Maskengröße in einem aufgenommenen Bild ist.

**[0232]** Nachdem beispielsweise die Kamera 2 aktiviert ist, mit anderen Worten, nachdem die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1b aktiviert ist und die Erfassungseinheit 101 beginnt, ein erfasstes Bild von der Kamera 2 zu erfassen, berechnet die Maskengrößen-Erfassungseinheit 111 eine Maskengröße auf der Grundlage des aufgenommenen Bildes nach der Referenzpunkt-Schätzvorrichtung in Einheiten von Bildern für die ersten paar Minuten (beispielsweise eine Minute) und erkennt einen Moduswert, einen Medianwert oder einen Durchschnittswert der erkannten Maskengrößen als die Maskengröße. Beispielsweise speichert die Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 das Aufnahmebild nach der Bezugspunkt-Vermittlung in einer Speichereinheit, und die Maskengrößen-Erkennungseinheit 111 bezieht sich auf die Speichereinheit und erfasst das Aufnahmebild nach der Bezugspunkt-Vermittlung für die ersten paar Minuten nach Aktivierung der Kamera 2.

**[0233]** Darüber hinaus kann die Maskengrößen-Erkennungseinheit 111 beispielsweise die Maskengröße auf der Grundlage eines aufgenommenen Bildes nach der Vermittlung des Bezugspunktes eines bestimmten Einzelbildes erkennen.

**[0234]** Die Maskengrößen-Erkennungseinheit 111 gibt Informationen über die erkannte Maskengröße an die Einstellereinheit 112 aus.

**[0235]** Die Einstellereinheit 112 berechnet die Größe des Gesichts des Fahrers aus einem Merkmalspunkt des Gesichts des Fahrers auf der Grundlage des Aufnahmebildes, das von der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 erfasst wird, und stellt einen Gähnbestimmungsschwellenwert auf der Grundlage der berechneten Größe des Gesichts des Fahrers und der von der Maskengrößen-Erkennungseinheit 111 erkannten Maskengröße ein.

**[0236]** In der dritten Ausführungsform sind die spezifischen Inhalte der Aufwachbemühung-Schätzbedingung <Bedingung 1> bis <Bedingung 5> der Aufwachbemühung-Schätzbedingung, die in der ersten Ausführungsform beschrieben ist. In diesem Fall ist der Gähnbestimmungsschwellenwert der Abstandsbestimmungsschwellenwert von <Bedingung 1> der in der ersten Ausführungsform beschriebenen Aufwachbemühung-Schätzbedingung.

**[0237]** Beispielsweise stellt die Einstellereinheit 112 den Entfernungsbestimmungsschwellenwert nach dem folgenden Verfahren ein.

**[0238]** Zunächst berechnet die Anpassungseinheit 112 eine für die Größe des Gesichts des Fahrers geeignete Maskengröße (im Folgenden als „optimale Maskengröße“ bezeichnet) auf der Grundlage des aufgenommenen Bildes nach der Vermittlung des Bezugspunktes. Es ist zu beachten, dass die Anpassungseinheit 112 das Aufnahmebild nach der Vermittlung des Bezugspunktes nur über die Maskengrößen-Erkennungseinheit 111 aufnehmen muss.

**[0239]** Beispielsweise berechnet die Einstellereinheit 112 die Größe des Gesichts des Fahrers und definiert einen Wert, der sich aus der Multiplikation der berechneten Größe des Gesichts des Fahrers mit einem vorgegebenen Wert ergibt (im Folgenden als „Berechnungswert der optimalen Größe“ bezeichnet), als optimale Maskengröße des Fahrers. Der Wert für die Berechnung der optimalen Größe ist beispielsweise „0,5“. Die Berechnungseinheit 112 berechnet die Größe des Gesichts des Fahrers ausgehend von einem Merkmalspunkt des Gesichts des Fahrers auf der Grundlage des aufgenommenen Bildes nach der Vermittlung des Bezugspunktes. Konkret berechnet die Anpassungseinheit 112 beispielsweise die Größe des Gesichts des Fahrers anhand eines Merkmalspunktes, der die Oberseite des Kopfes des Fahrers angibt, und eines Merkmalspunktes, der den Kiefer angibt. Beispielsweise kann die Anpassungseinheit 112 einen Abstand von einem Merkmalspunkt, der den untersten Teil des Auges des Fahrers angibt, zu einem Merkmalspunkt, der

den Kiefer angibt, als Größe des FahrerGesichts berechnen. Es ist zu beachten, dass davon ausgegangen wird, dass der Merkmalspunkt, der den untersten Abschnitt des Auges des Fahrers anzeigt, von der Gesichtserkennungseinheit 102 erkannt wurde.

**[0240]** Nach der Berechnung der optimalen Maskengröße des Fahrers berechnet die Anpassungseinheit 112 einen angepassten Gähnbestimmungsschwellenwert, indem sie beispielsweise die folgende (Formel 2) verwendet.

$$\text{Angepasster Gähnbestimmungsschwellenwert} = \frac{\text{Gähnbestimmungsschwellenwert} \times \text{Optimale Maskengröße/Ist} - \text{Maskengröße}}{\text{Maskengröße}} \quad (\text{Formel 2})$$

**[0241]** In (Formel 2) ist die tatsächliche Maskengröße eine Maskengröße, die von der Maskengrößen-Erkennungseinheit 111 erkannt wird.

**[0242]** Die Anpassungseinheit 112 gibt den berechneten angepassten Gähnbestimmungsschwellenwert an die Bewegungsschätzeinheit 106 aus.

**[0243]** In der dritten Ausführungsform schätzt die Bewegungsschätzeinheit 106, ob der Fahrer eine Aufwachbemühungsbewegung durchführt oder nicht, indem sie den Gähnbestimmungsschwellenwert zum Schätzen, dass der Fahrer die Aufwachbemühungsbewegung durchführt, der in der Aufwachbemühungsschätzbedingung eingestellt ist, als den von der Anpassungseinheit 112 angepassten Gähnbestimmungsschwellenwert verwendet.

**[0244]** Ein Betrieb der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1b gemäß der dritten Ausführungsform wird beschrieben.

**[0245]** Fig. 8 ist ein Flussdiagramm zum Beschreiben des Betriebs der Aufwachbemühungsbewegungsschätzvorrichtung 1b gemäß der dritten Ausführungsform.

**[0246]** Die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1b wiederholt den im Flussdiagramm von Fig. 8 dargestellten Vorgang, beispielsweise vom Einschalten des Motors eines Fahrzeugs 3 bis zum Ausschalten des Motors.

**[0247]** Da die spezifischen Vorgänge in den Schritten ST111 bis ST114, ST117, ST119 und ST120 in Fig. 8 denen in den Schritten ST1 bis ST5, ST7 und ST8 in Fig. 3, die in der ersten Ausführungsform beschrieben sind, ähnlich sind, wird auf eine redundante Beschreibung verzichtet.

**[0248]** Die Maskengrößen-Erkennungseinheit 111 erkennt eine von einem Fahrer getragene Maskengröße. Insbesondere erkennt die Maskengrößen-Erkennungseinheit 111 als die Maskengröße die Größe einer Maske, die von dem Fahrer in einer Längsrichtung von einem obersten Punkt eines oberen Endes der Maske und einem untersten Punkt eines unteren Endes der Maske auf der Grundlage eines aufgenommenen Bildes nach einer Bezugspunkt-Ermittlung, die von der Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104 in Schritt ST114 (Schritt ST115) ausgegeben wird.

**[0249]** Die Maskengrößen-Erkennungseinheit 111 gibt Informationen über die erkannte Maskengröße an die Einstelleinheit 112 aus.

**[0250]** Die Einstelleinheit 112 berechnet die Größe des Gesichts des Fahrers aus einem Merkmalspunkt des Gesichts des Fahrers auf der Grundlage des Aufnahmebildes, das von der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 in Schritt ST111 erfasst wird, und stellt einen Gähnbestimmungsschwellenwert auf der Grundlage der berechneten Größe des Gesichts des Fahrers und der Maskengröße ein, die von der Maskengrößen-Erkennungseinheit 111 erkannt wird (Schritt ST116).

**[0251]** Die Anpassungseinheit 112 gibt den berechneten angepassten Gähnbestimmungsschwellenwert an die Bewegungsschätzeinheit 106 aus.

**[0252]** In Schritt ST118 schätzt die Bewegungsschätzeinheit 106, ob der Fahrer eine Aufwachbemühungsbewegung ausführt oder nicht, indem sie einen Gähnbestimmungsschwellenwert zum Schätzen, dass der Fahrer die Aufwachbemühungsbewegung durch Gähnen ausführt, der in der Aufwachbemühungsschätzbedin-

gung eingestellt ist, als den Gähnbestimmungsschwellenwert verwendet, der von der Anpassungseinheit 112 in Schritt ST116 angepasst wurde.

**[0253]** Es ist zu beachten, dass in dem Flussdiagramm von **Fig. 8** die Verarbeitung in der Reihenfolge von Schritt ST112 und Schritt ST113 durchgeführt wird, aber dies ist lediglich ein Beispiel, und die Reihenfolge der Verarbeitung von Schritt ST112 und der Verarbeitung von Schritt ST113 kann umgekehrt werden. Außerdem können die Verarbeitung von Schritt ST112 und die Verarbeitung von Schritt ST113 parallel durchgeführt werden.

**[0254]** Im Flussdiagramm von **Fig. 8** wird die Verarbeitung von Schritt ST116 vor der Verarbeitung von Schritt ST117 durchgeführt, aber dies ist lediglich ein Beispiel, und die Verarbeitung von Schritt ST116 muss nur durchgeführt werden, bevor die Verarbeitung von Schritt ST118 durchgeführt wird.

**[0255]** Zusätzlich kann in der dritten Ausführungsform in einem Fall, in dem die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1b nicht die Gesichtserkennungseinheit 102 und die Maskenerkennungseinheit 103 umfasst, die Verarbeitung der Schritte ST112 und ST113 für den oben beschriebenen Betrieb der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1b ausgelassen werden.

**[0256]** Darüber hinaus kann in der dritten Ausführungsform in einem Fall, in dem die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1b nicht die Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand-Schätzeinheit 107 und die Ausgabeeinheit 108 umfasst, die Verarbeitung der Schritte ST119 und ST120 für den Betrieb der oben beschriebenen Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1b weggelassen werden.

**[0257]** Beispielsweise ist in einem Fall, in dem die Größe der Maske größer ist als die Größe des Gesichts des Fahrers, die Bewegungsmenge der Maske, wenn der Fahrer seinen Mund bewegt, kleiner als in einem Fall, in dem der Fahrer eine Maske trägt, die der Größe seines Gesichts entspricht. Wenn die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1b schätzt, ob der Fahrer die Aufwachbemühungsbewegung durchführt oder nicht, ohne die Maskengröße zu berücksichtigen, besteht daher die Möglichkeit, dass die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1b nicht genau schätzen kann, dass der Fahrer die Aufwachbemühungsbewegung durchführt.

**[0258]** In der Zwischenzeit erkennt die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1b gemäß der dritten Ausführungsform die vom Fahrer getragene Maskengröße und passt den Gähnbestimmungsschwellenwert in der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzbedingung zum Schätzen der Aufwachbemühungsbewegung durch Gähnen des Fahrers auf der Grundlage der Gesichtsgröße des Fahrers und der Maskengröße an. Dann schätzt die Aufwachbemühung-Schätzvorrichtung 1b, ob der Fahrer die Aufwachbemühung-Schätzbedingung ausführt oder nicht, indem sie den in der Aufwachbemühung-Schätzbedingung festgelegten Gähnbestimmungsschwellenwert als den angepassten Gähnbestimmungsschwellenwert verwendet.

**[0259]** Infolgedessen kann die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1b die fehlerhafte Schätzung, ob der Fahrer die Aufwachbemühungsbewegung ausführt oder nicht, reduzieren und die Schätzgenauigkeit im Vergleich zu einem Fall verbessern, in dem die vom Fahrer getragene Maskengröße nicht berücksichtigt wird.

**[0260]** Da eine Hardwarekonfiguration der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1b gemäß der dritten Ausführungsform der Hardwarekonfiguration der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 ähnlich ist, die unter Bezugnahme auf die **Fig. 4A** und **4B** in der ersten Ausführungsform beschrieben ist, wird deren Beschreibung weggelassen.

**[0261]** In der dritten Ausführungsform werden die Funktionen der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101, der Gesichtserkennungseinheit 102, der Maskenerkennungseinheit 103, der Referenzpunkt-Erkennungseinheit 104, der Abstandsberechnungseinheit 105, der Bewegungsschätzungseinheit 106, der Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand-Schätzeinheit 107, der Ausgabeeinheit 108, der Maskengrößen-Erkennungseinheit 111 und der Anpassungseinheit 112 durch die Verarbeitungsschaltung 401 implementiert. Das heißt, die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1b umfasst die Verarbeitungsschaltung 401 zur Durchführung einer Steuerung, um zu schätzen, ob ein Insasse eine Aufwachbemühungsbewegung durch Bewegen seines oder ihres Mundes durchführt oder nicht, unter Berücksichtigung einer Maskengröße des Insassen auf der Grundlage des Aufnahmebildes, das von der Kamera 2 erfasst wird.

**[0262]** Die Verarbeitungsschaltung 401 führt die Funktionen der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101, der Gesichtserkennungseinheit 102, der Maskenerkennungseinheit 103, der Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104, der Abstandsberechnungseinheit 105, der Bewegungsschätzungseinheit 106, der Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand-Schätzeinheit 107, der Ausgabeeinheit 108, der Maskengrößen-Erkennungseinheit 111 und der Einstellungseinheit 112 aus, indem sie ein im Speicher 405 gespeichertes Programm liest und ausführt. Das heißt, die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1b umfasst den Speicher 405 zum Speichern eines Programms, das bewirkt, dass die in **Fig. 8** dargestellten Schritte ST111 bis ST120 als ein Ergebnis ausgeführt werden, wenn das Programm von der Verarbeitungsschaltung 401 ausgeführt wird. Darüber hinaus kann gesagt werden, dass das in dem Speicher 405 gespeicherte Programm einen Computer veranlasst, Prozeduren oder Methoden auszuführen, die von der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101, der Gesichtserkennungseinheit 102, der Maskenerkennungseinheit 103, der Referenzpunkt-Erkennungseinheit 104, der Abstandsberechnungseinheit 105, der Bewegungsschätzungseinheit 106, der Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand-Schätzeinheit 107, der Ausgabeeinheit 108, der Maskengrößen-Erkennungseinheit 111 und der Anpassungseinheit 112 ausgeführt werden.

**[0263]** Die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1b umfasst die Eingabeschnittstellenvorrichtung 402 und die Ausgabeschnittstellenvorrichtung 403, die eine drahtgebundene oder drahtlose Kommunikation mit einer Vorrichtung, beispielsweise der Kamera 2, durchführen.

**[0264]** In der oben beschriebenen dritten Ausführungsform ist die Wachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1b eine fahrzeuginterne Vorrichtung, die an dem Fahrzeug 3 angebracht ist, und die Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101, die Gesichtserkennungseinheit 102, die Maskenerkennungseinheit 103, die Referenzpunkt-Erkennungseinheit 104, die Abstandsberechnungseinheit 105, die Bewegungsschätzeinheit 106, die Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand-Schätzeinheit 107, die Ausgabeeinheit 108, die Maskengrößen-Erkennungseinheit 111 und die Anpassungseinheit 112 sind in der Wachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1b enthalten.

**[0265]** Dies ist nicht darauf beschränkt, und einige der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101, der Gesichtserkennungseinheit 102, der Maskenerkennungseinheit 103, der Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104, der Abstandsberechnungseinheit 105, der Bewegungsschätzungseinheit 106, der Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand-Schätzeinheit 107, der Ausgabeeinheit 108, der Maskengröße-Erfassungseinheit 111 und der Anpassungseinheit 112 können an einer fahrzeuginternen Vorrichtung eines Fahrzeugs angebracht sein, und die anderen können in einem Server enthalten sein, der über ein Netzwerk mit der fahrzeuginternen Vorrichtung verbunden ist. Auf diese Weise können die fahrzeugeitige Vorrichtung und der Server ein System zur Schätzung der Aufwachbemühungsbewegung bilden.

**[0266]** Darüber hinaus können die gesamte Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101, die Gesichtserkennungseinheit 102, die Maskenerkennungseinheit 103, die Referenzpunkt-Erkennungseinheit 104, die Abstandsberechnungseinheit 105, die Bewegungsschätzungseinheit 106, die Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand-Schätzeinheit 107, die Ausgabeeinheit 108, die Maskengrößen-Erkennungseinheit 111 und die Anpassungseinheit 112 in dem Server erfasst sein.

**[0267]** Wie oben beschrieben, umfasst die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1b gemäß der dritten Ausführungsform: die Maskengrößen-Erkennungseinheit 111, die die Größe einer Maske auf der Grundlage eines Abstands zwischen einem Punkt eines oberen Endes der Maske und einem Punkt eines unteren Endes der Maske erkennt; und die Einstellungseinheit 112, die die Größe des Gesichts des Insassen aus einem Merkmalspunkt des Gesichts des Insassen auf der Grundlage eines Aufnahmebildes, das durch die Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 erfasst wird, berechnet und einen Gähnbestimmungsschwellenwert auf der Grundlage der berechneten Größe des Gesichts des Insassen und der Größe der Maske, die durch die Maskengrößen-Erfassungseinheit 111 erkannt wird, einstellt, wobei die Bewegungsschätzeinheit 106 schätzt, dass der Insasse eine Aufwachbemühungsbewegung ausführt, indem er seinen oder ihren Mund in einem Fall bewegt, in dem ein Zustand, in dem der Bezugspunktabstand gleich oder größer als der durch die Anpassungseinheit 112 eingestellte Gähnbestimmungsschwellenwert ist, für gleich oder länger als die erste Bestimmungszeit andauert, oder in einem Fall, in dem die periodische Änderung des Bezugspunktabstands für gleich oder länger als die zweite Bestimmungszeit und weniger als die dritte Bestimmungszeit andauert, länger als die zweite Bestimmungszeit. Daher kann die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1b schätzen, dass ein Insasse eine Aufwachbemühungsbewegung ausführt, indem er seinen Mund unter Berücksichtigung einer Maskengröße des Insassen bewegt.

## Vierte Ausführungsform.

**[0268]** In der ersten Ausführungsform wird anhand einer Bewegung einer Maske in einem aufgenommenen Bild geschätzt, ob ein Insasse eine Aufwachbemühungsbewegung durchführt oder nicht.

**[0269]** Die Maske bewegt sich jedoch auch, beispielsweise in einem Fall, in dem der Insasse eine falsche Position der Maske mit seiner Hand korrigiert, in einem Fall, in dem der Insasse seine Nase entblößt, indem er die Maske mit seiner Hand absenkt (ein Zustand, in dem die Nase nicht von der Maske bedeckt ist), oder in einem Fall, in dem der Insasse aufhört, seine Nase zu entblößen, indem er die Maske mit seiner Hand benutzt. Wird eine solche Bewegung zur Korrektur der Position der Maske mit der Hand vom Insassen ausgeführt, kann die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung die Aufwachbemühungsbewegung des Insassen falsch einschätzen.

**[0270]** In einer vierten Ausführungsform wird eine Ausführungsform beschrieben, bei der eine Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung eine fehlerhafte Schätzung der Aufwachbemühungsbewegung eines Insassen verhindert, wenn der Insasse eine Bewegung zur Korrektur der Position einer Maske mit seiner oder ihrer Hand durchführt.

**[0271]** Es ist zu beachten, dass in der folgenden vierten Ausführungsform davon ausgegangen wird, dass der Insasse ein Fahrer ist, wie in der ersten Ausführungsform. Dies ist jedoch nur ein Beispiel, und die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung kann auch abschätzen, ob ein Insasse außer dem Fahrer eine Aufwachbemühungsbewegung durch Bewegungen seines oder ihres Mundes durchführt oder nicht.

**[0272]** Darüber hinaus wird die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung gemäß der vierten Ausführungsform ähnlich wie die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform an einem Fahrzeug angebracht. Darüber hinaus ist die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung gemäß der vierten Ausführungsform ähnlich wie die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform mit einer an dem Fahrzeug montierten Kamera verbunden.

**[0273]** Fig. 9 ist ein Diagramm, das ein Konfigurationsbeispiel einer Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1c gemäß der vierten Ausführungsform zeigt.

**[0274]** In der Konfiguration der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1c gemäß der vierten Ausführungsform sind die gleichen Komponenten wie die der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1, die unter Bezugnahme auf Fig. 1 in der ersten Ausführungsform beschrieben ist, mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet, und eine redundante Beschreibung wird weggelassen.

**[0275]** Es ist zu beachten, dass, ähnlich wie bei der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 gemäß der ersten Ausführungsform, die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1c nicht notwendigerweise eine Gesichtserkennungseinheit 102, eine Maskenerkennungseinheit 103, eine Wachniveau-Abnahmezustand-Schätzeinheit 107 und eine Ausgabeeinheit 108 umfasst.

**[0276]** Die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1c gemäß der vierten Ausführungsform unterscheidet sich von der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1 gemäß der ersten Ausführungsform dadurch, dass die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1c eine Handerkennungseinheit 113 umfasst.

**[0277]** Auf der Grundlage eines Aufnahmebildes, das von einer Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 erfasst wird, erkennt die Handerkennungseinheit 113, ob die Hand eines Fahrers innerhalb eines Erkennungsbereichs des Gesichts des Fahrers (im Folgenden als „Gesichtserkennungsbereich“ bezeichnet) in dem Aufnahmebild vorhanden ist oder nicht.

**[0278]** In der vierten Ausführungsform ist der Gesichtserkennungsbereich ein Bereich, in dem angenommen wird, dass ein Gesicht auf dem aufgenommenen Bild erkannt wird. Beispielsweise ist der Gesichtserkennungsbereich ein Bereich, in dem ein Raum nahe der Vorderseite einer Kopfstütze im aufgenommenen Bild abgebildet ist. Der Bereich, in dem das Gesicht erkannt wird, wird im Voraus festgelegt, abhängig von der Position, in der die Kamera 2 angeordnet ist.

**[0279]** Es ist zu beachten, dass in der vierten Ausführungsform die Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 ein aufgenommenes Bild an die Gesichtserkennungseinheit 102, die Maskenerkennungseinheit 103 und die Handerkennungseinheit 113 ausgibt.

**[0280]** Beispielsweise erkennt die Handerkennungseinheit 113, ob eine Hand des Fahrers innerhalb des Gesichtserkennungsbereichs des Fahrers vorhanden ist oder nicht, indem sie einen Handdetektor verwendet, der im Voraus als Trainingsdaten Daten gelernt hat, die dadurch erhalten wurden, dass Informationen darüber, ob eine Hand innerhalb des Gesichtserkennungsbereichs vorhanden ist oder nicht, als Lehrkennzeichnung an eine große Menge von Gesichtsbilddaten weitergegeben wurden, in denen verschiedene Gesichter abgebildet sind. Es ist zu beachten, dass die in den Trainingsdaten umfassten Gesichtsbilddaten Gesichtsbilddaten umfassen, in denen eine Hand innerhalb des Gesichtserkennungsbereichs des Fahrers vorhanden ist.

**[0281]** Die Handerkennungseinheit 113 gibt ein Aufnahmebild, das von der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 erfasst wurde, in den Handdetektor ein und erhält Informationen, die angeben, ob sich die Hand des Fahrers innerhalb des Gesichtserkennungsbereichs des Fahrers befindet oder nicht.

**[0282]** Darüber hinaus kann die Handerkennungseinheit 113 anhand des aufgenommenen Bildes erkennen, ob sich die Hand des Fahrers innerhalb des Gesichtserkennungsbereichs des Fahrers befindet oder nicht, indem sie eine bekannte Bilderkennungstechnik, beispielsweise einen Mustervergleich, verwendet.

**[0283]** Darüber hinaus kann die Handerkennungseinheit 113 beispielsweise in einem Fall, in dem das PMS über eine Funktion zur Erkennung von Handgesten verfügt, ein Erkennungsergebnis einer Handgeste vom PMS erfassen und erkennen, ob sich die Hand des Fahrers innerhalb des Gesichtserkennungsbereichs des Fahrers befindet oder nicht.

**[0284]** Die Handerkennungseinheit 113 gibt Informationen an die Bewegungsschätzeinheit 106 aus, die angeben, ob eine Hand innerhalb des Gesichtserkennungsbereichs des Fahrers vorhanden ist oder nicht (im Folgenden als „Hand-Anwesenheits- oder Abwesenheitsinformationen“ bezeichnet).

**[0285]** In der vierten Ausführungsform, in der die Handerkennungseinheit 113 erkennt, dass sich die Hand des Fahrers innerhalb des Gesichtserkennungsbereichs des Fahrers befindet, schätzt die Bewegungsschätzeinheit 106 nicht, ob der Fahrer die Aufwachbemühungsbewegung ausführt oder nicht, bis eine voreingestellte Zeit (im Folgenden als „geschätzte Stoppzeit“ bezeichnet) verstrichen ist. Es ist zu beachten, dass die Bewegungsschätzeinheit 106 auf der Grundlage der von der Handerkennungseinheit 113 ausgegebenen Information über das Vorhandensein oder Fehlen der Hand erkennen kann, dass die Handerkennungseinheit 113 erkannt hat, dass sich die Hand des Fahrers innerhalb des Gesichtserkennungsbereichs des Fahrers befindet.

**[0286]** Insbesondere, beispielsweise, wenn die Information über das Vorhandensein oder Fehlen der Hand, die angibt, dass sich die Hand des Fahrers innerhalb des Gesichtserkennungsbereichs des Fahrers befindet, von der Handerkennungseinheit 113 ausgegeben wird, beginnt die Bewegungsschätzeinheit 106 mit dem Zählen der geschätzten Anhaltezeit ab dem Zeitpunkt, zu dem die Information über das Vorhandensein oder Fehlen der Hand erfasst wird. Die Bewegungsschätzeinheit 106 stoppt die Verarbeitung der Schätzung, ob der Fahrer die Aufwachbemühungsbewegung ausführt oder nicht, bis die geschätzte Stoppzeit verstrichen ist. Wenn die Bewegungsschätzeinheit 106 die Verarbeitung der Schätzung anhält, wird das Ergebnis der Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand-Schätzeinheit 107 nicht ausgegeben. Daher führt die Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand-Schätzeinheit 107 auch nicht die Verarbeitung der Schätzung des Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustandes des Fahrers durch, bis die geschätzte Anhaltezeit verstrichen ist. Bis zum Ablauf der geschätzten Anhaltezeit wird die Information über den Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand nicht von der Ausgabereinheit 108 ausgegeben.

**[0287]** Es wird ein Betrieb der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1c gemäß der vierten Ausführungsform beschrieben.

**[0288]** Fig. 10 ist ein Flussdiagramm zur Beschreibung des Betriebs der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1c gemäß der vierten Ausführungsform.

**[0289]** Die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1c wiederholt den im Flussdiagramm von **Fig. 10** dargestellten Vorgang, beispielsweise vom Einschalten des Motors eines Fahrzeugs 3 bis zum Ausschalten des Motors.

**[0290]** Da die Schritte ST1111, ST1112 und ST1114 bis ST1119 in **Fig. 10** den spezifischen Vorgängen in den Schritten ST1 bis ST8 in **Fig. 3**, die in der ersten Ausführungsform beschrieben sind, ähnlich sind, wird auf eine redundante Beschreibung verzichtet.

**[0291]** Die Handerkennungseinheit 113 erkennt auf der Grundlage des Aufnahmebildes, das von der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 in Schritt ST1111 erfasst wurde, ob sich die Hand des Fahrers innerhalb des Gesichtserkennungsbereichs des Fahrers befindet oder nicht (Schritt ST1113).

**[0292]** In Schritt ST1117, wenn die Handerkennungseinheit 113 erkennt, dass sich die Hand des Fahrers in einem Bereich befindet, in dem das Gesicht des Fahrers erkannt wurde, schätzt die Bewegungsschätzeinheit 106 nicht, ob der Fahrer die Aufwachbemühungsbewegung ausführt oder nicht, bis die geschätzte Stoppzeit verstrichen ist.

**[0293]** Da das Ergebnis der Wachbemühungs-Schätzung von der Bewegungsschätzeinheit 106 erst nach Ablauf der geschätzten Anhaltezeit ausgegeben wird, schätzt die Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand-Schätzeinheit 107 auch den Wachniveau-Abnahmezustand des Fahrers erst nach Ablauf der geschätzten Anhaltezeit. Bis zum Ablauf der geschätzten Anhaltezeit wird die Information über den Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand nicht von der Ausgabeeinheit 108 ausgegeben.

**[0294]** Es ist zu beachten, dass bei dem in **Fig. 10** beschriebenen Betrieb der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1c, wenn die Handerkennungseinheit 113 in Schritt ST1113 erkennt, dass sich die Hand des Fahrers innerhalb des Gesichtserkennungsbereichs des Fahrers befindet, der Betrieb der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1c die Verarbeitung der Schritte ST1114 bis ST1119 nicht durchführen kann, bis die geschätzte Anhaltezeit verstrichen ist.

**[0295]** In der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1c ist es in einem Fall, in dem die Handerkennungseinheit 113 erkennt, dass sich die Hand des Fahrers innerhalb des Gesichtserkennungsbereichs des Fahrers befindet, nur erforderlich, dass die Bewegungsschätzungseinheit 106 nicht schätzt, ob der Fahrer die Aufwachbemühungsbewegung durch Bewegen seines oder ihres Mundes ausführt, bis die geschätzte Stoppzeit verstrichen ist.

**[0296]** Darüber hinaus wird im Flussdiagramm von **Fig. 10** die Verarbeitung in der Reihenfolge von Schritt ST1112, Schritt ST1113 und Schritt ST1114 durchgeführt, aber dies ist lediglich ein Beispiel, und die Reihenfolge der Verarbeitung der Schritte ST1112 bis ST1114 spielt keine Rolle. Die Verarbeitung der Schritte ST1112 bis ST1114 kann parallel durchgeführt werden.

**[0297]** Darüber hinaus kann in der vierten Ausführungsform in einem Fall, in dem die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1c die Gesichtserkennungseinheit 102 und die Maskenerkennungseinheit 103 nicht umfasst, die Verarbeitung der Schritte ST1112 und ST1114 für den oben beschriebenen Betrieb der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1c weggelassen werden.

**[0298]** Darüber hinaus kann in der vierten Ausführungsform in einem Fall, in dem die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1c nicht die Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand-Schätzeinheit 107 und die Ausgabeeinheit 108 umfasst, die Verarbeitung der Schritte ST1118 und ST1119 für den Betrieb der oben beschriebenen Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1c weggelassen werden.

**[0299]** Wie oben beschrieben, beispielsweise in einem Fall, in dem der Fahrer eine Bewegung zur Korrektur der Position einer Maske mit seiner oder ihrer Hand durchführt, stoppt die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1c vorübergehend die Schätzung, ob der Fahrer die Aufwachbemühungsbewegung durch Bewegen seines oder ihres Mundes durchführt oder nicht. Infolgedessen kann die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1c eine fehlerhafte Schätzung der Aufwachbemühungsbewegung durch Bewegen des Mundes des Fahrers reduzieren und die Schätzgenauigkeit der Aufwachbemühungsbewegung verbessern.

**[0300]** Da eine Hardware-Konfiguration der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1c gemäß der vierten Ausführungsform der Hardware-Konfiguration der Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1

ähnlich ist, die unter Bezugnahme auf die **Fig. 4A** und **4B** in der ersten Ausführungsform beschrieben ist, wird deren Beschreibung weggelassen.

**[0301]** In der vierten Ausführungsform werden die Funktionen der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101, der Gesichtserkennungseinheit 102, der Maskenerkennungseinheit 103, der Referenzpunkt-Erkennungseinheit 104, der Abstandsberechnungseinheit 105, der Bewegungsschätzungseinheit 106, der Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand-Schätzeinheit 107, der Ausgabeeinheit 108 und der Handerkennungseinheit 113 durch die Verarbeitungsschaltung 401 implementiert. Das heißt, die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1c umfasst die Verarbeitungsschaltung 401 zur Durchführung einer Steuerung, um abzuschätzen, ob ein Insasse eine Aufwachbemühungsbewegung durch Bewegen seines oder ihres Mundes durchführt oder nicht, unter Berücksichtigung einer Maskengröße des Insassen auf der Grundlage des Aufnahmebildes, das von der Kamera 2 erfasst wird.

**[0302]** Die Verarbeitungsschaltung 401 führt die Funktionen der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101, der Gesichtserkennungseinheit 102, der Maskenerkennungseinheit 103, der Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104, der Abstandsberechnungseinheit 105, der Bewegungsschätzungseinheit 106, der Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand-Schätzeinheit 107, der Ausgabeeinheit 108 und der Handerkennungseinheit 113 aus, indem sie ein in dem Speicher 405 gespeichertes Programm liest und ausführt. Das heißt, die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1c umfasst den Speicher 405 zum Speichern eines Programms, das bewirkt, dass die in **Fig. 10** dargestellten Schritte ST1111 bis ST1119 als ein Ergebnis ausgeführt werden, wenn das Programm von der Verarbeitungsschaltung 401 ausgeführt wird. Darüber hinaus kann gesagt werden, dass das in dem Speicher 405 gespeicherte Programm einen Computer veranlasst, Prozeduren oder Verfahren auszuführen, die von der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101, der Gesichtserkennungseinheit 102, der Maskenerkennungseinheit 103, der Referenzpunkt-Erkennungseinheit 104, der Abstandsberechnungseinheit 105, der Bewegungsschätzungseinheit 106, der Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand-Schätzeinheit 107, der Ausgabeeinheit 108 und der Handerkennungseinheit 113 durchgeführt werden.

**[0303]** Die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1c umfasst die Eingabeschnittstellenvorrichtung 402 und die Ausgabeschnittstellenvorrichtung 403, die eine drahtgebundene Kommunikation oder eine drahtlose Kommunikation mit einer Vorrichtung, beispielsweise der Kamera 2, durchführen.

**[0304]** In der oben beschriebenen vierten Ausführungsform ist die Wachbemühungs-Abschätzungsvorrichtung 1c eine fahrzeuginterne Vorrichtung, die an dem Fahrzeug 3 angebracht ist, und die Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101, die Gesichtserkennungseinheit 102, die Maskenerkennungseinheit 103, die Referenzpunkt-Erkennungseinheit 104, die Abstandsberechnungseinheit 105, die Bewegungsschätzungseinheit 106, die Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand-Schätzeinheit 107, die Ausgabeeinheit 108 und die Handerkennungseinheit 113 sind in der Wachbemühungs-Abschätzungsvorrichtung 1c enthalten.

**[0305]** Dies ist nicht darauf beschränkt, und einige der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101, der Gesichtserkennungseinheit 102, der Maskenerkennungseinheit 103, der Bezugspunkt-Erkennungseinheit 104, der Abstandsberechnungseinheit 105, der Bewegungsschätzungseinheit 106, der Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand-Schätzeinheit 107, der Ausgabeeinheit 108 und der Handerkennungseinheit 113 können auf einer fahrzeuginternen Vorrichtung eines Fahrzeugs angebracht sein, und die anderen können in einem Server enthalten sein, der über ein Netzwerk mit der fahrzeuginternen Vorrichtung verbunden ist. Auf diese Weise können die fahrzeugseitige Vorrichtung und der Server ein System zur Schätzung der Aufwachbemühungsbewegung bilden.

**[0306]** Darüber hinaus können die gesamte Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101, die Gesichtserkennungseinheit 102, die Maskenerkennungseinheit 103, die Referenzpunkt-Erkennungseinheit 104, die Abstandsberechnungseinheit 105, die Bewegungsschätzungseinheit 106, die Wachsamkeitsniveau-Abnahmezustand-Schätzeinheit 107, die Ausgabeeinheit 108 und die Handerkennungseinheit 113 in dem Server umfasst sein.

**[0307]** Wie oben beschrieben, umfasst die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung 1c gemäß der vierten Ausführungsform die Handerkennungseinheit 113, die auf der Grundlage eines aufgenommenen Bildes, das von der Aufnahmebild-Erfassungseinheit 101 erfasst wurde, erkennt, ob eine Hand eines Insassen innerhalb eines Erkennungsbereichs des Gesichts des Insassen in dem aufgenommenen Bild vorhanden ist oder nicht, wobei die Bewegungsschätzeinheit 106 nicht schätzt, ob der Insasse eine Aufwachbemühungsbewegung durch Bewegen seines oder ihres Mundes durchführt oder nicht, bis die geschätzte Stoppzeit in einem Fall abläuft, in dem die Handerkennungseinheit 113 erkennt, dass die Hand des Insassen innerhalb des Erkennungsbereichs des Gesichts des Insassen vorhanden ist. Daher kann die Aufwachbemühungsbe-

wegung-Schätzvorrichtung 1c eine fehlerhafte Schätzung der Aufwachbemühungsbewegung durch Bewegen des Mundes des Fahrers reduzieren und die Schätzgenauigkeit der Aufwachbemühungsbewegung verbessern.

**[0308]** Darüber hinaus können die Ausführungsformen frei miteinander kombiniert werden, jedes einzelne Element in jeder der Ausführungsformen kann modifiziert werden, oder jedes einzelne Element in jeder der Ausführungsformen kann weggelassen werden.

#### INDUSTRIELLE ANWENDBARKEIT

**[0309]** Die Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung der vorliegenden Offenbarung kann abschätzen, dass ein Insasse eine Aufwachbemühungsbewegung ausführt, indem er seinen Mund bewegt, selbst wenn der Insasse eine Maske trägt.

#### BEZUGSZEICHEN-LISTE

1, 1a, 1b, 1c	Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung,
2	Kamera,
3	Fahrzeug,
101	Aufnahmebild-Erfassungseinheit,
102	Gesichtserkennungseinheit,
103	Maskenerkennungseinheit,
104	Referenzpunkt-Erkennungseinheit,
105	Abstandsberechnungseinheit,
106	Bewegungsschätzungseinheit,
107	Wachniveau-Abnahmezustand-Schätzeinheit,
108	Ausgabeeinheit,
109	Blickrichtung-Erkennungseinheit,
110	Abstandskorrekturereinheit,
111	Maskengrößen-Erkennungseinheit,
112	Anpassungseinheit,
113	Handerkennungseinheit,
401	Verarbeitungsschaltung,
402	Eingabe-Schnittstellenvorrichtung,
403	Ausgabe-Schnittstellenvorrichtung,
404	Prozessor,
405	Speicher

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- JP 2019111090 A [0005]

**Patentansprüche**

1. Eine Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung, umfassend:  
eine Aufnahmebild-Erfassungseinheit zum Erfassen eines Aufnahmebildes, das durch Abbilden des Gesichts eines Insassen in einem Fahrzeug erhalten wird;  
eine Bezugspunkt-Erkennungseinheit zum Erkennen, auf der Grundlage des Aufnahmebilds, das von der Aufnahmebild-Erfassungseinheit erfasst wurde, von zwei Bezugspunkten zum Schätzen einer Bewegung des Mundes des Insassen, wobei die beiden Bezugspunkte einen Punkt auf einer Maske umfassen, die von dem Insassen getragen wird, und der andere Punkt ein Punkt ist, der auf einem Merkmalspunkt des Gesichts des Insassen oder einem Punkt basiert, der sich von dem einen Punkt auf der Maske in dem Aufnahmebild unterscheidet;  
eine Abstandsberechnungseinheit zum Berechnen eines Bezugspunktabstands zwischen den beiden Bezugspunkten, die von der Bezugspunkt-Erkennungseinheit erkannt sind; und  
eine Bewegungsschätzereinheit zum Abschätzen, ob der Insasse eine Aufwachbemühungsbewegung durch Bewegen seines oder ihres Mundes ausführt oder nicht, abhängig davon, ob der von der Abstandsberechnungseinheit berechnete Bezugspunktabstand eine Aufwachbemühung-Schätzbedingung erfüllt oder nicht.
2. Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Bewegungsschätzereinheit schätzt, dass der Insasse die Aufwachbemühungsbewegung durch Bewegen seines oder ihres Mundes in einem Fall durchführt, in dem ein Zustand, in dem der Bezugspunktabstand gleich oder größer als ein Gähnbestimmungsschwellenwert ist, für gleich oder länger als eine erste Bestimmungszeit andauert, oder in einem Fall, in dem eine periodische Änderung des Bezugspunktabstands für gleich oder länger als eine zweite Bestimmungszeit und weniger als eine dritte Bestimmungszeit, die länger als die zweite Bestimmungszeit ist, andauert.
3. Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die beiden Bezugspunkte einer von Punkten, die auf Merkmalspunkten des Gesichts des Insassen basieren, und ein Punkt eines unteren Endes der Maske sind.
4. Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die zwei Bezugspunkte ein Punkt eines oberen Endes der Maske und ein Punkt eines unteren Endes der Maske sind.
5. Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die beiden Bezugspunkte ein Punkt eines oberen Endes der Maske und ein Merkmalspunkt des Gesichts des Insassen sind, der den Kiefer des Fahrers angibt.
6. Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung nach Anspruch 1, umfassend:  
eine Blickrichtung-Erkennungseinheit zum Erkennen einer Blickrichtung des Insassen auf der Grundlage des Aufnahmebildes, das von der Aufnahmebild-Erfassungseinheit erfasst ist; und  
eine Abstandskorrekturereinheit zum Korrigieren des von der Abstandsberechnungseinheit berechneten Bezugspunktabstands auf der Grundlage der von der Blickrichtung-Erkennungseinheit erkannten Blickrichtung des Insassen, wobei  
die Bewegungsschätzereinheit schätzt, ob der Insasse die Aufwachbemühungsbewegung durch Bewegen seines oder ihres Mundes durchführt oder nicht, abhängig davon, ob der von der Abstandskorrekturereinheit korrigierte Bezugspunktabstand die Aufwachbemühung-Schätzbedingung erfüllt oder nicht.
7. Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung nach Anspruch 2, umfassend:  
eine Maskengrößen-Erkennungseinheit zum Erkennen einer Größe der Maske auf der Grundlage eines Abstands zwischen einem Punkt eines oberen Endes der Maske und einem Punkt eines unteren Endes der Maske; und  
eine Anpassungseinheit zum Berechnen einer Größe des Gesichts des Insassen aus einem Merkmalspunkt des Gesichts des Insassen auf der Grundlage des Aufnahmebildes, das von der Aufnahmebild-Erfassungseinheit erfasst wird, und zum Anpassen des Gähnbestimmungsschwellenwerts auf der Grundlage der berechneten Größe des Gesichts des Insassen und der Größe der Maske, die von der Maskengrößen-Erkennungseinheit erkannt wird, wobei  
die Bewegungsschätzereinheit schätzt, dass der Insasse die Aufwachbemühungsbewegung durch Bewegen seines oder ihres Mundes in einem Fall durchführt, in dem ein Zustand, in dem der Bezugspunktabstand gleich oder größer als der durch die Anpassungseinheit angepasste Gähnbestimmungsschwellenwert ist, für gleich oder länger als die erste Bestimmungszeit anhält, oder in einem Fall, in dem eine periodische

Änderung des Bezugspunktabstands für gleich oder länger als die zweite Bestimmungszeit und weniger als die dritte Bestimmungszeit, die länger als die zweite Bestimmungszeit ist, anhält.

8. Aufwachbemühungsbewegung-Schätzvorrichtung nach Anspruch 1, die eine Handerkennungseinheit umfasst, um auf der Grundlage des Aufnahmebilds, das von der Aufnahmebild-Erfassungseinheit erfasst ist, zu erkennen, ob die Hand des Insassen innerhalb eines Erkennungsbereichs des Gesichts des Insassen in dem Aufnahmebild vorhanden ist oder nicht, wobei die Bewegungsschätzereinheit nicht schätzt, ob der Insasse die Aufwachbemühungsbewegung durch Bewegen seines oder ihres Mundes durchführt oder nicht, bis eine geschätzte Stoppzeit in einem Fall abläuft, in dem die Handerkennungseinheit erkennt, dass sich die Hand des Insassen innerhalb des Erkennungsbereichs des Gesichts des Insassen befindet.

9. Ein Aufwachbemühungsbewegung-Schätzverfahren, umfassend:  
Erfassen, durch eine Aufnahmebild-Erfassungseinheit, eines Aufnahmebildes, das durch Abbilden des Gesichts eines Insassen in einem Fahrzeug erhalten wird;  
Erkennen, durch eine Bezugspunkt-Erkennungseinheit, auf der Grundlage des durch die Aufnahmebild-Erfassungseinheit erfassten Aufnahmebildes von zwei Bezugspunkten zum Schätzen einer Bewegung des Mundes des Insassen, wobei die zwei Bezugspunkte einen Punkt auf einer Maske umfassen, die von dem Insassen getragen wird, und der andere Punkt ein Punkt ist, der auf einem Merkmalspunkt des Gesichts des Insassen oder einem Punkt basiert, der sich von dem einen Punkt auf der Maske in dem erfassten Bild unterscheidet;  
Berechnen, durch eine Abstandsberechnungseinheit, eines Bezugspunktabstands zwischen den zwei Bezugspunkten, die durch die Bezugspunkt-Erkennungseinheit erkannt sind; und  
Abschätzen, durch eine Bewegungsschätzereinheit, ob der Insasse eine Aufwachbemühungsbewegung durch Bewegen seines oder ihres Mundes durchführt oder nicht, abhängig davon, ob der durch die Abstandsberechnungseinheit berechnete Bezugspunktabstand eine Aufwachbemühung-Schätzbedingung erfüllt oder nicht.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

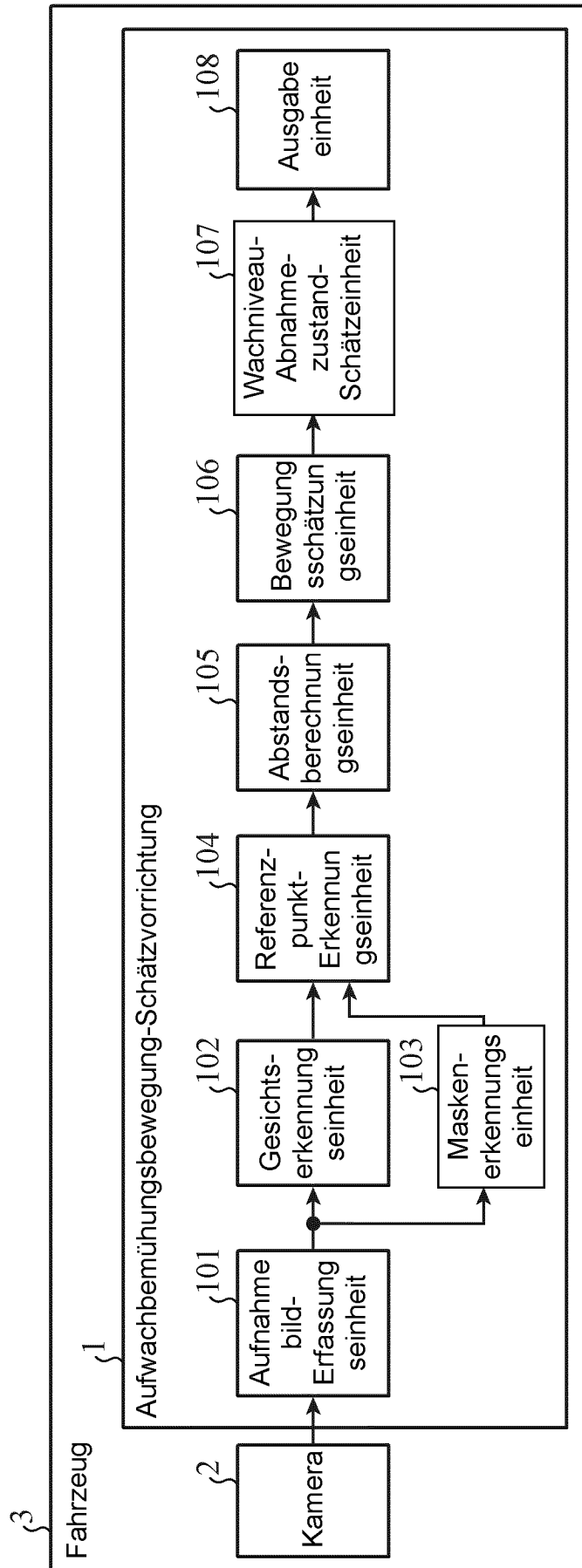


FIG. 2A

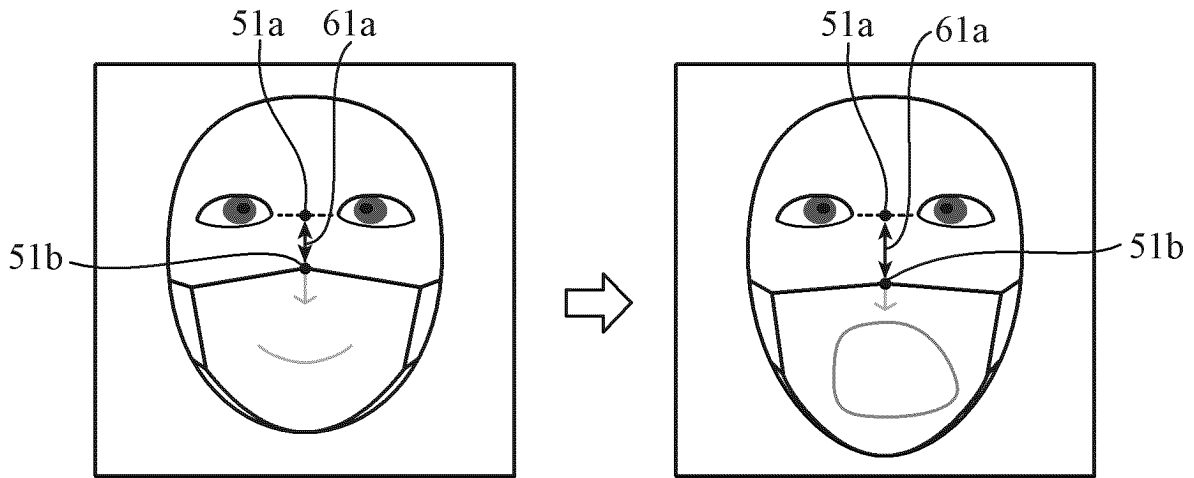


FIG. 2B

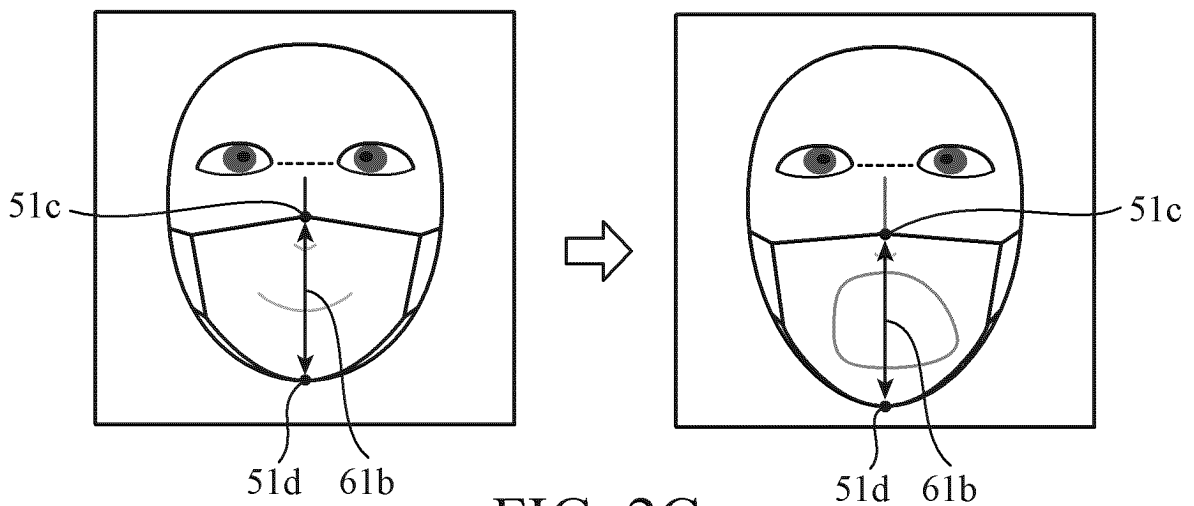


FIG. 2C

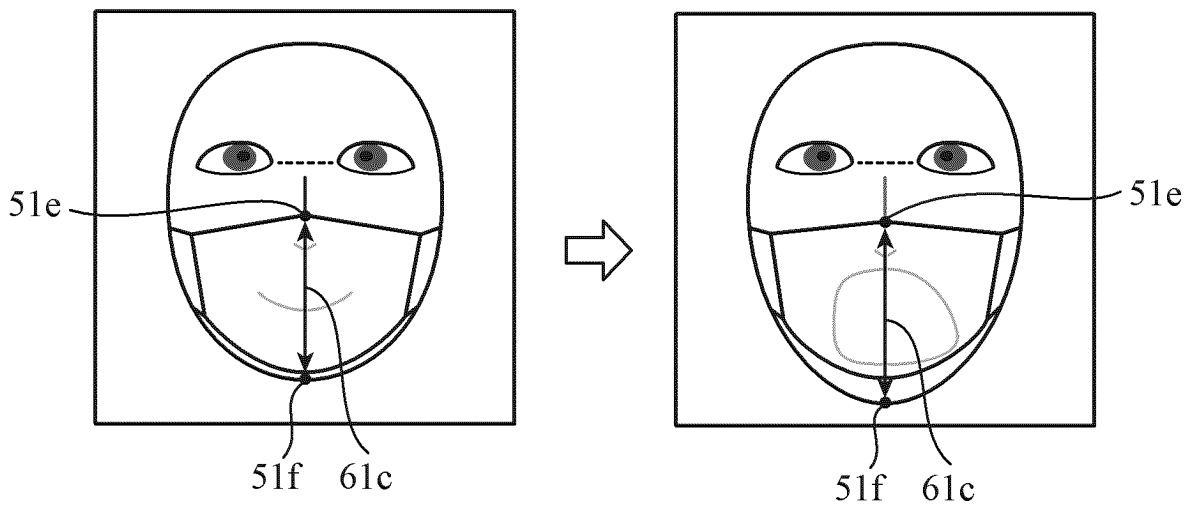


FIG. 3

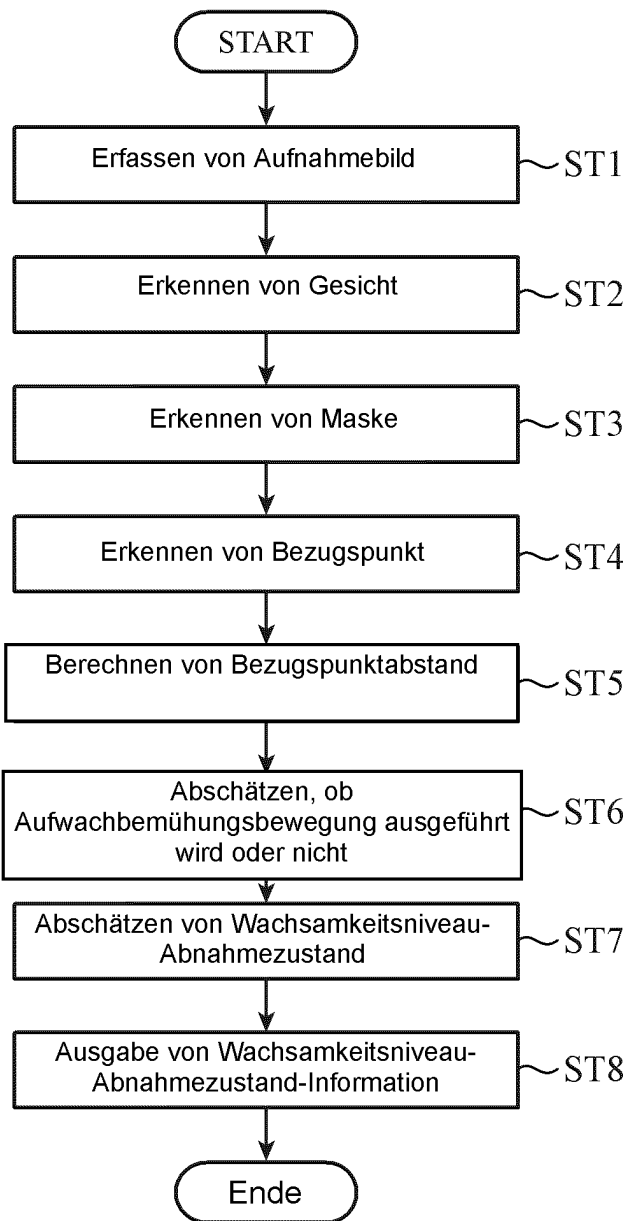


FIG. 4A

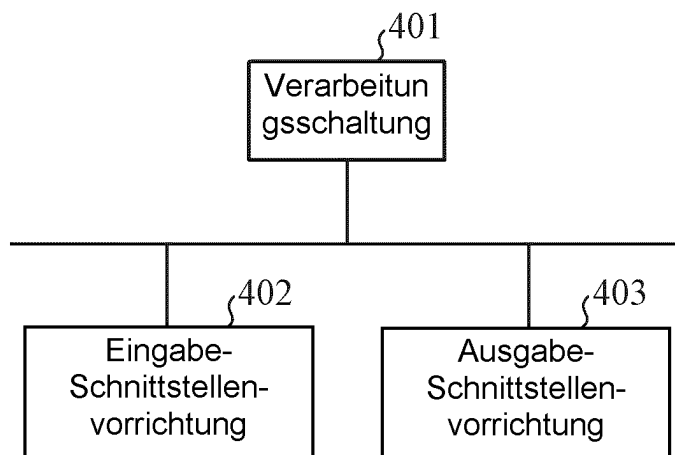


FIG. 4B

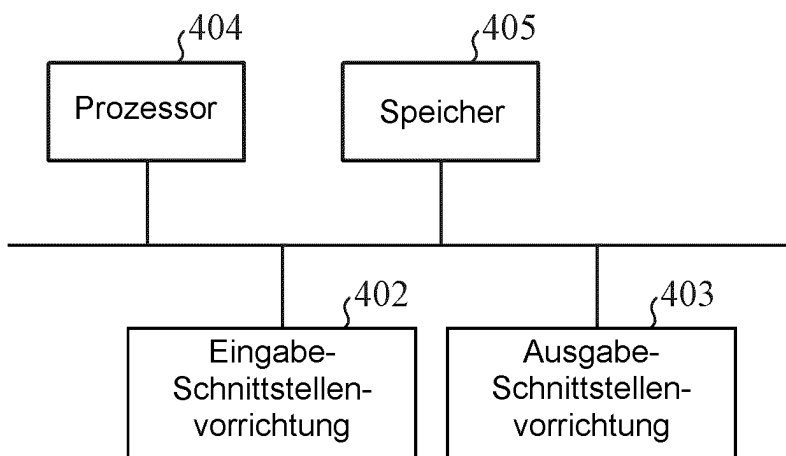


FIG. 5

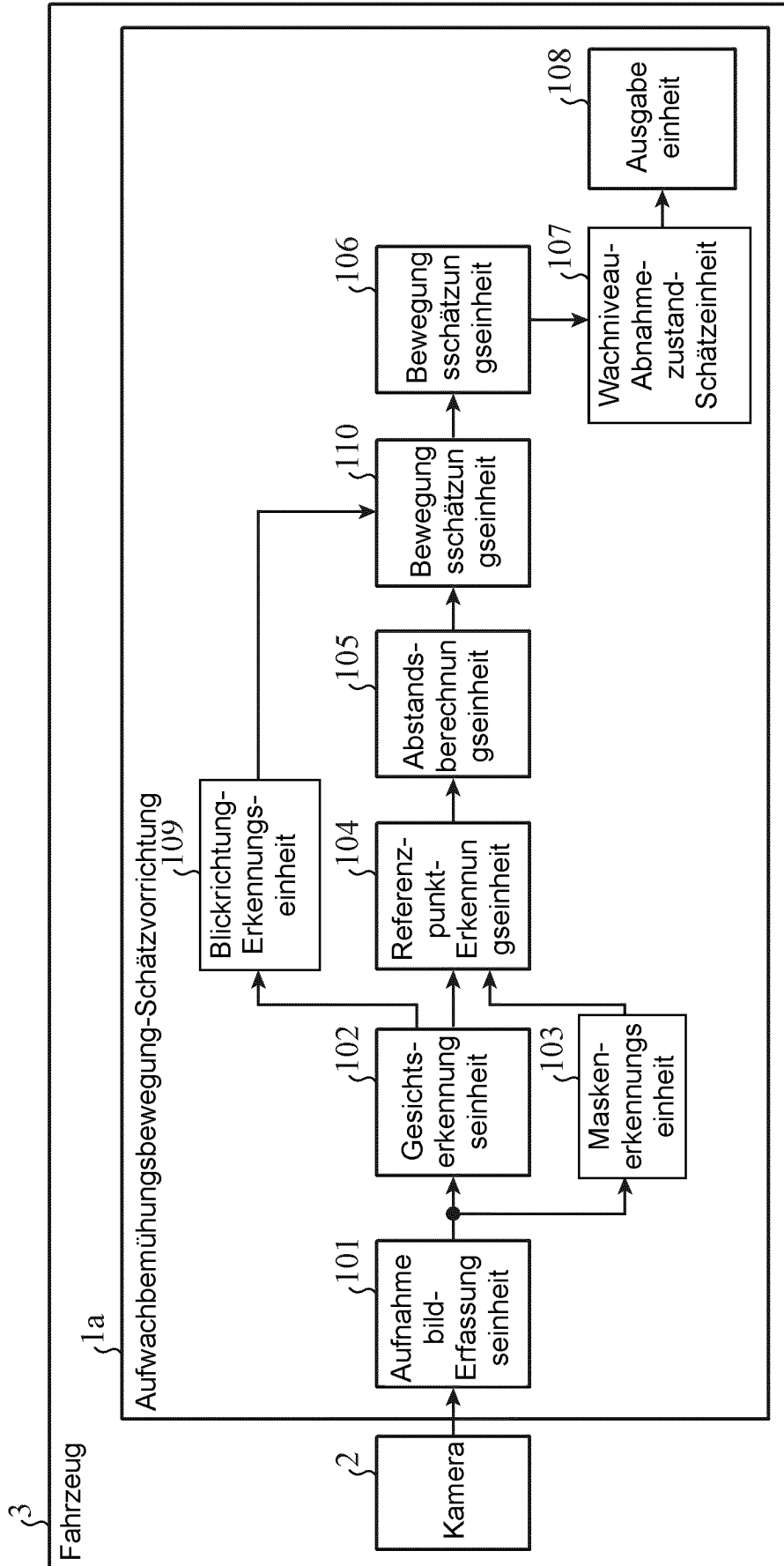


FIG. 6

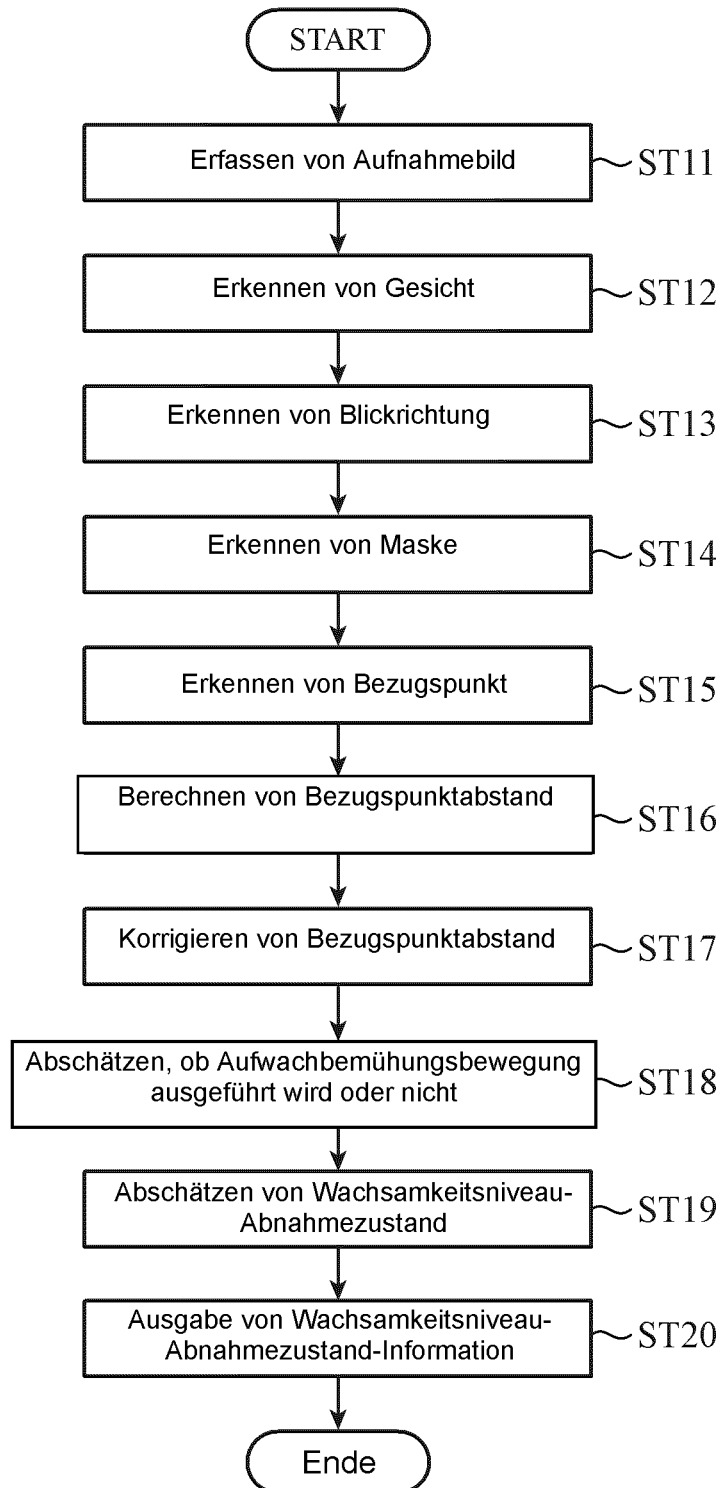


FIG. 7

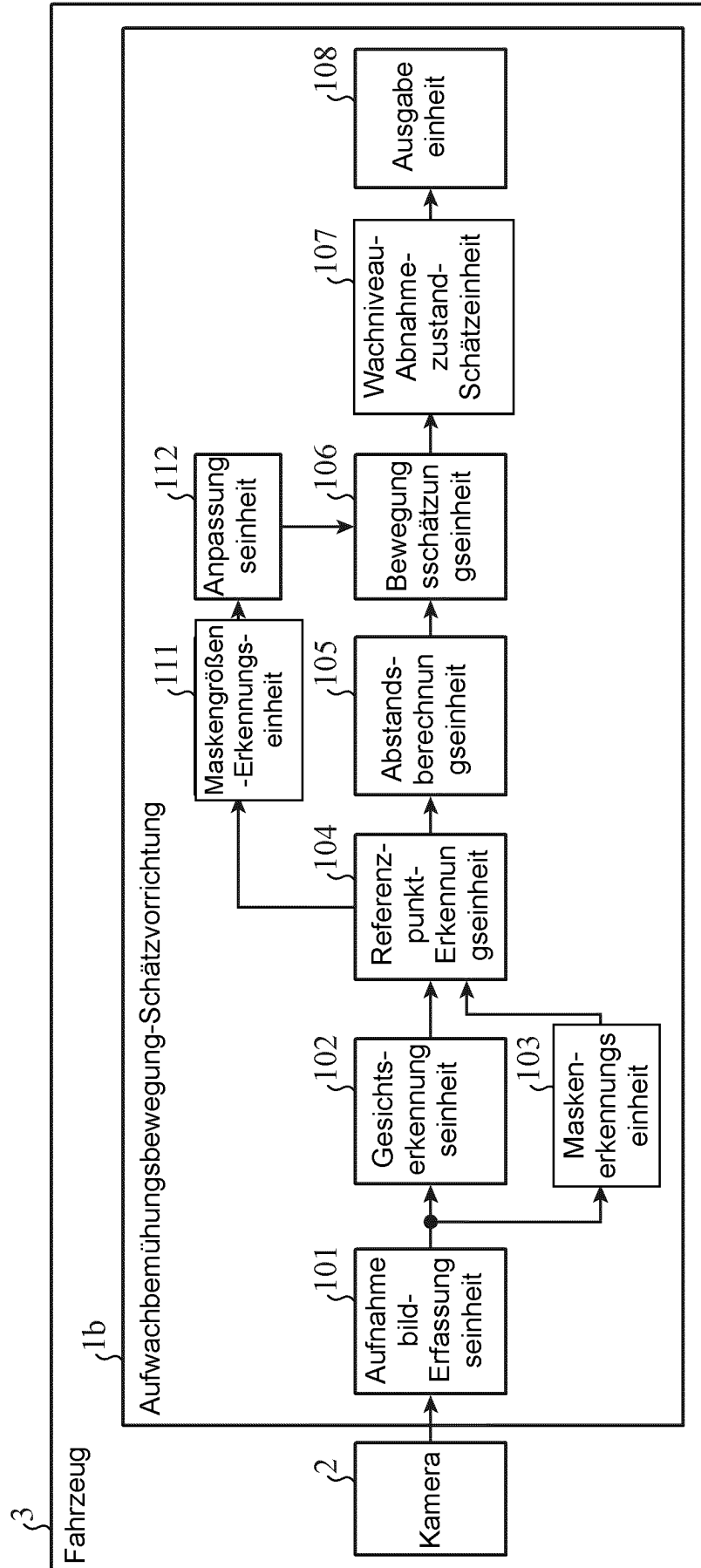


FIG. 8

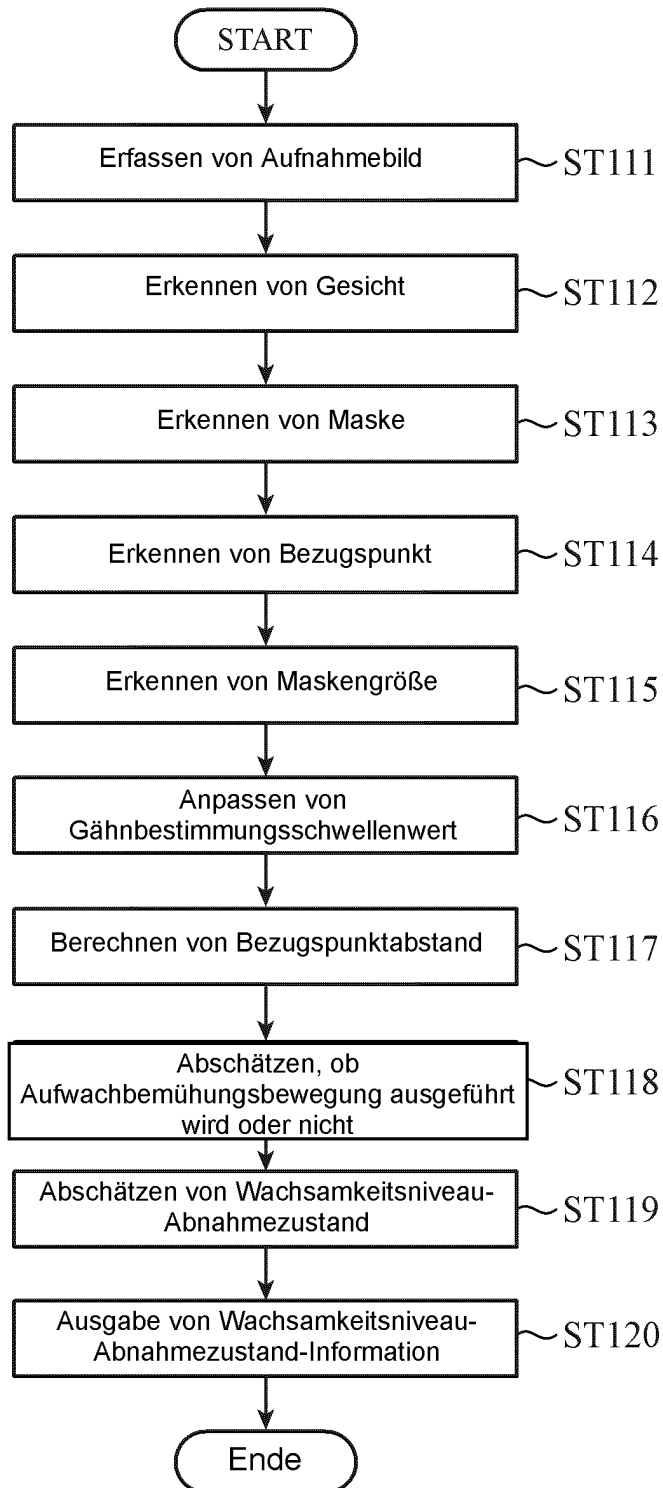


FIG. 9

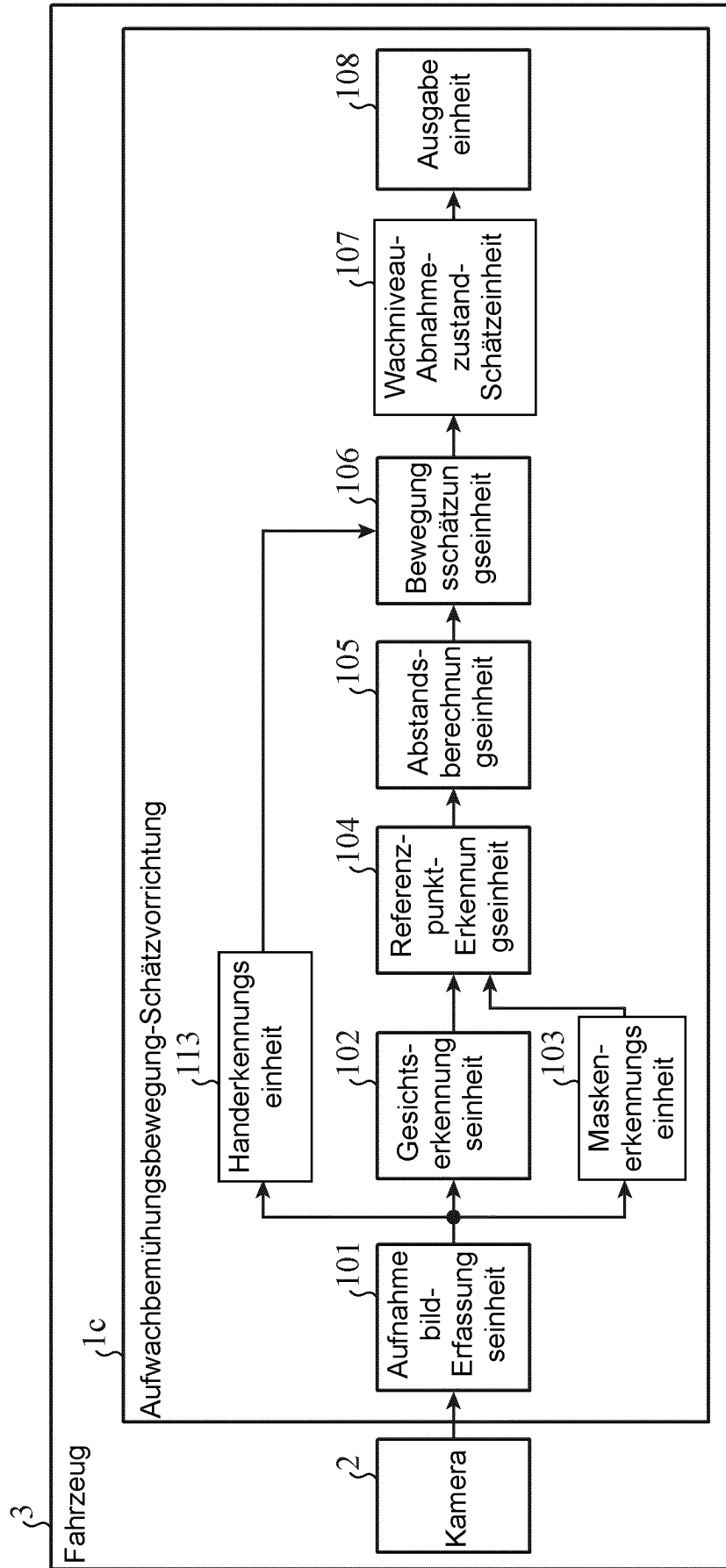


FIG. 10

