

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-162015

(P2016-162015A)

(43) 公開日 平成28年9月5日(2016.9.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 0 8 G 1/16 (2006.01)	G 0 8 G 1/16 F	3 D 2 3 2
B 6 2 D 6/00 (2006.01)	B 6 2 D 6/00 Z Y W	3 D 2 4 1
B 6 0 W 50/14 (2012.01)	B 6 0 W 50/14	5 H 1 8 1
B 6 0 W 50/16 (2012.01)	B 6 0 W 50/16	
B 6 2 D 101/00 (2006.01)	B 6 2 D 101:00	
審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 18 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2015-37660 (P2015-37660)
 (22) 出願日 平成27年2月27日 (2015.2.27)

(71) 出願人 000005326
 本田技研工業株式会社
 東京都港区南青山二丁目1番1号
 (74) 代理人 100095566
 弁理士 高橋 友雄
 (74) 代理人 100105119
 弁理士 新井 孝治
 (74) 代理人 100187805
 弁理士 毛利 弘人
 (72) 発明者 白形 哲朗
 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
 社本田技術研究所内
 (72) 発明者 熊切 直隆
 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
 社本田技術研究所内

最終頁に続く

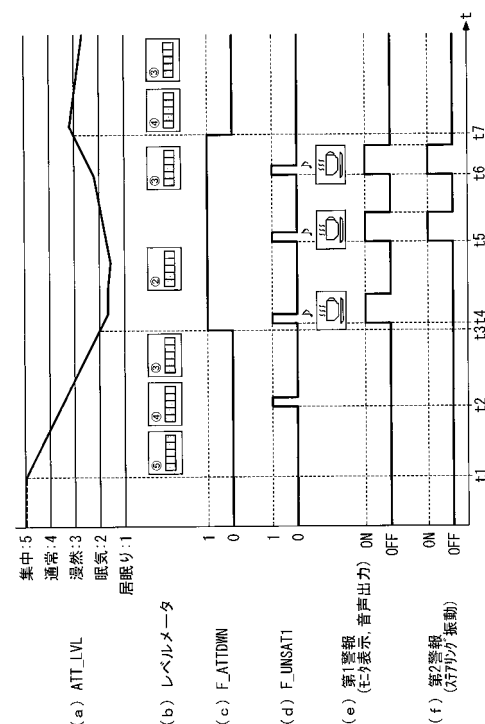
(54) 【発明の名称】 車両の注意喚起装置

(57) 【要約】

【課題】運転者の納得感及び信頼感を得ながら、触覚情報の提示による警報を実行でき、運転者への注意喚起を有効かつ適切に行うことができる車両の注意喚起装置を提供する。

【解決手段】本発明による車両の注意喚起装置では、運転者の注意力レベルATT_LVLを推定し（図4のステップ17）、車両3の異常挙動（ふらつき）を検出する（図4のステップ19～21）。そして、推定された運転者の注意力レベルATT_LVLが所定レベルを下回るとともに、車両3の異常挙動が検出されることを条件として、運転者への触覚情報の提示を、運転者の注意を喚起するための警報として実行する（図6のステップ46、48、49、53）。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

車両の運転に対する運転者の注意力レベルが低下したときに、運転者に注意を喚起する車両の注意喚起装置であって、

運転者の注意力レベルを推定する注意力レベル推定手段と、

前記車両の所定の異常挙動を検出する異常挙動検出手段と、

触覚による触覚情報を運転者に提示するための触覚情報提示手段を有する警報手段と、
を備え、

前記警報手段は、前記推定された運転者の注意力レベルが所定レベルを下回るとともに、前記車両の前記異常挙動が検出されることを条件として、前記触覚情報提示手段による前記触覚情報の提示を、運転者の注意を喚起するための警報として実行することを特徴とする車両の注意喚起装置。

10

【請求項 2】

前記警報手段は、

聴覚又は視覚の少なくとも一方による情報を運転者に提示するための第 1 警報手段をさらに有し、

前記運転者の注意力レベルが前記所定レベルを下回ったときに、前記第 1 警報手段による前記情報の提示を、第 1 警報として実行するとともに、前記車両の所定の運転期間内に少なくとも 1 回の前記第 1 警報が実行されていることを条件として、前記触覚情報提示手段による前記触覚情報の提示を、第 2 警報として実行することを特徴とする、請求項 1 に記載の車両の注意喚起装置。

20

【請求項 3】

前記警報手段は、前記第 1 警報の実行中であることを条件として、前記第 2 警報を実行することを特徴とする、請求項 2 に記載の車両の注意喚起装置。

【請求項 4】

前記触覚情報提示手段は、運転者によって操作される操作部材を振動させることにより、前記触覚情報を運転者に提示するように構成されており、

前記警報手段は、前記第 1 警報の実行中に前記第 2 警報を実行する際、前記第 1 警報手段による情報の提示と、前記触覚情報提示手段による前記操作部材の振動とを互いに同期させることを特徴とする、請求項 3 に記載の車両の注意喚起装置。

30

【請求項 5】

前記警報手段は、前記車両の前記異常挙動が検出されていることを条件として、前記第 1 警報を実行することを特徴とする、請求項 2 ないし 4 のいずれかに記載の車両の注意喚起装置。

【請求項 6】

前記推定された運転者の注意力レベルを表示する注意力レベル表示手段をさらに備え、

前記警報手段は、前記所定レベルを下回る前記運転者の注意力レベルが前記注意力レベル表示手段に表示されている状態で、前記触覚情報提示手段による警報を実行することを特徴とする、請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の車両の注意喚起装置。

【請求項 7】

前記車両の前記異常挙動よりも異常の度合いが高い前記車両の所定の第 2 異常挙動を検出する第 2 異常挙動検出手段をさらに備え、

前記警報手段は、前記車両の前記第 2 異常挙動が検出されたときには、前記運転者の注意力レベルにかかわらず、前記触覚情報提示手段による警報を実行することを特徴とする、請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の車両の注意喚起装置。

40

【請求項 8】

前記警報手段は、前記車両の前記第 2 異常挙動の検出に基づいて前記触覚情報提示手段による警報を実行した後、所定時間が経過するまでは、前記運転者の注意力レベルの低下に基づく前記触覚情報提示手段による警報を禁止することを特徴とする、請求項 7 に記載の車両の注意喚起装置。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両の運転に対する運転者の注意力レベルが低下したときに、運転者に注意を喚起する車両の注意喚起装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の車両の注意喚起装置として、例えば特許文献1に開示されたものが知られている。この装置では、ステアリングホイールの操作情報から求めた操舵量などに基づいて、運転者の覚醒度を所定時間ごとに判定するとともに、判定した複数回分の覚醒度を運転席のディスプレイに並べて表示する。また、判定した覚醒度が所定レベル以下になったときには、運転者の注意を喚起するための警報として、ディスプレイの表示の色や内容が変更され、又は警告音や音声メッセージが出力される。

10

【0003】

また、従来の他の車両の注意喚起装置として、例えば特許文献2に開示されたものが知られている。この装置では、車両の室内カメラで運転者を撮影した画像を分析することにより、運転者の状態（脇見や居眠り）を判定し、危険レベルを例えば10段階で評価する。そして、危険レベルが高いほど、運転者に対してより強い警報が実行される。例えば、危険レベルが低い場合には、警告音の出力やモニタ画面への警告メッセージの表示などを行い、危険レベルが上昇すると、これらの動作に加えて、座席やステアリングホイールの振動による警報が行われる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平9-267660号公報

【特許文献2】特開2005-62911号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

一般に、車両の運転者は、車両が支障なく走行している場合には、運転に対する自身の注意力のレベルやその低下に起因する運転のリスクについて、あまり意識していないことが多い。これに対し、上述した特許文献1の装置では、そのような運転者の感覚や認識とは無関係に、ステアリングホイールの操作情報などに基づき、運転者の覚醒度が客観的に判定され、その判定結果に基づいて警報が行われる。このため、運転者が注意力の低下や運転のリスクを感じていない状況で、警報が出されることがあり、その場合には、なぜそのタイミングで警報が出されたかについて運転者が納得できないため、違和感や不信感が生じてしまう。そして、信頼感がなければ、運転者は警報に素直に従わないため、警報による注意喚起を有効に行えない。

30

【0006】

同様に、特許文献2の装置では、運転者の感覚や認識とは無関係に、運転者を撮影した画像に基づき、運転者の状態の判定と危険レベルの評価が客観的に行われる。このため、運転者が注意力の低下や運転のリスクを感じていない状況で、危険レベルが高く設定され、警報が出されることがある。その結果、特許文献1の装置と同様、運転者の信頼感が得られないため、やはり注意喚起を有効に行えない。また、この装置では、運転者への警報が、座席やステアリングホイールの振動による刺激の強い触覚情報によって行われるため、視覚又は聴覚を介して警報を行う特許文献1の装置の場合よりも、運転者の違和感や不信感が強くなってしまう。

40

【0007】

本発明は、以上のような課題を解決するためになされたものであり、運転者の納得感及び信頼感を得ながら、触覚情報の提示による警報を実行でき、それにより、運転者への注

50

意喚起を有効かつ適切に行うことができる車両の注意喚起装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記の目的を達成するため、請求項1に係る発明は、車両3の運転に対する運転者の注意力レベルが低下したときに、運転者に注意を喚起する車両の注意喚起装置であって、運転者の注意力レベルATT_LVLを推定する注意力レベル推定手段（実施形態における（以下、本項において同じ）ECU2、図4のステップ17）と、車両3の所定の異常挙動（車両のふらつき）を検出する異常挙動検出手段（ECU2、図4のステップ19～21）と、触覚による触覚情報を運転者に提示するための触覚情報提示手段（EPSモータ10、ステアリングホイール4）を有する警報手段（ECU2、図6）と、を備え、警報手段は、推定された運転者の注意力レベルATT_LVLが所定レベルを下回るとともに、車両3の異常挙動が検出されることを条件として、触覚情報提示手段による触覚情報の提示を、運転者の注意を喚起するための警報として実行すること（図6のステップ46、48、49、53）を特徴とする。

10

【0009】

本発明の車両の注意喚起装置によれば、運転者の注意力レベルが推定されるとともに、車両の所定の異常挙動が検出される。そして、推定された運転者の注意力レベルが所定レベルを下回り、かつ車両の異常挙動が検出されることを条件として、運転者の注意を喚起するための警報が実行される。すなわち、運転者の注意力レベルが所定レベルを下回っただけでは、警報は実行されず、これに加えて、車両の異常挙動が検出されたときに初めて、警報が実行される。これにより、推定された運転者の注意力レベルの低下に基づいて客観的に判定されるリスクと、車両の異常挙動の発生に伴って運転者が感じるリスクがマッチングした状況で、警報が実行されるので、運転者は警報を違和感なく納得して受け入れることができる。また、この警報として、刺激が強くメッセージ性の高い触覚情報が運転者に提示される。以上により、運転者の納得感及び信頼感を得ながら、触覚情報の提示による警報を実行でき、それにより、運転者への注意喚起を有効かつ適切に行うことができる。

20

【0010】

請求項2に係る発明は、請求項1に記載の車両の注意喚起装置において、警報手段は、聴覚又は視覚の少なくとも一方による情報の提示を運転者に提示するための第1警報手段（ディスプレイ11、音声出力装置12）をさらに有し、運転者の注意力レベルATT_LVLが所定レベルを下回ったときに、第1警報手段による情報の提示を、第1警報として実行する（図6のステップ46、48）とともに、車両3の所定の運転期間内に少なくとも1回の第1警報が実行されていることを条件として、触覚情報提示手段による触覚情報の提示を、第2警報として実行する（図6のステップ51、53）ことを特徴とする。

30

【0011】

この構成によれば、運転者の注意力レベルが所定レベルを下回ったときに、運転者への聴覚及び／又は視覚による情報の提示が第1警報として実行される。また、車両の所定の運転期間内に第1警報が実行されていることをさらなる条件として、触覚情報提示手段による触覚情報の提示が、第2警報として実行される。このように、第2警報の実行に先立ち、運転者の注意力レベルが所定レベルを下回ったときに、聴覚的な音や視覚的な表示による第1警報があらかじめ実行される。これにより、運転者は第2警報を唐突感なく円滑に受け入れことができ、したがって、運転者の納得感及び信頼感をさらに高めるとともに、注意喚起をさらに有効に行うことができる。

40

【0012】

請求項3に係る発明は、請求項2に記載の車両の注意喚起装置において、警報手段は、第1警報の実行中であることを条件として、第2警報を実行すること（図6のステップ48、ステップ50、ステップ53）を特徴とする。

【0013】

50

この構成によれば、第 2 警報が第 1 警報の実行中に同時に実行されるので、両警報の関連性、特に第 1 警報によって示される注意力レベルの低下に起因して第 2 警報が実行されているという関係について、運転者の理解がより容易に得られることにより、運転者の納得感及び信頼感をさらに高め、第 2 警報による注意喚起をさらに有効に行うことができる。

【0014】

請求項 4 に係る発明は、請求項 3 に記載の車両の注意喚起装置において、触覚情報提示手段は、運転者によって操作される操作部材（ステアリングホイール 4）を振動させることにより、触覚情報を運転者に提示するように構成されており、警報手段は、第 1 警報の実行中に第 2 警報を実行する際、第 1 警報手段による情報の提示と触覚情報提示手段による操作部材の振動とを互いに同期させることを特徴とする。

10

【0015】

この構成によれば、運転者によって操作される操作部材を振動させることにより、操作部材の振動が運転者に触覚情報（第 2 警報）として提示される。また、第 1 警報の実行中に第 2 警報を実行する際には、第 1 警報による情報の提示と触覚情報提示手段による操作部材の振動が、互いに同期される。これにより、第 1 警報と第 2 警報との関連性が強調されることで、運転者の理解をさらに容易に得ることができる。

【0016】

請求項 5 に係る発明は、請求項 2 ないし 4 のいずれかに記載の車両の注意喚起装置において、警報手段は、車両の異常挙動が検出されていることを条件として、第 1 警報を実行することを特徴とする。

20

【0017】

この構成によれば、運転者の注意力レベルが所定レベルを下回り、かつ車両の異常挙動が検出されるという条件が成立したときに、第 2 警報とともに第 1 警報が実行される。これにより、推定された運転者の注意力レベルの低下に基づいて客観的に判定されるリスクと運転者が感じるリスクがマッチングした状況で、触覚を介した第 2 警報と視覚又は聴覚を介した第 1 警報が同時に実行されるので、運転者が両警報を明確に納得して受け入れることができ、運転者の信頼感を高めることができる。

【0018】

請求項 6 に係る発明は、請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の車両の注意喚起装置において、推定された運転者の注意力レベル A T T _ L V L を表示する注意力レベル表示手段（ディスプレイ 11）をさらに備え、警報手段は、所定レベルを下回る運転者の注意力レベル A T T _ L V L が注意力レベル表示手段に表示されている状態で、触覚情報提示手段による警報を実行することを特徴とする。

30

【0019】

この構成によれば、推定された運転者の注意力レベルが表示されるとともに、表示された注意力レベルが所定レベルを下回っている状態で、触覚情報提示手段による警報が実行される。これにより、注意力レベルが所定レベル未満に低下するまでの推移を運転者に示しながら、触覚情報提示手段による警報が実行されるので、触覚情報の提示が運転者の注意力の低下に起因して行われたことを、運転者に容易に理解させることができる。

40

【0020】

請求項 7 に係る発明は、請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の車両の注意喚起装置において、車両 3 の異常挙動よりも異常の度合いが高い車両 3 の所定の第 2 異常挙動（例えば車両の走行レーンからの逸脱）を検出する第 2 異常挙動検出手段（E C U 2、図 3 のステップ 3）をさらに備え、警報手段は、車両 3 の第 2 異常挙動が検出されたときには、運転者の注意力レベル A T T _ L V L にかかわらず、触覚情報提示手段による警報を実行すること（図 6 のステップ 41、43）を特徴とする。

【0021】

この構成によれば、異常の度合いが高い車両の所定の第 2 異常挙動が検出されたときには、運転者の注意力レベルにかかわらず、触覚情報提示手段による警報が実行される。

50

これにより、第2異常挙動の発生に関する注意喚起が即座にかつ明確に行われることによって、車両の走行の安全を確保することができる。

【0022】

請求項8に係る発明は、請求項7に記載の車両の注意喚起装置において、警報手段は、車両の第2異常挙動の検出に基づいて触覚情報提示手段による警報を実行した後、所定時間T R E Fが経過するまでは、運転者の注意力レベルA T T _ L V Lの低下に基づく触覚情報提示手段による警報を禁止すること（図6のステップ52）を特徴とする。

【0023】

例えば、車両の第2異常挙動の検出に基づいて触覚情報提示手段による警報を実行した直後に、注意力レベルの低下などの条件が成立した場合、それに基づいて触覚情報提示手段による警報を実行しても、直前の警報と区別が付きにくい（紛らわしい）ため、その警報による注意喚起の趣旨が運転者に正確に伝わらず、誤解を招くおそれがある。この構成によれば、第2異常挙動の検出に基づく触覚情報提示手段による警報の実行後、所定時間が経過するまでは、運転者の注意力レベルの低下に基づく触覚情報提示手段による警報が禁止されるので、上記のような不具合を確実に回避することができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本発明を適用した車両の注意喚起装置を概略的に示す図である。

【図2】注意喚起装置の制御構成を示すブロック図である。

【図3】注意喚起処理のメインフローである。

【図4】ドライバ状態判定処理を示すフローチャートである。

【図5】注意力低下フラグの設定処理を示すフローチャートである。

【図6】警報制御処理を示すフローチャートである。

【図7】注意喚起装置の動作例を示すタイミングチャートである。

【図8】注意喚起装置における警報の実行状況を詳細に示すタイミングチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態による車両の注意喚起装置について説明する。図1に示すように、車両3は、4つの車輪W（2つのみ図示）を有する四輪車両であり、E P Sモータ10（図2参照）を有する電動パワーステアリング装置を備えている。E P Sモータ10は、ステアリングホイール4に連結されており、電子制御ユニット（以下「E C U」という）2の制御によって駆動され、符号Dで示される運転者（以下「ドライバ」という）の操舵をアシストする。後述するように、E P Sモータ10は、ドライバへ注意喚起のための触覚情報を提示するために、ステアリングホイール4を振動させる加振手段としても用いられる。

【0026】

また、車両3には、ディスプレイ11及び音声出力装置12が設けられている。ディスプレイ11は、インストルメントパネル（図示せず）に配置されており、E C U 2から送られる各種の情報をモニタ画面に表示する。後述するように、これらの情報には、判定されたドライバの注意力レベルやドライバの注意を喚起するための視覚情報が含まれる。音声出力装置12は、例えばドライバの後方に配置されており、E C U 2の制御の下、ドライバの注意力レベルに応じた音声メッセージを、注意喚起のための聴覚情報として出力する。

【0027】

また、車両3の走行状態や操作状態を検出するために、以下のような各種のセンサが設けられている。操舵角センサ20は、ステアリングホイール4の操舵角 θ_s を検出し、ヨーレートセンサ21は、車両3のヨーレート Y_r を検出し、それらの検出信号はE C U 2に出力される。E C U 2は、入力されたヨーレート Y_r を積分することによって、車両3の実際の進行方向である実方位角 θ_a を算出する。

【0028】

操舵トルクセンサ 22 は、ドライバによるステアリングホイール 4 の操作トルク（以下「操舵トルク」という） T_s を検出し、その検出信号を ECU 2 に出力する。車輪速度センサ 23（図 2 参照）は、車輪 W ごとに設けられており、各車輪 W の車輪速度を表す検出信号を ECU 2 に出力する。ECU 2 は、これらの検出信号に基づき、車速 VP を算出する。

【0029】

また、前方カメラ 24 は、車両 3 の前方の道路上の車線（白線）を撮影し、その画像信号を ECU 2 に出力する。ECU 2 は、この画像信号に基づき、車両 3 が進行すべき方向である目標方位角 θ_d を算出する。

【0030】

ECU 2 は、I/O インターフェース、CPU、RAM 及び ROM などから成るマイクロコンピュータで構成されている。ECU 2 は、前述した各種のセンサ 20～23 の検出信号、及び前方カメラ 24 の画像信号などに基づき、車両 3 の挙動やドライバの注意力レベルを判定するとともに、その結果に応じてドライバの注意を喚起するための注意喚起処理を実行する。

【0031】

なお、本実施形態では、ECU 2 が、注意力レベル推定手段、異常挙動検出手段、警報手段、及び第 2 異常挙動検出手段に相当する。

【0032】

図 3 は、ECU 2 で実行される注意喚起処理のメインフローを示す。本処理は、所定時間ごとに実行される。本処理では、まずステップ 1（「S1」と図示。以下同じ）において、ドライバ状態判定処理を実行する。この判定処理は、車両 3 の運転に対するドライバの注意力レベル ATT_LVL を算出するとともに、車両 3 のふらつきの有無を判定するものである。

【0033】

図 4 は、そのサブルーチンを示す。本処理では、まずステップ 11 において、推定操舵角 θ_{s_est} を算出する。具体的には、ヨーレートセンサ 21 で検出されたヨーレート Y_r の積分値に基づいて、実方位角 θ_d を算出し、前方カメラ 24 の画像信号に基づいて、目標方位角 θ_{d_cmd} を算出し、実方位角 θ_d と目標方位角 θ_{d_cmd} の偏差（ $\theta_d - \theta_{d_cmd}$ ）を、方位角偏差 $D\theta_d$ として算出する。

【0034】

次いで、この方位角偏差 $D\theta_d$ を入力とし、推定操舵角 θ_{s_est} を出力とするドライバモデルを定義し、このドライバモデルのモデルパラメータを、所定の同定アルゴリズム（例えば最小二乗法アルゴリズム）によりオンボードで算出する。そして、算出したモデルパラメータと上記の方位角偏差 $D\theta_d$ をドライバモデルに代入することによって、推定操舵角 θ_{s_est} が算出される。

【0035】

次いで、ステップ 12 に進み、操舵角センサ 20 で検出された操舵角 θ_s と推定操舵角 θ_{s_est} との偏差（ $\theta_s - \theta_{s_est}$ ）を、操舵角偏差 $D\theta$ として算出する。

【0036】

次に、ステップ 13 に進み、次式（1）によって修正操舵量 CRst を算出する。

【数 1】

$$CRst = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m (D\theta_j)^2} \quad \dots\dots (1)$$

【0037】

式（1）中の m は、値 2 以上の整数である。式（1）に示すように、修正操舵量 CRst は、今回以前の制御タイミングで算出された m 個の操舵角偏差 $D\theta$ の二乗平均誤差（すなわち二乗平均平方根）として算出される。

10

20

30

40

50

【0038】

ステップ13に続くステップ14では、修正操舵量の学習値（以下「学習修正操舵量」という）CRst_LNを算出する。この学習修正操舵量CRst_LNは、今回以前に算出された修正操舵量CRstのうちの最小値として算出される。すなわち、ステップ13で算出した修正操舵量CRstと、RAM内に記憶されている学習修正操舵量CRst_LNを比較し、小さい方が学習修正操舵量CRst_LNに設定される。なお、学習修正操舵量CRst_LNは、イグニッションスイッチがOFFされた場合、イグニッションスイッチのON状態で、運転席のシートベルトが外された場合又は運転席側のドアが開いた場合などには、ドライバが交代した可能性があるため、リセットされる。

【0039】

次いで、ステップ15に進み、第1平均修正操舵量CRst_ave1を算出する。この第1平均修正操舵量CRst_ave1は、今回以前の所定のサンプリング期間において算出された修正操舵量CRstの移動平均値として算出される。

【0040】

次に、ステップ16に進み、次式（2）によって第1推定覚醒度AD_est1を算出する。

【数2】

$$AD_est1 = \frac{CRst_ave1}{CRst_LN} \dots\dots (2)$$

【0041】

式（2）に示すように、第1推定覚醒度AD_est1は、第1平均修正操舵量CRst_ave1と学習修正操舵量CRst_LNとの比で表され、したがって、第1平均修正操舵量CRst_ave1が相対的に大きいほど、より大きな値として算出される。

【0042】

次に、ステップ17に進み、注意力レベルATT_LVLを算出する。この注意力レベルATT_LVLの算出は、ステップ16で算出された第1推定覚醒度AD_est1を、図示しない所定の換算式で換算することによって行われる。

【0043】

この換算により、注意力レベルATT_LVLは、第1推定覚醒度AD_est1が大きいほど、より小さい値として算出される。これは、前述した算出手法から、第1推定覚醒度AD_est1が大きいことは、操舵角θsの変動が大きいことを表すので、第1推定覚醒度AD_est1が大きいほど、ドライバの注意力が低い状態にあると推定されるためである。その結果、注意力レベルATT_LVLは、ドライバの注意力が低いと推定されるほど、より小さい値として算出される。

【0044】

また、図7に示すように、注意力レベルATT_LVLは0～5の範囲に設定され、ドライバの注意力の評価の目安として、ATT_LVL=5：「集中」、4：「通常」、3：「漫然」、2：「眠気」、1：「居眠り」にそれぞれ相当する。

【0045】

次いで、ステップ18において、注意力低下フラグF_ATT_DWNの設定処理を実行する。図5はそのサブルーチンを示す。本処理では、まずステップ31において、現在の注意力低下フラグF_ATT_DWNが「1」であるか否かを判別し、その答えがNOのときには、ステップ17で算出された注意力レベルATT_LVLが2よりも小さいか否かを判別する（ステップ32）。

【0046】

この答えがNOのときには、そのまま本処理を終了する。一方、ステップ32の答えがYESで、注意力レベルATT_LVLが2を下回ったときには、ドライバの注意力が低下したと判定し、ステップ33において、注意力低下フラグF_ATT_DWNを「1」にセットする。

10

20

30

40

50

【0047】

このステップ33の実行に伴い、前記ステップ31の答えがYESになると、ステップ34に進み、注意力レベルATT__LVLが3以上であるか否かを判別する。この答えがNOのときには、そのまま本処理を終了する。一方、ステップ34の答えがYESで、注意力レベルATT__LVLが3以上になったときには、ドライバの注意力が回復したと判定し、ステップ35において、注意力低下フラグF__ATT_DWNを「0」にリセットする。

【0048】

以上のように、注意力低下フラグF__ATT_DWNは、注意力レベルATT__LVLが2を下回ったときに「1」にセットされ、その後、注意力レベルATT__LVLが3以上に回復するまで「1」に維持される。

10

【0049】

図4に戻り、ステップ18に続くステップ19では、第2平均修正操舵量CRst__ave2を算出する。この第2平均修正操舵量CRst__ave2は、前述した第1平均修正操舵量CRst__ave1のサンプリング期間よりも短い、今回以前の所定のサンプリング期間において算出された修正操舵量CRstの移動平均値として算出される。

【0050】

次に、ステップ20に進み、次式(3)によって第2推定覚醒度AD__est2を算出する。

【数3】

$$AD_est2 = \frac{CRst_ave2}{CRst_LN} \dots\dots (3)$$

20

【0051】

式(3)に示すように、第2推定覚醒度AD__est2は、第2平均修正操舵量CRst__ave2と学習修正操舵量CRst__LNとの比であり、したがって、第2平均修正操舵量CRst__ave2が相対的に大きいほど、より大きな値として算出される。

【0052】

最後に、ステップ21において、算出された第2推定覚醒度AD__est2に応じて、ふらつきフラグF__UNSAT1を設定し、本処理を終了する。具体的には、第2推定覚醒度AD__est2が所定の判定値AD__JUD以上のときには、車両3のふらつき（異常挙動）が発生していると判定し、ふらつきフラグF__UNSAT1が「1」にセットされる。一方、第2推定覚醒度AD__est2が判定値AD__JUDよりも小さいときには、車両3がふらついておらず、安定した走行状態にあると判定し、ふらつきフラグF__UNSAT1は「0」にセットされる。

30

【0053】

図3に戻り、ステップ1に続くステップ2では、注意力レベルATT__LVLの表示処理を実行する。まず、注意力レベルATT__LVLに対して、表示ランクDPY__LNKを割り当てる。図7(b)の各表示に丸囲み数字で示すように、表示ランクDPY__LNKは、 $4 < ATT_LVL \leq 5$ のときに「5」に、 $3 < ATT_LVL \leq 4$ のときに「4」に、 $2 < ATT_LVL \leq 3$ のときに「3」に、 $1 < ATT_LVL \leq 2$ のときに「2」に、 $ATT_LVL \leq 1$ のときに「1」に、それぞれ設定される。

40

【0054】

図7(b)に示すように、注意力レベルATT__LVLは、表示ランクDPY__LNKに基づき、ディスプレイ11のモニタ画面にレベルメータとして表示される（ゲージ表示）。また、表示ランクDPY__LNKに応じてモニタ表示の色が変更され、例えば、DPY__LNK=5、4、3、2、1に対して、それぞれ「緑」「黄緑」「黄」「橙」「赤」で表示される。

【0055】

なお、ディスプレイ11における注意力レベルATT__LVLの表示は、車速VPが第

50

1 所定速度以上かつ第 2 所定速度以下であることを条件として、すなわち、車両 3 が低速運転状態又は高速運転状態でないときに行われる。

【0056】

図 3 のステップ 2 に続くステップ 3 では、車両 3 のレーン逸脱判定を実行する。具体的には、前方カメラ 24 の画像信号に基づき、車両 3 がドライバの意図によらずに車線をまたごうとするレーン逸脱（第 2 異常挙動）が発生しているか否かを判定する。発生していると判定されたときには、レーン逸脱フラグ F__UNSAT2 が「1」にセットされ、それ以外のときには、レーン逸脱フラグ F__UNSAT2 は「0」にセットされる。

【0057】

次に、ステップ 4 において、警報制御処理を実行する。この警報制御処理は、これまでに算出・判定された注意力レベル ATT__LVL、車両 3 のふらつき及びレーン逸脱の有無などに応じて、ドライバの注意を喚起するための各種の警報を実行するものである。

【0058】

これらの警報には、ドライバの注意力が低下したと判定されたときに、ドライバに休憩を喚起するために実行される第 1 警報が含まれる。この第 1 警報には、ディスプレイ 11 の表示（視覚情報の提示）による警報（以下「視覚第 1 警報」という）と、音声出力装置 12 からの音声メッセージの出力（聴覚情報の提示）による警報（以下「聴覚第 1 警報」という）がある。また、上記の警報にはさらに、車両 3 のふらつきが発生していると判定されたときに実行される、ステアリングホイール 4 の振動（触覚情報の提示）による警報（以下「第 2 警報」という）と、車両 3 のレーン逸脱が発生していると判定されたときに実行される、ステアリングホイール 4 の振動による警報（以下「第 3 警報」という）が含まれる。

【0059】

この警報制御処理では、まずステップ 41 において、レーン逸脱フラグ F__UNSAT2 が「1」であるか否かを判別する。この答えが YES で、車両 3 のレーン逸脱が発生していると判定されたときには、ステップ 42 に進み、第 3 警報の実行後の経過時間を計時するためのダウンカウント式のタイマの値 TM__CTN3 を、所定時間 TR EF にセットする。

【0060】

次に、ステップ 43 において第 3 警報を実行し、本処理を終了する。具体的には、EPS モータ 10 に駆動信号を出力し、EPS モータ 10 を所定の短い周期で往復動させる。これにより、ステアリングホイール 4 が振動し、その振動がドライバの指先に伝達され、触覚情報として提示される。このように、車両 3 のレーン逸脱が発生していると判定されたときには、車両 3 の走行の安全を確保するために、第 3 警報が即座に実行される。

【0061】

前記ステップ 41 の答えが NO のときには、ステップ 44 において、第 1 及び第 2 警報の禁止条件が成立しているか否かを判定する。その禁止条件として、例えば次の 3 つの条件が設定されている。

(a) 方向指示器が ON された後、所定時間が経過しないこと

(b) 実方位角 θa と目標方位角 θd との偏差が所定値以上になった後、所定時間が経過していないこと

(c) 操舵トルク Ts の変化量が所定量以上になった後、所定時間が経過していないこと

【0062】

そして、これらの条件 (a) ~ (c) の少なくとも 1 つに該当する場合には、第 1 及び第 2 警報の禁止条件が成立していると判定され、警報禁止フラグ F__CTNNG が「1」にセットされる。一方、条件 (a) ~ (c) のいずれにも該当しない場合には、禁止条件が成立していないと判定され、警報禁止フラグ F__CTNNG は「0」にセットされる。

【0063】

なお、上記の条件 (a) ~ (c) の設定の趣旨は、次のとおりである。すなわち、前述したように、注意力レベル ATT__LVL の算出は、基本的に、ドライバモデルによって

10

20

30

40

50

規定される推定操舵角 θ_{s_est} と、ドライバの注意力が反映される実際の操舵角 θ_s との相対的な関係に基づいて行われるため、注意力の低下以外の原因で操舵量が増加するような状況を想定し、禁止条件として設定したものである。具体的には、条件（a）は車線の変更時などを、条件（b）は車線のカーブへの入退出時などを、条件（c）は段差・悪路の走行時などを、それぞれ想定している。

【0064】

上記ステップ44に続くステップ45では、警報禁止フラグ F_CTNNG が「1」であるか否かを判別する。この答えが YES で、第1及び第2警報が禁止されているときには、そのまま本処理を終了する。

【0065】

一方、ステップ45の答えが NO のときには、ステップ46において、注意力低下フラグ F_ATTWN が「1」であるか否かを判別し、その答えが NO のときには、そのまま本処理を終了する。一方、ステップ46の答えが YES で、ドライバの注意力が低下していると判定されているときには、ステップ47において、カウンタ値 C_CTN1 をインクリメントした後、ステップ48において、第1警報（視覚第1警報及び聴覚第1警報）を実行する。上記のカウンタ値 C_CTN1 は、イグニッションスイッチの ON 時に0にリセットされるものであり、したがって、車両3の今回の運転サイクルにおける第1警報の実行回数を表す。

【0066】

上記の視覚第1警報は、具体的には、 $ECU2$ からディスプレイ11に表示要求信号を出力することにより、休憩を喚起するための所定の図柄（例えばコーヒーマグ）を、ディスプレイ11のモニタ画面に割込みで表示させることによって行われる。なお、このモニタ表示が実際に行われると、そのことを確認するためのアンサーバック信号が、ディスプレイ11から $ECU2$ に出力される（図8参照）。

【0067】

また、聴覚第1警報は、音声出力装置12に出力要求信号を出力することにより、音声出力装置12から休憩を喚起するための所定の音声メッセージ（例えば「休憩しませんか」というメッセージ、図7には音符記号で図示）を出力することによって、行われる。

【0068】

図6に戻り、上記ステップ48に続くステップ49～52では、第2警報の実行条件を判定する。具体的には、ふらつきフラグ F_UNSAT1 が「1」であるか否か（ステップ49）、ディスプレイ11からアンサーバック信号が返送されているか否か（ステップ50）、前記カウンタ値 C_CNT1 が2以上であるか否か（ステップ51）、及び前記タイマ値 TM_CTN3 が0以下であるか否か（ステップ52）を、それぞれ判別する。

【0069】

そして、これらの答えのいずれかが NO のときには、第2警報の実行条件が成立していないとして、そのまま本処理を終了する。一方、ステップ49～52の答えがいずれも YES のときには、第2警報の実行条件が成立していると判定し、ステップ53において第2警報を実行し、本処理を終了する。この第2警報の内容自体は、第3警報と同じであり、 EPS モータ10を介してステアリングホイール4を振動させるものである。

【0070】

以上のように、第2警報は、第1警報の実行中であることに加え、上記ステップ49～52の判別により、車両3のふらつきが発生していると判定されていること（ステップ49）、ディスプレイ11からアンサーバック信号が返送されていること（ステップ50）、実行中の第1警報が車両3の今回の運転サイクルにおいて2回目以降であること（ステップ51）、及び第3警報が実行された後、所定時間 $TREF$ が経過していること（ステップ52）を条件として、実行される。

【0071】

以下、図7及び図8を参照しながら、これまでに述べた注意喚起処理によって得られる動作例を、より具体的な動作と併せて説明する。前述したように、この注意喚起処理では

10

20

30

40

50

、注意力レベルA T T _ L V Lが値0～5の範囲に算出され（図7（a））、その算出結果が、ディスプレイ11のモニタ画面に、レベルメータとして5段階で表示される（同図（b））。また、注意力レベルA T T _ L V Lが2を下回ったときには、ドライバの注意力が低下したと判定し、その後、注意力レベルA T T _ L V Lが3以上に回復するまで、注意力低下フラグF _ A T T D W Nが「1」にセットされる（同図（c））。さらに、車両3のふらつきが発生していると判定されたときに、ふらつきフラグF _ U N S T A 1が「1」にセットされる（同図（d））。

【0072】

この例では、時刻t1～t3の間において、注意力レベルA T T _ L V Lが低下しているものの、その値が2以上であることで、注意力低下フラグF _ A T T D W Nは「0」に

10

【0073】

その後、時刻t3において、注意力レベルA T T _ L V Lが2を下回ると、注意力低下フラグF _ A T T D W Nが「1」にセットされるのに応じて、図6のステップ46の答えがY E Sになることで、第1警報が実行される。

【0074】

より具体的には、注意力低下フラグF _ A T T D W Nが「1」にセットされると、図8（g）に示すように、E C U 2からディスプレイ11に表示要求信号が所定時間、出力される（時刻t11）。表示要求信号が入力されると（時刻t12）、ディスプレイ11のモニタ画面に、休憩喚起のためのコーヒークップの図柄が表示される（以下「モニタ表示」という）ことによって、視覚第1警報が実行される（同図（h））。このモニタ表示は所定時間、継続される（t12～t16）。また、モニタ表示が実際に行われると、そのことを確認するためのアンサーバック信号が、ディスプレイ11からE C U 2に所定時間、出力される（同図（i））。さらに、モニタ表示とほぼ同じタイミングで、音声出力装置12から前述した音声メッセージが出力される（以下「音声出力」という）ことによって、聴覚第1警報が実行される。

20

【0075】

図7の例では、注意力低下フラグF _ A T T D W Nが「1」にセットされている期間（t3～t7）において、上述した動作が繰り返されることで、第1警報（視覚第1警報及び聴覚第1警報）が計3回、実行されている。このように第1警報が複数回、実行される場合、第1警報の内容を、その実行回数が多くなるにつれて、休憩喚起の度合いが強くなるように変更することが好ましい。

30

【0076】

このため、本実施形態では、モニタ表示の色が、例えば第1警報の1回目には「白」に設定され、2回目以降では「赤」に設定されている。また、音声メッセージについても、例えば第1警報の1回目には「休憩しませんか」に設定され、2回目以降では「休憩しましょう」に設定されている。また、上記と同じ趣旨から、第1警報の実行間隔を実行回数に応じて変更してもよく、本実施形態では、図7（e）に示すように、2回目と3回目の間の第1警報の実行間隔が、1回目と2回目の間のそれよりも短く設定されている。

40

【0077】

また、図7の例では、上記の第1警報の3回の実行中にそれぞれ、ふらつきフラグF _ U N S T A 1が「1」にセットされている（t4、t5、t6）。この場合、ふらつきフラグF _ U N S T A 1の1回目のセット時には、第1警報がまだ1回目であるため、図6のステップ51の答えがN Oになることで、第2警報は実行されない。一方、ふらつきフラグF _ U N S T A 1の2回目及び3回目のセット時には、第1警報が2回目以降であるため、ステップ51の答えがY E Sになることで、第2警報が実行される。

【0078】

50

図8(j)は、この第2警報の具体的な動作を示しており、ディスプレイ11からアンサーバック信号(同図(i))が入力され(時刻t13)、その後、所定時間が経過した時点で(時刻t14)、EPSモータ10の駆動によるステアリングホイール4の振動が開始され、第2警報が実行される。このステアリングホイール4の振動の終期(時刻t15)は、モニタ表示の終期(t16)よりも前に設定されている。その結果、ステアリングホイール4の振動は、モニタ表示期間内に、すなわちモニタ表示が実際に行われている状態で、実行される。

【0079】

また、図8(j)に示すように、ステアリングホイール4の振動は、間欠的に複数回(この例では3回)行われ、図示しないが、各回の振動に同期してモニタ表示が点滅するようになっている。

【0080】

その後、時刻t7において、注意力レベルATT_LVLが3以上になると、注意力低下フラグF_ATT_DWNが「0」にリセットされ、それに応じて図7のステップ46の答えがNOになることで、第1警報が停止される。また、第1警報が実行されない限り、第2警報は実行されない。

【0081】

以上のように、本実施形態によれば、推定されたドライバの注意力レベルATT_LVLが所定レベル(=2)を下回ることに加え、車両3のふらつきが発生していると判定されることを条件として、第2警報が実行される。これにより、推定されたドライバの注意力レベルATT_LVLの低下に基づいて客観的に判定されるリスクと、車両3のふらつきに伴ってドライバが感じるリスクがマッチングした状況で、第2警報が実行されるので、ドライバは第2警報を違和感なく納得して受け入れることができる。また、第2警報として、ステアリングホイール4の振動による、刺激が強くメッセージ性の高い触覚情報が運転者に提示される。したがって、ドライバの納得感及び信頼感を得ながら、触覚情報の提示による第2警報を実行でき、ドライバへの注意喚起を有効かつ適切に行うことができる。

【0082】

また、ドライバの注意力レベルATT_LVLが所定レベルを下回ったときに、ディスプレイ11におけるモニタ表示及び音声出力装置12からの音声出力による休憩喚起のための第1警報(視覚第1警報及び聴覚第1警報)があらかじめ実行され、その後、第1警報が2回以上、実行されていることを条件として、第2警報が実行される。このように、モニタ表示や音声出力による第1警報があらかじめ実行されることで、ドライバは第2警報を唐突感なく円滑に受け入れことができ、したがって、ドライバの納得感及び信頼感をさらに高めるとともに、第2警報による注意喚起をさらに有効に行うことができる。

【0083】

さらに、第2警報は、第1警報の実行中にそれと同時に実行され、特にアンサーバック信号の入力を条件とすることにより、視覚第1警報によるモニタ表示が実際に行われている状態で、実行される。これにより、両警報の関連性、特に第1警報によって示される注意力レベルの低下に起因して第2警報が実行されるという関係について、ドライバの理解がより容易に得られることにより、ドライバの納得感及び信頼感をさらに高め、第2警報による注意喚起をさらに有効に行うことができる。また、第2警報を実行する際、ステアリングホイール4の振動とモニタ表示の点滅を同期させるので、第1警報と第2警報との関連性が強調され、それに対するドライバの理解をさらに容易に得ることができる。

【0084】

また、推定されたドライバの注意力レベルATT_LVLがディスプレイ11にレベルメータとして表示されるとともに、表示された注意力レベルATT_LVLが所定レベルを下回っている状態で、第2警報が実行される。これにより、注意力レベルATT_LVLが所定レベル未満に低下するまでの推移をドライバに示しながら、第2警報が実行されるので、第2警報がドライバの注意力の低下に起因して実行されたことを、ドライバにさ

10

20

30

40

50

らに容易に理解させることができる。

【0085】

さらに、車両3のレーン逸脱が発生していると判定されたときには、推定されたドライバの注意力レベルATT__LVLにかかわらず、ステアリングホイール4の振動による第3警報が実行される。これにより、車両3のレーン逸脱に関する注意喚起が即座にかつ明確に行われることによって、車両の走行の安全を確保することができる。また、この第3警報の実行後、所定時間TR EFが経過するまでは、ドライバの注意力レベルATT__LVLの低下に基づく第2警報が禁止されるので、両警報の混同によるドライバの誤解を確実に回避することができる。

【0086】

なお、本発明は、説明した実施形態に限定されることなく、種々の態様で実施することができる。例えば、実施形態では、第1警報を、推定されたドライバの注意力レベルATT__LVLが所定レベルを下回ることを条件として、第2警報に先立って実行しているが、これに代えて、第2警報と同様、車両3のふらつきが発生していると判定されたことをさらなる条件として、実行してもよい、これにより、推定されたドライバの注意力レベルATT__LVLの低下に基づいて客観的に判定されるリスクとドライバが感じるリスクがマッチングした状況で、第1警報と第2警報が同時に実行されるので、ドライバは両警報を明確に納得して受け入れることができ、ドライバの信頼感を高めることができる。

【0087】

また、実施形態では、第2警報を、第1警報が2回以上、実行されていることを条件として実行しているが、第1警報の1回目から実行してもよい。あるいは、第2警報の強さを、その実行回数に応じて変更してもよく、例えば、実行回数が多くなるにつれて、第2警報をより強くしてもよい。また、実施形態では、第2警報を、ステアリングホイール4の振動によって行っているが、ドライバに触覚情報を提示する（触覚に訴える）ものであればよく、例えば、運転席のシートやアクセルペダルの振動によって行ってもよい。

【0088】

また、実施形態では、第2警報に加えて、注意力レベルATT__LVLに基づくレベルメータ表示と第1警報を実行しているが、これらの両方又は一方を省略してもよい。

【0089】

さらに、第1警報として、モニタ表示による視覚第1警報、及び音声出力による聴覚第1警報の両方を実行しているが、いずれか一方を実行してもよい。また、実施形態では、1回目の第1警報と2回目以降の第1警報の間において、モニタ表示及び音声出力の内容を異ならせているが、同一にしてもよい。

【0090】

また、実施形態で示したモニタ表示及び音声出力の内容や実行の回数及び間隔などは、あくまで例示であり、適宜、変更することが可能である。例えば、モニタ表示については、その図柄や色を実施形態で説明した以外の適当なものに変更してもよい。また、音声出力については、音声メッセージに代えて、単純な警告音としてもよく、その場合、警告音を第2警報のステアリングホイール4の振動に同期させるようにしてもよい。

【0091】

さらに、実施形態では、ドライバの注意力が低下したことを表す注意力低下フラグF__ATT DWNを、注意力レベルATT__LVLが2を下回った後、3以上に回復するまで「1」に維持しているが、このようなヒステリシスを設けることなく、単一の所定レベルをしきい値として設定するようにしてもよい。

【0092】

また、実施形態で説明したドライバの注意レベルATT__LVLの推定手法や、車両3のふらつき及びレーン逸脱の判定手法は、あくまで例示であり、他の適当な手法を採用することが可能である。また、車両3の異常挙動としてふらつきを、第2異常挙動としてレーン逸脱をそれぞれ用いたが、これらに限定されないことはもちろんである。その他、本発明の趣旨の範囲内で、細部の構成を適宜、変更することが可能である。

10

20

30

40

50

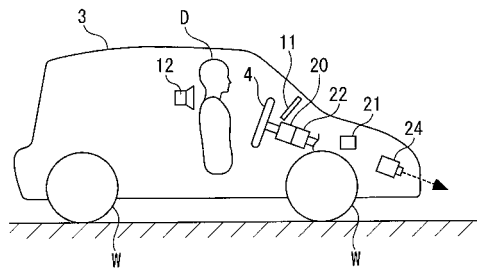
【符号の説明】

【0093】

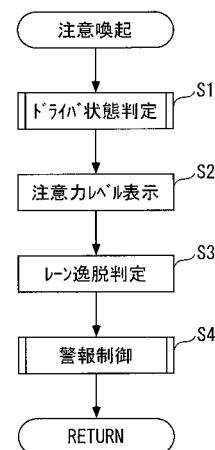
- 2 ECU（注意力レベル推定手段、異常挙動検出手段、警報手段、第2異常挙動検出手段）
 3 車両
 4 ステアリングホイール（触覚情報提示手段、操作部材）
 10 EPSモータ（触覚情報提示手段）
 11 ディスプレイ（第1警報手段、注意力レベル表示手段）
 12 音声出力装置（第1警報手段）
 A T T _ L V L 運転者の注意力レベル
 T R E F 所定時間

10

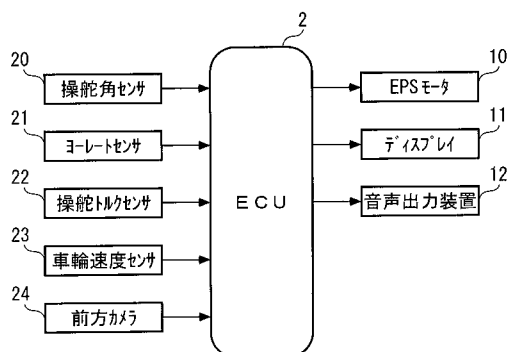
【図1】



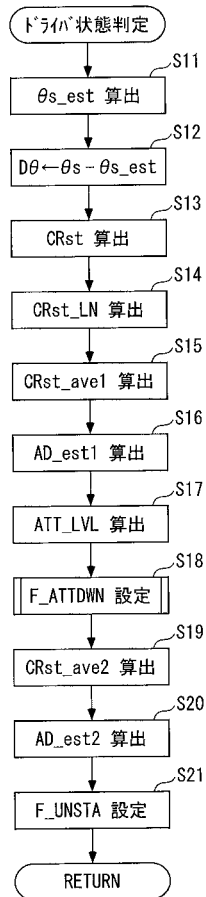
【図3】



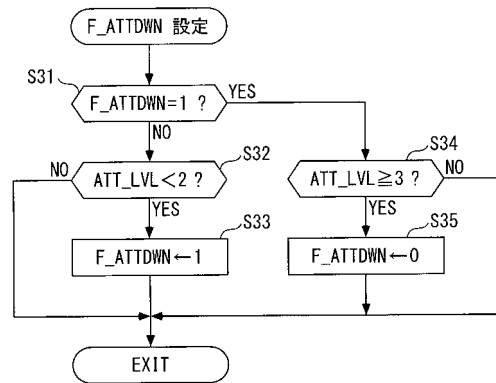
【図2】



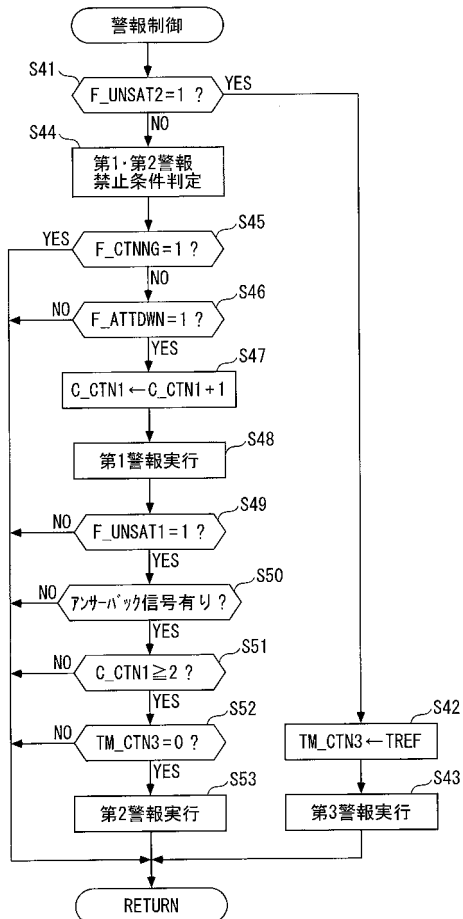
【図 4】



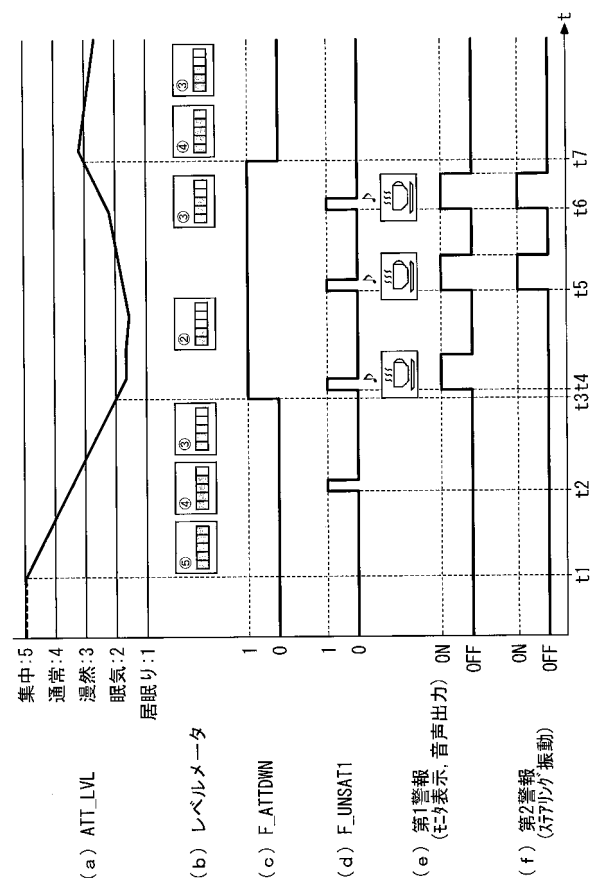
【図 5】



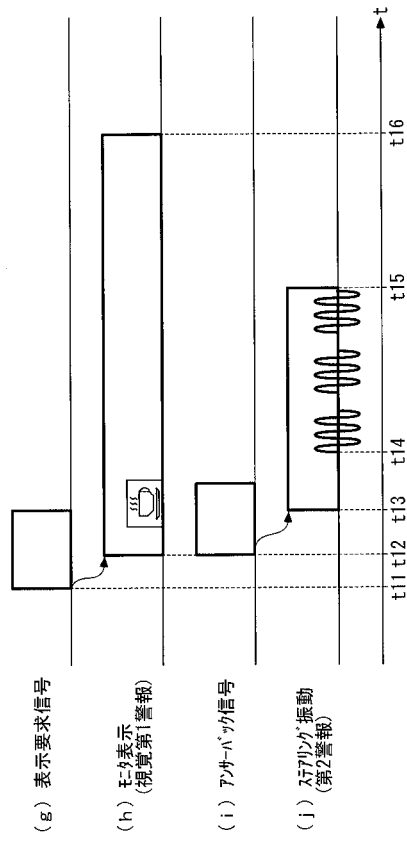
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
B 6 2 D 113/00	(2006.01)	B 6 2 D 113:00	
B 6 2 D 119/00	(2006.01)	B 6 2 D 119:00	
B 6 2 D 137/00	(2006.01)	B 6 2 D 137:00	

(72)発明者 小池 弘之

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

Fターム(参考) 3D232 CC20 CC39 DA03 DA15 DA24 DA32 DA33 DA84 DA98 DC02
DC33 DD02 DD15 EB12 EC22 GG01
3D241 BA59 BA60 CC00 CC17 CE05 DA52Z DA58Z DB07Z DB12Z DB32Z
DC35Z DD04B
5H181 AA01 CC04 CC24 FF27 FF33 FF35 LL04 LL07 LL08 LL20