

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 29.01.01.

30 Priorité : 31.01.00 JP 00022690.

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 03.08.01 Bulletin 01/31.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : KOYO SEIKO CO LTD — JP.

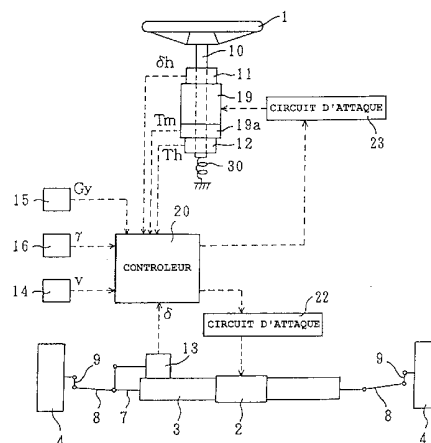
72 Inventeur(s) : NISHIZAKI KATSUTOSHI, NAKANO SHIRO, TAKAMATSU TAKANOBU et SEGAWA MASAYA.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : NOVAPAT.

54 DISPOSITIF DE DIRECTION POUR UN VEHICULE.

57 Dans un dispositif de direction pour véhicule, le mouvement d'un actionneur de direction (2), qui est entraîné conformément à l'actionnement en rotation d'un élément d'actionnement (1), est transmis aux roues (4) d'une manière telle que l'angle de direction (δ) change sans couplage mécanique de l'élément d'actionnement (1) aux roues (4). Une amplitude du mouvement de lacet cible (γ^*), qui s'accorde avec un couple de charge (T), qui est la somme du couple de commande (T_m) généré par un actionneur de fonctionnement (19) et le couple d'actionnement du conducteur (T_h), et un couple d'actionnement (δh) de l'élément d'actionnement (1) résultant du fonctionnement de ce couple de charge (T), sont calculés. L'actionneur de direction (2) est commandé d'une manière telle que l'amplitude du mouvement de lacet du véhicule (γ) suive l'amplitude du mouvement de lacet cible (γ^*). L'actionneur de fonctionnement (19) est commandé d'une manière telle que l'angle d'actionnement (δh) suive un angle d'actionnement cible (δh^*) de l'élément d'actionnement (1) correspondant à une valeur d'index de comportement comprenant au moins l'amplitude du mouvement de lacet (γ) du véhicule.



DISPOSITIF DE DIRECTION POUR UN VEHICULE

La présente invention se rapporte à un dispositif de direction pour véhicule, qui utilise ce que l'on appelle un système de direction par câble électrique.

Dans un dispositif de direction pour véhicule qui utilise un système de direction par câble électrique, le mouvement d'un actionneur de direction, qui correspond à l'actionnement d'un élément d'actionnement modelé sur un volant de direction, est transmis aux roues du véhicule d'une manière telle que l'angle de braquage change sans que cet élément d'actionnement soit mécaniquement couplé aux roues. Dans un véhicule qui utilise un système de direction par câble électrique tel que celui-ci, une proposition a été faite afin de calculer une amplitude du mouvement de lacet correspondant à la quantité d'actionnement de l'élément d'actionnement, et afin de commander l'actionneur de direction d'une manière telle que l'amplitude du mouvement de lacet cible coïncide avec l'amplitude du mouvement de lacet réelle de façon à stabiliser le comportement du véhicule.

La figure 13 montre un exemple d'un schéma synoptique sous forme de blocs de commande d'un dispositif de direction pour véhicule utilisant un système de direction par câble électrique classique.

Dans le schéma synoptique sous forme de blocs de commande, K_1 représente le gain d'une amplitude du mouvement de lacet cible γ^* par rapport à l'angle d'actionnement δ_h d'un élément d'actionnement 101, et un dispositif de direction calcule une amplitude du mouvement de lacet cible γ^* à partir de la relation mémorisée de $\gamma^* = K_1 \cdot \delta_h$, et un angle d'actionnement δ_h détecté par un capteur. K_2 représente le gain d'un angle de braquage cible δ^* par rapport à l'écart entre l'amplitude du mouvement de lacet cible γ^* et l'amplitude du mouvement de lacet réelle γ

d'un véhicule 100, et un dispositif de direction calcule un angle de braquage cible δ^* à partir de la relation mémorisée de $\delta^* = K2 \cdot (\gamma^* - \gamma)$, l'amplitude du mouvement de lacet cible calculée γ^* , et une amplitude du mouvement de lacet γ détectée par un capteur. Le gain $K2$ est considéré comme une fonction de la vitesse V , et est établi d'une manière telle qu'il diminue linéairement avec une augmentation de la vitesse V afin d'assurer la stabilité à des vitesses élevées. G_a représente la fonction de transfert du courant d'attaque cible I_a^* de l'actionneur de direction 102 par rapport à l'écart entre un angle de braquage cible δ^* et l'angle de braquage réel δ du véhicule, et le dispositif de direction calcule un courant d'attaque cible I_a^* à partir de la relation mémorisée de $I_a^* = G_a \cdot (\delta^* - \delta)$, l'angle de braquage cible calculé δ^* , et un angle de braquage δ détecté par un capteur. La fonction de transfert G_a est établie, par exemple, d'une manière telle que la commande intégrale proportionnelle (PI) est réalisée. $K3$ représente le gain d'un couple d'actionnement cible Th^* par rapport à l'angle d'actionnement δ_h de l'élément d'actionnement 101, et le dispositif de direction calcule un couple d'actionnement cible Th^* à partir de la relation mémorisée de $Th^* = K3 \cdot \delta_h$ et un angle d'actionnement δ_h détecté par un capteur. G_b représente la fonction de transfert du courant d'attaque cible I_b^* de l'actionneur de fonctionnement 103 par rapport à l'écart entre le couple d'actionnement cible Th^* et le couple d'actionnement réel Th , et le dispositif de direction calcule un courant d'attaque cible I_b^* à partir de la relation mémorisée de $I_b^* = G_b \cdot (Th^* - Th)$, le couple d'actionnement cible calculé Th^* et un couple d'actionnement Th détectés par un capteur. La fonction de transfert G_b est établie, par exemple, d'une manière telle que la commande intégrale proportionnelle (PI) est réalisée.

Dans la constitution classique mentionnée ci-dessus, du fait que l'amplitude du mouvement de lacet réelle γ d'un véhicule n'augmente pas lorsque le coefficient de frottement entre la surface d'une route et les pneus est
5 réduit par le givrage de surface, ou lorsque la force latérale de pneu atteint sa limite, un état saturé résulte dans lequel l'amplitude du mouvement de lacet γ n'atteint pas l'amplitude du mouvement de lacet cible γ^* lorsque le couple d'actionnement T_h augmente, et il existe une
10 possibilité de divergence de l'angle de braquage δ , et que le comportement du véhicule devienne instable.

A savoir, les figures 14(1) et 14(2) sont un exemple des résultats de simulation dans un dispositif de direction constituant le système de direction par câble électrique
15 classique mentionné ci-dessus, montrant les changements dans le temps de l'amplitude du mouvement de lacet γ , de l'amplitude du mouvement de lacet cible γ^* et de l'angle de braquage δ par rapport à une entrée de pas de $2,7 \text{ N}\cdot\text{m}$ du couple d'actionnement T_h aux temps t_1 à t_2 (0,5 à 5
20 secondes), dans un véhicule se déplaçant à une vitesse de 60 km/h, dans lequel le coefficient de frottement entre le véhicule et la surface de la route est considéré comme 1 jusqu'au temps t_3 (2,5 secondes) et est considéré comme 0,1 par la suite. Le fait que l'écart entre l'amplitude du
25 mouvement de lacet γ et l'amplitude du mouvement de lacet cible γ^* augmente, et que l'angle de braquage δ diverge selon la chute du coefficient de frottement est représenté.

De plus, les figures 15(1) et 15(2) décrivent des diagrammes de Bode montrant un exemple de la simulation de
30 réponse en fréquence de l'amplitude du mouvement de lacet γ par rapport à l'entrée du couple d'actionnement dans un dispositif de direction constituant le système de direction par câble électrique classique mentionné ci-dessus, dans lequel un véhicule se déplace à une vitesse de 20 km/h. De
35 plus, les figures 15(3) et 15(4) décrivent des diagrammes

de Bode montrant un exemple d'une simulation de réponse en fréquence de l'amplitude du mouvement de lacet γ par rapport à l'entrée du couple d'actionnement dans un dispositif de direction classique dans lequel un volant de direction est
5 mécaniquement couplé aux roues du véhicule, dans lequel un véhicule se déplace à une vitesse de 20 km/h. Les figures 15(1) à 15(4) indiquent que, à une faible vitesse de déplacement, la sensibilité de réaction de l'amplitude du mouvement de lacet par rapport à l'entrée du couple
10 d'actionnement diminue davantage dans un dispositif de direction pour véhicule utilisant un système de direction par câble électrique classique que dans un dispositif de direction dans lequel un volant de direction est mécaniquement couplé aux roues du véhicule.

15 Un but de la présente invention est de proposer un dispositif de direction pour véhicule capable de résoudre le problème mentionné ci-dessus.

Un dispositif de direction pour véhicule de la présente invention comprend un élément d'actionnement
20 actionné par rotation ; un actionneur de direction entraîné selon l'actionnement de l'élément d'actionnement ; un moyen destiné à transmettre le mouvement de l'actionneur de direction aux roues du véhicule d'une manière telle que l'angle de braquage change selon le mouvement sans couplage
25 mécanique de l'élément d'actionnement aux roues ; un actionneur de fonctionnement destiné à générer un couple de commande, qui agit sur l'élément d'actionnement ; un moyen destiné à déterminer un couple de charge, qui est la somme du couple de commande et du couple d'actionnement exercés
30 sur l'élément d'actionnement par un conducteur ; un moyen destiné à déterminer l'angle d'actionnement de l'élément d'actionnement qui est actionné par l'action du couple de charge ; un moyen destiné à calculer une valeur d'index de comportement cible du véhicule, comprenant au moins une
35 amplitude du mouvement de lacet cible correspondant au

couple de charge déterminé et à l'angle d'actionnement sur la base d'une relation mémorisée entre le couple de charge, l'angle d'actionnement et la valeur d'index de comportement cible ; un moyen destiné à déterminer une valeur, 5 comprenant au moins l'amplitude du mouvement de lacet du véhicule, comme une valeur d'index de comportement correspondant au changement du comportement du véhicule ; un moyen destiné à commander l'actionneur de direction d'une manière telle que la valeur d'index de comportement 10 déterminée suive la valeur d'index de comportement cible ; un moyen destiné à calculer un angle d'actionnement cible de l'élément d'actionnement correspondant à la valeur d'index de comportement déterminée, sur la base d'une relation mémorisée entre la valeur d'index de comportement 15 et l'angle d'actionnement cible ; et un moyen destiné à commander l'actionneur de fonctionnement d'une manière telle que l'angle d'actionnement déterminé suive l'angle d'actionnement cible calculé.

Conformément à la constitution de la présente 20 invention, l'angle d'actionnement est généré par l'actionnement de l'élément d'actionnement selon le couple de charge, qui est la somme du couple de commande délivré en sortie par l'actionneur de fonctionnement et le couple d'actionnement délivré en entrée par le conducteur. Ce 25 couple de commande fonctionne de façon à abolir l'écart entre l'angle d'actionnement et l'angle d'actionnement cible. En conséquence, dans le cas où l'angle d'actionnement n'a pas atteint l'angle d'actionnement cible, le couple de commande sert de force auxiliaire pour 30 l'actionnement de l'élément d'actionnement, et dans le cas où l'angle d'actionnement a dépassé l'angle d'actionnement cible, le couple de commande sert de force réactive contre l'actionnement de l'élément d'actionnement.

L'actionneur de direction est commandé d'une manière 35 telle que la valeur d'index de comportement suive la valeur

d'index de comportement cible correspondant à l'angle d'actionnement et au couple de charge. La valeur d'index de comportement du véhicule comprenant l'amplitude du mouvement de lacet change selon la commande de l'actionneur
5 de direction. L'angle d'actionnement cible correspond à la valeur d'index de comportement comprenant l'amplitude du mouvement de lacet, et l'angle d'actionnement correspond à la valeur d'index de comportement cible.

En conséquence, dans le cas où la valeur d'index de
10 comportement n'a pas atteint la valeur d'index de comportement cible, puisque l'angle d'actionnement dépasse l'angle d'actionnement cible, la force réactive ci-dessus contre l'actionnement de l'élément d'actionnement fonctionne. Conformément à ceci, dans le cas où l'amplitude
15 du mouvement de lacet n'augmente pas à cause d'une chute du coefficient de frottement entre la surface de la route et les pneus, ou la force latérale de pneu ayant atteint sa limite même lorsque le couple d'actionnement est augmenté, la force réactive contre l'actionnement de l'élément
20 d'actionnement peut être amenée à fonctionner. Même si le conducteur augmente le couple d'actionnement à ce moment, l'augmentation du couple d'actionnement peut être compensée par l'augmentation de cette force réactive, et le couple de charge agissant sur l'élément d'actionnement peut être
25 maintenu approximativement constant, empêchant une augmentation de la valeur d'index de comportement cible correspondant au couple de charge et à l'angle d'actionnement. C'est-à-dire que du fait que l'angle d'actionnement et le couple de charge, et à son tour, la
30 valeur d'index de comportement cible peuvent être maîtrisés par cette force réactive, la divergence de l'angle de braquage peut être empêchée, et le comportement du véhicule peut être stabilisé. De plus, dans un cas dans lequel un retard survient dans la valeur d'index de comportement
35 suivant la valeur d'index de comportement cible à cause

d'un retard de la réponse de l'actionneur de direction par rapport à une entrée d'actionnement, à cause des fonctions de force réactive ci-dessus, il est possible d'adoucir la sensation fautive résultant de la réponse retardée de cet actionneur de direction, permettant ainsi une sensation de direction améliorée.

Il est souhaitable que l'accélération latérale et la vitesse soient déterminées en plus de l'amplitude du mouvement de lacet comme la valeur d'index de comportement mentionnée ci-dessus, que l'angle d'actionnement cible ait une composante correspondant à une valeur à laquelle on arrive en divisant l'accélération latérale par la vitesse du véhicule, et une composante correspondant à la valeur de l'amplitude du mouvement de lacet, et que le rapport de la composante correspondant à la valeur de l'amplitude du mouvement de lacet dans l'angle d'actionnement cible change selon la vitesse du véhicule. De plus, il est souhaitable que ce rapport augmente conformément à une augmentation de la vitesse du véhicule.

Conformément à ceci, il est possible de commander le dispositif de direction en s'accommodant des caractéristiques de comportement du véhicule, d'une manière telle que l'amplitude du mouvement de lacet devienne plus petite à faible vitesse en rendant l'effet de l'accélération latérale plus grand à une faible vitesse du véhicule, et en rendant l'effet de l'amplitude du mouvement de lacet plus grand suite à une augmentation de la vitesse du véhicule, en réponse à l'angle d'actionnement cible correspondant à la valeur d'index de comportement.

De plus, il est possible de commander le dispositif de direction en l'accommodant plus étroitement avec les caractéristiques de comportement de véhicule en permettant de changer la valeur d'établissement de la vitesse du véhicule au moment où la composante correspondant à une valeur à laquelle on arrive en divisant l'accélération

latérale par la vitesse du véhicule est égale à la composante correspondant à la valeur de l'amplitude du mouvement de lacet dans l'angle d'actionnement cible.

Conformément à la présente invention, dans un véhicule
5 qui utilise un système de direction par câble électrique, il est possible de proposer un dispositif de direction qui empêche que le comportement du véhicule devienne instable et que la sensation de direction se détériore, en commandant le couple agissant sur l'élément d'actionnement
10 conformément au comportement du véhicule et en établissant une valeur d'index de comportement cible conformément au couple agissant sur l'élément d'actionnement.

La figure 1 est un schéma synoptique sous forme de blocs illustrant un dispositif de direction du mode de
15 réalisation de la présente invention ;

La figure 2 est un schéma synoptique sous forme de blocs de commande du dispositif de direction du mode de réalisation de la présente invention ;

La figure 3 est un schéma montrant l'état d'un
20 véhicule dans un état de virage circulaire constant ;

La figure 4(1) est un schéma montrant l'état survireur d'un véhicule qui glisse latéralement, et la figure 4(2) est un schéma montrant l'état sous-vireur d'un véhicule qui glisse latéralement ;

La figure 5 est un organigramme montrant les
25 procédures de commande du dispositif de direction du mode de réalisation de la présente invention ;

Les figures 6(1) et 6(2) sont des diagrammes de Bode montrant l'amplitude du mouvement de lacet en réponse à
30 l'entrée du couple d'actionnement à une vitesse de véhicule de 20 km/h dans le dispositif de direction du mode de réalisation de la présente invention, et la figure 6(3) est un diagramme de Nyquist ;

Les figures 7(1) et 7(2) sont des diagrammes de Bode
35 montrant l'amplitude du mouvement de lacet en réponse à

l'entrée du couple d'actionnement à une vitesse de véhicule de 60 km/h dans le dispositif de direction du mode de réalisation de la présente invention, et la figure 7(3) est un diagramme de Nyquist ;

5 Les figures 8(1) et 8(2) sont des diagrammes de Bode montrant l'amplitude du mouvement de lacet en réponse à l'entrée du couple d'actionnement à une vitesse de véhicule de 100 km/h dans le dispositif de direction du mode de réalisation de la présente invention, et la figure 8(3) est
10 un diagramme de Nyquist de ceux-ci ;

Les figures 9(1) et 9(2) sont des diagrammes de Bode montrant une amplitude du mouvement de lacet γ en réponse à une amplitude du mouvement de lacet cible γ^* à une vitesse de véhicule de 60 km/h dans un modèle de simulation d'un
15 exemple comparatif, et la figure 9(3) est un diagramme de Nyquist de ceux-ci ;

Les figures 10(1) et 10(2) sont des diagrammes de Bode montrant une amplitude du mouvement de lacet γ en réponse à une amplitude du mouvement de lacet cible γ^* à une vitesse
20 de véhicule de 100 km/h dans un modèle de simulation d'un exemple comparatif, et la figure 10(3) est un diagramme de Nyquist de ceux-ci ;

La figure 11 est un schéma synoptique sous forme de blocs de commande d'un modèle de simulation de l'exemple
25 comparatif ;

La figure 12(1) est un schéma montrant les changements dans le temps de l'amplitude du mouvement de lacet et de l'amplitude du mouvement de lacet cible par rapport à l'entrée de pas du couple d'actionnement dans le dispositif
30 de direction du mode de réalisation de la présente invention, et la figure 12(2) est un schéma montrant les changements dans le temps de l'angle de braquage et de l'angle d'actionnement de l'élément d'actionnement par rapport à l'entrée de pas du couple d'actionnement dans le

dispositif de direction du mode de réalisation de la présente invention ;

La figure 13 est un schéma synoptique sous forme de blocs de commande d'un dispositif de direction classique ;

5 La figure 14(1) est un schéma montrant les changements dans le temps de l'amplitude du mouvement de lacet et de l'amplitude du mouvement de lacet cible par rapport à l'entrée de pas du couple d'actionnement dans le dispositif de direction classique, et la figure 14(2) est un schéma
10 montrant les changements dans le temps de l'angle de braquage par rapport à l'entrée de pas du couple d'actionnement dans le dispositif de direction classique ;
et

Les figures 15(1) et 15(2) sont des diagrammes de Bode
15 montrant la réponse de l'amplitude du mouvement de lacet par rapport à l'entrée du couple d'actionnement à une vitesse de véhicule de 20 km/h dans le dispositif de direction constituant un système de direction par câble électrique classique, et les figures 15(3) et 15(4) sont
20 des diagrammes de Bode montrant la réponse de l'amplitude du mouvement de lacet par rapport à l'entrée du couple d'actionnement à une vitesse de véhicule de 20 km/h dans un dispositif de direction, dans lequel un volant de direction est mécaniquement couplé aux roues.

25 Le dispositif de direction pour véhicule représenté sur la figure 1 comprend un élément d'actionnement 1 modelé sur un volant de direction ; un actionneur de direction 2 entraîné selon l'actionnement en rotation de l'élément d'actionnement 1 ; et un boîtier de direction 3 destiné à
30 transmettre le mouvement de l'actionneur de direction 2 aux roues avant gauche et droite 4 d'une manière telle que l'angle de braquage change selon le mouvement sans couplage mécanique de l'élément d'actionnement 1 aux roues 4.

L'actionneur de direction 2 peut être constitué à
35 partir d'un moteur électrique tel que, par exemple, le

moteur sans balais bien connu. Le boîtier de direction 3 comporte un mécanisme de conversion de mouvement destiné à convertir le mouvement de rotation de l'arbre de sortie de cet actionneur de direction 2 en mouvement linéaire d'une
5 bielle de direction 7. Le mouvement de cette bielle de direction 7 est transmis aux roues 4 par l'intermédiaire de biellettes de direction 8 et de bras porte-fusée 9, et l'angle de parallélisme des roues 4 change. Comme boîtier de direction 3, un boîtier de direction bien connu peut
10 être utilisé, et pour autant que le mouvement de l'actionneur de direction 2 peut être transmis aux roues 4 d'une manière telle que l'angle de braquage change, la constitution de celui-ci n'est pas limitée. De plus, dans un état dans lequel l'actionneur de direction 2 n'est pas
15 entraîné, l'alignement des roues est établi d'une manière telle que les roues 4 puissent retourner à la position de direction droite par le couple d'auto-alignement.

L'élément d'actionnement 1 est couplé à un arbre de rotation 10 qui est supporté en rotation par le corps du
20 véhicule. Un actionneur de fonctionnement 19 destiné à générer un couple de commande qui agit sur cet élément d'actionnement 1 est prévu. L'actionneur de fonctionnement 19 peut être constitué d'un moteur électrique tel qu'un moteur sans balais comportant un arbre de sortie intégré
25 conjointement avec l'arbre de rotation 10.

Il est prévu un élément élastique 30 destiné à délivrer une force élastique dans la direction dans laquelle l'élément d'actionnement 1 est fait pour revenir à une position de direction droite. Cet élément élastique 30
30 peut être constitué, par exemple, d'un ressort qui délivre la force élastique à l'arbre de rotation 10. Lorsque l'actionneur de fonctionnement 19 mentionné ci-dessus ne fournit pas de couple à l'arbre de rotation 10, l'élément d'actionnement 1 peut revenir à la position de direction
35 droite conformément à la force élastique.

Il est prévu un capteur d'angle 11 destiné à détecter l'angle de rotation de l'arbre de rotation 10 comme l'angle d'actionnement de l'élément d'actionnement 1. L'élément d'actionnement 1 est actionné par l'action d'un couple de charge qui est la somme du couple de commande et du couple d'actionnement exercés sur l'élément d'actionnement 1 par le conducteur.

Il est prévu un capteur de couple 12 destiné à détecter un couple transféré par l'arbre de rotation 10 comme couple d'actionnement, qui est exercé sur l'élément d'actionnement 1 par le conducteur.

Un capteur d'angle de braquage 13 destiné à détecter l'angle de braquage du véhicule est constitué d'un potentiomètre qui détecte la quantité de mouvement de la bielle de direction 7 correspondant à l'angle de braquage.

Il est prévu un capteur de vitesse 14 destiné à détecter la vitesse du véhicule comme valeur d'index de comportement du véhicule correspondant au changement du comportement du véhicule.

Il est prévu un capteur d'accélération latérale 15 destiné à détecter l'accélération latérale comme valeur d'index de comportement.

Il est prévu un capteur d'amplitude du mouvement de lacet 16 destiné à détecter l'amplitude du mouvement de lacet comme valeur d'index de comportement.

Il est prévu un capteur de courant électrique 19a destiné à détecter le courant de charge de l'actionneur de fonctionnement 19 comme valeur correspondant au couple de commande T_m que l'actionneur de fonctionnement 19 génère.

Le capteur d'angle 11, le capteur de couple 12, le capteur d'angle de braquage 13, le capteur de vitesse 14, le capteur d'accélération latérale 15, le capteur d'amplitude du mouvement de lacet 16 et le capteur de courant électrique 19a sont reliés à un contrôleur 20 constitué d'un ordinateur. Le contrôleur 20 commande

l'actionneur de direction 2 et l'actionneur de fonctionnement 19 par l'intermédiaire de circuits d'attaque 22, 23.

La figure 2 montre un schéma synoptique sous forme de blocs de commande de la constitution mentionnée ci-dessus, et les symboles sur la figure sont comme suit.

δh : Angle d'actionnement de l'élément d'actionnement 1

δh^* : Angle d'actionnement cible de l'élément d'actionnement 1

10 δ : Angle de braquage détecté par le capteur d'angle de braquage 13

δ^* : Angle de braquage cible

T_h : Couple d'actionnement du conducteur détecté par le capteur de couple 12

15 T_m : Couple de commande généré par l'actionneur de fonctionnement 19

T : Couple de charge de l'élément d'actionnement 1

γ^* : Amplitude du mouvement de lacet cible

20 γ : Amplitude du mouvement de lacet du véhicule détectée par le capteur d'amplitude du mouvement de lacet 16

V : Vitesse du véhicule détectée par le capteur de vitesse 14

G_y : Accélération latérale du véhicule détectée par le capteur d'accélération latérale 15

25 I_s^* : Courant d'attaque cible de l'actionneur de direction 2

I_t^* : Courant d'attaque cible de l'actionneur de fonctionnement 19.

Le contrôleur 20 calcule le couple de charge T qui est la somme du couple d'actionnement T_h et du couple de commande T_m . Le couple d'actionnement T_h est détecté par le capteur de couple 12 mentionné ci-dessus, et le couple de commande T_m est calculé sur la base du courant de charge détecté par le capteur de courant électrique 19a mentionné ci-dessus.

35

Le contrôleur 20 mémorise une relation prédéterminée entre le couple de charge T, l'angle d'actionnement δh et l'amplitude du mouvement de lacet cible γ^* , et sur la base de cette relation mémorisée, calcule l'amplitude du mouvement de lacet cible γ^* correspondant au couple de charge T calculé mentionné ci-dessus et à l'angle d'actionnement δh détecté. Dans ce mode de réalisation, la relation prédéterminée est mémorisée comme l'expression suivante comportant K_γ et K_t comme coefficients de proportionnalité.

$$\gamma^* = K_\gamma \cdot (K_t \cdot T + \delta h)$$

Les coefficients de proportionnalité K_γ , K_t sont établis de façon à permettre une commande optimale.

Le contrôleur 20 mémorise une relation prédéterminée entre l'amplitude du mouvement de lacet cible γ^* , l'amplitude du mouvement de lacet γ et l'angle de braquage cible δ^* , et sur la base de cette relation mémorisée, calcule l'angle de braquage cible δ^* correspondant à l'amplitude du mouvement de lacet cible calculée γ^* mentionnée ci-dessus et à l'amplitude du mouvement de lacet détectée γ . Dans ce mode de réalisation, la relation prédéterminée est une fonction de transfert G_1 de l'angle de braquage cible δ^* par rapport à l'écart $(\gamma^* - \gamma)$ entre l'amplitude du mouvement de lacet cible γ^* et l'amplitude du mouvement de lacet détectée γ , et est exprimée comme $G_1 = (K_a + K_b/s)$ d'une manière telle que la commande PI soit réalisée, avec K_a comme gain proportionnel, K_b comme gain intégral et s comme opérateur de Laplace. C'est-à-dire que l'expression suivante est mémorisée dans le contrôleur 20.

$$\delta^* = G_1 \cdot (\gamma^* - \gamma)$$

Chaque gain K_a , K_b est établi pour permettre la commande optimale. Dans ce mode de réalisation, les gains K_a , K_b sont considérés comme des fonctions de la vitesse du véhicule et sont établis de façon à diminuer à la suite

d'une augmentation de la vitesse du véhicule V afin d'assurer une stabilité à des vitesses élevées.

Le contrôleur 20 mémorise une relation prédéterminée entre l'angle de braquage cible δ^* , l'angle de braquage δ et le courant d'attaque cible I_s^* de l'actionneur de direction 2, et sur la base de cette relation mémorisée, calcule le courant d'attaque cible I_s^* correspondant à l'angle de braquage cible calculé δ^* et à l'angle de braquage détecté δ mentionnés précédemment. L'angle de braquage δ change par le mouvement de l'actionneur de direction 2 entraîné selon le courant d'attaque cible I_s^* . Dans ce mode de réalisation, la relation prédéterminée est une fonction de transfert G_2 du courant d'attaque cible I_s^* par rapport à l'écart $(\delta^* - \delta)$ entre l'angle de braquage cible δ^* et l'angle de braquage détecté δ , et est exprimée comme $G_2 = (K_d + K_e/s)$ d'une manière telle que la commande PI soit réalisée, avec K_d comme gain proportionnel, K_e comme gain intégral et s comme opérateur de Laplace. C'est-à-dire que l'expression suivante est mémorisée dans le contrôleur 20.

$$I_s^* = G_2 \cdot (\delta^* - \delta)$$

Chaque gain K_d , K_e est établi de façon à permettre une commande optimale.

Le contrôleur 20 mémorise une relation prédéterminée entre l'angle d'actionnement cible δ_h^* et l'amplitude du mouvement de lacet γ , l'accélération latérale G_y et la vitesse du véhicule V , qui sont la valeur d'index de comportement du véhicule, et sur la base de cette relation mémorisée, calcule l'angle d'actionnement cible δ_h^* correspondant à l'amplitude du mouvement de lacet détectée γ , l'accélération latérale détectée G_y et la vitesse du véhicule détectée V . Dans ce mode de réalisation, la relation prédéterminée est mémorisée comme l'expression suivante, dans laquelle K_δ est une constante proportionnelle et V_0 est une vitesse de croisière.

$$\delta_h^* = K_\delta \cdot (G_y/V + V_0 \cdot \gamma)$$

C'est-à-dire que l'angle d'actionnement cible δh^* comporte une composante $K\delta \cdot Gy/V$ correspondant à une valeur à laquelle on arrive en divisant l'accélération latérale Gy par la vitesse du véhicule V , et une composante $K\delta \cdot Vo \cdot \gamma$ correspondant à la valeur de l'amplitude du mouvement de lacet γ . Le rapport de la composante correspondant à l'amplitude du mouvement de lacet γ dans l'angle d'actionnement cible δh^* augmente conformément à l'augmentation de la vitesse du véhicule V . Le coefficient de proportionnalité $K\delta$ est établi de façon à permettre une commande optimale.

La vitesse de croisière Vo représente le facteur de dépendance de l'amplitude du mouvement de lacet dans la commande du dispositif de direction. C'est-à-dire, sur la figure 3, pour le véhicule 100 tournant à une vitesse V dans la direction indiquée par la flèche 40, la relation entre l'accélération latérale Gy agissant dans la direction indiquée par la flèche 41 et l'amplitude du mouvement de lacet γ agissant dans la direction indiquée par la flèche 42 est approximativement comme $\gamma = Gy/V$, lorsque le véhicule 100 est supposé être dans un état de virage constant. De plus, pour un véhicule 100 qui glisse latéralement dans un état survireur comme cela est représenté sur la figure 4(1), ou pour un véhicule 100 qui glisse latéralement dans un état sous-vireur comme cela est représenté sur la figure 4(2), l'angle formé par la ligne centrale du corps du véhicule représentée par une ligne en pointillés parallèlement à la direction longitudinale de ce véhicule 100 et la direction indiquée par une ligne en traits interrompus dans laquelle le véhicule 100 devrait avancer s'il ne glissait pas latéralement, est considéré comme l'angle de glissement latéral du véhicule β . Cet angle de glissement latéral β est approximativement déterminé par une valeur intégrale de temps de $(Gy/V - \gamma)$, c'est-à-dire par $\beta = \int (Gy/V - \gamma) dt$. En conséquence, si la vitesse du

véhicule à laquelle le signe de l'angle de glissement latéral β du véhicule dans un état de virage constant change de positif à négatif est représentée comme V_{NS} , le signe de la vitesse angulaire de glissement représenté par $d\beta/dt (= Gy/V - \gamma)$ change également à V_{NS} jusqu'à ce que l'état de virage constant soit atteint. A savoir, dans un état de transition, lorsque la vitesse du véhicule est inférieure à V_{NS} , Gy/V est supérieur à γ , alors que lorsque la vitesse du véhicule est supérieure à V_{NS} , Gy/V est inférieur à γ . En conséquence, si $Vo = 1$ dans l'expression de l'angle d'actionnement cible δh^* , la commande basée sur l'angle d'actionnement cible δh^* dépend davantage de l'accélération latérale que de l'amplitude du mouvement de lacet à une vitesse de véhicule inférieure à V_{NS} , et dépend davantage de l'amplitude du mouvement de lacet que de l'accélération latérale à une vitesse de véhicule supérieure à V_{NS} . Par exemple, si $Vo = 1$, la vitesse du véhicule à laquelle la commande basée sur l'angle d'actionnement cible δh^* change de l'état dépendant de l'accélération latérale à l'état dépendant de l'amplitude du mouvement de lacet lorsque la vitesse du véhicule augmente, c'est-à-dire que la vitesse du véhicule au moment où la composante $K\delta \cdot Gy/V$ correspondant à une valeur à laquelle on arrive en divisant l'accélération latérale Gy par la vitesse du véhicule V est égale à la composante $K\delta \cdot Vo \cdot \gamma$ correspondant à la valeur de l'amplitude du mouvement de lacet γ dans l'angle d'actionnement cible δh^* (qu'on appellera ci-dessous vitesse dépendant de l'amplitude du mouvement de lacet V_c), devient égale à V_{NS} . De plus, si $Vo > 1$, alors $V_c > V_{NS}$, et si $Vo < 1$, alors $V_c < V_{NS}$. Dans ce mode de réalisation, la valeur d'établissement de la vitesse dépendant de l'amplitude du mouvement de lacet V_c est telle qu'elle est capable de changer, en changeant la vitesse de croisière Vo de façon à permettre une commande optimale.

Le contrôleur 20 mémorise une relation prédéterminée entre l'angle d'actionnement cible δh^* , l'angle d'actionnement δh et le courant d'attaque cible $I t^*$ de l'actionneur de fonctionnement 19, et sur la base de cette relation mémorisée, calcule le courant d'attaque cible $I t^*$ correspondant à l'angle d'actionnement cible calculé δh^* et à l'angle d'actionnement détecté δh mentionnés ci-dessus. Le couple de commande T_m est généré par l'actionneur de fonctionnement 19 entraîné conformément au courant d'attaque cible $I t^*$. Dans ce mode de réalisation, la relation prédéterminée est la fonction de transfert G_3 du courant d'attaque cible $I t^*$ par rapport à l'écart $(\delta h^* - \delta h)$ entre l'angle d'actionnement cible δh^* et l'angle d'actionnement détecté δh , et est exprimée comme $G_3 = (K_g + K_h/s)$ d'une manière telle que la commande PI soit réalisée, avec K_g comme gain proportionnel, K_h comme gain intégral et s comme opérateur de Laplace. Conformément à ceci, l'expression suivante est réalisée, et l'expression est mémorisée dans le contrôleur 20.

$$I t^* = G_3 \cdot (\delta h^* - \delta h)$$

Chaque gain K_g , K_h est établi de façon à permettre une commande optimale. Chaque gain K_g , K_h peut être considéré comme une fonction de la vitesse du véhicule et augmenté à la suite d'une augmentation de la vitesse du véhicule V , pour améliorer la stabilité en augmentant le couple d'actionnement T_h nécessaire pour actionner l'élément d'actionnement 1 à des vitesses élevées.

La procédure de commande par le contrôleur 20 mentionné ci-dessus est expliquée en se référant à l'organigramme de la figure 5. Tout d'abord, des données détectées par chaque capteur sont lues à l'étape 1. Ensuite, un couple de charge T , qui est la somme du couple d'actionnement déterminé T_h et du couple de commande T_m , est calculé à l'étape 2. L'amplitude du mouvement de lacet cible γ^* correspondant au couple de charge calculé T et à

l'angle d'actionnement déterminé δh est calculée à partir de la relation mémorisée $\gamma^* = K\gamma \cdot (Kt \cdot T + \delta h)$ à l'étape 3. L'angle de braquage cible δ^* correspondant à l'écart entre l'amplitude du mouvement de lacet calculée γ^* et l'amplitude du mouvement de lacet déterminée γ est calculé à partir de la relation mémorisée $\delta^* = G1 \cdot (\gamma^* - \gamma)$ à l'étape 4. Le courant d'attaque cible I_s^* de l'actionneur de direction 2 correspondant à l'écart entre l'angle de braquage cible calculé δ^* et l'angle de braquage déterminé δ est calculé à partir de la relation mémorisée $I_s^* = G2 \cdot (\delta^* - \delta)$ à l'étape 5. L'actionneur de direction 2 est entraîné selon le courant d'attaque cible I_s^* d'une manière telle que l'angle de braquage δ corresponde à l'angle de braquage cible δ^* . Conformément à ceci, l'actionneur de direction 2 est commandé d'une manière telle que l'amplitude du mouvement de lacet déterminée γ suive l'amplitude du mouvement de lacet cible γ^* à l'étape 6. Ensuite, l'angle d'actionnement cible δh^* correspondant à l'amplitude du mouvement de lacet déterminée γ , à l'accélération latérale G_y et à la vitesse du véhicule V est calculé à partir de la relation mémorisée $\delta h^* = K\delta \cdot (G_y/V + V_0 \cdot \gamma)$ à l'étape 7. Le courant d'attaque cible I_t^* de l'actionneur de fonctionnement 19 correspondant à l'écart entre l'angle d'actionnement cible calculé δh^* et l'angle d'actionnement déterminé δh est calculé à partir de la relation mémorisée $I_t^* = G3 \cdot (\delta h^* - \delta h)$ à l'étape 8. Le couple de commande T_m est généré en entraînant l'actionneur de fonctionnement 19 conformément au courant d'attaque cible I_t^* . Conformément à ceci, l'actionneur de fonctionnement 19 est commandé d'une manière telle que l'angle d'actionnement déterminé δh suive l'angle d'actionnement cible calculé δh^* à l'étape 9. Ensuite, il est déterminé si oui ou non la commande doit être terminée selon, par exemple, si oui ou non l'interrupteur d'allumage du véhicule est activé à l'étape

10, et au cas où le traitement n'est pas terminé, le processus revient à l'étape 1.

Des exemples d'établissement de K_γ , K_δ dans la constitution mentionnée ci-dessus sont expliqués. Dans un état de virage constant, dans lequel l'amplitude du mouvement de lacet cible γ^* et l'amplitude du mouvement de lacet détectée réelle γ sont identiques, et où l'angle d'actionnement cible δh^* et l'angle d'actionnement détecté réel δh sont identiques, les expressions suivantes (1), (2) sont réalisées à partir des expressions mentionnées ci-dessus $\gamma^* = K_\gamma \cdot (K_t \cdot T + \delta h)$ et $\delta h^* = K_\delta \cdot (G_y/V + V_o \cdot \gamma)$.

$$\gamma = K_\gamma \cdot (K_t \cdot T + \delta h) \quad (1)$$

$$\delta h = K_\delta \cdot (G_y/V + V_o \cdot \gamma) \quad (2)$$

De plus, dans l'état de virage constant, par traitement de sa constante de ressort, l'élément élastique ramène l'élément d'actionnement 1 à une position de direction droite comme K_s . Du fait que les relations sont approximativement $T = K_s \cdot \delta h$, $G_y/V = \gamma$, si ces expressions sont substituées dans les expressions (1), (2) ci-dessus, les expressions (3), (4) suivantes sont réalisées.

$$\gamma = K_\gamma \cdot (K_t \cdot K_s + 1) \cdot \delta h \quad (3)$$

$$\delta h = K_\delta \cdot (V_o + 1) \cdot \gamma \quad (4)$$

Conformément à ceci, si on suppose, par exemple, que $K_s = 3,183 \text{ N} \cdot \text{m}/\text{rad}$, $K_t = 0,5$, $V_o = 1,0$ et $\gamma/\delta h = 0,2222$, à partir des expressions (3), (4), les établissements $K_\gamma = 0,0857$, $K_\delta = 2,25$ sont réalisés. Dans ce cas, à partir de l'expression (1), le couple de charge T , au moment où la quantité d'actionnement est de $\pi/2\text{rad}$ et où l'amplitude du mouvement de lacet est de $\pi/9\text{rad/s}$, constitue $5 \text{ N} \cdot \text{m}$.

Les figures 6(1) à 8(3) sont des diagrammes de Bode montrant un exemple de simulation de réponse en fréquence de l'amplitude du mouvement de lacet γ par rapport au couple de charge dans le dispositif de direction de la constitution mentionnée ci-dessus, et des diagrammes de Nyquist, dans lesquels les figures 6(1) à 6(3) montrent un

cas dans lequel la vitesse du véhicule est de 20 km/h, les figures 7(1) à 7(3) montrent un cas dans lequel la vitesse du véhicule est de 60 km/h, et les figures 8(1) à 8(3) montrent un cas dans lequel la vitesse du véhicule est de
5 100 km/h.

Ici, on suppose que le moment d'inertie I_m de l'élément d'actionnement 1 est de $I_m = 0,04 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$, la force résistance visqueuse C_s de l'élément d'actionnement 1 est de $C_s = 1,0 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{s}$, et la constante de ressort K_s de
10 l'élément élastique 30 est de $K_s = 3,183 \text{ N} \cdot \text{m/rad}$.

De plus, on suppose que la fonction de transfert $G_1 = G\delta \cdot (0,1 + 5/s)$, et que $G\delta = 0,28$ à une vitesse de véhicule de 20 km/h, $G\delta = 0,19$ à une vitesse de véhicule de 60 km/h et $G\delta = 0,165$ à une vitesse de véhicule de 100 km/h.
15 On suppose que la fonction de transfert $G_3 = K_t \cdot (3 + 13/s)$, et que $K_t = 0,05$ à une vitesse de véhicule de 20 km/h, $K_t = 0,6$ à une vitesse de véhicule de 60 km/h, et $K_t = 1,0$ à une vitesse de véhicule de 100 km/h. De plus, on suppose qu'il n'existe pas de retard dans l'actionneur de
20 fonctionnement 19.

Les figures 9(1) à 9(3), les figures 10(1) à 10(3) sont des diagrammes de Bode montrant un exemple de la simulation de réponse en fréquence de l'amplitude du mouvement de lacet γ par rapport à l'amplitude du mouvement
25 de lacet cible γ^* dans le modèle de simulation de l'exemple comparatif représenté sur la figure 11, et des diagrammes de Nyquist, dans lesquels les figures 9(1) à 9(3) montrent un cas dans lequel la vitesse du véhicule est de 60 km/h, et les figures 10(1) à 10(3) montrent un cas dans lequel la
30 vitesse du véhicule est de 100 km/h. Dans le modèle de simulation, G est la fonction de transfert de l'angle de braquage δ par rapport à l'écart entre l'amplitude du mouvement de lacet γ^* et l'amplitude du mouvement de lacet réelle du véhicule γ , cette fonction de transfert G est
35 établie d'une manière telle que la commande intégrale

proportionnelle (PI) soit réalisée, et ici on suppose que $G = 0,1 + 5/s$.

Si les diagrammes de Bode des figures 6(1), 6(2), 7(1), 7(2), 8(1), 8(2) sont comparés aux diagrammes de Bode des figures 9(1), 9(2), 10(1) et 10(2), il n'y a pratiquement aucune différence entre la sensibilité en réponse de l'amplitude du mouvement de lacet γ par rapport au couple d'actionnement T_h dans un cas où l'amplitude du mouvement de lacet cible γ^* est établie en commandant le couple de charge T agissant sur l'élément d'actionnement 1 sur la base de la présente invention, et la sensibilité en réponse de l'amplitude du mouvement de lacet γ par rapport à l'amplitude du mouvement de lacet cible γ^* dans un cas où l'amplitude du mouvement de lacet cible γ^* est établie sans commander le couple de charge T agissant sur l'élément d'actionnement 1. C'est-à-dire que la sensibilité en réponse n'est pas abaissée même si le couple de charge T agissant sur l'élément d'actionnement 1 est commandé. A l'inverse, si les diagrammes de Nyquist des figures 6(3), 7(3) et 8(3) sont comparés aux diagrammes de Nyquist des figures 9(3) et 10(3), la stabilité est grandement améliorée en commandant le couple de charge T agissant sur l'élément d'actionnement 1.

Un exemple des résultats de simulation pour le dispositif de direction de la constitution mentionnée ci-dessus est représenté par les figures 12(1) et 12(2), qui montrent les changements dans le temps de l'amplitude du mouvement de lacet γ , de l'amplitude du mouvement de lacet cible γ^* , de l'angle de braquage δ et de l'angle d'actionnement δ_h par rapport à l'entrée de pas de $2,7 \text{ N} \cdot \text{m}$ du couple d'actionnement T_h aux temps t_1 à t_2 (0,5 à 5 secondes) dans un véhicule se déplaçant à une vitesse de 60 km/h, et le coefficient de frottement entre le véhicule et la surface de la route est considéré comme 1 jusqu'au temps t_3 (2,5 secondes) et est considéré comme 0,1 par la

suite. Il est montré que, lorsque l'amplitude du mouvement de lacet γ chute selon un changement du coefficient de frottement, des révisions sont faites d'une manière telle que l'angle d'actionnement δh devienne plus petit en commandant le couple de commande T_m de façon à abolir l'écart entre l'angle d'actionnement cible δh^* et l'angle d'actionnement δh correspondant à l'amplitude du mouvement de lacet γ , et en conséquence la divergence d'angle de braquage est empêchée sans augmenter l'écart entre l'amplitude du mouvement de lacet γ et l'amplitude du mouvement de lacet cible γ^* .

Conformément à la constitution ci-dessus, l'angle d'actionnement δh est généré par l'actionnement de l'élément d'actionnement 1 conformément au couple de charge T , qui est la somme du couple de commande T_m délivré en sortie par l'actionneur de fonctionnement 19 et du couple d'actionnement T_h délivré en entrée par le conducteur. Le couple de commande T_m fonctionne de façon à abolir l'écart entre l'angle d'actionnement δh et l'angle d'actionnement cible δh^* . En conséquence, dans le cas où l'angle d'actionnement δh n'atteint pas l'angle d'actionnement cible δh^* , le couple de commande T_m fonctionne comme une force auxiliaire pour l'actionnement de l'élément d'actionnement 1, et dans le cas où l'angle d'actionnement δh dépasse l'angle d'actionnement cible δh^* , le couple de commande T_m fonctionne comme une force réactive contre l'actionnement de l'élément d'actionnement 1.

De plus, l'actionneur de direction 2 est commandé d'une manière telle que l'amplitude du mouvement de lacet γ suive l'amplitude du mouvement de lacet cible γ^* correspondant à l'angle d'actionnement δh et au couple de charge T . L'amplitude du mouvement de lacet γ et l'accélération latérale G_y changent par la commande de l'actionneur de direction 2. L'angle d'actionnement cible δh^* correspond à l'amplitude du mouvement de lacet γ et à

l'accélération latérale G_y , et l'angle d'actionnement δ_h correspond à l'amplitude du mouvement de lacet cible γ^* .

En conséquence, dans le cas où l'amplitude du mouvement de lacet γ n'atteint pas l'amplitude du mouvement de lacet cible γ^* , du fait que l'angle d'actionnement δ_h dépasse l'angle d'actionnement cible δ_h^* , la force réactive contre l'actionnement fonctionne comme on l'a mentionné auparavant. Conformément à ceci, dans le cas où l'amplitude du mouvement de lacet γ n'augmente pas à cause d'une chute du coefficient de frottement entre la surface de la route et les roues, ou à cause de la force latérale de pneu ayant atteint sa limite même lorsque le couple d'actionnement T_h est augmenté, la force réactive contre l'actionnement peut être amenée à fonctionner. A ce moment, même si le conducteur augmente davantage le couple d'actionnement T_h , l'augmentation du couple d'actionnement T_h peut être compensée par une augmentation de la force réactive contre l'actionnement, et en conséquence, le couple de charge T agissant sur l'élément d'actionnement 1 peut être maintenu approximativement constant, et l'amplitude du mouvement de lacet cible γ^* correspondant au couple de charge T et à l'angle d'actionnement δ_h n'augmente pas. C'est-à-dire que du fait que l'angle d'actionnement δ_h et le couple de charge T et à son tour l'amplitude du mouvement de lacet cible γ^* peuvent être maîtrisés par la force réactive contre l'actionnement, la divergence de l'angle de braquage δ peut être empêchée, et le comportement du véhicule peut être stabilisé. De plus, lorsqu'un retard survient dans l'amplitude du mouvement de lacet suivant l'amplitude du mouvement de lacet cible à cause d'un retard dans la réponse de l'actionneur de direction 2, du fait que la force réactive contre l'actionnement fonctionne comme avant, il est possible d'adoucir la sensation fautive résultant de la réponse retardée de cet actionneur de

direction 2, permettant ainsi une sensation de direction améliorée.

De plus, le dispositif de direction peut être commandé en s'accommodant avec les caractéristiques de comportement du véhicule, d'une manière telle que l'amplitude du mouvement de lacet devienne plus petite à une faible vitesse de véhicule en rendant l'effet d'accélération latérale plus grand à une faible vitesse de véhicule, et en rendant l'effet de l'amplitude du mouvement de lacet plus grand à la suite d'une augmentation de la vitesse de véhicule, en réponse à l'angle d'actionnement cible δh^* . De plus, du fait que la valeur d'établissement de la vitesse de véhicule V_c , au moment où la composante correspondant à une valeur à laquelle on arrive en divisant l'accélération latérale G_y par la vitesse du véhicule V est égale à la composante correspondant à une valeur de l'amplitude du mouvement de lacet γ dans l'angle d'actionnement cible δh^* , peut être changée en changeant la vitesse de croisière V_0 , il est possible de commander le dispositif de direction en l'accommodant plus étroitement aux caractéristiques de comportement du véhicule.

La présente invention n'est pas limitée au mode de réalisation ci-dessus. Par exemple, l'actionneur de direction et l'actionneur de fonctionnement peuvent être commandés en établissant l'angle d'actionnement cible conformément à l'amplitude du mouvement de lacet seule à une vitesse supérieure à une vitesse de véhicule établie, et de plus, en établissant l'angle de braquage cible et l'angle d'actionnement cible conformément à l'angle d'actionnement seul à une vitesse inférieure à une vitesse de véhicule établie à laquelle l'amplitude du mouvement de lacet est difficilement générée.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de direction pour véhicule comprenant :
- un élément d'actionnement (1) actionné par rotation ;
- 5 un actionneur de direction (2) entraîné selon l'actionnement dudit élément d'actionnement (1) ;
- un moyen (3) destiné à transmettre le mouvement dudit actionneur de direction (2) aux roues (4) du véhicule d'une manière telle que l'angle de braquage (δ) change selon ledit
- 10 mouvement sans couplage mécanique dudit élément d'actionnement (1) aux roues (4) ;
- un actionneur de fonctionnement (19) destiné à générer un couple de commande (T_m), qui agit sur ledit élément d'actionnement (1) ;
- 15 un moyen (20) destiné à déterminer le couple de charge (T), qui est la somme dudit couple de commande (T_m) et dudit couple d'actionnement (T_h) exercés sur ledit élément d'actionnement (1) par un conducteur ;
- un capteur (11) destiné à déterminer l'angle
- 20 d'actionnement (δ_h) de l'élément d'actionnement (1) qui est actionné par l'action dudit couple de charge (T) ;
- un moyen (20) destiné à calculer la valeur d'index de comportement cible du véhicule, comprenant au moins l'amplitude du mouvement de lacet cible (γ^*) correspondant
- 25 audits couple de charge déterminé (T) et angle d'actionnement (δ_h), sur la base d'une relation mémorisée entre lesdits couple de charge (T), angle d'actionnement (δ_h) et la valeur d'index de comportement cible ;
- un capteur (14, 15, 16) destiné à déterminer une
- 30 valeur, comprenant au moins l'amplitude du mouvement de lacet (γ) du véhicule, comme valeur d'index de comportement correspondant au changement de comportement du véhicule ;
- un moyen (20) destiné à commander ledit actionneur de direction (2) d'une manière telle que ladite valeur d'index

de comportement déterminée suive ladite valeur d'index de comportement cible ;

un moyen (20) destiné à calculer l'angle d'actionnement cible (δh^*) dudit élément d'actionnement (1) correspondant à ladite valeur d'index de comportement déterminée, sur la base d'une relation mémorisée entre ladite valeur d'index de comportement et ledit angle d'actionnement cible (δh^*) ; et

un moyen (20) destiné à commander ledit actionneur de fonctionnement (19) d'une manière telle que ledit angle d'actionnement déterminé (δh) suive ledit angle d'actionnement cible calculé (δh^*).

2. Dispositif de direction pour véhicule selon la revendication 1, dans lequel un boîtier de direction est utilisé comme moyen (3) pour transmettre le mouvement dudit actionneur de direction (2) aux roues (4) d'une manière telle que l'angle de braquage (δ) change conformément audit mouvement.

20

3. Dispositif de direction pour véhicule selon la revendication 1, dans lequel l'accélération latérale (G_y) et la vitesse du véhicule (V) sont déterminées en plus de l'amplitude du mouvement de lacet (γ) comme ladite valeur d'index de comportement,

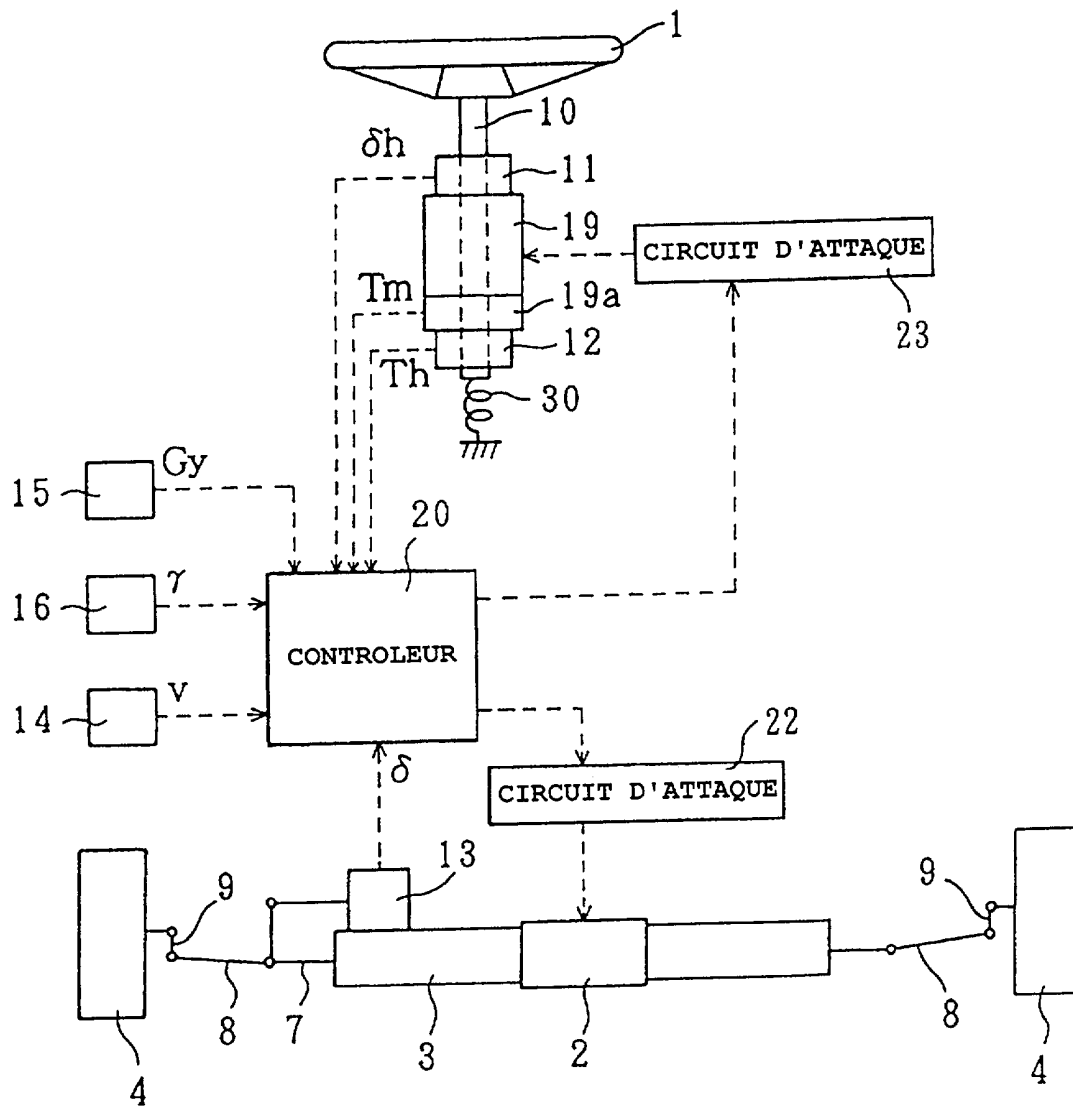
ledit angle d'actionnement cible (δh^*) comporte une composante correspondant à une valeur à laquelle on arrive en divisant ladite accélération latérale (G_y) par la vitesse du véhicule (V), et une composante correspondant à la valeur de l'amplitude du mouvement de lacet (γ), et

le rapport de la composante correspondant à la valeur de l'amplitude du mouvement de lacet (γ) dans ledit angle d'actionnement cible (δh^*) change conformément à la vitesse du véhicule (V).

35

4. Dispositif de direction pour véhicule selon la revendication 3, dans lequel la valeur d'établissement de la vitesse du véhicule (V), au moment où la composante correspondant à une valeur à laquelle on arrive en divisant ladite accélération latérale (G_y) par la vitesse du véhicule (V) est égale à la composante correspondant à la valeur de l'amplitude du mouvement de lacet (γ) dans ledit angle d'actionnement cible (δh^*), peut être changée.

Fig.1



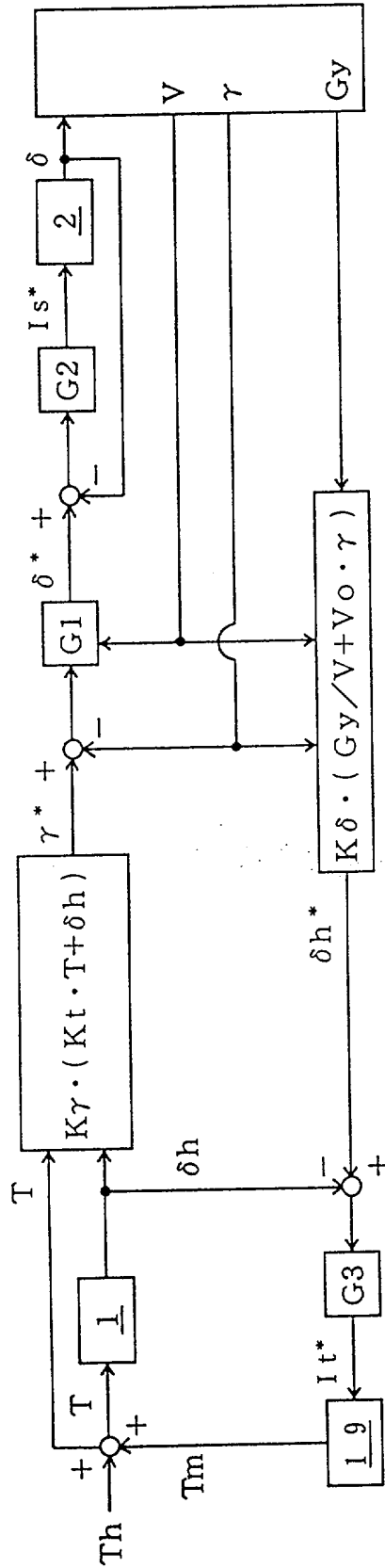


Fig. 2

Fig.3

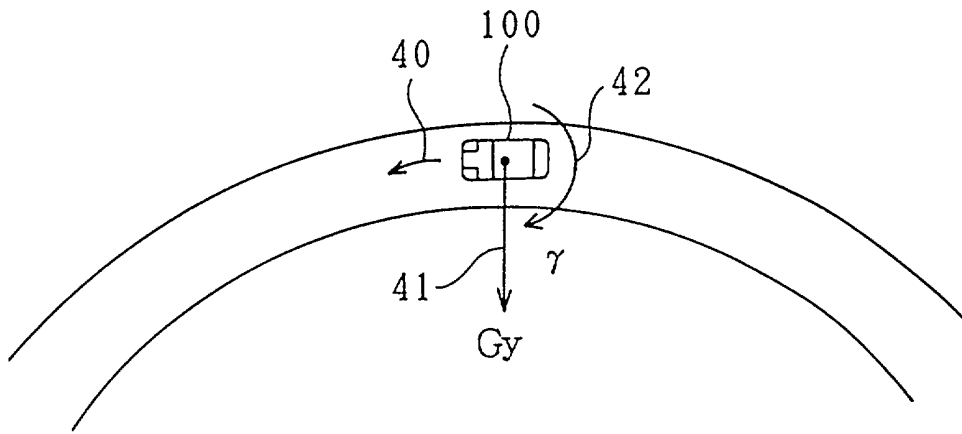


Fig.4(1)

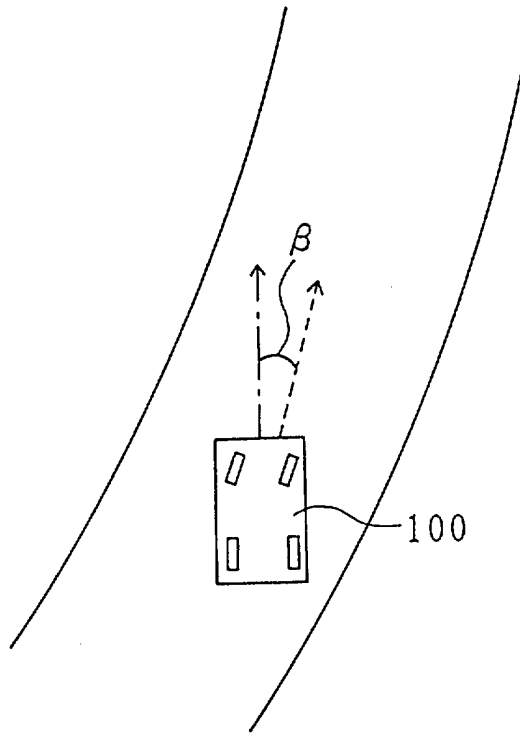


Fig.4(2)

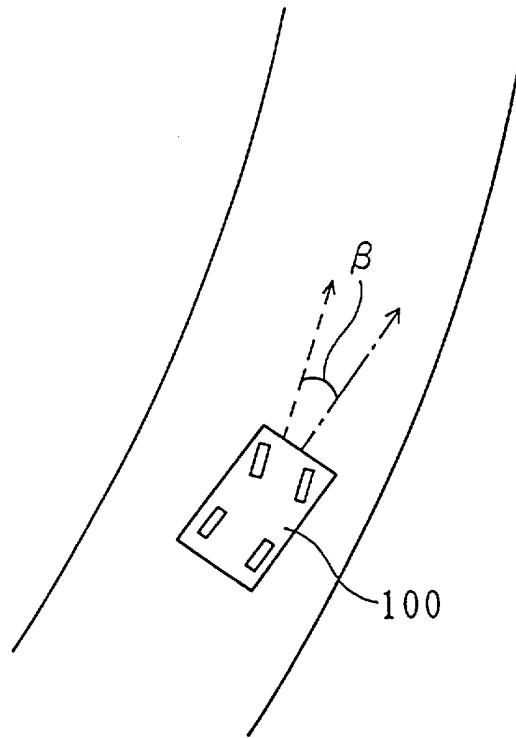


Fig.5

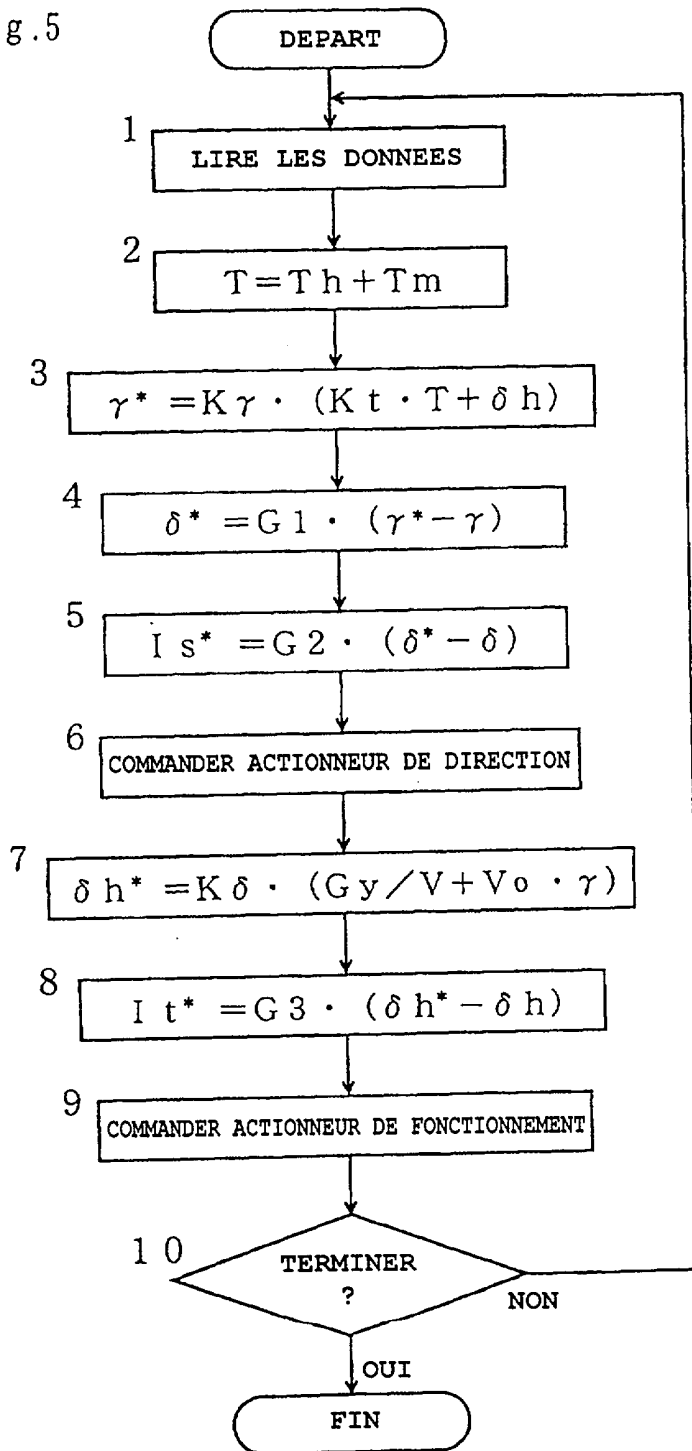


Fig. 6(1)

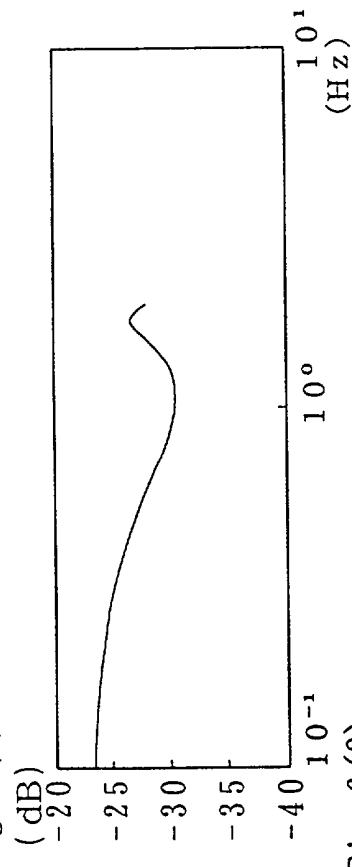


Fig. 6(2)

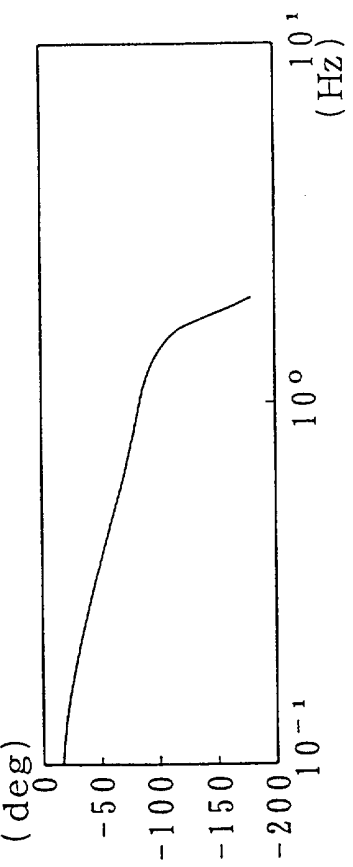


Fig. 6(3)

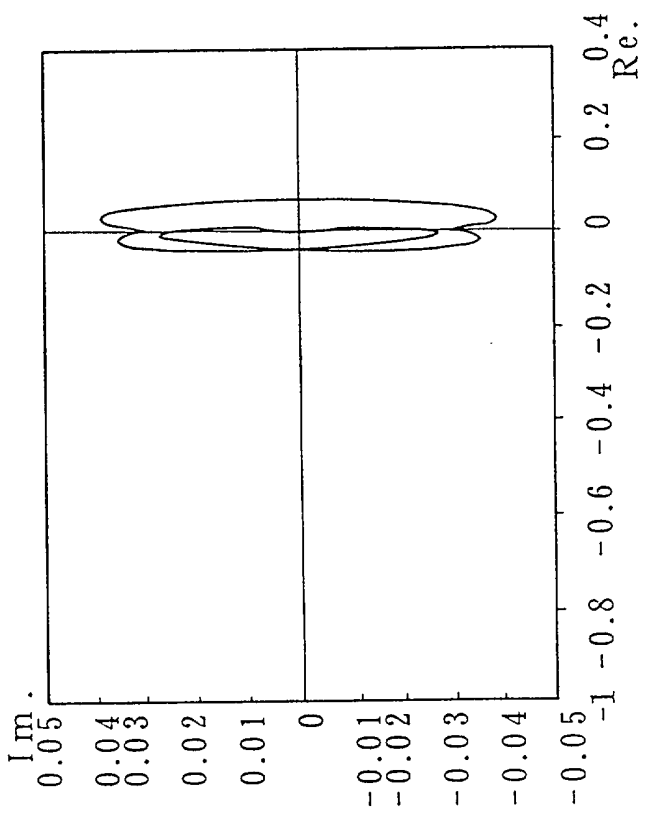


Fig. 7 (3)

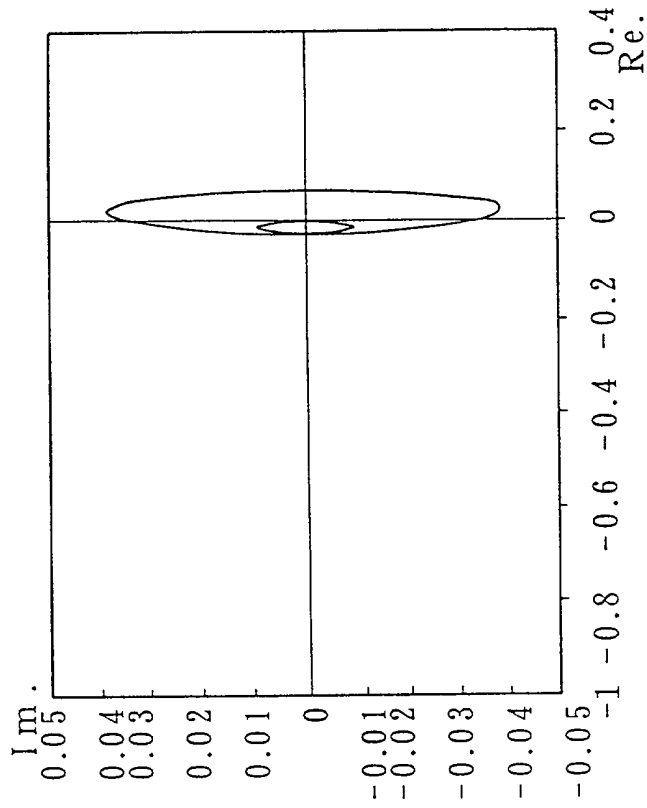


Fig. 7 (1)

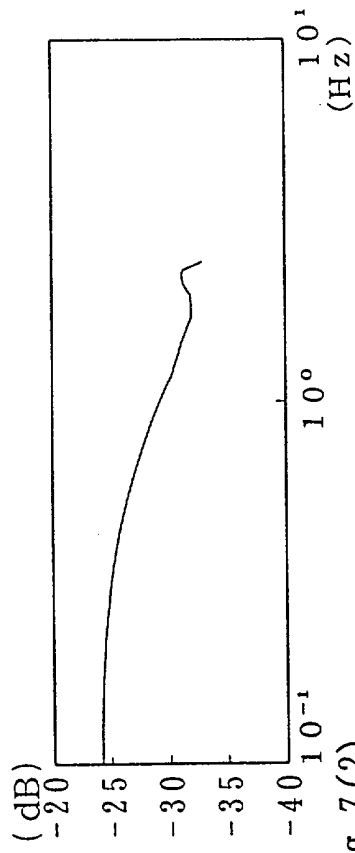


Fig. 7 (2)

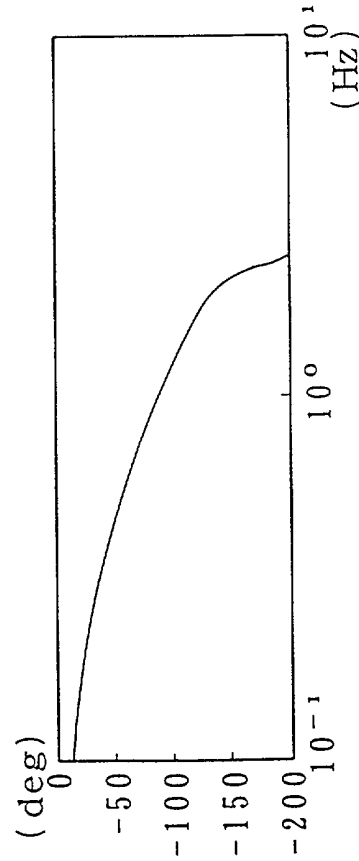


Fig. 8(1)

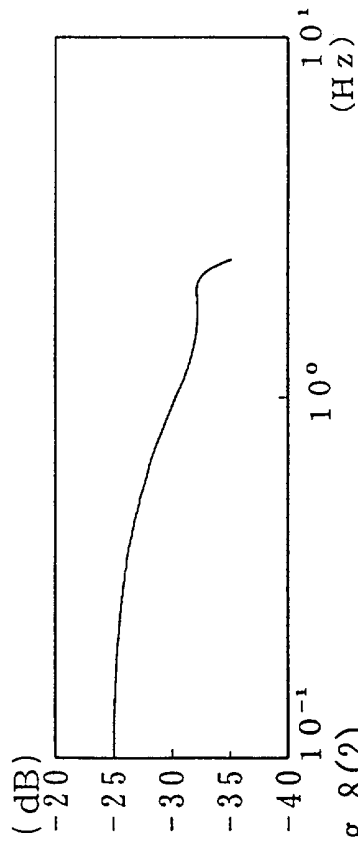


Fig. 8(2)

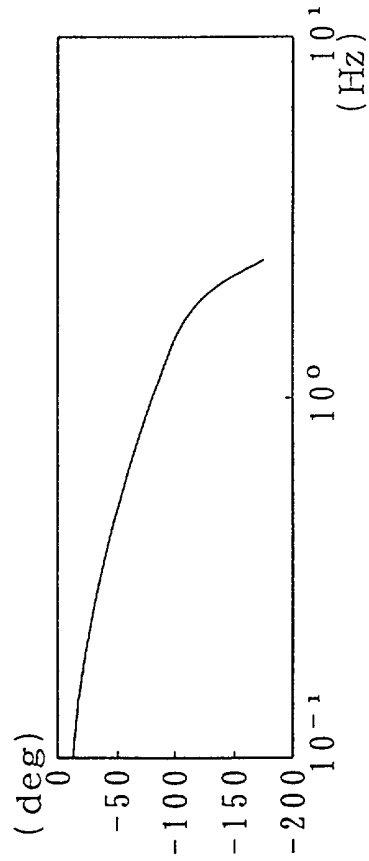


Fig. 8(3)

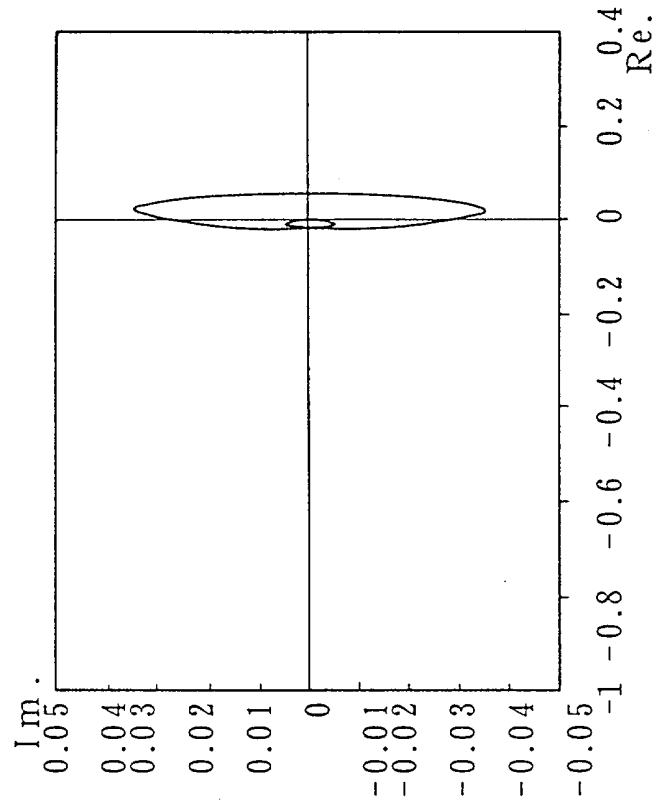


Fig. 9(1)

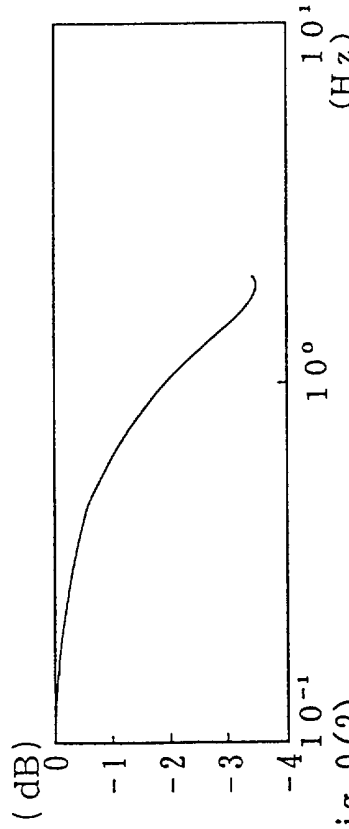


Fig. 9(3)

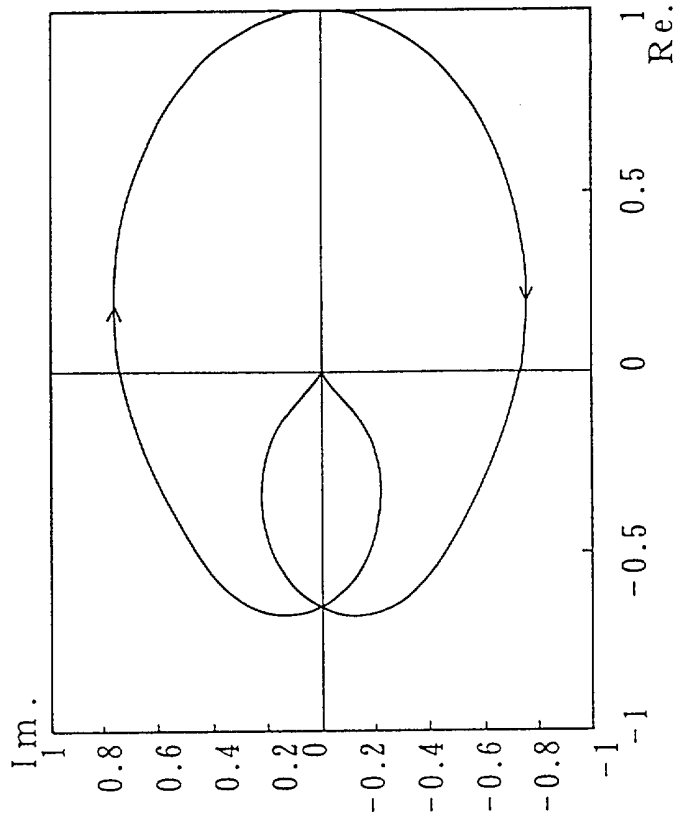


Fig. 9(2)

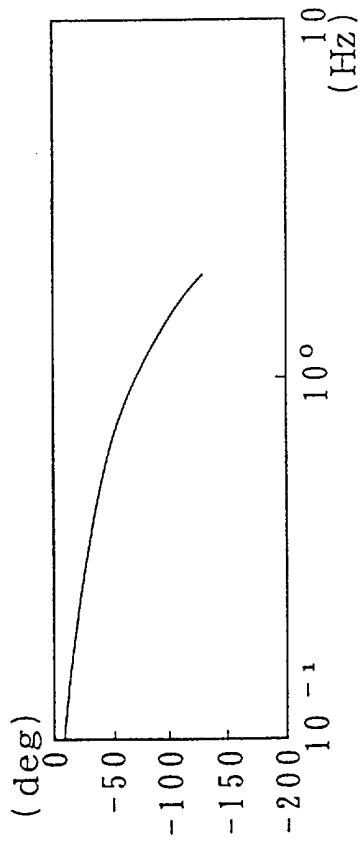


Fig.10(1)

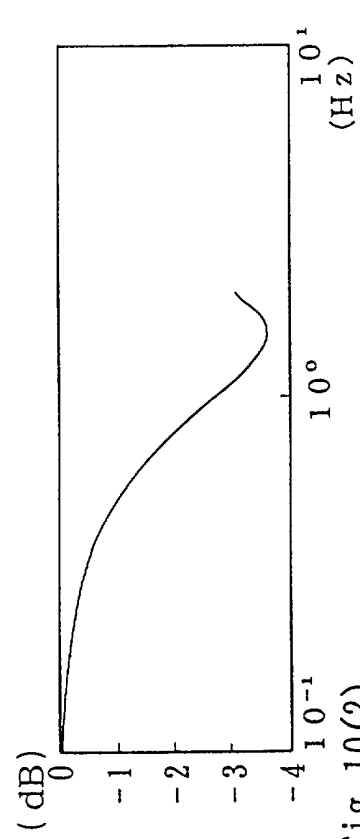


Fig.10(2)

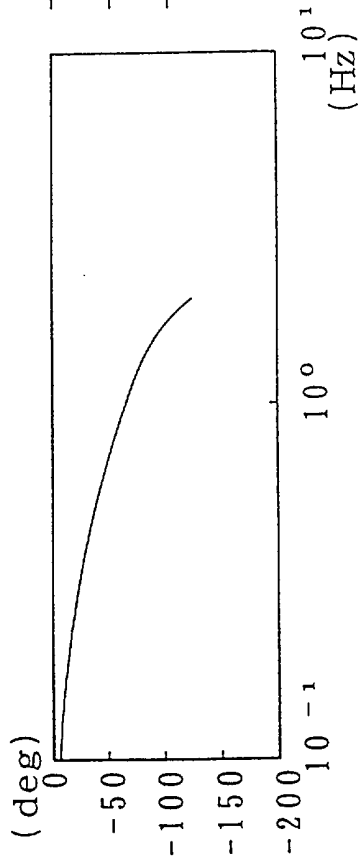
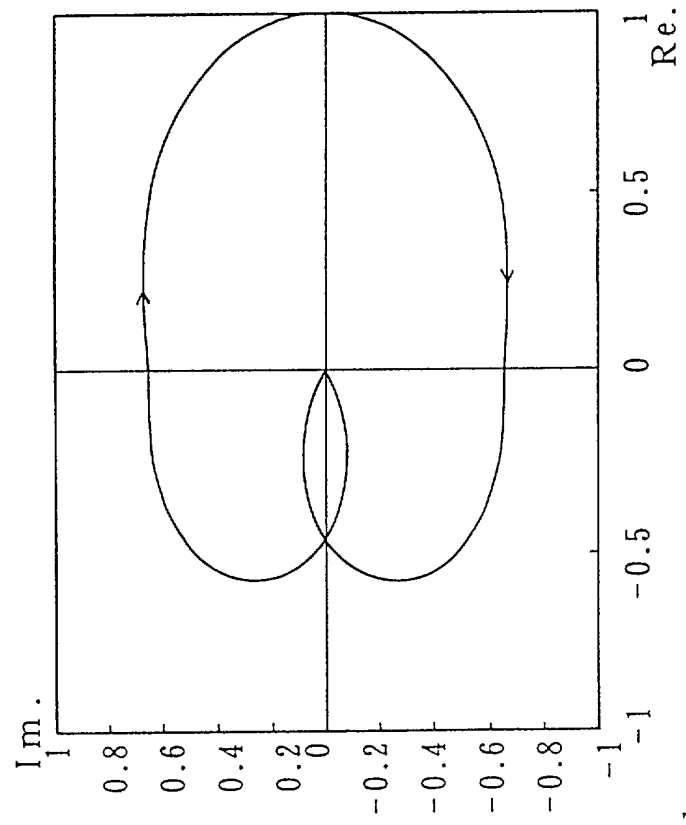


Fig.10(3)



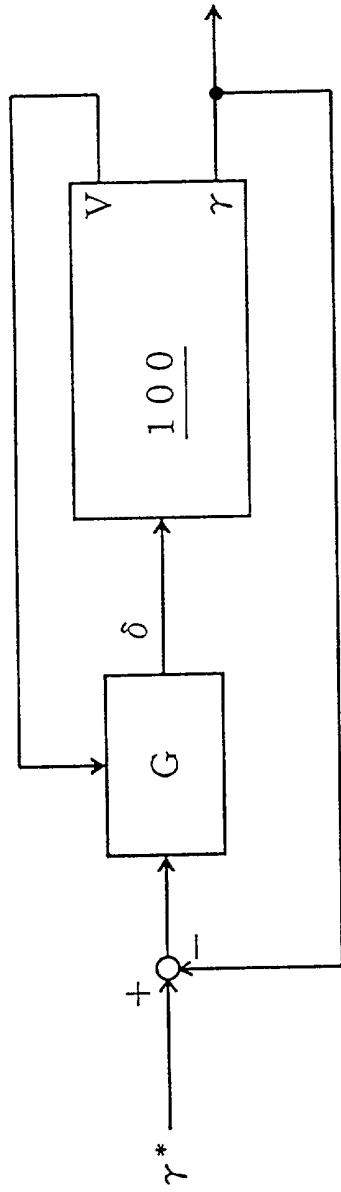


Fig.11

Fig.12(1)

AMPLITUDE DU
MOUVEMENT DE LACET (deg/sec)

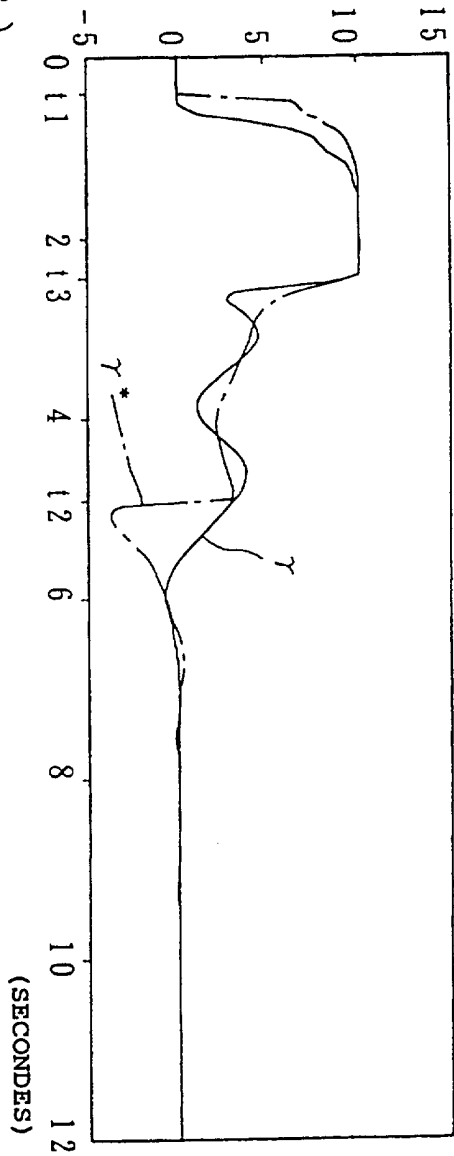


Fig.12(2)

ANGLE (deg)

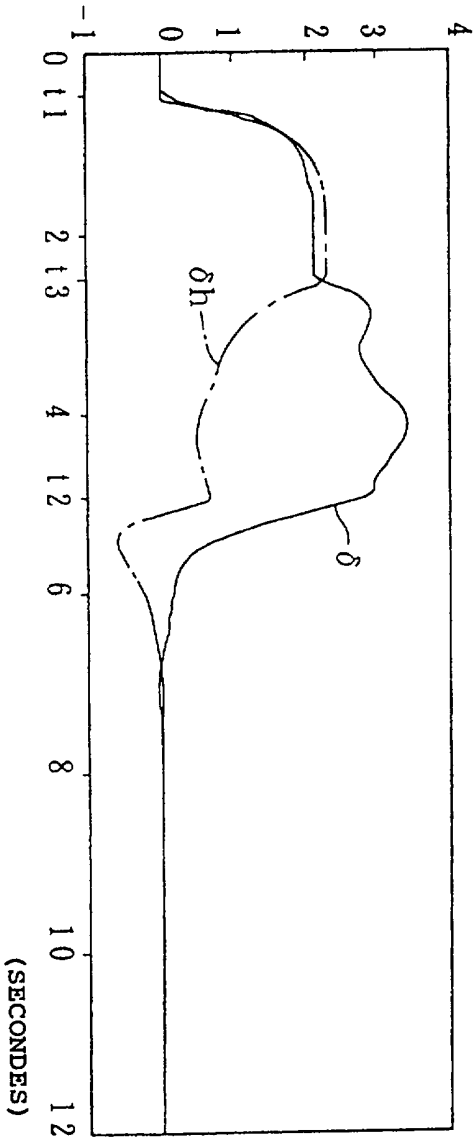


Fig.14 (1)

Fig.14 (2)

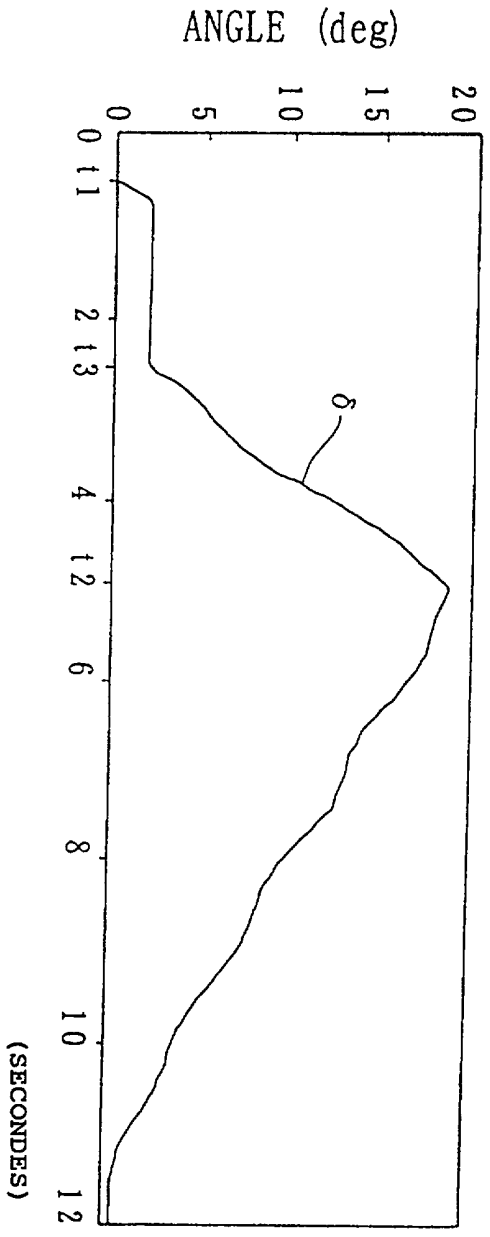
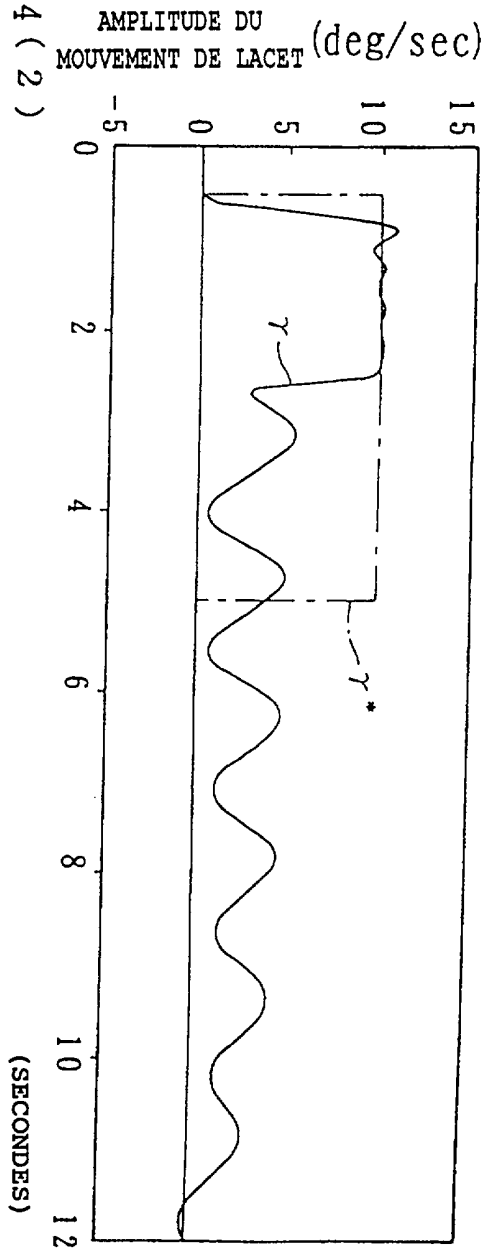


Fig.15(1)
(dB)

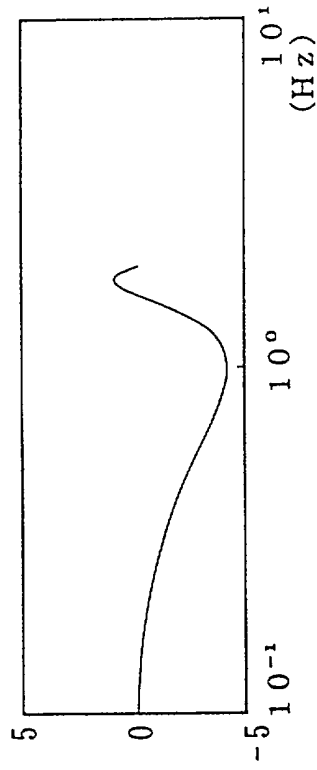


Fig.15(2)
(deg)

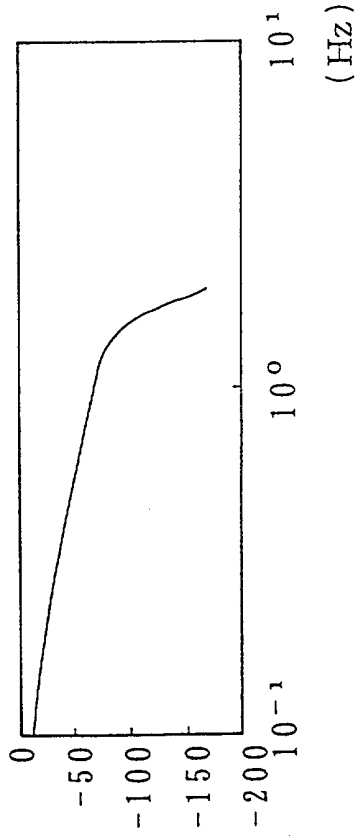


Fig.15(3)
(dB)

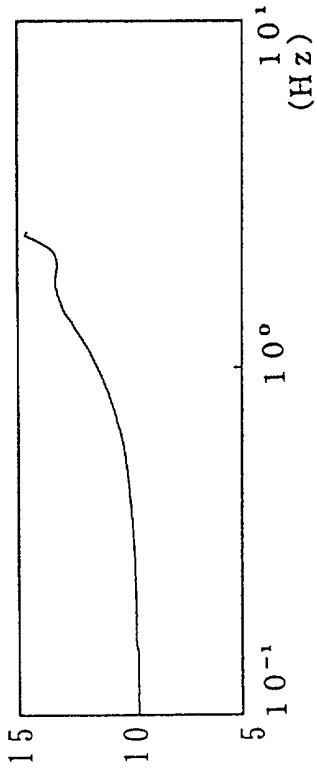


Fig.15(4)
(dB)

