

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
15 janvier 2009 (15.01.2009)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2009/007571 A2**

(51) Classification internationale des brevets :  
**B62D 5/00** (2006.01) **B62D 1/10** (2006.01)

2 Rue Henri Prou, F-78340 Les Clayes Sous Bois (FR).  
**MEYNET, MATHIEU** [FR/FR]; 4 Bis Avenue De Main-  
tenon, F-78150 Le Chesnay (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2008/051105

(74) Mandataire : **RENAULT S.A.S**; Renault Technocentre,  
TCR GRA 2 36 - SCE 0267, 1, Avenue Du Golf, F-78288  
Guyancourt (FR).

(22) Date de dépôt international : 19 juin 2008 (19.06.2008)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
0756118 28 juin 2007 (28.06.2007) FR

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de  
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,  
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG,  
ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL,  
IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK,  
LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW,  
MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL,  
PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY,  
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,  
ZM, ZW.

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **RE-  
NAULT S.A.S** [FR/FR]; 13/15 Quai Le Gallo, F-92100  
Boulogne Billancourt (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **ALBERT,  
LAURENT** [FR/FR]; 19 Avenue Joseph Kessel, F-78180  
Montigny Le Bretonneux (FR). **LHOTTELIER, DO-  
MINIQUE** [FR/FR]; 15 Avenue Gambetta, F-92410  
Ville D'avray (FR). **GUICHERD, OLIVIER** [FR/FR];

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre  
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,  
[Suite sur la page suivante]

(54) Title: FORCE FEEDBACK DEVICE

(54) Titre : DISPOSITIF DE RESTITUTION D'EFFORT

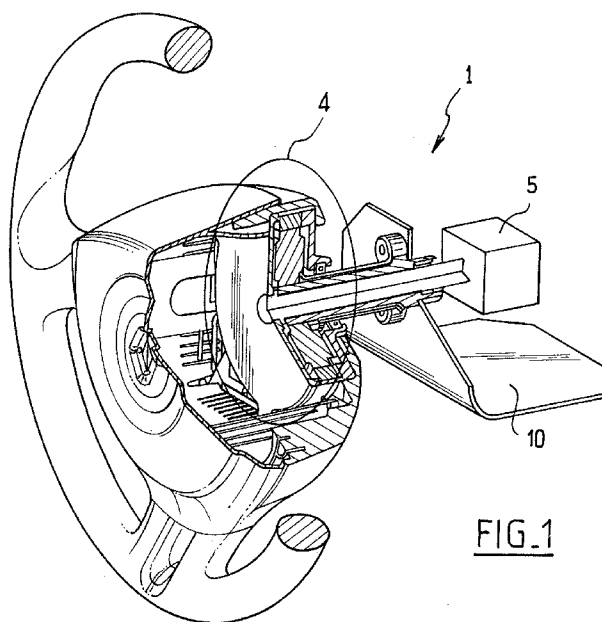


FIG. 1

(57) Abstract: The invention relates to a force feedback device (1) for the steering system of a vehicle including a steering wheel (2) and a bearing shaft (3) connecting the steering wheel (2) to the vehicle, wherein the device (1) includes an active force feedback system (4) integrated in the steering wheel (2) for applying a torque to the steering wheel (2), characterised in that it further comprises an additional means (5) for applying an additional predetermined torque to the steering wheel (2).

[Suite sur la page suivante]

WO 2009/007571 A2



GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

---

**(57) Abrégé :** L'invention concerne un dispositif de restitution d'effort (1) pour un système de direction d'un véhicule comprenant un volant (2) et un arbre support (3) reliant le volant (2) au véhicule, le dispositif (1) comportant un système de restitution d'effort actif (4) intégré dans le volant (1) qui applique un couple au volant (2), caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens complémentaires (5) pour appliquer un couple complémentaire déterminé au volant (2).

### DISPOSITIF DE RESTITUTION D'EFFORT

La présente invention concerne les dispositifs de restitution d'effort.

5 L'invention se rapporte en particuliers aux dispositifs de restitution d'effort mis en œuvre sur des véhicules comportant un système de direction dite par fils (en anglais, "by wire").

Les systèmes de type "by wire" se généralisent de plus en plus dans  
10 le monde automobile, notamment au niveau des systèmes de freinage, d'accélération, de suspension ou de direction. Ils ont l'avantage de remplacer les liaisons mécaniques par des liaisons électriques, ce qui facilite la conception des véhicules, améliore la sécurité passive ou encore les lois de commande des organes.

15 Sur les systèmes de direction, cela permet en outre d'améliorer significativement l'assistance à la conduite ou la démultiplication variable en fonction de la vitesse. Néanmoins, les sensations ne sont plus transmises au niveau de la direction. On cherche donc à simuler ces sensations de conduite au moyen d'un couplage forcé entre les roues directrices du  
20 véhicule et le système de direction (et plus particulièrement le volant).

Pour cela, la demande de brevet WO 2005/102815 propose un dispositif de restitution d'effort actif monté sur le système de direction d'un véhicule, permettant d'appliquer un couple au volant du système afin de simuler les sensations de conduite. Néanmoins, le dispositif présente un  
25 encombrement non négligeable au niveau du volant, et en cas de panne du système d'alimentation électrique, le conducteur du véhicule perd toute sensation de conduite et peut difficilement contrôler sa trajectoire. En effet, il a été démontré par des experts en prestation qu'en cas de perte totale de la restitution d'efforts, un conducteur ne pouvait pas contrôler la trajectoire  
30 de son véhicule.

Le brevet français FR 2 827 250 quant à lui propose un système de direction pour un véhicule, comportant un dispositif passif de retour d'effort

et un dispositif passif amortisseur d'effort, permettant de reproduire les caractéristiques classiques du couple à appliquer au volant du système de direction en ayant recours à des éléments mécaniques uniquement. Ce dispositif est donc plus fiable et plus stable que les dispositifs actifs connus, mais ne présente pas l'avantage d'être intégrable au volant, ce qui pourtant présente des avantages, notamment en terme de nomenclature des organes du véhicule (pour faciliter le montage en usine et la logistique) et d'architecture du véhicule.

L'invention a donc pour objet de proposer un dispositif de restitution d'effort intégrable au volant d'un système de direction, qui permette de simuler des sensations de conduite de manière active tout en étant stable, fiable et plus sûr.

Un autre objet de l'invention est de proposer un dispositif de restitution d'effort comprenant un système de restitution actif, qui garantisse un niveau de sécurité minimum même en cas de défaillance de l'alimentation électrique.

Un autre objet de l'invention est de proposer un dispositif de restitution d'effort permettant d'optimiser le fonctionnement nominal de la restitution d'effort, tant en dimensionnement qu'en consommation électrique.

Enfin, un objet de l'invention est de proposer un dispositif de restitution d'effort qui soit compact en comparaison avec les dispositifs classiques.

Pour cela, l'invention propose un dispositif de restitution d'effort pour un système de direction d'un véhicule comprenant un volant et un arbre support reliant le volant au véhicule, le dispositif comportant un système de restitution d'effort actif intégré dans le volant qui applique un couple au volant, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens complémentaires pour appliquer un couple complémentaire déterminé au volant.

Certains aspects préférés mais non limitatifs du dispositif selon l'invention sont les suivants :

- 5 - les moyens complémentaires appliquent un couple au volant au moyen d'un arbre secondaire, ledit arbre secondaire étant en liaison rigide avec le volant,
- les moyens complémentaires appliquent un couple déterminé au volant en plus du couple appliqué en fonctionnement normal par le système de restitution d'effort actif,
- 10 - les moyens complémentaires sont un élément parmi le groupe suivant : système de restitution passif, système de restitution semi passif, freins pilotés, moteur électrique, connexion mécanique vers un système de braquage des roues du véhicule,
- le système de restitution d'effort actif comprend un moteur électrique comportant un stator et un rotor, le rotor étant supporté par le carter du  
15 moteur,
- le stator est interne et le rotor est externe,
- le carter est en liaison rigide avec l'arbre secondaire et le volant, et en ce que l'ensemble constitué par le carter, le volant et l'arbre secondaire est en liaison pivot avec l'arbre support,
- 20 - il comprend en outre un capteur de position et/ou un capteur de vitesse.

Selon un deuxième aspect de l'invention, on propose l'utilisation d'un dispositif de restitution d'effort selon l'invention pour intégrer un airbag dans le volant.

25 Selon un troisième aspect de l'invention, on propose un système de direction pour un véhicule, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif de restitution d'effort selon l'invention.

Selon un dernier aspect de l'invention, on propose un procédé de restitution d'effort pour un système de direction d'un véhicule comprenant  
30 un volant et un arbre support reliant le volant au véhicule, dans lequel un système de restitution d'effort actif applique un couple au volant, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape au cours de laquelle des moyens

complémentaires appliquent un couple minimum déterminé au volant en cas de défaillance du système de restitution d'effort actif.

D'autres caractéristiques, buts et avantages de la présente invention  
5 apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre, au regard  
des dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs et sur  
lesquels :

- La figure 1 est une vue d'ensemble d'un dispositif, intégré dans le volant du système de direction, selon l'invention,
- 10 - La figure 2 est une vue d'ensemble d'un dispositif selon l'invention.

Le dispositif de restitution d'effort 1 selon l'invention est monté sur un système de direction d'un véhicule, comprenant un volant 2, un arbre support 3 reliant le volant 2 au véhicule, une crémaillère de direction et des  
15 moyens de transmission du mouvement de rotation du volant aux roues directrices du véhicule.

Le dispositif 1 comprend un système de restitution actif 4, intégré dans le volant 2, et un système de restitution secondaire 5.

Avantageusement, le système de restitution actif 4 comprend un  
20 moteur électrique 6 séparé en deux parties : un stator 7 interne et un rotor 8 externe, le rotor 8 étant supporté par le carter 9 du moteur 6.

Le stator 7 comporte de préférence un circuit magnétique et un bobinage connecté à des moyens électriques de pilotage par des conducteurs électriques disposés sur ou dans l'arbre support 3. Il est fixé  
25 sur l'arbre support 3, de sorte à être relié de manière rigide à la structure 10 du véhicule.

Le rotor 8 quant à lui dépend du type de moteur électrique 6 mis en œuvre dans le dispositif :

- si le moteur 6 est synchrone, à flux radial ou à flux transverse, le  
30 rotor 8 comprend un circuit magnétique et au moins deux aimants permanents,

- si le moteur 6 est asynchrone, le rotor 8 comprend un circuit magnétique et des conducteurs électriques,
- si le moteur 6 est à reluctance variable, le rotor 8 ne comprend qu'un circuit magnétique.

5 Dans chacun des cas précités, le moteur électrique 6 est intégré dans le volant 2, comme illustré sur la figure 1.

De préférence, le carter 9 est monté en liaison pivot sur l'arbre support 3, qui est fixé sur la structure 10 du véhicule, et supporte le volant 2, de sorte que l'axe de rotation du volant 2, de la liaison pivot et du rotor 8  
10 soient confondus. Le rotor 8 du moteur 6 peut donc appliquer au volant 2 un couple, et on assure en outre que le volant 2 est en liaison pivot avec la structure 10 du véhicule.

Le cas échéant, un airbag est intégré dans le volant, dans un aménagement prévu au niveau du couvercle du carter 9, côté volant.

15 Par ailleurs, un alésage est prévu à travers le stator 7 du moteur 6 et à travers l'arbre support 3, comme illustré sur la figure 2, afin d'y loger un arbre secondaire 11. L'arbre secondaire 11 est mobile en rotation à l'intérieur de l'arbre support 3 et du stator 7 (i.e. l'arbre secondaire 11 est en liaison pivot avec l'arbre support 3), par exemple grâce à des roulements  
20 12a et 12b. De plus, au niveau d'une de ses extrémités, il est en liaison rigide avec le carter 9 du moteur 6, et donc avec le volant 2, tandis qu'au niveau de son autre extrémité, il est en liaison rigide avec le système de restitution secondaire 5.

Ainsi, le système de restitution secondaire 5 peut mettre l'arbre  
25 secondaire 11 en rotation, de manière à entraîner en rotation le carter 9 et à exercer un couple sur le volant 2.

Le système secondaire 5 est en fait un moyen complémentaire du système de restitution actif 4, qui peut avantageusement avoir deux fonctions dans le dispositif de restitution d'effort 1.

30 La première est une fonction de secours. En effet, si le système de restitution actif 4 est défaillant (panne du moteur électrique 6, perte de puissance, etc.), le système secondaire 5 applique alors un couple

minimum déterminé au volant 2 de manière à assurer la sensibilité de conduite minimum requise pour que l'usager ne perde pas le contrôle de son véhicule, et ce malgré ladite défaillance. La valeur du couple minimum à appliquer dépend de l'angle du volant, mais peut également dépendre des conditions de roulage du véhicule.

L'autre fonction du moyen complémentaire 5 est mise en œuvre au cours du fonctionnement normal du dispositif 1. Il s'agit d'appliquer un couple (fonction de la position du volant 2 et, le cas échéant, des conditions de roulage) au volant 2 par l'intermédiaire de l'arbre secondaire 11 en plus du couple nominal appliqué par le système de restitution actif 4. Ainsi, le couple appliqué par le système de restitution 4 est moindre par rapport au couple qu'il devrait appliquer sans ce couple de soutien. D'une part, cela permet d'optimiser les performances du système actif 4 ainsi que son dimensionnement, en rendant possible la conception d'un tel système dans un volume très faible qui satisfasse tout de même les contraintes imposées par les cahiers des charges classiques des constructeurs automobiles. D'autre part, un tel fonctionnement et un tel agencement entraînent une diminution de la consommation globale du moteur électrique 6 du système de restitution actif 4.

Avantageusement, le système de restitution secondaire 5 est passif (sans apport d'énergie) ou semi passif (c'est-à-dire un système passif dont les caractéristiques sont modifiables au moyen d'un dispositif de commande), pour plus de stabilité et pour accroître la sûreté de fonctionnement du dispositif 1 selon l'invention. On envisage également que le système secondaire 5 comprenne des freins pilotés du type freins magnéto-rhéologiques, un moteur électrique ou une connexion mécanique de secours vers le système de braquage des roues.

Dans le cas d'un système secondaire 5 de type passif, on prévoit que sa raideur soit non linéaire en fonction de l'angle du volant 2. Et lorsque la restitution nominale d'effort à appliquer au volant 2 est proche de la valeur du couple appliqué par le système passif 5, le système de restitution d'effort actif 4 sert alors à moduler le couple par rapport à une valeur moyenne.

Par ailleurs, le dispositif 1 comprend en outre au moins un capteur de position du volant pour le pilotage du véhicule et la détermination du couple minimum à appliquer par le système actif, placé sur l'arbre support 3 ou sur tout élément solidaire du mouvement du volant 2, tel que l'arbre secondaire

5 11. Les données du capteur sont ensuite transmises à un moyen de commande, qui détermine alors la loi d'actionnement de la crémaillère et des roues.

Par ailleurs, le moteur 2 étant « sans balai » (puisque'il est de préférence synchrone, asynchrone ou à reluctance variable), le dispositif

10 comprend en outre un capteur de position et/ou de vitesse placé de préférence sur l'arbre secondaire 11. Grâce aux informations de position et/ou de vitesse délivrées par ce capteur, il est alors possible de contrôler le couple produit par le moteur, en régulant la position relative du champ magnétique du rotor et du stator respectivement. On garantit ainsi

15 l'efficacité en couple du moteur pour un courant donné, sa stabilité ainsi que sa dynamique, de manière à pouvoir générer un couple dynamique.

Le cas échéant, le capteur de position du volant est commun avec le capteur de position nécessaire au pilotage du moteur 2, et est alors placé sur l'arbre secondaire 11 du dispositif 1. Néanmoins, ce capteur doit alors

20 satisfaire des contraintes de sûreté de fonctionnement importantes.

Enfin, afin de pallier toute fuite magnétique, qui réduirait sensiblement le couple maximal exercé par le système de restitution actif 4 sur le volant 2, le carter 9 est constitué d'un matériau amagnétique, par exemple de l'aluminium. Le carter 9 peut ainsi confiner le champ

25 magnétique généré par les éléments du moteur 6 tels que les circuits magnétiques, le bobinage et, le cas échéant, les aimants permanents.

## REVENDICATIONS

1. Dispositif de restitution d'effort (1) pour un système de direction d'un véhicule comprenant un volant (2) et un arbre support (3) reliant le volant (2) au véhicule, le dispositif (1) comportant un système de restitution d'effort actif (4) intégré dans le volant (1) qui applique un couple au volant (2),  
caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens complémentaires (5) pour appliquer un couple complémentaire déterminé au volant (2).
2. Dispositif de restitution d'effort (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les moyens complémentaires (5) appliquent un couple au volant (2) au moyen d'un arbre secondaire (11), ledit arbre secondaire (11) étant en liaison rigide avec le volant (2).
3. Dispositif de restitution d'effort (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens complémentaires (5) appliquent un couple déterminé au volant (2) en plus du couple appliqué en fonctionnement normal par le système de restitution d'effort actif (4).
4. Dispositif de restitution d'effort (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens complémentaires (5) sont un élément parmi le groupe suivant : système de restitution passif, système de restitution semi passif, freins pilotés, moteur électrique, connexion mécanique vers un système de braquage des roues du véhicule.
5. Dispositif de restitution d'effort (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le système de restitution d'effort actif (4) comprend un moteur électrique (6) comportant un stator (7) et un rotor (8), le rotor (8) étant supporté par le carter (9) du moteur (6).

**6.** Dispositif de restitution d'effort (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le stator (7) est interne et le rotor (8) externe.

5

**7.** Dispositif de restitution d'effort (1) selon l'une des revendications 5 ou 6, caractérisé en ce que le carter (9) est en liaison rigide avec l'arbre secondaire (11) et le volant (2), et en ce que l'ensemble constitué par le carter (9), le volant (2) et l'arbre secondaire (11) est en  
10 liaison pivot avec l'arbre support (3).

**8.** Dispositif de restitution d'effort (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un capteur de position et/ou un capteur de vitesse.

15

**9.** Utilisation d'un dispositif de restitution d'effort (1) selon l'une des revendications précédentes pour intégrer un airbag dans le volant (2).

**10.** Système de direction pour un véhicule, caractérisé en ce qu'il  
20 comprend un dispositif de restitution d'effort (1) selon l'une des revendications 1 à 8.

**11** Procédé de restitution d'effort pour un système de direction d'un véhicule comprenant un volant (2) et un arbre support (3) reliant le  
25 volant (2) au véhicule, dans lequel un système de restitution d'effort actif (4), intégré dans le volant (2), applique un couple au volant (2), caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape au cours de laquelle des moyens complémentaires (5) appliquent un couple minimum déterminé au volant (2) en cas de défaillance du système de restitution d'effort actif  
30 (4).

1 / 1

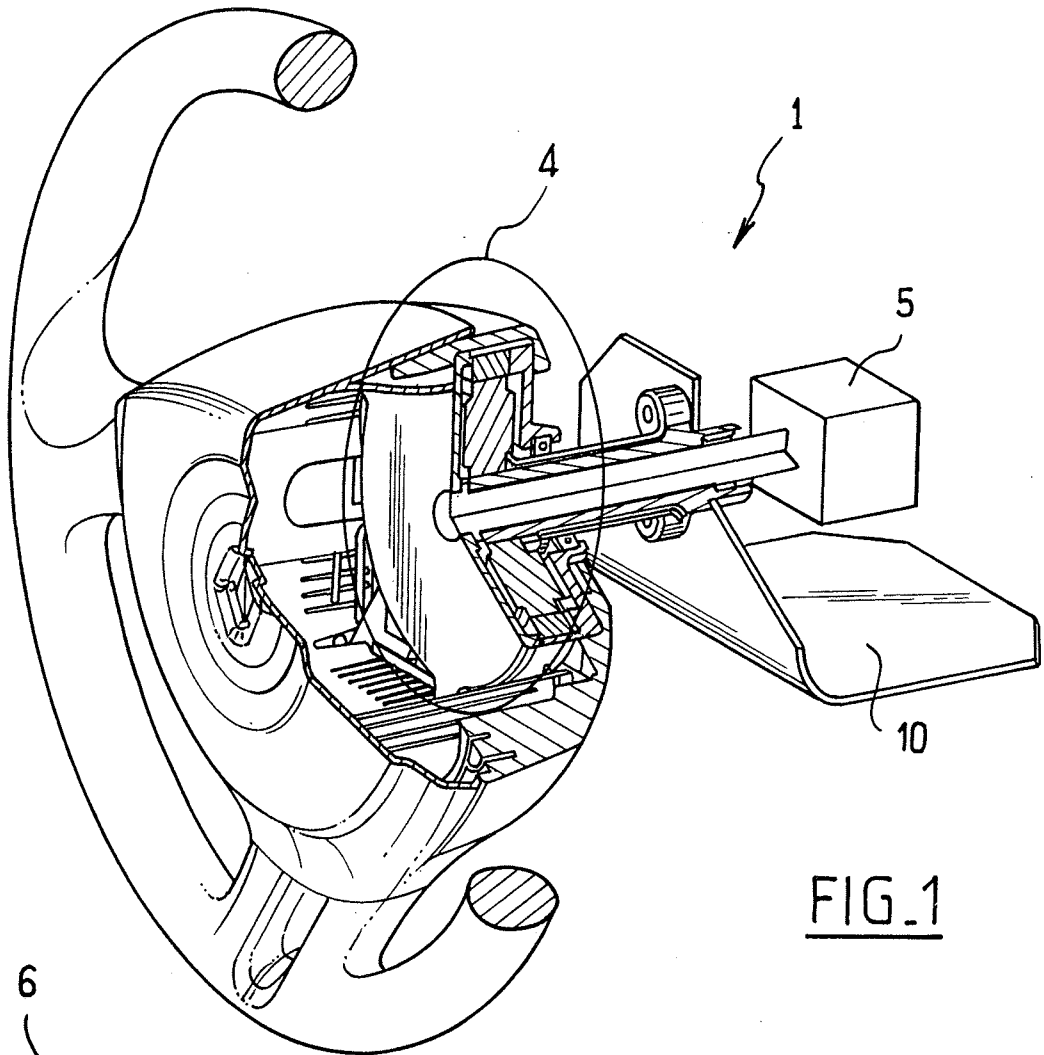


FIG. 1

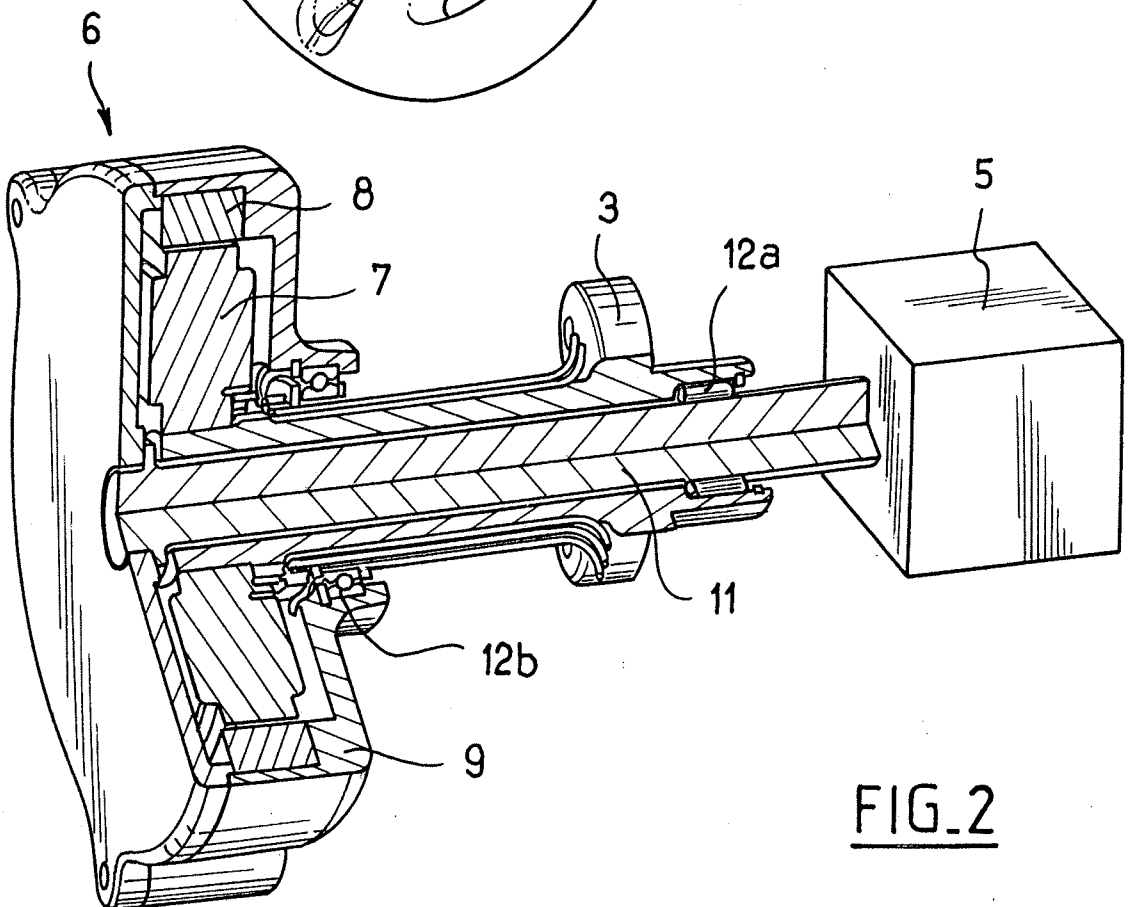


FIG. 2