

⑤④ Détecteur IR refroidi.

②② Date de dépôt : 20.07.22.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *SAFRAN ELECTRONICS &
DEFENSE Société par actions simplifiée* — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 26.01.24 Bulletin 24/04.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 21.03.25 Bulletin 25/12.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : COTTEREAU Bertrand, RASSINOX
Philippe et DUVAL Nicolas.

⑦③ Titulaire(s) : SAFRAN ELECTRONICS & DEFENSE
Société par actions simplifiée.

⑦④ Mandataire(s) : CABINET BOETTCHER.



Description

Titre de l'invention : Détecteur IR refroidi

[0001] La présente invention concerne le domaine des détecteurs de rayonnement infrarouge (appelés dans la suite détecteurs IR), et plus particulièrement les détecteurs IR refroidis.

[0002] ARRIERE PLAN DE L'INVENTION

[0003] Un détecteur IR refroidi comprend généralement une embase tubulaire ayant une première extrémité portant une enveloppe externe de protection en titane pourvue d'une première fenêtre en germanium et une deuxième extrémité solidaire d'un doigt froid relié à une machine à froid. Le doigt froid se prolonge dans l'embase tubulaire et a une extrémité en saillie dans l'enveloppe externe de protection. Sur cette extrémité du doigt froid, est fixé le fond d'une coupelle en titane qui est surmonté d'une enveloppe interne en aluminium ayant une deuxième fenêtre en germanium en regard de la première fenêtre en germanium. Un capteur infrarouge est fixé au fond de la coupelle dans le prolongement du doigt froid et en regard des fenêtres en germanium.

[0004] Dans cet agencement, le bord annulaire de l'enveloppe interne est fixé au pourtour de la coupelle et comporte des ouvertures dans lesquelles s'étendent des cales relais qui sont montées sur le pourtour de la coupelle et qui ont des bornes reliées au capteur par des premiers fils électriquement conducteurs généralement en or et à un circuit électronique de traitement, situé à l'extérieur de l'enveloppe externe de protection, par des deuxièmes fils électriquement conducteurs.

[0005] Les ouvertures pratiquées dans le bord annulaire de l'enveloppe interne sont une source de rayonnement infrarouge parasite. Pour limiter les perturbations générées par ce rayonnement parasite, la partie de la coupelle sur laquelle le capteur est fixé est légèrement surélevée par rapport au bord de la coupelle. Ceci oblige à avoir des premiers fils électriquement conducteurs relativement longs et fragiles, qui risquent de se rompre sous l'effet des chocs et vibrations subies par le détecteur.

[0006] OBJET DE L'INVENTION

[0007] L'invention a notamment pour but de fournir un détecteur IR refroidi fiabilisé.

Résumé de l'invention

[0008] A cet effet, on prévoit, selon l'invention un détecteur de rayonnement IR, comprenant :

- une embase tubulaire portant une enveloppe externe dans laquelle se trouve une extrémité d'un doigt froid s'étendant dans l'embase tubulaire,
- une platine en céramique montée dans l'enveloppe externe sur l'extrémité du doigt froid,
- une enveloppe interne ayant un pourtour fixé de manière continue sur la

- platine, la platine ayant au moins une portion périphérique en saillie à l'extérieur de l'enveloppe interne,
- un capteur sensible au rayonnement IR qui est fixé à la platine dans l'enveloppe interne et qui a des entrées et sorties électriques reliées à des pistes électriquement conductrices de la platine qui s'étendent jusqu'à la portion périphérique à l'extérieur de l'enveloppe interne.

[0009] Ainsi, le bord de l'enveloppe interne est dépourvu d'ouverture source de fuite de rayonnement parasite et la conduction électrique des signaux provenant du capteur est assurée par les pistes électriquement conductrices qui sont moins fragiles que des fils électriquement conducteurs. En outre, la céramique peut de préférence être une céramique ayant une meilleure conductivité thermique que le titane comme les céramiques au nitrure d'aluminium. De plus, la liaison continue du bord de l'enveloppe interne avec la platine améliore le transfert thermique entre la platine et l'enveloppe interne.

[0010] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description qui suit d'un mode de réalisation particulier et non limitatif de l'invention.

Brève description des dessins

- [0011] Il sera fait référence aux dessins annexés, parmi lesquels :
- [0012] [Fig.1] la [Fig.1] est une vue en perspective d'un détecteur IR selon l'invention ;
- [0013] [Fig.2] la [Fig.2] est une vue partielle en perspective de ce détecteur IR en coupe selon le plan II de la [Fig.1] ;
- [0014] [Fig.3] la [Fig.3] est une vue partielle en perspective éclatée de ce détecteur IR ;
- [0015] [Fig.4] la [Fig.4] est une vue partielle de dessus de ce détecteur IR sans les enveloppes interne et externe ;
- [0016] [Fig.5] la [Fig.5] est une vue de dessus de la platine de ce détecteur IR ;
- [0017] [Fig.6] la [Fig.6] est une vue de dessus de la platine de ce détecteur IR, sans la couche électriquement isolante ;
- [0018] [Fig.7] la [Fig.7] est une vue agrandie de la zone VII de la [Fig.5] ;
- [0019] [Fig.8] la [Fig.8] est une vue partielle de dessous de la platine de ce détecteur IR.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

- [0020] En référence aux figures, le détecteur IR refroidi selon l'invention, généralement désigné en D, comprend une embase tubulaire 1 ayant une première extrémité 1.1 fixée sur une base 2.1 d'un doigt froid 2 et une deuxième extrémité 1.2 pourvue d'une collerette 1.3 sur laquelle est fixé de manière étanche un bord annulaire d'une enveloppe externe de protection 3 ayant un sommet pourvu d'une première fenêtre 4. L'embase tubulaire 1 est en verre, l'enveloppe externe 3 est en titane et la première fenêtre 4 est en germanium.

- [0021] Le doigt froid 2 se prolonge depuis la base 2.1 dans l'embase tubulaire 1 et a une extrémité libre 2.2 fermée qui s'étend hors de l'embase tubulaire 1 en saillie dans l'enveloppe externe 3.
- [0022] Sur l'extrémité libre 2.2 du doigt froid 2, est fixé une platine généralement désignée en 5.
- [0023] Plus précisément, la platine 5 comprend un substrat ayant une première face principale 5.1 du côté de l'extrémité libre 2.2 du doigt froid 2 et à l'opposé une deuxième face principale 5.2. Le substrat de la platine 5 est ici en une céramique à base de nitrure d'aluminium AlN.
- [0024] La première face principale 5.1 du substrat de la platine 5 est recouverte d'une couche réfléchissante 6 vis-à-vis du rayonnement IR. La couche réfléchissante 6, ici en or, comporte une ouverture centrale 6.1 laissant une zone centrale (épargne) de la première face principale 5.1 découverte. L'extrémité libre 2.2 du doigt froid 2, qui est fermée par une cloison transversale plane, prend appui sur la couche réfléchissante au niveau d'un pourtour de l'ouverture 6.1 de telle manière que l'extrémité libre 2.2 est écartée de la première face principale 5.1 d'une distance égale à l'épaisseur de la couche réfléchissante 6 à savoir ici 25 μm . La platine 5 est fixée par collage sur l'extrémité 2.2 du doigt froid 2.
- [0025] La deuxième face principale 5.2 du substrat de la platine 5 porte des pistes électriquement conductrices 7 ayant des extrémités 7.1, 7.2 formant des plages de contact et deux pistes électriquement conductrices 9 ayant des extrémités 9.1, 9.2 formant des plages de contact. La deuxième face principale 5.2 du substrat de la platine 5 et les pistes électriquement conductrices 7, 9 sont recouvertes d'une couche 8 électriquement isolante et absorbant le rayonnement infrarouge. La couche 8, ici en polyimide, comporte une ouverture principale 8.1 laissant nue une zone centrale de la deuxième face principale 5.2. Une partie des extrémités 7.1 sont dans l'ouverture principale 8.1 et les autres extrémités 7.1 débouchent dans des ouvertures secondaires de la couche 8. Les extrémités 9.1 des deux pistes électriquement conductrices 9 débouchent dans une ouverture 8.2 de la couche 8 qui est située au voisinage de l'ouverture 8.1 et qui accueille une sonde de température 10. La sonde de température 10 est collée au substrat dans l'ouverture 8.2 et a des connecteurs reliés aux extrémités 9.1. La couche 8 laisse à découvert la portion périphérique annulaire 5.2' de la deuxième face principale 5.2 et les extrémités 7.2 et 9.2 des pistes électriquement conductrices 7 et 9 qui sont sur ladite portion périphérique 5.2'.
- [0026] Un capteur de rayonnement infrarouge, ou capteur IR 11, est fixé sur le pourtour de l'ouverture principale 8.1 et a des entrées et sorties électriques reliées aux extrémités 7.1 des pistes conductrices 7 par des fils électriquement conducteurs ici en or. Le capteur IR 11 est de type FPA (ou « Focal Plan Array ») et est ici collé sur le pourtour

de l'ouverture principale 8.1.

- [0027] La platine 5 porte une enveloppe interne 12 entourant le capteur 11. L'enveloppe interne 12 a un pourtour (ou bord annulaire) fixé de manière continue (et donc étanche) sur la couche 8 de sorte que la portion périphérique annulaire 5.2' s'étende en saillie à l'extérieur de l'enveloppe interne 12. L'enveloppe interne 12 (ou « écran froid ») est en aluminium et comporte une fenêtre 13 (ou filtre froid) en germanium en alignement avec le capteur IR 11 et la fenêtre 4. Ledit pourtour de l'enveloppe interne 12 est fixé par collage ici au moyen d'une colle souple capable d'absorber les dilatations différentielles entre l'aluminium et la céramique. La colle est ici une colle silicone présentant un coefficient de dégazage faible, comme celle de référence DC93500 produite par la société Dow Corning.
- [0028] La platine 5 comprend un canal transversal 18 mettant en communication l'intérieur de l'enveloppe interne 12 avec l'extérieur, c'est-à-dire le volume intérieur de l'enveloppe externe 3 ; et l'enveloppe externe 3 comprend elle un queusot 14 permettant de faire le vide dans l'enveloppe externe 3 et dans l'enveloppe interne 12 via le canal transversal 18.
- [0029] Le détecteur D comprend enfin des broches 15 qui traversent la collerette 1.3 pour avoir chacune :
- une première extrémité qui se trouve dans l'enceinte externe 3 et qui est reliée par un fil électriquement conducteur 16 à une des extrémités 7.2, 9.2, et
 - une deuxième extrémité qui se trouve à l'extérieur de l'enceinte externe 3 et est reliée par un câble conducteur à une unité électronique de traitement 17.
- [0030] La base 2.1 du doigt froid 2 est reliée à une machine à froid M qui met en œuvre un cycle Stirling pour alimenter le doigt froid 2 avec de l'hélium refroidi sous pression.
- [0031] Le fonctionnement du détecteur D est connu en lui-même et ne sera pas détaillé ici.
- [0032] Lors de ce fonctionnement, le doigt froid 2 subit un cycle de compression/détente de l'hélium et il faut éviter qu'une déformation du doigt froid 2 ne vienne exercer une contrainte sur le capteur IR 11 (celui-ci étant généralement en matériau piézo-électrique, cette contrainte engendrerait un signal électrique parasite au niveau du capteur IR 11). Le fait que l'extrémité du doigt froid 2 soit espacée de la première face 5.1 du substrat permet d'éviter que ladite extrémité vienne toucher le substrat et exercer une contrainte sur le capteur IR 11. On assure ainsi un découplage mécanique.
- [0033] On note que le fait de prévoir que la platine 5 comprenne un logement (ici l'ouverture 8.2) qui est ouvert du côté de l'enveloppe interne 12 pour recevoir la sonde de température 10 reliée aux pistes électriquement conductrices 9 de la platine 5 simplifie grandement l'intégration de ladite sonde de température.
- [0034] Bien entendu, l'invention n'est pas limitée au mode de réalisation décrit mais englobe toute variante entrant dans le champ de l'invention telle que définie par les re-

vendications.

- [0035] En particulier, la structure du détecteur D peut être différente de celle décrite.
- [0036] La céramique peut être une céramique multicouche. La céramique peut comporter une couche interne sur laquelle est réalisée au moins une piste conductrice.
- [0037] La couche électriquement isolante peut être une couche de peinture noire.
- [0038] La couche électriquement isolante peut s'étendre uniquement au niveau de la liaison avec l'enveloppe interne.
- [0039] La couche électriquement isolante est facultative si l'enveloppe interne est en matériau électriquement isolant ou si les pistes électriquement conductrices sont légèrement enfoncées par rapport à la face principale de la platine.
- [0040] Bien que la céramique employée soit ici en nitrure d'aluminium compte-tenu de sa bonne conduction thermique, d'autres céramiques peuvent être employées et par exemple un oxyde d'aluminium de type Al_2O_3 .
- [0041] La portion périphérique de la platine s'étendant hors de l'enveloppe interne 12 peut ne pas être de forme annulaire mais comprendre une ou plusieurs oreilles espacées.

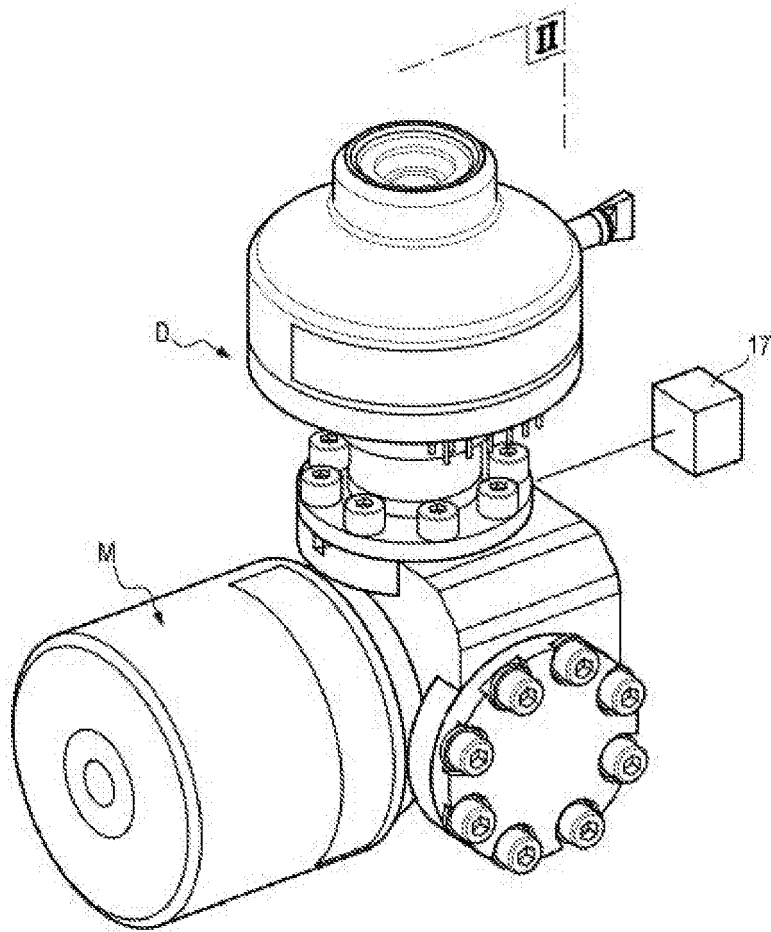
Revendications

- [Revendication 1] Détecteur de rayonnement IR, comprenant :
- une embase tubulaire (1) portant une enveloppe externe (3) dans laquelle se trouve une extrémité d'un doigt froid (2) s'étendant dans l'embase tubulaire,
 - une platine (5) en céramique montée dans l'enveloppe externe sur l'extrémité du doigt froid,
 - une enveloppe interne (12) ayant un pourtour fixé de manière continue sur la platine (5), la platine ayant au moins une portion périphérique (5.2') en saillie à l'extérieur de l'enveloppe interne,
 - un capteur (11) sensible au rayonnement IR qui est fixé à la platine dans l'enveloppe interne et qui a des entrées et sorties électriques reliées à des pistes électriquement conductrices (7) qui s'étendent sur une face principale de la platine jusqu'à la portion périphérique à l'extérieur de l'enveloppe interne, ladite face principale s'étendant du côté de l'enveloppe interne (12) et les pistes électriquement conductrices (7) s'étendant sous une couche électriquement isolante (8) laissant découvertes des plages de contact (7.1, 7.2) des pistes électriquement conductrices, la couche électriquement isolante (8) étant en un matériau assurant une absorption du rayonnement IR.
- [Revendication 2] Détecteur selon la revendication 1, dans lequel la platine (5) comprend une autre face principale (5.1) située du côté de l'extrémité du doigt froid (2), la face principale située du côté de l'extrémité du doigt froid (2) étant recouverte d'une couche réfléchissante (6) vis-à-vis du rayonnement IR, la couche comportant une ouverture (6.1) laissant la face principale, située du côté de l'extrémité du doigt froid (2), découverte à l'aplomb du capteur (11) et l'extrémité du doigt froid prenant appui sur la couche réfléchissante au niveau d'un pourtour de ladite ouverture de la couche réfléchissante.
- [Revendication 3] Détecteur selon la revendication 1, dans lequel la couche électriquement isolante (8) est en polyimide.
- [Revendication 4] Détecteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la platine (5) comprend un canal transversal (18) mettant en com-

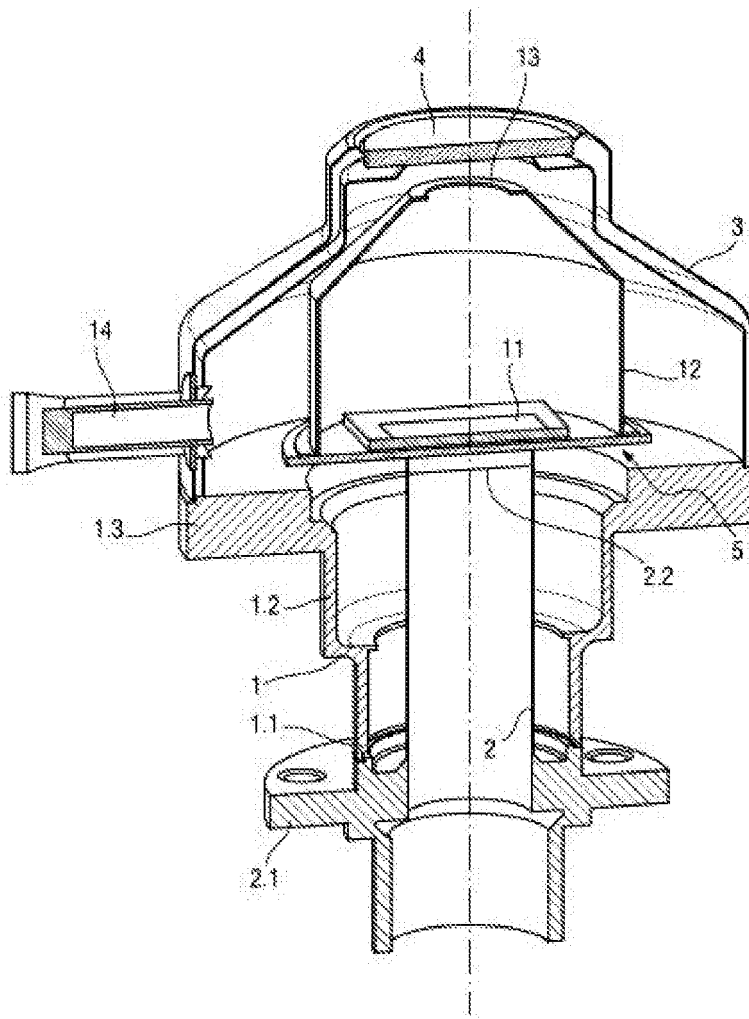
munication l'intérieur de l'enveloppe interne (12) avec l'extérieur.

- [Revendication 5] Détecteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la platine (5) comprend un logement (8.2) qui est ouvert du côté de l'enveloppe interne (12) et qui reçoit une sonde de température (10) reliée à des pistes électriquement conductrices (9) de la platine.
- [Revendication 6] Détecteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'enveloppe externe (3) a un pourtour fixé sur une collerette externe (1.3) de l'embase tubulaire (1).
- [Revendication 7] Détecteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la céramique est l'une des céramiques suivantes : nitrure d'aluminium, oxyde d'aluminium.

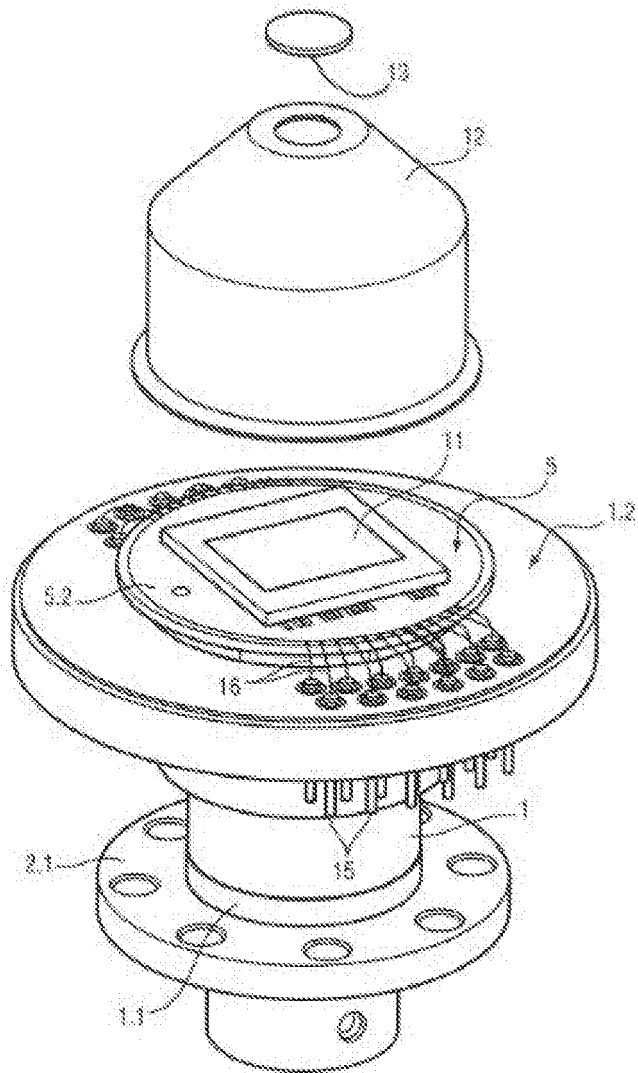
[Fig. 1]



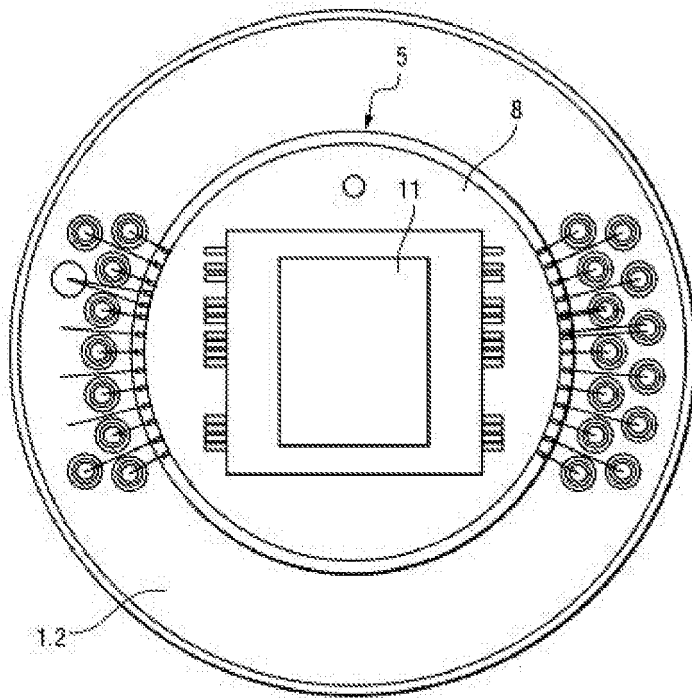
[Fig. 2]



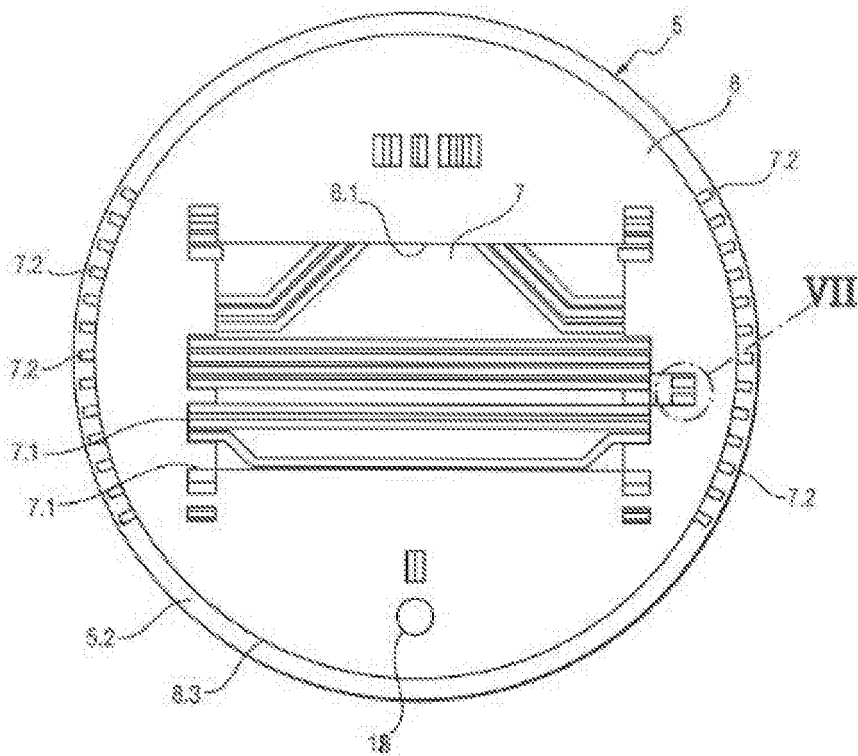
[Fig. 3]



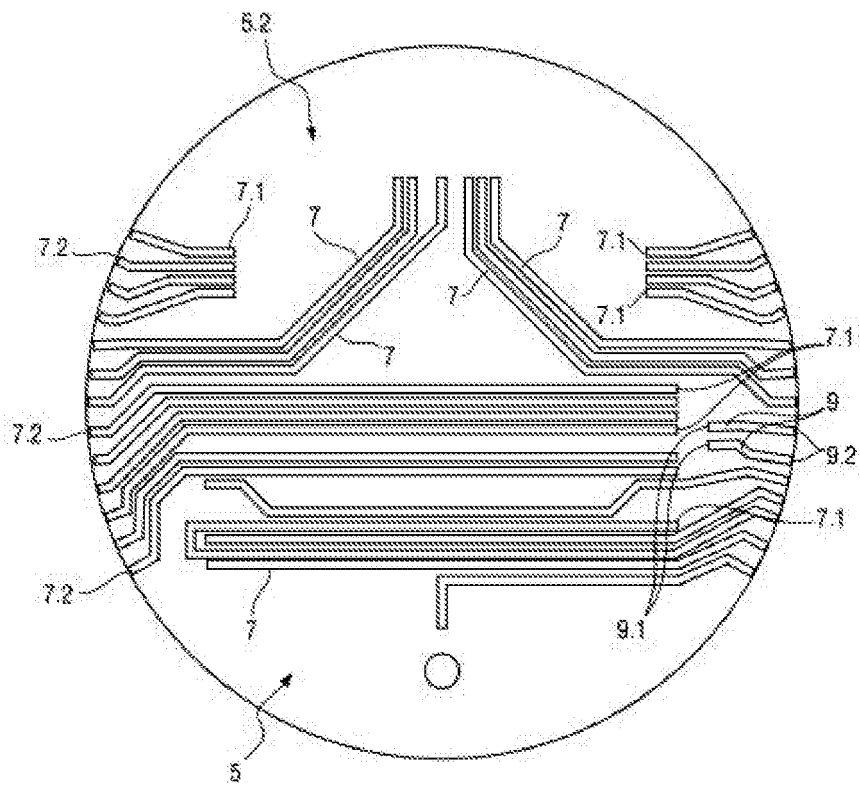
[Fig. 4]



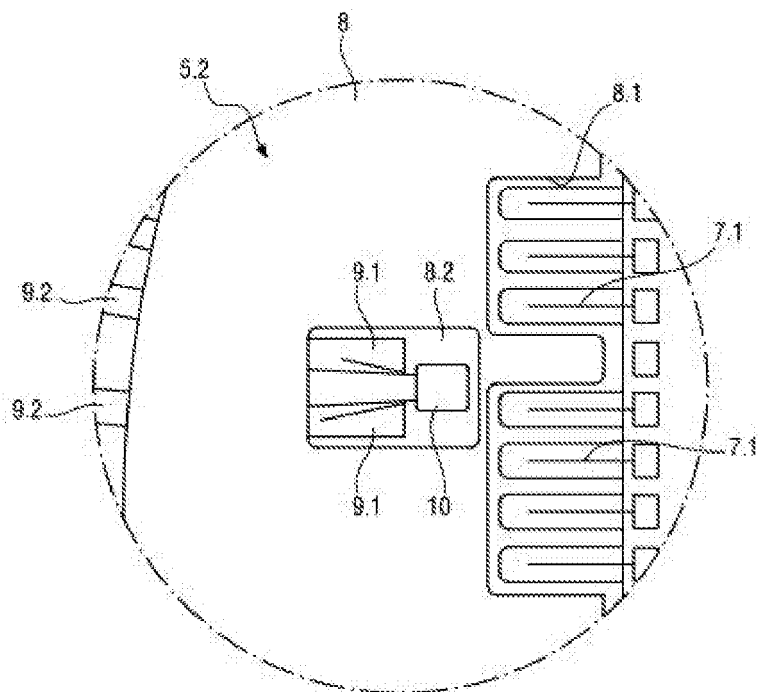
[Fig. 5]



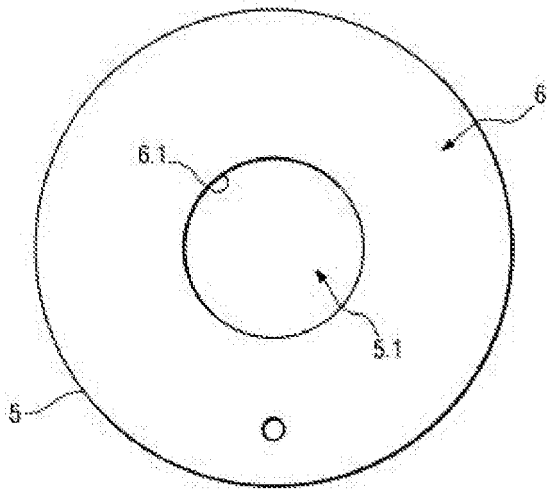
[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

US 5 198 671 A (HATCH BERT C [US] ET AL)
30 mars 1993 (1993-03-30)

US 4 645 931 A (GORDON WILLIAM R [US] ET
AL) 24 février 1987 (1987-02-24)

US 4 719 353 A (PECK JR LEONARD E [US] ET
AL) 12 janvier 1988 (1988-01-12)

US 4 954 708 A (SALZER DONALD E [US] ET
AL) 4 septembre 1990 (1990-09-04)

US 5 111 050 A (MAASSEN NEVIL Q [US] ET
AL) 5 mai 1992 (1992-05-05)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

US 5 404 016 A (BOYD FRANK M [US] ET AL)
4 avril 1995 (1995-04-04)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT