

⑫ DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑭ Date de dépôt : 20.12.91.

⑮ Priorité :

⑰ Demandeur(s) : VALENTIN Jean-Pascal — FR.

⑱ Inventeur(s) : VALENTIN Jean-Pascal.

⑲ Date de la mise à disposition du public de la demande : 25.06.93 Bulletin 93/25.

⑳ Liste des documents cités dans le rapport de recherche : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

㉑ Titulaire(s) :

㉒ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

㉓ Mandataire :

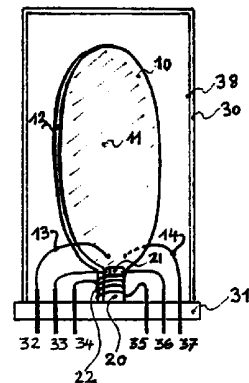
㉔ Résonateur monopode antirayonnant.

㉕ L'invention concerne un résonateur constitué d'un cristal piézoélectrique relié à l'embase d'un boîtier par le moyen d'une fixation unique occupant une zone étroite de la périphérie du cristal, et maintenu à une température constante grâce à un élément chauffant disposé au niveau de la fixation. Les contraintes mécaniques appliquées au boîtier ne sont pas transmises au cristal piézoélectrique du fait du principe de la fixation.

D'autre part, une isolation particulière du cristal oblige les échanges thermiques à s'établir uniquement par la fixation de maintien du cristal à l'exclusion de toute autre voie. Cet unique passage du flux thermique est régulé en température par un capteur de température placé en contact thermique avec la fixation de maintien du cristal.

Le cristal (10) recouvert d'une couche métallique (11) est relié à l'embase (31) du boîtier (30) par un pied étroit (20) muni d'un moyen de chauffage (22) et d'un capteur de température (21). Le boîtier est sous vide et les alimentations électriques sont réalisées par l'intermédiaire de passages étanches (32 à 37).

Le dispositif selon l'invention est particulièrement destiné à la réalisation de références de fréquence stables, de faible consommation et peu sensibles aux effets de l'environnement (références embarquées, avionique, spatial).



1

RESONATEUR MONOPODE ANTIRAYONNANT

- La présente invention concerne un résonateur piézoélectrique comprenant un boîtier vidé de son atmosphère, étanche, dont la paroi interne est polie et recouverte d'une couche et, à l'intérieur de ce boîtier, un cristal piézoélectrique en forme de disque, chauffé, la température du dit
- 5 cristal pouvant évoluer indépendamment de celle du boîtier, le chauffage du cristal, étant réalisé par conduction, à l'exclusion de tout échange thermique effectué par rayonnement ou par convection, au moyen d'un élément chauffant situé au niveau de la fixation de maintien du cristal, laquelle est caractérisée par le fait qu'elle est unique et située dans une zone étroite de la périphérie du cristal, lequel présente la particularité d'être recouvert d'une couche mince d'un
- 10 métal antirayonnant à l'exception de la tranche du disque, la métallisation des faces formant les deux électrodes d'excitation du cristal piézoélectrique et formant en même temps un écran empêchant les échanges thermiques par rayonnement entre le cristal et son boîtier, la régulation de la température du cristal étant assurée par le moyen d'un capteur de température placé à la limite du disque piézoélectrique et de sa fixation de maintien.
- 15 Les fréquences de résonance d'un cristal piézoélectrique étant très sensibles à la température, tous les oscillateurs de qualité utilisent un cristal thermostaté. Le cristal est généralement monté dans un boîtier étanche, vide ou rempli d'un gaz sec, qui est lui-même placé à l'intérieur d'un four comprenant une résistance chauffante ou un transistor de puissance et une enceinte conductrice de la chaleur. L'ensemble est isolé de l'extérieur par de la mousse de type polyuréthane
- 20 ou équivalent, ou par un vase Dewar. La température du four est régulée en permanence par un capteur de température en référence avec une tension de consigne. Ce type de thermostat donne de bons résultats en stabilité de fréquence. Il a cependant l'inconvénient d'être volumineux, lourd, de consommer de l'énergie et d'être assez long à mettre en température. Il est en effet difficile d'obtenir un fonctionnement correct de l'oscillateur en moins d'un quart d'heure après
- 25 la mise sous tension. La puissance nécessaire atteint couramment 15 watts lors de la période

de démarrage pour ensuite se stabiliser à 2 ou 3 watts environ, suivant la température extérieure (de l'ordre de 3 watts à -50°C et de 2 watts à $+25^{\circ}\text{C}$).

Pour remédier à certains de ces inconvénients, il a été proposé notamment dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3 431 392, de chauffer le résonateur par des couches résistives
5 déposées directement sur le cristal piézoélectrique. Les couches sont par exemple en nichrome, en tantale, ou en tout autre métal résistif.

Les brevets des Etats-Unis d'Amérique n° 3 201 621, n° 3 715 563 et n° 3 818 254 utilisent le même principe de couches résistives déposées sur la périphérie du cristal suivant une forme de fer à cheval.

- 10 L'inconvénient de ce type de solution est que le chauffage du cristal est inhomogène et que les gradients thermiques qui en découlent créent un ensemble de contraintes thermomécaniques qui est à l'origine d'une variation de la fréquence de résonance de la plaque cristalline constituant le résonateur, entraînant à son tour une variation de fréquence de l'oscillateur.

Il a aussi été proposé dans le brevet français n° 1 438 172 et dans les brevets des Etats-Unis
15 d'Amérique n° 2 969 471 et 3 121 153 de chauffer le cristal piézoélectrique par énergie radiante à l'aide de résistances chauffantes disposées entre le cristal et des réflecteurs concaves. L'auteur a lui-même proposé dans le brevet français n° 83 07307 d'utiliser des ampoules à incandescence basse tension pour réaliser un chauffage par rayonnement infra-rouge.

Le chauffage par rayonnement à l'avantage d'être homogène mais il présente l'inconvénient
20 d'introduire une constante de temps impossible à annuler du fait de la résistance de rayonnement qui existe entre les éléments radiants et le cristal résonnant.

Par ailleurs dans les diverses solutions déjà proposées les échanges thermiques entre le cristal et la source de chaleur ne sont pas canalisés par un seul passage mais utilisent diverses voies par conduction et (ou) par rayonnement. Ces solutions ne permettent donc pas d'éviter les gradients

thermiques au niveau du cristal ; d'où l'apparition d'un effet dynamique de température lié à l'évolution temporelle de ces gradients lorsqu'intervient un changement des conditions extérieures de température.

La présente invention a pour but de remédier aux inconvénients précités en chauffant le cristal
 5 par conduction solide uniquement au moyen d'un élément chauffant localisé au niveau de la fixation de maintien du cristal, fixation unique située dans une zone étroite de la périphérie de celui-ci (résonateur monopode). La fixation de maintien étant unique les dilatations du cristal n'entraînent aucune contrainte thermomécanique (dilatation libre), donc aucune variation de fréquence de l'oscillateur. Pour obliger les échanges thermiques à n'avoir lieu que par
 10 conduction solide par la fixation de maintien du cristal, on annule les échanges thermiques par rayonnement qui normalement s'établissent entre le cristal et son boîtier en recouvrant complètement le cristal et l'intérieur du boîtier d'une couche réfléchissante constituant ainsi un double écran antirayonnant. Seule la tranche du cristal n'est pas recouverte, la discontinuité ainsi créée permettant aux deux faces métallisées du cristal d'être portées à des potentiels électriques différents donc de pouvoir servir d'électrodes d'excitation du cristal piézoélectrique. Les raccor-
 15 dements électriques de ces électrodes sont réalisés dans un fil très fin et peu conducteur de la chaleur de façon à rendre négligeables les échanges thermiques qui pourraient s'établir par conduction solide à travers les raccordements. Le boîtier contenant le cristal est entièrement vidé, la pression résiduelle de gaz étant inférieure à 10^{-5} mbar : les échanges thermiques par convec-
 20 tion gazeuse sont ainsi rendus impossibles. Dans ces conditions, les échanges thermiques entre le cristal et la source de chaleur ne peuvent s'établir que par la fixation de maintien du cristal, à l'exclusion de toute autre voie. On réalise ainsi un passage unique et obligé du flux thermique, passage dont on peut contrôler strictement la température par la mise en oeuvre d'un capteur de température placé à la frontière commune entre la partie active du cristal et sa fixation de
 25 maintien, et en bon contact thermique avec cette dernière. Le dit capteur de température peut être aisément comparé à une consigne de référence et commander, par une boucle de régulation, la source de chaleur disposée au niveau de la fixation, déterminant ainsi de façon stable et précise la température de l'unique passage obligé du flux thermique.

L'invention procure ainsi le double avantage d'un cristal de température homogène (absence

de gradients thermiques) et stable (contrôle de la température du passage obligé). L'invention vise encore à réduire le volume et la masse de l'oscillateur à cristal piézoélectrique, à diminuer la consommation d'énergie et à réduire le temps de mise en température lors d'un démarrage de l'oscillateur.

- 5 Ces buts sont atteints grâce à un résonateur du type défini en tête de la description, dans lequel le cristal présente par exemple la forme d'un disque monopode, le disque constituant la partie résonnante proprement dite et le pied constituant la fixation unique de maintien de la partie résonnante, la source de chaleur étant par exemple réalisée d'un fil résistif chauffant enroulé sur le pied, le capteur de température étant par exemple une thermistance collée à la limite du
- 10 disque et du pied. La couche métallique antirayonnante recouvrant les deux faces du disque et l'intérieur du boîtier est avantageusement réalisée par dépôt d'un film d'or d'environ 1 000 Angströms d'épaisseur tandis que les raccordements électriques des électrodes sont avantageusement réalisés à l'aide de fils de nichrome d'un diamètre de 5/100 mm.

- Selon une variante de ce mode de réalisation deux écrans métalliques, minces, réfléchissants,
- 15 proches du disque de cristal et situés vis à vis de celui-ci, limitent de façon encore plus efficace les échanges thermiques par rayonnement entre le cristal et son boîtier en réfléchissant en particulier le rayonnement émis par la tranche du cristal. Ces deux écrans sont fixés, par exemple collés, sur le pied du cristal et donc chauffés eux aussi par l'élément chauffant disposé au même endroit. Leur température qui est régulée par le capteur de température fixé à la limite du disque
- 20 est donc très sensiblement identique à celle du cristal résonnant, réduisant ainsi à zéro le bilan des échanges thermiques par rayonnement entre eux même et la partie résonnante du cristal. L'un des écrans présente une forme de disque identique à celle de la partie résonnante du cristal, l'autre écran présente la forme d'une boîte dont le fond regarde le disque de cristal et dont le bord entoure la tranche du cristal.

- 25 Selon ce dernier mode de réalisation, les deux écrans réfléchissants, proches du disque de cristal et situés vis à vis de celui-ci peuvent avantageusement être constitués des deux électro-

des métalliques d'un résonateur piézoélectrique à électrodes non adhérentes, la partie résonnante du cristal restant nue, c'est-à-dire non recouverte d'électrodes métalliques et l'excitation du cristal piézoélectrique étant réalisée par une tension électrique appliquée entre les électrodes non adhérentes servant aussi ici d'écrans réfléchissants. Comme dans le mode de réalisation

5 précédent l'ensemble cristal-électrodes non adhérentes présente une seule fixation de maintien sur laquelle sont disposés l'élément chauffant et le capteur de température. Les faces externes des porte-électrode ainsi que leur tranche et celle du cristal résonnant sont recouvertes d'une mince couche antirayonnante dans le but de limiter les échanges thermiques entre le boîtier et l'ensemble ainsi constitué. Les résonateurs piézoélectriques à électrodes non adhérentes qui

10 peuvent être utilisés selon ce dernier mode de réalisation de l'invention sont en particulier ceux décrits dans les brevets français n° 76 010 35, 76 162 89, 77 173 09, 78 022 61, 79 18 553, 8509097 et 88 14197.

D'autres caractéristiques et avantages ressortiront de la description qui fait suite de modes particuliers de réalisation de l'invention, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- 15 - la **figure 1** représente de façon schématique un résonateur thermostaté selon un premier mode de réalisation de l'invention,
- la **figure 2** représente de façon schématique un résonateur thermostaté selon une variante du mode de réalisation de l'invention représenté sur la figure 1,
- la **figure 3** est une coupe diamétrale perpendiculaire au plan du cristal d'un résonateur thermostaté muni d'écrans métalliques réfléchissants,
- 20 - la **figure 4** est une coupe diamétrale perpendiculaire au plan du cristal d'un résonateur à électrodes non adhérentes thermostaté selon les principes précédemment exposés

On voit sur la **figure 1** un premier mode de réalisation d'un résonateur thermostaté conforme

25 à l'invention comprenant un boîtier étanche composé d'une embase 31 et d'un capot 30 scellé sur l'embase 31. La face interne du capot 30 est revêtue d'une mince pellicule d'or 38 la rendant réfléchissante au rayonnement thermique. A l'intérieur du boîtier est monté un cristal piézoélectrique en forme de disque monopode constitué d'un disque 10 et d'un pied 20 sur lequel est

bobiné un fil résistif chauffant 22 dont les extrémités sont reliées à des bornes 34, 35 qui traversent de façon étanche et isolée électriquement l'embase 31 du boîtier. Un capteur de température 21 relié aux bornes 33, 36 de l'embase 31 est collé dans la zone de raccordement du disque et du pied et contrôle la température du passage thermique situé entre le disque 10 et le
 5 fil bobiné 22. Le disque 10 est recouvert, sur ses deux faces, d'un mince dépôt d'or 11, sa tranche 12 étant laissée nue. Les faces métallisées 11 du disque 10 sont reliées par des conducteurs électriques 13, 14 aux bornes 32, 37 de l'embase 31 permettant ainsi l'excitation électrique du cristal piézoélectrique. Les liaisons des conducteurs 13, 14 aux faces métallisées 11 sont proches du capteur 21.

- 10 La **figure 2** présente une variante du mode de réalisation précédent, variante dans laquelle le pied du cristal piézoélectrique est remplacé par une petite ampoule à incandescence 23, la liaison entre le disque de cristal 10 et l'ampoule 23 étant réalisée par l'intermédiaire d'une thermistance 21 collée entre le disque 10 et l'ampoule 23. Les fils d'alimentation 24, 25 de l'ampoule 23 sont reliés aux bornes 34 et 35 de l'embase 31. L'enveloppe de verre de l'ampou-
 15 le 23 est métallisée par un dépôt métallique ou par un ruban de papier d'aluminium collé directement sur le verre. L'ampoule à incandescence 23 de la **figure 2** peut être remplacée par un transistor de chauffage. Une traversée électrique isolée supplémentaire est alors nécessaire sur l'embase 31 pour l'alimentation électrique de la base du transistor.

- On a représenté sur la **figure 3** une coupe d'un résonateur thermostaté selon un autre mode de
 20 l'invention et comprenant, à l'intérieur d'un boîtier non représenté, un cristal piézoélectrique monopode (disque 10, pied 20) recouvert, à l'exception de la tranche 12, d'un mince dépôt d'or 11 servant de couche antirayonnante et d'électrodes d'excitation du cristal piézoélectrique et dont les faces regardent deux écrans métalliques réfléchissants 41 et 42 fixés sur le pied 20 du cristal, l'écran 41 ayant la forme d'un disque identique au disque 10 et l'écran 42 ayant la forme
 25 d'une boîte dont le bord 43 réfléchit le rayonnement thermique émis par la tranche 12 du cristal résonnant. Les moyens de chauffage 22 et de mesure de la température 21 sont identiques aux précédents déjà décrits.

La **figure 4** présente une variante du mode de réalisation précédent, variante dans laquelle le rôle des réflecteurs 41, 42 de la **figure 3** est joué par les électrodes 53, 54 d'un cristal piézoélectrique 10 à électrodes non adhérentes, les porte-électrodes 51, 52 étant eux-mêmes recouverts d'une mince couche d'or sur leurs faces externes 55, 56 ainsi que sur leurs tranches 57, 58.

A l'inverse du mode de réalisation précédent les faces du disque 10 sont nues, comme il est de règle dans le cas d'un résonateur à électrodes non adhérentes, tandis que la tranche 12 du disque 10 et recouverte d'un mince film d'or faisant office d'écran antirayonnant. L'ensemble est monopode (pied 20) et les moyens de maintien des porte-électrode 51,52 sont les moyens habituellement mis en oeuvre dans le cas des résonateurs à électrodes non adhérentes, en particulier les pinces de serrage calibrées dont une est représentée sur la figure (pince 60). Seule différence par rapport à l'état de l'art précédent, toutes les pinces du jeu de pinces utilisé sont ici recouvertes d'un mince film d'or antirayonnant. Là encore les moyens de chauffage 22 et de mesure de la température 21 sont identiques aux précédents déjà décrits.

REVENDICATIONS

1) Résonateur monopode antirayonnant, comprenant un boîtier étanche et, à l'intérieur de ce boîtier, un cristal piézoélectrique présentant une partie centrale active 10, sur les faces opposées de laquelle est déposée une couche métallique mince 11, et une partie périphérique 20 de maintien ; des moyens de support de la partie périphérique 20 de maintien du cristal à l'intérieur du boîtier ; des moyens de chauffage par conduction solide 22 ; au moins un capteur de température 21 ; des réflecteurs 41, 42, 53, 54, pour empêcher la chaleur rayonnée par le cristal d'être transmise au boîtier ; des moyens de fixation des réflecteurs ; et des conducteurs électriques de liaison entre d'une part la couche métallique mince 11, les moyens de chauffage par conduction solide 22, le capteur de température 21, et d'autre part, des bornes 32 à 37 de raccordements électriques qui traversent l'embase 31 du boîtier de façon étanche, caractérisé en ce que la couche métallique mince 11 recouvre toute la surface du cristal piézoélectrique à l'exception de la tranche 12 et sert d'une part d'électrode d'excitation de la partie centrale active 10 et d'autre part de couche antirayonnante empêchant le cristal de rayonner sa chaleur ; en ce que l'intérieur du boîtier étanche contenant le cristal est lui-même recouvert d'une couche réfléchissante ; en ce que la partie périphérique 20 de maintien du cristal est formée d'un unique pied reliant la partie centrale active 10 à l'embase 31 du boîtier ; en ce que le capteur de température est positionné à la frontière commune de la partie active 10 et du pied 20 et en bon contact thermique avec ce dernier ; et en ce que les moyens de chauffage par conduction solide 22 sont fixés en bon contact thermique sur le pied 20 ou encore constituent le pied 20 lui-même.

2) Résonateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de chauffage par conduction solide 22 sont constitués d'un fil résistif chauffant enroulé sur le pied 20.

3) Résonateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de chauffage par conduction solide 22 sont fournis par une petite ampoule à incandes

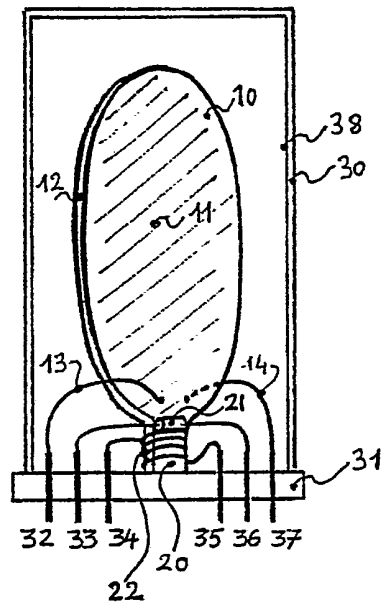
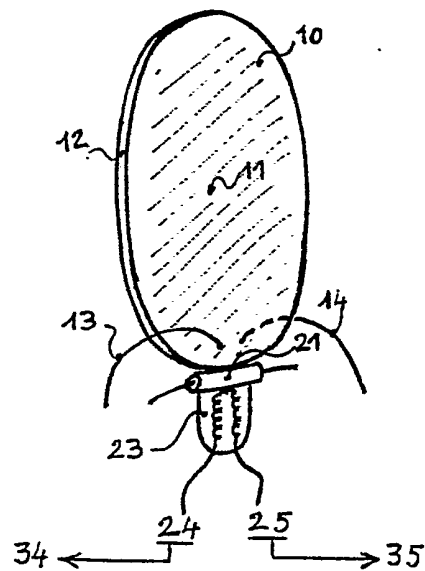
cence 23 qui constitue en même temps l'unique pied 20 reliant la partie centrale active 10 à l'embase 31 du boîtier.

5 4) Résonateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de chauffage par conduction solide 22 sont fournis par un transistor de chauffage qui constitue en même temps l'unique pied 20 reliant la partie centrale active 10 à l'embase 31 du boîtier.

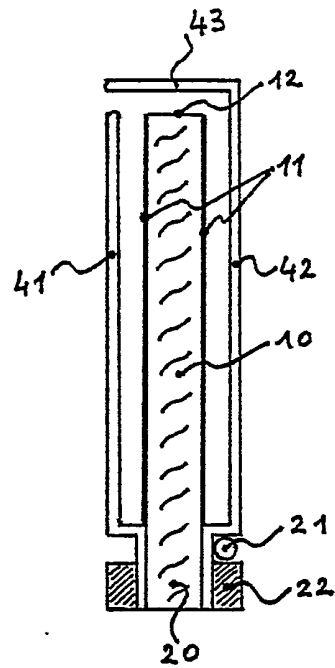
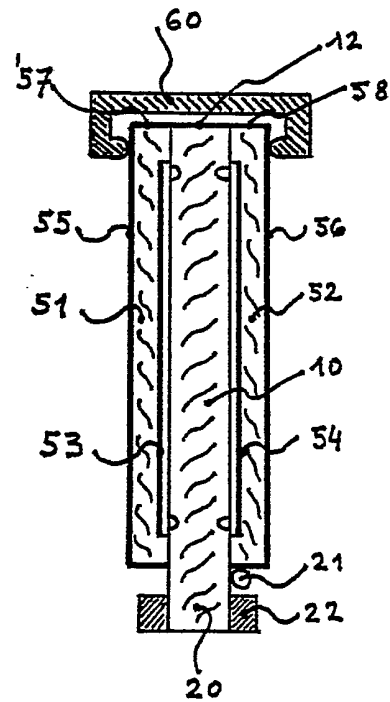
10 5) Résonateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que deux écrans métalliques réfléchissants 41, 42 fixés sur le pied unique 20 sont disposés à faible distance et vis à vis des faces opposées de la partie centrale active 10, entourant entièrement celle-ci et en particulier sa tranche 12.

15 6) Résonateur selon la revendication 5, caractérisé en ce que les deux écrans réfléchissants 41, 42 sont constitués des deux électrodes métalliques 53, 54 d'un résonateur piézoélectrique à électrodes non adhérentes, la partie centrale active 10 du cristal étant nue, les porte-électrodes 51, 52 étant recouverts d'une couche antirayonnante sur leurs faces externes 55, 56 ainsi que sur leurs tranches 57, 58 la tranche 12 du cristal piézoélectrique étant elle aussi recouverte de la même couche antirayonnante.

1/2

FIGURE 1FIGURE 2

2/2

FIGURE 3FIGURE 4

**INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE**

RAPPORT DE RECHERCHE

**établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche**

FR 9116087
FA 471519

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	EP-A-0 023 171 (ETAT-FRANCAIS) * page 3, ligne 20 - page 4, ligne 6 * * page 7, ligne 6 - ligne 29; figure 1 * ---	1
A	SOVIET INVENTIONS ILLUSTRATED Section EI, Week 8337, 26 Octobre 1983 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class T, AN 83-764358 & SU-A-974 351 (M.I. KRAVCHUK) 15 Novembre 1982 * abrégé * ---	1
A	DE-A-3 906 331 (MOTOROLA) * colonne 3, ligne 14 - ligne 26 * * colonne 4, ligne 3 - ligne 11; figure 2 * -----	1
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
		H03H G05D
Date d'achèvement de la recherche 14 SEPTEMBRE 1992		Examineur WRIGHT J. P.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		