



CONFÉDÉRATION SUISSE
OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

⑤① Int. Cl.³: G 04 G 3/00
G 04 F 5/06
H 03 L 1/02

Demande de brevet déposée pour la Suisse et le Liechtenstein
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

⑫ FASCICULE DE LA DEMANDE A3

⑪

642 813 G

②① Numéro de la demande: 10106/79

⑦① Requérent(s):
Kabushiki Kaisha Daini Seikosha, Tokyo (JP)

②② Date de dépôt: 12.11.1979

⑦② Inventeur(s):
Ryo Toyokuni, Koto-ku/Tokyo (JP)

③③ Priorité(s): 10.11.1978 JP 53-138564

⑦④ Mandataire:
Bovard AG, Bern 25

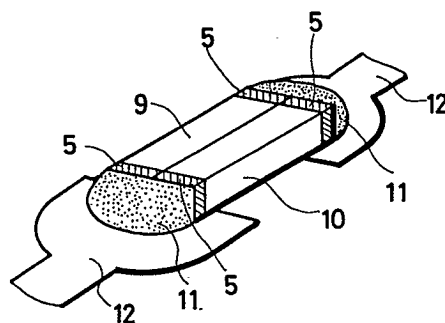
④② Demande publiée le: 15.05.1984

④④ Fascicule de la demande
publié le: 15.05.1984

⑤⑥ Rapport de recherche au verso

⑤④ Pièce d'horlogerie électronique, notamment montre-bracelet électronique, circuit oscillateur pour cette pièce d'horlogerie.

⑤⑦ Dans le but d'améliorer la précision d'une pièce d'horlogerie, notamment une montre-bracelet électronique, l'oscillateur de celle-ci est muni, pour effectuer la compensation de la caractéristique fréquence/température symétrique de son résonateur à cristal de quartz en coupe X, d'un condensateur formé de deux éléments (9, 10) qui présentent leur température de point de Curie à des températures différentes. La présence de l'élément de condensateur ayant la température de point de Curie la plus basse compense la trop grande diminution de capacité de l'autre élément pour les températures inférieures au point de Curie de cet élément de compensation là. Différentes répartitions des deux capacités pour une même capacité totale donnent différentes courbes globales capacité/température mais qui toutes sont plus favorables que la courbe d'un unique condensateur de compensation.



642 813 G



Eidgenössisches Amt für geistiges Eigentum
Bureau fédéral de la propriété intellectuelle
Ufficio federale della proprietà intellettuale

RAPPORT DE RECHERCHE RECHERCHENBERICHT

Demande de brevet No.:
Patentgesuch Nr.:

CH 10 106/79

QEB. Nr.:

HO 13924

Documents considérés comme pertinents Einschlägige Dokumente		
Catégorie Kategorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes. Kennzeichnung des Dokuments, mit Angabe, soweit erforderlich, der massgeblichen Teile	Revendications con- cernées Betrifft Anspruch Nr.
X	PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 1, no. 80, 27 juillet 1977 page 1460 E 77 & JP - A - 52 - 16 992 (DAINI SEIKOSHA K.K.) (8 février 1977) * l'abrégé en entier *	unique
	CH - A - 576 725 (SIEMENS) * en entier *	unique
	GB - A - 1 450 237 (SUWA SEIKOSHA) * en entier *	unique
	GB - A - 1 317 077 (SUWA SEIKOSHA) * en entier *	unique
P	GB - A - 2 018 539 (CITIZEN WATCH) * en entier *	unique
Etendue de la recherche/Umfang der Recherche Revendications ayant fait l'objet de recherches ensemble Recherchierte Patentansprüche: Revendications n'ayant pas fait l'objet de recherches Nicht recherchierte Patentansprüche: Raison: Grund:		
Date d'achèvement de la recherche/Abschlussdatum der Recherche 8 décembre 1980		

Domaines techniques recherchés
Recherchierte Sachgebiete
(INT. CL.)

H 03 H
G 04 F
H 03 L

Catégorie des documents cités
Kategorie der genannten Dokumente
X: particulièrement pertinent
von besonderer Bedeutung
A: arrière-plan technologique
technologischer Hintergrund
O: divulgation non-écrite
nichtschriftliche Offenbarung
P: document intercalaire
Zwischenliteratur
T: théorie ou principe à la base de
l'invention
der Erfindung zugrunde liegende
Theorien oder Grundsätze
E: demande faisant interférence
kollidierende Anmeldung
L: document cité pour d'autres raisons
aus andern Gründen angeführtes
Dokument
D: document cité dans la demande
in der Anmeldung angeführtes Dokument
&: membre de la même famille, document
correspondant.
Mitglied der gleichen Patentfamilie;
übereinstimmendes Dokument

REVENDEICATIONS

1. Pièce d'horlogerie électronique, notamment montre-bracelet électronique, comportant un circuit oscillateur qui comprend un résonateur à cristal de quartz en coupe X et un condensateur pour compenser la caractéristique fréquence/température de ce résonateur à cristal de quartz, caractérisée en ce que ledit condensateur comprend une pluralité d'éléments condensateurs céramiques ayant différentes températures de point de Curie, choisis pour que la caractéristique capacité/température dudit condensateur résultant présente un seul maximum avec une pente toujours positive pour les températures inférieures à celle de ce maximum et une pente toujours négative pour les températures supérieures à ce maximum.

2. Circuit oscillateur pour la pièce d'horlogerie électronique selon la revendication 1 comprenant: un résonateur à cristal de quartz en coupe X ayant un coefficient de température secondaire négatif; un amplificateur pour commander ledit résonateur à cristal afin de le faire osciller; et une pluralité de condensateurs de compensation de température connectés pour compenser les variations de température, cette pluralité de condensateurs de compensation de température comprenant chacun un matériau ferro-électrique et chacun de ces condensateurs de compensation de température ayant respectivement différentes températures de point de Curie, les valeurs de capacité de point respectives de chacun desdits condensateurs de compensation de température, de même que les températures de point de Curie étant sélectionnés pour obtenir une caractéristique fréquence/température du circuit oscillateur ayant un degré minimum de variation de fréquence par degré de variation de température.

3. Circuit oscillateur selon la revendication 2, caractérisé en ce que lesdits condensateurs de compensation de température comprennent des céramiques ferro-électriques.

4. Circuit oscillateur selon la revendication 3, caractérisé en ce que le principal composant desdites céramiques ferro-électriques est le BaTiO_3 .

5. Circuit oscillateur selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'un autre composant desdites céramiques ferro-électriques est le SrTiO_3 .

6. Circuit oscillateur selon la revendication 5, caractérisé en ce que le résonateur à cristal de quartz en coupe X a un point d'inversion de température à approximativement 22°C , la température de point de Curie de l'un desdits condensateurs compensateurs de température étant d'approximativement 24°C et la température de point de Curie d'un autre desdits condensateurs de compensation de température se situant aux environs de 15°C .

7. Circuit oscillateur selon l'une des revendications 2, 3, 4, 5 ou 6, caractérisé en ce qu'au moins deux desdits condensateurs compensateurs de température sont connectés en parallèle.

La présente invention concerne une pièce d'horlogerie électronique, notamment une montre-bracelet électronique, comportant un circuit oscillateur qui comprend un résonateur à cristal de quartz en coupe X et un condensateur pour compenser la caractéristique fréquence/température de ce résonateur à cristal de quartz. L'invention concerne également le circuit oscillateur pour cette pièce d'horlogerie.

D'une façon classique, les résonateurs à cristal de quartz en coupe X présentent une caractéristique fréquence/température ayant un coefficient de température secondaire né-

gatif, comme cela est montré par exemple à la fig. 1. Les pièces d'horlogerie, notamment les montres-bracelets comprenant de tels résonateurs à cristal de quartz en coupe X présentaient des écarts atteignant au maximum 1,4 à 1,5 sec par jour, dans un domaine de température s'étendant à $\pm 20^\circ\text{C}$ depuis la température ambiante normale, et ceci même si la marge avait été établie juste à zéro pour la température ambiante normale (20°C). En vue de supprimer ces erreurs de marche, ou tout au moins de les éliminer dans la mesure du possible, la caractéristique fréquence/température des résonateurs à cristal de quartz en coupe X était compensée par l'utilisation d'un condensateur de compensation de température dont la caractéristique capacité/température présentait une valeur maximale à la température ambiante normale (température de chambre, approximativement 20°C), d'une façon semblable à ce que montre par exemple la fig. 2.

A l'aide d'une telle compensation, la caractéristique écart de marche/température de la montre pouvait être améliorée de façon à se présenter de la manière montrée par exemple à la fig. 3; les écarts de marche se trouvaient établis alors à $\pm 0,2$ sec par jour, au maximum, dans un domaine de température de $\pm 20^\circ\text{C}$ à partir de la température ambiante d'approximativement 20°C .

Par contre, il s'est avéré extrêmement difficile de diminuer encore l'écart de marche et d'atteindre un écart d'approximativement $\pm 0,1$ sec par jour, dans un domaine de température de $\pm 20^\circ\text{C}$ à partir de la température ambiante normale, ce que l'on a cherché à obtenir en améliorant la caractéristique marche/température obtenue à l'aide du condensateur de compensation, cette difficulté étant due principalement à la limitation des possibilités d'adapter la caractéristique capacité/température du condensateur de compensation de température.

On a proposé, notamment dans l'exposé japonais JP-A-52-16 992, de combiner deux condensateurs au LiTaO_3 ayant des points de Curie différents afin d'obtenir une meilleure compensation. Dans cet exposé japonais, on a pris deux condensateurs dont les points de Curie se situaient respectivement à 10 et à 65°C , de sorte que, la caractéristique capacité/température résultante était une courbe «creuse», c'est-à-dire une courbe présentant deux maximums et un minimum entre ces deux maximums. Cette caractéristique «creuse» était voulue et convenait pour la compensation en fonction de la température d'un oscillateur à cristal de quartz en coupe AT. Par contre, une telle courbe «creuse» ou «inversée dans le domaine principal des températures ambiantes» ne convient aucunement à la compensation de température dans le cas d'un résonateur à cristal de quartz en coupe X, du type précédemment défini.

Comme publication antérieure, on a encore cité l'exposé CH-A-576 725, qui propose essentiellement la compensation de température d'un oscillateur à quartz en coupe X à l'aide d'un seul condensateur. Il s'y trouve bien dit, dans une simple allusion nullement chiffrée ou détaillée, que l'on pourrait utiliser plusieurs condensateurs combinés ayant différents comportements à l'égard de la température. Il n'est toutefois aucunement précisé comment ces condensateurs devraient être choisis et de quel type de condensateur il devrait s'agir de sorte que la solution de plusieurs condensateurs combinés n'est en tous les cas pas fournie là d'une façon adéquate. Du moment que, dans tout le reste des publications de l'art antérieur cité, la seule publication donnant des indications précises et chiffrées est la publication japonaise précédemment mentionnée, la mise en relation de cet exposé suisse et de cette seule publication antérieure proposant l'emploi de deux condensateurs combinés ne mène pas, pour le problème de l'amélioration de la précision de marche d'une montre élec-

tronique, à une solution complète qui «découlerait avec évidence de l'état de la technique».

Deux autres publications ont encore été citées, à savoir GB-A-1 450 237 et 1 317 077. La première de ces publications anglaises ne propose que l'emploi d'un unique coefficient de température (qui n'est en aucun cas le résultat de différents condensateurs élémentaires associés et ayant des températures de points de Curie différents) de sorte que cette publication ne saurait fournir une solution au problème en question. Quant à la seconde de ces publications anglaises, elle propose bien l'emploi de trois condensateurs, mais un seul de ces trois est un condensateur ayant une caractéristique de température particulière, de sorte que, du point de vue du problème auquel on vise à trouver une solution, la divulgation de cette seconde publication anglaise n'apporte rien de plus que celle de la précédente.

On sait que le composant principal d'un condensateur de compensation de température est en général le BaTiO_3 , la température du point de Curie, initialement d'approximativement 120°C , étant abaissée jusque dans le domaine de la température ambiante normale par l'emploi de certains composants secondaires. On obtenait ainsi une caractéristique capacité/température comprenant des variations importantes dans le domaine voulu, caractéristique du type de celle que montre la fig. 2, ceci en tirant avantage de la phase de transition qui se présente à la température du point de Curie (désigné par la suite par «TC»).

Les composants secondaires utilisés étaient en général le BaSnO_3 , le CaSnO_3 , le BaZrO_3 , le SrTiO_3 , de même que des substances similaires.

La céramique ferro-électrique constituée principalement par du BaTiO_3 présente une évolution différente de sa caractéristique capacité/température d'une part pour les températures plus basses et d'autre part pour les températures plus hautes que la température centrale TC, les caractéristiques capacité/température étant plus ou moins différentes pour chacun des composants (ou constituants secondaires).

On peut voir par exemple à la fig. 4 la façon dont se présentent les caractéristiques capacité/température pour les trois matériaux $\text{BaTiO}_3\text{--BaSnO}_3$, $\text{BaTiO}_3\text{--CaSnO}_3$, et $\text{BaTiO}_3\text{--SrTiO}_3$. Si l'on considère les valeurs de capacité du condensateur à la température $\text{TC} + 20^\circ\text{C}$ et à la température $\text{TC} - 20^\circ\text{C}$, on voit que la capacité pour les températures hautes est plus grande que la capacité pour les températures basses, ceci dans une proportion d'approximativement 30%, en admettant TC à 24°C , comme dans le cas de la fig. 4.

Ainsi, un condensateur de compensation de température présentant une caractéristique capacité/température asymétrique, centrée autour de la température TC, était combiné avec un résonateur à cristal de quartz en coupe X, ayant une caractéristique fréquence/température à coefficient de température secondaire négatif présentant un sommet à une certaine température (désignée par la suite par «TP»), caractéristique fréquence/température fort symétrique, conforme à ce que montre par exemple la fig. 1. Ainsi, l'effet de variation de fréquence en fonction de la température ne pouvait pas être complètement compensé, puisque la caractéristique fréquence/température de résonateur à cristal de quartz se présentait symétriquement autour du point TP, tandis que la caractéristique capacité/température du condensateur de compensation était asymétrique, de part et d'autre, du point de sommet TC. Il en résultait que la marche de la montre aux températures plus basses présentait une certaine avance tandis que la marche de cette montre aux températures plus élevées présentait un certain retard, chose qui se trouve illustrée par la fig. 3.

Le but de la présente invention est notamment de remédier à cet inconvénient de façon à fournir une pièce d'hor-

logerie électronique, notamment une montre-bracelet électronique, comportant un circuit oscillateur qui comprend un résonateur à cristal de quartz en coupe X qui, sans complication supplémentaire notable, présente une précision de marche supérieure à celle qui était réalisable dans les mêmes conditions dans le cadre de l'art antérieur.

Conformément à l'invention, ce but est atteint par la présence des caractères énoncés dans la première revendication annexée.

La seconde revendication, qui est une revendication indépendante secondaire, concerne le circuit oscillateur pour la pièce d'horlogerie définie dans la première revendication, et elle énonce des particularités que ce circuit oscillateur présente d'une façon avantageuse.

Les revendications dépendantes 3 et suivantes, définissent des formes d'exécution de cet oscillateur qui sont particulièrement avantageuses notamment quant à la constitution des condensateurs et à leurs paramètres thermo-électriques.

Ainsi, selon l'invention deux éléments de condensateurs ayant différentes températures TC se trouvent combinés pour former le condensateur de compensation de température, au sein de la pièce d'horlogerie, typiquement une montre-bracelet.

Le dessin annexé illustre, à titre d'exemple, une forme d'exécution de l'objet de l'invention; dans ce dessin:

la fig. 1 est un diagramme représentant la caractéristique fréquence/température d'un résonateur à cristal de quartz en coupe X,

la fig. 2 est un diagramme représentant la caractéristique capacité/température d'un condensateur de compensation de température,

la fig. 3 est un diagramme représentant la caractéristique marche diurne/température, avec compensation de la température, dans une montre de type classique,

la fig. 4 est un diagramme représentant la caractéristique des variations de la capacité en fonction de la température pour divers matériaux typiques utilisables pour constituer un condensateur de compensation de température,

la fig. 5 est une vue en perspective montrant la forme d'un élément de condensateur de compensation de température, du type particulier proposé,

la fig. 6 est un diagramme représentant la caractéristique capacité/température d'un élément de condensateur de compensation de température entrant dans la composition d'une forme d'exécution du condensateur selon la conception proposée,

la fig. 7 est un diagramme représentant la caractéristique capacité/température d'un second élément de condensateur de compensation de température entrant dans la forme d'exécution de condensateur susmentionnée,

la fig. 8 est un diagramme représentant la caractéristique capacité/température dans le cas d'un condensateur de compensation de température combinant les deux éléments de condensateurs dont les caractéristiques sont représentées respectivement aux figs 6 et 7,

la fig. 9 est une vue en perspective d'un condensateur de compensation de température constituant une forme d'exécution de la conception proposée, et formé de deux éléments de condensateur de compensation de température,

la fig. 10 est un schéma représentant un circuit oscillateur à cristal de quartz utilisant deux condensateurs, ou le condensateur en deux éléments combinés, d'une façon conforme à la conception proposée, et

la fig. 11 est un diagramme représentant la caractéristique marche diurne/température pour différentes combinaisons de deux éléments de condensateur de compensation de température en un seul condensateur du type proposé, cette

figure montrant également la caractéristique marche diurne/température dans le cas d'une compensation de température classiquement effectuée à l'aide d'un seul élément de condensateur de compensation.

Dans une forme d'exécution, le condensateur de compensation de température est fait de $\text{BaTiO}_3\text{-SrTiO}_3$, ce condensateur étant fabriqué par un procédé ordinaire de fabrication d'un condensateur céramique. La température du point de Curie (TC), de ce matériau est arbitrairement transférée par l'ajustage du rapport en mol des substances BaTiO_3 et SrTiO_3 . Le condensateur de compensation de température est fabriqué par la méthode comprenant la fabrication d'un disque de céramique ayant les caractéristiques prédéterminées, et le débit de celui-ci en petits plots de céramique de $2,0 \text{ mm} \times 0,3 \text{ mm} \times 0,3 \text{ mm}$, plots sur les extrémités desquels des électrodes sont ensuite établies.

La fig. 5 représente une vue en perspective d'un élément de condensateur de compensation. Les électrodes 5 sont ordinairement des électrodes d'argent, et la capacité recherchée est obtenue à l'aide d'une variation de la surface des électrodes.

Les figs 6 et 7 représentent des courbes de variation de capacité en fonction de la température dans un condensateur du type précédemment considéré, les variations étant représentées en % de la valeur de capacité à la température TC. La fig. 6 représente la caractéristique d'un élément H de condensateur de compensation (dénommé ci-après CDH) dont la température TC est 24°C . La fig. 7 représente la caractéristique d'un élément L de condensateur de compensation de température (désigné ci-après comme CDL) dont la température TC est 15°C .

La fig. 8 représente la caractéristique capacité/température de l'ensemble des éléments CDH et CDL, pour différentes valeurs respectives de la capacité de ces éléments, en correspondance avec le tableau 1 ci-dessous, les deux éléments de condensateur étant chaque fois connectés en parallèle. A la fig. 8, les caractéristiques capacité/température des différentes combinaisons selon le tableau ci-dessous se superposent dans la partie de caractéristique correspondant à des températures supérieures à 24°C . Dans cette partie-là, les trois caractéristiques se résument donc à une courbe unique.

Chacune des trois combinaisons indiquées dans le tableau ci-dessous est établie de façon telle que la capacité totale à 24°C soit 10 pF à 24°C .

Tableau 1

Combinaison N°	Capacité de CDH à 24°C (pF)	Capacité de CDL à 24°C (pF)
1	5,6	4,4
2	6,6	3,4
3	4,6	5,4

Les caractéristiques «capacité/temporaire» concernant ces trois combinaisons sont représentées respectivement par les courbes 6, 7 et 8 de la fig. 8.

Généralement, dans le cas où deux éléments de condensateur sont connectés en parallèle, c'est-à-dire où la capacité C1 d'un élément de condensateur et la capacité C2 d'un second élément de condensateur sont connectées en parallèle, la valeur de capacité globale du condensateur est $C1 + C2$. En fait la capacité globale des éléments CDH et CDL est de 10 pF à 24°C , lorsque les deux éléments CDH et CDL sont connectés en parallèle. Ceci est bien visible à la fig. 8.

Subséquentement, les éléments de condensateur combinés CDH et CDL sont montés ensemble sur une plaque de circuit imprimé.

La fig. 9 représente en perspective les conditions de montage de ces éléments. La méthode de montage des éléments de condensateur CDH et CDL est la même que celle qui est ordinairement appliquée au montage des éléments passifs.

Les éléments CDH 9 et CDL 10 sont fixés en parallèle sur une configuration d'électrodes 12, présentée sur une plaque de circuit imprimé (non représentée), au moyen de soudures, comme cela est représenté en 11 à la fig. 9. Il y a lieu de noter que le condensateur composite ainsi formé peut être monté sur la plaque de circuit imprimé par diverses autres méthodes que celle qui vient d'être mentionnée. Le condensateur et la plaque de circuit imprimé sont aisément réalisés en un seul corps et en double couche par la mise en un seul corps des éléments CDH et CDL, préalablement, lorsque les électrodes sont liées, et par un procédé par pression fixant, séchant et chauffant les feuilles constitutives des éléments CDH et CDL.

La fig. 10 représente le schéma d'un circuit oscillateur à cristal de quartz comprenant les deux éléments de condensateur 9 et 10 montés de la manière représentée à la fig. 9. La fig. 11 montre la caractéristique marche diurne/température du résonateur à cristal de quartz en coupe X de la fig. 10, qui a une température TP de 22°C , le condensateur composite de compensation de température étant formé des éléments CDH et CDL combinés, dans les trois cas de capacités respectives représentés au tableau 1.

A la fig. 11, les courbes 13, 14 et 15 correspondent respectivement aux combinaisons Nos 1, 2 et 3 du tableau 1. Une courbe 16 représente encore le cas où un condensateur de compensation de température classique, ayant une température TC de 22°C et une capacité de 10 pF à 24°C , est utilisé. Dans la partie droite de la caractéristique, c'est-à-dire pour des températures supérieures à 24°C , les trois courbes 13, 14 et 15 sont représentées par une seule trace, étant donné que dans ce domaine de température-là, les caractéristiques marche diurne/température se superposent.

On voit à la fig. 11 que les caractéristiques marche diurne/température dans le cas de l'utilisation du condensateur combiné CDH et CDL, conformément à la conception particulière proposée, sont véritablement excellentes. On voit que le degré de précision de $\pm 0,1 \text{ sec}$ par jour est suffisamment satisfait dans le domaine comprenant $\pm 20^\circ\text{C}$ de part et d'autre de la température ambiante normale de 20°C . On voit que ces caractéristiques marche diurne/température présentent une importante amélioration en comparaison avec la courbe 16 qui illustre le cas de l'utilisation d'un condensateur de compensation de température classique.

En résumé, l'enseignement proposé est le suivant: la caractéristique capacité/température du matériau constituant le condensateur de compensation de température est représenté par une courbe asymétrique centrée sur la valeur TC. Ainsi, dans le cas où un résonateur à cristal de quartz en coupe X et un condensateur de compensation de température classique sont montés ensemble sur une plaque de circuit pour former un oscillateur, avec coïncidence entre les températures TP et TC, la capacité du condensateur de compensation de température est trop faible du côté des températures plus basses que la température TP si l'adaptation est faite de façon que la marche diurne se trouve correctement compensée du côté des températures supérieures à la température TP, ceci étant dû au fait que la caractéristique fréquence/température du résonateur à cristal de quartz en coupe X est symétriquement centrée de part et d'autre de la température TP tandis que la caractéristique capacité/température centrée sur la même valeur de température est asymétrique. Ainsi, du côté des températures inférieures à la température TP, la valeur de marche de la montre s'accroît. Conformément à la conception proposée, la marche dans cette partie de la ca-

ractéristique peut être ajustée de façon convenable si un condensateur de compensation de température supplémentaire, ayant sa température TC dans le domaine des températures où la capacité est trop faible, est connecté en parallèle avec un premier condensateur de compensation de température, pour ajouter sa capacité à la sienne. Dans la forme d'exécution représentée, en établissant une valeur de température TC de 24 °C pour l'élément de condensateur CDH et de 15 °C pour l'élément de condensateur CDL, on a un ajustage des capacités des éléments qui est favorablement équilibré et établit une bonne concordance entre la caractéristique fréquence/température d'un résonateur à cristal de quartz en coupe X et la caractéristique capacité/température de la combinaison des éléments de condensateur de compensation de température. Il y a lieu de noter que les autres caractéristiques, telles que les pertes diélectriques et la conductance, qui se présentent pour le condensateur, ne se trouvent pas dété-

riorées par l'utilisation de deux éléments de condensateur de compensation de température, en lieu et place de l'utilisation classique d'un seul condensateur de compensation de température. Par ailleurs, étant donné que les plots de céramique peuvent être très fortement miniaturisés, l'espace occupé par le montage des deux éléments de condensateur de compensation de température, tel que représenté à la fig. 9, est fort réduit. Par ailleurs, on note qu'il serait aisé de combiner encore plus de deux éléments de condensateur, s'il se trouvait que cela s'avère adéquat.

La conception proposée et illustrée par un exemple permet donc d'obtenir une pièce d'horlogerie, notamment une montre-bracelet, électronique de très haute précision pour un coût relativement modeste. La conception particulière selon l'invention peut donc s'appliquer avantageusement à une pièce d'horlogerie de micro-format.

FIG. 1

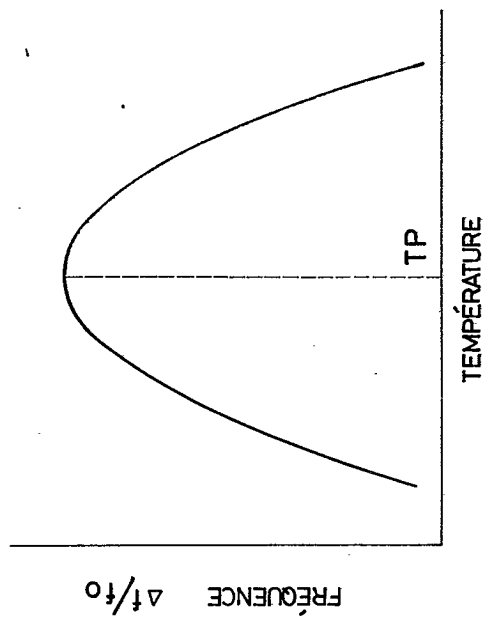


FIG. 2

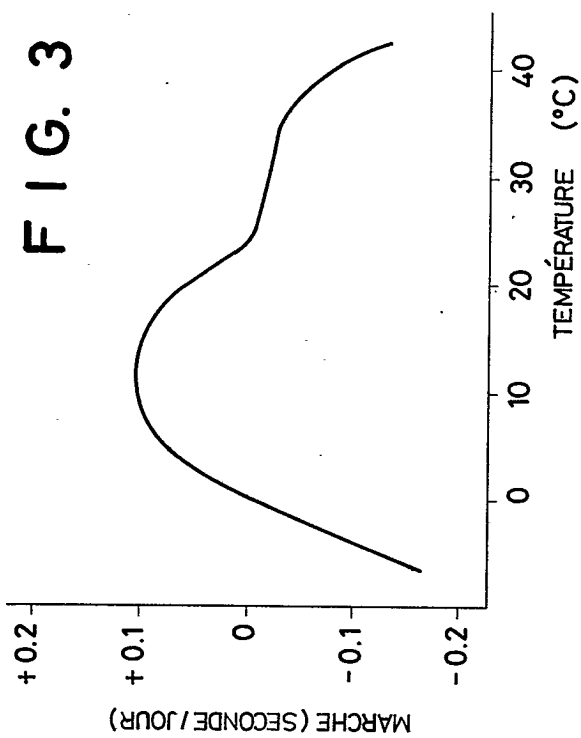
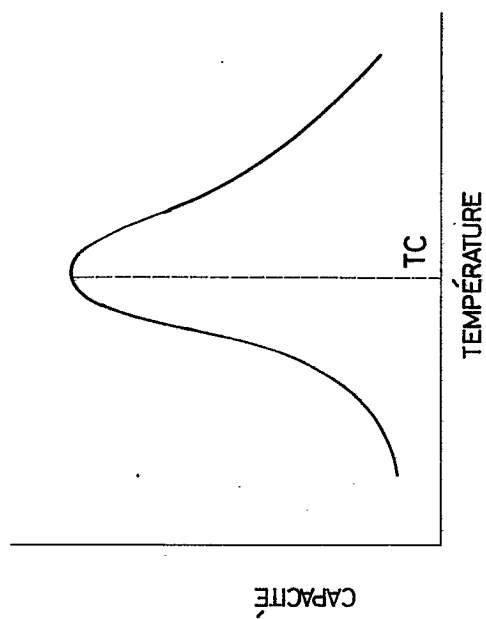


FIG. 3

FIG. 5

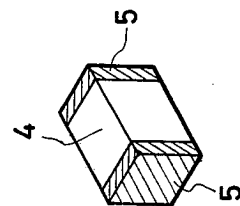


FIG. 6

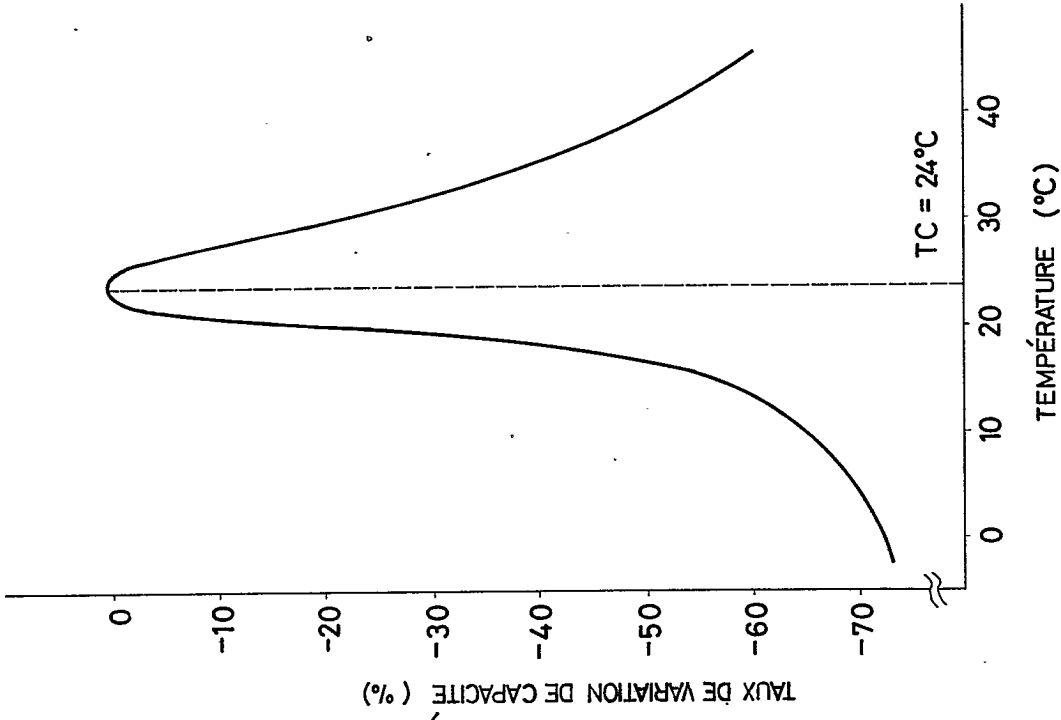


FIG. 4

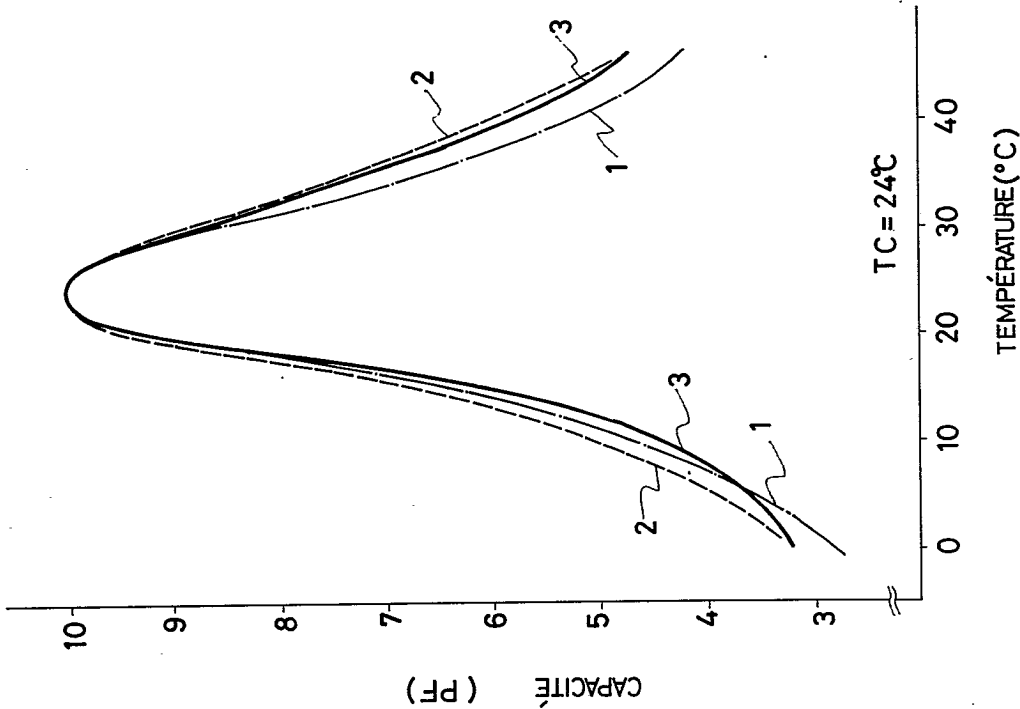


FIG. 8

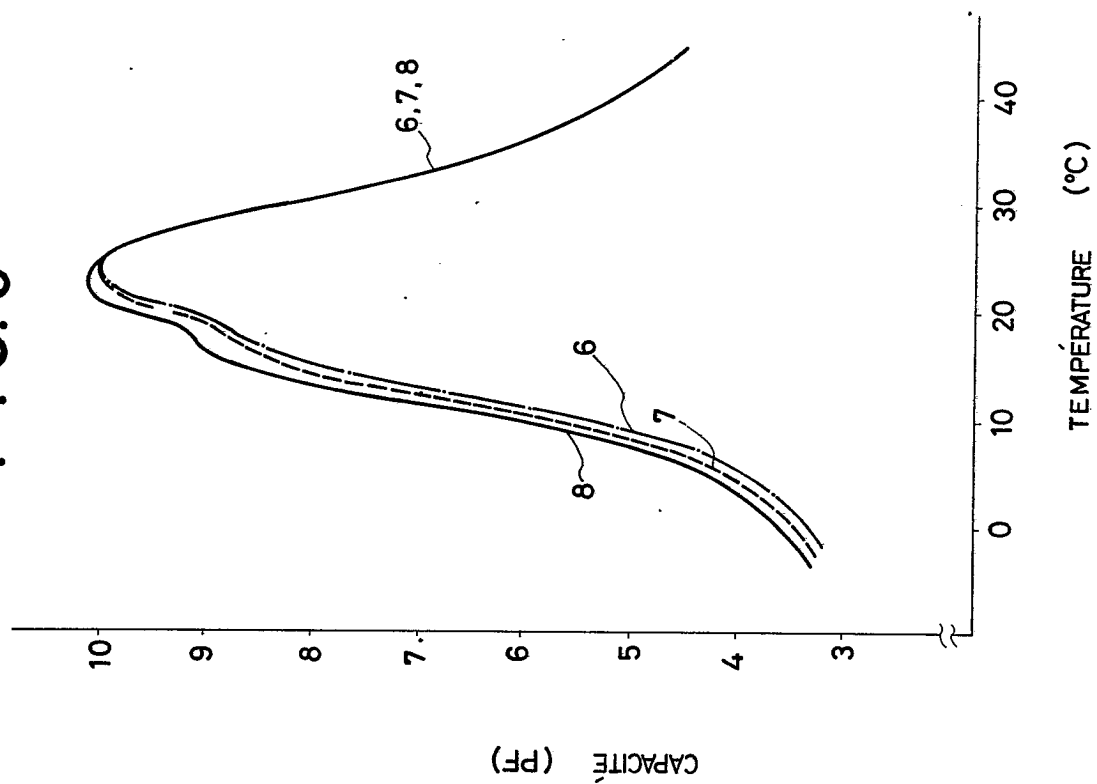


FIG. 7

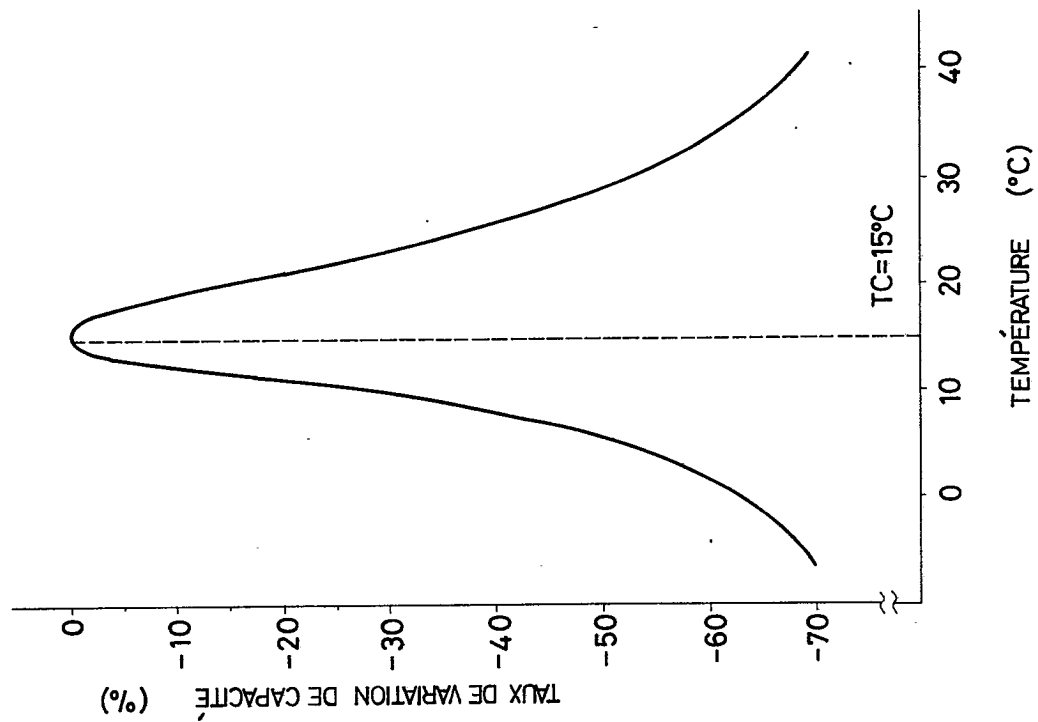


FIG. 9

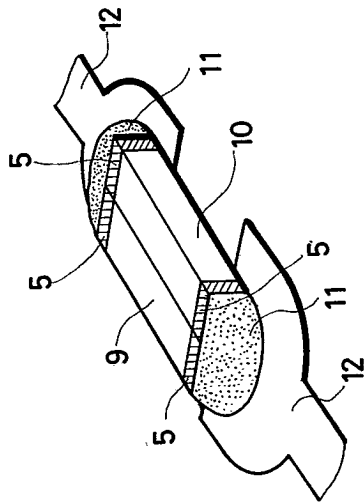


FIG. 10

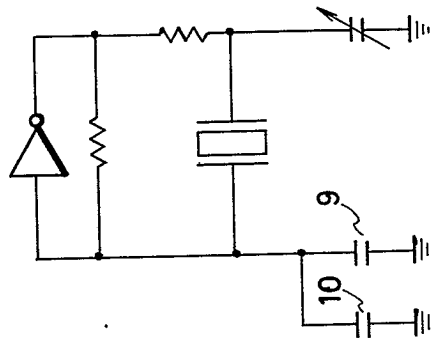


FIG. 11

