

(19)



CONFÉDÉRATION SUISSE

BUREAU FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(51)

Int. Cl.²: G 04 F 5/06
H 03 H 9/04

(12)

FASCICULE DE LA DEMANDE

A3

(11)

611 111 G

(21)

Numéro de la demande:

17181/74

(61)

Additionnel à:

(62)

Demande scindée de:

(22)

Date de dépôt:

23. 12. 1974

(30)

Priorité:

Japon, 27. 12. 1973 (49-979)

(42)

Demande publiée le:

(44)

Fascicule de la demande
publié le:

31. 05. 1979

(71)

Requérant:

Kabushiki Kaisha Suwa Seikosha, Tokyo (Japon)

(74)

Mandataire:

Bovard & Cie, Bern

(72)

Inventeur:

Shin Shibata, Suwa-shi/Nagano-ken, et Kikuo Oguchi, Suwa-gun/Nagano-ken
(Japon)

(56)

Rapport de recherche au verso

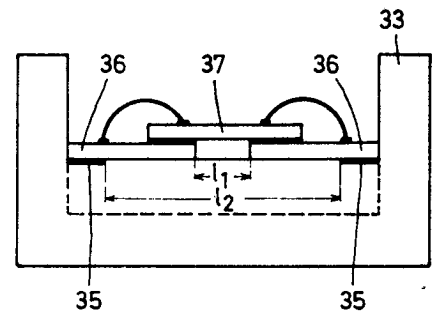
(54)

Dispositif vibreur à cristal de quartz pour une pièce d'horlogerie

(57)

Un élément vibreur (37) est logé dans un boîtier (33). Ce dernier comprend un support en forme de marche sur laquelle le vibreur est fixé de façon indirecte. Cette marche présente un coefficient de dilatation thermique inférieur à celui du vibreur, et elle est liée, en un endroit (35), à deux membres intermédiaires (36) qui s'étendent vers l'intérieur où ils sont fixés au vibreur. Ces membres intermédiaires (36) ont un coefficient de dilatation encore inférieur à celui de la marche, de sorte que les deux extrémités de ces membres intermédiaires (36) auxquelles sont fixées des portions du vibreur (37) s'éloignent ou se rapprochent l'une de l'autre, lorsque la température varie, de manière à compenser les différences de dilatation thermique entre le cristal de quartz et le support.

Ce vibreur est à l'abri des risques de rupture par suite de différence de coefficient de dilatation thermique.





RAPPORT DE RECHERCHE RECHERCHENBERICHT

Demande de brevet No.:
Patentgesuch Nr.:

17181/74

I.I.B. Nr.:

HO 11419

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.
	Eléments de la technique relevés: NEANT.	
Domaines techniques recherchés Recherchierte Sachgebiete (INT. CL. 2)		
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 &: membre de la même famille, document correspondant Mitglied der gleichen Patentfamilie; übereinstimmendes Dokument		
Etendue de la recherche/Umfang der Recherche		
Revendications ayant fait l'objet de recherches 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 1er décembre 1975		Examineur I.I.B./I.I.B. Prüfer

REVENDECATIONS

1. Dispositif vibreur à cristal de quartz pour une pièce d'horlogerie, dans lequel le vibreur à cristal de quartz est monté sur une monture et lui est lié en deux endroits d'attache espacés d'une distance telle qu'une différence de dilatation thermique entre le cristal de quartz et la monture tendrait à provoquer une rupture, caractérisé en ce que ladite monture comprend un membre de base ayant un coefficient de dilatation thermique inférieur à celui du vibreur à cristal de quartz, et au moins un membre intermédiaire ayant un coefficient de dilatation thermique encore inférieur à celui du membre de base, au moins un desdits endroits d'attache étant établi sur ledit membre intermédiaire, lui-même lié audit membre de base en un endroit de montage intermédiaire, et ledit membre intermédiaire étant disposé de façon que son dit endroit d'attache au vibreur soit plus proche de l'autre endroit d'attache du vibreur que son dit endroit de montage intermédiaire.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend au moins deux dits membres intermédiaires espacés l'un de l'autre et disposés entre le membre de base et le vibreur.

3. Dispositif selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que ledit vibreur est fixé par adhésion soit auxdits membres intermédiaires espacés soit à un dit membre intermédiaire et à un endroit du membre de base, chaque dit membre intermédiaire étant fixé par adhésion à ladite monture et ladite distance entre lesdits endroits d'attache et la distance entre l'endroit d'attache et l'endroit de montage intermédiaire sur chaque dit membre intermédiaire étant établie de façon telle que les effets dimensionnels de la dilatation thermique se compensent au moins approximativement et restent sans influence de contrainte sur le vibreur.

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que ladite monture comprend un dit membre de base, qui est isolant, et deux dits membres intermédiaires espacés et disposés chacun entre le membre de base et une portion d'adhésion du vibreur, ce dernier étant fixé en pont sur ces membres intermédiaires.

5. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit membre de base est isolant, un dit membre intermédiaire ou plusieurs dits membres intermédiaires espacés étant disposés entre ledit membre de base et une portion d'adhésion du vibreur, ce dernier étant fixé en pont sur une portion proéminente de ladite monture et sur chaque dit membre intermédiaire, le vibreur, ledit ou lesdits membres intermédiaires et le membre de base étant liés respectivement par adhésion en un arrangement tel que les effets dimensionnels de la dilatation thermique se compensent au moins approximativement de façon à rester sans influence de contrainte sur le vibreur.

La présente invention concerne un dispositif vibreur à cristal de quartz, dans lequel le vibreur à cristal de quartz est monté sur une monture et lui est lié en deux endroits d'attache espacés d'une distance telle qu'une différence de dilatation thermique entre le cristal de quartz et la monture tendrait à provoquer une rupture.

Les vibreurs à cristal de quartz ont été réalisés en des dimensions de plus en plus réduites ces dernières années, et on a déjà décrit de nombreuses montres-bracelets à cristal de quartz qui utilisent ces vibreurs à cristal de quartz en tant que source de fréquence de base. Parmi ces vibreurs, les vibreurs à cristal de quartz du type à diapason, produits par attaque photochimique, suscitent un grand intérêt du fait de la réduction de dimensions des montres-bracelets à cristal de quartz qu'ils permettent d'espérer.

L'art antérieur dans ce domaine peut être illustré par exemple par l'exposé de brevet US N° 3683213 et l'exposé de brevet allemand N° 1247415.

Des difficultés ont toutefois été rencontrées, notamment du fait des contraintes provoquées par des différences de coefficient de dilatation thermique entre le quartz formant les vibreurs et les parties sur lesquelles ils étaient montés. On ne trouve pas dans l'art antérieur, et notamment dans les deux publications antérieures susmentionnées, de propositions fournissant une solution particulièrement simple et adéquate pour remédier à ces difficultés.

Le but de la présente invention est de fournir une telle solution, c'est-à-dire notamment d'éliminer, dans un vibreur à cristal de quartz, l'influence néfaste provenant des contraintes dues aux différences de coefficients de dilatation thermique entre le cristal de quartz et le matériau formant le boîtier qui le contient.

Conformément à l'invention, le dispositif vibreur à cristal de quartz, du type précédemment défini, est caractérisé en ce que ladite monture comprend un membre de base ayant un coefficient de dilatation thermique inférieur à celui du vibreur à cristal de quartz, et au moins un membre intermédiaire ayant un coefficient de dilatation thermique encore inférieur à celui du membre de base, au moins un desdits endroits d'attache étant établi sur ledit membre intermédiaire, lui-même lié audit membre de base en un endroit de montage intermédiaire, et ledit membre intermédiaire étant disposé de façon que son dit endroit d'attache au vibreur soit plus proche de l'autre endroit d'attache du vibreur que son dit endroit de montage intermédiaire.

Le dessin annexé illustre, comparativement à ce que connaît l'art antérieur, des formes d'exécution de l'objet de l'invention; dans ce dessin:

la fig. 1 est une vue d'un vibreur à cristal de quartz du type à diapason de conception classique, monté sur une monture;

la fig. 2 est une vue de la face arrière du vibreur de la fig. 1;

la fig. 3 est une vue schématique montrant la direction de coupe d'un vibreur classique;

la fig. 4 est une vue schématique illustrant le mode d'actionnement d'un vibreur à cristal de quartz du type à diapason classique;

la fig. 5 est une vue d'un vibreur à cristal de quartz à diapason d'une conception particulière à la présente invention, monté sur une monture;

la fig. 6 est une vue de la face arrière du vibreur de la fig. 5;

la fig. 7 est une vue schématique montrant la direction de coupe du vibreur à diapason selon la conception particulière de la fig. 5;

la fig. 8 est une vue schématique illustrant le mode d'actionnement de ce vibreur à diapason particulier;

les fig. 9a et 9b sont des vues explicatives illustrant des premiers essais effectués avec le vibreur à diapason de la fig. 5 et qui ont fait apparaître des défauts auxquels on a remédié à l'aide du dispositif particulier que l'on va décrire;

les fig. 10a à 10d sont des vues explicatives d'une forme d'exécution particulière du dispositif en question;

les fig. 11a et 11c sont des vues explicatives d'une autre forme d'exécution du dispositif du type en question;

les fig. 12a à 12c sont des vues explicatives d'une autre forme d'exécution encore du dispositif en question; et

la fig. 13 est une vue explicative illustrant une forme d'exécution du dispositif en question dans laquelle le diapason vibreur à cristal de quartz est monté conjointement avec un circuit intégré dans un boîtier.

Les considérations relatives à l'art antérieur, qui vont d'abord être énoncées en liaison avec les fig. 1 et 4, peuvent être mises en relation avec la divulgation découlant des deux publications antérieures constituées par l'exposé de brevet US N° 3683213 (Staudte) et l'exposé de brevet allemand DE N° 1247405 (Philips), dans lesquels on trouve énoncé un enseignement de base en bonne

correspondance avec les considérations relatives à l'art antérieur qui vont suivre en liaison avec les fig. 1 à 4.

La fig. 1 est une vue en perspective d'un vibreur à cristal de quartz du type à diapason produit par la technique de l'attaque photochimique. Un vibreur 1 est découpé par attaque photochimique dans une plaque de cristal de quartz en coupe NT de plusieurs dizaines de microns d'épaisseur. Des électrodes 2 et 3 sont connectées à des points de connexion 6 et 7 à l'aide de fils conducteurs soudés 4 et 5. La fig. 2 montre qu'une seule électrode 9 est établie sur la surface arrière du vibreur 1. Ce dernier est fixé par adhérence sur une monture 8 qui joue en même temps le rôle de connexion d'électrode par le contact qu'elle a avec une partie 10 (visible à la fig. 2) de l'électrode de face arrière 9. En tant qu'agent adhésif, on utilise une soudure, une colle conductrice ou un produit similaire.

La fig. 1 montre la direction de coupe de la plaque dont est tiré le vibreur 1. Cette coupe résulte d'une première rotation d'un angle α et d'une seconde rotation d'un angle β . Les angles α et β se situent entre 0 et 10° et entre 55 et 70°, respectivement. Lorsqu'un signal de tension électrique est appliqué aux électrodes 2, 3 et 9, comme cela est montré à la fig. 4, le vibreur 1 se met à engendrer des vibrations selon le mode d'un diapason. Sur la fig. 4, l'angle α a été admis comme étant égal à zéro, pour la commodité de l'illustration. Selon cette conception, on pourrait aisément produire en grandes séries des vibreurs de dimensions réellement très petites. Mais, comme le montre la fig. 4, on dispose pour entraîner ce type de vibreur seulement des composantes 13 et 14 selon l'axe X produites par les champs électriques 11 et 12 appliqués dans le sens de l'épaisseur. Lorsque l'angle β devient grand, l'impédance dynamique du vibreur devient également haute, inversement proportionnellement à $\cos^2 \beta$. Par ailleurs, pour que la fréquence soit stable en fonction de différentes températures d'environnement, le vibreur devrait avoir une pente nulle de sa caractéristique fréquence/température, c'est-à-dire un coefficient de température nulle, aux environs de la température ambiante. Si l'on veut obtenir ce coefficient de température nulle à 20° C, l'angle β doit être établi à une valeur d'au moins approximativement 75°. Dans ce cas, l'impédance dynamique devient très haute, atteignant plusieurs mégohms, ce qui se situe au-delà des valeurs permettant une utilisation pratique.

La fig. 5 est une vue en perspective d'un vibreur à cristal de quartz nouveau, libéré des défauts précédemment mentionnés à l'aide d'un changement de la configuration des électrodes. La fig. 6 montre la face arrière de ce vibreur. En ce cas, un vibreur 15 est découpé par attaque photochimique dans une plaque de cristal de quartz orientée comme l'illustre la fig. 7. L'angle γ de l'orientation de coupe se situe entre 0 et 10°. Des électrodes 16, 17, 25 et 26 sont formées sur le vibreur 15. La fig. 8 montre de façon schématique comment se présente, à l'intérieur du vibreur, le champ électrique qui l'actionne. On voit que des champs électriques sont appliqués dans une direction parallèle à l'axe X, comme cela est montré par des flèches à la fig. 8. Comme la totalité, et non seulement une petite partie, du champ électrique résultant de la tension appliquée aux électrodes est efficace pour faire fonctionner le vibreur, l'impédance dynamique de ce vibreur à cristal de quartz amélioré se situe aux environs de 50 Ω , valeur beaucoup moins élevée que celle que l'on avait avec le vibreur de la fig. 1. La température à laquelle le coefficient de température est nul peut être établie à volonté entre 20 et 40° C, par modification de l'angle γ . Ainsi, ce vibreur qui présente de bonnes performances électriques et qui est de très petites dimensions se révèle être un excellent vibreur à cristal de quartz pour une montre-bracelet. Toutefois, avec ce vibreur, il est nécessaire d'établir des connexions avec des électrodes de deux polarités non seulement sur la face avant, mais également sur la face arrière. En conséquence, on ne peut pas utiliser le mode de montage conventionnel avec lequel toute la portion de base du vibreur est fixée

par adhésion contre une monture. Le vibreur doit donc être fixé par adhésion sur un film métallique disposé sur une monture isolante, film qui est divisé en deux parties 18 et 19, isolées l'une de l'autre, comme le montre la fig. 5. Les électrodes des faces avant et arrière sont connectées à des points de connexion 22 et 23 à l'aide de fils conducteurs soudés 20 et 21.

Par ailleurs, on a jusqu'à présent utilisé principalement des boîtiers métalliques pour contenir les vibreurs. Toutefois, une réduction encore plus poussée des dimensions de l'ensemble vibreur pourrait être réalisée si un circuit intégré coopérant avec le vibreur pouvait être contenu conjointement avec lui dans le même boîtier. Dans un tel cas, il est avantageux que le boîtier soit fait d'un matériau isolant, comme par exemple une matière céramique, du fait de la nécessité de sortir les connexions. Les fig. 9a et 9b montrent une forme d'exécution de boîtier fabriqué de cette manière à titre d'essai. Sur la fig. 9a, on voit un boîtier céramique 29 qui est muni d'une marche 30 sur laquelle un film métallique 31 a été déposé par frittage pour former deux parties conductrices séparées. Le film métallique est mené à l'extérieur du boîtier à travers la paroi de celui-ci. Sur la fig. 9b, le boîtier de la fig. 9a est montré avec un vibreur 32 monté par adhésion sur la marche 30. Il s'est avéré cependant que la matière céramique à base d'alumine utilisée pour ce boîtier a un coefficient de dilatation thermique d'approximativement 7×10^{-6} , tandis que celui de la plaque de cristal de quartz en coupe Z est d'approximativement 13×10^{-6} . Du fait que les deux matériaux présentent une si grande différence de coefficient de dilatation thermique, au moment où le vibreur est refroidi après soudage au boîtier, le cristal de quartz du vibreur risquerait fort d'être fendu ou cassé du fait de la forte tension mécanique qui s'y établit (une ligne de fente est du reste représentée à la fig. 9b). Par ailleurs, on n'a jusqu'à présent rien divulgué d'une matière céramique qui présenterait à la fois un coefficient de dilatation thermique suffisamment haut et les nombreuses autres caractéristiques nécessaires pour l'utilisation en question. Ainsi, la conception selon les essais illustrés aux fig. 9a et 9b ne peut pas être mise en pratique.

Les fig. 10a à 10b montrent une forme d'exécution d'une conception particulière de dispositif-support pour un vibreur à cristal de quartz qui ne présente pas les inconvénients susmentionnés et que l'on va décrire maintenant en détail. La fig. 10a montre un boîtier 33 qui n'a pas encore été muni d'une plaque métallique. Une marche 34 y a été formée et a été munie d'un film métallique fritté 35 à ses deux extrémités. La fig. 10b montre le boîtier muni de plaques métalliques 36. Ces dernières sont fixées par adhésion sur les films frittés 35 à l'aide d'un alliage de soudure, brasage ou d'un agent équivalent. La fig. 10c montre le boîtier alors qu'il a été muni ensuite d'un vibreur 37 fixé par adhésion aux deux plaques métalliques 36 et formant un pont sur celles-ci. La fig. 10d est une vue en coupe à travers le boîtier, cette figure portant des références de dimensionnement. La distance ℓ_1 est l'intervalle entre les deux plaques métalliques; la distance ℓ_2 est l'intervalle entre les deux films frittés 35. On voit clairement sur les figures que les plaques métalliques sont fixées sur la marche seulement à l'endroit des films frittés, leur autre extrémité étant libre de s'étendre ou de se contracter sur la marche 34. On va montrer maintenant typiquement de quelle manière on obtient que des changements de température ne provoquent aucune contrainte agissant sur le vibreur 37. Il est nécessaire que la quantité dont l'intervalle ℓ_1 entre les deux plaques métalliques varie lorsque se produit un changement de température ΔT soit égale à la variation qui affecte la portion correspondante du vibreur pour le même changement de température.

Ainsi on a:

$$\ell_2 \alpha_C \Delta \sigma - (\ell_2 - \ell_1) \alpha_M \Delta T = \ell_1 \alpha_Q \Delta T \text{ soit:}$$

$$(\alpha_Q - \alpha_M) \ell_1 = (\alpha_C - \alpha_M) \ell_2$$

où α_C est le coefficient de dilatation thermique linéaire de la matière céramique,

α_Q est le coefficient de dilatation thermique linéaire du cristal de quartz, et

α_M est le coefficient de dilatation thermique linéaire des plaques métalliques. Pour des raisons de simplification, l'influence secondaire de la température sur ces coefficients de dilatation thermique linéaire n'est pas ici prise en considération.

Dans l'exemple en question, on pourra avoir :

$$\begin{aligned}\alpha_C &= 7 \times 10^{-6}, \\ \alpha_Q &= 13 \times 10^{-6}, \\ \alpha_M &= 5 \times 10^{-6}, \text{ et ce dont résulte} \\ \ell_1 : \ell_2 &= 1 : 4 \quad \ell_1 = \frac{1}{4} \ell_2.\end{aligned}$$

Le calcul donné ci-dessus est de nature formelle et, pour le faire, il était assumé que le métal se dilate en correspondance avec son propre coefficient de dilatation thermique même aux endroits où la plaque métallique adhère au cristal de quartz. En fait, le coefficient de dilatation réel se révèle légèrement supérieur et de meilleurs résultats pratiques peuvent être obtenus en rendant ℓ_1 très légèrement supérieur à la distance fournie par le calcul. Les aires des portions où l'on a une adhésion sont si étroites que la contrainte qui y est causée par la différence des coefficients de dilatation thermique ne se révèle pas désavantageuse.

Comme cela résulte clairement de ce qui précède, lorsqu'une monture en matière céramique ou en une matière analogue est munie d'un vibreur à cristal de quartz ayant un coefficient de dilatation thermique plus grand que celui de la monture, la différence des coefficients de dilatation thermique des deux matériaux peut être neutralisée si deux plaques métalliques, par exemple de kovar, ayant un coefficient de dilatation thermique encore plus faible que celui de la monture, sont insérées entre cette dernière et le vibreur à cristal de quartz, de la manière particulière décrite. Le vibreur à cristal de quartz devient alors, en ce qui concerne les changements de température, aussi stable que s'il était monté sur une monture ayant le même coefficient de dilatation thermique que lui. Dans la forme d'exécution qui vient d'être décrite, on a supposé que les plaques 36 étaient des plaques métalliques, mais il serait naturellement également possible d'utiliser des plaques en matière isolante munies d'un dépôt métallique et ayant le coefficient de dilatation thermique voulu ; on obtiendrait ainsi un effet de neutralisation identique.

Les fig. 11a à 11c illustrent les trois phases principales du montage d'une autre forme d'exécution d'un dispositif selon la conception particulière en question. Les fig. 11a et 11b sont des vues en perspective montrant le dispositif avant que le vibreur soit monté dans le boîtier ; la fig. 11c est une vue en coupe montrant

l'état où le vibreur est monté. On voit sur la fig. 11a qu'une marche 38 présente deux portions métallisées 39 et 40. La fig. 11b montre qu'une plaque métallique 41 est fixée par adhésion sur la portion métallisée 39. Comme on le voit sur la vue en coupe de la fig. 11c, la portion métallisée 40 est établie sur une partie proéminente, plus haute que la portion métallisée 39, la différence de hauteur étant égale à l'épaisseur de la plaque métallique 41. Un vibreur 42 est monté en pont sur la portion métallisée 40 et la plaque métallique 41. Comme on le voit clairement sur la vue en coupe, on peut, par cette forme d'exécution n'utilisant qu'une seule plaque métallique, obtenir le même effet qui était obtenu dans la forme d'exécution précédemment décrite avec deux plaques métalliques, la condition étant seulement qu'un choix approprié soit fait en ce qui concerne les dimensions et les matériaux.

Les fig. 12a à 12c montrent encore une autre forme d'exécution d'un dispositif selon la conception particulière en question. Comme on le voit sur la fig. 12a, la partie centrale 44 de la marche fait défaut dans le boîtier 43. On voit sur la fig. 12b que deux plaques métalliques 45 sont disposées sur les tronçons métallisés de marche qui subsistent, ces plaques métalliques s'avancant en surplomb vers le centre. La fig. 12c montre comment un vibreur à cristal de quartz est monté en pont sur les deux plaques métalliques. Avec cette forme d'exécution, un effet d'absorption des chocs peut être obtenu du fait de l'élasticité des plaques mécaniques, avantage qui s'ajoute à ceux qui ont été mentionnés en liaison avec les formes d'exécution précédemment décrites.

La fig. 13 est une vue en perspective d'une forme d'exécution qui utilise au maximum les caractéristiques avantageuses de la conception en question. Une boîte 46 est munie de marches 47 dont des portions 48, désignées par des hachures, sont métallisées. Un circuit intégré 49 est connecté aux portions métallisées par des fils conducteurs soudés 50 et les connexions de ce circuit intégré sont sorties sur des portions métallisées 51 à l'extérieur du boîtier. Un vibreur à cristal de quartz 52 est monté et fixé par adhésion de la manière représentée pour les formes d'exécution précédemment décrites. On voit clairement sur la fig. 13 que le circuit intégré et le vibreur se trouvent, dans cette forme d'exécution, assemblés en un corps fin et compact, ce qui fait bien ressortir les avantages des caractères de la conception ci-décrite.

Comme on l'a mentionné, cette conception tire un parti intéressant des avantages d'un boîtier de matière céramique, et elle améliore la résistance aux chocs. Elle se révèle particulièrement efficace spécialement lorsqu'elle est appliquée à la réalisation d'une montre-bracelet électronique.

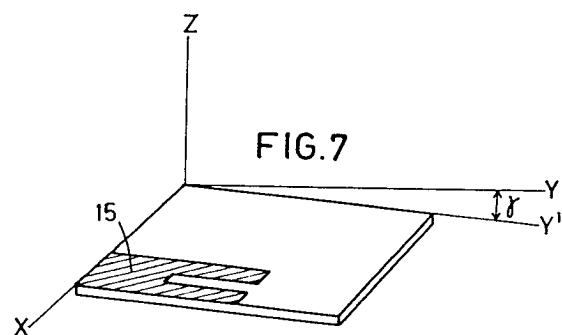
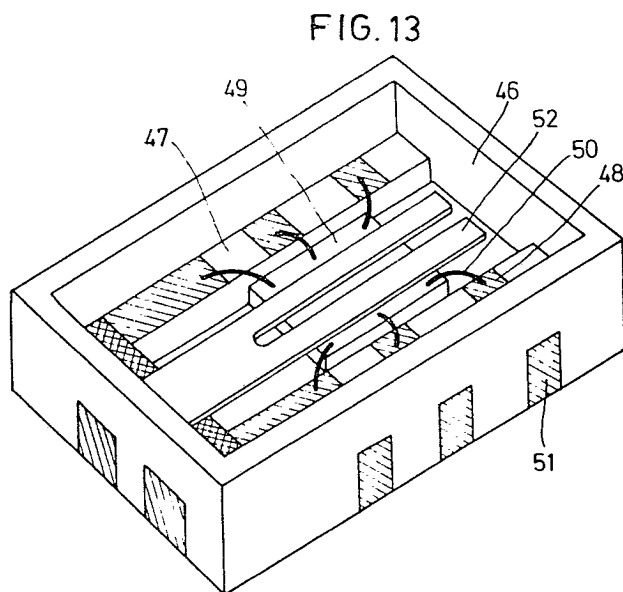
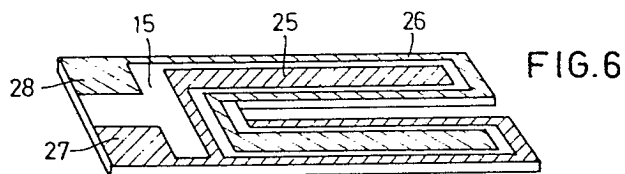
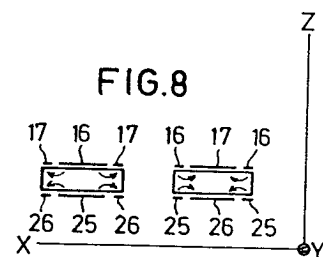
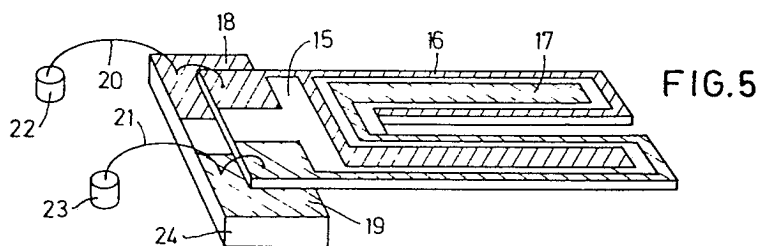
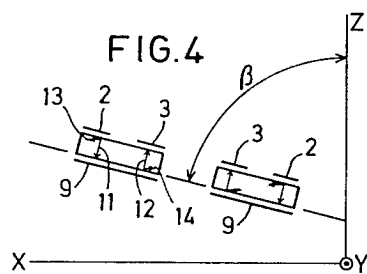
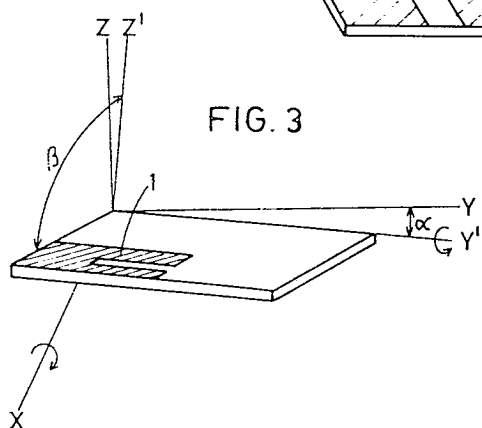
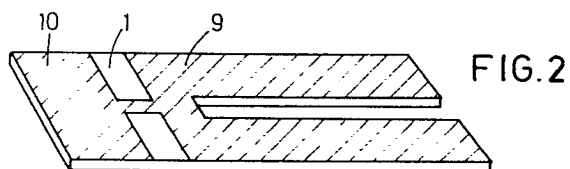
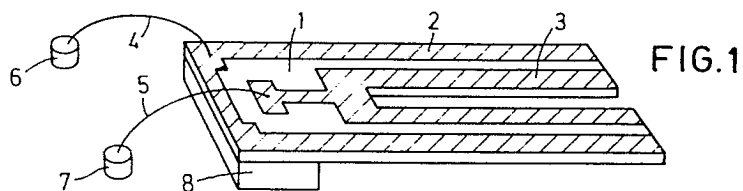


FIG. 13

