



Docket No. 318331US6

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

IN RE APPLICATION OF: Elisabeth DELEVOYE, et al.

GAU:

2817

SERIAL NO: 11/939,934

FILED: November 14, 2007

FOR: MECHANICAL OSCILLATOR FORMED BY A NETWORK OF BASIC  
OSCILLATORS

**SUBMISSION NOTICE REGARDING PRIORITY DOCUMENT(S)**

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

Certified copies of the Convention Application(s) corresponding to the above-captioned matter:

☒ are submitted herewith

☐ were filed in prior application filed

☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number \_\_\_\_\_

Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule  
17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Gregory J. Maier

Registration No. 25,599

Customer Number

**22850**

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 11/04)

**Paul J. Killos**  
**Registration No. 58,014**



# Brevet d'invention

Certificat d'utilité

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 18 OCT. 2007

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Planche', enclosed within a large, loopy oval stroke.

Martine PLANCHE



**BREVET D'INVENTION**  
**CERTIFICAT D'UTILITÉ**



26bis, rue de Saint-Petersbourg  
75800 Paris Cédex 08  
Téléphone: 01 53.04.53.04 Télécopie: 01.53.04.52.65

Code de la propriété intellectuelle-livreVI

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

DATE DE REMISE DES PIÈCES: <b>22/12/2006</b> N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL: <b>0655909</b> DÉPARTEMENT DE DÉPÔT: DATE DE DÉPÔT:	Gérard POULIN BREVATOME 3, rue du Docteur Lancereaux 75008 PARIS France
Vos références pour ce dossier: B15679JCI-DD3291VR	

<b>1 NATURE DE LA DEMANDE</b>	
Demande de brevet	
<b>2 TITRE DE L'INVENTION</b>	
OSCILLATEUR MECANIQUE FORME D'UN RESEAU D'OSCILLATEURS ELEMENTAIRES	
<b>3 DECLARATION DE PRIORITE OU REQUETE DU BENEFICE DE LA DATE DE DEPOT D'UNE DEMANDE ANTERIEURE FRANCAISE</b>	Pays ou organisation      Date      N°
<b>4-1 DEMANDEUR</b>	
Nom Rue Code postal et ville Pays Nationalité Forme juridique N° de téléphone N° de télécopie	COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE 25 rue Leblanc Immeuble "Le Ponant D" 75015 PARIS France France 01.69.08.82.96 01.69.08.82.92
<b>5A MANDATAIRE</b>	
Nom Prénom Qualité Cabinet ou Société Rue Code postal et ville N° de téléphone N° de télécopie Courrier électronique	POULIN Gérard Liste spéciale: 422-5/S002, Pouvoir général: 7068 BREVATOME 3, rue du Docteur Lancereaux 75008 PARIS 01 53 83 94 00 01 45 63 83 33 brevets.patents@brevaalex.com

<b>6 DOCUMENTS ET FICHIERS JOINTS</b>	Fichier électronique	Pages	Détails	
Texte du brevet	textebrevet.pdf	24	D 20, R 3, AB 1	
Dessins	dessins.pdf	5	page 5, figures 20, Abrégé: page 1, Fig.2	
Désignation d'inventeurs	Design.PDF			
Pouvoir général				
<b>7 MODE DE PAIEMENT</b>				
Mode de paiement	Prélèvement du compte courant			
Numéro du compte client	024			
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>				
Etablissement immédiat				
<b>9 REDEVANCES JOINTES</b>	Devise	Taux	Quantité	Montant à payer
062 Dépôt d'une demande électronique	EURO	25.00	1.00	25.00
063 Rapport de recherche	EURO	500.00	1.00	500.00
Total à acquitter	EURO			525.00

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.  
Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

Signé par

Signataire: FR, BREVATOME, Gerard POULIN

Emetteur du certificat: FR, INPI, INPI-EN-LIGNE 1.0

Fonction

(Mandataire)



## BREVET D'INVENTION

### CERTIFICAT D'UTILITE

#### Réception électronique de la soumission

Il est certifié par la présente qu'une demande de brevet (ou d'un certificat d'utilité) a été reçue par le biais du dépôt électronique sécurisé de l'INPI. Après réception, un numéro d'enregistrement et une date de réception ont été automatiquement attribués.

Numéro de la demande	0655909	
Numéro de la soumission	1000005929	
Date de réception	22 décembre 2006	
Office récepteur	Institut National de la Propriété Industrielle	
Vos références	B15679JCI-DD3291VR	
Demandeur	COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE	
Pays	FR	
Documents envoyés	package-data.xml request.xml application-body.xml textebrevet.pdf (24 p.) Design.PDF (1 p.) ValidLog.PDF (1 p.)	FR-office-specific-info.xml fee-sheet.xml indication-bio-deposit.xml dessins.pdf (5 p.) Requetefr.PDF (2 p.)
Déposé par	FR, BREVATOME, Gerard POULIN Subject: FR, BREVATOME, Gerard POULIN; Issuer: FR, INPI, INPI-EN-LIGNE 1.0	
Méthode de dépôt	Dépôt électronique	
Date et heure de réception électronique	22 décembre 2006, 15:44:31 (CET)	
Empreinte officielle du dépôt	E0:D6:1E:D2:BC:D0:CE:DA:E7:98:6F:A9:DE:6D:84:70:74:54:32:F2	

/INPI, section dépôt/

## OSCILLATEUR MECANIQUE FORME D'UN RESEAU D'OSCILLATEURS ELEMENTAIRES

### DESCRIPTION

5

L'invention concerne un oscillateur mécanique formé d'un réseau d'oscillateurs élémentaires.

10 Ce réseau d'oscillateurs mécaniques élémentaires présente des couplages aptes à propager un signal ou une perturbation d'une position initiale à d'autres endroits du réseau. Les domaines dans lesquels l'évolution spatiale ou temporelle de signaux et de leur phase est exploitée sont les systèmes non  
15 linéaires ou chaotiques, le codage ou le décodage d'informations, les systèmes d'analyse de la propagation de perturbations, les réseaux de neurones, les systèmes d'interprétation de conditions aux limites par génération d'états stationnaires représentatifs,  
20 les réseaux permettant l'amplification et l'analyse de grandeurs perturbatrices instationnaires, et les réseaux sensibles à une grandeur physique perturbatrice comme une variation de pression, d'accélération ou autre. Le réseau d'oscillateurs pourra être construit  
25 par des techniques de dépôt et de gravure utilisées en micromécanique.

Plusieurs réseaux d'oscillateurs mécaniques couplés entre eux ont été proposés dans les documents de l'état de la technique, quoique les réalisations  
30 concrètes semblent avoir été peu nombreuses. Dans le document "Surface micromachine segmented mirrors for

adaptive optics" (Cowan W.D.; Lee M.K.; Welsh, B.M. Bright, V.M.; Roggemann, M.C.; IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics, Vol 5, Issue 1, Jan.-Feb. 1999 Page(s): 90-101), un couplage entre des

5 poutres vibrantes parallèles est réalisé par une poutre ou un fil de liaison. Un couplage fort ou faible est obtenu entre les poutres vibrantes d'après la rigidité relative de ce dispositif de liaison ; mais il reste immuable alors qu'il serait souhaité de pouvoir le

10 régler dans bien des applications, et on ne voit pas comment étendre un tel couplage à un réseau important, notamment bidimensionnel, de poutres. Dans une conception un peu différente, représentée dans le brevet US 6 917 138 B2, un couplage entre oscillateurs

15 est réalisé par une poutre déformable et élastique qu'on peut modéliser comme un ressort dont les caractéristiques peuvent être ajustées pour définir les modes de résonance de l'ensemble. L'inconvénient du couplage à ressort est que l'échange d'énergie entre

20 les oscillateurs élémentaires est excessif et que les oscillateurs ne peuvent donc en général pas se stabiliser. D'autres conceptions de l'art antérieur possèdent l'un ou l'autre de ces inconvénients, selon leur constitution.

25 Les oscillateurs élémentaires composant le réseau pourront être construits d'après le brevet français n° 2 876 180 de la demanderesse ; c'est dans la façon particulière d'associer de tels oscillateurs qu'il faut chercher l'originalité de l'invention. Le

30 brevet antérieur ne mentionne pas de réseau d'oscillateurs.

On ressent le besoin de créer un réseau d'oscillateurs mécaniques ou électromécaniques couplés entre eux et dont la structure est simple et formée d'un nombre réduit d'éléments. Il en résulterait une  
5 fabrication facile, notamment pour les techniques de dépôt et de gravure usuelles en microtechnologie micromécanique ou nanomécanique), qui donnerait un produit aux dimensions précises. Il serait alors possible de construire en réseau aux oscillateurs de  
10 très petites dimensions, donc avec une densité d'intégration élevé sur le substrat, d'y faire passer des fréquences élevées, de l'ordre du gigahertz au moins, sans compromettre la transmission des signaux dans le réseau d'oscillateurs de l'invention, et avec  
15 de bonnes caractéristiques de coupure de la transmission autour des modes propres d'oscillation, et des pertes excessives d'énergie. Enfin, il serait possible d'ajuster facilement les paramètres de fabrication et donc les caractéristiques du réseau,  
20 comme les fréquence propres et les caractéristiques de couplage, ou d'ajouter un moyen de réglage particulier, intégré au réseau et offrant les mêmes possibilités d'ajustement une fois que le dispositif aura été fabriqué. Les oscillateurs et les moyens de couplage  
25 devraient être formés d'un nombre réduit d'éléments pour donner ces avantages.

Une réalisation générale de l'invention concerne un oscillateur mécanique caractérisé en ce qu'il comprend un réseau de cellules jointes entre  
30 elles, chacune des cellules étant un oscillateur élémentaire comprenant une poutre déformable à contour



fermé, et des poutre déformables de liaison s'étendant sur des lignes et jointes à une pluralité des poutres à contour fermé. Souvent, l'oscillateur élémentaire comprend aussi des masses rigides oscillantes jointes  
5 de façon rigide à la poutre à contour fermé.

Avantageusement, les oscillateurs sont des résonateurs.

Dans de nombreuses réalisations, le réseau de cellules est bidimensionnel ; les poutres de liaison  
10 peuvent alors être jointes à une pluralité de poutres à contour fermé réparties par paires de deux côtés opposés des poutres de liaison, ce qui permet d'établir un couplage non seulement dans la direction des poutres de liaison mais dans la direction perpendiculaire ;  
15 l'information pourra alors être transmise dans cette direction perpendiculaire à la direction des poutres de liaison aussi bien que dans la direction des poutres de liaison.

Les cellules peuvent aussi être délimitées  
20 par deux poutres de liaison en sus des deux poutres de liaison déjà mentionnées, ces autres poutres étant jointes aux précédentes en formant des quadrilatères : des couplages sensiblement uniformes peuvent alors être établis entre les deux directions principales du  
25 réseau.

Un élément important de l'invention concerne les ancrages du réseau à un substrat fixe pour régler les caractéristiques de couplage. Selon l'invention, les points d'ancrage au substrat sont  
30 essentiellement présents sur les poutres de liaison. Contrairement à la conception nécessaire avec des

oscillateurs isolés qu'on exposait dans le brevet français susmentionné, les points d'ancrage du présent réseau peuvent être disposés selon un mode périodique admettant un pas égal à un multiple d'une longueur  
5 d'une cellule, ce qui signifie que la plupart des points des cellules ne sont pas ancrés. Le couplage résultant, plus faible, consomme moins d'énergie et autorise une meilleure transmission de l'information dans le réseau.

10 Le réseau peut être compliqué par des dispositifs de couplage, comprenant des poutres déformables à contour fermé dépourvu de masses rigides oscillantes, entre des paires de cellules voisines. Une telle disposition a l'avantage de permettre une  
15 modification facile des caractéristiques d'oscillation du réseau.

Un autre moyen important de régler le couplage dans le réseau consiste à le pourvoir d'électrodes de création de champs électriques devant  
20 les poutres à contour fermé, les poutres de liaison, ou toutes, afin de modifier la raideur des poutres et donc la fréquence des vibrations qu'elles transmettent.

Ces aspects de l'invention ainsi que d'autres seront maintenant décrits au moyen des figures  
25 suivantes :

- la figure 1 illustre une réalisation d'oscillateur élémentaire ;
- les figures 2, 3, 4 et 5 illustrent quatre réalisations de réseaux de tels oscillateurs;
- 30 - la figure 6, 7 et 8 illustrent un mode de propagation des oscillations dans une cellule, puis

deux, puis à 3 cellules ou plus (réseau) d'après le cas général ;

- la figure 9, 10 et 11 illustrent trois mode d'oscillation dans des réseaux bidimensionnels ;

5                   - les figures 12 et 13 illustrent deux réalisations de coupleurs sans masse ;

- les figures 14, 15, 16 et 17 illustrent quatre réalisations de réseaux pourvus de tels coupleurs;

10                   - et les figures 18, 19 et 20 illustrent trois dispositions d'électrodes d'ajustement de raideur des poutres.

La figure 1 représente un oscillateur élémentaire. Il comprend deux masses 1 et 2 rigides  
15 entourées par une poutre à contour fermé 3 déformable que soutiennent deux poutres d'ancrage parallèles 4 et 5 déformables et avantageusement rectilignes (pour faciliter l'assemblage du réseau) menant à quatre points d'ancrage 6, 7, 8 et 9 à un substrat sous-  
20 jacent. La poutre déformable à contour fermé 3 est reliée aux masses 1 et 2 et aux poutres d'ancrage 4 et 5 par des poutres de raccordement 10, 11, 12 et 13. Ces poutres de raccordement, qui sont ici doublées en paires de poutres parallèles, sont très rigides et  
25 courtes par rapport aux précédentes, de sorte qu'on peut considérer qu'elles transmettent parfaitement les mouvements ou les déformations des éléments qu'elles reliaient. Enfin, l'oscillateur comprend des moyens de mise en oscillation des masses 1 et 2 constitués par  
30 des peignes 14 et 15 fixes logés entre la poutre à contour fermé 3, les masses 1 et 2 et les poutres de

raccordement 10 et 11. Ils sont détachés des autres éléments de l'oscillateur mais fixés au substrat par des points d'ancrage communément référencés par 16 et qui peuvent être au nombre de trois pour chacun des  
5 peignes 14 et 15. Leurs dents sont imbriquées, ou "interdigitées" selon le vocabulaire fréquemment employé dans la technique, dans des dents communément référencées par 17 de peignes mobiles établis sur les masses 1 et 2. L'oscillateur est en silicium revêtu de  
10 couches conductrices au moins sur les peignes fixes qui servent à générer des champs électriques.

Dans le mode de réalisation préféré, la poutre à contour fermé 3 est elliptique, les poutres d'ancrage 4 et 5 sont parallèles au grand axe de  
15 l'ellipse de la poutre 3, les points d'ancrage 6, 7, 8 et 9 sont aux coins d'un rectangle et les masses 1 et 2 sont en forme de demi-lune, leurs dents 17 étant placés sur les faces bombées, éloignées l'une de l'autre, et dirigées dans la direction du grand axe de ladite  
20 ellipse ; les dents des peignes 14 et 15 sont dirigées de même. Cette disposition permet d'instaurer des forces électriques en commandant le potentiel électrique des peignes fixes 14 et 15 (pour des dispositifs qui ne sont pas représentés mais sont bien  
25 connus dans l'art) pour instaurer les mouvements des masses 1 et 2 dans la direction du grand axe de l'ellipse qui déforment la poutre à contour fermé 3 et les poutres d'ancrage 4 et 5. Le contour fermé de la poutre 3, et notamment sa forme elliptique, ainsi que  
30 l'orientation des poutres d'ancrage 4 et 5 favorisent l'apparition d'une opposition de phase du mouvement des

masses 1 et 2, qui s'éloignent et s'approchent donc sans cesse l'une de l'autre quand elle sont excitées, alors que les autres modes de vibration possibles apparaissent beaucoup moins facilement, puisque le  
5 réseau de poutres serait par exemple beaucoup plus rigide pour un mouvement des masses 1 et 2 en phase.

Dans la figure 1, la configuration proposée (et originale) des peignes fixes 14 et 15 contraint le mouvement voulu en opposition de phase avec un unique  
10 signal électrique : on n'a pas besoin d'amener le signal en opposition de phase par deux peignes distincts ; le dispositif comprend un plot de connexion électrique, un fil électrique et un groupe de peignes fixes au lieu de deux fils et deux groupes de peignes  
15 comme dans l'art antérieur.

On retrouvera cet oscillateur élémentaire dans les réseaux qui vont maintenant être décrits, en donnant une représentation simplifiée où les peignes et leurs dents ne seront pas illustrés. Toutefois, les  
20 peignes peuvent être présents ou non sur les oscillateurs selon que ceux-ci sont moteurs ou simplement transmetteurs des oscillateurs. Les oscillateurs peuvent éventuellement être différents les uns des autres, notamment en ce qui concerne leurs  
25 masses et leurs rigidités. Les masses oscillantes 1 et 2 peuvent elles-mêmes être omises, si on cherche notamment des réseaux capables de propager à des fréquences très élevées.

Certaines formes de l'invention auront les  
30 allures représentées aux figures 2, 3, 4 et 5, où les oscillateurs élémentaires portent la référence 18 et

sont regroupés en réseaux bidimensionnels dont ils occupent une cellule chacun. Un aspect important à considérer est que les poutres d'ancrage 4 et 5 de l'oscillateur élémentaire de la figure 1 sont désormais communes à plusieurs oscillateurs élémentaires 18, c'est-à-dire qu'elles se prolongent de façon continue d'un oscillateur élémentaire 18 à ses voisins sur des distances pouvant être importantes. On parlera désormais de poutres de liaison, de référence 19 pour des poutres s'étendant dans une direction (ici, le long des grands axes des ellipses comme les poutres d'ancrage 4 et 5 de l'oscillateur élémentaire de la figure 1), et de référence 20 pour des poutres similaires aux précédentes, et notamment déformables, mais qui s'étendent parallèlement aux petits axes des ellipses. Ces secondes poutres de liaison 20, qui n'ont pas leur équivalent dans le dispositif de la figure 1, sont généralement jointes aux poutres de liaison 19 aux endroits de leurs croisements.

Les poutres de liaison 19 et 20 ont été représentées comme communes aux oscillateurs élémentaires 18 des deux côtés desquels elle s'étendent, c'est-à-dire raccordées à tous ces oscillateurs élémentaires, mais cela n'est pas obligatoire et elles pourraient être remplacées par des dispositions à poutres de liaison 19 et 20 parallèles et contiguës, chacune reliées aux oscillateurs élémentaires 18 d'un côté respectif ainsi qu'on le voit à titre d'exemple aux figures 10, 11 et 16.

Dans le mode de réalisation de la figure 2, les premières et secondes poutres de liaison 19 et 20

s'entrecroisent en formant des contours continus et rectangulaires pour chacune des cellules englobant chacune un des oscillateurs élémentaires 18. Il en va de même pour la figure 3. La figure 4 représente un agencement où seules les secondes poutres de liaison 20  
5 existent, et la figure 5 un agencement où seules les premières poutres de liaison 19 existent.

Un autre aspect à considérer de ces réseaux est celui des points d'ancrage. La jonction d'un réseau  
10 d'oscillateurs élémentaires 18 par les poutres de liaison 19 et 20 permet d'utiliser un nombre de points d'ancrage moins important qu'à chaque coin d'un des oscillateurs élémentaires 18 : dans la réalisation de la figure 2, les points d'ancrage 21 sont présents à  
15 deux coins opposés de chacun des oscillateurs élémentaires 18, c'est-à-dire qu'ils sont disposés en quinconce d'une poutre de liaison 19 ou 20 à la suivante, étant présents à un pas de deux cellules sur chacune des poutres de liaison 19 et 20 et avec un  
20 décalage d'une poutre de liaison 19 ou 20 à la suivante ; dans la réalisation de la figure 3, les points d'ancrage 22 sont présents à un pas de trois cellules sur chacune des poutres de liaison 19 et 20, encore avec un décalage les mettant en quinconce ;  
25 d'autres dispositions des point d'ancrage sont possibles, les périodiques étant préférées. Les croisements avec raccordements entre elle des poutres de liaison 19 et 20 permettent théoriquement de recourir à un nombre de points d'ancrage très petit  
30 pour faire tenir le réseau sur le substrat, sauf à accepter qu'il soit très peu rigide. Dans la

réalisation de la figure 4 et celle de la figure 5, on a choisi des motifs de points d'ancrage 21 semblables à celui de la figure 2 et qui portent donc la référence 21.

5 Les oscillations en opposition de phase étant favorisées pour chacun des oscillateurs élémentaires 18, et la poutre à contour fermé 3 elliptique se déformant dans les deux direction orthogonales du plan, la déformation de l'un d'eux peut  
10 être propagée à ses voisins et dans tout le réseau par les poutres de liaison 19 et 20.

Le fonctionnement des réseaux dépendra d'un certain nombre de facteurs, outre des caractéristiques des oscillateurs élémentaires 18 :

15 - la présence ou l'absence de certaines des poutres de liaison entre les oscillateurs élémentaires 18 voisins ;

- le dédoublement éventuel des poutres de liaison en poutres parallèles et contiguës dont l'une  
20 suit les déplacements de la rangée des oscillateurs élémentaires 18 d'un côté, et l'autre celle des oscillateurs élémentaires 18 de l'autre côté : de telles poutres dédoublées et contiguës peuvent se déformer indépendamment ; quand cette disposition est  
25 adoptée, les oscillateurs opposés en haut et en bas subissent des déplacements indépendants, alors que ces déplacements sont forcément opposés pour des oscillateurs élémentaires 18 joints à une poutre de liaison 19 ou 20 mitoyenne et commune ;

30 - le nombre et la répartition de points d'ancrage. Leur écartement généralement périodique



définit des motifs dans le réseau, dont les caractéristiques sont identiques. Dans les réalisations des figures 2, 4 et 5, les motifs auront une étendue de 2 x 2 cellules ; dans celui de la figure 3, une étendue  
5 3 x 3 cellules ;

- l'existence de croisements avec raccordements des poutres de liaison 19 ou 20 aux limites des cellules qui ne sont pas pourvues de point d'ancrage ;
- 10 - la raideur des poutres de liaison ;
- l'isotropie ou l'anisotropie du réseau pour les deux directions principales définies le long des poutres de liaison 19 et 20 ;
- la constance des propriétés des  
15 oscillateurs et des poutres de liaison sur la surface du réseau.

D'une façon générale, il est possible de modifier la raideur des poutres déformable et la valeur des masses oscillantes, ainsi que les conditions aux  
20 limites des poutres oscillantes (elles sont presque immobiles aux points d'ancrage, et liées entre elles aux intersections avec raccordement aux poutres de liaisons perpendiculaires de manière que leurs déplacements angulaires sont identiques), et ainsi  
25 d'agir sur la fréquence de résonance globale ou locale du réseau, selon que les ajustements portent sur l'ensemble du réseau ou une portion de celui-ci, et donc sur la vitesse à laquelle une information parcourra le réseau. Quelques fonctionnements seront  
30 maintenant exprimés à l'aide des figures suivantes.

La figure 6 représente la façon dont un oscillateur élémentaire 18 particulier se déforme : les masses 1 et 2 se déplacent en opposition de phase, la poutre à contour fermé 3 se déforme avec une modification du rapport de longueur des axes de l'ellipse et les poutres de liaison 19 se déforment aussi en opposition de phase, par exemple en rendant la cellule concave à leurs endroits ; les poutres de liaison 20, quand elles existent, connaissent aussi des déformations opposées entre elles et qui sont aussi opposées à celles des poutres de liaison 19, de sorte que la cellule devient convexe à leurs endroits. L'allure des déformations et la fréquence de résonance dépendent, entre autres, des conditions aux limites, et notamment de la présence et du nombre de points d'ancrage aux coins de l'oscillateur élémentaire 18, ou de croisements avec raccordement des poutres de liaison.

La figure 7 illustre une paire d'oscillateurs 18 voisins reliés entre eux par une poutre de liaison 20a commune, c'est-à-dire qui est reliée à une des masses de chacun des oscillateurs 18a et 18b. S'il n'y a pas de point d'ancrage aux croisements entre les poutres de liaison 19 et les poutres de liaison commune 20a, aux points P et Q, les poutres de liaison 19 peuvent se déformer sur une étendue plus ample, d'après un mode complexe comprenant ici deux ventres de vibration le long de la paire d'oscillateurs élémentaires 18 considérée, entre les points de limite A et B du quadrilatère A B C D qu'elle forme. La fréquence du mode et sa forme dépendront

encore de paramètres multiples de raideur, dimensions, masses et conditions aux limites ainsi qu'on l'a déjà signalé.

Cela peut être généralisé à un plus grand  
5 nombre d'oscillateurs, par exemple aux trois  
oscillateurs élémentaires 18a, 18b et 18c de la figure  
8 : deux poutres de liaison communes 20a et 20b les  
relient ; les poutres de liaison 19 se déforment  
d'après un mode s'étendant sur l'étendue des trois  
10 cellules considérées et qui dépend encore des mêmes  
paramètres, dont les conditions aux limites aux coins  
A, B, C et D de ce motif de cellules.

Dans la pratique, dans les techniques de  
micro-usinage du silicium, on cherchera des fréquences  
15 de résonance de l'ordre du kilohertz ou du mégahertz  
avec des motifs d'au moins deux ou trois cellules,  
voire une dizaine de cellules, de côté. Dans les  
techniques de nano-usinage, il sera possible  
d'exploiter des motifs d'ordre plus élevé et des  
20 fréquences de résonance supérieures au gigahertz, et  
qui pourront être encore augmentées en réduisant les  
masses oscillantes 1 et 2 ou même en les supprimant  
complètement pour certaines au moins des cellules du  
réseau. Plus l'invention sera réalisée en petite  
25 dimension et avec beaucoup de cellules, plus le réseau  
pourra être grand en nombre de cellules et donc en  
variation de durée de propagation.

On revient au réseau de la figure 2 en  
soulignant qu'il représente un des modes de réalisation  
30 préférés d'abord à cause de la régularité de sa  
structure, qui lui donne une isotropie assez grande, et

ensuite en raison de ce que les oscillateurs élémentaires se répartissent en deux groupes qu'illustre la figure 9. En suivant les lignes comme les colonnes du réseau, on trouve que les oscillateurs  
5 élémentaires 18 prennent en alternance deux phases de déformation opposées pour l'étendue du motif, notées 18d et 18e respectivement, grâce à la présence des points d'ancrage 21 en quinconce et au caractère commun des poutres de liaison 19 et 20. La transmission  
10 simultanée d'une phase d'un signal comme de son opposée est donc parfaitement déterminée et imposée le long du réseau. Cette particularité est recherchée dans de nombreuses applications en électronique. Elle est aussi intéressante d'un point de vue mécanique puisque le  
15 centre de gravité d'un réseau reste immobile, ce qui le rend plus stable, et la dissipation d'énergie est minimisée en régime stationnaire.

Les figures 10 et 11 illustrent d'autres possibilités, obtenues quand seules les poutres de  
20 liaison 20 ou les poutres de liaison 19 sont communes et que les autres sont dédoublées : l'alternance de phases opposées entre les cellules voisines s'effectue seulement le long des lignes dans l'agencement de la figure 10, le long des colonnes dans celui de la figure  
25 11 ; mais d'une ligne à l'autre ou d'une colonne à l'autre, la répartition des phases est quelconque entre des oscillateurs élémentaires 18 voisins en l'absence de liaison, et il est possible qu'ils soient à la même phase, ce qu'on a représenté sur ces figures. Les  
30 lignes ou colonnes sont alors des transmetteurs indépendants.

D'autres aspects de l'invention vont maintenant être décrits. Tout d'abord, des coupleurs, représentés aux figures 12 et 13 pour leurs modes de réalisation principaux, peuvent être ajoutés à certains  
5 endroits du réseau entre certaines des cellules déjà décrites. Ces deux formes de réalisation ont en commun une poutre à contour fermé 25, de préférence elliptique comme la poutre 3 ; elle est munie de poutres de liaison 26 et 27 aux portions voisines du réseau  
10 parallèles à la figure 12 et qui sont jointes aux extrémités de la poutre à contour fermé 25 d'après le grand axe de l'ellipse par des poutres de raccordement 28 et 29, ou d'une paire de poutres de raccordement 30 et 31 aux extrémités du petit axe de l'ellipse et  
15 dirigées dans la direction de cet axe à la figure 13.

Ces coupleurs 23 et 24 peuvent être implantés sur le réseau de diverses façon dont les figures suivantes illustrent des exemples. A la figure 14, des coupleurs 23 alignés en colonnes séparent des  
20 oscillateurs élémentaires 18 dans chacune des lignes, leurs poutres de jonction 26 étant incorporées aux poutres de jonction 19. Des points d'ancrage 32 supplémentaires peuvent être ajoutés pour augmenter la raideur du réseau, comme aux intersections des poutres  
25 de raccordement 28 et 29 avec les poutres de liaison 19, encore selon un motif en quinconce, à un croisement sur deux le long de chacune des colonnes et avec un décalage de colonnes d'une poutre de liaison 19 à la suivante. Dans le mode de réalisation représenté, les  
30 poutres de liaison 19, communes à deux rangées d'oscillateurs élémentaires 18, sont en prolongement

des poutres de liaison 26 et 27 des coupleurs 23 et confondues avec elles.

Une disposition analogue est retenue pour le réseau de la figure 15, mais les lignes sont cette  
5 fois séparées par des coupleurs 24 du second genre, placés de façon renversée par rapport aux coupleurs 23 de la figure 14 (qu'on retrouve ici), c'est-à-dire avec des axes d'ellipses perpendiculaires. Une telle disposition permet de raccorder les poutres de  
10 raccordement 30 et 31 aux poutres de liaison 19 devant les poutres 12 et 13 des oscillateurs élémentaires 18. Ici, les poutres de jonction 20 sont interrompues à l'endroit des coupleurs 24. Les points d'ancrage 33 sont répartis de façon un peu plus complexes, aux coins  
15 de chaque motif comprenant quatre oscillateurs élémentaires 18 (33a, 33b, 33c et 33d) et quatre coupleurs 23 et 24 et, près du centre du motif, aux raccordements entre les poutres 28 et 29 des poutres de raccordement des coupleurs 23 et des poutres de liaison  
20 19 (33d et 33e).

Une disposition différente est illustrée à la figure 16. Elle comprend exclusivement des coupleurs 24 du second genre, disposés en colonnes séparant des colonnes d'oscillateurs élémentaires 18 comme à la  
25 figure 14, mais les coupleurs 24 sont disposés en quinconce par rapport aux oscillateurs élémentaires 18, c'est-à-dire que leurs petits axes d'ellipse sont alignés avec les poutres de liaison 19, avec lesquelles leurs poutres de raccordement 30 et 31 se confondent.  
30 Dans le cas fréquent où ces poutres de raccordement 30 et 31 comprennent deux éléments parallèles, il est

indiqué d'employer des poutres de jonction 19a et 19b dédoublées et respectivement associées à la rangée supérieure et la rangée inférieure d'oscillateurs élémentaires 18. Les coupleurs 24 sont ici munis de  
5 poutres de raccordement 34 courtes et rigides qui les unissent à leurs extrémités de grand axe d'ellipse. Les points d'ancrage 35 sont placés à ces poutres de raccordement 34.

Le réseau de la figure 17 se distingue du  
10 précédent par deux caractéristiques : les coupleurs, ici référencés par 23', sont d'une longueur double de celle des oscillateurs 18, c'est-à-dire qu'ils s'étendent entre deux paires de chacun d'eux, et ils s'étendent aussi en quinconce d'une colonne à l'autre,  
15 c'est-à-dire que leurs coins et leurs petits axes d'ellipse alternent le long des poutres de liaison 19, qui sont interrompues en arrivant devant les petits axes des ellipses 25. Les points d'ancrage du réseau portent la référence 36 et sont placés à ces  
20 interruptions des poutres de liaison 19 ; ici, ils sont aussi placés aux croisements avec les poutres de liaison 20.

D'autres genres de coupleurs pourraient aussi être proposés, mais il n'est pas toujours  
25 nécessaire d'en utiliser, dans les réseaux d'oscillateurs de cette invention. La fonction des coupleurs est de régler les propriétés locales et globales du réseau indépendamment des oscillateurs, puisque leurs caractéristiques d'oscillation sont très  
30 différentes de celles des oscillateurs, les coupleurs

étant presque de dépourvus de masse et leur raideur pouvant être très différente de celle des oscillateurs.

Une dernière caractéristique importante de l'invention qui sera maintenant décrite permet elle aussi d'ajuster dans le temps les couplages entre les éléments du réseau ainsi que la propagation de l'information en lui (couplage dynamique).

La figure 18 montre un oscillateur élémentaire 18 dont les poutres de liaison 19 et 20 sont munies d'électrodes qui les soumettent à un champ électrique. Ces électrodes sont voisines des poutres de liaison 19 et 20 et s'étendent du moins d'un côté des poutre de liaison ou de part et d'autre d'elles. Le champ électrique peut être continu ou alternatif. Les forces électriques agissant sur les poutres de jonction 19 et 20 permettent de modifier leur raideur à l'oscillation et donc la faculté de réagir aux mouvements communiqués aux masses 1 et 2 ou aux oscillateurs élémentaires 18 voisins ; un niveau de couplage faible ou fort d'un oscillateur à un autre peut ainsi être commandé, et le couplage peut même être inhibé complètement en imposant une grande raideur qui rend immobile l'oscillateur élémentaire 18 considéré : la transmission de l'information serait alors interrompue.

Dans le mode de réalisation représenté, on a illustré des électrodes 37 et 38 continues pour une poutre de jonction 19 et une poutre de jonction 20, et des électrodes discontinues 39 et 40 pour l'autre des poutres de jonction 19 et l'autre des poutres de jonction 20. Les électrodes discontinues peuvent être



commandées segment par segment et donc offrir une plus grande liberté de réglage. Une répartition quelconque des électrodes continues et discontinues est possible.

La réalisation de la figure 19 concerne le coupleur 23 du premier genre. Des électrodes 41 s'étendent autour de la poutre elliptique 25 (plus précisément autour d'elle pour une des électrodes de la paire et en elle pour l'autre des électrodes de la paire), et des électrodes 42 et 43 devant les poutres de liaison 26 et 27. Ici encore, le choix d'électrodes continues ou discontinues est arbitraire ; on a figuré des électrodes 41 et 42 continues et des électrodes 43 discontinues.

Enfin, la figure 20 représente une paire d'électrodes 44 autour de la poutre elliptique 25 d'un coupleur du second genre 24.

Les électrodes continues sont bien entendu interrompues aux endroits où elles entreraient en collision avec d'autres éléments du réseau, comme les poutres de raccordement.

Des électrodes pourraient aussi être placées près de poutres à contour fermé 3 des oscillateurs élémentaires 18 pourvus des masses oscillantes 1 et 2.

**REVENDICATIONS**

1) Oscillateur mécanique, caractérisé en ce qu'il comprend un réseau de cellules jointes entre  
5 elles, chacune des cellules étant une oscillateur élémentaire (18) comprenant une poutre déformable à contour fermé (3), et des poutres déformables de liaison (19, 20) s'étendant sur des lignes et jointes à une pluralité des poutres à contour fermé (3).

10

2) Oscillateur mécanique selon la revendication 1, caractérisé en ce que les poutres de liaison sont jointes à une pluralité des poutres à contour fermé réparties par paires de deux côtés  
15 opposés des poutres de liaison, le réseau de cellules étant bidimensionnel.

3) Oscillateur mécanique selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les  
20 cellules sont délimitées par deux desdites poutres de liaison et par deux autres poutres de liaison, jointes aux précédentes en formant des quadrilatères.

4) Oscillateur mécanique selon l'une  
25 quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend des points d'ancrage (21, 22) de poutres de liaison à un substrat fixe, qui sont disposés selon un motif périodique admettant un pas égal à un multiple d'une longueur d'une cellule.

30 5) Oscillateur mécanique selon la revendication 4, caractérisé en ce que le motif est en

quinconce, identique pour des poutres de liaison parallèles mais décalé d'une à une autre desdites poutres de liaison parallèles.

5                    6) Oscillateur mécanique selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il comprend des dispositifs de couplage (23, 24) s'étendant entre des paires des cellules, les dispositifs de couplage comprenant des poutres  
10 déformables à contour fermé (25) dépourvues de masses rigides oscillantes, alors que chacun des oscillateurs élémentaires (18) comprend deux masses rigides oscillantes jointes de façon rigide à la poutre à contour fermé (3) dudit oscillateur élémentaire.

15

7) Oscillateur mécanique selon la revendication 6, caractérisé en ce que les dispositifs de couplage s'étendent le long d'une pluralité desdites paires de cellules.

20

8) Oscillateur mécanique selon la revendication 7, caractérisé en ce que les dispositifs de couplage s'étendant en quinconce, selon des rangées parallèles où les dispositifs de couplage sont décalés  
25 d'une à une autre desdites rangées parallèles.

9) Oscillateur mécanique selon l'une quelconque des revendication 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comprend des électrodes (41, 44) de création d'un  
30 champ électrique de réglage de raideur devant les poutres à contour fermé.

10) Oscillateur mécanique selon l'une  
quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce  
qu'il comprend des électrodes (39, 40, 42, 43) de  
5 création d'un champ électrique de réglage de raideur  
devant les poutres de liaison.



1 / 5

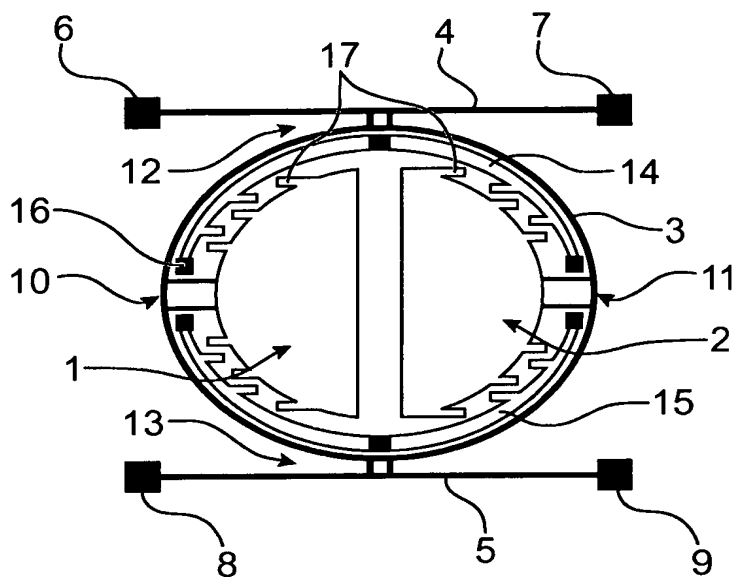


FIG. 1

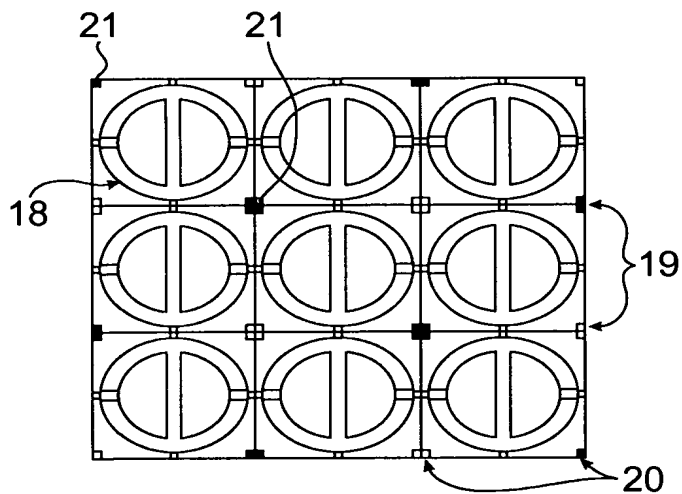


FIG. 2

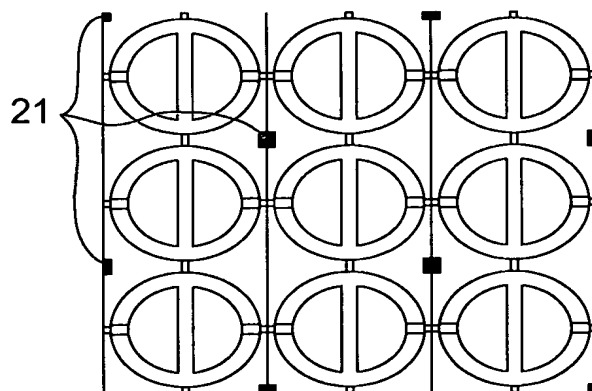


FIG. 4

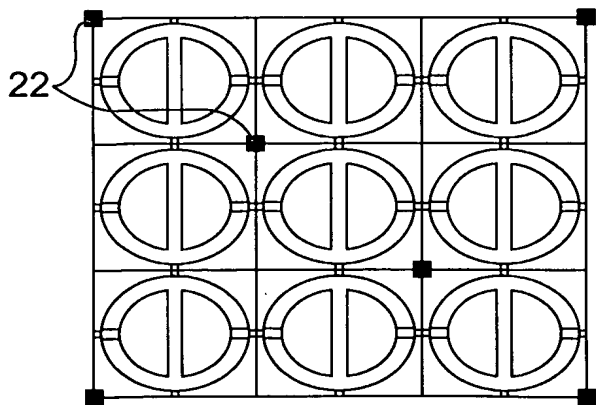


FIG. 3

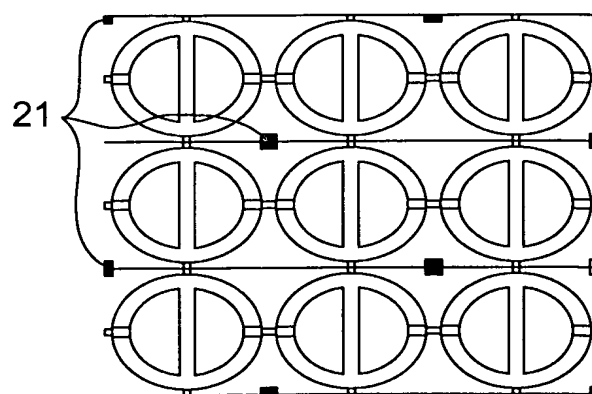


FIG. 5

2 / 5

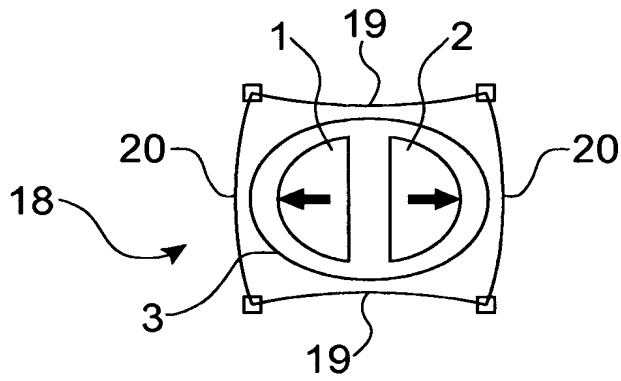


FIG. 6

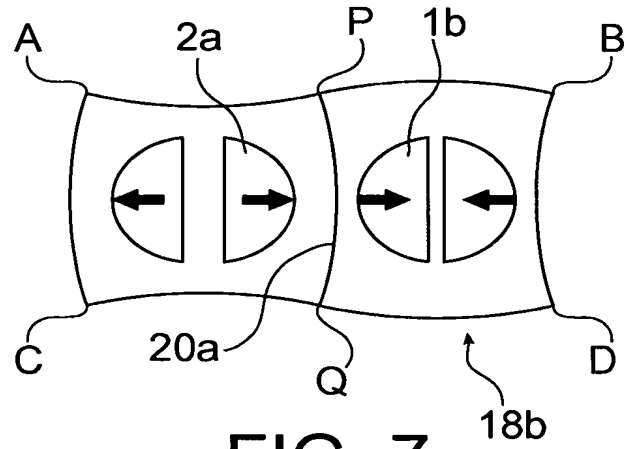


FIG. 7

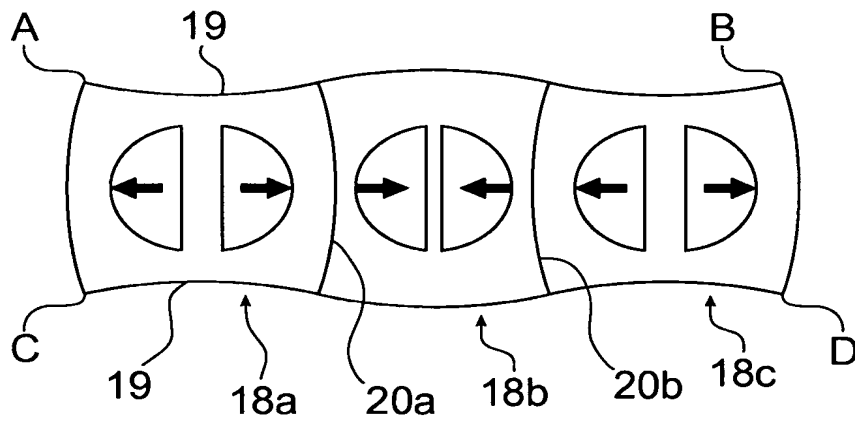


FIG. 8

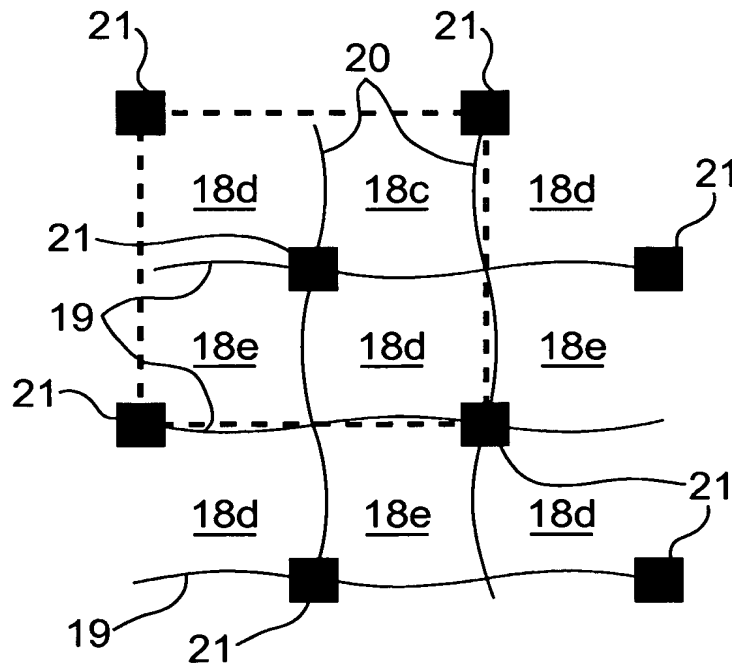


FIG. 9

3 / 5

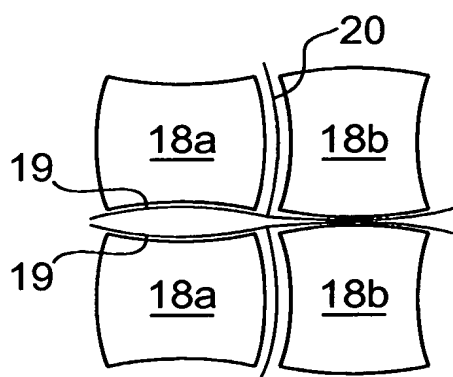


FIG. 10

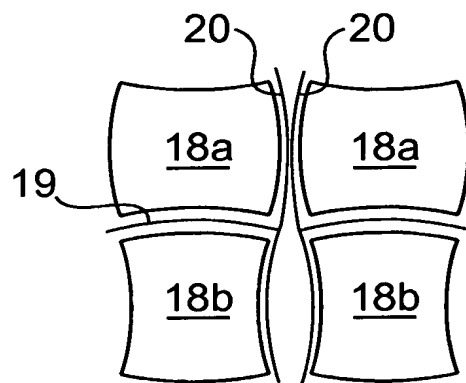


FIG. 11

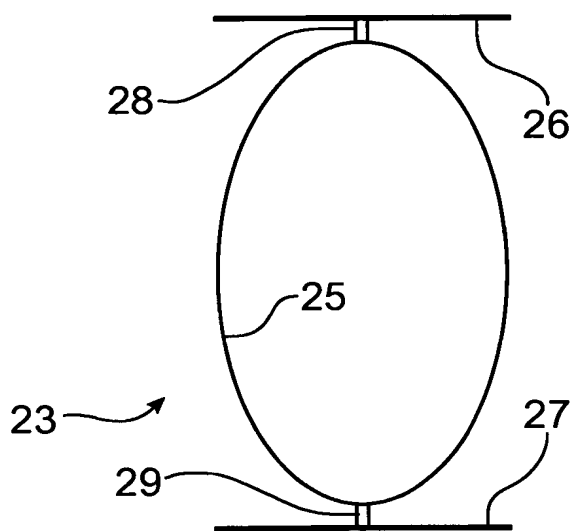


FIG. 12

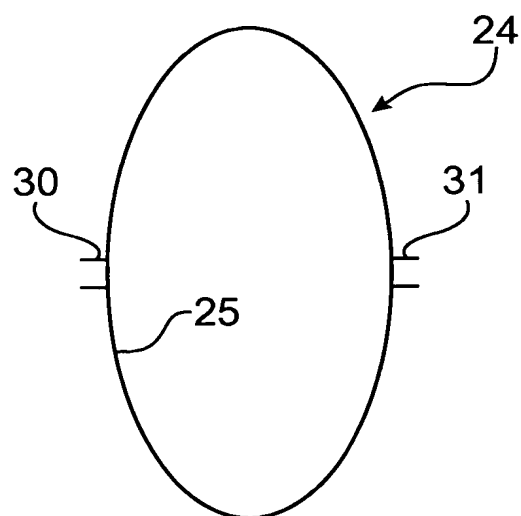


FIG. 13

4 / 5

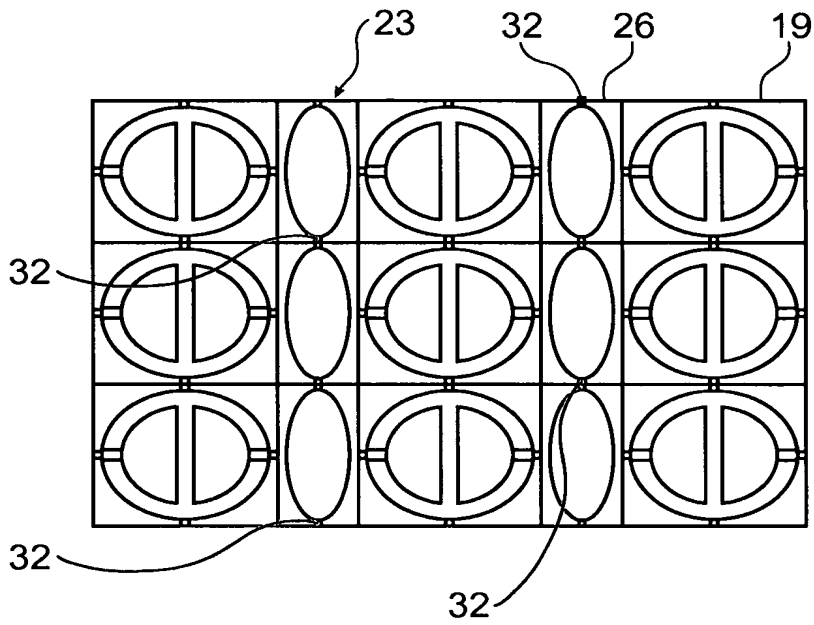


FIG. 14

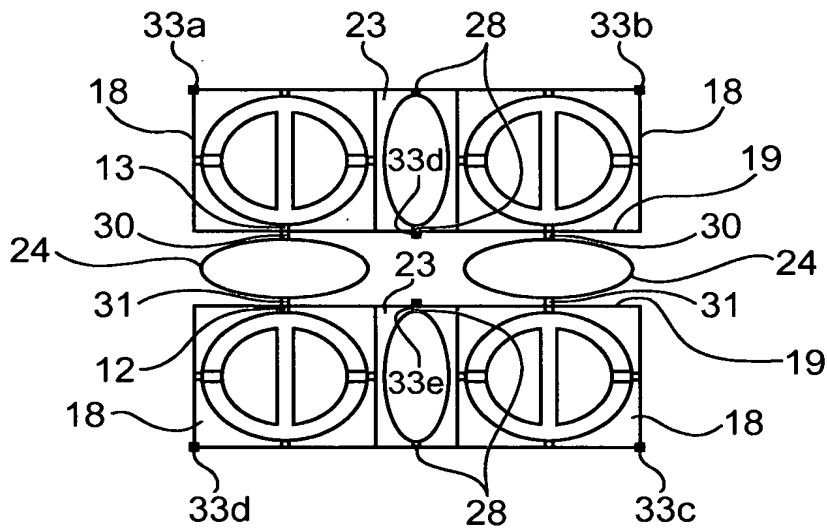


FIG. 15

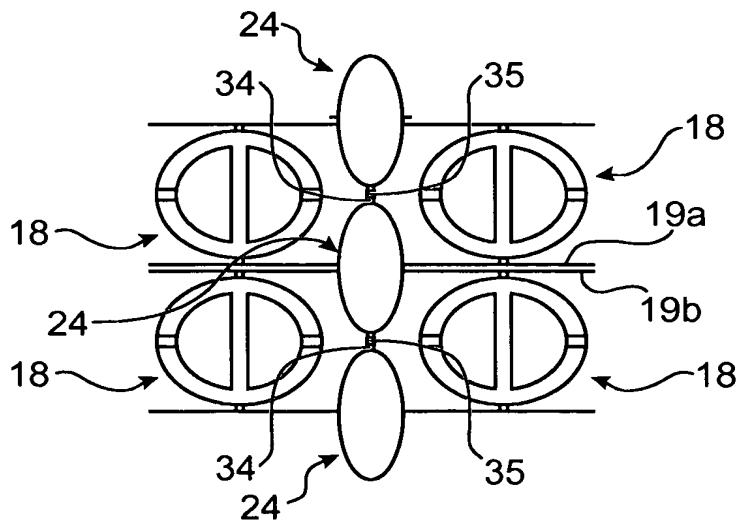


FIG. 16



5 / 5

FIG. 17

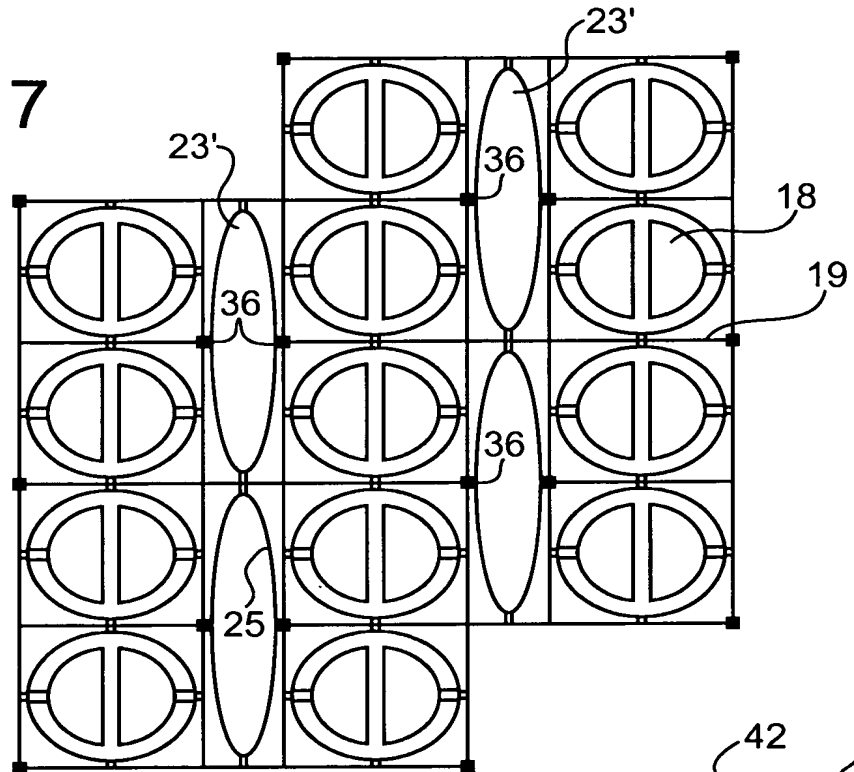


FIG. 18

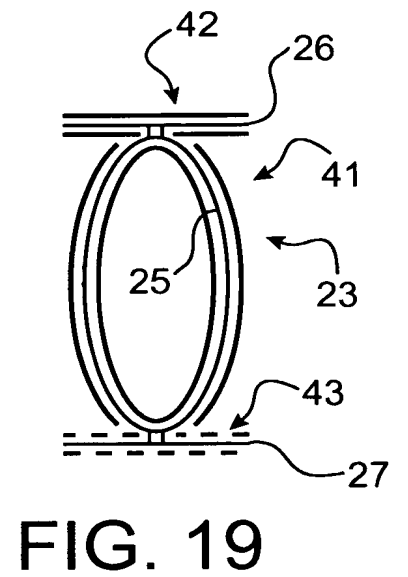
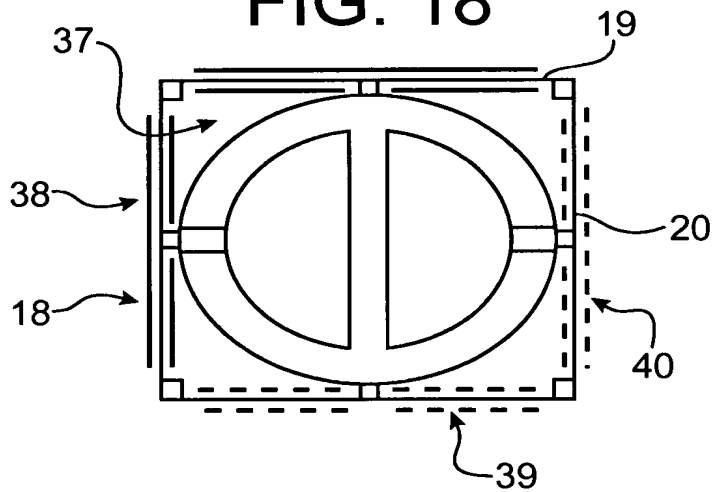


FIG. 19

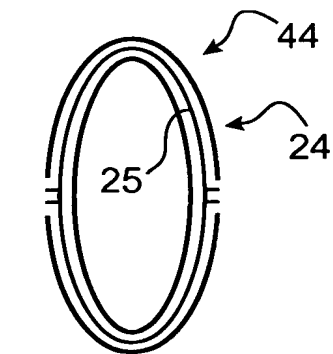


FIG. 20

**BREVET D'INVENTION**  
**CERTIFICAT D'UTILITE**

N°12236\*01

**Désignation de l'inventeur**

<b>Vos références pour ce dossier</b>	B15679JCI-DD3291VR
<b>N°D'ENREGISTREMENT NATIONAL</b>	
<b>TITRE DE L'INVENTION</b>	
	OSCILLATEUR MECANIQUE FORME D'UN RESEAU D'OSCILLATEURS ELEMENTAIRES
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) OU LE(S) MANDATAIRE(S):</b>	
<b>DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S):</b>	
<b>Inventeur 1</b>	
Nom	DELEVOYE
Prénoms	Elisabeth
Rue	33 rue Abbé Grégoire
Code postal et ville	38000 GRENOBLE
Société d'appartenance	
<b>Inventeur 2</b>	
Nom	BARBE
Prénoms	Jean-charles
Rue	52, rue ST LAURENT
Code postal et ville	38000 GRENOBLE
Société d'appartenance	

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.  
Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

**Signé par**

Signataire: FR, BREVATOME, Gerard POULIN

Emetteur du certificat: FR, INPI, INPI-EN-LIGNE 1.0

**Fonction**

(Mandataire)