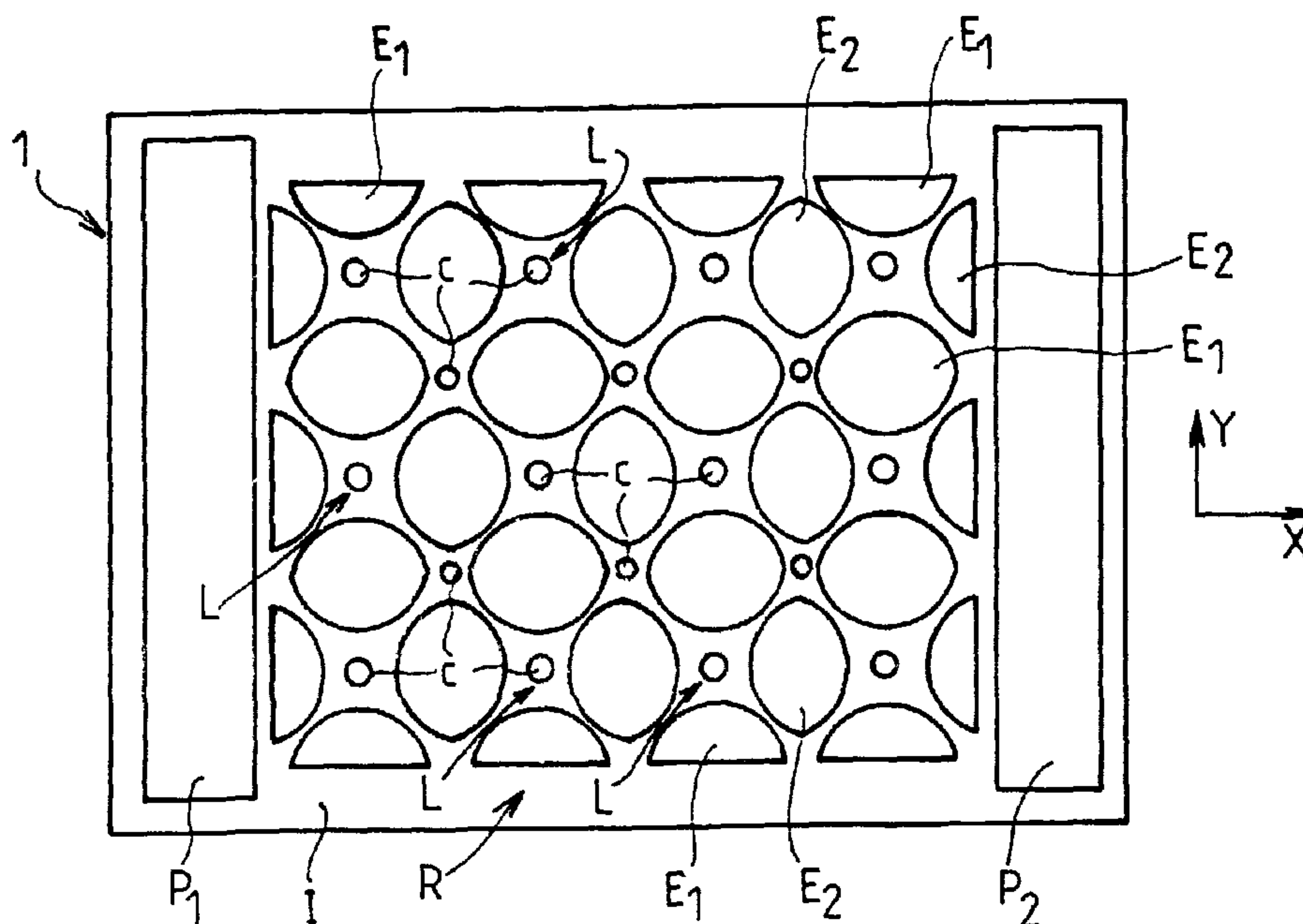




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2002/10/21  
 (87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2003/05/01  
 (85) Entrée phase nationale/National Entry: 2004/04/14  
 (86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2002/003595  
 (87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2003/035264  
 (30) Priorité/Priority: 2001/10/22 (01/13600) FR

(51) Cl.Int.<sup>7</sup>/Int.Cl.<sup>7</sup> B03C 5/02  
 (71) Demandeur/Applicant:  
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE, FR  
 (72) Inventeurs/Inventors:  
FRENEA, MARIE, FR;  
LE PIOUFLE, BRUNO, FR;  
LHERMITE, HERVE, FR  
 (74) Agent: ROBIC

(54) Titre : SYSTEME POUR MANIPULER PAR DIELECTROPHORESE DES PARTICULES DIELECTRIQUES, EN PARTICULIER DES CELLULES BIOLOGIQUES  
 (54) Title: SYSTEM OF HANDLING DIELECTRIC PARTICLES, PARTICULARLY BIOLOGICAL CELLS, BY MEANS OF DIELECTROPHORESIS



(57) Abrégé/Abstract:

Système pour manipuler par diélectrophorèse des particules diélectriques, en particulier des cellules biologiques, qui sont en suspension dans un milieu et soumises à l'action d'un champ électrique alternatif dont la répartition est rendue non uniforme au moyen d'un réseau régulier (R) d'électrodes (E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>) apte à définir des zones locales (L) où le champ électrique est minimum pour concentrer des particules dans ces zones locales (L) par suite de l'action de forces de diélectrophorèse négatives, caractérisé en ce que le réseau (R) d'électrodes (E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>) est formé à la surface d'un support multi-couche (1), et en ce que les électrodes (E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>) de même polarité du réseau (R) sont reliées à un plot d'alimentation commun (P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>) au travers de deux réseaux (R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>) de pistes conductrices (C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>) qui sont formées à un niveau intermédiaire situé en dessous du réseau (R) d'électrodes.

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international(43) Date de la publication internationale  
1 mai 2003 (01.05.2003)

PCT

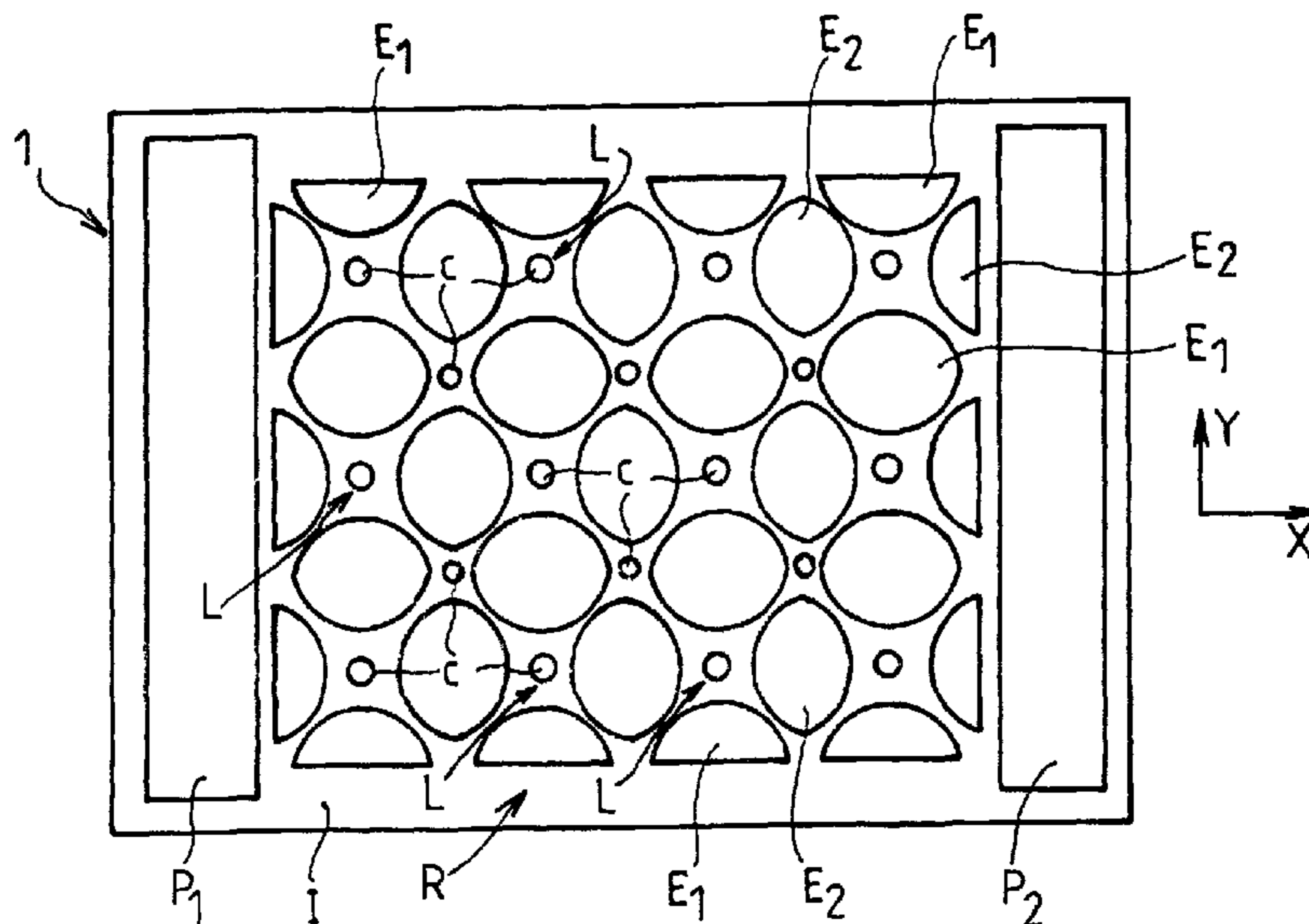
(10) Numéro de publication internationale  
**WO 03/035264 A1**

- (51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : **B03C 5/02**
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR02/03595
- (22) Date de dépôt international :  
21 octobre 2002 (21.10.2002)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
01/13600 22 octobre 2001 (22.10.2001) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :  
**CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE** [FR/FR]; 3, rue Michel-Ange, F-75794 Paris Cedex 16 (FR).
- (72) Inventeurs; et  
(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **FRENEA, Marie** [FR/FR]; 3, place de Bretagne, F-35000 Rennes (FR). **LE PIOUFLE, Bruno** [FR/FR]; 88, rue du Moulin Vert, F-75014 Paris (FR). **LHERMITE, Hervé** [FR/FR]; 46D, cours de la Vilaine, F-35510 Cesson-Sévigne (FR).
- (74) Mandataires : **ORES, Béatrice** etc.; Cabinet Orès, 36, rue de Saint-Petersbourg, F-75008 Paris (FR).
- (81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: SYSTEM OF HANDLING DIELECTRIC PARTICLES, PARTICULARLY BIOLOGICAL CELLS, BY MEANS OF DIELECTROPHORESIS

(54) Titre : SYSTEME POUR MANIPULER PAR DIELECTROPHORESE DES PARTICULES DIELECTRIQUES, EN PARTICULIER DES CELLULES BIOLOGIQUES



(57) **Abstract:** The invention relates to a dielectrophoresis system of handling dielectric particles, particularly biological cells, which are suspended in a medium and subjected to the action of an alternating electrical field. The distribution of said field is made non-uniform using a regular network (R) of electrodes (E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>) which can define local areas (L) where the electrical field is minimum in order to concentrate particles in said local zones (L) as a result of the action of the negative dielectrophoresis forces. The inventive system is characterised in that the network (R) of electrodes (E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>) is formed on the surface of a multi-layered support (1). Moreover, said system is characterised in that the electrodes (E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>) in the network (R) having the same polarity are linked to a common power supply contact (P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>) via two networks (R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>) of strip conductors (C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>) which are formed at an intermediary level located below the network (R) of electrodes.

[Suite sur la page suivante]



WO 03/035264 A1



DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

**(84) États désignés (régional) :** brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

---

**(57) Abrégé :** Système pour manipuler par diélectrophorèse des particules diélectriques, en particulier des cellules biologiques, qui sont en suspension dans un milieu et soumises à l'action d'un champ électrique alternatif dont la répartition est rendue non uniforme au moyen d'un réseau régulier (R) d'électrodes ( $E_1$ ,  $E_2$ ) apte à définir des zones locales (L) où le champ électrique est minimum pour concentrer des particules dans ces zones locales (L) par suite de l'action de forces de diélectrophorèse négatives, caractérisé en ce que le réseau (R) d'électrodes ( $E_1$ ,  $E_2$ ) est formé à la surface d'un support multi-couche (1), et en ce que les électrodes ( $E_1$ ,  $E_2$ ) de même polarité du réseau (R) sont reliées à un plot d'alimentation commun ( $P_1$ ,  $P_2$ ) au travers de deux réseaux ( $R_1$ ,  $R_2$ ) de pistes conductrices ( $C_1$ ,  $C_2$ ) qui sont formées à un niveau intermédiaire situé en dessous du réseau (R) d'électrodes.

**SYSTEME POUR MANIPULER PAR DIELECTROPHORESE DES  
PARTICULES DIELECTRIQUES, EN PARTICULIER DES CELLULES  
BIOLOGIQUES.**

5 L'invention concerne un système pour manipuler par diélectrophorèse des particules diélectriques, en particulier des cellules biologiques.

D'une manière générale, la diélectrophorèse découverte en 1951 par POHL désigne la force exercée par un champ électrique alternatif  
10 non uniforme sur une particule polarisable, mais non nécessairement pourvue d'une charge électrique.

L'une des applications importantes de la diélectrophorèse concerne la séparation de particules en suspension dans un milieu. Si une particule est davantage polarisable que son milieu de suspension, la force de  
15 diélectrophorèse sera positive et la particule sera dirigée vers une région où le champ électrique local est maximum et, dans le cas contraire, la particule sera dirigée vers une région où le champ électrique local est minimum. D'une manière générale, la distribution du champ électrique dépend de la géométrie des électrodes, et la force de diélectrophorèse varie avec la fréquence en  
20 fonction des propriétés diélectriques du milieu et des particules.

Un but de l'invention est de concevoir un système à haute densité ou à fort degré d'intégration pour pouvoir manipuler un grand nombre de particules, ce qui implique une conception particulière pour la disposition des électrodes et leur alimentation.

25 A cet effet, l'invention propose un système pour manipuler par diélectrophorèse de particules diélectriques, en particulier des cellules biologiques, qui sont en suspension dans un milieu et soumises à l'action d'un champ électrique alternatif dont la répartition est rendue non uniforme au moyen d'un réseau régulier d'électrodes apte à définir ces zones locales où le  
30 champ électrique est minimum pour concentrer des particules dans ces zones locales par suite de l'action de forces de diélectrophorèse négatives, système qui est caractérisé en ce que le réseau d'électrodes est formé à la surface

d'un support multi-couche, et en ce que les électrodes de même polarité du réseau sont reliées à un plot d'alimentation commun au travers de deux réseaux de pistes conductrices qui sont formées à un niveau intermédiaire situé en dessous du réseau d'électrodes.

5 Selon un mode de réalisation, le support multi-couche comprend au moins un support de base, une couche conductrice déposée sur le support de base pour former les deux réseaux de pistes conductrices, et une couche isolante déposée sur la couche conductrice pour former le réseau d'électrodes, le réseau d'électrodes étant connecté aux réseaux de pistes  
10 conductrices au travers de trous traversant la couche isolante.

Selon un mode de réalisation, les électrodes sont régulièrement espacées suivant plusieurs lignes parallèles à un axe X, les électrodes d'une ligne ont la même polarité, les électrodes de deux lignes adjacentes ont des polarités opposées, et les zones locales de concentration  
15 de particules sont régulièrement espacées suivant plusieurs lignes parallèles à l'axe X.

D'une manière générale, le système comprend également une chambre formée au-dessus du support pour recevoir des particules en suspension, cette chambre étant délimitée par exemple par un joint  
20 d'étanchéité qui entoure au moins le réseau d'électrodes et par une plaque rapportée sur le joint, ainsi qu'une source de tension alternative pour alimenter les deux plots de connexion aux électrodes.

A titre d'exemple, le support multi-couche peut supporter un réseau d'électrodes apte à définir un nombre de zones locales de l'ordre de  
25 1000 à 50 000 pour un support ayant un centimètre de côté.

D'autres avantages, caractéristiques et détails de l'invention ressortiront de la description explicative qui va suivre en référence à des dessins annexés, donnés uniquement à titre d'exemple et dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique de dessus d'un  
30 exemple de réseau d'électrodes formé à la surface d'une couche isolante supérieure d'un support multicouche et qui peut être utilisé pour manipuler par diélectrophorèse des particules diélectriques,

- la figure 2 est une vue de dessus de deux réseaux de pistes conductrices qui alimentent le réseau d'électrodes de la figure 1,
- la figure 3 est une vue en coupe suivant la ligne III-III de la figure 1 pour illustrer la position des réseaux de pistes conductrices de la figure 2 par rapport au réseau d'électrodes de la figure 1,
- les figures 4 et 5 illustrent de façon schématique deux autres formes de réalisation possibles pour le réseau d'électrodes de la figure 1,
- les figures 6a et 6b illustrent deux autres formes d'électrodes, et
- la figure 7 est une vue schématique d'un mode de réalisation d'un système pour manipuler par diélectrophorèse des particules diélectriques en suspension dans un milieu en contact avec le réseau d'électrodes des figures 1, 4 ou 5.

Selon l'exemple illustré aux figures 1 à 3, un réseau régulier R d'électrodes  $E_1$  et  $E_2$  est formé à la surface de la couche supérieure isolante I d'un support multicouche 1, et connecté à deux plots d'alimentation  $P_1$  et  $P_2$  par deux réseaux  $R_1$  et  $R_2$  de pistes conductrices  $C_1$  et  $C_2$ . Le réseau R d'électrodes  $E_1$  et  $E_2$  est conçu pour répartir de manière non uniforme un champ électrique alternatif appliqué à partir des deux plots d'alimentation  $P_1$  et  $P_2$ , et pour délimiter à la surface de la couche isolante I des zones locales L régulièrement espacées où le champ électrique sera minimum.

D'une manière générale, une zone locale L est délimitée par un groupement élémentaire d'au moins deux paires d'électrodes, ce qui correspond à l'exemple illustré sur la figure 1. Les électrodes  $E_1$  et  $E_2$  sont régulièrement espacées suivant plusieurs lignes parallèles à un axe X, sachant que les électrodes d'une ligne ont la même polarité, et que les électrodes de deux lignes adjacentes ont des polarités opposées. Autrement dit, des lignes d'électrodes  $E_2$  sont intercalées entre des lignes d'électrodes  $E_1$ , ou inversement.

Chaque zone locale L à champ électrique minimum est ainsi délimitée entre deux électrodes adjacentes  $E_1$  ou  $E_2$  d'une même ligne, et

deux électrodes  $E_2$  ou  $E_1$  en vis-à-vis et respectivement situées sur les deux lignes adjacentes à ladite ligne. Dans cet exemple, une même électrode  $E_1$  ou  $E_2$  peut être ainsi utilisée pour définir quatre zones locales  $L$ , et les électrodes de deux lignes adjacentes sont disposées en quinconce.

5 Les figures 2 et 3 illustrent la connexion des électrodes  $E_1$  et  $E_2$  aux deux plots d'alimentation  $P_1$  et  $P_2$ . Cette connexion est assurée par les deux réseaux  $R_1$  et  $R_2$  de pistes conductrices  $C_1$  et  $C_2$  parallèles et qui s'étendent également suivant l'axe  $X$ . Ces deux réseaux  $R_1$  et  $R_2$  sont respectivement reliés aux deux plots d'alimentation  $P_1$  et  $P_2$  qui bordent le  
10 réseau  $R$  d'électrodes  $E_1$  et  $E_2$  en s'étendant suivant un axe  $Y$  perpendiculaire à l'axe  $X$ . Chaque plot d'alimentation  $P_1$  et  $P_2$  forme un peigne avec son réseau associé  $R_1$  ou  $R_2$  de pistes conductrices, et les deux peignes sont imbriqués l'un dans l'autre (figure 2). Les deux réseaux  $R_1$  et  $R_2$  sont logés dans la couche isolante  $I$ , c'est-à-dire que la connexion des électrodes  $E_1$  et  
15  $E_2$  s'effectue à un niveau différent de celui où elles sont situées (figure 3), de manière à ce que le principe de connexion des électrodes reste indépendant du nombre des électrodes adopté.

Un exemple de fabrication du réseau  $R$  d'électrodes et des réseaux  $R_1$  et  $R_2$  de connexion aux plots d'alimentation  $P_1$  et  $P_2$ , est illustré  
20 sur la figure 3 en partant d'un support de base 2 constitué d'une tranche de silicium monocristallin faiblement dopé pour réaliser les réseaux  $R$ ,  $R_1$  et  $R_2$ .

Dans une première étape, on forme par oxydation une couche d'oxyde de silicium 3 qui recouvre la surface du substrat 1 sur une épaisseur de l'ordre de 500nm pour éviter le passage des lignes de champ  
25 électrique via le substrat 1. Dans une deuxième étape, on recouvre la couche 3 par une couche conductrice 5 en aluminium par exemple qui est déposée par évaporation sur une épaisseur de l'ordre de 300nm, et on forme les réseaux  $R_1$  et  $R_2$  de pistes conductrices  $C_1$  et  $C_2$ , ainsi que les plots d'alimentation  $P_1$  et  $P_2$ , par photolithographie et gravure humide de  
30 l'aluminium. Dans une troisième étape, la couche isolante  $I$  en oxyde de silicium déposée suivant la technique APCVD ("Atmospheric Pressure Chemical Vapor Deposition" en langue anglaise) ou une autre technique par

pulvérisation (« sputtering » en langue anglaise) par exemple, vient recouvrir l'ensemble et, au moyen d'un masque et par photolithographie et une gravure plasma de la couche d'oxyde au SF<sub>6</sub>, on réalise de petites ouvertures 9 régulièrement espacées le long des pistes conductrices C<sub>1</sub> et C<sub>2</sub> ainsi que  
5 deux grandes ouvertures 11 au niveau des plots d'alimentation P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub>. Dans une quatrième étape, on évapore sur l'ensemble une nouvelle couche conductrice 13 en aluminium sur une épaisseur supérieure de l'ordre de 100nm à celle de la couche inférieure 1 et qui vient combler les ouvertures 9 et 11 pour assurer la connexion avec les réseaux R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub> de pistes  
10 conductrices C<sub>1</sub> et C<sub>2</sub>. Enfin, dans une cinquième étape par photolithographie et gravure de l'aluminium, on dessine la forme du réseau R d'électrodes E<sub>1</sub> et E<sub>2</sub>.

En variante de ce mode de réalisation, le support de base 2 peut être une lame de verre et, on peut envisager de réaliser le réseau R  
15 d'électrodes ainsi que les réseaux R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub> en un autre matériau que l'aluminium, l'or ou le chrome par exemple, en adaptant la technique de fabrication au métal choisi. En effet, selon l'invention, il est important que le réseau R d'électrodes E<sub>1</sub> et E<sub>2</sub> et sa connexion aux plots d'alimentation P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub> par les deux réseaux R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub>, soient situés à des niveaux différents,  
20 c'est-à-dire que le support 1 est de type multi-couche.

Cette caractéristique donne la possibilité de fabriquer un dispositif à haut degré d'intégration. A titre d'exemple non limitatif, on peut fabriquer un dispositif de 1 cm de côté avec de 1 000 à 50 000 zones locales L. Si les figures 1 à 3 n'illustrent qu'un nombre réduit d'électrodes E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> et de  
25 zones locales L, ce n'est uniquement que pour des raisons de clarté des dessins.

Sur les figures 4 et 5, on a schématiquement illustré deux autres formes possibles pour le réseau R d'électrodes E<sub>1</sub> et E<sub>2</sub>, sachant que les électrodes E<sub>1</sub> et E<sub>2</sub> sont reliées aux plots d'alimentation P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub> par deux  
30 réseaux R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub> de pistes conductrices C<sub>1</sub> et C<sub>2</sub> d'une manière similaire à l'exemple illustré sur la figure 2. Chaque zone locale L est délimitée par trois paires d'électrodes E<sub>1</sub> et E<sub>2</sub> selon la figure 4, et par quatre paires d'électrodes



$E_1$  et  $E_2$  selon la figure 5. Il ressort de ces exemples, qu'une zone locale L est définie à partir d'au moins deux paires d'électrodes  $E_1$  et  $E_2$ , sachant que le nombre de paires d'électrodes peut être pair ou impair.

Selon l'exemple de la figure 1, les électrodes  $E_1$  et  $E_2$  ont globalement une forme ovoïde ou en pétale de fleur, et quatre électrodes qui délimitent une zone locale L forment globalement une trèfle à quatre feuilles, et une forme ronde dans l'exemple des figures 4 et 5, sachant que l'on peut envisager d'autres formes, comme par exemple une forme carrée (figure 6a) ou une forme sensiblement carrée (figure 6b), symétrique avec au moins quatre coins (figure 6b), chaque coin d'une électrode pointant vers le centre d'une zone locale L.

Un mode de réalisation d'un système pour manipuler des particules diélectriques est schématiquement illustré sur la figure 5. Le système comprend un substrat 1 tel que défini précédemment et avec son réseau R d'électrodes  $E_1$  et  $E_2$ , un joint d'étanchéité 20 en silicone qui entoure le réseau R et une plaque de verre 22 rapportée sur le joint 20 pour délimiter une chambre 25 destinée à recevoir des cellules biologiques par exemple en suspension dans un milieu et introduites dans la chambre 25 au moyen d'une pipette par exemple. Les deux plots  $P_1$  et  $P_2$  sont connectés à une source 30 de tension alternative. Bien entendu, la chambre 25 pourrait être réalisée différemment.

D'une manière générale, ce système est plus particulièrement conçu pour appliquer aux cellules en suspension dans la chambre 25 des forces de diélectrophorèse négatives.

A cet effet, on joue sur la fréquence du champ électrique et on choisit une conductivité électrique appropriée pour faire en sorte que le milieu soit plus polarisable que les particules à manipuler, et pouvoir ainsi diriger les particules vers la partie centrale des zones locales L par suite de l'action de forces de diélectrophorèse négatives pour les concentrer suivant un réseau matriciel.

En jouant sur les paramètres du champ électrique, on peut avantageusement diriger les particules au point central des zones locales L

de manière à favoriser des concentrations de particules régulièrement réparties à la surface de la couche isolante I du support 1.

Pour matérialiser ce résultat, on a illustré sur la figure 1 des concentrations de particules  $c$  qui sont présentes dans la partie centrale des zones locales L et régulièrement réparties à la surface du substrat 1.

A titre d'exemple, on alimente les deux plots  $P_1$  et  $P_2$  avec une tension alternative sinusoïdale d'environ 5 à 10 volts crête-à-crête, et on fait varier la fréquence dans une gamme de l'ordre de 10kHz à 10MHz. Selon un exemple particulier, pour un milieu de conductivité  $300\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , une fréquence de 100kHz environ et une tension sinusoïdale d'environ 5 volts crête-à-crête, on parvient à regrouper des billes en latex d'un diamètre de  $3\mu\text{m}$ , sachant que les paramètres du champ électrique et la conductivité du milieu doivent être ajustés en fonction de la particule à manipuler.

Une fois que les cellules ont été réparties à la surface du substrat, il est possible de procéder à leur électroporation ou à leur lyse selon les applications envisagées. D'une manière générale, le système selon l'invention peut être utilisé pour effectuer un criblage à haut débit de produits pharmacologiques, un transfert de gènes dans des cellules, ..., et pour séparer deux espèces de cellules en solution, une espèce étant orientée vers le centre des zones locales délimitées entre les électrodes, alors que l'autre espèce sera orientée vers les électrodes.

## REVENDICATIONS

1. Système pour manipuler par diélectrophorèse de particules diélectriques, en particulier des cellules biologiques, qui sont en suspension dans un milieu et soumises à l'action d'un champ électrique alternatif dont la répartition est rendue non uniforme au moyen d'un réseau régulier (R) d'électrodes ( $E_1, E_2$ ) apte à définir des zones locales (L) où le champ électrique est minimum pour concentrer des particules dans ces zones locales (L) par suite de l'action de forces de diélectrophorèse négatives, caractérisé en ce que le réseau (R) d'électrodes ( $E_1, E_2$ ) est formé à la surface d'un support multi-couche (1), et en ce que les électrodes ( $E_1, E_2$ ) de même polarité du réseau (R) sont reliées à un plot d'alimentation commun ( $P_1, P_2$ ) au travers de deux réseaux ( $R_1, R_2$ ) de pistes conductrices ( $C_1, C_2$ ) qui sont formées à un niveau intermédiaire situé en dessous du réseau (R) d'électrodes.

2. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que le support multi-couche (1) comprend au moins un support de base (2), une couche conductrice (5) déposée sur le support de base (2) pour former les deux réseaux ( $R_1, R_2$ ) de pistes conductrices ( $C_1, C_2$ ), et une couche isolante (I) déposée sur la couche conductrice (5) pour former le réseau (R) d'électrodes ( $E_1, E_2$ ).

3. Système selon la revendication 2, caractérisé en ce que le réseau (R) d'électrodes est connecté aux réseaux ( $R_1, R_2$ ) de pistes conductrices ( $C_1, C_2$ ) au travers de trous (9) traversant la couche isolante (I).

4. Système selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que les deux réseaux ( $R_1, R_2$ ) de pistes conductrices ( $C_1, C_2$ ) sont interdigités.

5. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les électrodes ( $E_1, E_2$ ) sont régulièrement espacées suivant plusieurs lignes parallèles à un axe X, en ce que les électrodes d'une ligne ont la même polarité, et en ce que les électrodes de deux lignes adjacentes ont des polarités opposées.

6. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les zones locales (L) de concentration de particules sont régulièrement espacées suivant plusieurs lignes parallèles à l'axe X.

5 7. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que les électrodes ( $E_1, E_2$ ) ont une forme sensiblement circulaire.

10 8. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les électrodes ( $E_1, E_2$ ) ont une forme sensiblement carrée avec quatre coins, chaque coin d'une électrode pointant vers le centre d'une zone locale (L).

15 9. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les électrodes ( $E_1, E_2$ ) présentent une forme symétrique avec au moins quatre coins, chaque coin d'une électrode pointant vers le centre d'une zone locale (L).

10. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend également une chambre (25) formée au-dessus du support (1) pour recevoir des particules en suspension.

20 11. Système selon la revendication 10, caractérisé en ce que la chambre (25) est délimitée par un joint d'étanchéité (20) qui entoure au moins le réseau (R) d'électrodes ( $E_1, E_2$ ) et par une plaque (22) rapportée sur le joint (20), et en ce qu'il comprend également une source de tension alternative (30) pour alimenter les deux plots ( $P_1, P_2$ ).

25 12. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le support multi-couche (1) supporte un réseau (R) d'électrodes apte à définir un nombre de zones locales de l'ordre de 1000 à 50 000 pour un support ayant un centimètre de côté.

FIG. 1

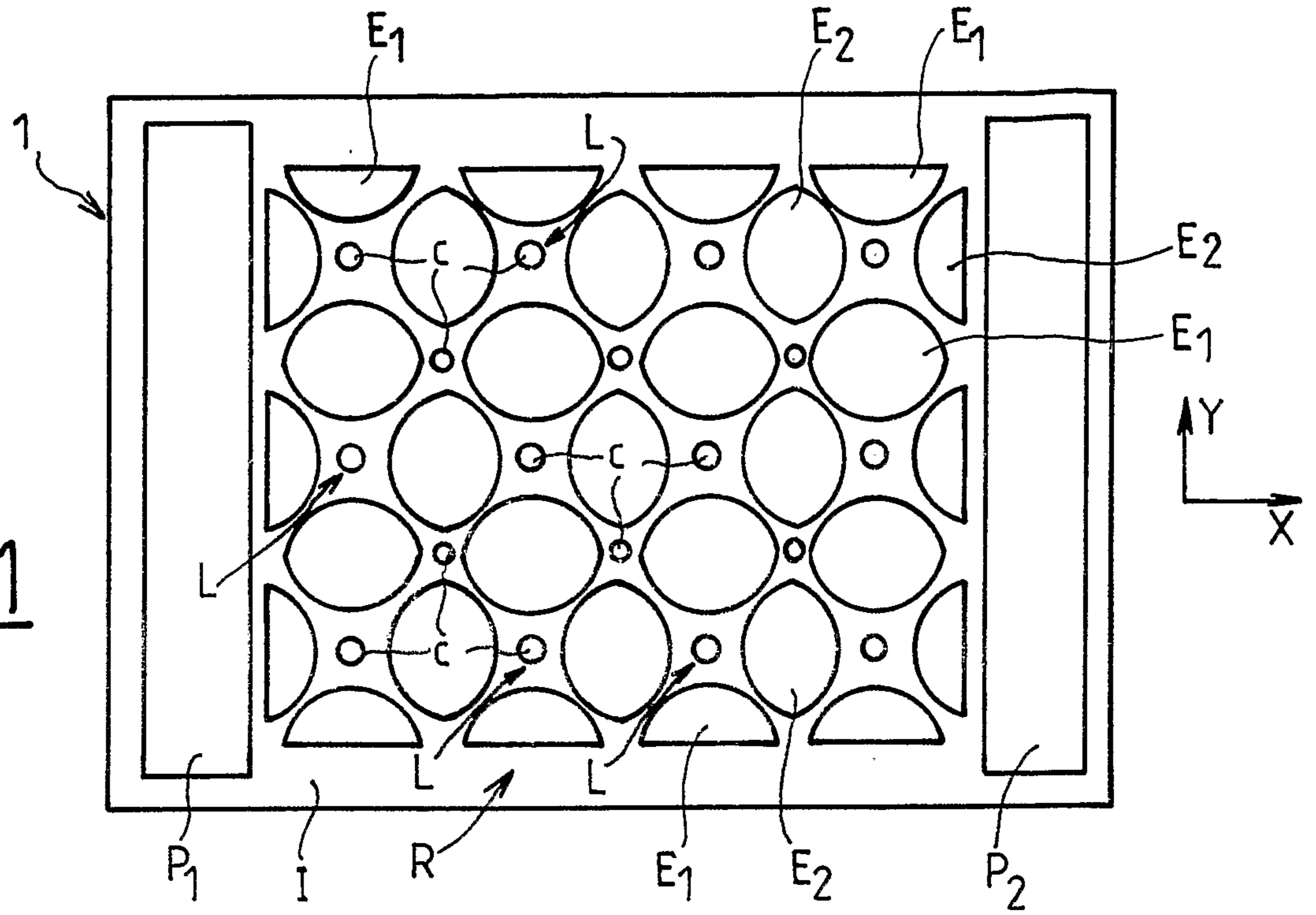


FIG. 2

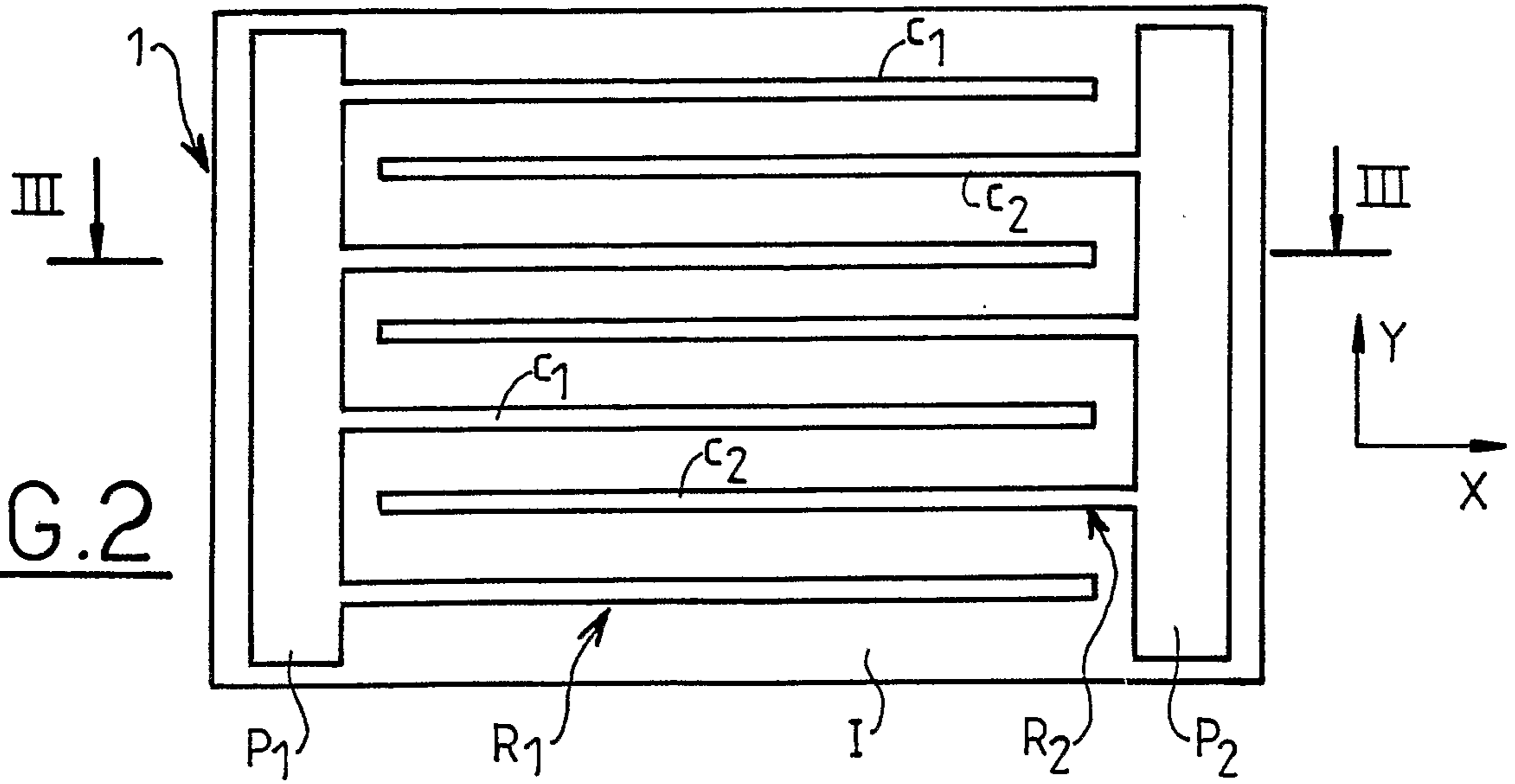
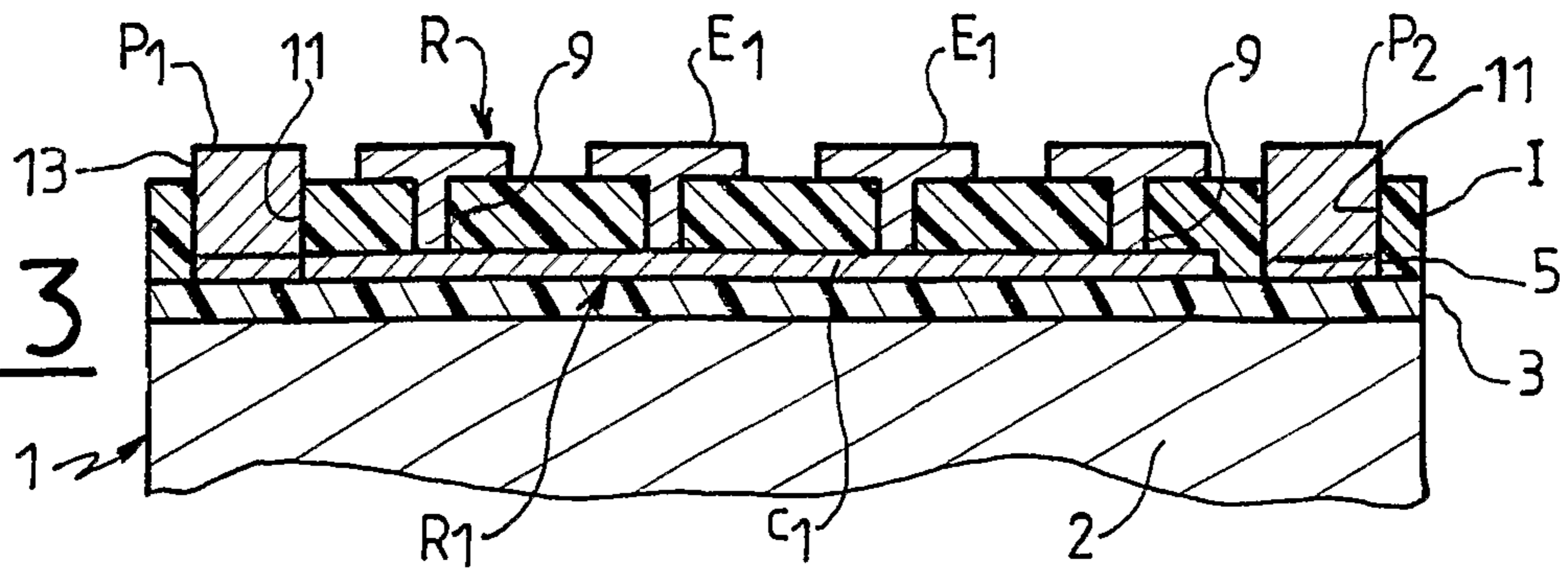


FIG. 3



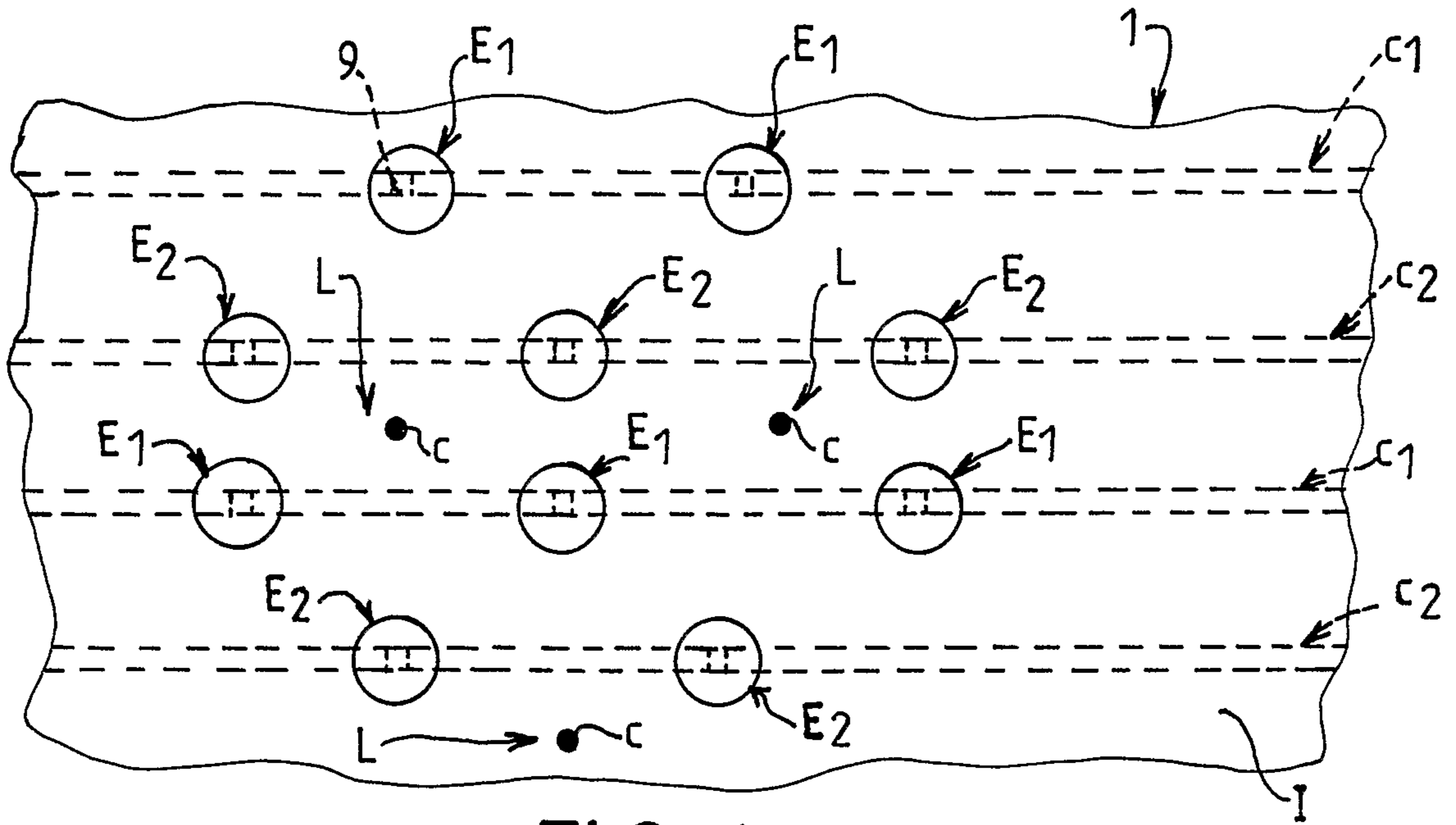


FIG. 4

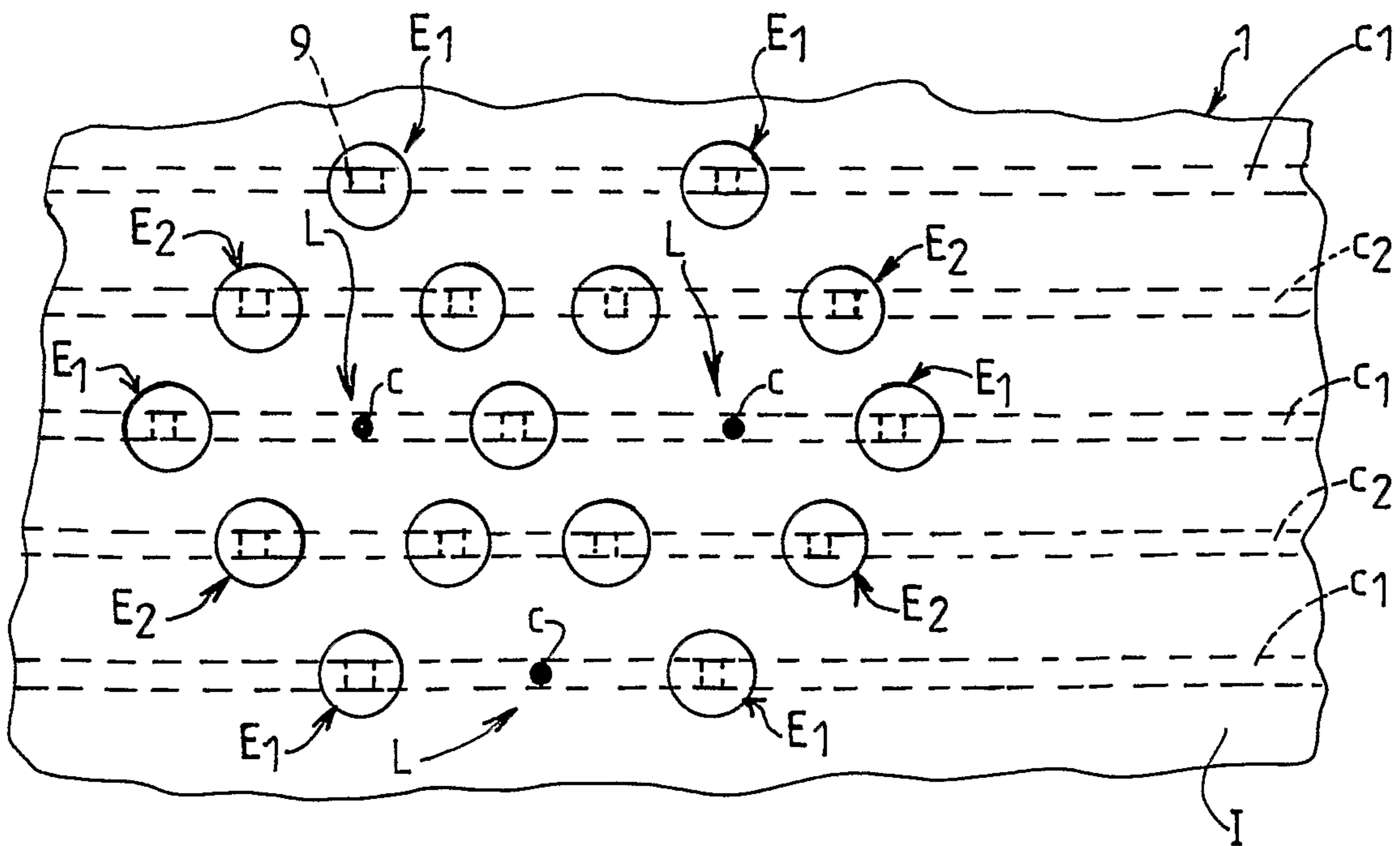


FIG. 5

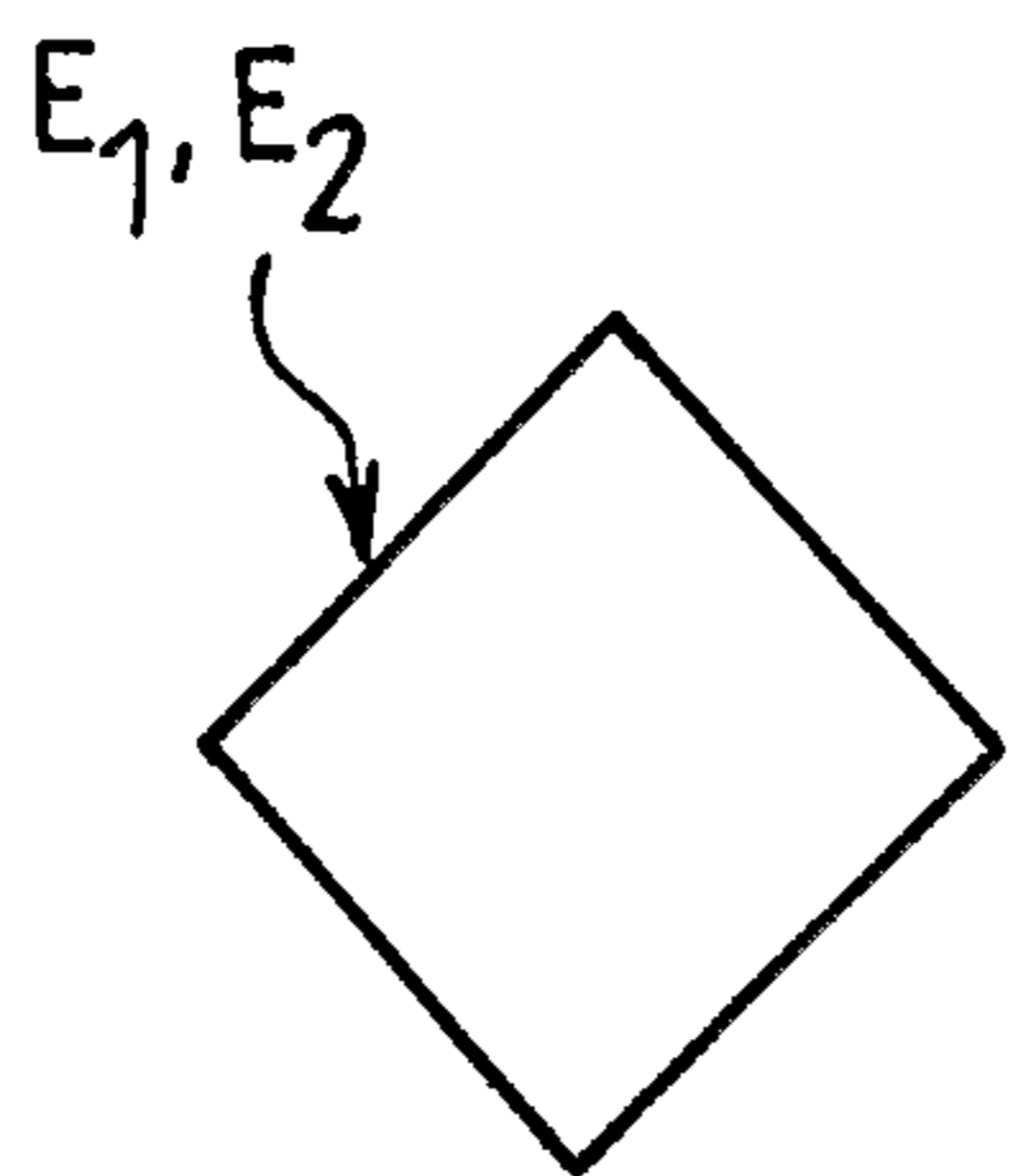


FIG. 6a

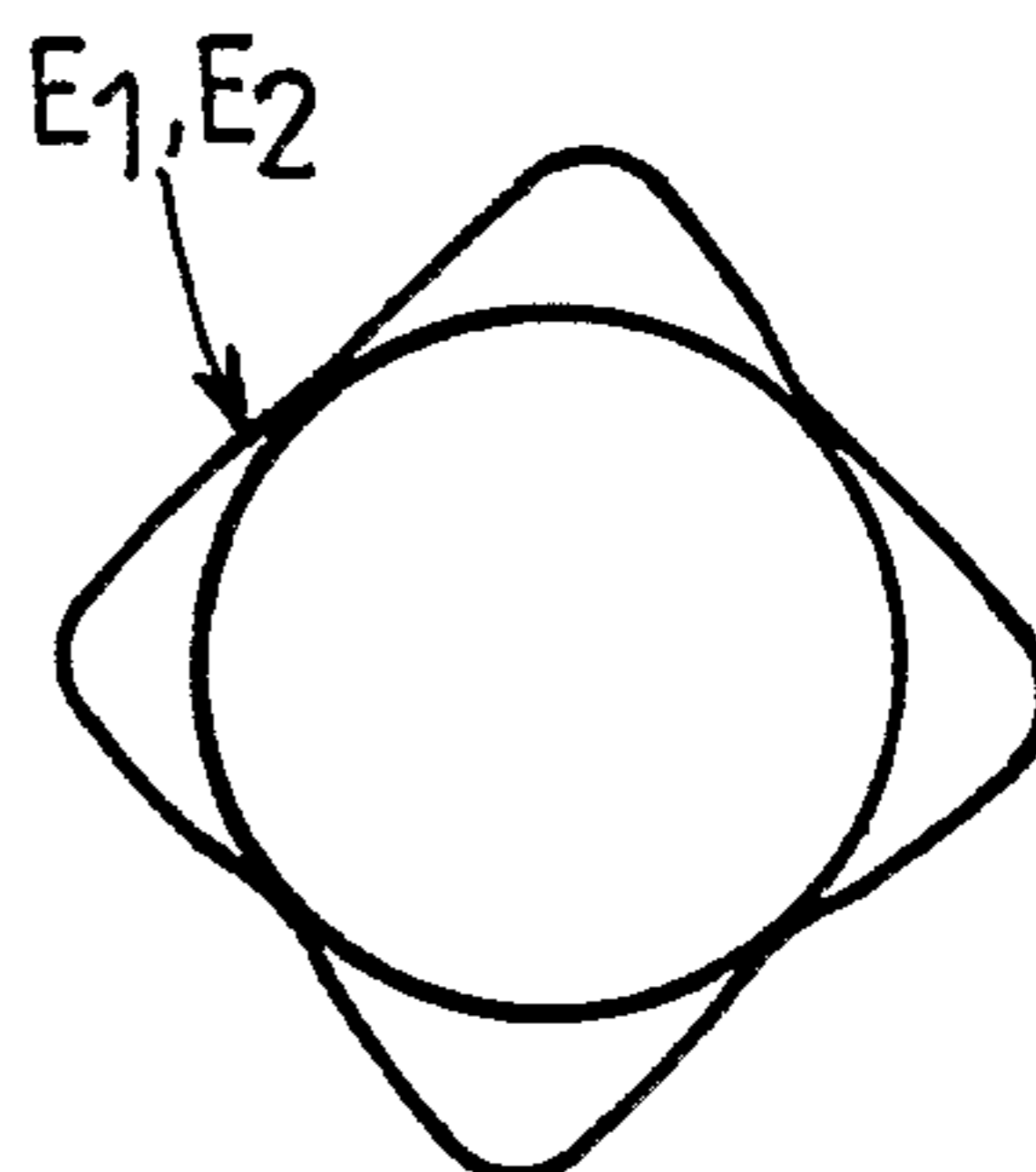


FIG. 6b

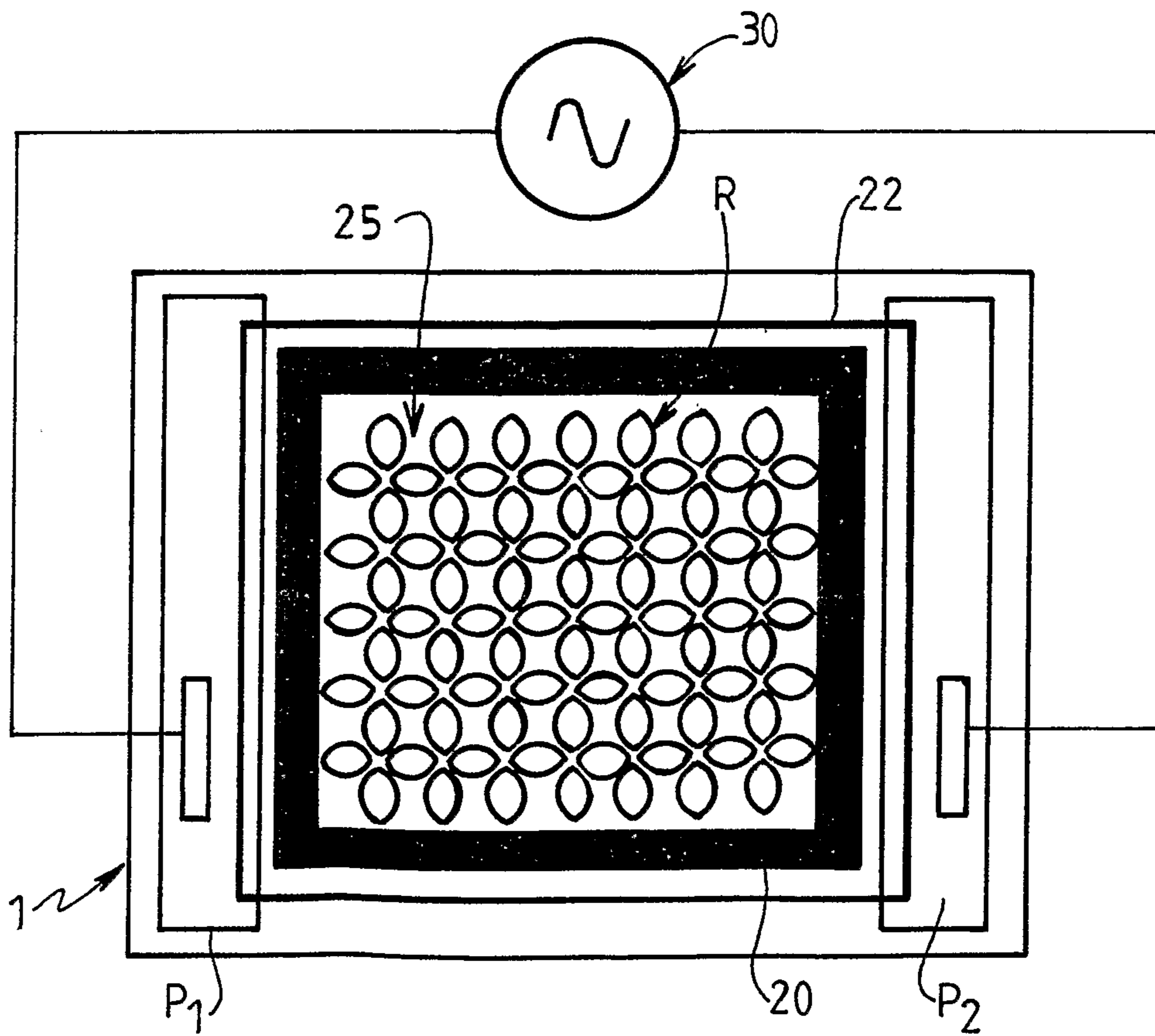


FIG. 7

